

กรมป่าไม้

การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562

การป่าไม้ก้าวไกล
ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า

ระหว่างวันที่ 19 - 21 สิงหาคม 2562

ณ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ
องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

FIO | องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
Forest Industry Organization

การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562
“การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า”

วันที่ 19-21 สิงหาคม พ.ศ. 2562
ณ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ
อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

“การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า”

เอกสารประกอบการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562
วันที่ 19-21 สิงหาคม พ.ศ. 2562
ณ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

จัดพิมพ์โดย **องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้**
76 ถนนราชดำเนินนอก แขวงวัดโสมนัส เขตป้อมปราบฯ กทม. 10100

กันยายน 2562

การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562
“การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า”

ปัญหาทางด้านทรัพยากรป่าไม้เป็นปัญหาสำคัญที่ทุกรัฐบาลให้ความสำคัญมาโดยตลอดเพราะเป็นปัญหาที่กระทบต่อความมั่นคงของประเทศ โดยมี กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เป็นหน่วยงานภาคปฏิบัติของรัฐที่มีหน้าที่ในการดูแลรักษา จัดการ ฟื้นฟู ส่งเสริมการจัดการทรัพยากรป่าไม้ให้เกิดความอย่างยั่งยืน ในขณะที่คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นหน่วยงานภาควิชาการที่ให้การสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการป่าไม้เพื่อเสนอแนะประกอบการตัดสินใจในการดำเนินนโยบายป่าไม้ ผ่านการประชุมวิชาการ การเสวนา การอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านในเวทีต่างๆ

การประชุมการป่าไม้ มีดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มมีการประชุมการป่าไม้ครั้งแรกเมื่อวันที่ 28 มีนาคม – 4 เมษายน พ.ศ. 2509 เป็นต้นมา โดยการประชุมแต่ละครั้งจะมีการประชุม อภิปราย นำเสนอผลงานทางวิชาการ รับฟังความคิดเห็นจากทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน นักวิชาการ การจัดนิทรรศการแสดงความก้าวหน้าทางด้านนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการป่าไม้ของประเทศ การจัดแสดงนิทรรศการจากหน่วยงานภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการปลูกป่าเศรษฐกิจ ซึ่งถือเป็นหัวใจหลักของงานป่าไม้ที่สำคัญในอนาคต

ในปี พ.ศ. 2562 องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ในฐานะเจ้าภาพหลักการประชุมการป่าไม้ ร่วมกับ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กำหนดจัดการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 ขึ้น ระหว่างวันที่ 19-21 สิงหาคม 2562 ณ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นการประชุมการป่าไม้ครั้งที่ 23 ภายใต้หัวข้อ “**การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า**” ซึ่งการประชุมในครั้งนี้นับเป็นโอกาสอันดีที่จะได้มีการนำเสนอประเด็น ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจจากฐานการป่าไม้ ให้สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการขับเคลื่อนเศรษฐกิจโดยภาคการป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ อาศัยบทบาทขององคาพยพสำคัญของการป่าไม้ทั้ง 5 หน่วยงาน เสริมกับบทบาทของชุมชน สังคม ในการสร้าง “**ชุมชนไม้มีค่า**” ให้เกิดขึ้นในประเทศอย่างยั่งยืน โดยรูปแบบการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 ประกอบด้วย การประชุมเสวนา อภิปราย นำเสนอผลงาน และกิจกรรมของวนกรรุ่นใหม่ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้จากนักคิด นักวิชาการ ผู้ปฏิบัติงาน ประชาชน เอกชน การรวบรวมองค์ความรู้และสร้างเครือข่ายการจัดการทรัพยากรป่าไม้ เพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งต่อความมั่นคงทางทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ และความเป็นอยู่ของประชาชนในภาพรวม รวมทั้งมีการจัดการศึกษาดูงานด้านการจัดการป่าเศรษฐกิจอีกด้วย

การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 นอกจากจะเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการ ด้านวิชาการ ตลอดจนเป็นการสร้างเครือข่ายผู้ดำเนินงานด้านทรัพยากรป่าไม้แล้ว เนื่องจากองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้มีภารกิจที่ชัดเจนในเรื่องของป่าเศรษฐกิจที่ครบวงจร ตั้งแต่การปลูก การจัดการ การตัดฟัน การแปรรูป และการใช้ประโยชน์ ดังนั้น การจัดประชุมการป่าไม้ในครั้งนี้จะทำให้เกิดการถ่ายทอดและประชาสัมพันธ์ผลการดำเนินงานในภารกิจต่าง ๆ ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ต่อสาธารณชนทุกภาคส่วนและสามารถเป็นองค์กรหลักในการประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อการบริหารจัดการป่าเศรษฐกิจของประเทศให้สามารถเอื้อประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

การบรรยายพิเศษ และการอภิปรายที่น่าสนใจในการประชุมครั้งนี้ ได้แก่ การปาฐกถาพิเศษ โดยปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ดร.วิจารย์ สิมาฉายา) การบรรยายพิเศษ **“นโยบายป่าไม้แห่งชาติ”** การเสวนา “**การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า**” และการเสวนา “**ขับเคลื่อนชุมชนไม้มีค่า ให้ก้าวหน้าได้อย่างไร**” อีกทั้งยังมีการจัดเวทีเสวนาของนิสิตเพื่อสะท้อนมุมมองที่มีต่อภาคการป่าไม้

การนำเสนอผลงานทางวิชาการมีการแบ่งหัวข้อการนำเสนอภายใต้ 6 หัวข้อหลัก ได้แก่ 1) การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ลุ่มน้ำ อุทยาน และพื้นที่คุ้มครอง 2) นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ 3) วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้ 4) เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์ 5) การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม และ 6) วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้

คณะผู้จัดการประชุมการป่าไม้หวังว่าเอกสารรายงานการประชุมนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจในวงการวิชาการป่าไม้ ไม่มากก็น้อย และคาดหวังว่าผู้มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจจากฐานการป่าไม้ของประเทศทุกระดับจะได้นำผลการประชุมที่เกิดขึ้น รวมทั้งผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการบริหารจัดการเพื่อให้การป่าไม้มีความก้าวหน้า พัฒนา และได้มีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศชาติต่อไป

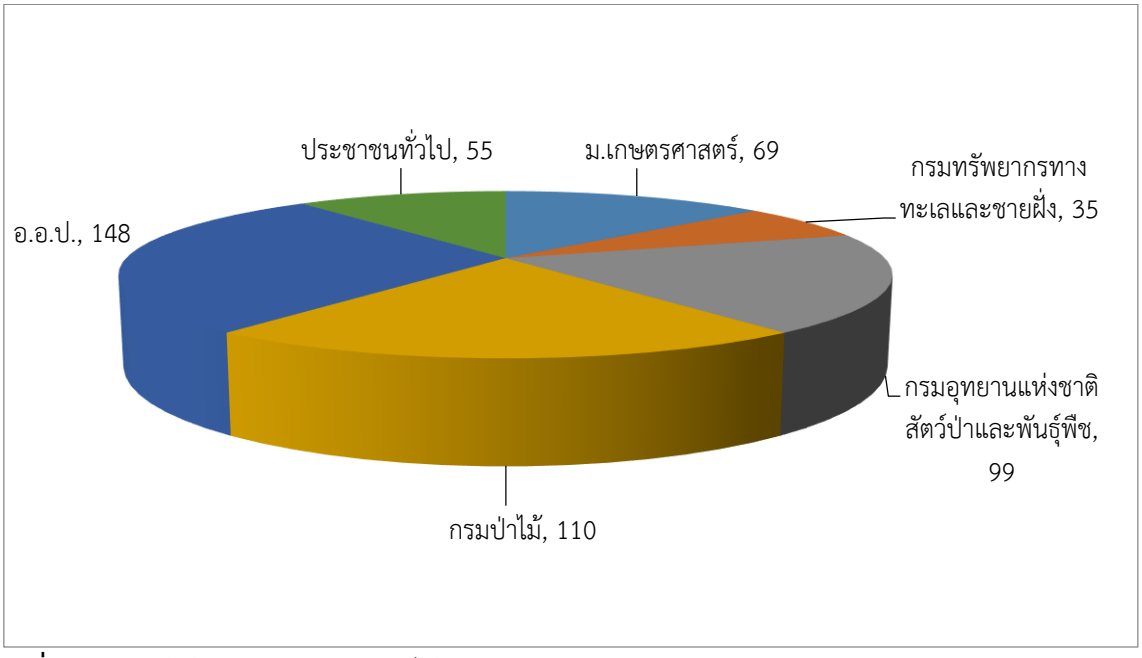
คณะผู้จัดงาน
กันยายน 2562

สรุปผล
การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2562

หน่วยงานเข้าร่วมและผู้เข้าร่วมประชุม

การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ในฐานะเจ้าภาพหลัก ได้ร่วมกับภาคีเครือข่ายด้านป่าไม้ 4 องค์กรหลัก (กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และ คณะวนศาสตร์) จัดการประชุมการป่าไม้ขึ้น ระหว่างวันที่ 19-21 สิงหาคม 2562 ณ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จังหวัดลำปาง

จำนวนผู้เข้าร่วมประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 ทั้งสิ้น 516 คน (ภาพที่ 1) จากประมาณ 25 หน่วยงาน นอกจากภาคีเครือข่ายหลัก เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย สถาบันปลูกป่า (ปตท.) บริษัทสยามฟอเรสทรี จำกัด ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร นักศึกษาจากสถาบันการศึกษาในพื้นที่ภาคเหนือฯ โดยเป็นที่สังเกตุว่าจำนวนผู้มาร่วมการประชุมที่ไม่ใช่บุคลากรจากภาคป่าไม้ (ประชาชนทั่วไป) ให้ความสนใจเข้าร่วมมากถึง 55 คน นอกจากนี้ ยังมีหน่วยงานทั้งภาครัฐ เอกชน เข้าร่วมจัดบูธนิทรรศการอีกจำนวน 27 หน่วยงาน (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 จำนวนผู้เข้าร่วมประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 จำแนกตามหน่วยงาน

ตารางที่ 1 หน่วยงานร่วมจัดนิทรรศการ การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562

หน่วยงาน	**หน่วยงาน**
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง	สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ สถาบันปลูกป่า ปตท.
มหาวิทยาลัยแม่โจ้	บริษัทปูนซีเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด
วิทยาลัยชุมชนแพร่	บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด (SFT)
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กลุ่มบริษัทสวนกิตติ จำกัด
กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (แม่เมาะ)
องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้	บริษัท ไทยวิกตอรี่ จำกัด
กรมป่าไม้	Union science
กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	Gibthai
สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน)	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส.)	CHALE'T DISPLAY LIVING AND SOLUTION
องค์การสวนสัตว์ เชียงใหม่	TFCC
องค์การสวนพฤกษศาสตร์	อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง
องค์การกองทุนสัตว์ป่าโลกสากล สำนักงานประเทศไทย (WWF)	ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงมาตรฐานอุตสาหกรรมไม้
องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ร้องกวาง)	

สรุปการบรรยายพิเศษและการเสวนา

1. การปาถกฐาพิเศษ โดย ดร.วิจารย์ สิมาฉายา (ปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

โดยมีการบรรยายในประเด็น เกี่ยวกับสถานการณ์ป่าไม้ในปัจจุบัน ความเชื่อมโยงของนโยบาย แผนยุทธศาสตร์ชาติ แผนปฏิรูป แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และการขับเคลื่อนการดำเนินงานบนข้อมูลพื้นฐานและงานศึกษาวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

- การขับเคลื่อนนโยบายตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ รวมถึงกฎระเบียบต่างๆ ในการปฏิรูปและการจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ชัดเจน
- การให้ชุมชนมีส่วนร่วม ให้คนอยู่กับป่าอย่างเกื้อกูล รวมทั้งการบูรณาการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ตามกรอบของ SDG เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
- การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทย ตามความตกลงปารีส (Paris Agreement)
- การเพิ่มพื้นที่ป่าเศรษฐกิจ พื้นที่สีเขียว ป่าชุมชน การป้องกันและปราบปรามการบุกรุกทำลายป่าและสัตว์ป่า
- การจัด Zoning พื้นที่ป่าตามลุ่มน้ำชั้นต่างๆ และการแก้ไขปัญหาการทับซ้อนพื้นที่ป่าไม้ โดย one map

2. การบรรยายพิเศษ โดย ผศ.ดร. ขวัญชัย ดวงสถาพร (หัวหน้าภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์)

- บันทึกเรื่องราวในอดีตจากหลักฐานและข้อเท็จจริงของนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ปฐมบทและการกำหนดนโยบายป่าไม้ และการกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ร้อยละ 15 และพื้นที่ป่าเศรษฐกิจร้อยละ 25
- องค์ประกอบอำนาจหน้าที่ ลำดับชั้นของนโยบายเกี่ยวกับป่าไม้และความเชื่อมโยง รวมถึงการจัดตั้งคณะกรรมการป่าไม้แห่งชาติ และการผลักดันร่างนโยบายและแผนแม่บทพัฒนาการป่าไม้ไปสู่การประกาศใช้
- บทบาทและจุดแข็งที่สำคัญของนโยบายป่าไม้แห่งชาติ โครงการสำคัญต้องผ่านการกลั่นกรองจากคณะกรรมการฯ เช่น การอนุญาตให้ใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ การทบทวนมติคณะรัฐมนตรีเกี่ยวกับการส่งออกไม้สัก
- ร่างนโยบายป่าไม้แห่งชาติ และกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 และป่าเศรษฐกิจร้อยละ 15

3. การเสวนา “การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า” : บทบาทของภาครัฐ

ผู้ร่วมเสวนาประกอบด้วย

- ผศ.ดร. นิคม แหลมสัก คณะวนศาสตร์
- นางพรเพ็ญ วรวิลาวัณย์ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
- นางกันตินันท์ ผิวสอาด กรมป่าไม้
- นายพงษ์ศักดิ์ พลเสนา กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
- นายไชยภูมิ สิทธิวัง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
- ผศ.ดร. สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ คณะวนศาสตร์ ผู้ดำเนินรายการ

- รัฐต้องมีฐานทรัพยากรที่สมบูรณ์พร้อมสำหรับนำไปใช้เพื่อการร่วมขับเคลื่อนเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน
- หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องมีองค์ความรู้เกี่ยวกับไม้เศรษฐกิจ และการพัฒนาโดยใช้การป่าไม้เป็นฐานที่พร้อม
- จะต้องมีระบบฐานข้อมูลและข้อมูลที่ดี ทันสมัย พร้อมใช้งาน
- ต้องมีองค์กรที่พร้อมสำหรับการพัฒนา เช่น การปรับโครงสร้างองค์กร รองรับการเปลี่ยนแปลง
- หน่วยงานรัฐควรมีการปรับกระบวนทัศน์คนภายในองค์กรให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของภาคป่าไม้
- การหาพันธมิตรจากภาครัฐ เอกชน ประชาสังคม ที่จะมาร่วมกันทำงานและมีความจริงใจในการทำงานร่วมกัน

4. การเสวนา การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า : บทบาทของภาคเอกชน

ผู้ร่วมเสวนาประกอบด้วย

- นายวิถี สุพิทักษ์ สำนักงานการรับรองไม้เศรษฐกิจไทย
- นายมหาศาล ธีรวรุตม์ บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด
- นายประพัฒน์ ปัญญาชาติรักษ์ สภาเกษตรกรแห่งชาติ
- นายกิตติพงศ์ ผลประยูร สมาคมผู้ประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย
- นายประสิทธิ์ เกิดโต องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ผู้ดำเนินรายการ

- บริษัทเอกชนสามารถช่วยการขับเคลื่อนเศรษฐกิจระดับฐานราก โดยการสนับสนุนให้เกษตรรายย่อยปลูกป่าเศรษฐกิจโดยมีการสนับสนุนกล้าไม้พันธุ์ดีและมีตลาดรองรับการรับซื้อไม้
- ช่วยสนับสนุนการพัฒนาสายพันธุ์ ร่วมกับการวิจัยของภาครัฐและภาคการศึกษา เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า
- ช่วยสนับสนุนการจัดการสวนไม้เศรษฐกิจโดยนำ Precision forestry สำหรับแปลงปลูกขนาดใหญ่ มาช่วยในการตัดสินใจบริหารจัดการ
- การสนับสนุน Start up เพื่อนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- สนับสนุนการประเมินมูลค่าไม้และการเพิ่มภาคีเครือข่าย รวมถึงการจัดการองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง
- ต้องการให้ภาครัฐสนับสนุนการให้การรับรองมาตรฐาน ภาคป่าไม้ รวมถึงการส่งออกผลิตภัณฑ์ไม้

5. การเสวนา “ขับเคลื่อนชุมชนไม้มีค่า ให้ก้าวหน้าได้อย่างไร”

ผู้ร่วมเสวนาประกอบด้วย

- ศ.ดร.สนิท อักษรแก้ว สำนักงานพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
- นางอุไร เชื้อเย็น สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ
- นายสุชาติ กัลยาวงศา กรมป่าไม้
- นางจุฬารัตน์ นิรัติศยกุล สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน)
- นายกิตติ กระภูชัย ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร
- ผศ.ดร.นิคม แหลมสัก คณะวนศาสตร์ ผู้ดำเนินรายการ

- ส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกรเข้าร่วมโครงการธนาคารต้นไม้เพื่อส่งเสริมการปลูกป่าและเพิ่มมูลค่าของต้นไม้
- สนับสนุนองค์ความรู้ แหล่งทุนเพื่อการอบรมให้กับบุคลากรคนรุ่นใหม่ รวมทั้งงานวิจัยที่เชื่อมโยงกับการประเมินมูลค่าไม้และไม้มีค่า

- การสร้างรายได้จากผลิตภัณฑ์และบริการจากภาคป่าไม้ โดยใช้ฐานการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการดูแลฐานทรัพยากรเดิม
- การสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนเพื่อขับเคลื่อนชุมชนไม้มีค่าให้เกิดความมั่นคงโดยเน้นการมีส่วนร่วมในการพัฒนาและบริหารจัดการ รวมถึงให้ความสำคัญกับมูลค่าของต้นไม้และป่าไม้
- การลดกระบวนการและขั้นตอนการขออนุญาต การแก้กฎหมายเพื่อสนับสนุนผลผลิตจากป่า

6. เวทีการเสวนา Student forum หัวข้อ "นิสิต คิดอย่างไร?"

เป็นเวทีคู่ขนานของนิสิต นักศึกษาที่ศึกษาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจากสถาบันการศึกษามาร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 ภายใต้หัวข้อ "**นิสิต คิดอย่างไร?**" ซึ่งมีนิสิตเข้าร่วมนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นรวมทั้งสิ้นจำนวน 20 คน จากคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นนิสิตชั้นปีที่ 2 และ 4 จำนวน 10 คน และสาขาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ซึ่งเป็นนิสิตชั้นปีที่ 4 จำนวน 10 คน

- การป่าไม้และการพัฒนาทางเศรษฐกิจถือเป็นเรื่องที่เกี่ยวเนื่องกันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การป่าไม้นั้นมีส่วนช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจได้ และในด้านเศรษฐกิจก็สามารถส่งผลกระทบกับทรัพยากรป่าไม้ได้เช่นกัน
- ทรัพยากรป่าไม้เป็นทรัพยากรที่มีศักยภาพในด้านการพัฒนาทางเศรษฐกิจอย่างมาก ทั้งในด้านการท่องเที่ยวที่สร้างรายได้ให้ประเทศปีละหลายล้านบาท รวมถึงป่าเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีการส่งเสริมให้ปลูกพืชเศรษฐกิจและป่าเศรษฐกิจของภาคเอกชนในปัจจุบัน
- ในเบื้องต้นถือเป็นโอกาสดีในการที่เราจะใช้ทรัพยากรป่าไม้ในด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากมีการปรับแก้กฎหมาย อำนวยความสะดวกให้มีการปลูกและตัดต้นไม้เพื่อค้าหรือใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด
- การส่งเสริมภาคประชาชนให้ปลูกไม้เศรษฐกิจ รัฐควรที่จะเข้ามาดูแลในแต่ละขั้นตอนเนื่องจากใช้เวลานานในการปลูกกว่าที่จะได้ผลกำไร ควรที่จะหารายได้ในระหว่างที่รอต้นไม้โตพอที่จะขายได้ เช่นการทำวนเกษตรปลูกพืชไร่ในระหว่างที่รอไม้ใหญ่เจริญเติบโต หรือปลูกต้นไม้ที่ไม่ต้องการแสงมากใต้ร่มเงาของไม้ใหญ่ก็เป็นสิ่งที่อาจจะทำได้หากมีการให้ความรู้อย่างถูกต้อง
- รัฐควรหาตลาดรองรับให้ประชาชน ส่งเสริมให้ครบทุกกระบวนการซึ่งเป็นเพียงการตรวจสอบระบบให้ประชาชน หลังจากที่ประชาชนสามารถดำเนินการในกระบวนการได้ด้วยตัวเองแล้วรัฐจึงค่อยๆ ลดบทบาทลงให้เป็นเพียงที่ปรึกษา
- สุดท้ายนี้ เห็นว่าทุกฝ่ายควรที่จะมองว่าผู้ที่สมควรได้รับประโยชน์มากที่สุดควรที่จะเป็นประชาชน และหากประชาชนได้ประโยชน์แล้วจะส่งผลต่อเศรษฐกิจภาพรวมของประเทศให้ดีขึ้น กระบวนการทั้งหมดนี้อาจจะส่งผลช้าแต่ก็มีความเชื่อว่าจะสามารถเติบโตขึ้นไปได้อย่างมั่นคง

7. การนำเสนอผลงานทางวิชาการ

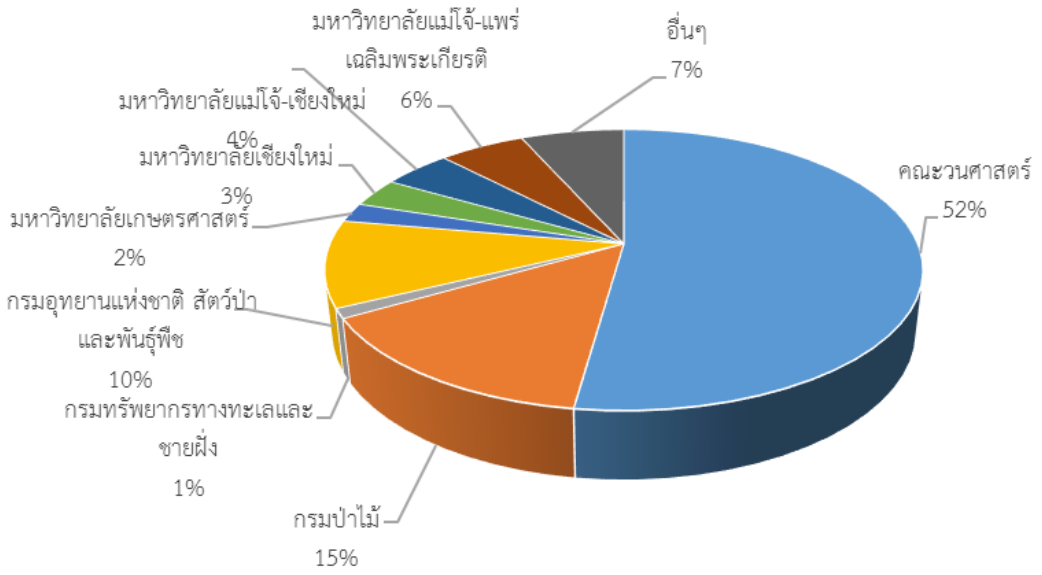
ช่วงแรกของการนำเสนอผลงานทางวิชาการมีการบรรยายพิเศษ โดย สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ ปตท. บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เรื่อง "**บทเรียนจากการประยุกต์ใช้แนวคิดการปลูกป่าเชิงนิเวศ (Miyavaki method) ในพื้นที่ดำเนินการของ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)**" โดยเป็นการนำบทเรียนจาก

การปลูกฟื้นฟูป่าที่สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ ปตท. ดำเนินการมานำเสนอให้นักวิชาการได้รับทราบเพื่อร่วมแลกเปลี่ยนบทเรียนสำหรับการปลูกป่าในอนาคต

จำนวนผลงานที่ส่งเข้าร่วมเพื่อเสนอในการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้นจำนวน 90 ผลงาน (ผลงานภาคบรรยาย 66 ผลงาน และผลงานภาคโปสเตอร์ 24 ผลงาน) โดยการส่งผลงานนำเสนอผ่านทางเว็บไซต์ของศูนย์วิจัยป่าไม้ (www.conference.forest.ku.ac.th) ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิคัดเลือกผลงานพบว่ามีผลงานผ่านเกณฑ์ที่สามารถเข้าร่วมนำเสนอ จำนวน 78 เรื่อง โดยการนำเสนอผลงานของกลุ่ม “นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ” มีจำนวนผลงานมากที่สุด รองลงมาได้แก่ กลุ่ม “การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ลุ่มน้ำ อุทยาน และพื้นที่คุ้มครอง” (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ พบว่า คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ส่งผลงานเข้าร่วมนำเสนอมากที่สุด (52%) รองลงมาคือ กรมป่าไม้ (15%) และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (10%) (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนผลงานที่นำเสนอในการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562 จำแนกตามกลุ่มเรื่อง

สาขา	บรรยาย	โปสเตอร์	รวม
การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ลุ่มน้ำอุทยาน และพื้นที่คุ้มครอง	8	10	18
นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ	24	5	29
วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้	3	6	9
เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์	2	1	3
การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม	8	5	13
วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้	5	1	6
รวม	**50**	**28**	**78**



ภาพที่ 2 สัดส่วนผลงานทางวิชาการที่ส่งเข้าร่วมการประชุมการป่าไม้ประจำปี 2562 จำแนกตามหน่วยงาน

การนำเสนอผลงานทางวิชาการได้มีการพิจารณามอบรางวัลให้กับผู้นำเสนอผลงานทั้งภาคบรรยายและโปสเตอร์ โดยคณะกรรมการพิจารณาผลงานประกอบด้วยตัวแทนจากกรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ แห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ จำนวน 10 ท่าน ร่วมกันพิจารณาผลงานที่นำเสนอ โดยมีผู้ได้รับรางวัลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายชื่อผู้ได้รับรางวัลการนำเสนอผลงานทางวิชาการ ในการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562

รางวัลที่	ชื่อ – นามสกุล	หน่วยงาน	ผลงาน
รางวัลการนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (อายุมากกว่า 40 ปี)			
1	ดร.พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์	คณะวนศาสตร์ มก.	การปรับปรุงคุณสมบัติการดูดซับของถ่านกะลามะพร้าวโดยใช้เทคนิคการเผาถ่านแบบหลายขั้นตอน
2	นายธรรมนูญ เต็มไชย	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	การประเมินการกระจายและระดับความรุนแรงของปัญหาช้างป่าในภาคตะวันออกของประเทศไทย
3	นายเดชา ดวงนามล	สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน คณะประมง มก.	การใช้วัสดุไม้เพื่อทำลอบหมึกของชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง
รางวัลการนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (อายุต่ำกว่า 40 ปี)			
1	ผศ.ดร. รังสรรค์ เกตุอ๊อต	มหาวิทยาลัยพะเยา	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
2	ผศ.ดร.ต่อลาภ คำโย	มหาวิทยาลัยแม่โจ้แพร่เฉลิมพระเกียรติ	ปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ภายหลังการตัดทั้งหมดของไม้สัก อายุ 37 ปี ในพื้นที่สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี
3	นางสาวจิรนันท์ ธรรมโฆสิต	คณะวนศาสตร์ มก.	การประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำที่ไม่มีการตรวจวัด โดยใช้สมการอย่างง่าย บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่
รางวัลการนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์			
1	ว่าที่ร้อยตรีหญิงน้ำฝน พลอยนิลเพชร	ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคใต้ กรมป่าไม้	ความยาวของกิ่งที่เหมาะสมต่อการเกิดรากของต้นรวงผึ้ง
2	นางสาวจันทร์วิภา รัตนอานันต์	สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก.	การชักนำให้เกิดยอดและรากของมะพลับเจ้าคุณ (*Diospyros winitii*) ในสภาพปลอดเชื้อ
3	ดร. วรพรรณ หิมพานต์	ส่วนวนวัฒนวิจัย กรมป่าไม้	การประมาณน้ำหนักแห้งและการกักเก็บคาร์บอนของสักในสวนป่าของประเทศไทย

8. การศึกษาดูงานการปลูกและการจัดการไม้สัก

- ศึกษาดูงานการเพาะชำกล้าไม้สักโดยชุมชน ในพื้นที่อำเภองาว จังหวัดลำปาง
- ศึกษาดูงานการปรับปรุงพันธุ์ไม้สักและการจัดการกล้าไม้สักคุณภาพ ของศูนย์บำรุงพันธุ์ไม้สัก กรมป่าไม้
- ศึกษาดูงานการปลูกและการจัดการสวนป่าสักเชิงประณีต ที่สวนป่าแม่เมาะ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
- ศึกษาดูงานการแปรรูปไม้สัก ที่โรงเลื่อยไม้แม่เมาะ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

9. วาทกรรมที่สำคัญในการประชุมการป่าไม้ประจำปี 2562

- กฎหมายบางฉบับไม่เอื้อประโยชน์กับประชาชน ควรมีการปรับปรุงกฎหมาย กฎระเบียบ ให้เอื้อต่อการส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจอย่างแท้จริง
- การทำงานของภาครัฐต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ของประชาชนเป็นที่ตั้ง อย่ามองกฎระเบียบของตนเองเป็นสำคัญจนลืมประชาชน
- บทเรียนและความล้มเหลวของข้อมูลวิชาการและการวิจัยเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมีมาพอสมควรแล้ว ต้องนำมาใช้ให้เกิดเป็นมรรคเป็นผลสักที

10. บทสรุปจากการประชุม

การป่าไม้ ในบริบทด้านความมั่นคงในด้านสิ่งแวดล้อมมีการกล่าวถึงกันอยู่มาก มีนโยบาย มาตราการการปฏิบัติที่ปรากฏให้เห็นอยู่โดยทั่วไปและรับรู้กันในวงกว้างอย่างชัดเจนถึงความสำคัญของป่าไม้ในแง่มุมนี้ แต่การป่าไม้ในบริบทที่จะช่วยส่งเสริม สนับสนุน ขับเคลื่อนเศรษฐกิจตั้งแต่เศรษฐกิจฐานรากไปจนถึงเศรษฐกิจของประเทศยังไม่ถูกรับรู้ รับทราบในวงกว้าง ที่ผ่านมาต้องยอมรับว่าหน่วยงานยังขาดความเข้าใจความจริงใจ ในการใช้การป่าไม้เป็นฐานในการพัฒนาอย่างยั่งยืนทั้งที่โดยศักยภาพของป่าไม้นั้นสามารถสร้างให้เกิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้และสอดคล้องกับแนวทาง “**เศรษฐกิจสีเขียว**” ที่ทั่วโลกให้การยอมรับและขับเคลื่อนกันอยู่ในปัจจุบัน

การป่าไม้ของไทยและทุกที่ทั่วโลกในปัจจุบันจะก้าวไปข้างหน้าเพียงมิติด้านความมั่นคงทางสิ่งแวดล้อมอย่างเดียวไม่ได้อีกต่อไป เศรษฐกิจ ชีวิตความเป็นอยู่ของผู้คนเป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นตัวแปรสำคัญยิ่งในการรักษาและพัฒนาการป่าไม้ หากไม่สามารถแสดงให้เห็นว่าประโยชน์ที่ผู้คนจะได้รับจากการป่าไม้ที่จับต้องได้คืออะไรการป่าไม้ก็จะตกอยู่ในภาวะที่เสี่ยงต่อการถูกทำลายอยู่ต่อไป

ดังนั้น การป่าไม้จะมั่นคงก้าวไปได้ไกล การป่าไม้ก็จะต้องแสดงบทบาทให้เห็นอย่างเด่นชัดว่ามีส่วนช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจของชุมชนและประเทศให้ก้าวไปข้างหน้าควบคู่กันไปด้วย.... “**การป่าไม้ก้าวไกล ร่วมขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า**”

กำหนดการจัดประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ.2562
“การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า”
วันที่ 19 – 21 สิงหาคม 2562
ณ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จังหวัดลำปาง

วันที่ 19 สิงหาคม 2562

เวลา	กำหนดการ
08.30–09.30 น.	ลงทะเบียน
ห้องประชุมไอยราศุภสาร	
09.30–10.15 น.	พิธีเปิด และ ปาฐกถา
10.15–11.00 น.	ชมผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ และรับประทานอาหารว่าง
11.00–12.00 น.	บรรยายพิเศษ “นโยบายป่าไม้แห่งชาติ” *โดย ผศ.ดร.ขวัญชัย ดวงสถาพร*
12.00–13.00 น.	รับประทานอาหาร
13.00–14.30 น.	เสวนา “การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า” ภาครัฐ ***ร่วมเสวนาโดย*** *ผศ.ดร. นิคม แหลมสัก* คณะวนศาสตร์ *นางพรเพ็ญ วรวิลาวัณย์* องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ นางกันตินันท์ ผิวสอาด กรมป่าไม้ นายพงษ์ศักดิ์ พลเสนา กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช นายไชยภูมิ สิทธิวัง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ***ดำเนินรายการโดย*** ผศ.ดร. สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ คณะวนศาสตร์
14.30–15.00 น.	รับประทานอาหารว่าง
15.00–16.30 น.	เสวนา “การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า” ภาคเอกชน ***ร่วมเสวนาโดย*** *นายวิถี สุพิทักษ์* Thailand Forest Certification Council (TFCC) *นายมหาศาล ธีรวรุตม์* บริษัท สยามฟอเรสทรี จำกัด นายประพัฒน์ ปัญญาชาติรักษ์ สภาเกษตรกรแห่งชาติ นายกิตติพงศ์ ผลประยูร สมาคมผู้ประเมินมูลค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย ***ดำเนินรายการโดย*** นายประสิทธิ์ เกิดโต องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

วันที่ 20 สิงหาคม 2562

เวลา	กำหนดการ
08.30–09.30 น.	ลงทะเบียน
ห้องประชุมไอยราศุภสาร	
09.30–12.30 น.	เสวนา เรื่อง “ขับเคลื่อนชุมชนไม้มีค่า ให้ก้าวหน้าได้อย่างไร” ***ร่วมเสวนาโดย*** ศ.ดร.สนิท อักษรแก้ว สำนักงานพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ นางอุไร เชื้อเย็น สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) นายสุชาติ กัลยาวงศา กรมป่าไม้ นางจุฬารัตน์ นิรัติศยกุล สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ นายกิตติ กระภูชัย ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ดำเนินรายการโดย ผศ.ดร.นิคม แหลมสัก คณะวนศาสตร์
09.30–12.30 น.	- การนำเสนอจาก Student Forum ในหัวข้อ “นิสิต คิดอย่างไร?”
12.30–13.30 น.	รับประทานอาหาร
13.30–14.30 น.	- สรุปผลการประชุมการป่าไม้ 2562 - มอบรางวัล ***ดำเนินรายการโดย*** : สถาบันคชบาลแห่งชาติ
14.30–15.00 น.	รับประทานอาหารว่าง
15.00–16.30 น.	พิธีปิด และมอบแว่นไม้ ***ดำเนินรายการโดย*** : สถาบันคชบาลแห่งชาติ

วันที่ 21 สิงหาคม 2562

เวลา	กำหนดการ
08.00–10.00 น.	เดินทางจากสถาบันคชบาลแห่งชาติ ไป แปลงกล้าไม้เอกชน
10.00–11.00 น.	ศึกษาดูงานที่แปลงผลิตกล้าไม้ของคุณ จเร แสนใจยา
11.00–12.00 น.	ศึกษาดูงานที่ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคเหนือ อำเภองาว จังหวัดลำปาง
12.00–13.00 น	พักรับประทานอาหาร
13.00–14.00 น.	เดินทางจากศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคเหนือไปสวนป่าแม่เมาะ
14.00–14.45 น.	ศึกษาดูงานการจัดการสวนป่าตามหลักวนวัฒน์ที่สวนป่าแม่เมาะ
14.45–15.30 น.	ศึกษาดูงานโรงเลื่อยแม่เมาะ
15.30 น.	เดินทางกลับ

กำหนดการนำเสนอผลงานทางวิชาการ
การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562
วันที่ 19-20 สิงหาคม 2562
ณ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ (ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย) จังหวัดลำปาง

วันจันทร์ที่ 19 สิงหาคม 2562	
ห้องประชุมกิริณีศุภศิลป์	
สาขา นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ **ประธาน น.สพ.ดร.สิทธิเดช มหาสาวังกุล** **เลขานุการ นายปิยวัฒน์ จันทร์ศรี**	
13.00 – 13.15 น.	สัตว์ป่ามีกระดูกสันหลังที่ถูกรถชนตายบนทางหลวงหมายเลข 12 ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว *โดย ภัณฑิญา อุตสาห์*
13.15 – 13.30 น.	แนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า (*Elephas maximus*) บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดกาญจนบุรี *โดย พลอยฉัตร รักษาพล*
13.30 – 13.45 น.	การประเมินการกระจายและระดับความรุนแรงของปัญหาช้างป่าในภาคตะวันออกของประเทศไทย *โดย ธรรมนูญ เต็มไชย*
13.45 – 14.00 น.	ผลของไฟป่าต่อพลวัตประชากรของนกประจำถิ่นในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ *โดย ปานวริศร์ ปานศรี*
14.00 – 14.15 น.	ความมากมาย และการใช้พื้นที่อาศัยของหมาจิ้งจอก (*Canis aureus*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง *โดย อันดามัน จันทร์ขาว*
14.15 – 14.30 น.	อาหารของกิ้งก่าเขาเล็กบริเวณป่าดิบเขา ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ *โดย ดารินี สำราญรื่น*
14.30 – 14.45 น.	การประยุกต์ใช้ข้อมูลลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART patrol) ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่า (*Elephas maximus*) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก อ.อุ้มผาง จ.ตาก *โดย นรวิชญ์ ดำรงค์ธวัช*
14.45 – 15.00 น.	สถานการณ์และแนวทางการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา *โดย ณัฏฐ์ดนัย ประเทืองบริบูรณ์*
15.00 – 15.30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง

วันจันทร์ที่ 19 สิงหาคม 2562	
ห้องประชุมกิริณีศุภศิลป์	
สาขา นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ (ต่อ) **ประธาน ผศ.ดร. ต่อลาภ คำโย** **เลขานุการ นายไตรเทพ เจริญพานิชสันติ**	
15.30 – 15.45 น.	การปรากฏและพฤติกรรมการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก (*Xyleutes ceramicus* Walker) บริเวณสวนป่าสักภาคเหนือของประเทศไทย *โดย ปิยะฉัตร เราเจริญ*
15.45 – 16.00 น.	ความหลากหลายของชนิดแมลงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของบางสวนป่าภายใต้การดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย *โดย ดร.ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์*
16.00 – 16.15 น.	การเปรียบเทียบความทนเค็มของเห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus albus*) ที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยูคาลิปตัส *โดย รัตน์ติมา แหวนหรุ่น*
16.15 – 16.30 น.	ความหลากชนิดและความสามารถทนเค็มของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่มีความสัมพันธ์กับยูคาลิปตัส *โดย อรญา บุราไกร*
16.30 – 16.45 น.	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหูหนู *Auricularia cornea* *โดย สาวิตรี มังคลาด*
16.45 – 17.00 น.	ความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าบางแห่งภายใต้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย *โดย จตุรงค์ คำหล้า*
17.00 – 17.15 น.	การค้นพบเห็ดชนิดใหม่และการรายงานใหม่ในประเทศไทยจากพื้นที่สวนป่าบางแห่งภายใต้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ *โดย นครินทร์ สุวรรณราช*

วันจันทร์ที่ 19 สิงหาคม 2562	
ห้องประชุมหัสดินศุภสาร	
13.00 – 13.30 น.	การบรรยายพิเศษ เรื่อง บทเรียนจากการประยุกต์ใช้แนวคิดการปลูกป่าเชิงนิเวศ (Miyavaki method) ในพื้นที่ดำเนินการของ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) *โดย นายสุวิทย์ นะวะคำ พนักงานกิจการเพื่อสังคม* *สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ ปตท. บริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน)*
สาขา เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมป่าไม้ **ประธาน ดร. นพรัตน์ คัคคุริวาระ** **เลขานุการ นางสาวสาวิตรี มังคลาด**	
13.30 – 13.45 น.	การพัฒนามาตรวัดการเติบโตของไม้อัตโนมัติ *โดย ณรงค์เดช เดชคง*
13.45 – 14.00 น.	อิทธิพลของการสวมใส่ชุดป้องกันขาต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์บางประการในคนงานสวนสัก *โดย กัญญรัตน์ อินตาพวง*
14.00 – 14.15 น.	การออกแบบเส้นทางการชักลากไม้และการประเมินผลกระทบจากการทำไม้ *โดย อังคณา ทองคำ*
14.15 – 14.30 น.	การศึกษาวัสดุเพื่อลดการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์ *โดย ปฤณ ผลกล่ำ*
14.30 – 14.45 น.	การศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 และ ดาวเทียม Sentinel-2 สำหรับการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง *โดย ศุภกิจ เหมือนพิมทอง*
14.45 – 15.00 น.	การปรับปรุงคุณสมบัติการดูดซับของถ่านกะลามะพร้าวโดยใช้เทคนิคการเผาถ่านแบบหลายขั้นตอน *โดย พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์*
15.00 – 15.15 น.	ความผันแปรของชนิดและปริมาณองค์ประกอบทางเคมีน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้น (*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.) ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย *โดย พนิดา รุ่งรัตนกุล*
15.15 – 15.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง

วันจันทร์ที่ 19 สิงหาคม 2562	
ห้องประชุมหัสดินศุภสาร	
สาขา การจัดการลุ่มน้ำ นันทนาการ และสิ่งแวดล้อม **ประธาน ผศ.ดร. นฤมล แก้วจำปา** **เลขานุการ นางสาวมาตาญาวี นวมทอง**	
15.45-16.00 น.	การประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวและระดับการใช้ประโยชน์ อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี จังหวัดกระบี่ *โดย ปณิตา ปัญโญ*
16.00 - 16.15 น.	การประมาณค่าการคายระเหยน้ำ ภายใต้ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศ โดยวิธีการสำรวจระยะไกล และแบบจำลอง SEBAL ในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี *โดย ธัญพิมล ขุมแร่*
16.15 - 16.30 น.	การประมาณค่าการคายระเหยน้ำโดยวิธีการ FAO – Penman พื้นที่ป่าดิบเขา ลุ่มน้ำย่อยห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ *โดย ขจรศักดิ์ กลิ่นจรุง*
16.30 - 16.45 น.	การประเมินน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยโดยใช้แบบจำลอง SWAT ในลุ่มน้ำห้วยหมาไน จังหวัดแพร่ *โดย เศรษฐา ขอสุข*
16.45 – 17.00 น.	การสร้างสมการอย่างง่ายเพื่อประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย บริเวณคลองระบายน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ *โดย สโรชา คุ้มพงษ์พันธุ์*
17.00-17.15 น.	การประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำที่ไม่มีการตรวจวัด โดยใช้สมการอย่างง่าย บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ *โดย จิรนันท์ ธรรมโฆสิต*
17.15-17.30 น.	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าระหว่างพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟู บริเวณลุ่มน้ำย่อยเลียงตายและวังปอ จังหวัดน่าน *โดย ศิรสิทธิ์ เอื้อประเสริฐ*
17.30-17.45 น.	การประเมินการบริการเชิงนิเวศโดยใช้ดัชนีความต่างพืชพรรณ ดัชนีความหลากหลายชนิดไม้ ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ การกักเก็บคาร์บอนและปริมาณสารอาหารหลักในดิน: กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านพร้าว *โดย กิตตินนท์ หมอก็เป็น*

วันอังคารที่ 20 สิงหาคม 2562	
ห้องประชุมกิริณีศุภศิลป์	
สาขา นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ **ประธาน ผศ.ดร. สมพร แม่ลิ่ม** **เลขานุการ นายปานวริศร์ ปานศรี**	
09.00 – 09.15 น.	การร่วงหล่นของซากพืชในป่าดิบเขาระดับต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ *โดย ปิยวัฒน์ จันทร์ศรี*
09.15 – 09.30 น.	พลวัตป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา *โดย ชัชชัย สวัสดิ์มงคล*
09.30 – 09.45 น.	การกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้ป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา *โดย ชัชพิมุข ยะธา*
09.45 – 10.00 น.	ความหลากชนิด และการใช้ประโยชน์พรรณพืชในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของสวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ *โดย สุธีระ เหิมฮึก*
10.00 – 10.15 น.	สถานภาพความหลากหลายของพรรณไม้และการใช้ประโยชน์ ในป่าเมี่ยง กรณีศึกษาบ้านแม่แมะ ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ *โดย ณัฐวุฒิ ไขแจ้ง*
10.15 – 10.30 น.	ความหลากชนิดของพรรณไม้ยืนต้นและบทบาทการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในพื้นที่ให้บริการของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่ *โดย วรเชษฐ์ วรเวชกุล*
10.30 – 11.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
สาขา วนวัฒนนิเวศป่าไม้ **ประธาน ดร. สุธีระ เหิมฮึก** **เลขานุการ นางสาวรัตน์ติมา แหวนหรุ่น**	
11.00 – 11.15 น.	การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอที่จำเพาะกับแหล่งที่มาของไม้พะยูงในประเทศไทย *โดย สุจิตรา จางตระกูล*
11.15 – 11.30 น.	การสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำภายหลังการฟื้นฟูบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ *โดย สถิตย์ ถิ่นกำแพง*
11.30 – 11.45 น.	การตอบสนองทางสรีรวิทยาของกล้าไผ่ 3 ชนิด ภายใต้สภาพแห้งแล้ง *โดย ไตรเทพ เจริญพานิชสันติ*
11.45 – 12.00 น.	ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ของหมู่ไม้ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ *โดย แหลมไทย อาษานอก*

วันอังคารที่ 20 สิงหาคม 2562	
ห้องประชุมหัสดินศุภสาร	
สาขา การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม **ประธาน ดร.ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์** **เลขานุการ นางสาวสโรชา คุ้มพงษ์พันธุ์**	
09.00 – 09.15 น.	การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยา *โดย ฑีฆา โยธาภักดี*
09.15 – 09.30 น.	การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ *โดย กฤษดา พงษ์การัณยภาส*
09.30 – 09.45 น.	มูลค่าจากการใช้ประโยชน์ของสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา *โดย ณรงค์ชัย ชลภาพ*
09.45 – 10.00 น.	อิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้สักบริเวณศูนย์เรียนรู้ป่าสักและสวนสมุนไพร สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร *โดย มาตาญาวี นวมทอง*
10.00 – 10.15 น.	การเปรียบเทียบค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) ที่เหมาะสมในการสำรวจสวนป่าสักแปลงปลูกปี พ.ศ.2526 : กรณีศึกษา พื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปาง *โดย กาญจนา โปร่งปรีชา*
10.15 – 10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
สาขา เทคโนโลยีวนวัฒน์และการจัดการป่าไม้ **ประธาน ดร. นรินธร จำวงษ์** **เลขานุการ นางสาวธัญพิมล ขุมแร่**	
10.45 – 11.00 น.	การใช้วัสดุไม้เพื่อทำลอบหมึกของชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง *โดย เดชา ดวงนามล*
11.00 – 11.15 น.	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา *โดย รังสรรค์ เกตุอ๊อต*
11.15 – 11.30 น.	ปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ภายหลังการตัดทั้งหมดของไม้สัก อายุ 37 ปี ในพื้นที่สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี *โดย ต่อลาภ คำโย*
11.30 – 11.45 น.	การศึกษาอัตราการแตกหน่อจากรากของไม้พะยูง จากการตัดรากของกล้าไม้ค้างปีที่งอกลงดิน *โดย อดิศร คงคิด*
11.45–12.00 น.	การทดสอบถิ่นกำเนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลน 4 ชนิด ในจังหวัดสตูล *โดย ประนอม ชุมเรียง*

สารบัญ

1. การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ลุ่มน้ำ อุทยาน และพื้นที่คุ้มครอง

ภาคบรรยาย

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำ ภายใต้ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศ โดยวิธีการสำรวจระยะไกล และแบบจำลอง SEBAL ในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี 3
ธัญพิมล ขุมแร่ ปิยพงษ์ ทองดีนอก และ สาพิศ ดิลกสัมพันธ์

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำโดยวิธีการ FAO – Penmanในพื้นที่ป่าดิบเขาลุ่มน้ำย่อยห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ 15
ขจรศักดิ์ กลิ่นจรุง และ ปิยพงษ์ ทองดีนอก

การประเมินน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยโดยใช้แบบจำลอง SWAT ในลุ่มน้ำห้วยหมาไน จังหวัดแพร่ 23
เศรษฐา ขอสุข สมนิมิตร พุกงาม และ ปิยพงษ์ ทองดีนอก

การสร้างสมการอย่างง่ายเพื่อประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย บริเวณคลองระบายน้ำมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 35
สโรชา คุ้มพงษ์พันธุ์ และนฤมล แก้วจำปา

การประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำที่ไม่มีการตรวจวัด โดยใช้สมการอย่างง่าย บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ 45
จิรนันท์ ธรรมโฆสิต นฤมล แก้วจำปา และ สกุลเดช นันตา

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าระหว่างพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟู บริเวณลุ่มน้ำย่อยเลียงตายและวังปอ จังหวัดน่าน 55
ศิรสิทธิ์ เอื้อประเสริฐ วีนัส ต่วนเครือ และ สมนิมิตร พุกงาม

การประเมินการบริการเชิงนิเวศโดยใช้ดัชนีความต่างพืชพรรณ ดัชนีความหลากหลายชนิดไม้ ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ การกักเก็บคาร์บอนและปริมาณสารอาหารหลักในดิน: กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านพร้าว 67
กิตตินนท์ หมอก็เป็น ภัทรพงษ์ เกริกสกุล พงษ์เทพ หาญพัฒนกิจ พฤทธิ์ ราชรักษ์ และ วิรงรอง ดวงใจ

การประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวและระดับการใช้ประโยชน์อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี จังหวัดกระบี่ 79
ปณิตา ปัญโญ และ แสงสรรค์ ภูมิสถาน

สารบัญ

1. การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ลุ่มน้ำ อุทยาน และพื้นที่คุ้มครอง (ต่อ)

ภาคโปสเตอร์

การชักนำให้เกิดยอดและรากของมะพลับเจ้าคุณ (*Diospyros winitii*) ในสภาพปลอดเชื้อ 83
จันทร์วิภา รัตนอานันต์ และ ศาลักษณ์ พรรณศิริ

ปัจจัยที่มีผลต่อชนิด ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของปูลมและปูเสฉวนบกบนหาดทราย ของเกาะเมียง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา 91
อัญชิสา ศรีวรรณ และ จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์

การสะสมของขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะเมียง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา 101
รวิชา เขียวสอาด และ จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์

คุณภาพน้ำบางประการในช่วงฤดูน้ำหลาก บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ 111
อัจฉรา เขื่อนเพชร นฤมล แก้วจำปา และ สกุลเดช นันตา

ผลกระทบทางนันทนาการด้านชีวกายภาพบางประการบนเส้นทางศึกษาธรรมชาติ อุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 121
มนัสรา เพชรพันธ์ และ แสงสรรค์ ภูมิสถาน

ผลกระทบของกิจกรรมนันทนาการต่อคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่สระธารโบกขรณี อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี จังหวัดกระบี่ 123
จารุวรรณ ศรีแก้ว และ แสงสรรค์ ภูมิสถาน

การศึกษาปริมาณตะกอนในน้ำ บริเวณลุ่มน้ำแม่แรก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ 125
สุพรรณนิกา สาสิงห์ นฤมล แก้วจำปา และ สกุลเดช นันตา

การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าสักในหนึ่งรอบตัดฟัน: นัยสำหรับการสร้างแรงจูงใจในการกักเก็บคาร์บอน 127
ภิญญารัตน์ ชยาภรณ์ และ Nophea Sasaki

สารบัญ

2. นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ

ภาคบรรยาย

แนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า (*Elephas maximus*) บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดกาญจนบุรี 131
พลอยฉัตร รักษาพล ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ และ รองลาภ สุขมาสรวง

การประเมินการกระจายและระดับความรุนแรงของปัญหาช้างป่าในภาคตะวันออกของประเทศไทย 145
ธรรมนูญ เต็มไชย และ ทรงธรรม สุขสว่าง

ผลของไฟป่าต่อพลวัตประชากรของนกประจำถิ่นในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ 157
ปานวริศร์ ปานศรี ศุภลักษณ์ ศิริ ยุวดี พลพิทักษ์ มงคล สาฟูวงศ์ วิมลมาศ นุ้ยภักดี ประสิทธิ์ มากสิน อารีรัตน์ รักษาศิลป และ ประทีป ด้วงแค

ความมากมาย และการใช้พื้นที่อาศัยของหมาจิ้งจอก (*Canis aureus*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง 169
อันดามัน จันทร์ขาว ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร รองลาภ สุขมาสรวง และนริศ ภูมิภาคพันธ์

อาหารของกิ้งก่าเขาเล็กบริเวณป่าดิบเขา ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ 179
ดารินี สำราญรื่น จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์ ยอดชาย ช่วยเงิน และ ประทีป ด้วงแค

การประยุกต์ใช้ข้อมูลลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART patrol) ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่า (*Elephas maximus*) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก อ.อุ้มผาง จ.ตาก 189
นรวิชญ์ ดำรงค์ธวัช อิงอร ไชเยศ นันทชัย พงษ์พัฒนานุรักษ์ พลวีร์ บูชาเกียรติ ปิยะ ภิญโญ และ ประทีป ด้วงแค

การปรากฏและลักษณะการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก (*Xyleutes ceramicus* Walker) บริเวณสวนป่าสักภาคเหนือของประเทศไทย 197
ปิยะฉัตร เราเจริญ และ เดชา วิวัฒน์วิทยา

การเปรียบเทียบความทนเค็มของเห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus albus*) ที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยูคาลิปตัส 207
รัตน์ติมา แหวนหรุ่น นิสา เหล็กสูงเนิน และ ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง

สารบัญ

2. นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ (ต่อ)

ความหลากชนิดและความสามารถทนเค็มของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา ที่มีความสัมพันธ์กับยูคาลิปตัส 221
อรญา บุราไกร และ ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหูหนู *Auricularia cornea* 229
สาวิตรี มังคลาด สุวิมล อุทัยรัศมี เยาวภา อร่ามศิริรุจิเวทย์ บารมี สกลรักษ์ และ ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง

ความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าบางแห่งภายใต้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย 239
จตุรงค์ คำหล้า นครินทร์ สุวรรณราช ขนิษฐา เสถียรพีระกุล วิชญ์ภาส สังพาลี สุธีระ เหิมฮึก ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ ลักษณา สัมมานิธิ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และ สายสมร ลำยอง

การร่วงหล่นของซากพืชในป่าดิบเขาระดับต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 251
ปิยวัฒน์ จันทร์ศรี และ ดอกรัก มารอด

พลวัตป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา 261
ชัชชัย สวัสดิ์มงคล สถิตย์ ถิ่นกำแพง และ ดอกรัก มารอด

การกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้ป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์ วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา 271
ชัชพิมุข ยะธา สถิตย์ ถิ่นกำแพง และ ดอกรัก มารอด

ความหลากชนิด และการใช้ประโยชน์พรรณพืชในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของสวนป่า องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ 281
สุธีระ เหิมฮึก เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง สุธีระ เหิมฮึก วิชญ์ภาส สังพาลี ขนิษฐา เสถียรพีระกุล ลักษณา สัมมานิธิ สายสมร ลำยอง นครินทร์ สุวรรณราช จตุรงค์ คำหล้า และ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์

สถานภาพความหลากหลายของพรรณไม้และการใช้ประโยชน์ในป่าเมี่ยง กรณีศึกษาบ้านแม่แมะ ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ 293
ณัฐวุฒิ ไขแจ้ง วิชญ์ภาส สังพาลี เนตรนภา อินสลุด จุฑามาศ อาจนาเสียว สุธีระ เหิมฮึก และ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

สารบัญ

2. นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ (ต่อ)

ความหลากชนิดของพรรณไม้ยืนต้นและบทบาทการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ ในพื้นที่ให้บริการของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่ 305

วรเชษฐ์ วรเวชกุล วิชญ์ภาส สังพาลี เนตรนภา อินสลุด จุฑามาศ อาจนาเสียว สุธีระ เหิมฮึก เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และ อาณดา นิรันตรายกุล

การสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำภายหลังการฟื้นฟู บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 317

สถิตย์ ถิ่นกำแพง ดอกรัก มารอด ประทีป ด้วงแค แหลมไทย อาษานอก และสุธีระ เหิมฮึก

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของกล้าไผ่ 3 ชนิด ภายใต้สภาพแห้งแล้ง 327

ไตรเทพ เจริญพานิชสันติ และ นิสา เหล็กสูงเนิน

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ 337

แหลมไทย อาษานอก และ รุ่งรวี ทวีสุข

สัตว์ป่ามีกระดูกสันหลังที่ถูกรถชนตายบนทางหลวงหมายเลข 12 ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว 343

ภัณฑิญา อุตสาห์ วุฒิศักดิ์ คุ้มหมู่ ประทีป ด้วงแค อุทัย ชาญสุข และ จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์

ความหลากหลายของชนิดแมลงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของบางสวนป่าภายใต้การดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย 345

ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ ภูวสิทธิ์ ภู่นุช นครินทร์ สุวรรณราช จาตุรงค์ คำหล้า สุธีระ เหิมฮึก วิชญ์ภาส สังพาลี ลักษณา สัมมานิธิ ขนิษฐา เสถียรพีระกุล สายสมร ลำยอง และ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง

การค้นพบเห็ดชนิดใหม่และการรายงานใหม่ในประเทศไทยจากพื้นที่สวนป่าบางแห่งภายใต้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 347

นครินทร์ สุวรรณราช จตุรงค์ คำหล้า ขนิษฐา เสถียรพีระกุล วิชญ์ภาส สังพาลี สุธีระ เหิมฮึก ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ ลักษณา สัมมานิธิ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และ สายสมร ลำยอง

การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอที่จำเพาะกับแหล่งที่มาของไม้พะยูงในประเทศไทย 349

สุจิตรา จางตระกูล พนิดา รุ่งรัตนกุล และ กิตติยา สิงห์ทอง

สารบัญ

2. นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ (ต่อ)

ภาคโปสเตอร์

ความหลากชนิดของทรัพยากรชีวภาพและการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่อิงฝั่งขวา และป่าแม่งาว จังหวัดเชียงราย 353
อภิวัฒน์ เอื้ออารีเลิศ ขวัญชัย เจริญกรุง และ ณิชา แข่งขัน

ผลของยาต้านจุลชีพต่อความปลอดเชื้อของหัวอุตพิดเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 361
เจตนรินทร์ ตาปิง ดวงใจ ศุขเฉลิม และ พฤทธิ์ ราชรักษ์

ช่วงเวลาการแบ่งเซลล์ที่เหมาะสมสำหรับเก็บปลายรากเพื่อนับจำนวนโครโมโซมของพะยูงและชิงชัน 369
พฤทธิ์ ราชรักษ์ และ ภาวินี หังษา

ความหลากชนิดและมูลค่าทางเศรษฐกิจของเห็ดกินได้ในพื้นที่สวนป่าสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี 377
ปฏิญญา มั่นหมาย อภิวดี รสิตานนท์ วรัญญู ราษฎร์เจริญ จรัสลักษณ์ เพชรวัง วิภาวี คำฟอง และ ณัฐฑิวัส คชการ

การเปรียบเทียบโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพันธุ์ไม้ป่าดิบชื้นในระบบนิเวศหลักและระบบนิเวศแบบหย่อมป่า 389
พรธวัช เฉลิมวงศ์

3. วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้

ภาคบรรยาย

ปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ภายหลังการตัดทั้งหมดของไม้สัก อายุ 37 ปี ในพื้นที่สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี 393
ต่อลาภ คำโย จันทวรรณ ณ นคร กันตพงศ์ เครือมา ธิติ วานิชดิลกรัตน์ และ ธรรมรัตน์ อยู่จงดี

การศึกษาอัตราการแตกหน่อจากรากของไม้พะยูง จากการตัดรากของกล้าไม้ค้างปีที่งอกลงดิน 401
อดิศร คงคิด และ ศิริญา ศรีแสง

การทดสอบถิ่นกำเนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลน 4 ชนิด ในจังหวัดสตูล 415
ประนอม ชุมเรียง

3. วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้ (ต่อ)

ภาคโปสเตอร์

การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้ตะเคียนทองอายุ 19 ปี 419
ประพาย แก่นนาค อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์ สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล และ สมชาย นองเนือง

การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้แดงอายุ 29 ปี 427
อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์ ประพาย แก่นนาค สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล และ สมชาย นองเนือง

การประมาณน้ำหนักแห้งและการกักเก็บคาร์บอนของสักในสวนป่าของประเทศไทย 435
วรพรรณ หิมพานต์ และ เรอิจิ โยเนะดะ

ความยาวของกิ่งที่เหมาะสมต่อการเกิดรากของต้นรวงผึ้ง 449
น้ำฝน พลอยนิลเพชร สมบูรณ์ บุญยืน วรัญญู ราษฎร์เจริญ อิงอร คงบุญ ยินดี ถิระผะลิกะ และ อภิสรา ใจหาญ

ผลผลิตไม้รอบตัดฟันสั้นเพื่อพลังงานในพื้นที่ดินเค็มชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ 455
เอกพงษ์ ธนะวัติ อรชา แซ่ตัน มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์ กันย์ กังวานสายชล เทพา ผุดผ่อง และ เกษม หฤทัยธนาสันติ์

การคัดเลือกแม่ไม้พะยูงพันธุ์ดีในแปลงทดสอบลูกหลาน อายุ 29 ปี 463
สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ พรรษชล หนูเทพ และ ดุริยะ สถาพร

4. เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์

ภาคบรรยาย

การปรับปรุงคุณสมบัติการดูดซับของถ่านกะลามะพร้าวโดยใช้เทคนิคการเผาถ่านแบบหลายขั้นตอน 467
พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์ นฤภัทร สงอุปการ นัฐลิกาณ์ สุขบัวแก้ว และ อภิญญา วิสุทธิอมรกุล

ความผันแปรของชนิดและปริมาณองค์ประกอบทางเคมีน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้น (*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.) ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย 475
พนิดา รุ่งรัตนกุล และ ลดาวัลย์ พวงจิตร

ภาคโปสเตอร์

การศึกษาคุณสมบัติของน้ำยางสน ประสิทธิภาพด้านพลังงานและคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์จากเนื้อไม้สน 5 ชนิด 479
นฤมล ภานุนำภา จันไท จิตรจักร และ สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์

สารบัญ

6. การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม

ภาคบรรยาย

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยา 497
ทีฆา โยธาภักดี แหลมไทย อาษานอก ต่อลาภ คำโย มณฑล นอแสงศรี ณภัค กรรณสูต สุวิทย์ นะวะคำ และ ชิดชัย แก้วบริสุทธิ์

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 507
กฤษดา พงษ์การัณยภาส แหลมไทย อาษานอก สุมัย หมายหมั้น และ วรรณอุบล สิงห์อยู่เจริญ

อิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้สักบริเวณศูนย์เรียนรู้ป่าสักและสวนสมุนไพร สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 515
มาตาญาวี นวมทอง มาตาญาวี นวมทอง พิชิต ลำใย กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ และ ขวัญชัย ดวงสถาพร

การเปรียบเทียบค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) ที่เหมาะสมในการสำรวจสวนป่าสักแปลงปลูกปี พ.ศ.2526 : กรณีศึกษา พื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปาง 525
กาญจนา โปร่งปรีชา กาญจนา โปร่งปรีชา พิชิต ลำใย กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ และ ปัสสี ประสมสินธ์

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 535
รังสรรค์ เกตุอ๊อต

สถานการณ์และแนวทางการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 547
ณัฏฐ์ดนัย ประเทืองบริบูรณ์ พงษ์สนิท คุณนะลา และ วรินยุพา คงสนุ่น

การใช้วัสดุไม้เพื่อทำลอบหมึกของชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง 557
วิชาญ เอียดทอง และ เดชา ดวงนามล

มูลค่าจากการใช้ประโยชน์ของสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา 567
ณรงค์ชัย ชลภาพ

สารบัญ

6. การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม (ต่อ)

ภาคโปสเตอร์

การวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งโดยการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศออนไลน์: กรณีศึกษาการมีส่วนร่วม โดยชุมชนบ้านทุ่งฮ้างและบ้านแม่จอกฟ้า ตำบลทุ่งผึ้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง 571
วชิระ หล่อประดิษฐ์ นราวิชญ์ ความหมั่น ดารารัตน์ ธาตุรักษ์ และ สุรพงษ์ เพ็ชร์หาญ

การสำรวจและการประเมินมูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพบนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของชุมชนรอบป่าสงวนแห่งชาติแม่วงก์-แม่เปิน จังหวัดนครสวรรค์ 581
อภิวัฒน์ เอื้ออารีเลิศ ขวัญชัย เจริญกรุง และ ณิชา แข่งขัน

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร: กรณีศึกษา คลองตาผุดและคลองบ้านบางซอย ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา 595
ธิดารัตน์ คำล้อม นิติญา สังขนันท์ และ ระวีวรรณ โต๊ะหยอ

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้านการใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่า กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ 603
กันย์ จำนงค์ภักดี และ ณัฐวุฒิ อุดมศิริพงษ์

ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน กรณีศึกษาโครงการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริบ้านห้วยขวาก จังหวัดน่าน 611
ฐิตานันท์ ปิติเสถียรหิรัญ รัชนี โพธิแท่น และ พสุธา สุนทรห้าว

7. วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้

ภาคบรรยาย

อิทธิพลของการสวมใส่ชุดป้องกันขาต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์บางประการในคนงานสวนสัก 625
กัญญรัตน์ อินตาพวง ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง และ ปิยวัฒน์ ดิลกสัมพันธ์

การศึกษาวัสดุเพื่อลดการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์ 635
ปฤณ ผลกล่ำ และ ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล

การศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 และ ดาวเทียม Sentinel-2 สำหรับการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 643
ศุภกิจ เหมือนพิมทอง วีระภาส คุณรัตนสิริ และ อภิชาต ภัทรธรรม

สารบัญ

7. วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้ (ต่อ)

การพัฒนามาตรวัดการเติบโตของไม้อัตโนมัติ 653
ณรงค์เดช เดชคง นพรัตน์ คัคคุริวาระ และ รุ่งเรือง พูลศิริ

การออกแบบเส้นทางการชักลากไม้และการประเมินผลกระทบจากการทำไม้ 655
อังคณา ทองคำ และ นพรัตน์ คัคคุริวาระ

ภาคโปสเตอร์

การศึกษาระบบการทำไม้เพื่อจัดการสวนป่าสักอย่างยั่งยืน ด้วยเทคนิคการเกณฑ์แบบพหุ 659
ณิชมน ปลอดชุ่ม นพรัตน์ คัคคุริวาระ และ วันชัย อรุณประภารัตน์

การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ลุ่มน้ำ อุทยาน และพื้นที่คุ้มครอง

ภาคบรรยาย

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำ ภายใต้ความผันแปรของสภาพภูมิอากาศ โดยวิธีการสำรวจระยะไกล และแบบจำลอง SEBAL ในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี

Estimation of Evapotranspiration under Climate Variability using Remotely Sensed Data and SEBAL Model in Linthin Watershed, Kanchanaburi Province

ธัญพิมล ขุมแร่[1*] ปิยพงษ์ ทองดีนอก[1] และ สาพิศ ดิลกสัมพันธ์[2]

Thunpimol Khumrae[1*], Piyapong Tongdeenok[1] and Sapit Diloksumpun[2]

[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **thunpimol.kh@ku.th**

บทคัดย่อ

การคายระเหยน้ำเป็นกระบวนการสำคัญในการศึกษา อุตุ-อุทกวิทยา สมดุลน้ำและระบบนิเวศ แบบจำลอง SEBAL เป็นเครื่องมือในการประมาณค่าการคายระเหยน้ำ โดยอาศัยหลักสมดุลพลังงานและประยุกต์ด้านการสำรวจระยะไกล โดยพิจารณาค่าการสะท้อนในช่วงคลื่น visible, near infrared และ thermal infrared จากข้อมูลดาวเทียม Landsat 7 (ETM+) และ Landsat 8 (OLI และ TIRS) และข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ในปีเอลนีโญ (2015) ปีลานีญา (2010 - 2011) และปีปกติ (2012 – 2013) โดยจำแนกจากดัชนี ONI เพื่อวิเคราะห์ความผันแปรของปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกล ปัจจัยสมดุลพลังงาน และประมาณค่าการคายระเหยน้ำเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ ในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี ผลการศึกษาพบว่า อิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญามีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิว (ST) ส่วนปัจจัยด้านสมดุลพลังงาน พบว่า พลังงานรังสีสุทธิ (Rn) มีปริมาณมากที่สุดในปีเอลนีโญ รองลงมาคือปีลานีญา และปีปกติ สัดส่วนองค์ประกอบสมดุลพลังงานที่ใช้ในการเผาผลาญน้ำ (LE) มีมากที่สุด รองลงมาคือความร้อนในการเผาผลาญอากาศ (H) และความร้อนที่เก็บสะสมในดิน (G) ตามลำดับ สำหรับความผันแปรของการคายระเหยน้ำเชิงเวลา พบว่า การคายระเหยน้ำในปีเอลนีโญมีปริมาณมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 8.71 มิลลิเมตรต่อวัน รองลงมาคือปีลานีญาและปีปกติ มีค่าเฉลี่ย 8.49 และ 7.62 มิลลิเมตรต่อวัน ตามลำดับ และความผันแปรเชิงพื้นที่พบว่าการใช้ที่ดินป่าไม้มีปริมาณการคายระเหยน้ำมากกว่าในพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน

คำสำคัญ: การสำรวจระยะไกล SEBAL การคายระเหยน้ำ เอลนีโญ ลานีญา

ABSTRACT

Evapotranspiration (ET) is one of the essential parameters in hydrometeorology, water balance, and ecological process. SEBAL model is an indispensable tool for estimating evapotranspiration based on surface energy balance. This study aimed to estimate ET by applying SEBAL model associated with remotely sensed data to measure reflected radiation of visible, near infrared and thermal infrared bands from Landsat 7 (ETM+) and Landsat 8 (OLI and TIRS). The data were compared between the El Niño year (2015), La Nina year (2010 - 2011) and normal year (2012 – 2013) using ONI index classification. Spatiotemporal variation of surface energy balance was extracted from remotely sensed data then converted to evapotranspiration at Linthin Watershed Kanchanaburi Province. The results revealed that the surface temperature during El Niño and La Nina years were difference from the normal years. Rn peaked during El Niño year, followed by La Nina years and normal years, respectively. During the observed periods, it was found that the

surface energy components were the highest in LE, followed by H and G, respectively. The temporal variation of evapotranspiration was the highest in El Niño year (8.7 mm/day), followed by La Nina (8.6 mm/day) and normal years (7.6 mm/day), respectively. Whereas the spatial variation indicated that ET in forest land was higher than ET in the agricultural area and community area.
Keywords: Remotely Sensed, SEBAL, Evapotranspiration, EL Niño, La Nina

คำนำ

ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ ได้แก่ ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Nino) และลานีญา (La Nina) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของภาคพื้นสมุทรที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศโลกบริเวณเส้นศูนย์สูตรเหนือมหาสมุทรแปซิฟิก มีผลทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นและเย็นลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลตอนกลางและด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก โดยปรากฏการณ์เอลนีโญทำให้ประเทศไทยเกิดความแห้งแล้ง ในขณะที่ปรากฏการณ์ลานีญาส่งผลให้ประเทศไทยมีพายุรุนแรงมากกว่าปกติและเกิดอุทกภัย และการที่มีปริมาณน้ำที่มากหรือน้อยกว่าสภาวะปกตินั้นส่งผลกระทบต่อกระบวนการในการระเหยน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณความร้อนของดวงอาทิตย์ที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำที่ใช้ในการอุปโภค บริโภค และใช้เพื่อประกอบอาชีพเป็นอย่างมาก

วิธีการประมาณค่าการคายระเหยน้ำมีหลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีให้ค่าการคายระเหยน้ำเป็นค่าตัวแทนพื้นที่ขนาดใหญ่ ในขณะที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่หลากหลายย่อมส่งผลต่อการคายระเหยน้ำที่แตกต่างกัน วิธี Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) เป็นวิธีหนึ่งที่ให้ค่าการคายระเหยน้ำเชิงพื้นที่ โดยอาศัยหลักของสมดุลพลังงาน พิจารณาจากพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำเป็นสำคัญ อีกทั้งยังประยุกต์ด้านการสำรวจระยะไกลพิจารณาค่าการสะท้อนแสงอาทิตย์ของวัตถุบนพื้นผิวโลกที่แตกต่างกัน โดยพิจารณาค่าการสะท้อนในช่วงคลื่น visible, near infrared และ thermal infrared เพื่อหาปัจจัยด้านพื้นผิว และใช้ปัจจัยทางด้านพื้นผิวมาคำนวณพารามิเตอร์ของสมดุลพลังงาน เพื่อนำไปสู่การหาพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำ และการคายน้ำต่อไป ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ ลักษณะพื้นที่สลับซับซ้อนและลักษณะอากาศหมุนวน (Turbulent) อีกทั้งสามารถติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นผิวลุ่มน้ำให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างใกล้เคียงเวลาจริง (Scale time) การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกล และประมาณค่าการคายระเหยน้ำ โดยวิธี SEBAL เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำและการจัดการป่าไม้ เพื่อให้ได้ผลผลิตของน้ำ (Water yield) รวมถึงการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น ตั้งอยู่ที่พิกัดระหว่าง 486348.15, 1619756.78 ถึง 489213.28, 1604061.48 m.N และ 479716.51, 1612883.87 ถึง 493350.24, 1606577.20 m.E อยู่ในตำบลลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี มีพื้นที่ 120.50 ตารางกิโลเมตร มีความสูงภูมิประเทศประมาณ 200 – 1,019 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชันเฉลี่ยร้อยละ 50 ลักษณะภูมิประเทศ ประกอบด้วยภูเขาสูง หุบเขา และที่ราบเชิงเขา ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยอิทธิพลจากภูมิประเทศทำให้ลักษณะภูมิอากาศแตกต่างจากจังหวัดอื่น ๆ โดยร้อนจัดในฤดูร้อนและหนาวจัดในฤดูหนาว ส่วนฤดูฝนมีฝนตกปานกลาง การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง มีเนื้อที่ 83.18 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 69.03 รองลงมาคือ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ เกษตรกรรม ชุมชน และสวนป่า (เริ่มปลูก) มีเนื้อที่ 33.58, 3.12, 0.34 และ 0.27 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 27.87, 2.59, 0.28 และ 0.23 ตามลำดับ

2. อุปกรณ์

2.1 ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ระบบ Enhanced Thermatic Mapper Plus (ETM+) และ Landsat 8 ระบบ Operational Land Imager (OLI) และ Thermal Infrared Sensor (TIRS) โดยบันทึกภาพที่เวลาท้องถิ่นประมาณ 10.00 น. บันทึกภาพซ้ำที่เดิมทุก 16 วัน

2.2 เครื่องคอมพิวเตอร์บุคคล

2.3 โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ArcGIS) และโปรแกรมประเภทประมวลผลภาพถ่ายจากดาวเทียม (ERDAS Imagine)

3. วิธีการ

3.1 การรวบรวมข้อมูล

3.1.1 รวบรวมข้อมูลการคายระเหยน้ำที่ตรวจวัดด้วยวิธีถาดวัดการระเหย และข้อมูลความเร็วลมตรวจวัดด้วยเครื่องมือ Sonic anemometer SAT-540 (Kaijo) รายวัน ในปีเอลนีโญ (2015) ปีลานีญา (2010 - 2011) และปีปกติ (2012 – 2013) จากสถานีตรวจวัดอากาศสถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง

3.1.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 และ Landsat 8 ตำแหน่ง Path 130 Row 50 โดยภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ในระบบ multispectral และระบบ thermal มีความละเอียดของจุดภาพขนาด 30x30 และ 60x60 เมตร ส่วน Landsat 8 มีขนาดจุดภาพ 30x30 และ 100x100 เมตร ตามลำดับ ดาวน์โหลดภาพจาก United States Geological Survey (USGS) โดยเลือกภาพถ่ายดาวเทียมเฉพาะวันที่มีเมฆปกคลุมน้อยกว่าร้อยละ 10 ในปีเอลนีโญ ลานีญา และปีปกติ

3.1.3 แผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำลิ่นถิ่น ตำบลลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

3.1.4 แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา จากกรมแผนที่ทหาร

3.1.5 แผนที่การใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา จากกรมพัฒนาที่ดิน

3.1.6 ข้อมูลสถิติการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาที่ผ่านมา โดยใช้ดัชนี Oceanic Nino Index (ONI) จาก National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

3.2 การคัดเลือกข้อมูล

คัดเลือกช่วงปีที่ใช้ในการศึกษาในปีเอลนีโญ ลานีญา และปีปกติ ตามดัชนี Oceanic Nino Index (ONI) ซึ่งเป็นดัชนีที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature; SST) โดยปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงมากคือ ปี พ.ศ. 2558 ปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานีญารุนแรงมากคือปี พ.ศ. 2553 - 2554 และปีที่มีสภาวะเป็นปกติ คือช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2557

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 จัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 และ Landsat 8 ในปีเอลนีโญ ลานีญา และปีปกติ โดยทำการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตด้วยสมการพหุนาม (Polynomial model) ดีกรี 2 กำหนดระบบพิกัดอ้างอิง คัดจุดภาพที่เป็นเมฆออก กำหนดขอบเขตและตัดข้อมูลดาวเทียมบริเวณพื้นที่ศึกษา

3.3.2 ศึกษาปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกลที่เกี่ยวข้องกับการคายระเหยน้ำ ประกอบด้วย การสะท้อนแสงพื้นผิว (surface albedo) ดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) โดยใช้ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ (normalized difference vegetation index; NDVI) การแผ่รังสีของพื้นผิว (surface emissivity) และอุณหภูมิพื้นผิว (surface temperature) ในปีเอลนีโญ ลานีญา และปีปกติ

3.3.2 ประมาณค่าการคายระเหยน้ำ ด้วยวิธี surface energy balance algorithm for land (SEBAL) ในปีเอลนีโญ ลานีญา และปีปกติ โดยการนำปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกล มาคำนวณปัจจัยทางด้านสมดุลพลังงาน ประกอบด้วย รังสีสุทธิ (net radiation) ความร้อนในดิน (soil heat flux) และความร้อนในอากาศ (sensible heat flux) ตามหลักสมดุลพลังงาน รายละเอียดดังนี้

1) รังสีสุทธิ (net radiation) คำนวณได้จากผลต่างระหว่างรังสีสุทธิที่ตกมาและสะท้อนกลับ ดังสมการของ Bastiaanssen *et al*. (1998) ดังนี้

$$R_n = (1-\alpha)\times R_s\downarrow + R_L\downarrow - R_L\uparrow - (1-\varepsilon)\times R_L\downarrow \qquad (1)$$

โดยที่ R_n คือ รังสีสุทธิ (net radiation) (W/m^2)
α คือ ค่าการสะท้อนแสงที่พื้นผิว (surface albedo)
ε คือ ค่าการแผ่รังสีของพื้นผิว (surface emissivity)
$R_s\downarrow$ คือ รังสีดวงอาทิตย์คลื่นสั้นที่ตกกระทบพื้นผิว (incoming shortwave radiation) (W/m^2)
$R_L\downarrow$ คือ รังสีดวงอาทิตย์คลื่นยาวที่ตกกระทบพื้นผิว (incoming longwave radiation) (W/m^2)
$R_L\uparrow$ คือ รังสีดวงอาทิตย์คลื่นยาวที่สูญเสียจากพื้นผิว (outgoing longwave radiation) (W/m^2)

2) ความร้อนในดิน (soil heat flux) เป็นค่าการถ่ายเทความร้อนจากพื้นผิวลงสู่ดินชั้นลึกลงไป แต่ไม่สามารถหาค่าได้โดยตรงจากภาพถ่ายดาวเทียม เนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของดิน รวมถึงการหาค่าอุณหภูมิของดินที่อยู่ลึกลงไปได้ จึงใช้การคำนวณจากค่าอัตราส่วนระหว่างความร้อนในดินและรังสีสุทธิ ดังสมการของ Bastiaanssen *et al*. (1998) ดังนี้

$$G = \left(\frac{T_s}{\alpha}\times(0.0038\times\alpha + 0.0074\times\alpha^2)\times(1-0.98\times NDVI^4)\right)\times R_n \qquad (2)$$

โดยที่ G คือ ความร้อนในดิน (soil heat flux) (W/m^2)
R_n คือ รังสีสุทธิ (net radiation) (W/m^2)
T_s คือ อุณหภูมิพื้นผิว (surface temperature) (^oC)
α คือ การสะท้อนแสงพื้นผิว (surface albedo)
NDVI คือ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
ในกรณีที่ NDVI น้อยกว่า 0 กำหนดให้ค่าอัตราส่วนของความร้อนในดินกับรังสีสุทธิเท่ากับ 0.5

3) ความร้อนในอากาศ (sensible heat flux) คำนวณจากสมการการพาความร้อนของอากาศ สมการของ Monteith and Unsworth (1990) ดังนี้

$$H = \rho\times C_p\times\frac{dT}{r_{ah}} \qquad (3)$$

โดยที่ H คือ ความร้อนในการเผาผลาญอากาศ (sensible heat flux) (W/m^2)
ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศ (air density) (kg/m^3)
C_p คือ ความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ (มีค่า 1,004 J/Kg/K)
dT คือ ผลต่างระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับอุณหภูมิอากาศ (^oK) = aTs+s
r_{ah} คือ ค่าความต้านทานของอากาศในการพาความร้อน (s/m)

3.3.3 การคายระเหยน้ำ ใช้หลักสมดุลพลังงานในการพิจารณา โดยนำค่ารังสีสุทธิ (net radiation) ความร้อนในดิน (soil heat flux) และความร้อนในอากาศ (sensible heat flux) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายดาวเทียมมาคำนวณสมการสมดุลพลังงานและคิดเป็นรายชั่วโมง ดังสมการของ Morse *et al*. (2000) ดังนี้

$$ET_{inst} = \frac{Rn - H - G}{\lambda} \times 3600 \quad (4)$$

โดยที่ ET_{inst} คือ การคายระเหยน้ำ (evapotranspiration) ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม (mm/hr)
R_n คือ รังสีสุทธิ (net radiation) (W/m^2)
H คือ ความร้อนในอากาศ (sensible heat flux) (W/m^2)
G คือ ความร้อนในดิน (soil heat flux) (W/m^2)
λ คือ ความร้อนแฝงของการระเหย (Latent heat of vaporization) (J/Kg)

3.3.4 สัดส่วนการระเหยน้ำอ้างอิง (reference evaporative fraction) เป็นสัดส่วนระหว่างพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำกับพลังงานในการระเหยน้ำร่วมกับการเผาผลาญอากาศ มีค่าระหว่าง 0 - 1 คำนวณจากสมการของ Morse *et al*. (2000) ดังนี้

$$ETrF = \frac{Rn-G-H}{Rn-G} \quad (5)$$

โดยที่ ETrF คือ สัดส่วนการระเหยน้ำอ้างอิง (reference evaporative fraction)
R_n คือ รังสีสุทธิ (net radiation) (W/m^2)
H คือ ความร้อนในอากาศ (sensible heat flux) (W/m^2)
G คือ ความร้อนในดิน (soil heat flux) (W/m^2)

3.3.5 การคายระเหยน้ำรายวัน คำนวณได้จากสัดส่วนการระเหยน้ำอ้างอิงคูณกับค่าการคายระเหยน้ำอ้างอิงรายวันที่ได้จากถาดวัดการระเหย ณ วันที่เดียวกับภาพถ่ายดาวเทียม โดยสัดส่วนการระเหยน้ำอ้างอิงมีสมมติฐานว่ามีค่าคงที่ตลอด 24 ชั่วโมง แม้ว่าปัจจัยทางด้านสมดุลพลังงานที่คำนวณได้หมายถึงค่า ณ ช่วงเวลาที่ดาวเทียมบันทึกข้อมูลก็ตาม ซึ่งการคำนวณค่าการคายระเหยน้ำรายวันคำนวณได้จากสมการของ Morse *et al*. (2000) ดังนี้

$$ET_{24} = ETrF \times ET_{r\_24} \quad (6)$$

โดยที่ ET_{24} คือ การคายระเหยน้ำรายวัน (mm/day)
ETrF คือ สัดส่วนการระเหยน้ำอ้างอิง (reference evaporative fraction; ETrF)
ET_{r_24} คือ การคายระเหยน้ำอ้างอิงรายวัน (reference evapotranspiraion) (mm/day)

3.3.6 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการทดสอบค่า t (t-test for Independent samples) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทดสอบรายคู่ในสภาวะเอลนีโญ – ปีปกติ และลานีญา – ปีปกติ

3.3.7 จัดทำแผนที่การคายระเหยน้ำเชิงพื้นที่รายปี ในปีเอลนีโญ ลานีญา และปีปกติ ในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น ตำบลลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

ผลและวิจารณ์

1. ความผันแปรของปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกล

ปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกล ตามหลักการของแบบจำลองสมดุลพลังงาน (SEBAL) ประกอบด้วย ดัชนีบ่งชี้ความร้อนของพื้นผิวการคายระเหยน้ำ ได้แก่ การสะท้อนคลื่นสั้นที่พื้นผิว (surface albedo; SA) การแผ่รังสีของพื้นผิว (surface emissivity; SE) และอุณหภูมิพื้นผิว (surface temperature; ST) ส่วนปัจจัยด้านพืชพรรณที่มีผลต่อการคายระเหยน้ำ ได้แก่ ดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) ใช้ดัชนี NDVI ซึ่งประมาณค่าได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 และ Landsat 8 ในปีปกติ (2012 – 2013) ปีลานีญา (2010 – 2011) และปีเอลนีโญ

(2015) พบว่าปีปกติ ค่า SA, SE, ST และ NDVI มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.13, 0.99, 20.73 องศาเซลเซียส และ 0.35 ตามลำดับ โดยดัชนี NDVI แสดงถึงการปรากฏของพืชพรรณ มีค่าสูงในพื้นที่ป่าไม้ เนื่องจากพืชพรรณมี Pigment ในใบพืชหรือคลอโรฟิลล์ที่มีอิทธิพลต่อการดูดกลืนพลังงานมาก โดยเฉพาะในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (visible light) ทำให้มีการสะท้อนพื้นผิวต่ำ อุณหภูมิพื้นผิวจึงต่ำตามไปด้วย ในทางตรงกันข้ามในพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน ส่วนใหญ่มีสิ่งปกคลุมเป็นสิ่งก่อสร้าง ดิน และน้ำ ซึ่งมีความสามารถในการสะท้อนพลังงานสูง และพลังงานถูกใช้ในการเผาผลาญอากาศจนทำให้มีค่าการแผ่รังสีและอุณหภูมิสูง

ส่วนในปีลานีญาพบว่ามีแนวโน้มความผันแปรใกล้เคียงกับปีปกติ ยกเว้นค่า ST ที่มีค่าต่ำกว่าปีปกติร้อยละ 6.79 โดยพบว่าปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้นในระบบลุ่มน้ำเกิดจากอิทธิพลของปีลานีญาและส่งผลให้อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิวลดลง ซึ่งมีแนวโน้มความผันแปรใกล้เคียงกับปีเอลนีโญ โดยพบว่ามีค่า ST สูงกว่าปีปกติร้อยละ 10.53 ทั้งนี้ การมีปริมาณน้ำในระบบลุ่มน้ำน้อยลงจากอิทธิพลของปีเอลนีโญ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิพื้นผิว

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาต่อปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกล พบว่า ปรากฏการณ์ทั้ง 2 ดังกล่าวไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ SA, SE และ NDVI ทั้งนี้ เนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่นมีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่มีโครงสร้างป่าสมบูรณ์ มีชั้นเรือนยอดมากกว่า 3 ชั้นขึ้นไป อิทธิพลหรือความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546) ที่เกิดจาก 2 ปรากฏการณ์ดังกล่าว จึงไม่มีผลกระทบต่อค่าการสะท้อนพลังงานอย่างชัดเจน เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้เป็นตัวควบคุม (regulator) ในระบบลุ่มน้ำ (Table 1)

2. ความผันแปรของปัจจัยด้านสมดุลพลังงาน

การประมาณค่าสมดุลพลังงาน พิจารณาปัจจัยด้านพลังงานความร้อนที่ส่งผลต่อการคายระเหยน้ำ ประกอบด้วย รังสีสุทธิ (net radiation; Rn) ความร้อนในดิน (soil heat flux; G) ความร้อนในการเผาผลาญอากาศ (sensible heat flux; H) และความร้อนในการระเหยน้ำ (latent heat; LE) ในปีปกติ (2012 – 2013) ปีลานีญา (2010 – 2011) และปีเอลนีโญ (2015) พบว่า ปีปกติมีค่ารังสีสุทธิ (Rn) เฉลี่ย 579.66 W/m^2 ถูกใช้ในกระบวนการการระเหยน้ำ (LE) มากที่สุด ร้อยละ 83.82 รองลงมาคือการเผาผลาญอากาศ (H) และความร้อนในดิน (G) โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.23 และ 4.85 ตามลำดับ เนื่องจากการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งมีกระบวนการคายน้ำเพิ่มความชุ่มชื้นให้บรรยากาศสูง จึงมีสัดส่วนความร้อนในการเผาผลาญน้ำสูงกว่าเผาผลาญอากาศ ส่วนความร้อนที่เก็บสะสมในดินพบว่าแปรผันตามความชื้นในดิน โดยมีค่าสูงในช่วงฤดูฝนที่ดินมีความชื้นมาก สอดคล้องกับอเนก (2553) ที่ทำการศึกษาสมดุลพลังงานในสวนสัก จังหวัดลำปาง พบว่า มีค่า LE มากที่สุด รองลงมาคือ H และ G คิดเป็นร้อยละ 72.4, 22.3 และ 5.3 ของรังสีสุทธิ ตามลำดับ

ส่วนในปีลานีญาพบว่ามีค่ารังสีสุทธิและความผันแปรขององค์ประกอบสมดุลพลังงานใกล้เคียงกับปีปกติ โดย Rn มีค่าเฉลี่ย 585.61 W/m^2 และค่า LE, H และ G เฉลี่ยร้อยละ 88.28, 6.78 และ 4.95 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากปีเอลนีโญพบว่ามีพลังงานรังสีสุทธิและองค์ประกอบสมดุลพลังงานเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีค่า Rn เฉลี่ย 626.54 W/m^2 และค่า LE, H และ G มีค่าร้อยละ 86.16, 8.84 และ 5.00 ตามลำดับ โดยพบว่า Rn ในปีเอลนีโญมีแนวโน้มสูงกว่าปีลานีญาและปีปกติ จึงส่งผลให้องค์ประกอบสมดุลพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำมีสัดส่วนสูงมากกว่า 2 ช่วงปีดังกล่าวตามไปด้วย ส่วนปีลานีญาพบว่ามีค่าความผันแปรใกล้เคียงกับปีปกติ (Table 2)

3. การประมาณค่าการคายระเหยน้ำด้วยวิธี SEBAL

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำ ด้วยวิธี SEBAL สามารถอธิบายความผันแปรได้ 2 ลักษณะ คือ ความผันแปรเชิงเวลา และความผันแปรเชิงพื้นที่ สามารถอธิบายดังนี้

3.1 ความผันแปรของการคายระเหยน้ำเชิงเวลา

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำด้วยวิธี SEBAL โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกล ปัจจัยด้านสมดุลพลังงานนำไปคำนวณหาสัดส่วนการคายระเหยน้ำ และการคายระเหยน้ำรายวัน ในปีปกติ (2012 – 2013)

ปีลานีญา (2010 – 2011) และปีเอลนีโญ (2015) พบว่า ปีปกติมีการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 7.62 มิลลิเมตร ค่าสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 9.62 และ 6.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ การคายระเหยน้ำมีแนวโน้มสูงในช่วงฤดูแล้งไปจนถึงฤดูฝนและลดลงในฤดูหนาว และมีค่าสูงในพื้นที่ป่าไม้ เนื่องจากต้นไม้มีกระบวนการคายน้ำและดินมีความชื้นสูง ซึ่งมีน้ำให้แก่กระบวนการคายระเหยตลอดเวลา ทำให้ค่าการคายระเหยน้ำที่คำนวณได้มีค่าสูงตามไปด้วย ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนพบว่ามีค่าน้อยกว่า

ในปีลานีญาพบว่ามีแนวโน้มความผันแปรใกล้เคียงกับปีปกติ โดยมีค่าการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 8.49 มิลลิเมตร มากกว่าปีปกติร้อยละ 11.48 ค่าสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 9.02 และ 7.59 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนปีเอลนีโญมีค่าการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 8.71 มิลลิเมตร สูงกว่าปีปกติร้อยละ 14.37 มีค่าสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 9.98 และ 7.19 มิลลิเมตร ตามลำดับ

Table 1 Variation of remotely sensed parameters among normal, elnino and lanina years at Mae-Klong Watershed.

image acquired date	albedo; SA	NDVI	emissivity; SE	surface temperature; ST (°C)
Normal years				
27/01/2012	0.16	0.19	0.99	21.68
28/02/2012	0.13	0.30	0.99	25.05
02/05/2012	0.14	0.39	0.99	23.46
28/12/2012	0.13	0.30	0.99	20.95
13/01/2013	0.11	0.39	0.99	22.27
14/02/2013	0.15	0.22	0.99	23.71
02/03/2013	0.14	0.47	0.99	24.49
05/11/2013	0.11	0.46	0.99	23.52
23/12/2013	0.10	0.40	0.99	19.58
31/12/2013	0.14	0.26	0.99	17.69
Average	0.13	0.34	0.99	22.24
La Nina years				
13/05/2010	0.14	0.33	0.99	20.80
05/11/2010	0.14	0.48	0.99	16.72
24/01/2011	0.13	0.26	0.99	22.67
09/02/2011	0.12	0.31	0.99	23.28
10/12/2011	0.12	0.38	0.99	20.19
Average	0.13	0.35	0.99	20.73
El Nino years				
27/01/2015	0.12	0.36	0.99	22.99
12/02/2015	0.13	0.35	0.99	23.08
28/02/2015	0.13	0.37	0.99	24.88
16/03/2015	0.12	0.40	0.99	27.78
11/04/2015	0.12	0.43	0.99	24.90
17/04/2015	0.14	0.42	0.99	23.93
13/12/2015	0.10	0.44	0.99	24.51
Average	0.12	0.40	0.99	24.58

Table 2 Variation of Energy balance among normal, elnino and lanina years at Mae-Klong Watershed.

image acquired date	net radiation; Rn	soil heat flux; G	sensible heat; H	latent heat; LE
Normal years				
27/01/2012	515.30	24.70	74.04	416.63
28/02/2012	605.40	29.38	58.57	517.50
02/05/2012	678.19	33.82	52.56	591.87
28/12/2012	534.74	26.65	57.10	451.03
13/01/2013	544.68	21.68	51.57	466.04
14/02/2013	552.84	27.22	96.90	428.75
02/03/2013	613.30	30.66	79.10	503.23
05/11/2013	646.75	32.34	54.46	559.83
23/12/2013	570.66	28.53	53.46	488.72
31/12/2013	534.77	26.64	65.22	442.97
Average	579.66	28.16	64.30	486.66
La Nina years				
13/05/2010	646.05	31.96	53.49	560.64
05/11/2010	608.33	30.42	43.52	534.41
24/01/2011	542.91	26.72	24.96	491.24
09/02/2011	571.48	27.94	19.51	524.06
10/12/2011	559.26	27.90	53.06	478.35
Average	585.61	28.99	38.91	517.74
El Nino years				
27/01/2015	566.30	28.31	40.18	497.81
12/02/2015	585.88	29.29	81.37	475.22
28/02/2015	629.35	31.47	35.60	562.28
16/03/2015	658.32	32.92	36.69	588.71
11/04/2015	686.33	34.32	76.53	575.49
17/04/2015	684.34	34.22	44.85	605.27
13/12/2015	575.28	28.76	68.64	477.87
Average	626.54	31.33	54.84	540.38

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการคายระเหยน้ำ พบว่า การคายระเหยน้ำในปีเอลนีโญมีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือปีลานีญาและปีปกติ เนื่องจากปีเอลนีโญมีพลังงานความร้อนที่ได้รับจากพลังงานแสงอาทิตย์มาก ซึ่งพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญที่เปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำ ในขณะที่ปีลานีญามีปริมาณน้ำให้แก่กระบวนการคายระเหยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปีปกติ จึงทำให้ทั้ง 2 ปรากฏการณ์มีปริมาณการคายระเหยน้ำมากกว่าปีปกติ

การทดสอบความแตกต่างของค่าการคายระเหยน้ำในแต่ละช่วงสภาพภูมิอากาศ ในช่วงปีปกติกับปีเอลนีโญและปีปกติกับปีลานีญา พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า P-value เท่ากับ 0.068 และ 0.130 ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญามีผลกระทบน้อยต่อวัฏจักรของน้ำในระบบลุ่มน้ำลิ่นถิ่น ซึ่งมีภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงชันขวางกั้นแนวลมมรสุม ส่งผลให้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมน้อยและเป็นเขตเงาฝน ทำให้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับภูมิภาคส่งผลต่องบดุลน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำน้อย จึงไม่มีความแตกต่างของค่าการคายระเหยน้ำในสภาพอากาศทั้ง 2 ช่วงเมื่อเทียบกับ

สภาพอากาศในปีปกติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Tracy *et al.* (2005) พบว่า ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นหรือน้อยลงเนื่องจากอิทธิพลจากปีลานีญาและเอลนีโญไม่มีผลกระทบต่อการคายระเหยน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 (Table 3 and Figure 1)

Table 3 Variation of Evapotranspiration among normal, elnino and lanina years at Mae-Klong Watershed.

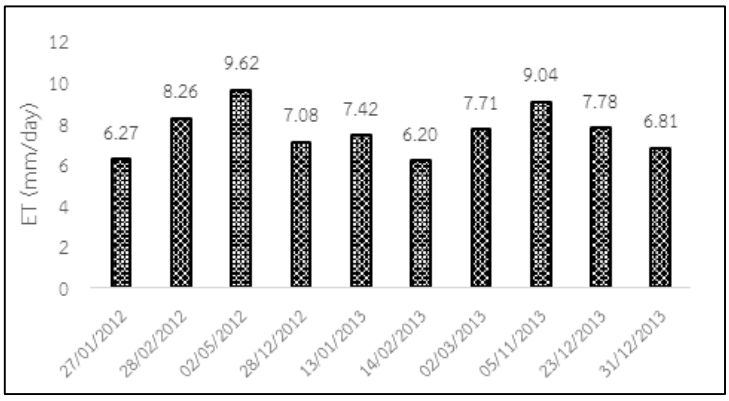
La Nina		Normal		EL Nino	
acquired date	ET (mm)	acquired date	ET (mm)	acquired date	ET (mm)
13/05/2010	9.02	27/01/2012	6.27	27/01/2015	8.15
05/11/2010	8.68	28/02/2012	8.26	12/02/2015	7.19
24/01/2011	8.25	02/05/2012	9.62	28/02/2015	9.38
09/02/2011	8.93	28/12/2012	7.08	16/03/2015	9.85
10/12/2011	7.59	13/01/2013	7.42	11/04/2015	9.03
-	-	14/02/2013	6.20	17/04/2015	9.98
-	-	02/03/2013	7.71	13/12/2015	7.41
-	-	05/11/2013	9.04	-	-
-	-	23/12/2013	7.78	-	-
-	-	31/12/2013	6.81	-	-
Average	**8.49**		**7.62**		**8.71**

3.2 ความผันแปรของการคายระเหยน้ำเชิงพื้นที่

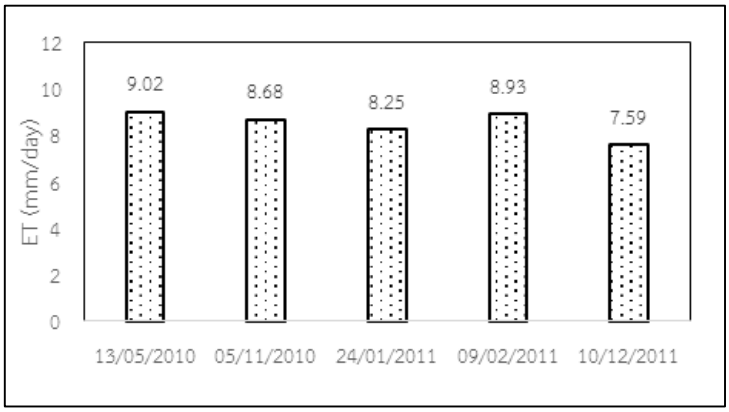
การศึกษาการคายระเหยน้ำในแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น พบว่า ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง มีเนื้อที่ร้อยละ 69.03 รองลงมาคือป่าเบญจพรรณผสมไผ่ เกษตรกรรม ชุมชน และ สวนป่า (เริ่มปลูก) มีเนื้อที่ร้อยละ 27.87, 2.59, 0.28 และ 0.23 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณการคายระเหยน้ำในแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน ในปีปกติ (2012 – 2013) ปีลานีญา (2010 – 2011) และปีเอลนีโญ (2015) พบว่าปีปกติ ป่าดิบแล้งมีค่าการคายระเหยน้ำมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 8.04 มิลลิเมตร รองลงมาคือ ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ สวนป่า (เริ่มปลูก) เกษตรกรรม และชุมชน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.94, 6.73, 5.00 และ 4.54 มิลลิเมตร ตามลำดับ เนื่องจากป่าดิบแล้งมีต้นไม้ปกคลุมหนาแน่นและคายน้ำตลอดทั้งปี ขณะที่ป่าเบญจพรรณสามารถคายน้ำได้เฉพาะช่วงที่ไม่ทิ้งใบ (เมษายน ถึงธันวาคม) ส่วนสวนป่า (เริ่มปลูก) มีความต้องการการใช้น้ำน้อยกว่าพืชที่เจริญเติบโตแล้ว ในพื้นที่เกษตรกรรมมีการคายน้ำเฉพาะในช่วงเพาะปลูก โดยการคายระเหยน้ำแตกต่างกันในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต สำหรับในชุมชนมีการคายระเหยน้ำน้อยที่สุด เนื่องจากพลังงานส่วนใหญ่ถูกใช้เพื่อการเผาผลาญอากาศ

ในปีลานีญาพบว่าการคายระเหยน้ำในแต่ละประเภทการใช้ที่ดินมีความผันแปรใกล้เคียงกับปีปกติ โดยค่าการคายระเหยน้ำของป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณผสมไผ่ สวนป่า (เริ่มปลูก) เกษตรกรรม และชุมชน มีค่าเฉลี่ย 8.73, 8.09, 7.86, 7.01 และ 6.11 มิลลิเมตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับปีเอลนีโญที่มีค่าการคายระเหยน้ำเฉลี่ย 9.16, 7.96, 7.81, 5.93 และ 5.04 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากอิทธิพลของปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่เข้าสู่ลุ่มน้ำเล็กน้อยไม่แตกต่างจากปีปกติ ปริมาณน้ำในดินและน้ำในลำธารจึงใกล้เคียงกัน ประกอบกับพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่นไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงเวลาที่ศึกษา สัดส่วนการคายน้ำจากพืชจึงมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาค่าการคายระเหยน้ำในแต่ละการใช้ที่ดินจึงใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงปี สอดคล้องกับการศึกษาของจตุพร (2555) พบว่า ปริมาณน้ำฝนในปีเอลนีโญและลานีญาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตงเชิญ และคลองยัน ไม่มีความแตกต่างจากปีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นลุ่มน้ำคลองยันที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในปีลานีญาช่วงน้ำหลาก เนื่องจาก

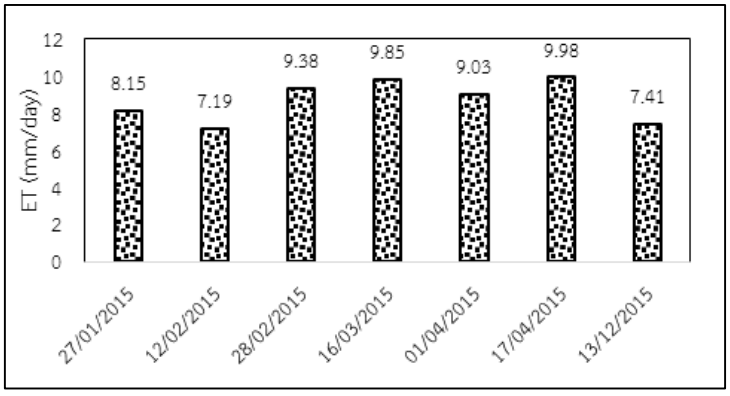
ลุ่มน้ำอยู่ทางภาคใต้พื้นที่ติดต่อกับทะเล จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และอิทธิพลของปรากฏการณ์ลานีญาอย่างมาก



(a)



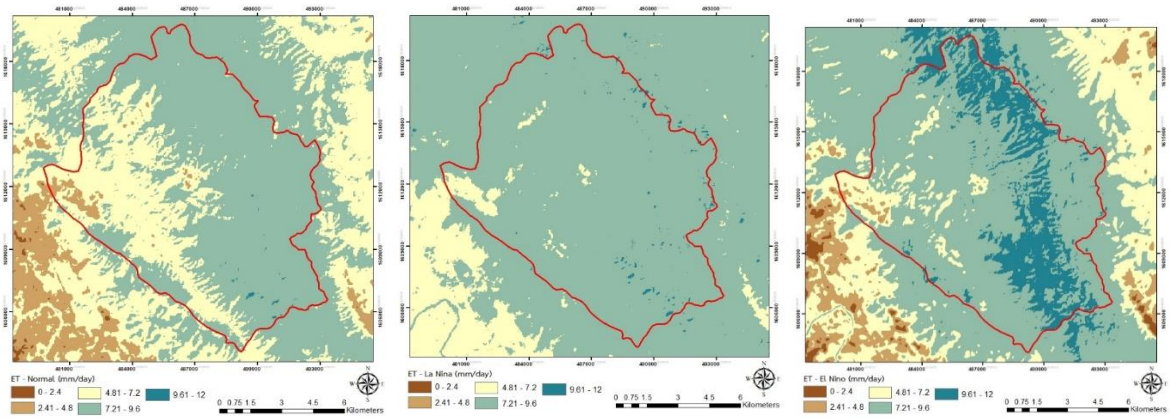
(b)



(c)

Figure 1 Variation of Evapotranspiration among normal (a), lanina (b) and elnino (c) years at Mae-Klong Watershed.

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาค่าคายระเหยน้ำเชิงพื้นที่ พบว่า ปีปกติมีปริมาณการคายระเหยน้ำใกล้เคียงกันในทุกสภาพการใช้ที่ดิน ส่วนปีลานีญาพบว่ามีแนวโน้มของการคายระเหยน้ำเพิ่มขึ้นในพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยบริเวณตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ เนื่องจากมีการใช้น้ำที่สูงตามปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มสูงขึ้น ส่วนในปีเอลนีโญมีพื้นที่การคายระเหยน้ำสูงขึ้นในการใช้ที่ดินป่าไม้บริเวณตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ เนื่องจากมีพลังงานจากดวงอาทิตย์สูงเข้ามาในระบบลุ่มน้ำ ค่าการคายระเหยน้ำจึงมีแนวโน้มเพิ่มสูงสุด (Figure 2)



(a) (b) (c)

Figure 2 Linthin Evapotranspiration map among normal (a), lanina (b) and elnino (c) years under SEBAL method at Mae-Klong Watershed

สรุป

การใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลในการประมาณค่าการคายระเหยน้ำ ด้วยวิธี SEBAL ในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ในปีลานีญา (2010 – 2011) ปีปกติ (2012 - 2013) และปีเอลนีโญ (2015) พบว่าปัจจัยด้านการสำรวจระยะไกล ประกอบด้วย ปัจจัยการสะท้อนแสงพื้นผิว (surface albedo) การแผ่รังสีของพื้นผิว (surface emissivity) และดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) มีผลต่ออุณหภูมิพื้นผิว (surface temperature) โดยในปีเอลนีโญมีผลทำให้อุณหภูมิพื้นผิวมากกว่าปีปกติและปีลานีญา ตามลำดับ ส่วนปัจจัยด้านสมดุลพลังงาน พบว่ารังสีสุทธิ (net radiation) มีปริมาณมากที่สุดในปีเอลนีโญ รองลงมาคือปีลานีญา และปีปกติ องค์ประกอบสมดุลพลังงาน พบว่าทุกปรากฏการณ์มีสัดส่วนการใช้พลังงานในการระเหยน้ำ (Latent heat) มากที่สุด รองลงมาคือใช้พลังงานเพื่อการเผาผลาญอากาศ (sensible heat flux) และความร้อนในดิน (soil heat flux)

การคายระเหยน้ำในปีเอลนีโญมีปริมาณมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.71 มิลลิเมตรต่อวัน รองลงมาคือปีลานีญาและปีปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.55 และ 7.62 มิลลิเมตรต่อวัน เนื่องจากปีเอลนีโญมีรังสีสุทธิมากที่สุด ซึ่งพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญที่เปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวกลายเป็นไอน้ำ โดยมีแนวโน้มสูงในช่วงฤดูแล้งไปจนถึงฤดูฝนและลดลงในฤดูหนาว และในพื้นที่ป่าไม้มีการคายระเหยน้ำมากกว่าในพื้นที่ชุมชน เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าการคายระเหยน้ำในแต่ละช่วงสภาพภูมิอากาศ พบว่าการคายระเหยน้ำในปีเอลนีโญและลานีญาในพื้นที่ลุ่มน้ำลิ่นถิ่น ไม่มีความแตกต่างจากปีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยพงษ์ ทองดีนอก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ ที่ปรึกษางานวิจัย และขอขอบคุณคุณสำเริง ปานอุทัย สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้คำปรึกษาจนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2546. เอลนีโญ. **ความรู้อุตุนิยมวิทยา.** แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=18.html, 21 พฤษภาคม 2562.

จตุพร ผดุงกาญจน์. 2555. **ผลของปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญา ต่อปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ และปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตง เชิญ และคลองยัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอนก พิสุทธิจารุ. 2553. **สมดุลพลังงานและการคายระเหยน้ำจริงในพื้นที่นาข้าว จังหวัดสุโขทัย และพื้นที่สวนสัก จังหวัดลำปาง.** สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bastiaanssen, W.G.M., M. Menenti, R.A. Feddes and A.A.M. Holtslag. 1998. A Remote Sensing Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL). **Journal of Hydrology** 212-213: 198-212.

Morse, A., M. Tasumi, R.G. Allen and W.J. Kramber. 2000. **Application of the SEBAL Methodology for Estimating Consumptive Use of Water and Streamflow Depletion in the Bear River Basin of Idaho through Remote Sensing.** University of Idaho, Idaho.

Tracy, E.T., J.K. Christopher and A.F. Jonathan 2005. Effects of El Nino–Southern Oscillation on the Climate, Water Balance, and Streamflow of the Mississippi River Basin. **Journal of Climate** 18: 4840-4861.

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำโดยวิธีการ FAO – Penman ในพื้นที่ป่าดิบเขา ลุ่มน้ำย่อยห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่

Estimation of evapotranspiration Using FAO - Penman Method in Hill Evergreen Forest at Huai Kog Ma Subwatershed, Doi Pui, Chiang Mai Province

ขจรศักดิ์ กลิ่นจรุง[1] และ ปิยพงษ์ ทองดีนอก[2]

Kajornsak khinjarung[1] and Piyapong thongdeenok[2]

[1]ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **Flooxza@gmail.com**

บทคัดย่อ

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำโดยวิธีการ FAO – Penman ในพื้นที่ป่าดิบเขาโดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดิน จากเครื่องตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ (Automatic Weather Station :AWS) ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2562 โดยรวบรวมข้อมูลต่อเนื่องทุก 10 นาที และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตสามารถติดตามข้อมูลได้เป็นเวลาปัจจุบันผ่าน application logger net ของสมาร์ทโฟน โดยติดตั้ง (AWS) เหนือเรือนยอดป่าดิบเขาที่ความสูง 50 เมตร ผลการศึกษาพบว่า ค่าการคายระเหยน้ำตลอดช่วงการศึกษารวมมีค่าเท่ากับ 1,776.20 มิลลิเมตร โดยมีค่าสูงสุด 9.09 มิลลิเมตรต่อวัน ค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.54 มิลลิเมตรต่อวัน เฉลี่ยเท่ากับ 6.09 มิลลิเมตรต่อวัน ความผันแปรรายฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.43 มิลลิเมตรต่อวัน ในช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.37 มิลลิเมตรต่อวัน และในช่วงฤดูร้อนมีเฉลี่ยค่าเท่ากับ 7.12 มิลลิเมตรต่อวัน ส่วนการประมาณค่าการคายระเหยน้ำโดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินอย่างง่ายพบว่ารูปแบบสมการที่เหมาะสม คือ Evapotranspiration (ET) = -1.86 - 0.0028Ra + 0.0252Rs + 0.127Ta + 0.020RH - 0.396Ws + 0.0017G - 0.0027Sm (R^2 = 0.86)

คำสำคัญ: การคายระเหยน้ำ FAO – Penman ป่าดิบเขา

ABSTRACT

Estimation of evapotranspiration (ET) in hill evergreen forest using FAO - Penman method and micrometeorological data from Automatic Weather Station (AWS) was conducted during August (2018) to May (2019). Data were gathered every 10 minutes and transferred through internet network which reported real-time monitoring information through smartphone application logger net. The AWS was installed at 50-meter height tower above the forest canopy. The results showed that ET in hill evergreen forest was 1,776.20 mm day^{-1} with the highest value of 9.09 mm day^{-1} in September, and the lowest value of 1.54 mm day^{-1} in December. Seasonal variation indicated that ET was 5.43 mm day^{-1} in the rainy season, followed with 5.37 mm day^{-1} in the cold season and 7.12 mm day^{-1} in the summer season. Estimation of evapotranspiration using simple meteorological data demonstrated that the best suitable model was ET = -1.86 - 0.0028Ra + 0.0252Rs + 0.127T + 0.020Rh - 0.396Ws + 0.0017Sh - 0.0027Sm with R^2 = 0.86.

Keywords: Evapotranspiration**,** FAO – Penman, Hill Evergreen Forest

คำนำ

การคายระเหยน้ำเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำที่เป็นของเหลวให้กลายเป็นไอน้ำเป็นกระบวนการรวมกันระหว่างกระบวนการระเหยน้ำหมายถึงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำที่กลายเป็นไอน้ำจากผิวหน้าน้ำอิสระ (เกษม, 2539) หรือจากผิวดินโดยตรง การคายระเหยน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญในวัฏจักรของน้ำ มีความสำคัญในทุก ๆ ด้าน การคายระเหยน้ำนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นการสูญเสียน้ำไปจากพื้นที่ลุ่มน้ำ Burman and Pochop (1994) กล่าวว่า ร้อยละ 70 ของหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมายังโลกได้คืนสู่บรรยากาศโดยการระเหยและการคายระเหยน้ำ ในพื้นที่แห้งแล้งร้อยละ 90 ของหยาดน้ำฟ้าได้คืนสู่บรรยากาศโดยกระบวนการระเหยและการคายน้ำ ดังนั้น การศึกษาการคายระเหยน้ำจริงในพื้นที่ลุ่มน้ำจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อที่จะได้ประเมินปริมาณน้ำที่ต้องสูญเสียไปจากพื้นที่ลุ่มน้ำ

กระบวนการคายระเหยน้ำเป็นกระบวนการที่สำคัญมากในวัฏจักรน้ำ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีค่าสัดส่วนน้ำมากที่สุด จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในการกำหนดความชื้นดินในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณในระบบนิเวศลุ่มน้ำ และต่อปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่ลำธารธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาการคายระเหยน้ำในพื้นที่ป่าธรรมชาติในประเทศไทยนั้นยังมีข้อมูลการศึกษาวิจัยน้อยมากเนื่องจากเครื่องมือตรวจวัดมีราคาแพง และขาดความต่อเนื่องในการตรวจวัด การศึกษาในครั้งนี้จึงทำการประเมินการคายระเหยน้ำของสังคมพืชในพื้นที่ป่าดิบเขา บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จ.เชียงใหม่ โดยใช้แบบจำลอง FAO – Penman ซึ่งพัฒนามาจากแบบจำลองการคายระเหยน้ำสูงสุดของ Penman- Monteith โดย FAO-Penman ได้นำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับหน่วยงาน และความต้องการของผู้ใช้ประโยชน์ พันทิพย์ (2542) โดยพื้นที่ของลุ่มน้ำห้วยคอกม้าอยู่ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา- คอกม้า มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารป่าดิบเขาธรรมชาติที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการอุทกวิทยาลุ่มน้ำภูเขา ซึ่งเป็นแหล่งน้ำต้นทุนทางธรรมชาติที่เอื้ออำนวยน้ำให้พื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการคายระเหยน้ำในพื้นที่ตอนบนลุ่มน้ำย่อมส่งกระทบต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ชุมชนเมืองเชียงใหม่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าการคายระเหยน้ำในพื้นที่ป่าดิบเขา เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวประยุกต์ใช้ ในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ และการจัดการป่าต้นน้ำลำธารเพื่อให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศลุ่มน้ำ และการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำให้ถูกต้องและเหมาะสมในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำลุ่มน้ำย่อยห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ โดยนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยามาคำนวณหาค่าการคายระเหยน้ำโดยวิธีการ FAO – Penman มีขั้นตอน ดังนี้

1. ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดอากาศ ได้แก่ เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน เครื่องวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ เครื่องวัดความร้อนที่เก็บสะสมในดินและความชื้นในดิน เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม

2. รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จากการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดอากาศในบริเวณพื้นที่ป่าดิบเขา โดยรูปแบบของข้อมูลมีการบันทึกข้อมูลทุก ๆ 1 นาทีอย่างต่อเนื่อง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ประมาณค่าการคายระเหยน้ำจริง จากข้อมูลสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ ด้วยวิธี FAO – Penman ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบสมการในการคำนวณการคายระเหยน้ำที่นิยมใช้โดยทั่วๆ ไปของ Jensen *et al*. (1990)

$$\mathrm{ETsz} = \frac{0.408\Delta(\mathrm{Rn} - \mathrm{G}) + Y\dfrac{Cn}{T+273}U2(Es - Ea)}{\Delta + Y(1 + Cd\,U2)}$$

เมื่อ ET_{sz} = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (mm. day^{-1})

R_n = ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ (MJ m^{-2} Day^{-1})
G = ค่าความร้อนที่สะสมในดิน (MJ m^{-2} Day^{-1})
T = อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย (^oC)
U_2 = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 50 ม (m/s^{-1})
E_s-E_a = ค่าความแตกต่างของแรงดันไอ (kPa)
Δ = ค่าความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ (kPa/ ^oC)
Y = ค่าคงที่ของ psychrometric (kPa/ ^oC)
C_n ,C_d = factor ปรับแก้

4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการคายระเหยน้ำและลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา โดยใช้รูปทางสถิติ Multiple linear regression คือ Y = a+bx

เมื่อ y = ET

X = ตัวแปรอิสระ (ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาเช่น ปริมาณน้ำฝน ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ เป็นต้น)

ผลการศึกษา

1. ข้อมูลปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดิน

1.1 ปริมาณน้ำฝน (Rainfall amount; Ra)

ปริมาณน้ำฝนตลอดช่วงการศึกษาพบว่า มีค่ารวมเท่ากับ 1,101.60 มิลลิเมตร และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 278.50 มิลลิเมตร ในเดือนตุลาคม ส่วนช่วงฤดูฝนพบว่ามีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคมมีค่าเท่ากับ 9.29 มิลลิเมตรต่อวัน และมีจำนวนของวันฝนตกถึง 28 วันใน 30 วัน ทั้งนี้เพราะในช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดเอาอากาศชื้นเข้ามาทำให้มีปริมาณฝนตกสูงตลอดฤดู ส่วนในช่วงแล้งเดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ได้อ่อนกำลังลงประกอบกับได้รับอิทธิพลความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่พัดเอาอากาศแห้งเข้ามาทำให้ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม มีปริมาณน้ำฝนที่ลดลง (Table 1)

1.2 ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์

ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ตลอดช่วงการศึกษาพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 322.93 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยสูงสุดและค่าต่ำสุดเท่ากับ 446.88 และ 215.33 วัตต์ต่อตารางเมตร ในเดือนมีนาคม และสิงหาคมตามลำดับ โดยพบว่าในช่วงฤดูฝน (wet period) เป็นช่วงที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ลดต่ำลงมากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงที่มีปริมาณเมฆมากในช่วงฤดูฝน และเป็นช่วงที่โลกหมุนด้านประเทศไทยตรงข้ามกับดวงอาทิตย์ในฤดูหนาวค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีดวงอาทิตย์จึงมีค่าต่ำในช่วงนี้ ส่วนในช่วงแล้งฝน (dry period) พบว่ามีค่าสูงเนื่องจากเป็นช่วงที่โลกหมุนด้านประเทศไทยตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ จึงได้รับปริมารรังสีดวงอาทิตย์ที่สูงในช่วงเวลานี้

1.3 อุณหภูมิอากาศ (Air temperature; Ta)

อุณหภูมิอากาศตลอดช่วงการศึกษาพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.87 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 24.98 และ 17.78 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน และธันวาคมตามลำดับ โดยพบว่าอุณหภูมิอากาศแปรผันตามปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งมีค่าสูงในช่วงแล้งฝน (dry period) เดือนเมษายนค่าอุณหภูมิอากาศจึงสูงสุดในเดือนนี้ ส่วนช่วงมีฝน (wet period) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มีค่าต่ำอุณหภูมิอากาศจึงมีค่าลดต่ำลงและต่ำสุดในเดือนมกราคม

1.4 ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity; RH)

ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ตลอดช่วงการศึกษาพบว่า มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 74.42 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดร้อยละ 94.63 และ 45.24 ในเดือนสิงหาคม และเดือนมีนาคม โดยพบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์แปรผันตามปริมาณน้ำฝน ในช่วงมีฝน (wet period) เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม มีปริมาณน้ำฝนมากและมีจำนวนวันของฝนที่ตกสูง ส่งผล

ให้มีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์มากที่สุด ขณะที่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงแล้งฝน (dry period) อากาศแห้งเนื่องจากได้รับความกดอากาศสูงจากประเทศจีนทำให้ช่วงดังกล่าวมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

Table 1 Variation of at Meteorological data Huai Kog Ma subwatershed, Chiang Mai Province

Mouth	Ra	Rs	Ta	RH	WS	G	Sm	ET	
	(mm)	(Wm^{-2})	(°C)	(%)	(ms^{-1})	Wm^{-2}	(%)	mm Day^{-1}	mm $Mouth^{-1}$
Aug	260.00	215.33	20.13	94.63	2.16	6.33	28.64	4.76	133.30
Sep	196.10	260.20	20.89	92.29	1.71	7.08	27.80	5.75	172.58
Oct	278.50	278.81	20.05	92.71	1.64	5.64	27.65	5.80	179.67
Nov	39.90	293.29	19.03	86.10	1.46	3.11	25.41	5.67	170.19
Dec	79.30	251.15	18.13	87.05	1.79	2.75	23.73	4.83	149.88
Jan	80.00	311.48	17.78	77.96	1.81	4.49	23.39	5.61	173.79
Feb	0.00	418.49	21.12	48.60	2.17	6.09	15.79	6.88	192.67
Mar	0.00	446.88	22.67	45.24	2.35	4.51	12.89	7.08	219.46
Apr	30.10	436.79	24.98	48.09	2.56	6.55	12.69	7.24	217.24
May	137.70	316.85	24.00	71.55	2.60	3.90	17.31	7.28	167.43
Total	1101.60	-	-	-	-	-	-	-	-
Mean	-	322.93	20.88	74.42	2.02	5.04	21.53	6.09	177.62
Max	278.50	446.88	24.98	94.63	2.60	7.08	28.64	7.28	219.46
Min	0.00	215.33	17.78	45.24	1.46	2.75	12.69	4.76	133.30

Remarks : Ra = Rainfall amount; Rs = Solar radiation; RH = Relative Humidity; Sm = Soil moisture; Ta = Air tempurature; Ws = Wind speed; G = Soil heat flux; ET = Evapotranspiration

1.5 ความเร็วลม (Wind speed; Ws)

ความเร็วลมตลอดช่วงการศึกษาพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.02 เมตรต่อวินาที ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 2.60 และ 1.46 เมตรต่อวินาที ในเดือนพฤษภาคม และพฤศจิกายนตามลำดับ โดยพบว่าความเร็วลมแปรผันตามความแรงของลมตะวันตกเฉียงใต้ จากการศึกษาพบว่าลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรงและนำฝนมาตกในช่วงต้นฤดูฝนเดือนเมษายน และพฤษภาคม จึงเป็นช่วงที่มีค่าความเร็วลมสูง ส่วนช่วงปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงต้นฤดูหนาวพบว่า มีความเร็วลมต่ำตามความแรงของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

1.6 ความร้อนที่สะสมในดิน

ความร้อนที่สะสมในดินมีค่าเฉลี่ย 5.04 เมกะจูลล์ต่อตารางเมตรต่อวัน โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.08 เมกะจูลล์ต่อตารางเมตรต่อวันในเดือนกันยายน ค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.75 เมกะจูลล์ต่อตารางเมตรในเดือนธันวาคม เนื่องจากความร้อนที่สะสมในดินเป็นสมบัติของดินที่เก็บความร้อนและถ่ายเทความร้อนโดยพบว่าจะแปรผันตามความร้อนที่อยู่เหนือผิวดินหรือปริมาณแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งพบว่ามีค่าสูงช่วงฤดูร้อน และลดลงในช่วงฤดูหนาว (มีนาคม - เมษายน)

1.7 ปริมาณความชื้นในดิน

ความชื้นในดินตลอดช่วงการศึกษามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 21.53 โดยปริมาตร โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 28.64 ในเดือนสิงหาคมและค่าต่ำสุดร้อยละ 12.69 ในเดือนธันวาคม เนื่องจากความชื้นในดินแปรผันตรงปริมาณน้ำฝน โดยพบว่าช่วงที่ความชื้นในดินมีค่าสูงเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำฝนสะสมมีค่าสูงเช่น กันส่วนช่วงที่มีค่าความชื้นใน

ดินต่ำเป็นช่วงฝนทิ้งช่วง จึงทำให้ปริมาณความชื้นในดินลดลงจากการระเหยของผิวหน้าดิน ดินที่อิ่มตัวไปด้วยน้ำจะมีปริมาณน้ำที่เอื้ออำนวยให้กับผิวระเหยมากกว่าดินที่ไม่อิ่มตัวไปด้วยน้ำ

2. ความผันแปรของค่าการคายระเหยน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่

2.1 การคายระเหยน้ำบริเวณป่าดิบเขา ลุ่มน้ำย่อยห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ค่าการคายระเหยน้ำรายวันตลอดช่วงการศึกษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.09 มิลลิเมตรต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.28 มิลลิเมตรต่อวัน ในเดือนพฤษภาคม ค่าต่ำสุดเท่ากับ 4.76 มิลลิเมตรต่อวันในเดือนสิงหาคมตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของบรรจงศักดิ์ (2554) ที่มีค่าใกล้เคียงกันในส่วนของค่าเฉลี่ยซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.9 มิลลิเมตรต่อวันแต่อาจจะมีค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ต่างกันพอสมควร

ค่าการคายระเหยน้ำรายเดือนตลอดช่วงการศึกษา (สิงหาคม 2561 –พฤษภาคม 2562) มีค่าเท่ากับ 1776.20 มิลลิเมตร โดยมีค่าสูงสุด 219.46 มิลลิเมตรในเดือนมีนาคม ค่าต่ำสุด 133.3 มิลลิเมตรในเดือนสิงหาคมตามลำดับ ทั้งนี้ ค่าความผันแปรสูงสุดปรากฏในเดือนมีนาคมเนื่องจากเป็นช่วงฤดูแล้ง (Dry period) มีอุณหภูมิอากาศสูง ค่าการคายระเหยน้ำจึงสูงสุดในเดือนนี้ ส่วนเดือนเมษายนพบว่า เริ่มมีปริมาณฝนตกลงมาทำให้ค่าอุณหภูมิอากาศลดลงค่าการคายระเหยน้ำจึงลดต่ำกว่าเดือนมีนาคม

3. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการคายระเหยน้ำกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดิน

ปัจจัยที่ควบคุมการคายระเหยน้ำทางด้านอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน (Ra) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Rs) อุณหภูมิอากาศ (Ta) ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ความเร็วลม (Ws) ความร้อนที่เก็บสะสมในดิน (G) และความชื้นดิน (Sm) ซึ่งสามารถติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดค่าความผันแปรของปัจจัยกำหนดเหล่านี้ได้ง่ายจากสถานีตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาทั่วไปเนื่องจากเป็นสารประกอบอุตุนิยมวิทยาพื้นฐานที่ต้องทำการตรวจวัด จึงนำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาประมาณค่าการคายระเหยน้ำ โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาอย่างง่ายเพื่อสามารถประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านข้อมูลให้สามารถประมาณค่าการคายระเหยน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำได้ โดยอธิบายได้ดังนี้

ค่าการคายระเหยน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9115 รองลงมาได้แก่ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.6336 และ 0.6194 ตามลำดับ ส่วนค่าความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นพบว่า มีค่าน้อยโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ของค่าความชื้นในดิน ความร้อนที่เก็บสะสมในดิน ปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 0.5517, 0.5054 และ 0.3594 ตามลำดับ ส่วนความเร็วลม พบว่ามีความสัมพันธ์ต่ำที่สุดมีค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์เท่ากับ 0.2647 (Figure 1)

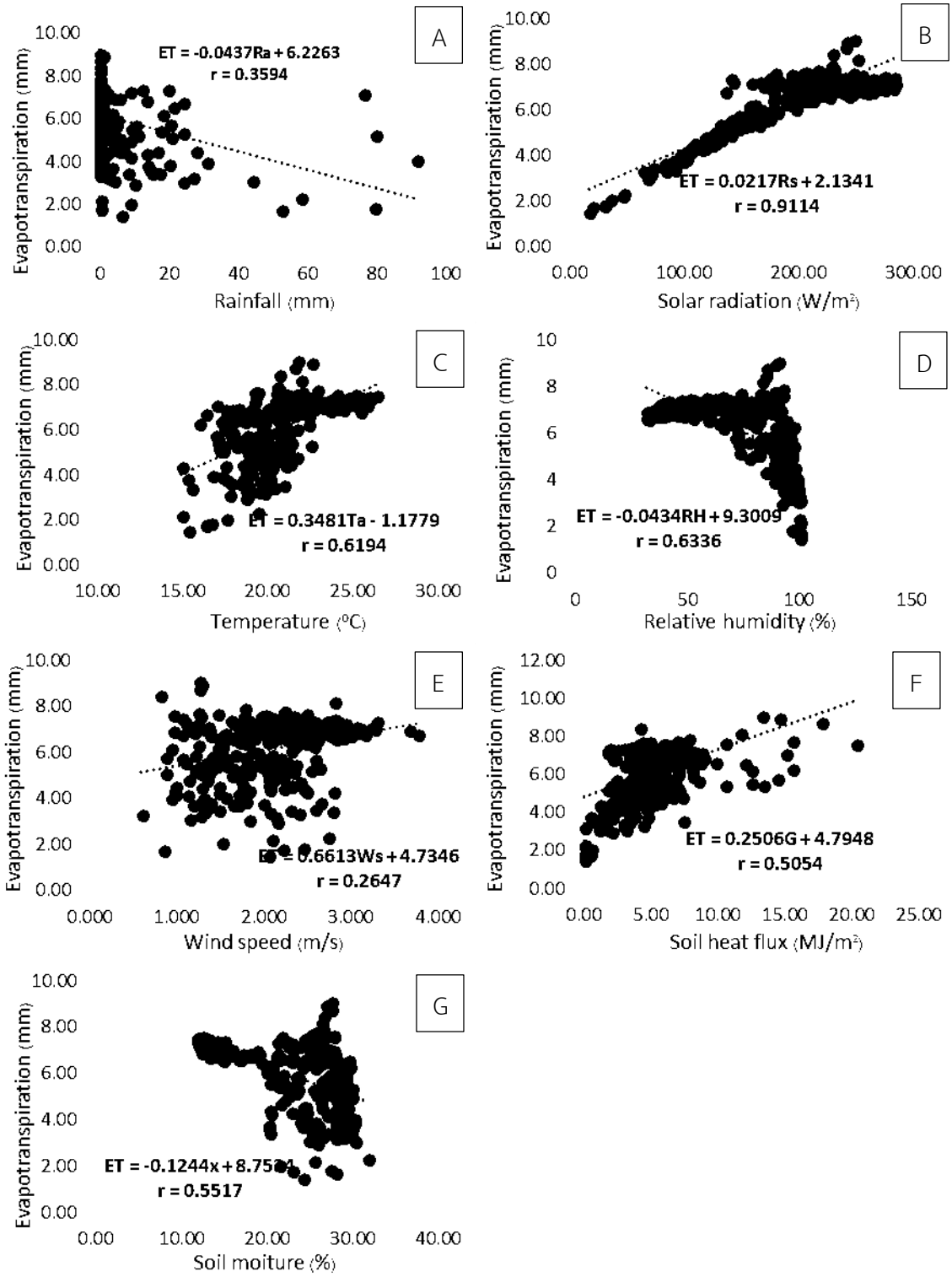


Figure 1 Relationship between evapotranspiration and meteorological data (A) relationship between evapotranspiration and rainfall amount (B) relationship between evapotranspiration and solar radiation (C) relationship between evapotranspiration and temperature (D) relationship between evapotranspiration and relative humidity (E) relationship between evapotranspiration and wind speed (F) relationship between evapotranspiration and soil heat flux (G) relationship between evapotranspiration and soil moisture

4. ค่าการคายระเหยน้ำสูงสุดจากปัจจัยอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินโดยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis)

จากการศึกษาการคายระเหยน้ำสูงสุดร่วมกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ปริมาณน้ำฝน (Ra) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (Rs) ความร้อนที่สะสมไว้ในดิน (G) อุณหภูมิอากาศ (Ta) ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ความเร็วลม (Ws) และความชื้นในดิน (Sm) ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2561 ถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2562 นำค่าเฉลี่ยรายเดือนที่ได้หาสมการความสัมพันธ์และทำคัดเลือกตัวแปรโดยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple linear regression analysis) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อใช้ในการประเมินค่าการคายระเหยน้ำสูงสุด ซึ่งได้สมการดังนี้

$$ET = -1.86 - 0.0028Ra + 0.0252Rs + 0.127T + 0.020RH - 0.396WS + 0.0017G - 0.0027Sm$$

$$R^2 = 0.86$$

เมื่อ ET = การคายระเหยน้ำสูงสุดเฉลี่ยรายวันต่อเดือน (มิลลิเมตรต่อวัน) (mm Day^{-1})

Ra = ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) (mm)

Rs = ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ (เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน) (MJ m^{-2} Day^{-1})

Ta = อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายวันต่อเดือน (^{o}C)

RH = ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

Ws = ความเร็วลม (ms^{-1})

G = ความร้อนที่สะสมไว้ในดิน (Wm^{-2})

Sm = ความชื้นในดิน (%)

สรุป

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำโดยวิธีการ FAO – Penman ในพื้นที่ป่าดิบเขาบริเวณลุ่มน้ำย่อยห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดิน จากเครื่องตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ (Automatic Weather Station :AWS) ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2562 โดยรวบรวมข้อมูลต่อเนื่องทุก 1 นาทีและส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตสามารถติดตามข้อมูลได้เป็นเวลาปัจจุบันผ่าน application logger net ของสมาร์ทโฟน โดยติดตั้ง (AWS) เหนือเรือนยอดป่าดิบเขาที่ความสูง 50 เมตร

ผลการศึกษาความผันแปรของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ปริมาณน้ำฝน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 91.60 มิลลิเมตรต่อวัน มีค่าน้ำฝนรวมตลอดช่วงการศึกษาพบว่ามีค่าเท่ากับ 1,101.60 มิลลิเมตร ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 322.93 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 446.88 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 215.33 วัตต์ต่อตารางเมตร อุณหภูมิอากาศพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.88 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 24.98 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 17.78 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ตลอดช่วงการศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 74.42 ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับร้อยละ 94.63 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 45.24 ความเร็วลมพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.02 เมตรต่อวินาที ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 2.60 เมตรต่อวินาที ค่าเฉลี่ยต่ำสุด 1.46 เมตรต่อวินาที ความร้อนที่สะสมในดินมีค่าเฉลี่ย 5.04 เมกะจูลล์ต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.08 เมกะจูลล์ต่อตารางเมตร ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 2.75 เมกะจูลล์ต่อตารางเมตร ความชื้นในดินมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 28.64 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 31.76 ค่าเฉลี่ยต่ำสุดร้อยละ 12.69

ความผันแปรค่าการคายระเหยน้ำ เฉลี่ยรายวันเท่ากับ 6.09 มิลลิเมตรต่อวัน ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7.28 มิลลิเมตรต่อวัน ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.76 มิลลิเมตรต่อวัน ค่าการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 177.62 มิลลิเมตร ค่าสูงสุดเท่ากับ 219.46 มิลลิเมตรในเดือนมีนาคม ค่าต่ำสุดเท่ากับ 133.30 มิลลิเมตรในเดือนสิงหาคม ค่าการคายระเหยน้ำเฉลี่ยรายฤดูกาล พบว่า ช่วงฤดูฝนมีค่าการคายระเหยน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 5.44 มิลลิเมตร (สิงหาคม-

ตุลาคม) ช่วงแล้งฝนมีค่าการคายระเหยน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 6.38 มิลลิเมตร (เดือนพฤศจิกายน-พฤษภาคม) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการคายระเหยน้ำกับปัจจัยอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดิน สรุปค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (r) ได้คือความสัมพันธ์ระหว่างค่าการคายระเหยน้ำกับค่าปริมาณน้ำฝน รังสีดวงอาทิตย์สุทธิ อุณหภูมิอากาศ ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความร้อนที่เก็บสะสมในดิน ค่าความชื้นในดิน มีค่า r เท่ากับ 0.3594, 0.9115, 0.6194, 0.6336, 0.2648, 0.5054 และ 0.5517 ตามลำดับ

การประมาณค่าการคายระเหยน้ำจากปัจจัยอุตุนิยมวิทยาใกล้ผิวดินพบว่า สมการที่เหมาะสมที่สุดในการประมาณค่าการคายระเหยน้ำ โดยการคัดเลือกตัวแปรโดยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis) เพื่อใช้ในการประเมินค่าการคายระเหยน้ำสูงสุด ซึ่งได้รูปแบบสมการดังนี้ $ET = -1.86 - 0.0028Ra + 0.0252Rs + 0.127Ta + 0.020RH - 0.396Ws + 0.0017G - 0.0027Sm$ ($R^2 = 0.86$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยพงษ์ ทองดีนอก ที่ปรึกษางานวิจัย และขอขอบคุณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์ ดอยปุย – คอกม้า ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความช่วยเหลือในหลายๆ เรื่องในการทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุลวงไปด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว. 2515. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** ภาคอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บรรจงศักดิ์ ฟักสมบูรณ์ 2554. **การประเมินค่าการคายระเหยน้ำจริงและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบางประการ ในพื้นที่สวนสัก จังหวัดลำปาง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พันธ์ทิพย์ พืชมงคล 2542. **การศึกษาความเหมาะสมและความสำคัญของตัวแปรของสูตรเพนแมนในสภาวะลมฟ้าอากาศของสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Burman, R. and L.O. Pochob. 1994. **Evaporation, Evapotranspiration and Climatic Data.** Department of Civil and Architectural Engineering. College of Engineer, University of Wyoming. Wyoming, USA.

Jensen, M.E., R.D Burman and R.G. Allen (eds). 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirement. **ASCE Manuals and Reports on Engineering** No.70., Am. Soc. Civil Engrs, New York.

การประเมินน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยโดยใช้แบบจำลอง SWAT ในลุ่มน้ำห้วยหมาไน จังหวัดแพร่
Estimation of Discharge and Suspended Sediment using SWAT Model in Huai Maa Nai Watershed, Phrae Province

เศรษฐา ขอสุข[1]* สมนิมิตร พุกงาม[1] และ ปิยพงษ์ ทองดีนอก[1]
Settha Khosukh[1]* Somnimirt Pukngam[1] and Piyapong Tongdeenok[1]
[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Conservation, Faculty of forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **Khosukh@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำห้วยหมาไน อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool (SWAT) รวมทั้งจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับเป็นแนวทางในการลดผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย โดยรวบรวมข้อมูลน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำห้วยหมาไนปี พ.ศ. 2557 สำหรับใช้ปรับเทียบผลที่ได้จากแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า การตรวจวัดข้อมูลของลุ่มน้ำห้วยหมาไนมีปริมาณน้ำฝน 1,114.0 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่า 438.7 มิลลิเมตร (ร้อยละ 39.38 ของปริมาณน้ำฝน) และปริมาณตะกอนแขวนลอย 20.543 ตันต่อเฮกตาร์ ส่วนการประเมินด้วยแบบจำลอง SWAT พบว่า มีปริมาณน้ำท่า 498.9 มิลลิเมตร (ร้อยละ 44.78 ของปริมาณน้ำฝน) และปริมาณตะกอนแขวนลอย 22.397 ตัน/เฮกตาร์ การปรับเทียบปริมาณน้ำท่าพบว่า r และ NSE มีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.79 และการปรับเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอย พบว่า r และ NSE มีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.70 ตามลำดับ การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยหมาไนพบว่า สถานการณ์จำลองที่ 1 (เพิ่มพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 42 ของพื้นที่) มีปริมาณน้ำท่า 489.0 มิลลิเมตร (ร้อยละ 43.90 ของปริมาณน้ำฝน) และมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 17.570 ตันต่อเฮกตาร์ และสถานการณ์จำลองที่ 2 (พื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 100 ของพื้นที่) มีปริมาณน้ำท่า 476.6 มิลลิเมตร (ร้อยละ 42.78 ของปริมาณน้ำฝน) และมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 15.248 ตันต่อเฮกตาร์ การมีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงเล็กน้อย แต่สามารถเพิ่มระยะเวลาการไหลของน้ำได้นานขึ้นในฤดูแล้ง และทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยลดลง

คำสำคัญ: แบบจำลอง SWAT น้ำท่า ตะกอนแขวนลอย ลุ่มน้ำห้วยหมาไน

ABSTRACT

The aim of this study was to estimate the amount of streamflow and suspended sediment in Huai Maa Nai watershed, Rong Kwang District, Phrae Province using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT). Additionally, land use scenarios were modeled as the management guideline to reduce the impact on streamflow and suspended sediment. The data on streamflow and suspended sediments in 2014 were designed to calibrate the model results. The study found that rainfall amount was 1,114.0 mm, while streamflow and suspended sediment were 438.7 mm (39.38 percent of rainfall) and 20.543 tons/hectare, respectively. However, the SWAT model estimated 498.9 mm (44.78 percent of rainfall) of streamflow, and 22.397 tons/hectare of suspended sediment. The calibration values showed that r and NSE of streamflow were 0.90 and 0.79, whereas r and NSE of suspended sediment were 0.90 and 0.70, respectively. The simulation of land use scenarios suggested that scenario 1 (the forest area 42 percent of the watershed) would have 489.0 mm of streamflow (43.90 percent of rainfall) and 17.570 tons/hectare of suspended sediment. On the other

hand, in Scenario 2 with the forest area 100 percent of the watershed, there would be 476.6 mm (42.78 percent of rainfall) of streamflow, and 15.248 tons/hectare of suspended sediment. The model indicates that increase in forest area could slightly decrease the amount of streamflow, while increase the flow period in the dry season, and reduce the amount of suspended sediment.
Keywords: SWAT model, Streamflow, Suspended sediment, Huai Maa Nai watershed

คำนำ

ประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านทรัพยากรธรรมชาติ เศรษฐกิจ และสังคมเป็นอย่างมาก ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรเพื่อการยังชีพที่เปลี่ยนมาเป็นระบบเกษตรเชิงพาณิชย์ พืชเศรษฐกิจหลายชนิดที่เป็นที่ต้องการของตลาดยิ่งก่อให้เกิดการส่งเสริมและพัฒนาให้มีการเพาะปลูกและการขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งเป็นพืชที่ปลูกง่ายและสามารถเจริญเติบโตได้ดี และเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีบทบาทสำคัญในการใช้เป็นวัตถุดิบหลักผลิตอาหารสัตว์และมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดความต้องการผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปริมาณมากและราคารับซื้อผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรเลือกที่จะเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและขยายพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีสภาพเป็นพื้นที่ป่าไม้มีความลาดชันสูงและเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสม ทำให้กระบวนการทางอุทกวิทยาและการชะล้างพังทลายของดินเปลี่ยนแปลงและเสื่อมสภาพลงไปจนขาดความสมดุลตามธรรมชาติ เนื่องจากแหล่งต้นน้ำลำธารที่มีความหลากหลายของพืชพรรณสามารถช่วยปกคลุมผิวดินป้องกันไม่ให้เม็ดฝนตกกระทบผิวดิน ทำให้สามารถยับยั้งกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน และป่าต้นน้ำมีชั้นดินที่เป็นอินทรียวัตถุที่เกิดจากการย่อยสลายของสิ่งต่างๆ ทำให้การซึมน้ำลงดินเกิดขึ้นได้ดีและเก็บน้ำไว้ในดินได้มาก เพื่อปลดปล่อยออกมาตามธรรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นพืชเชิงเดี่ยวที่มีการเตรียมพื้นที่ให้เปิดโล่งและกำจัดวัชพืช ทำให้ไม่มีสิ่งปกคลุมหน้าดินและดินตื้นไม่มีชั้นดินที่เป็นอินทรียวัตถุเนื่องจากถูกชะล้างหน้าดินอย่างต่อเนื่องในทุกๆ ปี ส่งผลให้เม็ดฝนสามารถตกกระทบผิวหน้าดินได้โดยตรงและการซึมน้ำลงในดินเกิดช้าลง ส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่า รวมทั้งมีการชะล้างพังทลายของดินเพิ่มมากขึ้น และมีผลกระทบต่อเนื่อง เช่น น้ำไหลบ่าที่รุนแรง ดินโคลนถล่ม เป็นต้น

แบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool (SWAT) เป็นแบบจำลองด้านอุทกวิทยาประเภทการกระจายพารามิเตอร์ (Distributed Model) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า ปริมาณตะกอน ธาตุอาหาร และสารเคมีจากการเกษตรของลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ โดยสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งสามารถจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมทั้งมาตรการจัดการที่ดินได้หลายรูปแบบ เพื่อคาดการณ์ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อลักษณะทางอุทกวิทยา ปริมาณตะกอน ธาตุอาหาร และสารเคมีจากการเกษตรของลุ่มน้ำได้ (Neitsch *et al*., 2009) การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำห้วยหมาไน อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยทำการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT รวมทั้งจำลองสถานการณ์รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเป็นแนวทางในการลดผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนาและบริหารจัดการพื้นที่ต้นน้ำต่อไป

พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการในลุ่มน้ำห้วยหมาไน พื้นที่ตำบลบ้านเวียง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ เป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กอยู่ตอนกลางของลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง บริเวณละติจูดที่ 18° 13′42″ เหนือถึงละติจูดที่ 18°14′27″ เหนือและลองติจูดที่ 100° 23′4″ ตะวันออกถึงลองติจูดที่ 100° 23′45″ ตะวันออก ขนาดลุ่มน้ำ 931,500 ตารางเมตร ความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 23 เปอร์เซนต์ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 389-494 เมตร ลักษณะภูมิประเทศส่วน

ใหญ่เป็นภูเขาสูงและต่ำสลับกัน และได้ถูกจำแนกอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 ตามมติคณะรัฐมนตรีการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (Figure 1)

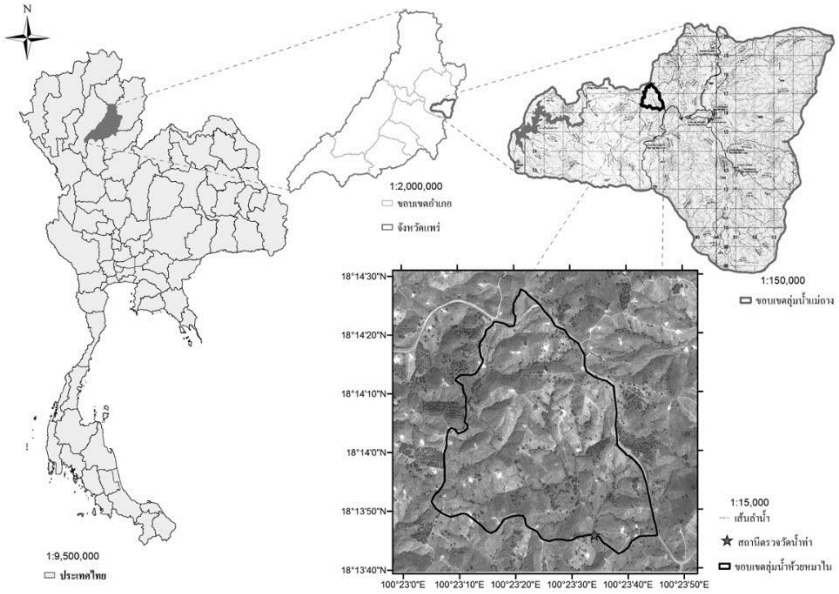


Figure 1 Location of the study area. (Huai Maa Nai watershed, Rong Kwang district, Phrae province.)

การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พื้นที่ 84.6 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 90.8 ของลุ่มน้ำ รองลงมาเป็นมันสำปะหลัง ป่าเบญจพรรณ และมะขามหวาน 4.5, 2.8 และ 1.3 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 4.8, 3.0 และ 1.4 ของลุ่มน้ำ ตามลำดับ (Figure 2)

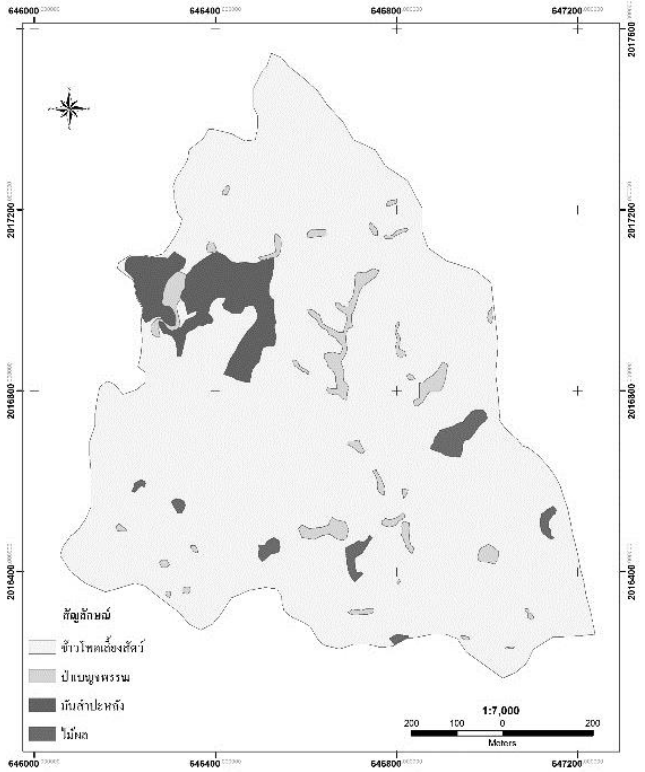


Figure 2 Land use classification in Huai Maa Nai watershed in 2014

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ตรวจวัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ด้วยเครื่องมือตรวจวัดสภาพภูมิอากาศแบบอัตโนมัติ ยี่ห้อ Campbell รุ่น CR 200 Data Logger ความถี่ในการตรวจวัดข้อมูลเป็นรายชั่วโมงหรือรายวัน

1.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ตรวจวัดข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่จุดน้ำไหลออก (Outlet) ของลุ่มน้ำห้วยหมาไน โดยใช้เขื่อนวัดน้ำรูปแบบ Parshall Flume มีช่องน้ำผ่านกว้าง 4 ฟุต และทำการวัดระดับน้ำท่าด้วยเครื่องวัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติ ยี่ห้อ OTT รุ่น Thalimedes ความถี่ในการตรวจวัดข้อมูลเป็นรายนาที แล้วทำการคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าแบบ Parshall Flume (ปราโมท, 2554)

1.3 ข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอย ตรวจวัดข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยที่จุดน้ำไหลออกของลุ่มน้ำห้วยหมาไน โดยเก็บตัวอย่างน้ำด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างน้ำแบบอัตโนมัติเมื่อระดับน้ำในเขื่อนวัดน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงทุกๆ 5 เซนติเมตร เครื่องจะปั๊มน้ำใส่ขวดเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 500 - 1000 มิลลิลิตร พร้อมกับบันทึกข้อมูลวันที่ เวลา และระดับน้ำ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยการกรองน้ำด้วยกระดาษกรองแบบมาตรฐาน เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในน้ำ

1.4 ข้อมูลภูมิสารสนเทศ รวบรวมข้อมูลภูมิสารสนเทศในพื้นที่และจากหน่วยงานต่างๆ เช่น แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model; DEM) ของกรมพัฒนาที่ดิน ภาพถ่ายดาวเทียม และแผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน และจัดทำฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ เช่น ตำแหน่งเขื่อนวัดน้ำ ตำแหน่งสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT

2.1 การจัดเตรียมข้อมูลเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเพราะเป็นปัจจัยที่จะนำเข้าสู่แบบจำลองจึงจำเป็นต้องจัดเตรียมข้อมูลต่างๆ ให้มีความถูกต้องตามขั้นตอนและกระบวนการของแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงเลข ชุดดิน ขอบเขตลุ่มน้ำ เส้นลำน้ำ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงการจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการปรับเทียบแบบจำลอง ได้แก่ ปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย เป็นต้น (บัณฑิตา และอรอนงค์, 2557)

2.2 การกำหนดลุ่มน้ำ/นำเข้าข้อมูล โดยนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข ขอบเขตลุ่มน้ำ และเส้นลำน้ำ เพื่อกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำและจำลองลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา รวมทั้งกำหนดหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) โดยมีปัจจัยในการกำหนดคือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดดิน และความลาดชัน จากนั้นนำเข้าข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา ตามลำดับ

2.3 การประมวลผล/อธิบายผล ประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำห้วยหมาไน ผลการประเมินแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รวมทั้งแสดงผลเป็นแผนภาพอธิบายกระบวนการทางอุทกวิทยาที่เกิดขึ้น

2.4 การปรับเทียบแบบจำลอง นำข้อมูลปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยระหว่างการตรวจวัดกับแบบจำลอง SWAT มาทำการตรวจสอบความมั่นใจ โดยค่าทางสถิติที่ใช้ตรวจสอบได้แก่ **ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์** (Correlation Coefficient; r) และค่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Nash-Sutcliffe Efficiency; NSE) ซึ่งค่าทางสถิติที่ได้จากการตรวจสอบสามารถอธิบายความแตกต่างระหว่างข้อมูลการตรวจวัดกับข้อมูลที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันหรือแตกต่างกันอย่างไร รวมทั้งสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในแบบจำลอง SWAT ให้มีความเหมาะสมเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความสอดคล้องหรือใกล้เคียงกับการตรวจวัด ซึ่งทำให้การประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยมีความมั่นใจและน่าเชื่อถือ

3. การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลุ่มน้ำห้วยหมาไนเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารตามมติคณะรัฐมนตรีโดยกำหนดเป็นพื้นที่ชั้นที่ 2 ซึ่งเหมาะต่อการเป็นต้นน้ำลำธาร แต่สามารถใช้เพื่อประโยชน์ที่สำคัญอย่างอื่นได้ เช่น การทำเหมืองแร่ กิจกรรมป่าไม้ เป็นต้น แต่ต้องควบคุมวิธีการปฏิบัติในการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเข้มงวดกวดขัน และการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกิจกรรมทางด้านเกษตรกรรมควรหลีกเลี่ยงอย่างเด็ดขาด แต่ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่เหมาะสม โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณร้อยละ 91 ของลุ่มน้ำ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำทั้งปริมาณ คุณภาพ ช่วงเวลาการไหล และการชะล้างพังทลายของดินที่เสื่อมโทรมลง ดังนั้น การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้สำหรับวางแผนพัฒนาและบริหารจัดการพื้นที่ต้นน้ำ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการลดผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย จากข้อจำกัดของลุ่มน้ำห้วยหมาไนจึงได้มีการกำหนดรูปแบบ/แนวทางการจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินดังนี้

4.1 จำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ซึ่งกำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ ดังนั้น จึงกำหนดให้มีป่าไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของลุ่มน้ำห้วยหมาไน โดยกำหนดจากพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลสูงสุดแล้วลดระดับความสูงลงมาจนกระทั่งได้พื้นที่ป่าไม้ประมาณร้อยละ 40 ของลุ่มน้ำ และพื้นที่ส่วนที่เหลือให้คงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสภาพเดิม

4.2 จำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินตามมติคณะรัฐมนตรี เรื่องการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งลุ่มน้ำห้วยหมาไนอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 กำหนดให้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารและให้ใช้พื้นที่ในกิจกรรมป่าไม้ เหมืองแร่ แต่ต้องควบคุมวิธีการปฏิบัติในการใช้ที่ดินอย่างเข้มงวดกวดขัน และการใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมทางด้านเกษตรกรรมควรหลีกเลี่ยงอย่างเด็ดขาด ดังนั้น จึงได้จำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินให้ทั้งลุ่มน้ำปกคลุมด้วยพื้นที่ป่าไม้

การศึกษาครั้งนี้ได้จัดทำแผนผังสรุปขั้นตอนและกระบวนการในการดำเนินงานให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ดังนี้ (Figure 3)

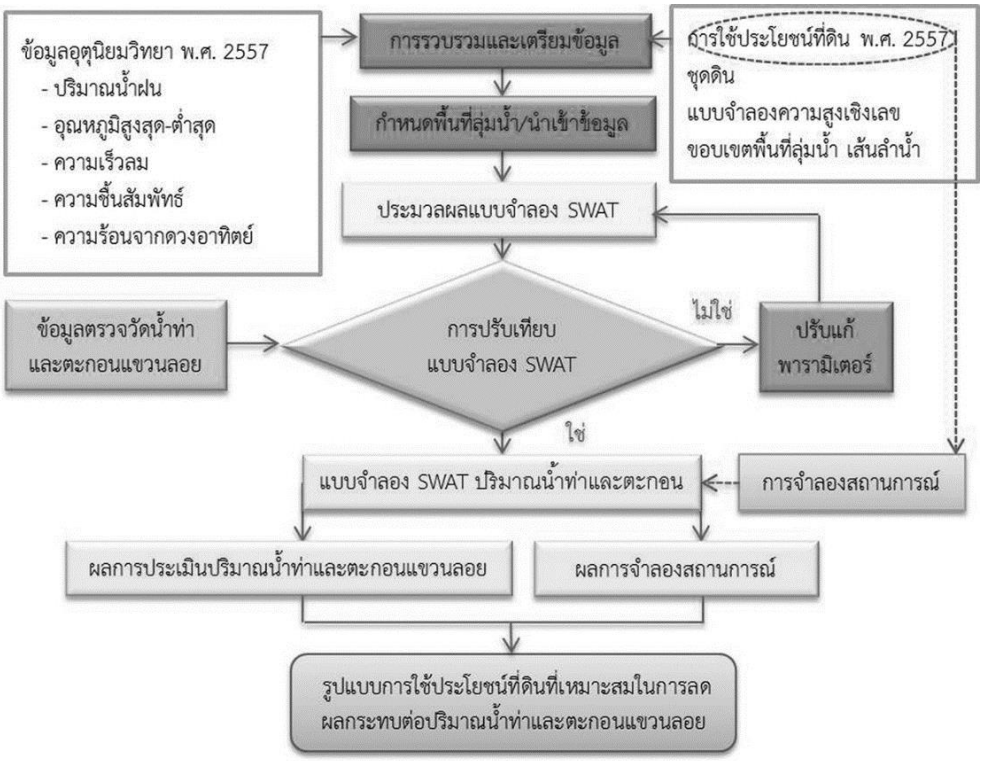


Figure 3 Schematic diagram of the study.

ผลและวิจารณ์

1. การตรวจวัดปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำห้วยหมาไน

การตรวจวัดข้อมูลในลุ่มน้ำห้วยหมาไนปี พ.ศ. 2557 พบว่า ปริมาณน้ำฝน 1,114.0 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่า 438.7 มิลลิเมตร (ร้อยละ 39.38 ของปริมาณน้ำฝน) ปริมาณตะกอนแขวนลอย 20.543 ตันต่อเฮกตาร์ เดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนแขวนลอยมากที่สุดเท่ากับ 289.2, 159.1 มิลลิเมตร และ 8.772 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ เดือนมกราคมและธันวาคมไม่มีฝนตก ในช่วงเดือนธันวาคม-เมษายนไม่มีน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย (Table 1) ฤดูแล้งช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน พบว่า มีปริมาณน้ำท่า 0.5 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.11 ของปริมาณน้ำท่า และในฤดูฝนช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคมมีปริมาณน้ำท่า 438.2 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 99.89 ของปริมาณน้ำท่า ซึ่งน้ำท่ามีมากช่วงฤดูฝนแต่ช่วงฤดูแล้งกลับมีปริมาณน้ำน้อยมาก เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กมีความลาดชันค่อนข้างสูงประกอบกับพื้นที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทำการเกษตรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การปกคลุมพื้นที่ของพืชเกษตรเกิดได้ช้าตามการเจริญเติบโตของพืชและขาดความต่อเนื่อง ทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินสูงขึ้นและน้ำไหลซึมลงดินเกิดขึ้นได้น้อยลง ส่งผลให้การเก็บกักน้ำไว้ในดินลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณรงค์ (2526) ที่พบว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินเกษตรกรรม ทำให้สัดส่วนการให้น้ำในลำธารช่วงฤดูฝนมากขึ้นและช่วงฤดูแล้งน้อยลง

Table 1 Observed rainfall, discharge, and sediment yield of Huai Maa Nai watershed.

Month	Rainfall (mm)	Discharge (mm)	Sediment Yield (tons/ha)
Jan.	0.0	0.0	0.000
Feb.	3.0	0.0	0.000
Mar.	55.2	0.0	0.000
Apr.	51.0	0.0	0.000
May	104.8	10.6	0.382
Jun.	225.4	61.7	4.745
Jul.	176.2	96.5	3.250
Aug.	289.2	159.1	8.772
Sep.	130.2	96.1	3.353
Oct.	53.4	14.2	0.040
Nov.	25.6	0.5	0.001
Dec.	0.0	0.0	0.000
Total	1,114.0	438.7	20.543

2. การประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยด้วยแบบจำลอง SWAT

การศึกษาพบว่า การกำหนดลุ่มน้ำห้วยหมาไนด้วยแบบจำลอง SWAT ซึ่งลุ่มน้ำถูกแบ่งออกเป็น 8 ลุ่มน้ำย่อย และมีหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRUs) จำนวน 78 HRUs โดยลุ่มน้ำย่อยที่มีขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ตอนบนของพื้นที่คือ ลุ่มน้ำย่อยที่ 5 มีขนาด 18.77 เฮกตาร์ หรือเท่ากับ 117.31 ไร่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 429-494 เมตร มีความลาดชันเฉลี่ยร้อยละ 24.68 ส่วนลุ่มน้ำย่อยที่มีขนาดเล็กที่สุดคือ ลุ่มน้ำย่อยที่ 3 มีขนาดลุ่มน้ำ 3.23 เฮกตาร์ หรือเท่ากับ 20.19 ไร่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 401-443 เมตร มีความลาดชันเฉลี่ยร้อยละ 20.33 โดยปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยจะไหลมารวมกันที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 8 ซึ่งเป็นจุดน้ำไหลออกของลุ่มน้ำห้วยหมาไน (Figure 4 and Table 2)

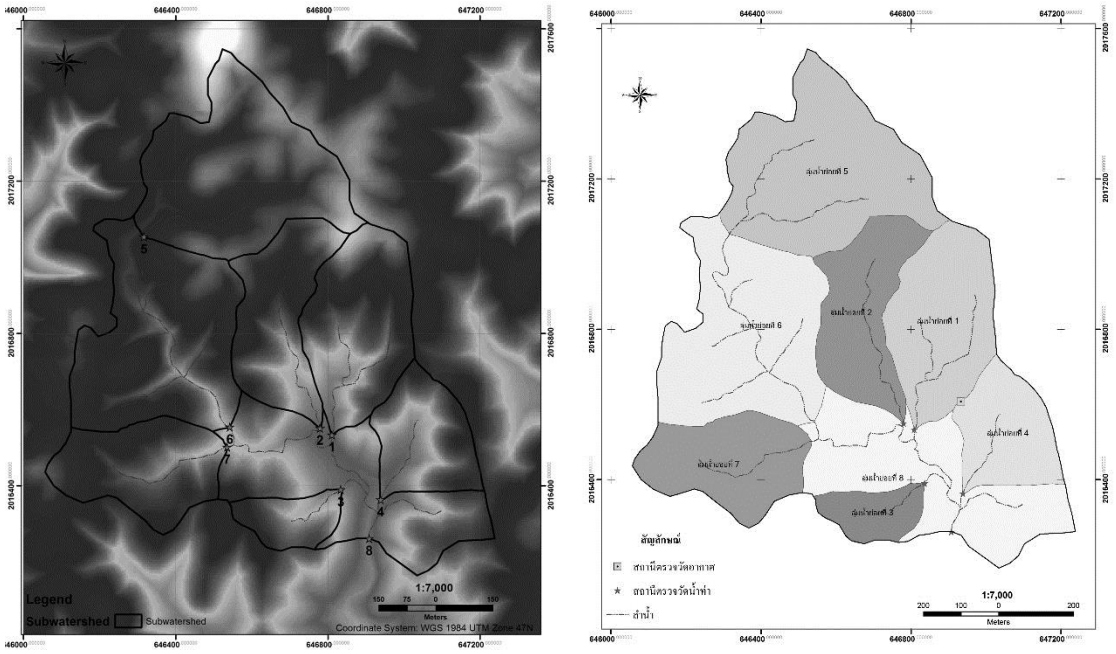


Figure 4 Watershed classifications in Huai Maa Nai watershed

Table 2 Sub-watershed characteristics in Huai Maa Nai watershed

Sub-watershed	Area		Elevation (m.MSL)		Stream length (m)	Boundary (m)	Slope (%)
	ha	rai	min.	max.			
1	11.81	73.81	396	481	647	1385	20.74
2	9.59	59.94	397	481	500	1561	25.39
3	3.23	20.19	401	443	173	781	20.33
4	7.12	44.5	390	438	248	1116	24.3
5	18.77	117.3	429	494	762	2010	24.68
6	18.36	114.8	413	464	1307	2005	19.09
7	9.33	58.31	412	460	352	1293	24.15
8	14.95	93.44	389	443	1146	2543	24.47

การปรับเทียบค่าปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำห้วยหมาไน จากการประเมินด้วยแบบจำลอง SWAT กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริง โดยปรับเทียบจากข้อมูลรายวันเริ่มตั้งแต่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ถึง 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 พบว่า ปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดและจากแบบจำลอง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.90 หมายความว่า ผลที่ได้มีความสัมพันธ์กันหรือใกล้เคียงกันมาก และค่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง (NSE) เท่ากับ 0.79 หมายความว่า แบบจำลองสามารถคาดคะเนค่าได้ค่อนข้างแม่นยำ ซึ่งจากเส้นแนวโน้มเห็นได้ว่าปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดมีปริมาณมากกว่าจากแบบจำลอง SWAT เนื่องจากเส้นแนวโน้มมีทิศทางเอนเอียงมาทางการตรวจวัด ส่วนการปรับเทียบค่าปริมาณตะกอนแขวนลอย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.90 และค่าประสิทธิภาพของแบบจำลอง (NSE) เท่ากับ 0.70 จากเส้นแนวโน้มเห็นได้ว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจากการตรวจวัดมีปริมาณน้อยกว่าจากแบบจำลอง SWAT เนื่องจากเส้นแนวโน้มมีทิศทางเอนเอียงมาทางแบบจำลอง SWAT ซึ่งผลการปรับเทียบอยู่ในระดับที่น่าพอใจ (Figure 5)

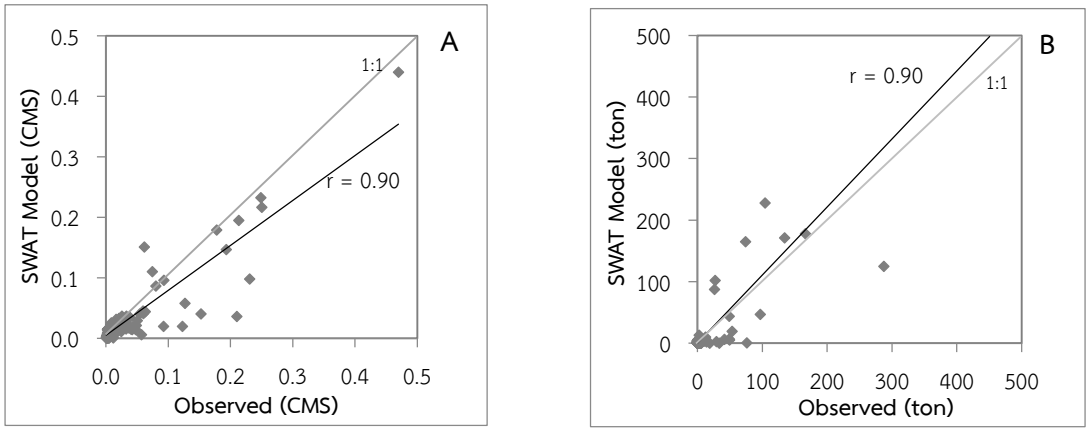


Figure 5 The relationship of observed and simulated data (A) discharge. (B) suspended sediment.

จากการปรับเทียบปริมาณน้ำท่า พบว่า พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณน้ำท่ามากที่สุดคือ ค่าการไหลบ่าของน้ำผิวดิน Curve Number (CN) เป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับการจัดการพื้นที่และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยได้ทำการปรับให้มีค่าลดลง 2 จากค่าเดิม รองลงมาคือค่าการระเหยน้ำจากดิน (ESCO) ได้ทำการปรับให้มีค่าลดลง 0.09 จากค่าเดิม ค่าการไหลด้านข้างใต้ผิวดิน (SOL_K) ได้ทำการปรับให้มีค่าเพิ่มขึ้น 13 จากค่าเดิม และค่าปริมาณน้ำที่ดินสามารถเก็บน้ำไว้ได้ (SOL_AWC) ได้ทำการปรับให้มีค่าเพิ่มขึ้น 0.01 จากค่าเดิม ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับโอฬาร (2548) ได้ศึกษาวิเคราะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง พบว่า การปรับแก้พารามิเตอร์ต่างๆ จากค่าเริ่มต้นของแบบจำลอง SWAT พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวระดับสูงคือ ค่า Curve Number (CN) รองลงมาคือค่าปริมาณน้ำที่ดินสามารถเก็บน้ำไว้ได้ (SOL_AWC) และค่าการระเหยจากผิวดิน (ESCO)

Table 3 Parameter adjustment for streamflow in Huai Maa Nai watershed

No.	Parameter	Details	Adjustable range	Adjusted value
1	CN	Initial SCS runoff curve number	50 - 90	- 2
2	ESCO	Soil evaporation compensation	0 - 1	- 0.09
3	SOL_K	Saturated hydraulic conductivity	0 - 100	+ 13
4	SOL_AWC	Available water capacity of the soil layer	0 - 1	+ 0.01

จากการปรับเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอย พบว่า พารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยมากที่สุดเป็นพารามิเตอร์เกี่ยวกับลุ่มน้ำคือ ค่าพารามิเตอร์เส้นตรงของตะกอนในลำน้ำ (SPCON) โดยได้ทำการปรับให้มีค่าเท่ากับ 0.0011 และค่าพารามิเตอร์เอกซ์โพเนนเชียลของตะกอนในลำน้ำ (SPEXP) ทำการปรับให้มีค่าเท่ากับ 1.4 รองลงมาเป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับค่าปัจจัยการปกคลุมของพืช (USLE_C) โดยทำการปรับค่าปัจจัยการปกคลุมของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้มีค่าเท่ากับ 0.1 และค่าปัจจัยความคงทนของดิน (USLE_K) ทำการปรับให้มีค่าเท่ากับ 0.09 (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับธีรวัฒน์ (2554) ได้ศึกษาพารามิเตอร์ที่มีความอ่อนไหวต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยที่สำคัญคือ ค่าพารามิเตอร์เส้นตรงของตะกอนในลำน้ำ (SPCON) ค่าพารามิเตอร์เอกซ์โพเนนเชียลของตะกอนในลำน้ำ (SPEXP) และค่าปัจจัยการปกคลุมของพืช (USLE_C) และสอดคล้องกับรัตนา (2552) ได้ทำการศึกษาค่าดัชนีพืชคลุมดิน (USLE_C) ของสมการ USLE ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในลุ่มน้ำแม่ถาง จังหวัดแพร่ ซึ่งมีค่าสูงสุดในระยะต้นอ่อนเท่ากับ 0.71 และต่ำสุดระยะหลังเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.04 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.18

Table 4 Parameter adjustment for suspended sediment in Huai Maa Nai watershed

No.	Parameter	Details	Adjustable range	Adjusted value
1	SPCON	Linear parameter for calculating the amount of sediment in channel	0.0001 - 0.01	0.0011
2	SPEXP	Exponent parameter for calculating sediment in channel	1 - 1.5	1.4
3	USLE_C	USLE equation land cover/plants (C) factor	0 - 1	0.1
4	USLE_K	USLE equation soil erodibility (K) factor	0 - 1	0.09

การประเมินด้วยแบบจำลอง SWAT ของลุ่มน้ำห้วยหมาไน พบว่า ปริมาณน้ำท่า 498.9 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 44.78 ของปริมาณน้ำฝน และมีปริมาณตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 22.397 ตัน/เฮกตาร์ (Table 5) โดยระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับน้อย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543) ซึ่งปริมาณน้ำท่าจากการประเมินด้วยแบบจำลอง SWAT สูงกว่าการตรวจวัดเท่ากับ 60.1 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.72 และปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงกว่าการตรวจวัดเท่ากับ 1.854 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 9.02 ฤดูแล้งช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนมีปริมาณน้ำท่า 41.1 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.24 ของปริมาณน้ำท่า และฤดูฝนช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคมมีปริมาณน้ำท่า 457.8 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 91.76 ของปริมาณน้ำท่า

Table 5 Modeled discharge and sediment yield of Huai Maa Nai watershed

Month	Discharge (mm)	Sediment Yield (tons/ha)
Jan.	0.0	0.000
Feb.	0.1	0.000
Mar.	4.0	0.031
Apr.	4.1	0.000
May	5.0	0.000
Jun.	58.8	2.108
Jul.	71.0	2.208
Aug.	143.6	11.322
Sep.	125.7	5.961
Oct.	53.7	0.767
Nov.	26.8	0.000
Dec.	6.1	0.000
Total	498.9	22.397

3. การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยหมาไน เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยด้วยแบบจำลอง SWAT สำหรับเป็นแนวทางในการลดผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำห้วยหมาไน ผลการศึกษาพบว่า

สถานการณ์จำลองที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ซึ่งกำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ โดยได้จำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยหมาไนเป็นป่าเบญจพรรณ 245.5 ไร่ คิดเป็น

ร้อยละ 42.1 ของพื้นที่ พื้นที่ส่วนที่เหลือมีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบเดิมคือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง และไม้ผล เท่ากับ 321.3, 8.2 และ 7.5 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 55.2, 1.4 และ 1.3 ของพื้นที่ ตามลำดับ พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 489.0 มิลลิเมตร หรือร้อยละ 43.90 ของปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 17.569 ตัน/เฮกตาร์ ฤดูแล้ง พบว่า มีปริมาณน้ำท่า 45.7 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 9.35 ของปริมาณน้ำท่า และฤดูฝนพบว่า มีปริมาณน้ำท่า 443.3 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 90.65 ของปริมาณน้ำท่า

สถานการณ์จำลองที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามมติคณะรัฐมนตรีเรื่องการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งลุ่มน้ำห้วยหมาไนอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 กำหนดให้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารโดยให้มีพื้นที่ป่าไม้เต็มพื้นที่พบว่า ปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 476.6 มิลลิเมตร หรือร้อยละ 42.78 ของปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 15.248 ตัน/เฮกตาร์ ฤดูแล้งพบว่า มีปริมาณน้ำท่า 52.1 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.93 ของปริมาณน้ำท่า และฤดูฝนพบว่า มีปริมาณน้ำท่า 424.8 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 89.07 ของปริมาณน้ำท่า (Figure 6 และ Table 6)

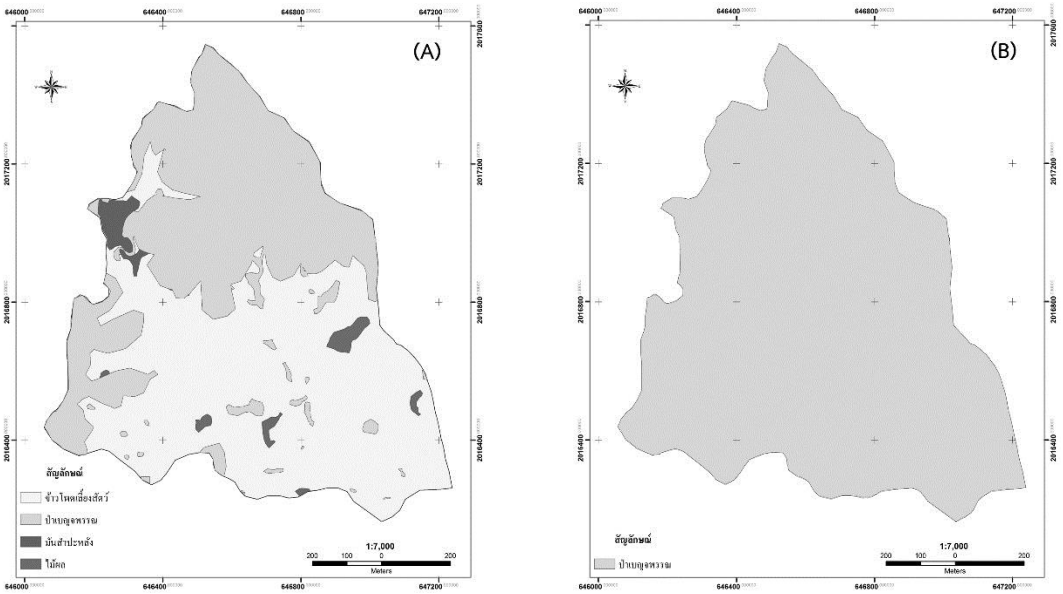


Figure 6 The proposed scenarios of land use planning applied to Huai Maa Nai watershed, scenario (A) 42% of forest covers, scenario (B) 100% of forest cover.

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าของสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2557 และการจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ ซึ่งสถานการณ์จำลองที่ 1 พบว่า ฤดูแล้งปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.19 ฤดูฝนปริมาณน้ำท่าลดลงร้อยละ 3.17 และทั้งปีมีปริมาณน้ำท่าลดลงร้อยละ 1.98 ส่วนสถานการณ์จำลองที่ 2 พบว่า ฤดูแล้งปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 26.76 ฤดูฝนมีปริมาณน้ำท่าลดลงร้อยละ 7.27 และทั้งปีมีปริมาณน้ำท่าลดลงร้อยละ 4.47 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิชา (2523) พบว่า พื้นที่ป่าดิบแล้งธรรมชาติเมื่อถูกเปลี่ยนไปใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่เกษตรกรรมจะทำให้ปริมาณน้ำในลำธารเพิ่มขึ้นแต่มีระยะเวลาการไหลของน้ำในลำธารสั้นลง ดังนั้น เมื่อมีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงเล็กน้อย เนื่องจากการใช้น้ำของพืชพรรณเพื่อรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ รวมทั้งการสูญเสียจากการคายระเหยน้ำของพืช แต่สามารถเพิ่มระยะเวลาการไหลของน้ำในลำธารได้นานขึ้นโดยเฉพาะช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากการซึมน้ำลงสู่ดินชั้นล่างเกิดขึ้นได้ดีสามารถเก็บน้ำไว้ในดินได้มากขึ้นและเกิดการไหลซึมในดินจนกระทั่งไหลลงสู่ลำธาร แม้แต่ในช่วงที่ไม่มีฝนตกหรือฝนทิ้งช่วงแต่มีปริมาณน้ำท่าที่ยังคงไหลอยู่ในลำธาร ซึ่งโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบลุ่มน้ำที่มีความสมดุลขึ้น ทำให้การทำหน้าที่ของระบบลุ่มน้ำดีขึ้น คือ การให้น้ำทั้งปริมาณน้ำที่เพียงพอ คุณภาพเหมาะสม และเวลาการไหลในลำธารอย่างสม่ำเสมอ (เกษม, 2544)

Table 6 Discharge and sediment yield values under land use planning scenarios applied to Huai Maa Nai watershed

Month	42% of forest cover		100% of forest cover	
	Discharge (mm)	Sediment Yield (tons/ha)	Discharge (mm)	Sediment Yield (tons/ha)
Jan.	0.0	0.000	0.0	0.000
Feb.	0.1	0.000	0.1	0.000
Mar.	3.6	0.002	3.6	0.000
Apr.	4.1	0.000	4.5	0.000
May	5.0	0.000	5.5	0.000
Jun.	47.3	1.641	32.9	0.903
Jul.	65.4	1.655	58.9	1.618
Aug.	135.5	7.500	123.7	5.397
Sep.	130.7	5.799	137.2	5.950
Oct.	59.4	0.945	66.3	1.237
Nov.	29.8	0.028	33.6	0.143
Dec.	8.1	0.000	10.3	0.000
Total	489.0	17.570	476.6	15.248

สรุป

การตรวจวัดข้อมูลในลุ่มน้ำห้วยหมาไนปี พ.ศ. 2557 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำฝน 1,114.0 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่า 438.8 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.39 ของปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนแขวนลอย 20.543 ตันต่อเฮกตาร์ การประเมินด้วยแบบจำลอง SWAT พบว่า ปริมาณน้ำท่า 498.7 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 44.77 ของปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนแขวนลอย 22.397 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยสูงกว่าการตรวจวัดเท่ากับ 60.1 มิลลิเมตร และ 1.854 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 13.72 และ 9.02 ตามลำดับ ผลการปรับเทียบแบบจำลองอยู่ในระดับที่น่าพอใจโดยปริมาณน้ำท่าพบว่า r และ NSE มีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.79 และปริมาณตะกอนแขวนลอยพบว่า r และ NSE มีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.70 ตามลำดับ

การจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำห้วยหมาไน เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยด้วยแบบจำลอง SWAT สำหรับเป็นแนวทางในการลดผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำห้วยหมาไน สถานการณ์จำลองที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ซึ่งกำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ โดยได้จำลองการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยหมาไนเป็นป่าเบญจพรรณร้อยละ 42.1 ของพื้นที่ พบว่า มีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 489.0 มิลลิเมตร หรือร้อยละ 43.90 ของปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 17.569 ตัน/เฮกตาร์ ฤดูแล้งมีปริมาณน้ำท่า 45.7 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 9.35 ของปริมาณน้ำท่า และฤดูฝน มีปริมาณน้ำท่า 443.3 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 90.65 ของปริมาณน้ำท่า สถานการณ์จำลองที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินตามมติคณะรัฐมนตรีเรื่องการกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งลุ่มน้ำห้วยหมาไนอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 2 กำหนดให้เป็นแหล่งต้นน้ำธาร พบว่า ปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 476.6 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 42.78 ของปริมาณน้ำฝน และปริมาณตะกอนแขวนลอยเท่ากับ 15.248 ตัน/เฮกตาร์ ฤดูแล้งมีปริมาณน้ำท่า 52.1 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.93 ของปริมาณน้ำท่า และฤดูฝนมีปริมาณน้ำท่า 424.8 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 89.07 ของปริมาณน้ำท่า การมีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณน้ำท่าลดลงเล็กน้อย เนื่องจากการสูญเสียน้ำจากการคายระเหยน้ำของพืช

และเพื่อรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ แต่สามารถเพิ่มระยะเวลาการไหลของน้ำในลำธารได้นานขึ้นในช่วงฤดูแล้ง และทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยลดลงด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถานีวิจัยต้นน้ำยม กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศฝรั่งเศส (Institute of Research for Development; IRD) ที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนด้านเครื่องมืออุปกรณ์ในการตรวจวัดข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เกษม จันทร์แก้ว. 2544. **การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**,** กรุงเทพฯ.

ณรงค์ มหรรณพ. 2526. **ศักยภาพการให้น้ำท่าของลุ่มน้ำบนภูเขาที่มีการใช้ที่ดินแบบต่างๆ บริเวณทุ่งจ๊อ และดอยปุย เชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีรวัฒน์ สุวรรณเลิศเจริญ. 2554. **การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ในการประเมินปริมาณน้ำท่า และตะกอนแขวนลอยจากพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก: กรณีศึกษา ลุ่มน้ำย่อยแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัณฑิตา ขันติสิทธิ์ และอรอนงค์ วรรณราช. 2557. **เอกสารประกอบการอบรมการใช้โปรแกรม ARCSWAT 2012.** คณะกรรมาธิการแม่น้ำโขง กรมทรัพยากรน้ำ, กรุงเทพฯ.

ปราโมท พลพณะนาวี. 2554. **หลักการคำนวณปริมาณน้ำผ่านอาคารชลประทาน.** กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

รัตนา ไกรนรา. 2552. **ดัชนีพืชคลุมดิน และดัชนีพืชคลุมดินร่วมกับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่สัมพันธ์กับระยะการเจริญเติบโตของพืช ในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชา นิยม. 2523. **ลักษณะน้ำไหลในลำธารจากพื้นที่ป่าไม้และไร่เลื่อยลอยบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โอฬาร เวศอุไร. 2548. **ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนโดยใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Neitsch, S.L., J.G. Arnold, J.R. Kiniry and J.R. Williams. 2009. **Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009.** Texas Water Resources. Texas, USA.

การสร้างสมการอย่างง่ายเพื่อประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย บริเวณคลองระบายน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Development of simple equation to Estimate Suspended Sediment in Drainage Canal of Kasetsart University

สโรชา คุ้มพงษ์พันธุ์[1] และ **นฤมล แก้วจำปา**[1*]

Sarocha Kumpongpan[1] and **Naruemol Kaewjampa**[1*]

[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **ffornmk@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การสร้างสมการเพื่อประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยในคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลา 9.00 – 11.00 น. ทั้งหมด 15 จุด ตามคลองระบายน้ำ 4 เส้นทาง ตรวจวัดปริมาณของแข็งละลายน้ำด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหัวรวม ค่าความขุ่น ด้วยเครื่องวัดความขุ่น และวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย ด้วยวิธีการมาตรฐาน APHA (1992) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น และสร้างสมการอย่างง่ายเพื่อประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษาพบว่า ค่าปริมาณของแข็งละลายน้ำอยู่ระหว่าง 0.304 – 0.381 กรัมต่อลิตร ค่าความขุ่นอยู่ระหว่าง 9.10 – 37.23 NTU และปริมาณตะกอนแขวนลอยอยู่ระหว่าง 0.0108 – 0.0382 กรัมต่อลิตร โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับความขุ่นมากที่สุด (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.586) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอย และความขุ่น และสมการที่ใช้ประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยคือ SS = 0.011 + 0.001(Tur) - 0.024(TDS) ค่า R^2 เท่ากับ 0.351 รองลงมาได้แก่ สมการ SS = 0.003 + 0.001(Tur) ค่า R^2 เท่ากับ 0.344 โดยทั้งสองสมการสามารถใช้ประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยในระดับที่ยอมรับได้

คำสำคัญ : ตะกอนแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ ความขุ่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ABSTRACT

The study on developing equation to estimate suspended sediment was carried out in drainage canals, Kasetsart University. Fifteen samples along the main 4 routes of the drainage canal were collected. Total dissolved solids (TDS) and turbidity were measured using multiple probe and turbidity meter. Suspended sediment (SS) was analyzed using APHA standard methods (1992). The relationship between suspended sediment, turbidity and total dissolved solid was determined, and a simple equation to estimate suspended sediment was created using multiple regression analysis. The results showed that total dissolve solid ranged from 0.304 - 0.381 g/L, turbidity ranged from 9.10 - 37.23 NTU and suspended sediments ranged from 0.0108 - 0.0382 g/L. The analysis suggested that suspended sediment was highly correlated to turbidity with the correlation coefficient of 0.586. Whereas, total dissolve solid did not show coloration to suspended sediment and turbidity. The study suggested equation to estimate suspended sediment as SS = 0.011 + 0.001 (Tur) - 0.024 (TDS) with the R^2 = 0.351, and SS = 0.003 + 0.001 (Tur) with R^2 = 0.344. The study also indicated that both equations could be reliable for the estimation of suspended sediment.

Keywords: Suspended sediment, Total dissolve solids, Turbidity, Kasetsart University

คำนำ

ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญและจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดและยังเป็นทรัพยากรที่มนุษย์ใช้ในการดำเนินชีวิตทั้งในด้าน การอุปโภค บริโภค การเกษตร และเป็นแหล่งพลังงาน (ณัฐพล, 2559) แต่ปัจจุบันปัญหาด้านทรัพยากรน้ำที่เกิดขึ้นอย่างแพร่หลายและได้รับความสนใจ คือการปนเปื้อนของน้ำ เนื่องจากประชากรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น การใช้ประโยชน์และการปลดปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณมากขึ้น เช่น น้ำเสียจากครัวเรือน โรงงานอุตสาหกรรม และการทิ้งขยะมูลฝอยลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น ทำให้ปัญหามีความรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะปัญหาการปนเปื้อนของตะกอนแขวนลอยในน้ำ ซึ่งสิ่งปนเปื้อนในน้ำมีทั้งส่วนที่เป็น ก๊าซ ของแข็ง และของเหลว โดยในที่นี้จะกล่าวถึงส่วนที่เป็นของแข็ง โดยของแข็งในน้ำแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ส่วนที่หนึ่งคือของแข็งละลายน้ำ ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ และสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งนิยมตรวจวัดในดัชนีของแข็งละลายน้ำ และส่วนที่สองคือ ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (ตะกอนทั้งหมด) จะประกอบด้วย ตะกอนท้องน้ำ และตะกอนแขวนลอย ดัชนีที่นิยมใช้ตรวจวัด คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอย และความขุ่น ซึ่งตะกอนแขวนลอยนี้จะเข้าไปขัดขวางทางเดินของแสง ส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช การแลกเปลี่ยนออกซิเจน เป็นเหตุให้น้ำเน่าเสีย เกิดความสกปรก สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (Brown, Lemay, and Burston, 2005) ดังนั้น ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจึงเป็นหนึ่งในดัชนีที่ทำให้ทราบถึงคุณภาพน้ำ แต่ในการตรวจวัดทำได้ยาก เนื่องจากต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูง การศึกษาครั้งนี้จึงใช้วิธีการทางอ้อมในการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยอาศัยดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับตะกอนแขวนลอย ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น เนื่องจากมีการตรวจวัดได้ง่ายด้วยเครื่องมือตรวจวัดภาคสนาม

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน มีคลองระบายน้ำกระจายอยู่ทั้งภายในและโดยรอบมหาวิทยาลัย เป็นแหล่งรองรับน้ำที่ผ่านการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การศึกษาวิจัย น้ำจากโรงอาหาร น้ำจากหอพักของนิสิต เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ทำให้คุณภาพแย่ลง ตะกอนแขวนลอยเป็นหนึ่งตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงการมีสิ่งปนเปื้อนในน้ำ แต่การตรวจวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยทำได้ยาก ต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้น เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น ทำให้สามารถวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนแขวนลอยได้ (อรณิชา, 2553) เพราะการตรวจวัดค่าของแข็งละลายน้ำและค่าความขุ่นเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำเบื้องต้นที่ต้องตรวจวัดอยู่แล้ว และทำได้ง่ายด้วยการตรวจวัดจากเครื่องมือภาคสนาม ดังนั้นการหาค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยวิธีการทางอ้อมจากความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ดัชนีจึงเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวกรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น และ 3) หาสมการการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยใช้ค่าของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น สำหรับพื้นที่คลองระบายน้ำ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และศึกษารูปแบบของกิจกรรมการใช้ประโยชน์น้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมทั้งจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่และเส้นทางคลองระบายน้ำภายในมหาวิทยาลัย โดยใช้แผนที่สภาพภูมิประเทศเป็นแผนที่ฐาน

2. การเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

2.1 จุดเก็บตัวอย่าง

กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง และแสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้ โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เลือกคลองระบายน้ำที่มีความยาวต่อเนื่องกัน 4 เส้น และกำหนดวางจุดเก็บตัวอย่างให้มีระยะห่าง

200 เมตร โดยมีจำนวนจุดตัวอย่าง 15 จุด บันทึกพิกัดของจุดเก็บตัวอย่าง (Figure 1) และเก็บตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้ง ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2561

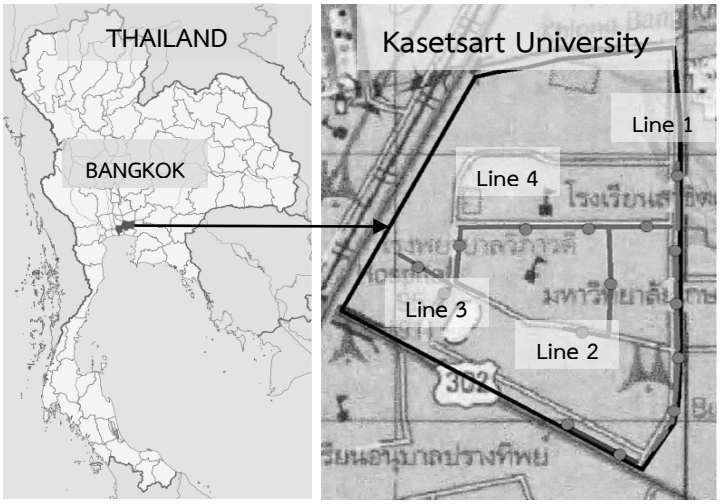


Figure 1 Water sampling points in the drainage canal of Kasetsart University, Bangkok of Thailand.

2.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ (ภาคสนาม ห้องปฏิบัติการ)

การตรวจวัด และเก็บตัวอย่างภาคสนาม ตรวจวัดค่าของแข็งละลายน้ำ ด้วยเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำภาคสนามแบบหัวรวม (Multiple probe) และเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ค่าความขุ่น และตะกอนแขวนลอย โดยเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab sampling) ใส่ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1,000 มิลลิลิตร จากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่กำหนดไว้ ทำการบันทึกรายละเอียดพร้อมติดฉลากที่ขวดเก็บตัวอย่าง (Figure 2)

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ค่าความขุ่น ด้วยเครื่องมือตรวจวัดความขุ่น (Turbidity meter) และวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอย ตามวิธีการมาตรฐาน APHA (1992) จากนั้นทำการคำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอย ดังสมการที่ (1)

$$SS = (A - B) \times 1000/C \quad (1)$$

เมื่อ SS = ปริมาณตะกอนแขวนลอย (mg/L)

A = น้ำหนักกระดาษกรองและตะกอนแขวนลอย (mg)

B = น้ำหนักของกระดาษกรอง (mg) C = ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (mg)



Figure 2 Total dissolve solid measurement using multiple probe and water samples collected.

2.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และสร้างสมการ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์สถิติ SPSS (IBM, 2552) โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation analysis) โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ ปริมาณตะกอนแขวนลอย ค่าของแข็งละลายน้ำ และค่าความขุ่น

สร้างสมการเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย จากค่าของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression)

ผลและวิจารณ์

1. ความผันแปรของปริมาณของแข็งละลายน้ำ ความขุ่น และตะกอนแขวนลอย

1.1 ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolve solid)

ผลการศึกษาค่าของแข็งละลายน้ำ ในคลองระบายน้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 พบว่า มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคมเนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนตกอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนพฤศจิกายน เนื่องจากมีฝนตกหนัก รวมทั้งยังมีการก่อสร้างบริเวณคณะสังคมศาสตร์ ทำให้ของแข็งละลายน้ำเพิ่มสูงขึ้น (Figure 4) โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกจุดวัด เท่ากับ 0.392 กรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 0.304 กรัมต่อลิตร เนื่องจากเป็นจุดตรวจวัดที่อยู่บริเวณสนามกีฬา เป็นคลองระบายน้ำที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อย ประกอบกับในคลองมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ จึงทำให้เกิดการฟอกตัวตามธรรมชาติ จากการนำธาตุอาหารในรูปของแข็งละลายน้ำไปใช้โดยสิ่งมีชีวิต และจากกระบวนการทางเคมีอื่นๆ (วิลาวัณย์ และ รัตนาภรณ์, 2557) ในขณะที่จุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 0.381 กรัมต่อลิตร เนื่องจากเป็นจุดตรวจวัดที่อยู่บริเวณคณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นคลองระบายที่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นอยู่ริมคลองระบายน้ำ ทำให้มีปริมาณอินทรียวัตถุจากซากใบไม้ที่ร่วงหล่นลงในคลองปะปนอยู่จำนวนมาก จึงเกิดการเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ไปอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำ โดยกระบวนการย่อยและเปลี่ยนรูปของสารในน้ำ (วิลาวัณย์ และ รัตนาภรณ์, 2557) (Table 1) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ที่กำหนดปริมาณของแข็งละลายน้ำไว้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าของแข็งละลายน้ำไม่เกินค่าเกณฑ์มาตรฐาน

1.2 ความขุ่น (Turbidity)

ผลการศึกษาความขุ่น พบว่า ค่าความขุ่นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนที่มีฝนตกลงสู่คลองระบายน้ำ รวมทั้งยังมีเศษซากขยะ เศษอาหารที่เป็นอีกหนึ่งตัวการที่ทำให้ค่าความขุ่นเพิ่มสูงขึ้น (Figure 5) โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกจุดวัด เท่ากับ 17.21 NTU ค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 9.10 NTU เนื่องจากเป็นจุดตรวจวัดที่อยู่บริเวณประตูงามวงค์วาน 2 เป็นคลองระบายน้ำที่มีระดับน้ำตื้นเขิน มีอัตราการไหลของน้ำต่ำทำให้ไม่มีการฟุ้งกระจายของสารแขวนลอย ในขณะที่จุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 37.23 NTU เนื่องจากเป็นจุดตรวจวัดที่อยู่บริเวณสำนักกีฬา เป็นคลองระบายน้ำที่มีขนาดกว้าง ริมตลิ่งไม่มีการป้องกันการชะล้างพังทลาย และยังมีการติดตั้งกังหันบำบัดน้ำเสีย จึงทำให้มีปริมาณสารแขวนลอยมาก และยังมีกิจกรรมที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของสารแขวนลอย เมื่อแสงส่องผ่านจึงทำให้เกิดการกระจายและดูดกลืนของแสงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่นกว่าในจุดอื่นๆ (อรณิชา, 2553) (Table 1) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ที่กำหนดค่าความขุ่นไว้ไม่เกิน 50 JTU พบว่าค่าความขุ่นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

1.3 ตะกอนแขวนลอย (Suspended Sediment)

ผลการศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอย พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม เนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนตกอย่างต่อเนื่อง และลดลงเล็กน้อยในช่วงเดือนพฤศจิกายน (Figure 6) รวมทั้งยังมีเศษซากขยะ เศษอาหารที่เป็นอีกหนึ่งตัวการที่ทำให้มีปริมาณของแข็งแขวนลอยมาก โดยมี

ค่าเฉลี่ยของทุกจุดวัด เท่ากับ 0.0198 กรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 0.0108 กรัมต่อลิตร เนื่องจากเป็นจุดตรวจวัดที่อยู่บริเวณประตูงามวงค์วาน 2 เป็นคลองระบายน้ำที่มีระดับน้ำตื้นเขินและอัตราการไหลของน้ำต่ำ ทำให้เกิดการตกตะกอนได้มากกว่าจุดอื่นๆ ที่มีอัตราการไหลของน้ำที่สูงกว่า ส่งผลให้มีปริมาณตะกอนแขวนลอยต่ำกว่าจุดอื่นๆ ในขณะที่จุดที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่า เท่ากับ 0.0382 กรัมต่อลิตร เนื่องจากเป็นจุดตรวจวัดที่อยู่บริเวณสำนักกีฬา เป็นคลองระบายน้ำที่มีขนาดกว้าง ริมตลิ่งไม่มีการป้องกันการชะล้างพังทลาย เช่น การสร้างวัสดุกันการกัดเซาะ หรือการปลูกพืชคลุมดิน รวมทั้งดินที่มีลักษณะเป็นดินทราย เกิดการชะล้างพังทลายของดินลงในคลอง ระบายน้ำได้ง่าย รวมทั้งภายในคลองมีการติดตั้งกังหันบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนแขวนลอยมากยิ่งขึ้น (Table 1) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ที่กำหนดปริมาณสารแขวนลอยไว้ไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยพบว่ามีเพียงพื้นที่คลองระบายน้ำบริเวณสำนักกีฬาเท่านั้นที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวมาเล็กน้อย เนื่องจากเป็นคลองระบายน้ำไม่มีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน รวมทั้งดินที่มีลักษณะเป็นดินทราย เกิดการชะล้างพังทลายของดินลงในคลองละบายน้ำได้ง่าย รวมทั้งภายในคลองมีการติดตั้งกังหันบำบัดน้ำเสียทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนแขวนลอยปริมาณมาก

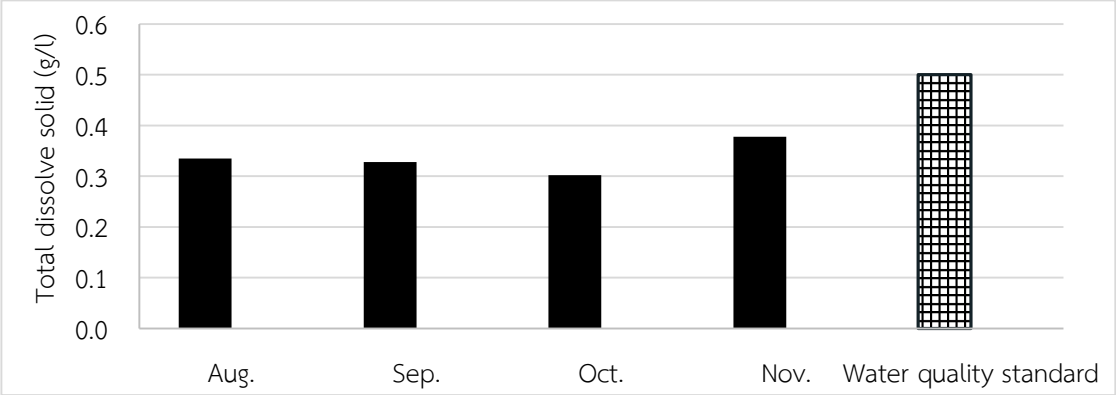


Figure 3 Total dissolve solid value from August to November 2018 of the drainage canals in Kasetsart University.

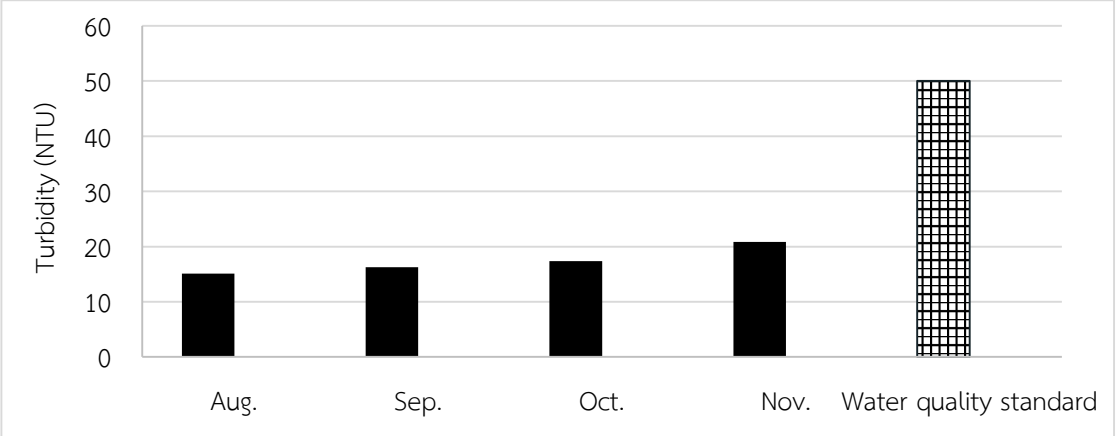


Figure 5 Turbidity value from August to November 2018 of the drainage canals in Kasetsart University.

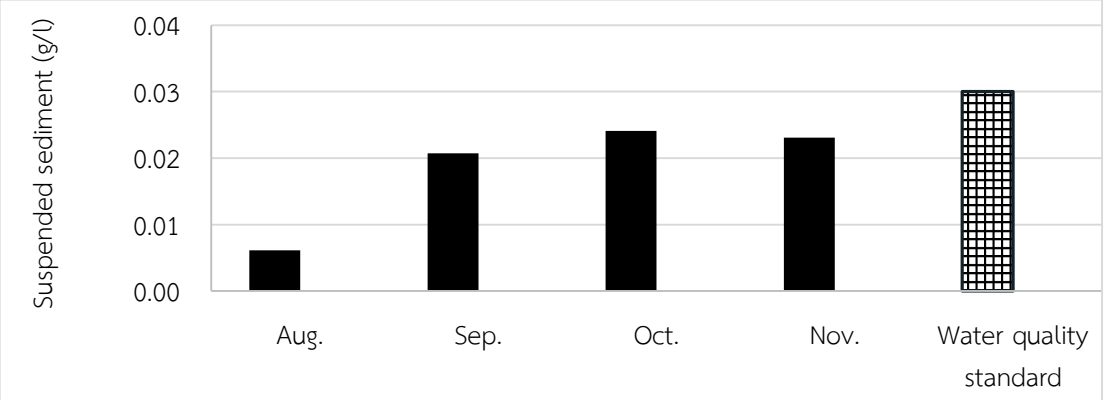


Figure 6 Suspended sediment value from August to November 2018 of the drainage canals in Kasetsart University.

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าความขุ่นในระดับปานกลาง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.586 โดยค่าความขุ่นที่วัดได้เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยมีโอกาสเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความขุ่นเป็นคุณสมบัติของน้ำที่บ่งบอกว่ามีสารแขวนลอยอยู่มากน้อยเพียงใดหากน้ำมีการฟุ้งกระจายของสารแขวนลอยมากจึงทำให้ความขุ่นมีค่ามาก (อรณิชา, 2553) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ DEBORAH J. BALLANTINE (2015) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนแขวนลอยและความขุ่น โดยผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับความขุ่น มีความสัมพันธ์กันในทางบวก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.871 ส่วนปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณของแข็งละลายน้ำ และค่าความขุ่นกับปริมาณของแข็งละลายน้ำไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากของแข็งที่ละลายน้ำเป็นของแข็งที่เป็นส่วนของสารอนินทรีย์ไม่สามารถตกตะกอนได้ง่ายเพราะมีขนาดอนุภาคที่เล็ก แต่ตะกอนแขวนลอยมีขนาดใหญ่กว่าเป็นของแข็งที่สามารถแขวนลอยอยู่ในน้ำได้เมื่อมีแรงพยุงตัวของน้ำ (อรณิชา, 2553) ทั้งนี้ การเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากกว่าของแข็งละลายน้ำจึงทำให้ค่าทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กัน เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งละลายน้ำกับค่าความขุ่นที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากความขุ่นเป็นการตรวจวิเคราะห์สารแขวนลอยในน้ำซึ่งต่างจากปริมาณของแข็งละลายน้ำที่เป็นการตรวจวัดสารที่ละลายอยู่ในน้ำซึ่งเป็นของแข็งส่วนที่แตกต่างกันจึงทำให้ทั้งค่าของแข็งละลายน้ำและค่าความขุ่นไม่มีความสัมพันธ์กัน (Table 2)

Table 1 Total dissolve solid, turbidity and suspended sediment value from drainage canals of Kasetsart University

Location	Site	TDS (g/L)	Turbidity (NTU)	Suspended sediment (g/L)	Remark
Drainage canal line 1	1	0.31	21.85	0.0295	Water quality standard : TDS <500 mg/l (0.5 g/l) : Suspended solid <30 mg/l (0.03 g/l) : Turbidity <50 NTU (Pollution Control Department, 2005)
	2	0.315	26.15	0.0288	
	3	0.31	18.9	0.0232	
	4	0.311	12.42	0.0133	
	5	0.333	14.69	0.0163	
Drainage canal line 2	6	0.319	10.36	0.0128	
	7	0.313	9.1	0.0108	
Drainage canal line 3	8	0.304	18.88	0.0191	
	9	0.33	13.56	0.0184	
Drainage canal line 4	10	0.359	16.9	0.0171	
	11	0.343	11.67	0.0177	
	12	0.331	15.55	0.0201	
	13	0.319	37.23	0.0382#	
	14	0.381	17.17	0.0189	
	15	0.352	13.69	0.0129	

Remark: # exceeding the water standard quality

Table 2 The relationship between suspended sediment, total dissolve solid and Turbidity

Correlation coefficient	Suspended sediment	Total dissolve solid	Turbidity
Suspended sediment	1		
Total dissolve solid	-0.036 ^{ns}	1	
Turbidity	0.586*	0.079^{ns}	1

Remarks: * significant at the 95% confidence level

^{ns} not significant

3. สมการสำหรับประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอย

การศึกษาสมการประเมินตะกอนแขวนลอย โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณที่ใช้ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น บริเวณคลองระบายน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า สมการที่สามารถใช้ในการประเมินปริมาณแขวนลอยได้ในเบื้องต้น คือสมการที่ใช้ทั้งปัจจัย ปริมาณของแข็งละลายน้ำ และปัจจัยความขุ่น มีค่า R^2 สูงสุดเท่ากับ 0.351 โดยมีรูปแบบสมการดังนี้ SS = 0.011 + 0.001(Tur) – 0.024(TDS) + 0.002 รองลงมาคือสมการที่ใช้ปัจจัยความขุ่น มีค่า R^2 เท่ากับ 0.344 มีรูปแบบสมการดังนี้ SS = 0.003 + 0.001(Tur) + 0.003 (Table 3) อย่างไรก็ตามสมการอย่างง่ายที่ได้นี้สามารถยอมรับในการนำไปใช้ประเมินปริมาณตะกอนแขวนลอยได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอย เช่น ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำฝน และฤดูกาล

Table 3 Suspended sediment estimation equation

Equation	Formula	R-Square	Significance
1	SS = 0.003 + 0.001(Tur) + 0.003	0.344	*
2	SS = 0.023 - 0.011(TDS) + 0.009	0.001	ns
3	SS = 0.011 + 0.001(Tur) - 0.024(TDS) + 0.002	0.351	*

Remarks: SS = suspended sediment (g/l), Tur = turbidity (NTU), TDS = total dissolve solid (g/l)

* significant at the 95% confidence level , ^{ns} not significant

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาปริมาณของแข็งละลายน้ำ ความขุ่น และตะกอนแขวนลอย บริเวณคลองระบายน้ำมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 พบปริมาณของแข็งละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.304 – 0.381 กรัมต่อลิตร ความขุ่นมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 9.10 – 37.23 NTU และปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.0108 – 0.0382 กรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง จากอาคารบางประเภทและบางขนาด (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) และเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2521) พบว่าปริมาณของแข็งละลายน้ำ และความขุ่นมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนที่ปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับค่าความขุ่นมากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.586 ส่วนปริมาณของแข็งละลายน้ำไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอย และค่าความขุ่น และเมื่อศึกษาสมการประเมินตะกอนแขวนลอย โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณที่ใช้ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำ และความขุ่น พบว่า สมการประเมินตะกอนแขวนลอยที่มีความสัมพันธ์กัน คือ SS = 0.011 + 0.001(Tur) - 0.024(TDS) +0.002 โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.351

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง**. แหล่งที่มา : http://www.pcd.go.th /info_serv/reg_std_water04.html#s3, 18 สิงหาคม 2561.

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **เกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.** แหล่งที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s3, 18 สิงหาคม 2561.

กรมชลประทาน. 2554. **ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนและรายปี ในลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย 2554**. กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ ส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2551. **คู่มือกำหนดความปลอดภัยของการออกแบบระบบผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ**. สำนักวิจัยค้นคว้าพลังงาน, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2559. **ปัญหาของทรัพยากรน้ำ**. แหล่งที่มา : https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/ envi2/ subwater/subwater.htm, 22 สิงหาคม 2561.

วิลาวัณย์ หาญกล้า และรัตนาภรณ์ ใหมแจ่ม. 2557. **การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในคลองระบายน้ำข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อรณิชา ศรีจนัทร์. 2553. **การประยุกต์ใช้เครื่องวัดความขุ่นในการตรวจวัดปริมาณสารแขวนลอย ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

American Public Health Association. 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater including Sediments and Sludges (18th ed.)**. APHA, Washington DC., USA.

การประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำที่ไม่มีการตรวจวัด โดยใช้สมการอย่างง่าย บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Streamflow Estimation of Ungauged Subwatershed Using Simple Equation in Mae Pan Subwatershed, Mae Chaem District, Chiang Mai Province

จิรนันท์ ธรรมโฆสิต[1] **นฤมล แก้วจำปา**[1*] และ สกุลเดช นันตา[2]

Jiranan Thammakosit[1], **Naruemol Kaewjampa**[1*] and Sakuldeach Nanta[2]

[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

[2]Chiang Mai, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation

*Corresponding Author; E-mail: **ffornmk@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การประเมินปริมาณน้ำท่า โดยใช้สมการอย่างง่าย บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยตรวจวัดปริมาณน้ำท่าด้วยเครื่องมือ current meter และความสูงของระดับน้ำ ด้วยเครื่องมือ staff gauge ในช่วงฤดูน้ำหลาก ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝน จากนั้นสร้างสมการเชิงเส้นอย่างง่ายเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและทำการสอบเทียบสมการที่ได้ ผลการศึกษาพบว่าบริเวณตอนล่างมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันมากกว่าตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 0.47 และ 0.18 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ทั้งตอนบนและล่างมีค่าความสัมพันธ์สูงระหว่างปริมาณน้ำท่ากับความสูงของระดับน้ำมีค่า r เท่ากับ 0.9547 และ 0.9795 ตามลำดับ และพบว่าสมการในการประเมินปริมาณน้ำท่าในตอนบนและตอนล่าง คือ $Q = 20.056H^{1.957}$ และ $Q = 11.754H^{1.771}$ ตามลำดับ เมื่อทำการสอบเทียบประสิทธิภาพของสมการ พบว่าตอนบนและตอนล่าง มีค่า RMSE เท่ากับ 0.0059 และ 0.0005 ตามลำดับ และมีค่าร้อยละความแตกต่างสัมพันธ์ เท่ากับ 18.14 และ 1.66 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าทั้งสองสมการสามารถนำไปใช้ประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำได้ อย่างไรก็ตามสมการนี้เหมาะสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูน้ำหลากเท่านั้น

คำสำคัญ: การประเมินปริมาณน้ำท่า การตรวจวัด สมการอย่างง่าย

ABSTRACT

The estimation of streamflow using simple equation were conducted in Mae Pan subwatershed, Mae Chaem District, Chiang Mai Province. Streamflow and water level were measured using current meter and staff gauge during wet season (August to November, 2018). The relationship between streamflow, water level and rainfall were analyzed. Then, simple linear equation was used for streamflow estimation, and data validation also was conducted. The results showed that average daily streamflow in the lower part of the subwatershed was higher than the upper part with the values of 0.47 and 0.18 MCM, respectively. The relationships between streamflow and water level were high in both upper and lower part of watershed area with r equal to 0.9547 and 0.9795, respectively. The best simple equation for streamflow estimation in upper part and lower part were $Q = 20.056H^{1.957}$ and $Q = 11.754H^{1.771}$, respectively with RMSE equal to 0.0059 and 0.0005, respectively; and percentage relative differences were 18.14 and 1.66, respectively. The results

suggested that both equations can be used for estimating the amount of streamflow in this area. However, this equation is suitable for estimating streamflow only during the wet season.
Keywords: streamflow estimation, gauged, simple equation

คำนำ

น้ำท่าหรือน้ำในลำธารนั้นเกิดจากน้ำฝนโดยตรงและเกิดจากน้ำฝนที่ไหลผ่านลักษณะต่างๆ 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ น้ำไหลหน้าผิวดิน (overland flow) น้ำไหลภายในดิน (interflow) และน้ำไหลใต้ดิน (groundwater flow) (เกษม, 2551) น้ำท่าหรือน้ำในลำธาร เป็นน้ำที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากเป็นน้ำส่วนที่อยู่ในลำน้ำ ลำห้วย ลำธาร ขนาดต่างๆ หรือถูกเก็บกักตามแหล่งน้ำ บนผิวดิน จึงเป็นแหล่งน้ำเพื่อการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลปริมาณน้ำท่ามีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับใช้ในการวางแผนการจัดการน้ำ ช่วยป้องกันปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการไหลหลากของน้ำจนอาจเกิดน้ำท่วม การจะได้ข้อมูลนี้จำเป็นต้องมีการตรวจวัดน้ำในลำธารติดต่อกันอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก การวัดปริมาณน้ำในลำธารหรืออัตราการไหลของน้ำ (discharge) ซึ่งต้องทราบความเร็วของกระแสน้ำและเนื้อที่หน้าตัดของลำน้ำ จึงเป็นเรื่องยากไม่สะดวกในทางปฏิบัติ จึงนิยมวัดระดับความสูงของระดับน้ำซึ่งทำได้ง่ายและสะดวกกว่าแล้วนำข้อมูลไปเปรียบเทียบเป็นปริมาณการไหลของน้ำ (นิวัติ, 2547)

ลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นลุ่มน้ำที่ไม่มีการตรวจวัดปริมาณน้ำท่า ซึ่งทำให้ไม่ทราบปริมาณน้ำท่าที่ชัดเจน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดปริมาณน้ำท่าและความสูงของระดับน้ำในลำธารและปริมาณน้ำฝน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงของน้ำกับปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำฝน และสามารถประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้สมการอย่างง่าย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

1.1 แผนที่ภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มาตราส่วน 1 : 50,000 โดยกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7018 ระวาง 4646II

1.2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มาตราส่วน 1: 50,000 โดยกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2558

1.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีห้วยทรายเหลือง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2561

2. การกำหนดจุดตรวจวัดน้ำ

ทำการกำหนดจุดตรวจวัดปริมาณน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ จุดตรวจวัดปริมาณน้ำท่า 2 จุด (Figure 1) คือ

จุดที่ 1 ที่พิกัด 47P 435114E 2046205N เป็นจุดวัดปริมาณน้ำท่าทั้งหมดที่ออกจากลุ่มน้ำ (outlet)

จุดที่ 2 ที่พิกัด 47P 442403E 2048636N เป็นจุดวัดปริมาณน้ำท่าบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำ

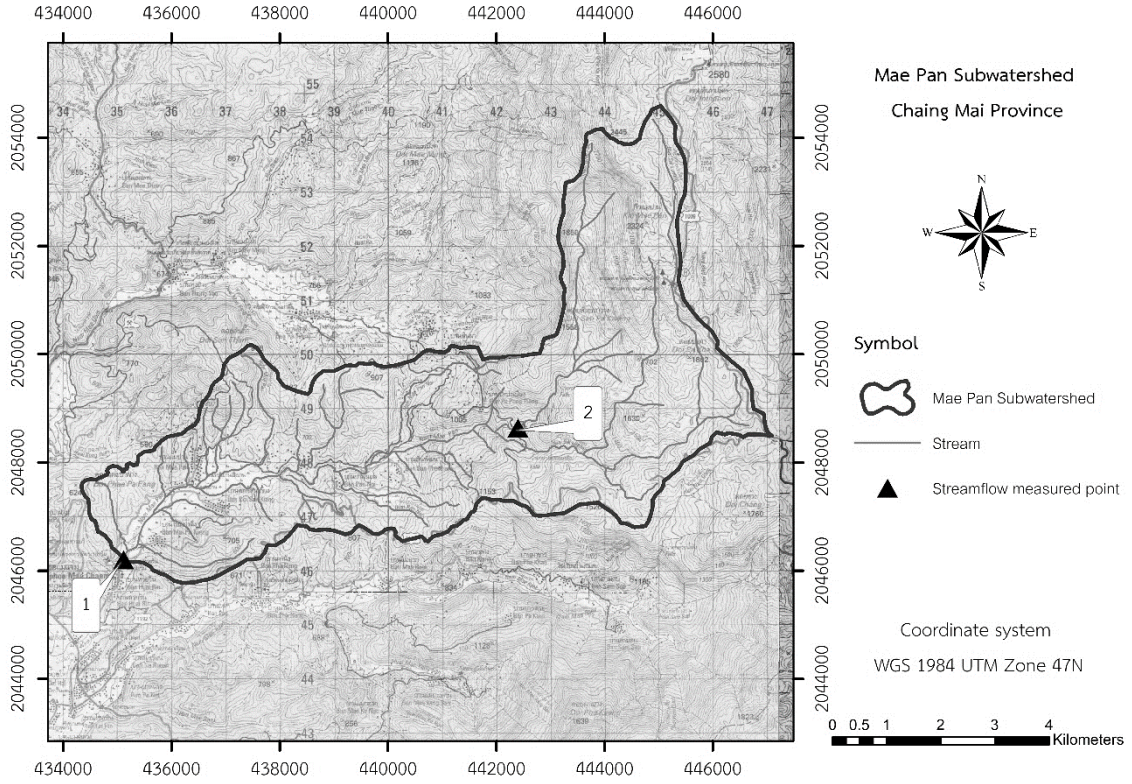


Figure 1 Streamflow measured point at Mae Pan Subwatershed in this study

3. การติดตั้งเครื่องมือและการตรวจวัดปริมาณน้ำท่า

3.1 การตรวจวัดปริมาณน้ำท่าด้วยเครื่องมือ current meter

3.1.1 เลือกจุดที่ทำการตรวจวัดโดยมีเกณฑ์ในการเลือก คือ ลำธารต้องมีช่วงลำน้ำที่มีความตรงมากกว่า 5 เท่าของความกว้างลำน้ำ ช่วงลำน้ำควรมีหน้าตัดคงที่ ชัดเจน และสามารถเข้าถึงพื้นที่ได้สะดวก และพิจารณาว่าจากจุดวัดลงไปทางด้านท้ายน้ำต้องไม่มีลำน้ำสาขาสายอื่นไหลมารวมในระยะใกล้ที่ทำให้เกิดผลกระทบเนื่องจากคลื่นน้ำ (backwater effect) เพราะจะทำให้ระดับน้ำที่จุดวัดน้ำสูงกว่าความเป็นจริง หรือถ้าวัดในลำน้ำสาขาจำเป็นต้องอยู่ในระยะที่ไม่ได้รับผลกระทบจากระดับน้ำของแม่น้ำสายหลัก

3.1.2 จากนั้นทำแผนภาพหน้าตัดลำธาร (stream X-section) โดยแบ่งความกว้างของลำธารออกเป็นช่วงๆ ตามความเหมาะสม วัดความลึกแนวตั้งฉากของแต่ละช่วงที่แบ่ง กำหนดจุดวัดความเร็วของกระแสน้ำโดยวัดที่ 0.8 และ 0.2 ของความลึก ถ้าลำน้ำตื้นกว่า 30 เซนติเมตร ทำการวัดที่จุด 0.6 ของความลึก โดยบริเวณจุดวัดปริมาณน้ำท่าทั้งสองจุด มีความกว้างของลำธาร 8 เมตร (Figure 2)

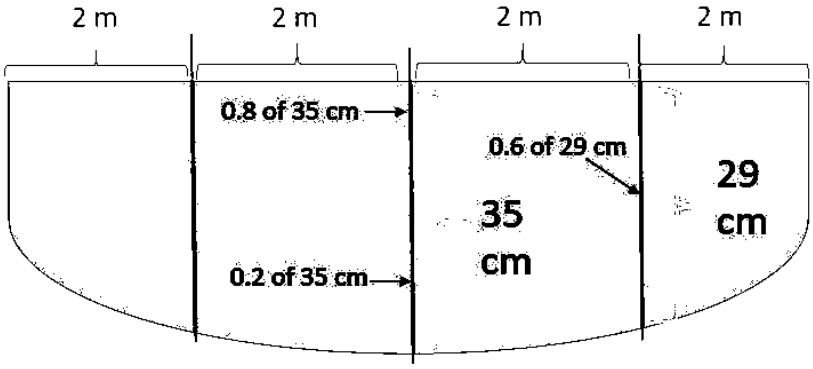


Figure 2 Stream X - section of Mae Pan stream

3.1.3 ทำการวัดความเร็วของกระแสน้ำด้วยเครื่องมือ current meter ในช่วงฤดูน้ำหลาก ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2561 โดยการวัดต้องหันด้านหน้าใบพัดไปทางด้านเหนือน้ำเพื่อรับกระแสน้ำ และผู้เก็บข้อมูลต้องอยู่ด้านหลัง เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสน้ำไหลวน ซึ่งมีผลกระทบต่อการอ่านค่าของเครื่องมือ แล้วทำการจดบันทึกค่าที่อ่านได้

3.2 การติดตั้งไม้วัดระดับน้ำ (staff gage)

ติดตั้งไม้วัดระดับน้ำ แบบ vertical staff gauge ในจุดที่ทำการตรวจวัด โดยทำการติดตั้งให้มีความมั่นคงในจุดที่สามารถอ่านความสูงของระดับน้ำได้ทั้งในช่วงเวลาที่มีน้ำมากและช่วงเวลาที่มีน้ำน้อย แล้วทำการจดบันทึกความสูงที่อ่านได้จากไม้วัดระดับ โดยวัดระดับน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 คำนวณหาค่าปริมาณน้ำในลำธาร

คำนวณจากสูตร

$$Q = VA \qquad (1)$$

เมื่อ Q = ปริมาณหรืออัตราการไหลของน้ำ (ม^3/วินาที)
V = ความเร็วของกระแสน้ำ (ม./วินาที)
โดย $V = a + bN$
เมื่อ N = จำนวนรอบต่อวินาที
A = พื้นที่หน้าตัด
a และ b คือ ค่าคงที่ของเครื่องวัด (constants of meter)

4.2 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า ความสูงของระดับน้ำ และปริมาณน้ำฝน โดยกำหนดให้ตัวแปร Y เป็นปริมาณน้ำท่าที่วัดได้ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร/วินาที และตัวแปร X เป็นความสูงของระดับน้ำในลำธาร มีหน่วยเป็นเมตร และปริมาณน้ำฝน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

5. การสร้างสมการอย่างง่ายเพื่อใช้ประเมินปริมาณน้ำท่า

สร้างสมการคณิตศาสตร์อย่างง่ายในรูปแบบต่างๆ โดยกำหนดให้ความสูงของระดับน้ำในลำธารและปริมาณน้ำฝน (Xi) และปริมาณน้ำท่า (Y)

6. การสอบเทียบแบบจำลองจากการคำนวณจากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด

6.1 ค่ารากที่สองกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (root mean square error; RMSE) จากค่าการตรวจวัด (Q_m) กับค่าจากแบบจำลอง (Q_e) หากค่าที่ได้ยิ่งเข้าใกล้ค่า 0 หมายถึง มีความแม่นยำมาก (เจนจิรา, 2556) หาได้ดังสมการที่ 2 ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n\sum_{i=1}^{n}(Q_m - Q_e)^2}} \quad (2)$$

โดยที่ Q_m = ปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด (ลบ.ม./วินาที)
Q_e = ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง (ลบ.ม./วินาที)

6.2 ค่าร้อยละความแตกต่างสัมพันธ์ เป็นการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำท่าจากค่าที่วัดได้จาก current meter (Rm) กับค่าที่ได้จากแบบจำลอง (Re) ดังสมการที่ 3 ดังนี้ (ดวงฤทัย, 2555)

$$\frac{R_m - R_f}{R_m} \times 100 \quad (3)$$

โดย R_m = ปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด (ลบ.ม./วินาที)
R_e = ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง (ลบ.ม./วินาที)

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน

จากการศึกษาปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูน้ำหลากบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน พบว่า บริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำย่อยแม่ปานมีปริมาณน้ำมากกว่าบริเวณตอนบน โดยมีปริมาณน้ำท่ารวมเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 0.47 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 0.18 ล้านลูกบาศก์เมตร เนื่องจากบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำย่อยแม่ปานเป็นจุด outlet ของลุ่มน้ำซึ่งน้ำท่าทั้งหมดไหลลงสู่แม่น้ำปิง และในเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันมากทั้งตอนบนและตอนล่างเท่ากับ 0.51 และ 0.98 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในเดือนพฤศจิกายน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันน้อยที่ 0.05 และ 0.19 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ดัง Table 1

ความสูงเฉลี่ยของระดับน้ำสูงในเดือนสิงหาคมเช่นเดียวกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันทั้งตอนบนและตอนล่าง มีค่าเท่ากับ 0.49 และ 0.94 เมตร ตามลำดับ และมีความสูงเฉลี่ยของระดับน้ำต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่าเท่ากับ 0.15 และ 0.38 เมตร ตามลำดับ ปริมาณน้ำท่าและระดับความสูงของน้ำลดลงมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำฝนเริ่มลดลงเนื่องจากเป็นช่วงปลายของฤดูน้ำหลาก เห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันในเดือนสิงหาคมมีปริมาณเท่ากับ 50.00 มิลลิเมตร ในเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 31.00 มิลลิเมตร และในเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน พบว่า ไม่มีฝนตก ดัง Table 1

อัตราส่วนน้ำท่า/น้ำฝน (Coefficient Runoff/Rainfall; Rc) ในเดือนสิงหาคม ตอนบนของลุ่มน้ำมีค่าเท่ากับ 40.99 และตอนล่างของลุ่มน้ำมีค่าเท่ากับ 10.76 ในเดือนกันยายน ตอนบนของพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 30.44

และ ตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำมีค่าเท่ากับ 2.24 ส่วนในเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน ไม่สามารถหาค่าอัตราส่วนน้ำท่า/น้ำฝนได้ เนื่องจากทั้ง 2 เดือน ไม่มีปริมาณน้ำฝน แต่มีปริมาณน้ำท่า ทั้งนี้น้ำท่าสามารถเกิดได้จากน้ำฝนโดยตรงและเกิดจากน้ำฝนที่ไหลผ่านลักษณะต่างๆ 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ น้ำไหลหน้าผิวดิน (overland flow) น้ำไหลภายในดิน (interflow) และน้ำไหลใต้ดิน (groundwater flow) (เกษม, 2551) ดัง Table 1

Table 1 Average daily streamflow and average water level at upper part and lower part of Mae Pan subwatershed in wet season (August – November 2018).

	month	average water level (m)		average daily streamflow (MCM)		average rainfall (mm)	Rc	
		upper part	lower part	upper part	lower part		upper part	lower part
wet season	August	0.49	0.94	0.51	0.98	50.00	40.99	10.76
	September	0.26	0.65	0.11	0.45	31.00	30.44	2.24
	October	0.18	0.47	0.07	0.26	0.00	-	-
	November	0.15	0.38	0.05	0.19	0.00	-	-
	average	0.27	0.61	0.18	0.47	-	-	-

Remarks: Rc= Ro/Ra, Ro = Runoff, Ra = Rainfall

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับความสูงของระดับน้ำ บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน พบว่าทั้งตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำย่อยแม่ปานมีความสัมพันธ์ในระดับสูง โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9547 และ 0.9795 ตามลำดับ (Figure 3 และ Figure 4) และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำย่อยแม่ปานทั้งบริเวณตอนบนและตอนล่างมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง โดยมีค่า r เท่ากับ 0.7888 และ r เท่ากับ 0.8975 ตามลำดับ (Figure 5 และ Figure 6)

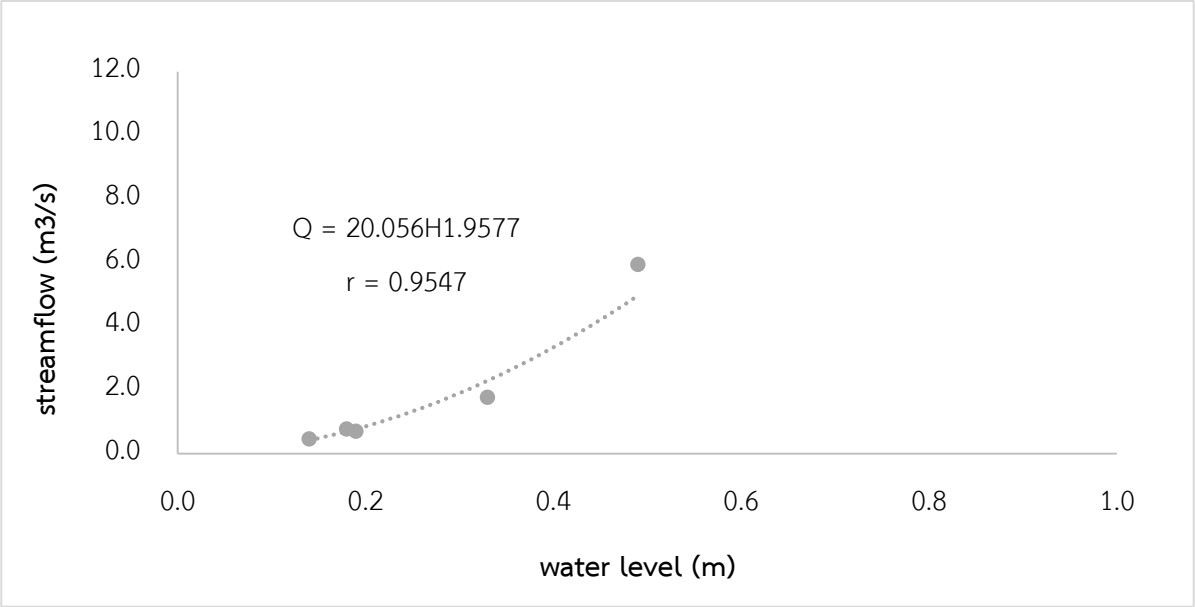


Figure 3 Relationship between streamflow (Q) and water level (H) at upper part of Mae Pan subwatershed.

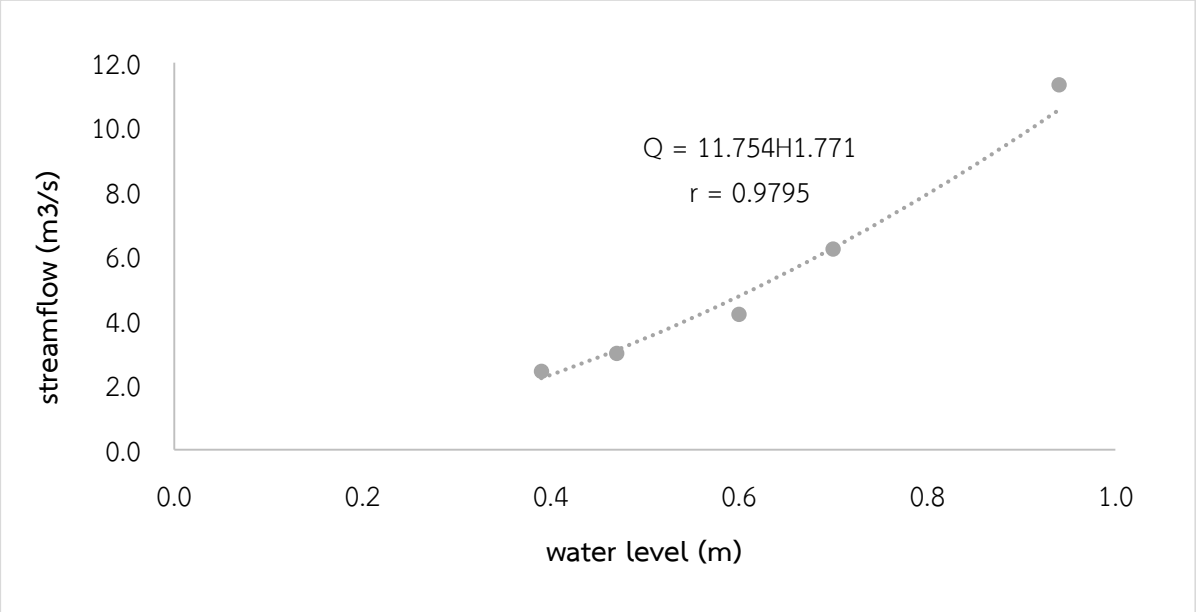


Figure 4 Relationship between streamflow (Q) and water level (H) at lower part of Mae Pan subwatershed.

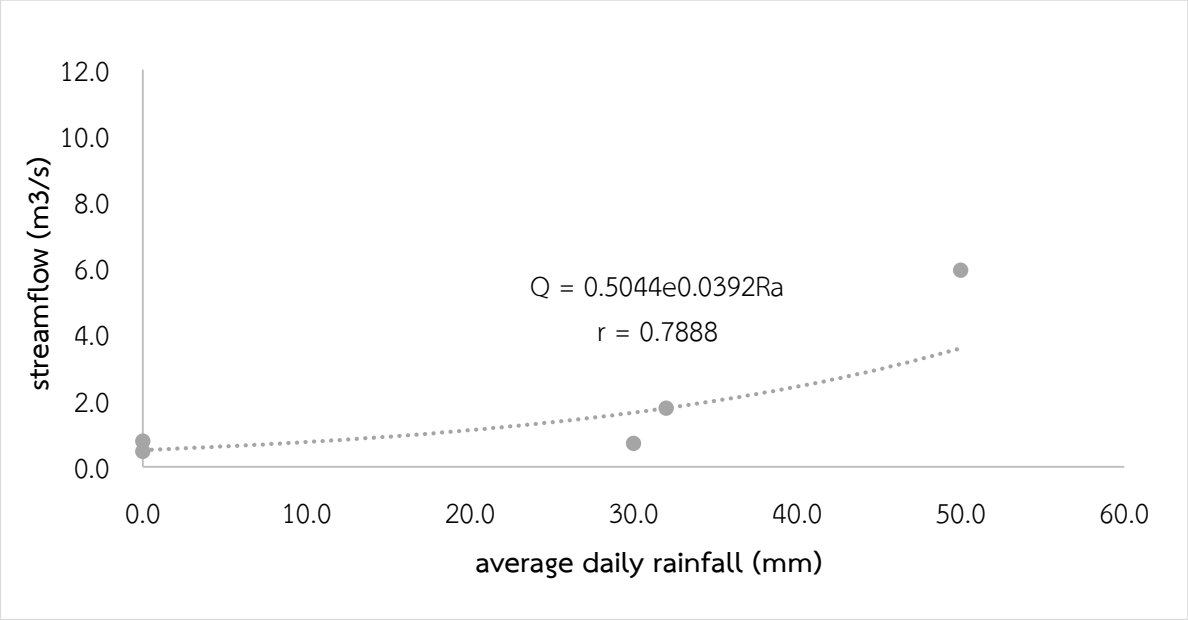


Figure 5 Relationship between streamflow (Q) and average daily rainfall (Ra) at upper part of Mae Pan subwatershed.

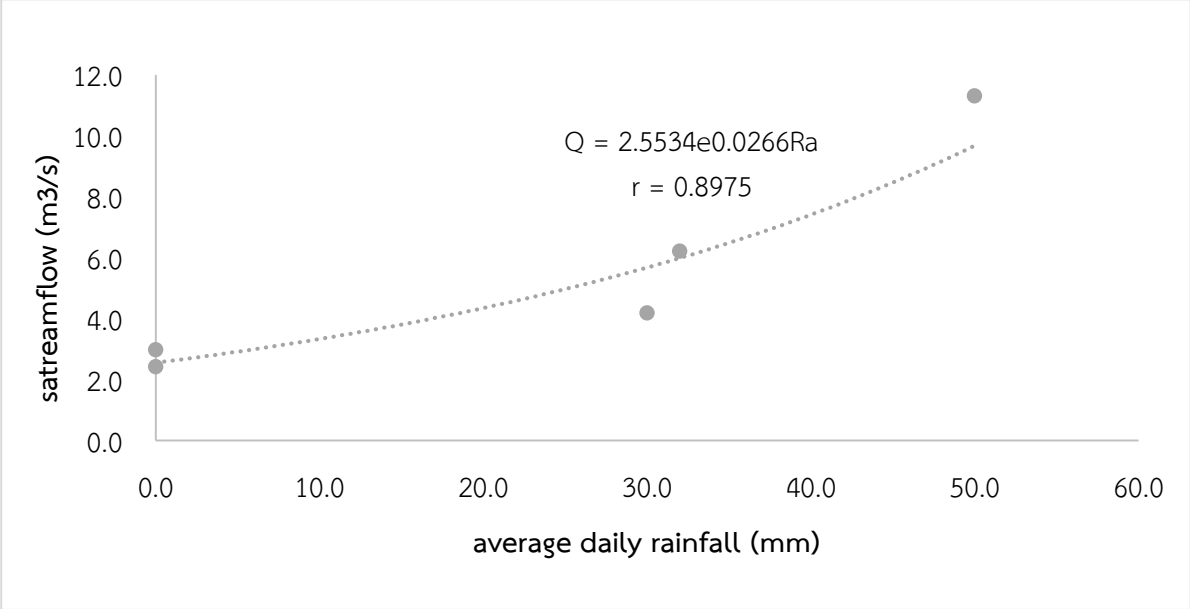


Figure 6 Relationship between streamflow (Q) and average daily rainfall (Ra) at lower part of Mae Pan subwatershed.

3. สมการอย่างง่ายเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝน และสร้างสมการในรูปแบบความสัมพันธ์ต่างๆ เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า พบว่า บริเวณตอนบนของลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน ปริมาณน้ำท่ามีความสัมพันธ์เป็นอย่างดีกับความสูงของระดับน้ำที่มีความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการยกกำลัง (power equation) โดยมีค่า r สูงที่สุดเมื่อเทียบกับสมการรูปแบบอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ ความสัมพันธ์ของความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝนในรูปแบบสมการเชิงเส้นตรงหลายตัวแปร (multiple linear regression) ส่วนบริเวณตอนล่าง

ของลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน พบว่า ปริมาณน้ำท่ามีความสัมพันธ์เป็นอย่างดีกับความสูงของระดับน้ำ ในรูปแบบสมการกำลัง (power equation) และปริมาณน้ำท่ามีความสัมพันธ์เป็นอย่างดีกับความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝน ที่มีความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการเชิงเส้นตรงหลายตัวแปร (multiple linear regression) เช่นกัน โดยมีค่า r เท่ากันและสูงที่สุด เมื่อเทียบกับสมการรูปแบบอื่น ๆ ในขณะที่ปริมาณน้ำท่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด โดยอยู่ในรูปแบบของสมการลอกาลิทึม ทั้งในพื้นที่ตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน ดัง Table 3 ดังนั้นจากการศึกษาจึงได้สมการที่ใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าทั้งตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำ ดังนี้

สมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากความสูงของระดับน้ำ

บริเวณตอนบนของลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน

$Q = 20.056H^{1.9577}$ r = 0.9547

บริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน

$Q = 11.754H^{1.771}$ r = 0.9795

สมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝน

บริเวณตอนบนของลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน

$Q = -3.29 + 24.15H - 0.053Ra$ r = 0.9545

บริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน

$Q = 0.325 + 0.038H + 0.0038Ra$ r = 0.9795

โดย Q = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม/วินาที)

H = ความสูงของระดับน้ำ (ม.)

Ra = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน (มม.)

Table 3 Compare equations and r between water level and rainfall of Mae Pan subwatershed.

Mae Pan subwatershed	equations	r
upper part	$Q = 20.056H^{1.9577}$	0.9547
	$Q = 0.5044e^{0.0392R}$	0.7888
	$Q = -3.29 + 24.15H - 0.053R$	0.9545
lower part	$Q = 11.754H^{1.771}$	0.9795
	$Q = 2.5534e^{0.0266R}$	0.8975
	$Q = 0.325 + 0.038H + 0.0038R$	0.9795

เมื่อทำการประเมินปริมาณน้ำท่าจากสมการพบว่าค่าที่ได้จากสมการประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้ความสูงของระดับน้ำมีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงโดยใช้ current meter มากกว่าปริมาณน้ำที่ประเมินจากสมการโดยใช้ความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝน โดยบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำมีปริมาณน้ำท่าจากสมการที่ใช้ความสูงของระดับน้ำเท่ากับ 0.49 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ส่วนค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงเท่ากับ 0.60 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำได้ปริมาณน้ำจากสมการที่ใช้ความสูงของระดับน้ำเท่ากับ 1.92 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ส่วนค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงเท่ากับ 1.96 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

จากการสอบเทียบสมการโดยใช้ค่ารากที่สองกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (root mean square error; RMSE) พบว่าสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากความสูงของระดับน้ำมีค่า RMSE เข้าใกล้ 0 มากกว่าสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากทั้งความสูงของระดับน้ำและน้ำฝน ทั้งการประเมินปริมาณน้ำท่าในตอนบนและตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำคือ 0.0059 และ 0.0005 ซึ่งหมายความว่าสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากความสูงของระดับน้ำมีความแม่นยำมากกว่าสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากระดับความสูงของน้ำและปริมาณน้ำฝน และค่าร้อยละความ

แตกต่างสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำท่าจากค่าที่วัดได้จาก current meter กับค่าที่ได้จากสมการ ทั้งตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำ ค่าที่ได้จากสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากความสูงของระดับน้ำมีค่าร้อยละความแตกต่างสัมพันธ์น้อยกว่าค่าที่ได้จากสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝนคือ 18.14 และ 1.66 ซึ่งหมายความว่าสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากความสูงของระดับน้ำมีความถูกต้องมากกว่าและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากระดับความสูงของระดับน้ำมีข้อจำกัดน้อยกว่าสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนและระดับความสูงของน้ำ เนื่องจากสามารถประเมินปริมาณน้ำท่าได้หากไม่มีการตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ดัง Table 4

Table 4 Validation by RMSE and percentage relative differences.

Mae Pan subwatershed	parameters	streamflow (m^3/s)		RMSE	percentage relative differences
		from formula	from measurement		
upper part	water level	0.49	0.60	0.0059	18.14
	water level and rainfall	0.33	0.60	0.0365	45.21
lower part	water level	1.92	1.96	0.0005	1.66
	water level and rainfall	0.34	1.96	1.31	82.70

สรุป

การประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า บริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำมีปริมาณน้ำมากกว่าตอนบน โดยมีปริมาณน้ำท่ารวมเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 0.47 และ 0.18 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับความสูงของระดับน้ำ บริเวณตอนบนของลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน โดยใช้สมการยกกำลัง พบว่า ทั้งตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำย่อยแม่ปานมีความสัมพันธ์สูงโดยมีค่า r เท่ากับ 0.9547 และ 0.9795 และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับความสูงของระดับน้ำและปริมาณน้ำฝน โดยใช้ multiple linear regression พบว่า บริเวณตอนบนของลุ่มน้ำ มีค่า r เท่ากับ 0.7888 และบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำ มีค่า r เท่ากับ 0.8975 และสมการประเมินปริมาณน้ำท่าจากความสูงของระดับน้ำ สมการมีความแม่นยำสูงและอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ จึงสามารถนำไปใช้ประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ได้ สมการประเมินปริมาณน้ำท่าในตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ สมการ $Q = 20.056H^{1.957}$ และสมการประเมินปริมาณน้ำท่าในตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ $Q = 11.754H^{1.771}$ อย่างไรก็ตามสมการนี้เหมาะสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูน้ำหลากเท่านั้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว. 2551. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จตุจักร กรุงเทพฯ.

เจนจิรา จาดนุ้ย. 2556. **การประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS สำหรับประเมินน้ำท่าในลุ่มน้ำยม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดวงฤทัย มงคลเคหา. 2555**. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อประเมินศักยภาพการให้น้ำท่าของเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิวัติ เรืองพานิช. 2547. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่). 2560. **ลุ่มน้ำแม่ปาน.** แหล่งที่มา: http://www.fca16.com/2017/index.php/Blogs/page/407, 20 สิงหาคม 2561.

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าระหว่างพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟูบริเวณลุ่มน้ำย่อยเลียงตายและวังปอ จังหวัดน่าน

Comparison of Runoff between Natural Forest and Reforestation in Liangtai and Wangpo Subwatersheds, Nan Province

ศิรสิทธิ์ เอื้อประเสริฐ[1*] วีนัส ต่วนเครือ[1] สมนิมิตร พุกงาม[1]

Sirasit Uaprasert[1*], Venus Tuankrua[2] and Somnimirt Pukngam[2]

[1] ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **srs.ups@hotmail.com**

บทคัดย่อ

ลักษณะของการใช้ที่ดินที่แตกต่างกันย่อมมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำท่าจะถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ปี ของพื้นที่ลุ่มน้ำวังปอ (ป่าธรรมชาติ) และลุ่มน้ำเลียงตาย (ป่าฟื้นฟู) บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน รวมทั้งวิเคราะห์ลักษณะน้ำท่า แนวโน้มความผันแปรของปริมาณน้ำท่า อิทธิพลของปริมาณน้ำฝนต่อน้ำท่า แล้วเปรียบเทียบทั้งสองพื้นที่ โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่า ทั้งตามช่วงอายุของป่าฟื้นฟู และเปรียบเทียบในปีที่มีปริมาณน้ำฝนมาก น้อยและปกติ จากการศึกษาพบว่า แนวโน้มของปริมาณน้ำท่าของทั้งสองลุ่มน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณน้ำท่าค่อนข้างมากทั้งในช่วงน้ำหลาก และรายปี (ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์) แต่ในช่วงน้ำแล้งกลับพบว่ามีอิทธิพลน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 30 ปี พบว่าทั้งสองพื้นที่ในช่วงน้ำหลากและในรายปีมีความใกล้เคียงกันโดยแตกต่างกันเพียง 6.91 และ 4.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ในช่วงน้ำแล้งปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติจะมีค่ามากกว่าถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอิทธิพลของช่วงอายุของการฟื้นฟูป่าต่อปริมาณน้ำท่าพบว่า ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากและรายปีใกล้เคียงกันมากที่สุดในช่วงปีที่ 20 ถึง 25 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในปีที่มีปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกัน พบว่าในปีที่มีน้ำฝนน้อยจะทำให้ปริมาณน้ำท่าของทั้งสองลุ่มน้ำมีความแตกต่างกันมากกว่าปีฝนปกติ และปีน้ำฝนมาก

คำสำคัญ: ปริมาณน้ำท่า ป่าธรรมชาติ ป่าฟื้นฟู

ABSTRACT

Different land use types influenced runoff differently. Runoff data was analyzed using the 5-year moving average method in Wangpo subwatershed (Natural forest) and Liangtai subwatershed (Reforestation) at Nan Watershed Research Station. Runoff characteristics, runoff variation trend and rainfall were analyzed. Date were compared between the two subwatersheds. In addition, runoff quantity among on age of reforestation and years with different rainfall amount (high, low and normal) were compared. The results showed that runoff trend in both subwatersheds were slightly increased. Rainfall was highly related to wet season runoff and annual runoff. However, it had small influence during the dry season. When comparing 30 year-average runoff, it was found that both areas had similar runoff in the wet season and annual runoff with the differences of 6.19 and 4.44%, respectively. In addition the analysis of runoff among restoration ages revealed that runoffs during wet period and annual value were the most similar in the 20 to 25 years of restoration. Lastly, when comparing runoff among different amount of rainfall, it was found that in the dry year, the amounts of runoff between both watersheds were more different than in normal rainfall years and high rainfall years.

Keyword: Runoff, Natural forest, Reforestation

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ มักจะส่งผลถึงกระบวนการทางอุทกวิทยาภายในพื้นที่ลุ่มน้ำโดยเฉพาะส่งผลต่อศักยภาพการให้น้ำท่าที่แตกต่างกัน โดยเกษม (2551) กล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าซึ่งประกอบด้วย ลักษณะทางภูมิอากาศ ลักษณะทางกายภาพ เช่น ขนาดพื้นที่ ความลาดชัน รวมถึงความสูง ทิศด้านลาด และชนิดของดิน รวมถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งการศึกษาของพงษ์ศักดิ์ (2554) พบว่าป่าต้นน้ำจะให้น้ำท่าเฉลี่ยร้อยละ 22.91 (ร้อยละ 6.7 ในพื้นที่ป่าเต็งรังและร้อยละ 42.9 ในป่าดิบเขา) และจากการจำลองเหตุการณ์การไหลของน้ำท่า เมื่อเปลี่ยนพื้นที่ป่าดิบแล้งไปเป็นสวนยางพาราในพื้นที่ลาดชัน พบว่า ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.27 ของฝนที่ตก และไหลแรงขึ้นร้อยละ 54.07 แต่ช่วงระยะเวลาการไหลของน้ำลดลงจาก 11 เดือน เหลือ 8 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนิพนธ์และสุวรรณา (2539) ที่ศึกษาถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำในลำธารในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ผลการศึกษาพบว่า เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงในปี พ.ศ. 2516 ถึงปี พ.ศ. 2520 จากร้อยละ 50 เหลือร้อยละ 43 ทำให้น้ำในช่วงน้ำหลากเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 65 เป็นร้อยละ 78 และในช่วงน้ำแล้ง ลดลงจากร้อยละ 35 เหลือร้อยละ 22 จะเห็นได้ว่าเมื่อลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป ย่อมส่งผลถึงปริมาณน้ำท่าในพื้นที่นั้น ทั้งในด้านสัดส่วนของปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก และน้ำแล้ง รวมถึงกระบวนการทางอุทกวิทยาอื่นๆ ด้วย

โดยสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน (ฝ่ายวิจัยต้นน้ำ กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้เดิม) ได้เลือกพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยนาตองเป็นลุ่มน้ำทดลอง และมีลุ่มน้ำย่อย 2 ลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำเลียงตาย เป็นตัวแทนลุ่มน้ำป่าเบญจพรรณธรรมชาติ และลุ่มน้ำวังปอเป็นตัวแทนลุ่มน้ำที่ใช้ในการฟื้นฟูป่าโดยปลูกไม้ประดู่และซ้อในพื้นที่ที่เคยถูกทำสัมปทานไว้เดิม และมีการติดตั้งเครื่องมือและตรวจวัดข้อมูลปริมาณน้ำท่า และข้อมูลภูมิอากาศมาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูและเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟู รวมถึงอิทธิพลของลักษณะน้ำฝนต่อปริมาณน้ำท่า ทั้งในปีที่น้ำฝนปกติ น้อยกว่าปกติ และมากกว่าปกติ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน เป็นพื้นที่ที่มีการเลือกลุ่มน้ำทดลองโดยลุ่มน้ำเลียงตายซึ่งเป็นตัวแทนของป่าธรรมชาติและลุ่มน้ำวังปอซึ่งเป็นตัวแทนของลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู ที่มีการเริ่มฟื้นฟูตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 และมีการสร้างเขื่อนวัดปริมาณน้ำท่าทั้งสองลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำเลียงตาย และลุ่มน้ำวังปอ ตั้งอยู่ในอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน มีขนาดพื้นที่ 1.72 และ 1.46 ตารางกิโลเมตร ความลาดชันเฉลี่ย 39.01 และ 35.87 เปอร์เซ็นต์ และความสูงจากระดับน้ำทะเล 476.96 ถึง 847.59 และ 456.69 ถึง 751.50 เมตร ตามลำดับ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำเลียงตาย เป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณธรรมชาติ ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำวังปอ เป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณที่มีการสัมปทานเดิม ภายหลังได้มีการปลูกป่าฟื้นฟูโดยปลูกต้นประดู่และซ้อ ในช่วงปี พ.ศ. 2525 ถึงปี พ.ศ. 2526 มีขนาดพื้นที่ป่าฟื้นฟู 0.85 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 49.39 ของพื้นที่ลุ่มน้ำวังปอ โดยลุ่มน้ำทั้งสองพื้นที่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ของสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน (Figure 1)

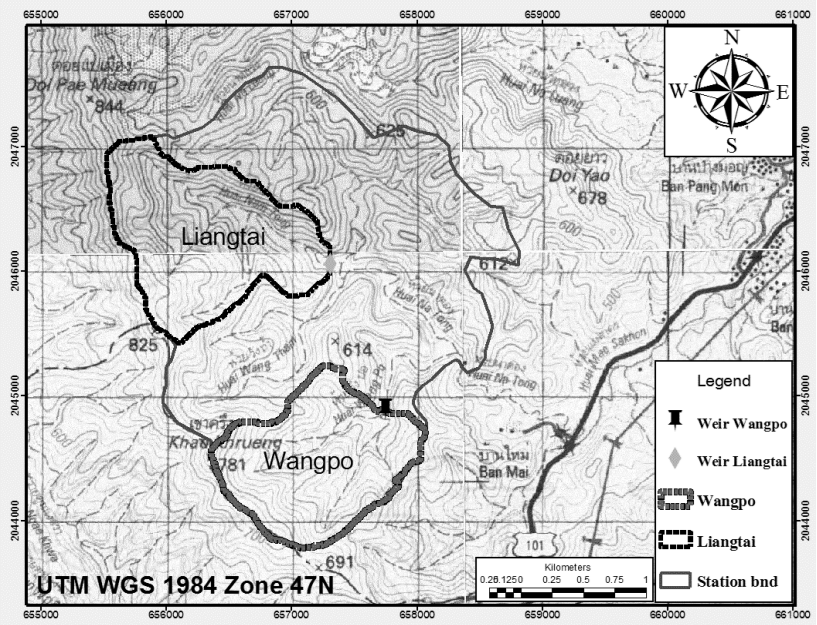


Figure 1 Study area Liangtai (natural forest) and Wangpo (reforestation).

2. การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ลุ่มน้ำเลียงตายและลุ่มน้ำวังปอ เช่น ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิประเทศ เป็นต้น ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลอุณหภูมิรายวัน ระยะเวลา 34 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2526 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2559 บริเวณสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันจากเขื่อนวัดระดับน้ำ 120° V notch ของลุ่มน้ำเลียงตายและลุ่มน้ำวังปอรายวัน ระยะเวลา 34 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2526 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2559 จากสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน (Figure 2)



(a) (b) (c)

Figure 2 Station for measuring water level at (a) Weir Wangpo outlet (b) Weir Liangtai outlet and (c) Climatic station.

3. การวิเคราะห์ลักษณะน้ำท่า

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักดังนี้

3.1 วิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 34 ปี (ตั้งแต่ พ.ศ. 2526 ถึง พ.ศ. 2559) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันจากเขื่อนวัดน้ำมาคำนวณเป็นข้อมูลรายเดือน รายฤดูกาล และรายปี นำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่ารายฤดูกาล และรายปี ทั้งสองพื้นที่ลุ่มน้ำ

3.2 วิเคราะห์อิทธิพลของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าโดยใช้ scatter plot เพื่อหาสมการความสัมพันธ์และสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) และเปรียบเทียบรูปแบบความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าทั้งสองพื้นที่ ในรายฤดูกาลและรายปี

3.3 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ปี (5 years moving average) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ถึง พ.ศ. 2559 ของทั้งสองพื้นที่ ทั้งในรายฤดูกาลและรายปี และแบ่งข้อมูลตามช่วงอายุ ช่วงละ 5 ปี เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในแต่ละกลุ่มข้อมูล

3.4 วิเคราะห์อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้ปริมาณน้ำฝนรายปีต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าโดยตรง โดยแบ่งข้อมูลปริมาณน้ำฝนออกเป็น 3 กลุ่มข้อมูล ด้วยวิธี Quantile technique (Frederico *et al*., 2017 cited in Xavier *et al*., 2002) ปริมาณน้ำฝนที่ต่ำกว่า percentile ที่ 35 กำหนดให้เป็นปีปริมาณน้ำฝนน้อย (dry year) และปริมาณน้ำฝนที่อยู่ระหว่าง percentile ที่ 35 ถึง 65 กำหนดให้เป็นปีน้ำฝนปกติ (normal year) และ percentile ที่ 65 ขึ้นไป กำหนดให้เป็นปีน้ำฝนมาก (rainy year) จากนั้นแบ่งข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่หาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ปี แบ่งกลุ่มข้อมูลตามปริมาณน้ำฝนรายปี และเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำท่าของทั้งสองพื้นที่ ในรายฤดูกาลและรายปี โดยใช้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจากพื้นที่ป่าธรรมชาติ

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณน้ำท่า

1.1 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ถึง พ.ศ. 2559 (34 ปี)

เมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิรายเดือนวิเคราะห์กราฟช่วงน้ำหลากและน้ำแล้ง (wet - dry period) จะพบว่า บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเลียงตาย (ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ) และลุ่มน้ำวังปอ (ลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู) ช่วงน้ำหลากเริ่มตั้งแต่เดือนเมษายนไปจนถึงเดือนตุลาคม รวม 7 เดือน และช่วงน้ำแล้ง เริ่มต้นเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม และเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม รวม 5 เดือน (Figure 3) ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ช่วงน้ำหลากพบว่ามีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเท่ากับ 142.77 มิลลิเมตร (91.96 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 560.67 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำท่าต่ำสุด 22.93 มิลลิเมตร ในช่วงน้ำแล้งพบว่ามีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย เท่ากับ 11.61 มิลลิเมตร (8.04 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณน้ำท่าสูงสุด 35.77 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำท่าต่ำสุด 0.2 มิลลิเมตร ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู ช่วงน้ำหลากมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำท่าสูงสุด และปริมาณน้ำท่าต่ำสุด สูงกว่าลุ่มน้ำป่าธรรมชาติโดยมีค่าเท่ากับ 153.91 มิลลิเมตร (94.82 เปอร์เซ็นต์) 773.1 มิลลิเมตร และ 16.85 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่กลับพบว่าในช่วงน้ำแล้ง ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำท่าสูงสุด และปริมาณน้ำท่าต่ำสุดมีค่าน้อยกว่าลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ เท่ากับ 8.86 มิลลิเมตร (5.18 เปอร์เซ็นต์) 43.83 มิลลิเมตร และ 0.01 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ปริมาณน้ำท่ารายปี พบว่า ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ มีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยน้อยกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู โดยมีค่าเท่ากับ 154.37 มิลลิเมตร และ 162.77 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกันเล็กน้อย เท่ากับ 5.44 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงฤดูน้ำหลากพบว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าในทั้งสองลุ่มน้ำไม่แตกต่างกันมากนัก มีค่าเท่ากับ 7.8 เปอร์เซ็นต์ แต่ในขณะที่ช่วงน้ำแล้ง ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติมีปริมาณน้ำท่ามากกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูถึง 23.69 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) สังเกตได้ว่าปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติในช่วงน้ำหลากและในรายปีจะน้อยกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูเล็กน้อย ซึ่งอาจเกิดจากการที่ป่าธรรมชาติมีความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในดินได้ดีกว่า ทำให้ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมีปริมาณน้อยกว่า แต่ในช่วงน้ำแล้งน้ำท่าที่ถูกเก็บไว้ในดินได้มีการปลดปล่อยออกมา ทำให้ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำแล้งของป่าธรรมชาติมีมากกว่ากว่าฟื้นฟู

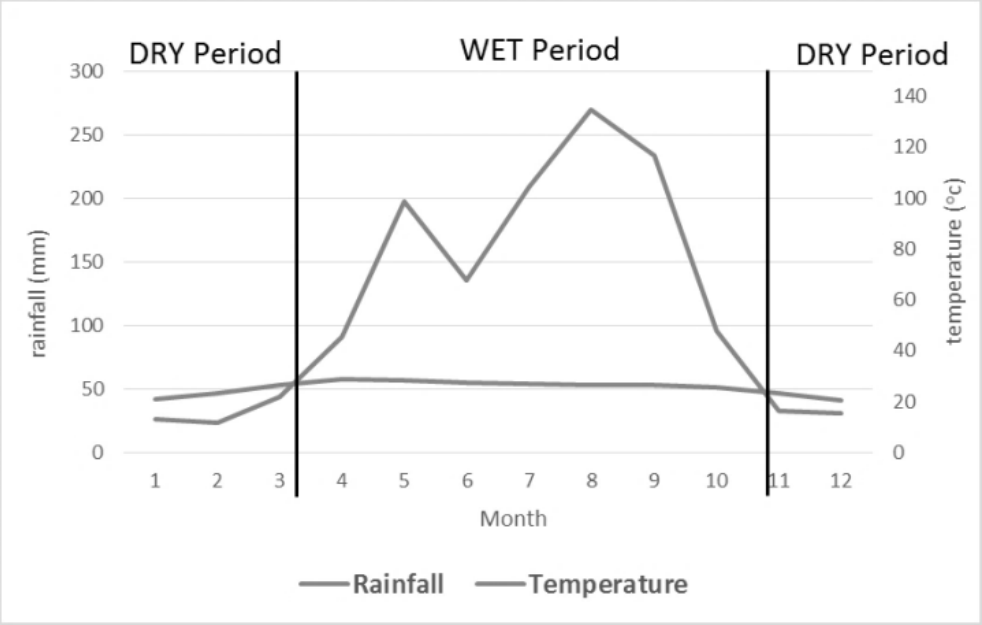


Figure 3 Wet - dry period of natural forest and reforestation watershed.

Table 1 Average runoff during 1983 – 2016 (34 years) in Liangtai and Wangpo watershed.

Watershed	Average Runoff (34 years)				
	wet		dry		annual
	mm	%	mm	%	
Liangtai (Natural forest)	142.77	92.48	11.61	7.52	154.37
Wangpo (Reforestation)	153.91	94.56	8.86	5.44	162.77
% different	7.81		-23.68		5.44

Remark: %difference = %average runoff different from Liangtai (natural forest)

1.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่ารายฤดูกาล และรายปี

ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติและลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ทั้งในช่วงน้ำหลาก ช่วงน้ำแล้งและในรายปี โดยลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยในช่วงน้ำหลากเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.49 มิลลิเมตรต่อปี ช่วงน้ำแล้ง 0.20 มิลลิเมตรต่อปี และในรายปี 2.69 มิลลิเมตร ในลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู อัตราการเปลี่ยนแปลงในช่วงน้ำหลาก เพิ่มขึ้น 1.89 มิลลิเมตรต่อปี ช่วงน้ำแล้ง 0.93 มิลลิเมตรต่อปี และในรายปี 1.98 มิลลิเมตรต่อปี (Figure 4) โดยสังเกตจากกราฟ จะเห็นว่าในช่วงปี 2554 จะมีลักษณะน้ำท่ามากผิดปกติเนื่องมาจากปรากฏการณ์ลานีญารุนแรง

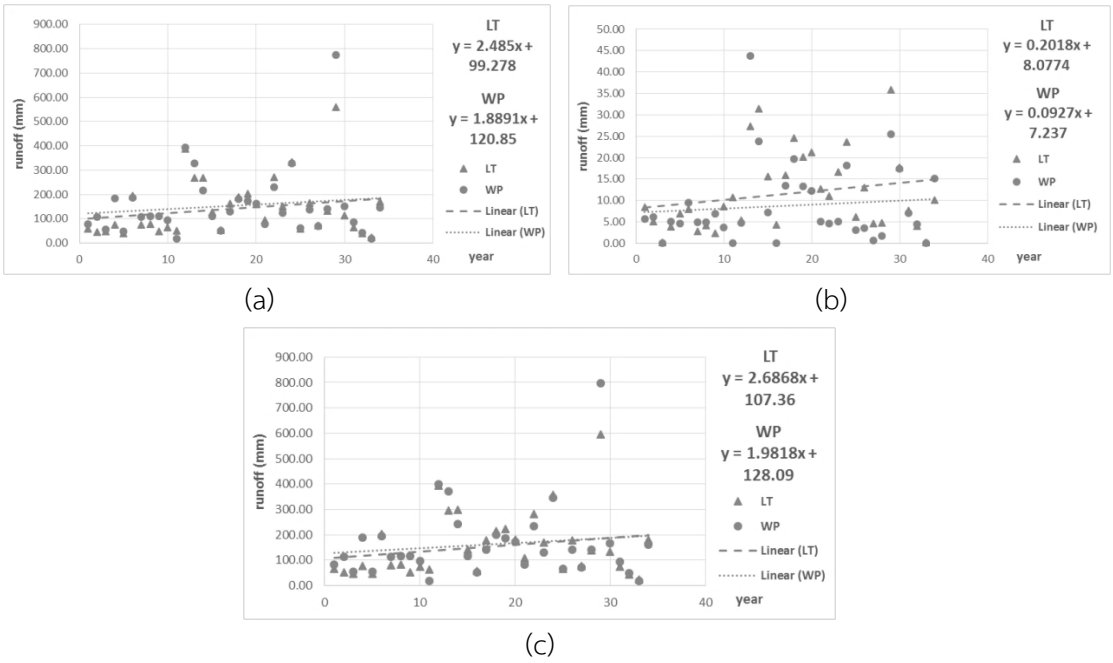


Figure 4 Runoff trend analysis of natural forest and reforestation watershed (a) wet period trend (b) dry period trend and (c) annual trend.

2. ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ และลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู ในช่วงฤดูน้ำหลาก มีความสัมพันธ์สูงมาก โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.816 และ 0.803 ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าช่วงน้ำหลากปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งสองลุ่มน้ำ แต่ในช่วงน้ำแล้ง ปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า มีความสัมพันธ์กันน้อย มีค่าเท่ากับ 0.066 และ 0.038 ตามลำดับ หรือหมายถึงในช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำฝนไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่า และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่ารายปี พบว่าปริมาณน้ำฝนรายปีมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลาก (Figure 5) เนื่องจาก ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมีค่ามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำทั้งปี ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมาจากน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่จึงทำให้มีความสัมพันธ์ที่สูง แต่ในช่วงน้ำแล้งปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นอาจมาจากการปลดปล่อยน้ำของดิน ซึ่งทำให้ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า

ในลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ สัดส่วนปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝนในช่วงน้ำหลาก น้ำแล้ง และรายปี คิดเป็นสัดส่วน เท่ากับ 10.49, 18.07 และ 10.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูสัดส่วนปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝนในช่วงน้ำหลาก น้ำแล้ง และรายปี คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 11.22, 12.96 และ 11.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยเมื่อนำมาเปรียบเทียบจะพบว่าสัดส่วนของปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝนของป่าฟื้นฟูจะมากกว่าป่าธรรมชาติเพียงเล็กน้อย โดยมากกว่าประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูน้ำหลากและรายปี แต่จะน้อยกว่าในฤดูน้ำแล้งประมาณ 2.75 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของปริมาณน้ำฝนต่อน้ำท่าในช่วงน้ำหลากและในรายปีของทั้งสองลุ่มน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกันในช่วงน้ำแล้ง ทั้งนี้เนื่องจากการปลดปล่อยน้ำของป่าธรรมชาติที่กักเก็บน้ำไว้ได้มากกว่า ทำให้สัดส่วนของปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำแล้งของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติมีค่ามากกว่าตามไปด้วย

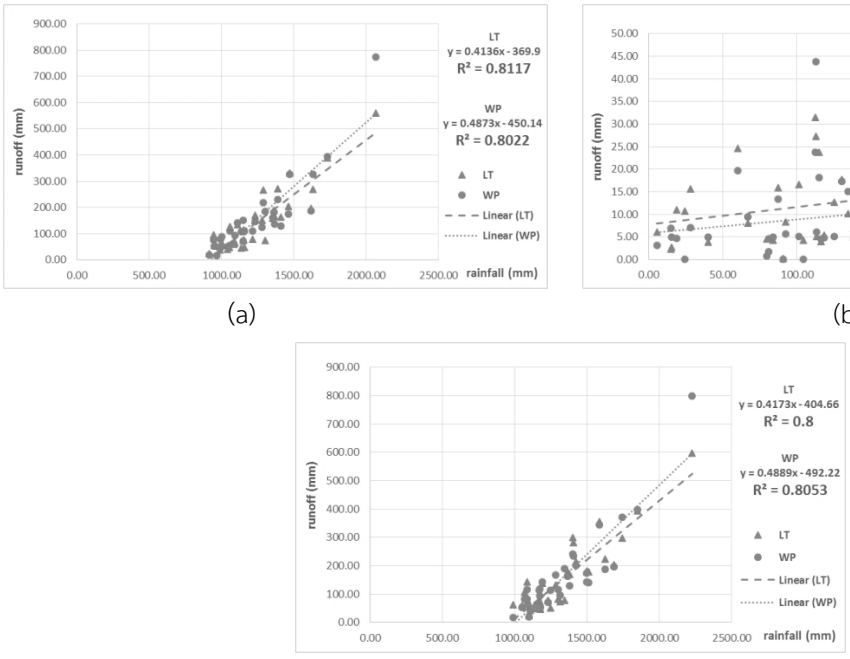


Figure 5 The relationship between rainfall and runoff in (a) wet period, (b) dry period and (c) annual.

Table 2 Rainfall – runoff ratios in wet-dry period and annual.

Water shed	Wet period			Dry period			Annual		
	rainfall (mm)	runoff (mm)	% of rainfall /runoff	rainfall (mm)	runoff (mm)	% of rainfall /runoff	rainfall (mm)	runoff (mm)	% of rainfall /runoff
Natural Forest	1239.53	142.77	10.49	100.07	11.61	18.07	1339.60	154.37	10.57
Refores-tation	1239.53	153.91	11.22	100.07	8.86	12.96	1339.60	162.76	11.04

3. การเปรียบเทียบลักษณะน้ำท่าระหว่างป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟู

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะน้ำท่าของพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟูนั้นแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ 1) การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ปี (5 years moving average) 2) การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าของช่วงอายุป่าฟื้นฟูช่วงละ 5 ปี และ 3) การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในปีที่มีปริมาณน้ำฝนแตกต่างกัน

3.1 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ปี (5 years moving average) ในช่วงฤดูน้ำหลากและช่วงฤดูน้ำแล้ง ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ใช้วิธีการ 5 years moving average จะทำให้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าเหลือ 30 ปี โดยเริ่มจากปี พ.ศ. 2530 ถึงปี พ.ศ. 2559 เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีจากข้อมูลที่ทำการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ปีแล้ว จะได้ผลดัง Figure 6 เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ในรายปี จะพบว่าความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าในรายปีและช่วงน้ำหลากของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติและลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูมีลักษณะใกล้เคียงกัน แบ่งเป็น 4 รูปแบบคือรูปแบบที่ 1 (ปีที่ 1 ถึงปีที่ 7) เป็นช่วงที่ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติน้อยกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูประมาณ 30 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ รูปแบบที่ 2 (ปีที่ 8 ถึงปีที่ 12) เป็นช่วงที่ปริมาณน้ำท่ารายปีใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งจะแตกต่างกันประมาณ 0.1 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ รูปแบบที่ 3 (ปีที่ 13 ถึงปีที่ 24) จะเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำท่าของ

ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติมากกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู โดยปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติจะมากกว่าปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูประมาณ 6 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ และช่วงที่ 4 (ปีที่ 25 ถึงปีที่ 30) ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูจะมากกว่าปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติค่อนข้างมาก โดยจะมากกว่าประมาณ 9 ถึง 27 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณาในช่วงน้ำแล้งความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าของทั้งสองพื้นที่จะมี 2 รูปแบบคือ รูปแบบแรกเป็นช่วงที่ปริมาณน้ำท่ามีความใกล้เคียงกันตั้งแต่ปีที่ 1 ไปถึงปีที่ 13 แล้วค่อยๆ แตกต่างกันมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงปีที่ 30

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 30 ปีของปริมาณน้ำท่าทั้งสองพื้นที่ พบว่า ในช่วงน้ำหลากและในรายปี ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติน้อยกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู 6.91 เปอร์เซ็นต์ และ 4.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ในช่วงน้ำแล้ง ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยของลุ่มน้ำธรรมชาติจะมากกว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยของลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู 25.77 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

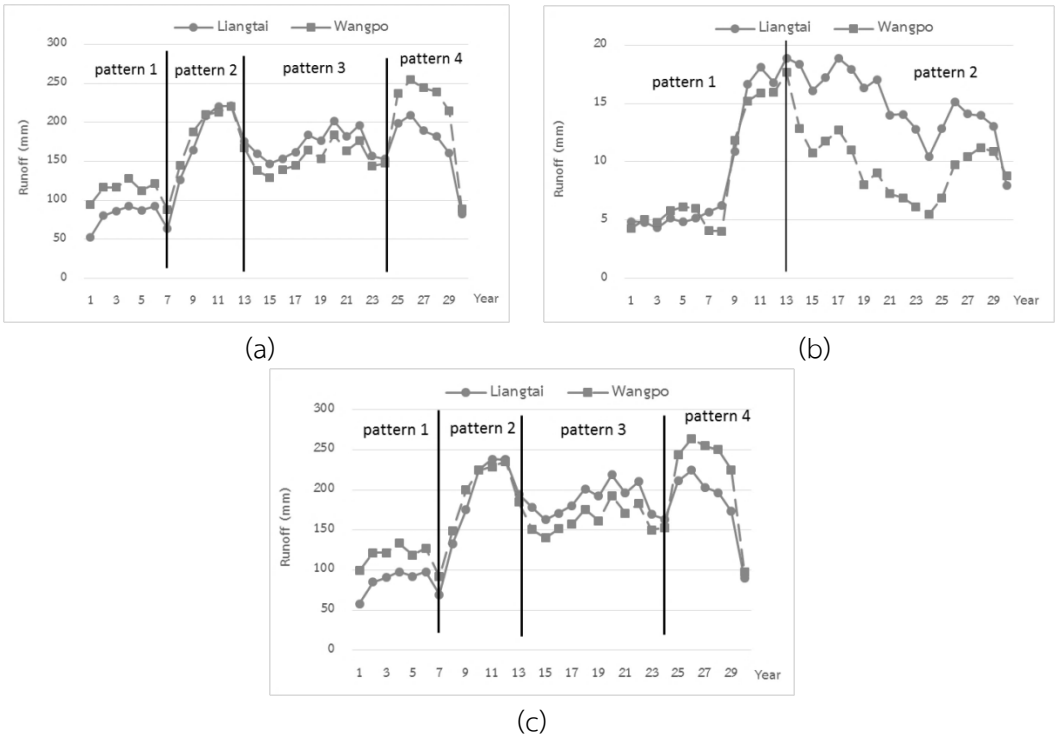


Figure 6 The 5 years moving average of runoff in (a) wet period (b) dry period and (c) annual.

Table 3 Average runoff 30 years in wet – dry period and annual.

Watershed	Average Runoff (30 years)				
	Wet period		Dry period		Annual
	mm	% anuual	mm	% anuual	
Natural Forest	152.28	92.34	12.42	7.66	164.70
Reforestation	162.80	94.31	9.22	5.69	172.02
% different	6.91		-25.77		4.44

Remark: %difference = %average runoff different from Liangtai (natural forest)

3.2 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ปี (5 years moving average) ในช่วงอายุป่าฟื้นฟูช่วงละ 5 ปี เมื่อกำหนดข้อมูลปริมาณน้ำท่าออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 ปี ตามอายุของป่าฟื้นฟู เพื่อศึกษาอิทธิพลของช่วงอายุของป่าฟื้นฟูต่อปริมาณน้ำท่า (Table 4) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่าในแต่ละกลุ่มข้อมูล พบว่าความแตกต่างของข้อมูลปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากค่อยๆ แตกต่างกันลดลงเรื่อยๆ ข้อมูลกลุ่มในช่วง 5 ปีแรก ปริมาณ

น้ำท่าในช่วงน้ำหลากและในรายปี แตกต่างกันมากที่สุด โดยปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติน้อยกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู 42.12 เปอร์เซ็นต์ และ 40.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ในช่วงน้ำแล้งปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติกลับน้อยกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูอยู่ 8.54 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มข้อมูลอื่นๆ ที่ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำแล้งของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติมากกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู และเป็นที่สังเกตว่าในช่วงปีที่ 20 ถึง 25 ปริมาณน้ำท่าของทั้งสองพื้นที่จะมีความใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยในช่วงน้ำหลากและในรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติจะมากกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูเพียง 2.10 เปอร์เซ็นต์ และ 5.27 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากและในรายปีของทั้งสองพื้นที่มีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้นตามช่วงอายุของป่าฟื้นฟู โดยในช่วง 5 ปีแรกนั้นมีความแตกต่างกันมากที่สุด เนื่องจากสภาพพื้นที่ของป่าฟื้นฟูยังไม่มีสภาพเป็นพื้นที่ป่าชัดเจน รวมถึงปัจจัยทางด้านลักษณะดิน เนื่องจากพื้นที่ฟื้นฟูดังกล่าวเคยเป็นพื้นที่ทำการเกษตร ซึ่งทำให้ดินแน่น ส่งผลให้ดินกักเก็บน้ำได้น้อย ดังนั้นในช่วงน้ำหลากปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ป่าฟื้นฟูจึงมีค่ามาก แต่เมื่ออายุของป่าฟื้นฟูมากขึ้นลักษณะของพื้นที่มีความใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากขึ้น ทำให้กระบวนการต่างๆ ในพื้นที่มีความคล้ายคลึงกัน ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าทั้งสองลุ่มน้ำใกล้เคียงกัน แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงปีที่ 25 ถึง 30 ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากกับรายปีมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก (26.42 และ 23.03 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้อาจเกิดหลังจากปีที่ 25 ต้นไม้ของป่าฟื้นฟูโตเต็มที่จึงทำให้เมื่อป่าผลัดใบ ใบไม้จะกลายเป็นเศษซากพืชทับถมเป็นจำนวนมากส่งผลถึงการซึมน้ำและการหลากของน้ำไหลบ่าหน้าดิน ประกอบกับความหลากหลายของพืชในป่าธรรมชาติมากกว่าในป่าฟื้นฟู ทำให้ค่าการคายระเหยน้ำน้อยกว่าด้วย

Table 4 The 5 years period different runoff of restoration and natural forest.

Year	Watershed	Average Runoff				
		wet period		dry period		annual
		mm	% anuual	mm	% anuual	
1987 - 1991	Natural Forest	80.07	94.64	4.81	5.36	84.88
	Reforestation	113.80	95.80	5.22	4.20	119.02
	% different	42.12		8.54		40.22
1992 - 1996	Natural Forest	131.17	94.01	8.93	5.99	140.10
	Reforestation	150.36	95.07	8.23	4.93	158.59
	% different	14.63		-7.84		13.20
1997 - 2001	Natural Forest	184.93	91.99	17.65	8.01	202.58
	Reforestation	173.41	92.79	14.61	7.21	188.02
	% different	-6.23		-17.21		-7.19
2002 - 2006	Natural Forest	175.39	91.69	17.48	8.31	192.87
	Reforestation	157.28	94.10	10.52	5.90	167.80
	% different	-10.32		-39.83		-13.00
2007 - 2011	Natural Forest	177.35	93.68	12.83	6.32	190.18
	Reforestation	173.62	96.50	6.54	3.50	180.16
	% different	-2.10		-49.03		-5.27
2012 - 2016	Natural Forest	164.78	93.26	12.84	6.74	177.62
	Reforestation	208.32	95.53	10.21	4.47	218.53
	% different	26.42		-20.47		23.03

Remark: %difference = %average runoff different from Liangtai (natural forest)

3.3 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในปีที่มีปริมาณน้ำแตกต่างกัน ทำการแบ่งข้อมูลน้ำท่า 30 ปี ออกเป็น 3 กลุ่มข้อมูลตามปริมาณน้ำฝนรายปีที่แตกต่างจากปีปกติ คือ ปีน้ำฝนมาก (มากกว่า 1,400 มม.) ปีน้ำฝนน้อย (น้อยกว่า 1,326 มม.) และปีน้ำฝนปกติ (1,329 มม. ถึง 1,397 มม.) (Table 5) พบว่าในช่วงน้ำหลากและในรายปี ปริมาณน้ำท่าในปีน้ำฝนมาก และน้ำฝนปกติ จะมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย (5.44 และ 4.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่ในปีน้ำฝนน้อย ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากและในรายปี มีความแตกต่างกันมากที่สุด (12.77 เปอร์เซ็นต์) ในส่วนของช่วงน้ำแล้ง ปริมาณน้ำท่าของทั้ง 3 กลุ่มข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยในปีน้ำฝนมาก น้ำฝนน้อย และปีน้ำฝนปกติ ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติจะมากกว่าป่าฟื้นฟู เท่ากับ 23.37 เปอร์เซ็นต์ 23.02 เปอร์เซ็นต์ และ 30.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอาจสรุปได้ว่าปัจจัยทางด้านลักษณะน้ำฝนมีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่า โดยในปีน้ำฝนมากและปกติ การที่น้ำฝนมีปริมาณมาก ทำให้ดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำได้ง่าย ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่ในปีน้ำฝนน้อยปัจจัยทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินจะส่งผลถึงปริมาณน้ำท่า โดยเมื่อปริมาณน้ำฝนมีน้อย ในพื้นที่ป่าธรรมชาติจะมีการซึมน้ำได้มาก และมีการดึงน้ำไปใช้ของพืช รวมถึงการคายระเหยของน้ำทั้งจากดินและจากพืช ทำให้ปริมาณน้ำท่าของป่าธรรมชาติมีค่าน้อยกว่าป่าฟื้นฟู ทั้งนี้การปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าฟื้นฟูมากกว่าลุ่มน้ำป่าธรรมชาตินั้น ทำให้สัดส่วนของปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากมีค่ามาก แต่ในช่วงน้ำแล้งมีค่าน้อย โดยเฉพาะในช่วงปีน้ำฝนน้อย สัดส่วนของปริมาณน้ำฝนในแต่ละฤดูนั้นจะแตกต่างกันอย่างมาก

Table 5 Average runoff classification according to the annual rainfall.

Year	Watershed	Average Runoff				
		wet period		dry period		annual
		mm	% anuual	mm	% anuual	
Rainy Year	Natural Forest	191.12	92.34	15.85	7.66	206.97
	Reforestation	201.51	94.31	12.15	5.69	213.66
	% different	5.44		-23.37		3.23
Dry Year	Natural Forest	107.50	92.95	8.16	7.05	115.66
	Reforestation	121.22	95.07	6.28	4.93	127.50
	% different	12.77		-23.02		10.24
Normal Year	Natural Forest	158.23	92.27	13.26	7.73	171.49
	Reforestation	165.67	94.72	9.24	5.28	174.90
	% different	4.70		-30.33		1.99

Remark: %difference = %average runoff different from Liangtai (natural forest)

สรุป

ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 34 ปี ของพื้นที่ลุ่มน้ำเลียงตาย (ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ) ในช่วงน้ำหลากและในรายปี จะมีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำวังปอ (ลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู) แต่ในช่วงน้ำแล้งจะมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติจะมากกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู แนวโน้มของปริมาณน้ำท่าทั้งสองพื้นที่จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่มีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน เนื่องจากข้อมูลปริมาณน้ำท่าในแต่ละปีมีความผกผันสูง ในส่วนของความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า มีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูงในช่วงน้ำหลากและในรายปี โดยมีความสัมพันธ์ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งสองลุ่มน้ำ แต่ในช่วงน้ำแล้ง มีความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำมาก

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติและลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 30 ปี ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากและในรายปี มีความแตกต่างกัน 6.91 และ 4.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ในช่วงน้ำแล้ง ปริมาณน้ำท่าจะแตกต่างกัน 25.77 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของอิทธิพลของช่วงอายุของการฟื้นฟูป่า พบว่าในช่วง

5 ปีแรก ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากและในรายปีมีความแตกต่างกันมากที่สุด โดยต่างกัน 42.12 และ 40.22 เปอร์เซ็นต์ และใกล้เคียงกันมากที่สุดในช่วงปีที่ 20 ถึง 25 แต่ในช่วงน้ำแล้งจะมีความแตกต่างกันในทุกช่วง ในส่วนของการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่มีอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝน พบว่าในปีน้ำฝนมากและน้ำฝนปกติ ในช่วงน้ำหลากและในรายปีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจะแตกต่างกันเล็กน้อย ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ในปีน้ำฝนน้อย ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากและในรายปีของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติจะน้อยกว่าลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู 12.77 และ 10.24 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงน้ำแล้ง ทั้ง 3 กลุ่มข้อมูล ปริมาณน้ำท่าของลุ่มป่าธรรมชาติจะมากกว่าของลุ่มน้ำป่าฟื้นฟู 23 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช นาย อนุพงษ์ กาบจันทร์ หัวหน้าสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน เจ้าหน้าที่สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อาจารย์วีนัส ต่วนเครือ และอาจารย์สมนิมิตร พุกงาม ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลและให้ความช่วยเหลือในการทำงานครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว. 2551. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม และ สุวรรณา ยุวนานนท์. 2539. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณและลักษณะการไหลของน้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสัก. **วารสารวนศาสตร์** 15 : 98-110.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล. 2554. **การให้น้ำของป่าต้นน้ำ**. ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธ์พืช

สุพจน์ เจริญสุข และพงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล. 2554. การใช้เทคนิค Rainfall-runoff polygons ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการไหลของน้ำท่าในช่วง 29-30 ปีหลังการปลูกป่า ที่จังหวัดน่าน. **บันทึกวิจัยเล่มที่ 2/2554**: 2-3.

Lins, F.A.C., J.L.B. da Silva, G.B. de A. Moura, P.F.S. Ortiz, J.D.A. Oliveira, M.V.C. Alves**.** 2017**.** Quantile technique to precipitation, rainfall anomaly index and biophysical parameters by remote sensing in Serra Talhada, Pernambuco. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing 6** : 334 – 344. Cited Xavier, T.M.B.S, A.F.S. Xavier. 1999. Caracterização De períodos secos ou excessivamente chuvosos noestado do Ceará através da técnica dos Quantis: 1964-1998. **Revista Brasileira de Meteorologia** 14: 63-78.

.

การประเมินการบริการเชิงนิเวศโดยใช้ดัชนีความต่างพืชพรรณ ดัชนีความหลากหลายชนิดไม้ ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ การกักเก็บคาร์บอนและปริมาณสารอาหารหลักในดิน: กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านพร้าว

The Evaluation of Ecosystem Services Using Normalized Difference Vegetation Index, Species Diversity Index, Tree Species Importance Value Index, Soil Primary Macronutrients, and Carbon Sequestration: A Case Study of Ban Prao Community Forest

กิตตินนท์ หมอก็เป็น[1*] ภัทรพงษ์ เกริกสกุล[1] พงษ์เทพ หาญพัฒนกิจ[1] พฤทธิ์ ราชรักษ์[2] และ วิรงรอง ดวงใจ[3]

Kittinont Mokopen[1*], Patarapong Kroeksakul[1], Phongthep Hanpattanakit[1], Phruet Racharak[2] and Wirongrong Duangjai[3]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากร คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

[1]Department of Environmental Technology and Resources Management, Faculty of Environmental Culture and Ecotourism, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110

[2]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[3]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **Kittinont.mok@g.swu.ac.th**

บทคัดย่อ

ป่าชุมชนถือเป็นแหล่งให้บริการเชิงนิเวศต่อมนุษย์ กิจกรรมของมนุษย์ได้รบกวนระบบนิเวศป่าไม้ส่งผลต่อศักยภาพการให้บริการเชิงนิเวศของป่าไม้ การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์การประเมินการบริการเชิงนิเวศของระบบนิเวศป่าเต็งรัง ป่าชุมชนบ้านพร้าว จังหวัดสระแก้ว โดยประเมินจากค่าดัชนี ดังนี้ 1) ดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI) 2) ดัชนีความหลากหลายชนิดไม้ 3) ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (IVI) 4) การกักเก็บคาร์บอน และ 5) ปริมาณสารอาหารหลักในดิน เก็บข้อมูลเชิงพื้นที่และสำรวจป่าภาคสนาม โดยวางแปลงสำรวจชั่วคราว 10x10 เมตร 4x4 เมตร และ 1x1 เมตร จำนวน 48 แปลง เก็บซากพืชเหนือพื้นดิน และเก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มอย่างเป็นระบบ 128 ตัวอย่าง นำดินตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลักในดิน (NPK) ในห้องปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์ค่า NDVI มีค่าระหว่าง 0.143 – 0.318 พบชนิดไม้ทั้งหมด 33 ชนิด 29 วงศ์ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้ เท่ากับ 2.75 พรรณไม้เด่น ได้แก่ แดง *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Jaub. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) Nielsen มีค่า IVI ร้อยละ 43.08 ผลการประเมินการกักเก็บคาร์บอนมวลชีวภาพ เท่ากับ 20.88 ± 6.68 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเฉลี่ย เท่ากับ 0.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 2.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมเฉลี่ย เท่ากับ 0.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าดัชนีทั้งหมดชี้ให้เห็นระดับการให้บริการเชิงนิเวศด้านผลผลิตของป่าเต็งรังในแง่ของความหลากหลายทางชีวภาพอยู่ระดับปานกลาง จากค่าดัชนีความต่างพืชพรรณและดัชนีความหลากหลาย ในขณะเดียวกันศักยภาพการบริการเชิงนิเวศด้านการควบคุมสภาพภูมิอากาศ และการบริการเชิงนิเวศด้านการสนับสนุนกลไกของระบบนิเวศป่าไม้ อยู่ระดับค่อนข้างต่ำเช่นกัน การส่งเสริมการฟื้นฟูนิเวศป่าไม้จึงมีความสำคัญเร่งด่วน

คำสำคัญ: ดัชนีบ่งชี้การบริการเชิงนิเวศ ป่าเต็งรัง ป่าชุมชนบ้านพร้าว

ABSTRACT

Community forests are regarded as sources of ecosystem services to human. However, human activities have disturbed the forest ecosystem, and impacted potential ecosystem services of forests. This research aimed to evaluate ecosystem services of dry dipterocarp forest at Ban Prao community forest. Five indices and measurements were applied for the assessments: 1) Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), 2) Species Diversity Index, 3) Species Important Value Index (IVI), 4) Carbon storage, and 5) Soil Primary Macro Nutrient concentration. Satellite images of Landsat 8 and Global Positioning System (GPS) were used as spatial data together with a forest field survey. A total of forty-eight temporary plots of different size, 10 x 10m, 4 x 4m and 1 x 1m were established across the baseline. A total of 128 soil samples and litter fall samples were systematic randomly collected within the plots of 10 x 10m and 4 x 4m, respectively. The soil samples were determined in the laboratory. The result of NDVI value ranged from 0.143 to 0.318. Thirty-three tree species in twenty nine families were recorded with the species diversity index of 2.75. The dominant species was *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Jaub. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) Nielsen, with the IVI percentage of 43.08. The results showed that carbon storage of biomass was 20.88 ± 6.68 TC/ha. In addition, it was found that total nitrogen, phosphorus, and potassium were detected in low concentration in the soil with the average 0.32 mg/Kg., 2.25 mg/Kg., and 0.75 mg/Kg, respectively. Thus, this study demonstrated that the system was in a medium level of ecosystem service based on productivity of the dipterocarp forest. On the other hand, ecosystem services on climate control was in a low potential. Similarly, potential of the ecosystem to support ecosystem mechanism was at low potential based on available soil micronutrients. Therefore, forest restoration should be urgently promoted.

Keywords: Ecosystem service indicators, dry dipterocarp forest, Ban Prao community forest

คำนำ

ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เกิดขึ้นมาอย่างยาวนานจึงเกิดแนวคิดป่าชุมชน เป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้และรักษาระบบนิเวศให้ยั่งยืนต่อไป (โกมล, 2520) การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการและใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน อาจส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพและสมดุลของระบบนิเวศเนื่องจากมีการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน จนทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุลของระบบ ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพเหล่านี้เป็นรากฐานสำคัญที่สนับสนุนการทำหน้าที่และการให้บริการเชิงนิเวศ ซึ่งถือเป็นรูปแบบของบริการที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศทั้งทางตรงและทางอ้อม (Costanza *et al.,* 2014) ซึ่งหมายรวมถึง การควบคุมสภาพภูมิอากาศและป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ การป้องกันการกร่อนของหน้าดิน การป้องกันมลพิษจากฝุ่นละอองในอากาศ การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเป็นแหล่งนันทนาการ และเป็นแหล่งอาหารของชุมชน เป็นต้น การประเมินมูลค่าการบริการเชิงนิเวศและเก็บข้อมูลค่าเฉลี่ยของมูลค่าการบริการเชิงนิเวศป่าไม้ประเภทต่างๆ ในภาพรวมระดับประเทศ พบว่าป่าชุมชนสามารถช่วยกักเก็บน้ำในดิน เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในการรักษาสมดุลทางธรรมชาติ ระบบนิเวศ และเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนเพื่อช่วยบรรเทาและลดภาวะโลกร้อน และจากการศึกษาข้อมูลการพึ่งพิงป่าชุมชน ได้รับประโยชน์จากการดูแลรักษาป่าชุมชน เช่น เป็นแหล่งอาหาร แหล่งสมุนไพร ไม้ใช้สอยในครัวเรือน และการเก็บหาของป่า

ป่าชุมชนบ้านพร้าวเป็นป่าทุติยภูมิที่มีการถูกรบกวนและได้รับการฟื้นฟูหลังจากมีการจัดตั้งเป็นป่าชุมชนเมื่อปี พ.ศ. 2555 พื้นที่ป่าส่วนใหญ่เป็นระบบนิเวศป่าเต็งรัง ซึ่งยังเกิดไฟป่าอยู่บ่อยครั้งโดยเฉพาะช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน ส่งผลต่อการเติบโตของกล้าไม้และไม้หนุ่มในระบบนิเวศของป่า ซึ่งผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึง

ความสำคัญของการศึกษาเพื่อประเมินสภาพป่า ที่สามารถบ่งบอกระดับการให้บริการเชิงนิเวศของป่า ในบริเวณป่าชุมชนบ้านพร้าว ซึ่งถือเป็นแหล่งอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และเป็นแหล่งอาหารของชุมชน โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์จากดัชนีพรรณพืช ดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้และดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ซึ่งสามารถอธิบายระดับบริการเชิงนิเวศด้านผลผลิต การกักเก็บคาร์บอนสามารถเป็นแหล่งบำบัดมลพิษทางอากาศสามารถใช้เพื่อบ่งชี้การบริการเชิงนิเวศด้านของการควบคุมสภาพภูมิอากาศ และการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลักในดิน ประกอบด้วย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เพื่อใช้บ่งชี้การบริการเชิงนิเวศด้านการสนับสนุนของระบบนิเวศ เพื่อทำความเข้าใจศักยภาพของการเป็นแหล่งต้นทุนทางธรรมชาติของป่าไม้และการให้บริการเชิงนิเวศของป่าชุมชน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านพร้าว ตั้งอยู่ที่บ้านพร้าว หมู่ที่ 1 ตำบลวัฒนานคร อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว (Figure 1) เป็นพื้นที่ป่าสาธารณะประโยชน์ มีเนื้อที่ป่าทั้งหมด 1,026 ไร่ สภาพภูมิประเทศพื้นที่เป็นที่ดอนและมีที่ราบลุ่มเป็นบางแห่ง มีต้นไม้หลากหลายชนิด เช่น แดง ประดู่ เต็ง และยางนา เป็นต้น และมีอาหารตามธรรมชาติ เช่น เห็ด หน่อโจด หน่อไม้ ผักหวาน ดอกกระเจียว และพืชผักตามฤดูกาล สภาพป่าเป็นป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ขึ้นทะเบียนเป็นป่าชุมชนเมื่อ ปี พ.ศ. 2555

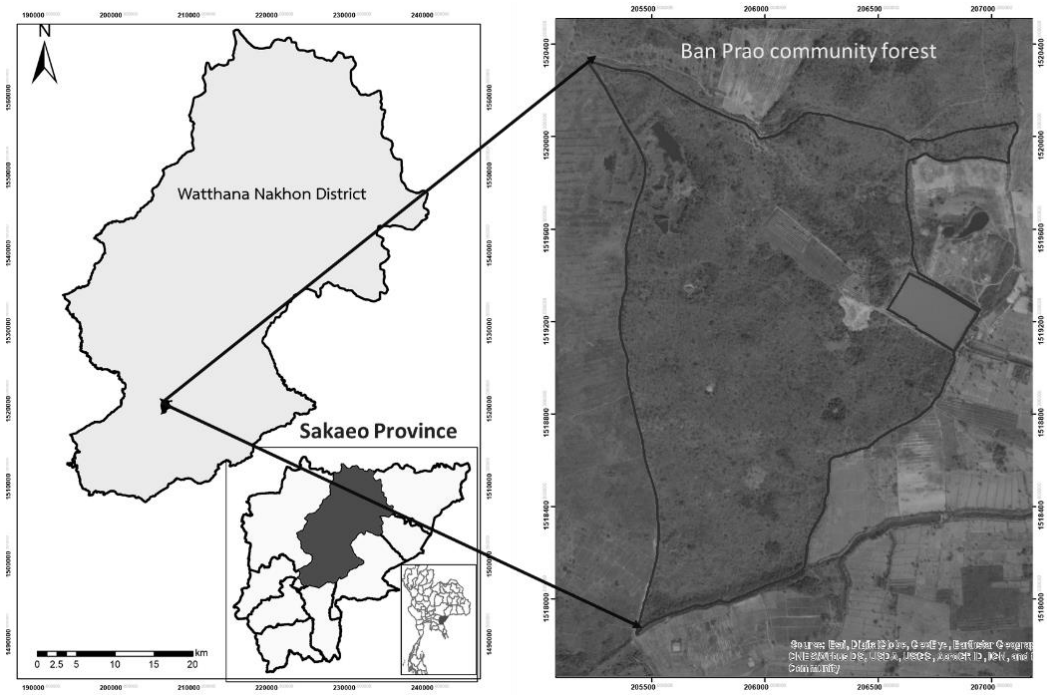


Figure 1. Study area Ban Prao community forest, Watthana Nakhon District, Sa Kaeo Province.

2. วิธีการเก็บข้อมูล

2.1 จำแนกพื้นที่โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 วิเคราะห์ดัชนีความต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) เป็นการหาค่าความต่างของค่าการสะท้อนของพืชพรรณโดยอาศัยคุณสมบัติของค่าการสะท้อนเชิงคลื่นจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสมการ (1) ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.1 ผลของสมการจะมีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 โดยกำหนดช่วงชั้นของค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) เป็น 5 ระดับ (ภาวิดา และคณะ, 2556) คือ

ค่าระหว่าง -1.00 – 0.1 ช่วงที่มีพืชพรรณสีเขียวน้อยมากหรือไม่มีเลย ได้แก่ พื้นที่แหล่งน้ำ มีพืชปกคลุมอยู่ต่ำ
ค่าระหว่าง 0.20 - 0.35 ช่วงของพื้นที่ดินแห้งแล้ง มีพืชปกคลุมอยู่ค่อนข้างต่ำ
ค่าระหว่าง 0.35 - 0.45 ช่วงของพื้นที่เพาะปลูก มีพืชปกคลุมปานกลาง
ค่าระหว่าง 0.45 - 0.65 ช่วงที่ที่มีพืชพรรณสีเขียวหนาแน่น ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ สวนป่า มีพืชปกคลุมอยู่ค่อนข้างมาก
ค่าระหว่าง 0.65 – 1.00 ช่วงที่ที่มีพืชพรรณสีเขียวหนาแน่นมาก ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ มีพืชปกคลุมอยู่หนาแน่นมาก

ค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของพืชพรรณที่ปกคลุมดิน เพื่อใช้ในการกำหนดเกณฑ์ของค่าดัชนีพืชพรรณป่าชุมชนบ้านพร้าว นำค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ที่ได้จากการวิเคราะห์มาใช้ในการกำหนดจุดและการวางแปลงสำรวจ

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

โดยที่ RED = ค่าการสะท้อนในระดับทีตามองเห็นสีแดง
NIR = ค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

2.2 การสำรวจพื้นที่ป่าโดยกำหนดพื้นที่วางแปลงจากข้อมูลการวิเคราะห์ดัชนีพืชพรรณ แปลงตัวอย่างขนาด 10×10 เมตร แปลงย่อยขนาด 4×4 เมตร และ 1×1 เมตร รวมทั้งสิ้นจำนวน 48 แปลง โดยมีขนาดพื้นที่ 1,600 ตารางเมตร จำแนกพรรณไม้ วัดความสูงของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height; DBH) มากกว่า 4.5 เซนติเมตรและจำแนกชนิดของพรรณไม้ บันทึกชนิดและจำนวนต้นไม้ที่พบในแปลงตัวอย่าง เพื่อศึกษาองค์ประกอบของพืชพรรณ โครงสร้างของป่า ความหลากหลายของชนิดไม้ และดัชนีความสำคัญของพรรณไม้

2.3 การเก็บตัวอย่างดิน เก็บในแปลงตัวอย่างขนาด 10×10 เมตร โดยวัดระยะห่างจากขอบแปลงด้านละ 2.5 เมตร ในแต่ละแปลงทำการเก็บตัวอย่างดิน จำนวน 4 ซ้ำในแปลงสำรวจ ในแต่ละจุดทำการเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรตามลำดับ เก็บตัวอย่างดินด้วย core method โดยเก็บตัวอย่างดินแบบถูกรบกวนโครงสรง (วสันต์ และคณะ, 2553) รวมทั้งสิ้น 128 ตัวอย่าง

Table 1 Lists of ecosystem service analysis.

Ecosystem Service	Indicator	Definition
Provision		
Genetic resources	Diversity of tree species	Species Diversity Normalized Difference Vegetation Index: NDVI
Regulate		
Climate regulation	Carbon Storage	Carbon storage in above and below
Support		
Soil fertility regulation	Soil fertility	The quantity of nutrients in Soil (NPK)

Source: Roces-Diaz *et al*. (2018)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินบริการเชิงนิเวศโดยวิเคราะห์จากดัชนีความหลากหลายและความสำคัญของพรรณไม้ เป็นบริการเชิงนิเวศนิเวศด้านผลผลิต (Provision) ซึ่งบ่งบอกถึงความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณไม้ เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลในด้านการเป็นฐานทรัพยากรของโครงสร้างและการทำหน้าที่ในด้านต่างๆ ของระบบนิเวศ (Roces-Diaz *et al.,* 2018) การวิเคราะห์การกักเก็บคาร์บอนเป็นบริการเชิงนิเวศด้านการควบคุมกลไกระบบ (Regulation) ซึ่งหมายถึงการควบคุมกลไกสภาพอากาศ เช่น การกรองอากาศ ป่าไม้ช่วยในการดูดซับหรือกักเก็บคาร์บอน-ไดออกไซด์ ป่าไม้ช่วยในเรื่องการทำให้ฝนตก หรือการให้ร่มเงาและช่วยลดอุณหภูมิ (Chen *et al.*, 2019) และการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน จัดเป็นบริการเชิงนิเวศด้านการสนับสนุนหรือเกื้อหนุน (Support) ซึ่งหมายถึงการหมุนเวียนสารอาหาร ในระบบนิเวศจะมีการไหลและหมุนเวียนของสารอาหาร เช่น การหมุนเวียนของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และคาร์บอน ผ่านกระบวนการย่อยสลายและหรือการดูดซึมตามธรรมชาติ เช่น การย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งสามารถแบ่งระดับบริการเชิงนิเวศในแต่ละด้านโดยกำหนดค่าจากตัวชี้วัดเป็น 3 ระดับ คือ สูง ปานกลาง และต่ำ จากการเปรียบเทียบผลการศึกษาในพื้นป่าที่มีระบบนิเวศใกล้เคียงกันและจากค่าดัชนีของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา (Table 1)

3.1 การวิเคราะห์ความหลากหลายและความสำคัญของพรรณไม้

3.1.1. ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (บริการด้านผลผลิต)

การวิเคราะห์บริการเชิงนิเวศด้านผลผลิตใช้การศึกษาลักษณะของสังคมพรรณไม้โดยวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ที่เป็นตัวบ่งบอกถึงความสมดุลของระบบนิเวศป่าชุมชน ความหลากหลายของชนิดพรรณไม้โดยวิเคราะห์จากค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (Important Value Index; IVI) (อุทิศ, 2542) โดยพิจารณาจากสมการ ความหนาแน่น ความถี่ ความเด่น

$$\text{ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ } R_D = \frac{\text{ค่าความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมของค่าความหนาแน่นของทุกชนิดที่พบในแปลงตัวอย่าง}} \times 100 \qquad (2)$$

$$\text{ค่าความถี่สัมพัทธ์ } R_F = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พบพันธุ์ไม้ชนิดนั้น}}{\text{จำนวนแปลงย่อยที่ศึกษาทั้งหมด}} \times 100 \qquad (3)$$

$$\text{ค่าความเด่นสัมพัทธ์ } R_{Do} = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของพันธุ์ไม้ชนิดนั้น}}{\text{พื้นที่หน้าตัดของทุกชนิดรวมกัน}} \times 100 \qquad (4)$$

ดัชนีความสำคัญ (Important Value Index; IVI)

ค่าดัชนีสามารถหาได้จากผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความถี่สัมพัทธ์ และค่าความเด่นสัมพัทธ์ ดังสมการการ (5)

$$IVI = R_D + R_F + R_{Do} \qquad (5)$$

เมื่อ IVI = ดัชนีความสำคัญ

R_F = ค่าความถี่สัมพัทธ์

R_{Do} = ค่าความเด่นสัมพัทธ์

3.1.2. การวิเคราะห์ดัชนีดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้ (Species Diversity) (อุทิศ, 2542)

$$H' = -\sum^{S}_{t=1}(p_i)(\ln p_i) \quad (6)$$

โดย H' = ดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้
p_i = สัดส่วนของจำนวนชนิดพันธุ์ต่อจำนวนชนิดทั้งหมด
S = จำนวนชนิดไม้ทั้งหมด

3.2 การกักเก็บคาร์บอน (บริการด้านการควบคุม)

การวิเคราะห์บริการด้านการควบคุม โดยการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและใต้ดินของป่าจากการประเมินค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของป่าเต็งรัง โดยใช้สมการ allometric equation สำหรับป่าเต็งรังทุติยภูมิในประเทศไทย (Hanpattanakit *et al*., 2016) โดยมีสมการดังนี้

$$\text{Log } W_{S+B} = 0.9608\text{Log } (D^2 H) - 1.1296 \quad (7)$$
$$\text{Log } W_L = 0.5225\text{Log } (D^2 H) - 0.8814 \quad (8)$$
$$\text{Log } W_R = 0.6066\text{Log } (D^2 H) - 0.0767 \quad (9)$$

เมื่อ H = ความสูงของต้นไม้ (เมตร)
D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น (เซนติเมตร)
W_S = มวลชีวภาพลำต้น (กิโลกรัม)
W_B = มวลชีวภาพกิ่ง (กิโลกรัม)
W_L = มวลชีวภาพใบ (กิโลกรัม)
W_R = มวลชีวภาพราก (กิโลกรัม)

การคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินหาได้จากสมการ (10)

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน = ปริมาณมวลชีวภาพ (ตัน/เฮกตาร์) × conversion factor (10)

เมื่อ conversion factor = 0.47 (IPCC, 2006)

3.3 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (บริการด้านการสนับสนุน)

วิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ซึ่งวิเคราะห์จากสารอาหารหลักที่พืชนำไปใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม การวิเคราะห์ความเข้มข้นไนโตรเจนด้วยเครื่อง CHN Analyzer โดยใช้ตัวอย่างดิน 2 กรัม ห่อด้วย Tin foil (แผ่นดีบุกบาง) และนำเข้าเครื่อง CHN Analyzer เผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เครื่องจะทำการตรวจจับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด การวิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส ใช้วิธีวิเคราะห์ โดยการนำดินไปย่อยด้วยกรดไนตริก (HNO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 70 บน Hotplate ใช้เวลาในการย่อยประมาณ 25-45 นาที ทิ้งให้เย็นและเจือจางกรดด้วยน้ำกลั่นเพื่อให้ได้ปริมาตร 40 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร และวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม โดยการนำดินไปย่อยด้วยกรดไนตริก (HNO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 70 บน Hotplate ใช้เวลาในการย่อยประมาณ 25-45 นาที ทิ้งให้เย็นและเจือจางกรดด้วยน้ำกลั่นเพื่อให้ได้ปริมาตร

40 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวัดค่าความเข้มข้นด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 766.50 นาโนเมตร จดบันทึกค่าที่ได้และนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน

ผลและวิจารณ์

1. ดัชนีความต่างพืชพรรณ ดัชนีความสำคัญพรรณไม้ และความหลากหลายของชนิดไม้

จากการวิเคราะห์ดัชนีความต่างพืชพรรณ พบว่า พื้นที่ศึกษามีพืชพรรณปกคลุมค่อนข้างต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีสีเทาเข้ม มีค่าดัชนีพืชพรรณอยู่ระหว่าง 0.286 – 0.318 ซึ่งจัดว่ามีพืชพรรณปกคลุมอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ พื้นที่สีเทาและสีขาว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.235 – 0.286 มีพืชพรรณปกคลุมอยู่ค่อนข้างต่ำ และพื้นที่สีเทาอ่อนและสีดำ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.143 – 0.235 แสดงว่ามีพืชพรรณปกคลุมต่ำหรือไม่มีพืชพรรณปกคลุมอยู่ (Figure 2) และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.215 ถึงแม้ว่าพื้นที่ส่วนที่เป็นสีเทาเข้มจะมี พืชพรรณปกคุลมมากที่สุดในพื้นที่ คือ 0.235 - 0.286 แต่เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ค่า NDVI แล้ว อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ จากการศึกษาค่าดัชนีความต่างพืชพรรณของป่าเต็งรัง พบว่า ป่าเต็งรังส่วนใหญ่มีค่าดัชนีความต่างพืชพรรณอยู่ระหว่าง 0.260 - 0.320 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.290 (ศรศักดิ์ และคณะ, 2560)

จากการศึกษาดัชนีความสำคัญพรรณไม้ในป่าชุมชนบ้านพร้าว พบพรรณไม้จำนวน 33 ชนิด 29 วงศ์ พันธุ์ไม้หลักที่พบในป่าชุมชนบ้านพร้าว มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด 5 ชนิด คือ แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Jaub. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) Nielsen) มีค่า IVI ร้อยละ 43.08 เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) มีค่า IVI ร้อยละ 32.93 มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum* Guillaumin) มีค่า IVI ร้อยละ 29.93 มะค่าแต้ (*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq.) มีค่า IVI ร้อยละ 25.16 ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) มีค่า IVI ร้อยละ 20.22 ตามลำดับ จากค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้จะเห็นว่า แดง มีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าชุมชนบ้านพร้าวเนื่องจากมีค่าดัชนีความสำคัญพรรณไม้มาก เนื่องจากแดงเป็นไม้ที่ค่อนข้างแข็งแรงและเป็นไม้ที่ทนไฟในตัว

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้ของป่าชุมชนบ้านพร้าวในครั้งนี้ มีค่าเท่ากับ 2.75 เมื่อนำมาเปรียบเทียบผลการศึกษาของป่าชุมชนโคกใหญ่ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม พบว่ามีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้เท่ากับ 2.42 (สมหญิง และคณะ, 2552) และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาป่าชุมชนท่าข่อย อำเภอ กบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี พบว่ามีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้เท่ากับ 3.05 (ปารีณา และคณะ, 2560) ซึ่งจะเห็นว่าป่าชุมชนบ้านพร้าวมีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้มากกว่าป่าชุมชนโคกใหญ่และน้อยกว่าป่าชุมชนท่าข่อย (Table 4) ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้ป่าชุมชนบ้านพร้าว คือปัญหาไฟป่าที่ปัจจุบันยังคงเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี ไฟป่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดชนิดพันธุ์ไม้ของป่าเต็งรัง (ปารีณา และคณะ, 2560) และจะทำให้จำนวนชนิดไม้ ความหนาแน่นของต้นไม้และกล้าไม้ลดลง (สาโรจน์ และคณะ, 2555ก)

จากค่าดัชนีความสำคัญพรรณไม้และความหลากหลายของชนิดไม้ ค่าดัชนีพืชพรรณ แสดงให้เห็นว่าลักษณะการกระจายตัวและการปกคลุมของพืชพรรณในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านพร้าวค่อนข้างต่ำ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดไม้อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากพรรณไม้ส่วนใหญ่เป็นไม้ที่อยู่ในระบบนิเวศป่าเต็งรัง (ปารีณา และคณะ, 2560) เมื่อเปรียบเทียบกับป่าชุมชนท่าข่อยซึ่งเป็นป่าชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง และป่าชุมชนโคกใหญ่ที่มีระบบนิเวศป่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าการบริการเชิงนิเวศด้านการผลิตอยู่ในระดับปานกลาง

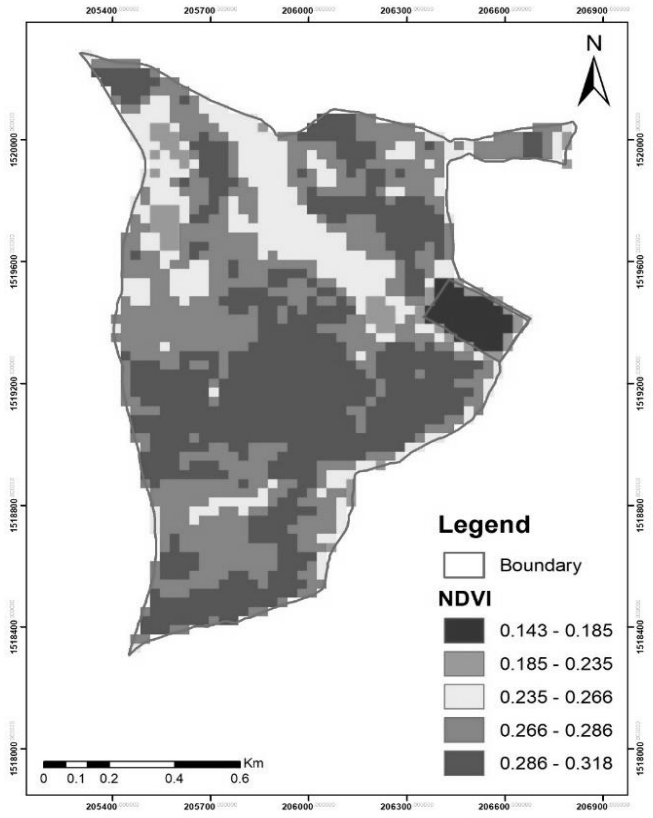


Figure 2 The Analysis Result of Normalized Difference Vegetation Index: the dark gray area, which is valued 0.286 - 0.318, shows the highest level of vegetation covers; whereas the black area, which is valued 0.143 - 0.185, shows the lowest level of vegetation covers.

2. การกักเก็บคาร์บอน (บริการด้านการควบคุม)

จากการศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าเต็งรังในป่าชุมชนบ้านพร้าว พบว่า ป่าชุมชนบ้านพร้าวกักเก็บคาร์บอนได้ เท่ากับ 20.88 ± 6.68 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ แบ่งเป็นส่วนของลำต้นและกิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 13.78 ± 0.77, 0.41 ± 0.01 และ 6.68 ± 0.18 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบกับการกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ พบว่าการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด 19.78 ± 1.72 ตันคาร์บอน/ไร่ (เกษราภรณ์ และคณะ, 2557) และ การกักเก็บคาร์บอนในป่าเต็งรังทุติยภูมิ จังหวัดราชบุรี มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด 55.85 ± 19.03 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ (Hanpattanakit *et al*., 2016) ป่าชุมชนบ้านพร้าวมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนน้อยกว่าป่าเต็งรัง จังหวัดราชบุรีซึ่งมีลักษณะเป็นป่าเต็งรังทุติยภูมิเช่นเดียวกัน แต่ก็พบว่ามีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากกว่าป่าชุมชนเขาวง ในพื้นที่ป่าใช้ประโยชน์ (Table 4)

จากผลการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดิน ป่าชุมชนบ้านพร้าว มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ เหนือพื้นดินและใต้ดินรวมอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจากป่าเต็งรังทุติยภูมิอื่น ๆ ดังนั้นการบริการเชิงนิเวศด้านการควบคุมจึงอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากปัจจัยทางด้านระบบนิเวศของป่าไม้ ขนาดความโตของต้นไม้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ดังนั้นจึงมีผลโดยตรงต่อปริมาณการกักเก็บคาร์บอนทำให้ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่จะมีการกักเก็บคาร์บอนได้มาก (Terakulpisut *et al.,* 2007) ซึ่งการกักเก็บคาร์บอนได้มากจะช่วยให้สภาพแวดล้อมของระบบนิเวศหรือมนุษย์ที่อยู่ใกล้เคียงได้รับผลประโยชน์

Table 2 Total biomass and carbon storage of Ban Prao community forest.

Forest	Biomass (t/ha)			Total	Carbon Stock (tC/ha)			Total
	Stems & Branches	Leaves	Roots		Stems & Branches	Leaves	Roots	
Ban Prao Community Forest	29.32 ±1.64	0.89 ±0.01	14.21 ±0.38	44.43 ±14.22	13.78 ±0.77	0.41 ±0.01	6.68 ±0.18	20.88 ±6.68

3. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (บริการด้านการสนับสนุน)

การวิเคราะห์สารอาหารหลักในดินป่าชุมชนบ้านพร้าวที่ระดับความลึก 0 - 15 และ 15 - 30 เซนติเมตร (Table 3) พบว่าดินชั้นบนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 33.15 องศาเซลเซียส ดินชั้นล่างมีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.50 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยของความชื้นของดินชั้นบนเท่ากับ ร้อยละ 5.28 โดยมวลต่อปริมาตร ค่าเฉลี่ยของความชื้นของดินชั้นล่างเท่ากับ ร้อยละ 7.46 โดยมวลต่อปริมาตร ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.32 กรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียม เท่ากับ 0.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสเท่ากับ 2.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

Table 3 The average concentration of soil macronutrients, moisture, and temperature of two different soil depths

Concentration	Soil Depth (cm.)		Average
	0-15	15-30	
Temperature (°C)	33.15	31.5	32.33
Moisture (%Vol)	5.28	7.46	6.37
Nitrogen (g/kg)	0.37	0.27	0.32
Potassium (mg/kg)	0.75	0.75	0.75
Phosphorus (mg/kg)	2.44	2.07	2.26

เมื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลการศึกษาการสะสมสารอาหารในดินป่าเต็งรังที่เกิดไฟป่า สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่ ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.89 กรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสเท่ากับ 13.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียม เท่ากับ 282.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สาโรจน์ และคณะ, 2555ข) และการสะสมสารอาหารในดินป่าเต็งรัง สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.21-1.75 กรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.01-0.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียมพบว่ามีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (วรนันท์ และคณะ, 2555) จะเห็นได้ว่าระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินป่าชุมชนบ้านพร้าวออยู่ในระดับต่ำ (Table 4) โดยใช้หลักการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดิน คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม (ดวงใจ และคณะ, 2558) และเปรียบเทียบกับบริเวณป่าเต็งรังอื่น ๆ ดังนั้นการบริการเชิงนิเวศด้านการสนับสนุน ประเมินจากระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่าป่าชุมชนบ้านพร้าวมีบริการเชิงนิเวศอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อระบบนิเวศป่าไม้เนื่องจากสารอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเติบโตมีปริมาณน้อยจะส่งผลต่อบริการเชิงนิเวศในด้านอื่น

Table 4 Linking ecosystem services, definition and ecosystem evaluation.

Ecosystem Service	Definition	Evaluation	Results	Other studies	Sources of the studies
Provision					
Genetic resources	Species Diversity	Shannon's Index	2.75	2.42 3.05	Bookaew *et al*., (2009) Thanarojanakul *et al*., (2017)
Regulate					
Climate regulation	Carbon storage in above and below	Total Carbon Stock (tonC/ha)	20.88 ± 6.68 tonC/ha	55.85± 19.03 tonC/ha 19.78 ± 1.72 tonC/rai	Hanpattanakit *et al*., (2016) Ounkerd *et al*., (2015)
Support					
Soil fertility	The quantity of nutrients in Soil (NPK)	Total Nitrogen Phosphorus Potassium	N = 0.32 g/kg P = 2.26 mg/kg K =0.75 mg/kg	N = 0.89 g/kg P = 13.6 mg/kg K = 282.8 mg/kg N = 0.21-1.75 g/kg P = Very low K = 0.01-0.17 mg/kg	Wattanasuksakul *et al*., (2012) Sonkanha *et al*., (2012)

สรุป

การประยุกต์ดัชนีชี้วัดเชิงนิเวศ โดยใช้หลักการประเมินความสมดุลของระบบนิเวศ แบ่งตามการให้บริการระบบนิเวศป่าไม้ 3 ด้านของป่าชุมชนบ้านพร้าว ดังนี้ 1) การบริการเชิงนิเวศด้านการผลิต อยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากลักษณะเฉพาะของความหลากหลายของชนิดไม้ส่วนใหญ่ที่บ่งบอกถึงความเป็นระบบนิเวศป่าเต็งรัง ความหนาแน่นของต้นไม้ค่อนข้างน้อย พรรณไม้ส่วนใหญ่เป็นไม้ที่ทนความร้อนได้ดี และเป็นไม้ทนแล้ง 2) การบริการเชิงนิเวศด้านการควบคุมอยู่ในระดับต่ำ บ่งชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของการเป็นแหล่งบำบัดอากาศและบทบาทของการเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของชุมชนและการรักษาสมดุลสิ่งแวดล้อม อาทิ วัฏจักรคาร์บอนลดลงไปด้วย 3) การบริการเชิงนิเวศป่าไม้ด้านการสนับสนุนพบว่า อยู่ในระดับต่ำ พืชพรรณในระบบนิเวศจะเจริญดีได้มีปัจจัยที่สำคัญคือความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารที่อยู่ในดิน ดังนั้นดินจึงถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการรักษาสมดุลสารอาหารในระบบนิเวศป่าไม้ ซึ่งจะเชื่อมโยงกับบริการเชิงนิเวศ ของระบบนิเวศป่าไม้ในแต่ละด้าน จากการประเมินสภาพป่าไม้และระบบนิเวศป่าไม้โดยใช้เรื่องการบริการเชิงนิเวศสามารถอธิบายได้ว่า ป่าชุมชนบ้านพร้าวมีการบริการเชิงนิเวศอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี กล่าวได้ว่าป่าชุมชนบ้านพร้าวเป็นป่าเต็งรังทุติยภูมิที่กำลังเสื่อมโทรม การให้การบริการเชิงนิเวศอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยเสนอแนะให้คณะกรรมการป่าชุมชนร่วมกับชุมชนบ้านพร้าวและชุมชนโดยรอบพื้นที่ป่าที่ศึกษา วางแผนดำเนินการด้านอนุรักษ์และฟื้นฟูป่า การป้องกันไฟป่าร่วมกับเจ้าหน้าที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและนักวิชาการ เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าในบริเวณป่าชุมชนและเพิ่มระดับการบริการเชิงนิเวศ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ใหญ่บ้าน ประธานและคณะกรรมการป่าชุมชนบ้านพร้าว ตำบลพร้าว อำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าพื้นที่ป่าชุมชนในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และขอขอบคุณเงินทุนสนับสนุนการวิจัย งบประมาณรายได้ คณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปี พ.ศ. 2562

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกษราภรณ์ อุ่นเกิด, พสุธา สุนทรห้าว และลดาวัลย์ พวงจิตร. 2557. การประเมินมูลค่าคาร์บอนที่กักเก็บในไม้ยืนต้นของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ. **วารสารวนศาสตร์** 34 (1) : 29-38.

โกมล แพรกทอง. 2520. **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ โครงการปลูกไม้ใช้สอยชุมชน:ป่าชุมชนในประเทศไทย.** ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาป่าชุมชน กองจัดการที่ดินป่าสงวนแห่งชาติ, กรมป่าไม้.

ดวงใจ ศุขเฉลิม, สันติ สุขสะอาด และ ยงยุทธ ไตรสุรัตน์. 2558. **คู่มือการศึกษาป่าไม้.** คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปารีณา ธนโรจกุล, พฤทธิ์ ราชรักษ์ และ วิรงรอง ดวงใจ. 2560. สังคมพืชไม้ป่าระยะเริ่มต้นพัฒนาในพื้นที่ป่าชุมชนอนุรักษ์ 3 แห่ง จังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดสระแก้ว, น. 875-883. *ใน* **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาวิดา ยะโสวงษ์ และ ชุลีรัตน์ จรัสกุลชัย. 2556. การจัดทำดัชนีค้นคืนภาพถ่ายดาวเทียมด้วยการจัดกลุ่มและค่าดัชนีพืชพรรณ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ** 4(2): 1-8.

วสันต์ จันทร์แดง, ลดาวัลย์ พวงจิตร และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2553. การกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส ณ สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น. **วารสารวนศาสตร์** 29(3) : 36-44.

วรนันท์ สนกันหา, สนชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, ศุภิฌา ธนะจิตต์, เอิบ เขียวรื่นรมย์ และทักษิณ อาชวาคม. 2555**.** ลักษณะดินภายใต้สภาพป่าต่างชนิดบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. **วารสารวิชาการแก่นเกษตร** 40 (1): 7-18.

ศรศักดิ์ แก้วคำสอน, เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่ และกัมปนาท ปิยะธำรงชัย. 2560. การติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้โดยใช้ข้อมูลระยะไกลและดัชนีพืชพรรณร่วมกับ ดัชนีกายภาพบางประการในลุ่มน้ำสะเนียนไสล จังหวัดน่าน. **วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย** 1(1): 35-43.

สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, สุนทร คำยอง, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และนิวัติ อนงค์รักษ์. 2555ก. ความหลากชนิดพันธุ์ไม้และการสะสมคาร์บอนในป่าเต็งรังที่มีไฟป่า และไม่มีไฟป่า บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวนศาสตร์** 31(3): 1-14.

สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, สุนทร คำยอง, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และนิวัติ อนงค์รักษ์. 2555ข. ผลกระทบของไฟป่าต่อสมบัติทางกายภาพ-เคมีและการสะสมธาตุอาหารในดินป่าเต็งรัง สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารเกษตร** 28(1): 19-29.

สมหญิง บู่แก้ว, เพ็ญแข ธรรมเสนานุภาพ และธวัดชัย ธานี. 2552. ความหลากชนิดพรรณไม้และการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในป่าชุมชนโคกใหญ่. **วารสารทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม** 7(1): 36 – 50.

อุทิศ กุฎอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Costanza, R., S.D.G. Rudolf, P. Sutton and S.V.D. Ploeg. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change** 26: 152-158.

Chen, L.C., X. Guan and H.M. Li. 2019. Spatiotemporal patterns of carbon storage in forest ecosystems in Hunan Province China. **Forest Ecology and Management** 432: 656–666.

Hanpattanakit, P., A. Chidthaisong, M. Sanwangsri and N. Lichaikul. 2016. Improving allometric equations to estimate biomass and carbon in secondary dry dipterocarp forest. **Singapore SG** 18(3): 208 – 211.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. IPCC **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. InternationalPanel on Climate Change. IGES, Japan.

Roces-Díaz, J.V., J. Vayreda and M. Banqué-Casanovas. 2018. Assessing the distribution of forest ecosystem services in a highly populated Mediterranean region. **Ecological Indicator** 93: 986 – 997.

Terakulpisut J., N. Gajaseni and N. Ruankawe. 2007. Carbon sequestration potential in aboveground biomass of Thong Pha Phum National Forest Thailand. **Applied Ecology and Environmental Research** 5(2): 93-102.

การประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวและระดับการใช้ประโยชน์ อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี จังหวัดกระบี่

Assessment of the Tourism Destination Quality Standard and Usage Level Than Bok Khorani National Park, Krabi Province

ปณิตา ปัญโญ[1] และ **แสงสรรค์ ภูมิสถาน**[1*]
Panita Panyo[1] and **Sangsan Phumsathan**[1*]
ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **fforssp@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยว และศึกษาปริมาณการใช้ประโยชน์ในแหล่งท่องเที่ยวของอุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี จังหวัดกระบี่ ในส่วนของการประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยว ทำการประเมินทั้งหมด 5 แหล่งท่องเที่ยว คือ เกาะห้อง เกาะเหลาลาดิง เกาะผักเบี้ย ถ้ำผีหัวโต และน้ำตกธารโบกขรณี โดยใช้คู่มือการตรวจประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวของกรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ในส่วนของการศึกษาปริมาณการใช้ประโยชน์ของนักท่องเที่ยว ศึกษาใน 4 พื้นที่ ประกอบด้วย เกาะห้อง เกาะเหลาลาดิง เกาะผักเบี้ย และน้ำตกธารโบกขรณี ในช่วงเวลา 08.00 – 18.00 น. ทั้งวันธรรมดาและวันหยุด ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ครอบคลุมทั้งในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว (high season) และนอกฤดูกาลท่องเที่ยว (low season) ผลการประเมินมาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยว พบว่า เกาะห้องมีระดับมาตรฐานดีมาก ส่วนเกาะผักเบี้ย เกาะเหลาลาดิง น้ำตกธารโบกขรณี และถ้ำผีหัวโต มีระดับมาตรฐานดี และจากการศึกษาปริมาณการใช้ประโยชน์แหล่งท่องเที่ยว พบว่าเกาะห้องจะมีปริมาณการใช้ประโยชน์สูงที่สุดทั้งในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวและนอกฤดูกาลท่องเที่ยว โดยเฉพาะเวลา 10.00 – 14.00 น. รองลงมา คือ เกาะผักเบี้ย เกาะเหลาลาดิง และน้ำตกธารโบกขรณี (ตามลำดับ) จากปริมาณนักท่องเที่ยวที่มาเยือน ส่งผลให้เกาะเหลาลาดิงช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวมีจำนวนนักท่องเที่ยวเกินค่าขีดความสามารถในการรองรับได้สูงสุดของพื้นที่ ในขณะที่เกาะห้อง เกาะผักเบี้ย และน้ำตกธารโบกขรณีมีปริมาณนักท่องเที่ยวที่มาเยือนไม่เกินค่าขีดความสามารถในการรองรับได้สูงสุดของพื้นที่ทั้งในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวและนอกฤดูกาลท่องเที่ยว

คำสำคัญ: มาตรฐานคุณภาพแหล่งท่องเที่ยว ระดับการใช้ประโยชน์ อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี

ABSTRACT

The study aimed to 1) assess tourism destination quality standard; and 2) examine usage level of tourist attraction in Than Bok Khorani National Park, Krabi Province. Five locations were selected for evaluation of tourism standard including Koh Hong, Koh Loa Lading, Koh Phak Bia, Phee Hua To Cave, and Than Bok Khorani Waterfall. The assessment was conducted according to the Standard of Department of Tourism, Ministry of Tourism and Sports. Regarding usage levels, 4 sites were studied such as Koh Hong, Koh Loa Lading, Koh Phak Bia, and Than Bok Khorani Waterfall. The information were collected during 8.00 am. to 6.00 pm., both weekday and weekend during high and low tourist season. The results presented that Koh Hong had very high quality standard, while Koh Phak Bia, Koh Loa Lading, Phee Hua To Cave and Than Bok Khorani Waterfall were ranked at a good quality standard level. For the level of usage of the tourist attractions, it was found that Koh Hong had the highest level of usages in both high tourist season and low tourist season, especially

from 10.00 am. to 2.00 pm., followed by Koh Phak Bia, Koh Loa Lading, and Than Bok Khorani Waterfall, respectively. Based on the number of visitors, it was estimated that the use level at Koh Hong exceeded the carrying capacity in high season. On the other hand, the use level did not exceed the carrying capacity of the destination at Koh Loa Lading, Koh Phak Bia, and Than Bok Khorani Waterfall, both in high and low tourist season.

Keywords: tourism destination standard, use level, Than Bok Khorani National Park

การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ลุ่มน้ำ อุทยาน และพื้นที่คุ้มครอง
ภาคโปสเตอร์

การชักนำให้เกิดยอดและรากของมะพลับเจ้าคุณ *(Diospyros winitii)* ในสภาพปลอดเชื้อ
In Vitro Induction and Proliferation of Shoot and Root in *Diospyros winitii*

จันทร์วิภา รัตนอานันต์[1*] และ ศาลักษณ์ พรรณศิริ
Jantaravipa Rattanaanan[1*] and Salak Phansiri[1]
[1]ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Scintific Equipment and Research Division, Kasetsart University Research and Development Instituye, Kasetsart University, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **rdijpb@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มจำนวนยอด และชักนำให้เกิดรากของต้นมะพลับเจ้าคุณ *(Diospyros winitii)* ในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำยอดอ่อนในสภาพปลอดเชื้อมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 0.5, และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 60 วัน เพื่อเพิ่มจำนวนยอด พบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ยอดพัฒนาขึ้นใหม่มากที่สุด คือ 3.2 ยอด และมีความยาวยอดสูงสุด 2.4 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนยอดที่พัฒนาบนอาหารเพาะเลี้ยงที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต นอกจากนั้นยอดใหม่ที่พัฒนามีความยาวเพิ่มขึ้นหลังจากเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นเวลา 60 วัน ส่วนการชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 0, 0.1 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 60 วัน พบว่า อาหารทุกสูตรสามารถชักนำให้เกิดรากได้ แต่จำนวนราก และความยาวรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากสูงสุด 2.4 ราก และความยาวรากสูงสุด 3.4 เซนติเมตร ดังนั้นในการขยายพันธุ์ต้นมะพลับเจ้าคุณด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงควรเพิ่มจำนวนยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

คำสำคัญ: มะพลับเจ้าคุณ สภาพปลอดเชื้อ การชักนำยอด การชักนำราก

ABSTRACT

Effects of plant growth regulators on shoot proliferation and root induction of *Diospyros winitii* were investigated. For shoot multiplication, single shoots were cultured *in vitro* on MS medium supplemented with 0, 0.5, 1.0 and 2.0 mg/l of BAP combined with 0, 0.5 and 1.0 mg/l of NAA for 60 days. It was found that the shoots cultivated on MS media supplemented with 2.0 mg/l of BAP combined with 1.0 mg/l of NAA had the highest number of shoots (3.2 shoot per explant) with the highest shoot's height of 2.4 cm. which significantly differed from the shoots induced on PGR-free MS medium. However, the new adventitious shoots developed on PGR-free MS medium had longer shoot after 60 days of inoculation. Regarding root induction on MS medium supplemented with 0, 0.1, 0.5 and 1.0 mg/l NAA for 60 days, it was found that all the medium formula could induce roots, but there were significant differences between root numbers and root length in roots induced on PGR- free MS medium and MS medium supplemented with NAA. In other words, MS medium supplemented with 0.5 mg/l NAA resulted in the highest average number of roots (2.4 roots per explant) with the longest average length of 3.4 centimeters. Therefore, it was

concluded that MS medium supplemented with 2.0 mg/l of BAP combined with 1.0 mg/l of NAA, and MS medium supplemented with 0.5 mg/l of NAA were the most appropriate media for shoot proliferation and root induction in *Diospyros winitii,* respectively.

Keywords: *Diospyros winitii*, *In vitro* Proliferation, Root Induction

คำนำ

มะพลับเจ้าคุณ (*Diospyros winitii*) อยู่ในวงศ์ EBENACEAE สกุลเดียวกับมะพลับ (เต็ม, 2557) เป็นไม้ต้นสูงได้ถึง 18 เมตร เป็นพืชถิ่นเดียว และมีสถานะเป็นพืชหายาก มะพลับเจ้าคุณถูกพบครั้งแรกในประเทศไทย และเป็นแห่งแรกในโลก เมื่อวันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2465 โดยหมอคาร์ ชาวไอริช ที่อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ชื่อสปีชีส์จึงตั้งตามชื่อของพระยาวินิจวนันดร (ปิยะ และคณะ, 2551) เนื้อไม้มีสีดำ สวยงาม รูปทรงของต้นเป็นพุ่มสวยงาม เหมาะแก่การนำมาทำเป็นไม้ก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ และปลูกเป็นไม้ประดับ ไม้สกุลมะพลับในอดีตมีการนำผล และเปลือกมาใช้ในการย้อมแห ย้อมอวน ใช้เป็นยาขับพยาธิ และยังสามารถยับยั้งเชื้อมะเร็งได้อีกด้วย (Weerapreeyakul *et al*. , 2012) แต่เมื่อพื้นที่ป่าธรรมชาติถูกบุกรุกทำลายเป็นเหตุให้มะพลับเจ้าคุณแทบจะหมดไป ประกอบกับมะพลับเจ้าคุณเป็นต้นแยกเพศโอกาสในการติดเมล็ดค่อนข้างยาก การขยายพันธุ์จึงต่ำ (Suvarnasuddhi and Smitinand, 2014) ปัจจุบันอาจมีให้เห็นเพียงไม่กี่ต้นเท่านั้นในสวนพฤกษศาสตร์ และป่าปลูกทั่วไป จากเหตุผลดังกล่าวจึงต้องมีการเร่งขยายพันธุ์เพื่ออนุรักษ์พันธุกรรมนี้ไว้ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งสามารถเพิ่มจำนวนต้นพืชในธรรมชาติได้มาก รวดเร็ว และมีพันธุกรรมคงเดิม (รังสฤษดิ์, 2545) ถึงแม้ว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ป่าในปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรแต่ความพยายามที่จะชักนำให้เนื้อเยื่อพืชมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นต้นและรากได้มีการศึกษาและพัฒนาวิธีการอย่างต่อเนื่อง ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญและพัฒนาไปเป็นต้นและรากในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนั้นได้แก่สารควบคุมการเจริญเติบโต 2 กลุ่ม คือไซโตไคนิน (cytokinin) และออกซิน (auxin) และที่นิยมใช้กันทั่วไปมีหลากหลายชนิด แต่สำหรับการทดลองนี้ไซโตไคนินที่นำมาใช้ ได้แก่ BAP (6-Benzylaminopurine) ส่วนออกซิน ได้แก่ NAA (alpha-naphthaleneacetic acid) เนื่องจากให้ผลตอบสนองดีกว่าในพืชหลายชนิด และราคาไม่แพง

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นงานที่น่าสนใจ และส่งผลดีในพืชป่าหลายชนิด ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ร่วมกับ BAP ต่อการชักนำยอด และรากของมะพลับเจ้าคุณ โดยเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมะพลับเจ้าคุณบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม NAA และ BAP ความเข้มข้นระดับต่างๆ และวางแผนการทดลองแบบ CRD ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะใช้เป็นแนวทางในการศึกษาไม้วงศ์มะพลับ และไม้ป่าชนิดอื่นๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ร่วมกับ BAP ต่อการชักนำยอด

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานทดลอง เพื่อศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ร่วมกับ BAP ต่อการชักนำยอดที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้วางแผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design; CRD) แบ่งออกเป็น 12 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ยอด ใช้ยอดมะพลับเจ้าคุณทั้งหมด 180 ยอด ประกอบด้วยกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้คือ

กรรมวิธีที่ 1 สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA และ BAP ความเข้มข้น 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2-4 สารควบคุมการเจริญเติบโต BAP ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 5-8 สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BAP ความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

กรรมวิธีที่ 9-12 สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BAP ความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. การเตรียมตัวอย่าง ตัดชิ้นเนื้อเยื่อที่สะอาดปลอดเชื้อที่ได้จากการเลี้ยงบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS ที่ไม่เติมฮอร์โมนเป็นระยะเวลา 1 เดือน ให้มีขนาด 1.5 เซนติเมตร จากนั้นเลี้ยงบนอาหารทดลองกรรมวิธีต่างๆ ตามแผนการทดลอง เลี้ยงบนชั้นวางเนื้อเยื่อที่ให้แสงความเข้ม 3,000 ลักซ์ ระยะเวลาให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน และควบคุมอุณหภูมิห้องให้เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส เลี้ยงนานเป็นระยะเวลา 60 วัน

3. การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต นับจำนวนยอดที่เพิ่มขึ้น และวัดความยาวยอด (หน่วยเป็นเซนติเมตร) โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยของจำนวนยอด และความยาวยอด โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำราก

2.1 ขั้นตอนการดำเนินงานทดลอง เพื่อศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำรากที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design; CRD) โดยแบ่งออกเป็น 4 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 5 ยอด ใช้ยอดมะพลับเจ้าคุณทั้งหมด 60 ยอด ประกอบด้วยกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้คือ

กรรมวิธีที่ 1 สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2-4 สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 การเตรียมตัวอย่าง ตัดชิ้นเนื้อเยื่อที่สะอาดปลอดเชื้อที่ได้จากการเลี้ยงบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS ที่ไม่เติมฮอร์โมนเป็นระยะเวลา 1 เดือน ให้มีขนาด 3.0 เซนติเมตร จากนั้นเลี้ยงบนอาหารทดลองกรรมวิธีต่างๆ ตามแผนการทดลอง จากนั้นเลี้ยงบนชั้นวางเนื้อเยื่อที่ให้แสงความเข้ม 3,000 ลักซ์ ระยะเวลาให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน และควบคุมอุณหภูมิห้องให้เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส เลี้ยงนานเป็นระยะเวลา 60 วัน

2.3 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต นับจำนวนรากที่เกิดขึ้น และวัดความยาวราก (หน่วยเป็นเซนติเมตร) โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ย

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ หาค่าเฉลี่ยของจำนวนราก และความยาวราก โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ร่วมกับ BAP ต่อการชักนำยอด

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ BAP ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำยอด โดยเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารทดลองสูตร MS ที่มี BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง BAP และ NAA มีผลต่อจำนวนยอด และความยาวยอด โดยสูตรอาหารทดลองที่มี BAP ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอด และความยาวยอดสูงสุด โดยจำนวนยอดเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 ยอด และความยาวยอดเฉลี่ยเท่ากับ 3.4 เซนติเมตร (Table 1 และ Figure 1)

จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต BAP และ NAA จำนวนยอดและความยาวยอดก็เพิ่มได้มากขึ้น แสดงว่า NAA และ BAP มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชสกุลมะพลับ ดังนั้นควรจะมีการทดลองในระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น และทดลองกับสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่นๆ ด้วย

2. การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำราก

ในการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ NAA ต่อการชักนำราก โดยเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารทดลองสูตร MS ที่มี NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 60 วัน พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA มีผลต่อจำนวนราก และความยาวราก โดยสูตรอาหารทดลองที่มี NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนราก และความยาวรากสูงสุด โดยจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.4 ราก และความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 3.4 เซนติเมตร (Table 2 และ Figure 2)

Table 1 Effect of NAA and BAP which concentrations are 0.0 and 1.0 mg/l of NAA and 0.0, 1.0 and 2.0 mg/l of BAP on *Diospyros wintii* after culturing 60 days.

NAA (mg/l)	BAP (mg/l)	Number of shoot	Height of shoots (cm)
0.0	0.0	1.0	1.3
	0.5	1.2	1.2
	1.0	1.3	1.3
	2.0	1.6	1.2
0.5	0.0	1.1	1.2
	0.5	1.4	1.3
	1.0	1.6	1.3
	2.0	1.9	1.4
1.0	0.0	1.1	1.2
	0.5	1.7	1.5
	1.0	2.2	2.1
	2.0	3.2	2.4
$\overline{X}$		1.6	1.5
SD		0.6	0.4
F-test		34.7^{**}	76.3^{**}
%C.V		37.8	27.1



Figure 1 Number of shoots after culturing on MS medium supplemented with 0, 0.5, 1.0 and 2.0 mg/l BAP mg/l combined with 0, 0.5 and 1.0 mg/l NAA for 60 day. From left to right on 0.0 mg/l BAP combined with 0.0 mg/L NAA (A) 0.5 mg/l BAP combined with 0.0 mg/l NAA (B) 1.0 mg/l BAP combined with 0.0 mg/l NAA (C) 2.0 mg/L BAP combined with 0.0 mg/l NAA (D) 1.0 mg/l BAP combined with 0.5 mg/l NAA (E) 2.0 mg/l BAP combined with 0.5 mg/l NAA (F) 1.0 mg/l BAP combined with 1.0 mg/l NAA (G) 2.0 mg/l BAP combined with 1.0 mg/l NAA (H).

Table 2 Effect of NAA which concentrations are 0.0, 0.1, 0.5 and 1.0 mg/l on *Diospyros wintii* after culturing 60 days.

NAA (mg/l.)	**Number of root**	**Length** of roots **(cm)**
0.0	1.0	2.1
0.1	1.6	2.3
0.5	2.0	3.3
1.0	1.8	3.1
$\overline{X}$	1.6	2.7
SD	0.4	0.5
F-test	28.0**	52.1**
%C.V	25.6	20.1



A B C D

Figure 2 Number of roots after culturing on MS + NAA which concentrations are 0.0, 0.1, 0.5 and 1.0 mg/l for 60 days from left to right on NAA 0.0 mg/l (A) 0.1 mg/l (B) 0.5 mg/l (C) and 1.0 mg/l (D).

สรุป

การชักนำให้เกิดยอด และรากของมะพลับเจ้าคุณ *(Diospyros wintii)* ในสภาพปลอดเชื้อนั้น พบว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง BAP และ NAA ร่วมกันมีผลต่อการเจริญเติบโต โดยการชักนำยอด หรือเพิ่มจำนวนยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลตอบสนองดีที่สุด โดยให้จำนวนยอดสูงสุด 3.2 ยอด และความยาวของยอดสูงสุด 2.4 เซนติเมตร ส่วนการชักนำให้เกิดรากนั้นอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ผลตอบสนองดีที่สุด โดยให้จำนวนรากเท่ากับ 2.0 ราก และความยาวรากเท่ากับ 3.3 เซนติเมตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณร้านแก่นจันทร์พันธุ์ไม้ จังหวัดราชบุรี ที่สนับสนุนต้นมะพลับเจ้าคุณสำหรับใช้ในการทดลอง และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เต็ม สมิตินันท์. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย**. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ. 2545. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : หลักการและเทคนิค.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น จิรพันธุ์ ศรีทองกุล และอนันต์ พิริยะภัทรกิจ. 2551. **พรรณไม้ที่พบครั้งแรกในประเทศไทย.** โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพ, กรุงเทพฯ.

Suvarnasuddhi, K. and T. Smitinand 2014. Descriptions of Plants Named in Honour of Phya WinitWanandorn. **Thai Forest Bulletin (Botany) (3): 1-36.**

Weerapreeyakul, N., N. Nonpunya, A. Barusru, T. Thitimetharoch and B. Sripanidkulchai. 2012. Evaluation of the anticancer potential of six herbs against a hepatoma cell line. **Chinese Medicine** 7: 15

ปัจจัยที่มีผลต่อชนิด ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของปูลมและปูเสฉวนบกบนหาดทราย ของเกาะเมียง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา

Factors Affecting Species, Density, and Distribution of Ghost Crabs and Land Hermit Crabs on Sandy Beaches of Koh Miang, Similan Island National Park, Phang Nga Province

อัญชิสา ศรีวรรณ[1] และ **จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์**[1*]

Anchisa Sirwan[1] and **Jiraporn Temapnapong**[1*]

[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **jiraporn.tea@ku.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาเบื้องต้นปัจจัยที่ส่งผลต่อชนิด ความหนาแน่น และการแพร่กระจายของปูลมและปูเสฉวนบกบนหาดทรายของเกาะเมียงในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา ดำเนินการระหว่างวันที่ 19 -23 ตุลาคม 2561 พบปู 4 ชนิด ใน 2 สกุล จาก 2 วงศ์ คือ วงศ์ Ocypodidae ได้แก่ ปูลมเล็ก (*Ocypode stimpsoni*) ปูลมใหญ่ (*Ocypode ceratophthalmus*) และวงศ์ Coenobitidae ได้แก่ ปูเสฉวนบกเล็ก (*Coenobita rugosus*) และปูเสฉวนบกยักษ์ (*Coenobita brevimanus*) มีค่าดัชนีความหลากหลายของปู 0.638 โดยหาดทรายทางทิศตะวันออกมีดัชนีความหลากหลาย 0.757 มากกว่าหาดทางทิศเหนือซึ่งมีค่าดัชนีความหลากหลาย 0.520 แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.277) ปูทั้ง 4 ชนิดมีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.029± 0.092 ตัว/ตารางเมตร ปูลมเล็กมีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือ ปูเสฉวนบกเล็ก ปูลมใหญ่ และปูเสฉวนบกยักษ์ ตามลำดับ หาดทรายทิศเหนือของเกาะพบปูมีความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยกว่าหาดทรายทางทิศตะวันออกของเกาะ โดยตำแหน่งของหาด เวลาสำรวจ เขตของหาดทราย และชนิดของปู เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนของปูบนหาดทรายอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P <0.01) และเขตของหาดทราย ช่วงเวลาที่มีและไม่มีนักท่องเที่ยว ชนิดของปูลม และจำนวนนักท่องเที่ยว เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนปูลมบนหาดทรายอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.01) ผลการศึกษานี้นำเสนอข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเฝ้าระวังผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อความหลากหลายของปู และจำนวนของปูลม และเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนจัดการการท่องเที่ยวบนเกาะเมียงให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุดต่อสัตว์ในกลุ่มปู

คำสำคัญ: ปูเสฉวนบก ปูลม การท่องเที่ยว อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน

ABSTRACT

This research studied factors affecting species, density, and distribution of ghost crabs and land hermit crabs on sandy beaches of Koh Miang in Similan Island National Park between October 19 -23, 2018. Four species of crabs in 2 genera of 2 families were recorded on Koh Miang beaches during this study. The crabs were in the family Ocypodidae comprising of *Ocypode stimpsoni* and *O. ceratophthalmus*; and the two land hermit crab species in the family Coenobitidae including *Coenobita rugosus* and *C. brevimanus.* The Shannon-Weiner Diversity index (H') of crab on Koh Miang was 0.638. The statistical analysis suggested that the H' of the north beach of the island (0.757) was slightly higher than H' on the east beach (0.520) but there was not statistically significant (P = 0.277). It was found that *Ocypode stimpsoni* had the highest density followed by *Coenobita rugosus*, *O. ceratophthalmus*, and *Coenobita brevimanus,* respectively. The average density of crabs

on Koh Miang was 0.029± 0.092 individuals/m^2. When comparing crab density between the beaches on the two sides of the island, the results revealed that the east beach had a higher crab density than the north beach. The study also showed that factors such as beach locations, time of the day, beach zones, and crab species statistically significantly affected the number of crabs on Koh Miang ($P < 0.01$). Moreover, beach zones, tourist presence/absence, species of ghost crabs, and numbers of tourist were main factors statistically significantly affecting the number of ghost crab burrows on sandy beaches ($P \leq 0.01$). The study provides baseline data for monitoring impacts of tourism on crab diversity and numbers of ghost crabs on sandy beaches which can be used for tourism management planning on Koh Miang to minimize any negative impacts on crabs.

Keywords: land hermit crabs, ghost crabs, tourism, Similan Island National Park

คำนำ

อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันเป็นหนึ่งในแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมมากที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทย มีเกาะเมียงหรือเกาะสี่ตั้งอยู่กึ่งกลางและเป็นศูนย์บริการนักท่องเที่ยวตั้งอยู่บริเวณหาดทรายทางทิศเหนือของเกาะ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2561) สามารถรองรับนักท่องเที่ยวไม่ต่ำกว่า 3,755 คนต่อวัน ในช่วงเปิดการท่องเที่ยวของปีงบประมาณ 2560 ซึ่งการใช้ประโยชน์หาดทรายเพื่อการท่องเที่ยวบนเกาะเมียงนั้นย่อมนำมาซึ่งโอกาสการรบกวนสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ในระบบนิเวศหาดทรายรวมทั้งสัตว์ในกลุ่มปู ซึ่งจัดเป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำเพราะมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมาก จึงทำให้หาดทรายเป็นระบบนิเวศที่มีแนวโน้มถูกคุมคามโดยมนุษย์มากที่สุดแห่งหนึ่ง (พันธุ์ทิพย์ และคณะ, 2552ข.)

จากความต้องการของนักท่องเที่ยวที่ต้องการไปเยือนอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันที่เพิ่มขึ้น ย่อมมีกิจกรรมการท่องเที่ยวบนหาดทรายบนเกาะเมียง เช่น การเล่นน้ำ อาบแดด เล่นทราย และพักผ่อนบนหาดทราย ซึ่งอาจรบกวนระบบนิเวศหาดทรายรวมทั้งสัตว์ในกลุ่มปู ที่มีบทบาทเป็นทั้งผู้ล่าและสัตว์กินซาก (Wolcott, 1978; ธรณ์ และพันธุ์ทิพย์, 2550) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปูลมใหญ่ ที่มีบทบาทสำคัญทางนิเวศ ที่ช่วยให้ชายฝั่งสะอาด ทำให้น้ำใสสะอาด เกิดการหมุนเวียนออกซิเจนและธาตุอาหารในแหล่งน้ำและในดินจากการขุดรู (พันธุ์ทิพย์ และคณะ, 2550; 2552ข.) เกิดเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆ

งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อชนิด ความหนาแน่น และการแพร่กระจายของปูลมและปูเสฉวน ได้แก่ ช่วงเวลา ตำแหน่งของหาดทราย เขตหาดทราย และชนิดของปู รวมทั้งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนรูของปูลมบนหาดทราย โดยมีปัจจัยที่นำมาศึกษา คือ ตำแหน่งของหาดทราย เขตหาดทราย ช่วงเวลาที่มีและไม่มีนักท่องเที่ยวบนเกาะ ชนิดของปูลม และจำนวนนักท่องเที่ยวบนหาดทราย โดยทำการศึกษาบนหาดทรายของเกาะเมียง ซึ่งเป็นหนึ่งในพื้นที่ทำกิจกรรมท่องเที่ยวหลักของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา เพื่อเป็นข้อมูลการเฝ้าระวังผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อความหลากหลายของปูเสฉวนบกและปูลม อันเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนจัดการระบบนิเวศหาดทรายบนเกาะเมียงเพื่อการท่องเที่ยว ให้เกิดผลกระทบน้อยที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาชนิด ความหนาแน่น และการแพร่กระจายของปูลมและปูเสฉวนบกบนหาดทรายของเกาะเมียงในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา ดำเนินการบนหาดทางทิศเหนือของเกาะอันเป็นที่ตั้งของศูนย์บริการนักท่องเที่ยว และหาดทรายทางทิศตะวันออกของเกาะ ดำเนินการศึกษาระหว่างวันที่ 19 – 23 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การศึกษาชนิด ความหนาแน่น และปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนของปูลมและปูเสฉวนบกบริเวณหาดทรายบนเกาะเมียง

กำหนดเส้นสำรวจแบบเส้นตรง (line transect) ตลอดความยาวของหาดทรายด้านทิศเหนือและทิศตะวันออกของเกาะ โดยแบ่งเส้นสำรวจออกเป็น 2 เส้นขนานกันเพื่อให้ครอบคลุมเขตเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด (supratidal zone) เขตน้ำขึ้นลง (intertidal zone) กำหนดให้ทั้งสองเส้นสำรวจห่างกันประมาณ 10 เมตร สำรวจปูให้ทั่วในแปลงขนาด 5x5 ตารางเมตร รวมทั้งหมดหาดละ 95 แปลง รวม 190 แปลง ทำการสำรวจในช่วงเย็น (16.00 – 18.00 น.) และกลางคืน (19.30 – 21.30 น.) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไม่มีนักท่องเที่ยวบนเกาะ และเป็นช่วงเวลาที่ปูส่วนใหญ่ออกหากิน (สหัส, 2558) จดบันทึกชนิดและจำนวนปูแต่ละชนิดที่พบเห็นตัวโดยตรง โดยจำแนกชนิดของปูตาม ธรณ์ และพันธุ์ทิพย์ (2550) และ Sakai and Türkay (2013) โดยการศึกษาในส่วนนี้ดำเนินการศึกษาในวันที่ 19 และ 23 ตุลาคม พ.ศ. 2561

2. การศึกษาผลกระทบของการท่องเที่ยวต่อจำนวนและการแพร่กระจายของปูลมบนเกาะเมียง

ใช้เส้นสำรวจเดียวกับการศึกษาในส่วนที่ 1 เพื่อสำรวจจำนวนรูของปูลมทุกชนิดบนหาดทรายของเกาะเมียงด้วยตาเปล่าในแปลงขนาด 5x5 ตารางเมตร แบ่งช่วงเวลาการสำรวจออกเป็นช่วงที่ไม่มีนักท่องเที่ยว คือ เวลา 06.30 – 09.00 น. ซึ่งนักท่องเที่ยวยังเดินทางมาไม่ถึงเกาะ และเวลา 10.00 – 15.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางมาถึงเกาะแล้ว รวมทั้งหมด 239 แปลงเท่ากันทั้งช่วงที่มีและไม่มีนักท่องเที่ยวใช้พื้นที่หาดทราย โดยดำเนินการศึกษาในส่วนนี้ระหว่างวันที่ 21 - 23 ตุลาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งมีจำนวนนักท่องเที่ยวที่ใช้ประโยชน์หาดทรายของหาดทางทิศเหนือของเกาะ รวมตลอด 3 วัน เป็น 3,292 คน มากกว่าจำนวนนักท่องเที่ยวรวมทั้งหมดที่ใช้ประโยชน์หาดทรายทางด้านทิศตะวันออกของเกาะเมียงที่มีเพียง 329 คน ดัง Table 1

ทั้งนี้การนับจำนวนรูของปูลมนั้นได้รับการยอมรับในทางทิศวิชาการเพื่อศึกษาประชากรของปูลม เพราะปูลมเคลื่อนที่รวดเร็ว การนับจำนวนตัวโดยตรงนั้นทำได้ยาก (พันธุ์ทิพย์ และคณะ, 2552ก.) โดยผู้วิจัยจำนวนรูของปูลมเล็กและปูลมใหญ่ออกจากกันโดยสังเกตจากขนาดของรูที่สัมพันธ์กับขนาดตัวของปูลมเล็กและปูลมใหญ่ที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า อีกทั้งลักษณะของปากรูปูลมใหญ่มักมีทรายปกคลุมบางส่วนและมักพบรอยขาเดินของปูอยู่รอบ ๆ ปากหลุม แต่รูของปูลมเล็ก จะพบกองทรายกระจายอย่างไม่เป็นระเบียบอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของหลุม นอกจากนี้ทำการวัดผลกระทบจากกิจกรรมท่องเที่ยวด้วยการบันทึกจำนวนรอยเท้าของนักท่องเที่ยวในแปลงและจำนวนนักท่องเที่ยวในระยะ 5 เมตรรอบแปลงตัวอย่าง

Table 1 Numbers of daily tourists using each beach of Koh Miang of Similan Island National Park.

Date	North beach	East beach
October 21, 2018	955	75
October 22, 2018	1,314	164
October 23, 2018	1,023	90
Total	**3,292**	**329**

Source: Similan Island National Park (n.d.)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลาย Shannon-Weiner Diversity Index (H′) ของปู และเปรียบเทียบความหลากชนิดของปูระหว่างตำแหน่งที่ตั้งของหาดทรายด้วยสถิติ Independent T-Test และวิเคราะห์ความหนาแน่นของปูลมต่อตารางเมตร โดยนำจำนวนรูของปูลมแต่ละชนิดที่พบในแต่ละแปลงหารด้วยขนาดของแปลง (25 ตารางเมตร) ได้เป็นความหนาแน่นของปูลมแต่ละชนิดเป็นตัวต่อตารางเมตร นอกจากนี้ผู้วิจัยอธิบายจำนวนและความหนาแน่นของปูบนหาดทรายของเกาะเมียงโดยใช้ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(standard deviation; S.D.) และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนของปูลมและปูเสฉวนโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยแบบปัวซอง (Poisson regression) โดยใช้ glm package และใช้การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial) ศึกษาปัจจัยด้านการท่องเที่ยวที่ส่งผลต่อจำนวนรูของปูลมด้วย glmmADMB package ในโปรแกรม R เพื่อทดสอบสมมติฐานและตอบวัตถุประสงค์ กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ ≤ 0.05

ผลและวิจารณ์

1. ชนิด ความหนาแน่น และปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนของปูลมและปูเสฉวนบกบริเวณหาดทราย บนเกาะเมียง

พบปูบนหาดทรายของเกาะเมียง ทั้งหมด 4 ชนิด ใน 2 สกุล จาก 2 วงศ์ คือ วงศ์ Ocypodidae ได้แก่ ปูลมเล็ก (*Ocypode stimpsoni*) ปูลมใหญ่ (*Ocypode ceratophthalmus*) และวงศ์ Coenobitidae ได้แก่ ปูเสฉวนบกเล็ก (*Coenobita rugosus*) และปูเสฉวนบกยักษ์ (*Coenobita brevimanus*) ดังแสดงใน Figure 1

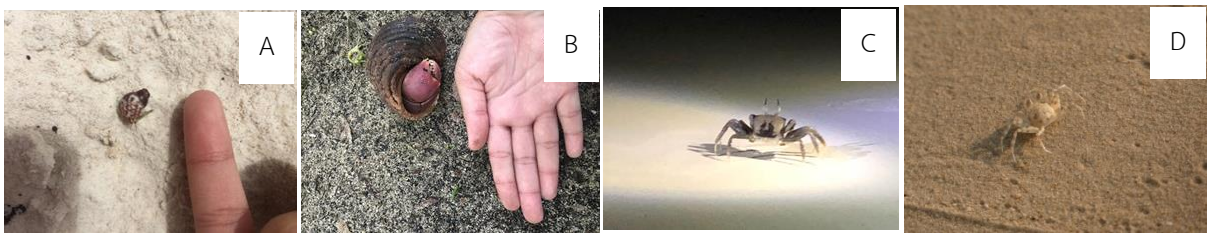


Figure 1 Crab species found on sandy beaches of Koh Mieng of Similan Island National Park
A = *Coenobita rugosus*; B = *Coenobita brevimanus*;
C = *Ocypode ceratophthalmus* D = *Ocypode stimpsoni*

ในภาพรวมความหนาแน่นเฉลี่ยของปูทั้งหมดบนหาดทรายเท่ากับ 0.029± 0.092 ตัว/ตารางเมตร โดยปูลมเล็กมีความหนาแน่นมากที่สุดเฉลี่ย 0.104 ± 0.156 ตัว/ตารางเมตร รองลงมาคือ ปูเสฉวนบกเล็ก ปูลมใหญ่ และปูเสฉวนบกยักษ์ มีความหนาแน่น 0.009 ± 0.039, 0.007 ± 0.023 และ 0.0001 ± 0.002 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ

ปูบนหาดทรายทางทิศเหนือของเกาะมีความหนาแน่นเฉลี่ย 0.024±0.057 ตัว/ตารางเมตร น้อยกว่าหาดทรายทางทิศตะวันออกพบ 0.036±0.116 ตัว/ตารางเมตร โดยหาดทางทิศเหนือพบปูลมเล็กมีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือ ปูลมใหญ่ ปูเสฉวนบกเล็ก แต่ไม่พบปูเสฉวนบกยักษ์ ขณะที่หาดทรายทิศตะวันออกพบปูลมเล็กมีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือปูเสฉวนบกเล็ก ปูลมใหญ่ และปูเสฉวนบกยักษ์ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 The density (individual/m^2) of crabs on Koh Miang, Similan Island National Park.

Beach	Parameter	*Ocypode stimpsoni*	*O. ceratophthalmus*	*Coenobita rugosus*	*C.brevimanus*	Total
East Beach	mean±SD	0.125±0.201	0.011±0.045	0.006±0.022	0.0002±0.003	0.036±0.116
	SE	0.015	0.003	0.002	0.000	0.004
North Beach	Mean	0.083±0.083	0.007±0.032	0.008±0.023	0.000±0.000	0.024±0.057
	SE	0.006	0.002	0.002	0.000	0.002
Total	Mean	0.104±0.155	0.009±0.039	0.007±0.023	0.0001±0.002	0.030±0.091
	SE	0.008	0.002	0.001	0.000	0.002

ดัชนีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (*H'*) ของปูเสฉวนและปูลมบนเกาะเมียงเท่ากับ 0.638 โดยหาดทรายทางด้านทิศตะวันออกของเกาะมีค่า *H'* เท่ากับ 0.757 มากกว่าหาดทรายทางด้านทิศเหนือของเกาะที่มีค่า *H'* เท่ากับ 0.520 ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (t = -1.091, df = 189, P = 0.277)

ผลการศึกษานี้พบปูชนิดเดียวกับระบบนิเวศหาดทรายบนอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์ จังหวัดพังงา ได้แก่ ปูลมใหญ่ (*O. ceratophthalmus*) และปูเสฉวนบกเล็ก (*C. rugosus*) (พันธุ์ทิพย์และคณะ, 2550) ปูที่พบบนหาดทรายของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์แต่ไม่พบบนหาดทรายของเกาะเมียงคือ ปูหนุมาน (*Ashtoret lunaris*) ปูหนุมานจุด (*Matuta victor*) ปูม้า (*Portunus pelagicus*) และปูม้าแดง (*P. granulatus*) และปูลม *O. cordimana* และเมื่อเปรียบเทียบกับหาดทรายบนเกาะยาว จังหวัดพังงา จากรายงานของ สายสนิท (2560) พบปูบนเขตหาดทราย 6 ชนิด โดยพบปูทั้ง 4 ชนิดเหมือนที่พบบนเกาะเมียง ส่วนอีก 2 ชนิดที่ไม่พบบนเกาะเมียง คือ ปูทหาร (*Dotilla myctiroides)* และปูหนุมาน (*Matuta planipes*)

จากผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนของปูลมและปูเสฉวนบกบริเวณหาดทรายบนเกาะเมียง พบว่า ตำแหน่งของหาด เวลาสำรวจ เขตของหาดทราย และชนิดของปู มีผลต่อโอกาสการพบปูบนหาดทรายของเกาะเมียงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P <0.01) โดยมีจำนวนปูพื้นฐานเท่ากับ 0.002 ตัว โอกาสการพบปูบริเวณหาดทางด้านทิศเหนือของเกาะมีน้อยกว่าหาดทรายทางด้านทิศตะวันออกเป็น 0.683 เท่า โอกาสการพบปูตอนกลางคืนสูงกว่าตอนเย็น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01) เป็น 1.491 เท่า ส่วนโอกาสการพบปูบริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุด (supratidal) มีมากกว่าเขตน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P < 0.01) เป็น 2.217 เท่า ทั้งนี้โอกาสการพบปูเสฉวนบกยักษ์บนหาดทรายของเกาะเมียงมีน้อยกว่าปูลมใหญ่ ปูเสฉวนบกเล็ก และปูลมเล็ก เป็น 60.600, 80.499, และ 900.840 เท่า ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของปูทั้งหมดที่พบจำแนกตามปัจจัยต่างๆ แสดงดัง Table 3 และ Table 4 ค่าสถิติของปัจจัยที่ส่งผลต่อโอกาสการพบปูลมและปูเสฉวนบนเกาะเมียง

Table 3 Numbers of crabs in relations to beach factors on Koh Miang, Similan Island National Park.

Beach Factors	mean±SD (individuals)
East Beach	0.933±0.066
North Beach	0.605±0.066
Night	0.907±0.066
Evening	0.630±0.066
Supratidal	1.060±0.069
Intertidal	0.478±0.064
Ocypode stimpsoni	2.652±0.094
O. ceratophthalmus	0.182±0.094
Coenobita rugosus	0.239±0.094
C.brevimanus	0.003±0.094

Table 4 Parameter estimate on the effects of beach locations, beach zones, time of the survey, and species of crab on the number of crabs found on Koh Miang, Similan Island National Park.

Parameter	Exp (β)	β	S.E.	Z-value	Pr(>|z|)
(Intercept)	0.002	-6.434	1.001	-6.431	1.27×10^{-10}
North beach (back as reference)	0.683	-0.381	0.060	-6.311	2.77×10^{-10}
Night time (Evening as reference)	1.491	0.400	0.061	6.602	4.06×10^{-11}
Supratidal : (Intertidal as reference)	2.217	0.796	0.063	12.742	$<2\times10^{-16}$
Crab species (*C. brevimanus* as reference)					
Coenobita rugosus	80.499	4.443	1.005	4.422	9.76×10^{-6}
Ocypode ceratophthalmus	60.600	4.190	1.006	4.164	3.13×10^{-5}
Ocypode stimpsoni	900.840	6.892	0.999	6.897	5.31×10^{-12}

Remarks: Residual deviance = 2014.5, df = 1513, AIC: 2971.9, Number. of Fisher Scoring iterations: 7

Exp (β) = Coefficient indicating the probability of ghost crabs' burrows for each additional point that the parameter scores.

ธรณ์และพันธุ์ทิพย์ (2550) ได้รายงานไว้ในหนังสือคู่มืออันดามัน ปูทะเลไทย ว่าปูลมใหญ่ (*Ocypode ceratophthalmus*) และปูเสฉวนบกเล็ก (*Coenobita rugosus*) นั้นกำลังถูกคุกคามโดยกิจกรรมนุษย์ จึงควรสนับสนุนให้พัฒนาการใช้ประโยชน์สัตว์กลุ่มปูเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศบนเกาะเมียง เพื่อให้ความรู้และสร้างจิตสำนึกในการคุ้มครองความหลากหลายทางชีวภาพของปูบนเกาะเมียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปูลมใหญ่ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศหาดทราย และอ่อนไหวจากการรบกวนของมนุษย์ (พันธุ์ทิพย์ และคณะ, 2552ข.)

ผลการศึกษานี้ยังบ่งชี้ว่าจำนวนชนิดของปูบนหาดทรายทางทิศตะวันออกมีมากกว่าหาดทางทิศเหนือของเกาะ ซึ่งอาจเป็นเพราะหาดทรายทางทิศตะวันออกมีการรบกวนจากกิจกรรมท่องเที่ยวน้อยกว่าดังเห็นได้จากจำนวนของนักท่องเที่ยวที่ใช้พื้นที่หาดดัง Table 1 นอกจากนี้จากผลการศึกษาที่พบปูในเวลากลางคืนมากกว่าเวลาเย็นสะท้อนว่าการจัดการในปัจจุบันที่ให้นักท่องเที่ยวขึ้นเกาะได้แบบเช้าไป-เย็นกลับนั้น เป็นแนวทางการจัดการที่ช่วยลดผลกระทบจากกิจกรรมท่องเที่ยวต่อการดำรงชีวิตของปูบนเกาะเมียงได้ อีกทั้งควรจำกัดการใช้ประโยชน์บริเวณหาดทรายทางทิศตะวันออกเพื่อการท่องเที่ยวให้น้อยลง และควรศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปูลมใหญ่และปูเสฉวนบกเล็กบนเกาะเมียงเพิ่มเติมเพื่อกำหนดแนวทางการอนุรักษ์ที่สอดคล้องกับนิเวศวิทยาของปูแต่ละชนิด

ผลการศึกษายังพบว่าปูมีแนวโน้มใช้เขตหาดบริเวณน้ำขึ้นสูงสุดมากกว่าเขตน้ำขึ้นน้ำลง จึงควรมีการดูแลเขตหาดทรายบริเวณนี้ให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปู กำจัดเศษขยะที่ถูกคลื่นซัดแล้วติดตามโคนและรากไม้เพื่อให้ปูใช้เป็นที่หลบภัยจากผู้ล่าและการรบกวนของกิจกรรมมนุษย์ เพราะเขตน้ำขึ้นสูงสุดเป็นพื้นที่อาศัยที่สำคัญของปูลมใหญ่ ปูลมเล็ก และปูเสฉวนบก (สหัส, 2558) นอกจากนี้ควรพัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับปูบนเกาะเมียงเพื่อให้นักท่องเที่ยวเข้าใจนิเวศวิทยาและผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อประชากรและความหลากชนิดของปู

2. ผลกระทบของการท่องเที่ยวต่อจำนวนและการแพร่กระจายของปูลมบนเกาะเมียง

จากการตรวจนับจำนวนรูของปูลมเล็กและปูลมใหญ่เพื่อศึกษาความหนาแน่นของปูลมแต่ละชนิดต่อ 1 ตารางเมตร เพื่อศึกษาผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อปูลมทั้งสองชนิดบนหาดทรายของเกาะเมียงพบจำนวนรูของปูลมทั้งหมด 1,462 รู จำแนกเป็นรูของปูลมเล็ก (*Ocypode stimpsoni*) 1,330 รู (ร้อยละ 90.97) และรูของปูลมใหญ่ (*Ocypode ceratophthalmus*) 132 รู (ร้อยละ 9.03) โดยช่วงเวลาที่ไม่มีนักท่องเที่ยวพบจำนวนรูของปูลมทั้งสองชนิดมากกว่าขณะที่มีนักท่องเที่ยวดังแสดงใน Table 5 นอกจากนี้จำนวนของนักท่องเที่ยวรอบแปลงตัวอย่าง และจำนวนรอยเท้าของนักท่องเที่ยวในแปลงเก็บตัวอย่างในช่วงที่ไม่มีนักท่องเที่ยวใช้หาดทรายก็พบได้น้อยกว่าช่วงที่มี

นักท่องเที่ยวใช้หาดทราย (Table 5) เช่นกันและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Spearman's correlation, $\rho = 0.131$, $P < 0.01$) ดังนั้นการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนรูปูลมจึงไม่ได้นำปัจจัยจำนวนรอยเท้าของนักท่องเที่ยวมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

Table 5 Average numbers of ghost crab's burrows, numbers of tourists within 5 meters of the sample plots comparing between the duration where tourists were presence and absence.

Parameters	Tourist Absence	Tourist Presence	Total
Total numbers of ghost crab's burrows (%)	897 (61.35%)	565 (38.65%)	1,462 (100%)
Average density of ghost crab's burrows±SD (burrows /m^2)	0.075±0.145	0.047±0.112	0.061±0.130
No. burrows of *O. ceratophthalmus* (%)	89 (67.42%)	43 (32.58%)	132 (100%)
Average density of burrows of *O. ceratophthalmus* ±SD (burrows/m^2)	0.015±0.037	0.007±0.025	0.011±0.032
No. burrows of *O. stimpsoni* (%)	808 (60.75%)	522 (39.25%)	1330 (100%)
Average density of burrows of *O. stimpsoni* ±SD (burrows/m^2)	0.135±0.171	0.087±0.143	0.111±0.160
No. of tourists around the plot (individuals)	0 (0.00%)	604 (100%)	604 (100%)
Average density of tourists around the plot (individuals/m^2)	0.000±0.000	0.051±0.005	0.025±0.003
No. of human footprint/plot (footprints)	3600 (41.47%)	5082 (58.53%)	8682 (100%)
Average density of human footprint (footprint/m^2)	0.301±0.011	0.425±0.013	0.363±0.009

จากการวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ พบว่าเขตของหาดทราย ช่วงเวลาที่มีและไม่มีนักท่องเที่ยวหาดทรายเพื่อการท่องเที่ยว ชนิดของปูลม และจำนวนนักท่องเที่ยว เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนรูของปูลมบนหาดทรายของเกาะเมียงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.010$) โดยมีจำนวนรูของปูลมพื้นฐาน 0.121 รู โอกาสการพบปูลมบนหาดทางทิศเหนือของเกาะมีมากกว่าหาดทรายทางทิศตะวันออก 0.950 เท่า แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และโอกาสการพบรูของปูลมในเขตน้ำขึ้นสูงสุด (supratidal) มีมากกว่าเขตน้ำขึ้นน้ำลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ถึง 5.085 เท่า ส่วนโอกาสการพบรูของปูลมขณะที่มีนักท่องเที่ยวมีน้อยกว่าไม่มีนักท่องเที่ยว 0.574 เท่า อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) นอกจากนี้โอกาสการพบรูของปูลมเล็กมีมากกว่าปูลมใหญ่บนหาดทรายของเกาะเมียงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) มากถึง 10.626 เท่า และบริเวณที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวปรากฏมากขึ้น 1 คน จะพบจำนวนรูของปูลมน้อยลง 0.889 เท่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.010$) ดัง Table 6

Table 6 Parameter estimate on the effects of beach locations, beach zones, time of the survey, and species of crab on the number of crabs found on Koh Miang, Similan Island National Park

Parameter	Exp (β)	B	S.E.	Z-value	Pr(>|z|)
Constant	0.121	-2.116	0.147	-14.424	$< 2\times10^{-16}$
North beach (Back beach as reference)	0.950	-0.052	0.105	-0.494	0.621
Supratidal zone (Intertidal as reference)	5.085	1.626	0.111	14.662	$< 2\times10^{-16}$
Tourist presence (No tourist presence as reference)	0.574	-0.555	0.108	-5.151	$< 2.59\times10^{-7}$
Ghost crab species (Horned ghost crab as reference)	10.626	2.363	0.122	19.451	$< 2\times10^{-16}$
Number of tourists around the plot	0.889	-0.118	0.046	-2.583	0.010

Remarks: AIC: 2434.4, N = 956, df = 950, Residual deviance 770.42, dispersion parameter: 0.961 (SE: 0.104), Log-likelihood: -1210.22, Theta: 0.961

ผลการศึกษานี้แสดงถึงผลกระทบทางลบของการท่องเที่ยวบนหาดทรายทั้งในบริบทของช่วงเวลาที่มีและไม่การปรากฏของนักท่องเที่ยว และจำนวนนักท่องเที่ยวต่อจำนวนรูของปูลม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Aheto *et al.* (2011) ที่พบว่าบริเวณที่มีการรบกวนของกิจกรรมนุษย์มากกว่าจะพบรูของปูลมน้อยกว่า แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูปูลมในพื้นที่ถูกรบกวนปานกลางจะมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ซึ่งมีการรบกวนมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามผลกระทบของจำนวนนักท่องเที่ยวในพื้นที่ขนาดเล็ก ณ เวลาหนึ่ง ๆ นั้นมีนัยสำคัญทางสถิติต่อจำนวนรูปูลมน้อยกว่าการปรากฏของนักท่องเที่ยวทั้งพื้นที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lucrezi *et al.* (2009) ที่กล่าวว่าผลกระทบจากการเหยียบย่ำหาดทรายของมนุษย์นั้นมีผลกระทบน้อยและไม่ได้ส่งผลกระทบต่อปูลมมากนัก เมื่อมีการศึกษาต่อเนื่องเป็นเวลา 3 วัน แต่ผลกระทบจะรุนแรงขึ้นเมื่อการเหยียบย่ำนั้นเกิดขึ้นในพื้นที่ขนาดเล็กกว่า 100 ตารางเมตร และเกิดซ้ำ ๆ เช่น การเล่นวอลเลย์บอลชายหาด หรือมีกิจกรรมการเหยียบย่ำต่อเนื่องเป็นปี (Turra *et al.*, 2005) ขณะที่ MacCarone and Mathews (2007) รายงานว่ากิจกรรมของมนุษย์ที่ต่างกันส่งผลต่อความหนาแน่นของปูลม (*Ocypode quadrata*) ที่อ่าว Taxas แต่ไม่ส่งผลต่อขนาดตัวของปูลม

แม้ผลการศึกษานี้ได้บ่งชี้ว่ากิจกรรมการท่องเที่ยวของมนุษย์มีผลต่อจำนวนรูของปูลม Turra *et al.* (2005) เสนอแนะว่าในพื้นที่ซึ่งถูกคุกคามโดยมนุษย์น้อย อาจไม่สามารถใช้ปูลมเป็นดัชนีชี้วัดผลกระทบจากมนุษย์ได้เพราะมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายของปูลมด้วย อย่างไรก็ตามพันธุ์ทิพย์ และคณะ (2552ข.) รายงานว่า ปูลมใหญ่ (*O. ceratophthalmus*) เป็นปูที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศและการรักษาสิ่งแวดล้อมของชายหาด โดยมักพบตอนกลางคืน แต่จากการศึกษาความหลากหลายของปูบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะอ่างทอง จังหวัดสุราษฎ์ธานี ของพันธุ์ทิพย์ และคณะ (2552ข.) นั้นพบปูลมใหญ่บนหาดทรายด้านตะวันตกของเกาะวัวตาหลับได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืน แสดงถึงมีการคุกคามของมนุษย์น้อย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้บนเกาะเมียงของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันได้พบตัวของปูลมใหญ่ได้ทั้งเวลากลางวันและกลางคืนเช่นกัน แต่พบได้เฉพาะหาดทางด้านทิศตะวันออกของเกาะเมียง จึงเป็นไปได้ว่ากิจกรรมท่องเที่ยวบนหาดด้านทิศตะวันออกของเกาะเมียงนั้นยังคุกคามการดำรงชีวิตของปูลมใหญ่ในระดับน้อย และอาจเป็นเพราะมีนักท่องเที่ยวน้อยกว่าหาดทางด้านทิศเหนือของเกาะเมียง ที่ไม่พบการปรากฏตัวของปูลมใหญ่เลย ดังนั้นการเพิ่มระยะเวลาการศึกษาให้ครอบคลุมทั้งฤดูปิดและเปิดการท่องเที่ยว เพื่อติดตามผลกระทบของมนุษย์ต่อปูลม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปูลมใหญ่ จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ยิ่งขึ้นในการจัดการความหลากชนิดของปูลมบนเกาะเมียง

สรุป

หาดทรายบนเกาะเมียงมีปูทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ ปูลมเล็ก (*O. stimpsoni*) ปูลมใหญ่ (*O. ceratophthalmus*) ปูเสฉวนบกเล็ก (*C. rugosus*) และปูเสฉวนบกยักษ์ (*C. brevimanus*) โดยปูลมเล็กมีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมาคือ ปูเสฉวนบกเล็ก ปูลมใหญ่ และปูเสฉวนบกยักษ์ ตามลำดับ มีดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (H') ของปูเสฉวนบกและปูลมบนเกาะเมียงเท่ากับ 0.638 โดยสามารถพบปูบนหาดทรายที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกได้มากกว่าหาดที่ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของเกาะเมียง และยังมีค่า H' สูงกว่าหาดที่ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของเกาะเมียงเล็กน้อยแต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -1.091$, $df = 189$, $P = 0.277$) ทั้งนี้ตำแหน่งของหาด เวลา เขตของหาดทราย และชนิดของปู เป็นปัจจัยที่ส่งจำนวนของปูบนหาดทรายของเกาะเมียงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยโอกาสการพบปูบนหาดทางทิศตะวันออกมีมากกว่าหาดทางทิศเหนือ โอกาสพบในเวลาตอนกลางคืนสูงกว่าตอนเย็น และโอกาสพบปูบริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดมีมากกว่าเขตน้ำขึ้นน้ำลง โดยโอกาสในการพบปูลมเล็กมีสูงสุดรองลงมาคือ ปูเสฉวนบกเล็ก ปูลมใหญ่ และปูเสฉวนบกยักษ์ การศึกษานี้ยังยืนยันว่าเขตของหาดทรายช่วงเวลาที่มีและไม่มีนักท่องเที่ยว ชนิดของปูลม และจำนวนนักท่องเที่ยว มีผลต่อจำนวนของรูของปูลมบนหาดทรายของเกาะเมียงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยโอกาสพบรูของปูลมสูงขึ้นในเขตน้ำขึ้นสูงสุดเมื่อไม่มีนักท่องเที่ยว มีคนใช้ประโยชน์หาดทรายน้อย และโอกาสการพบรูของปูลมเล็กมีมากกว่าปูลมใหญ่

ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยในอนาคต

1. ควรมีการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ พฤติกรรมการดำรงชีวิต และติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรของปูบริเวณหาดทรายของเกาะเมียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปูลมใหญ่ และปูเสฉวนบกเล็ก จำแนกตามฤดูการท่องเที่ยว และฤดูการสืบพันธุ์ เพื่อระบุผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยวต่อปู และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อันนำไปสู่การจัดการพื้นที่เพื่อรักษาความหลากหลายของปูบนเกาะเมียงต่อไป

2. ควรมีการศึกษาปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อความหนาแน่นของปูลมเพิ่มเติม เช่น ลักษณะและขนาดของตะกอนทราย ที่สัมพันธ์กับการเหยียบย่ำของนักท่องเที่ยว เพราะอาจส่งผลให้ปริมาณช่องว่างและความหนาแน่นของทรายแตกต่างกัน ส่งผลต่อการเลือกใช้พื้นที่อาศัยและสืบพันธุ์ของปูบนหาดทรายของเกาะเมียง หมู่เกาะสิมิลันได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายรวมศิลป์ มานะจงเจริญ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันและเจ้าหน้าที่ประจำเกาะเมียงที่ให้การสนับสนุนที่พักและการเดินทางเพื่อเก็บข้อมูลในพื้นที่ ขอขอบพระคุณ อ.ดร. อุษารดี ภู่มาลี ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูลในพื้นที่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2561. **อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน.** แหล่งที่มา: http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=1043, 6 สิงหาคม 2561.

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ และ พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์. 2550. **คู่มืออันดามัน ปูทะเลไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์, วชิรา ใจงาม และ ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ . 2550. ความหลากหลายทางชีวภาพของปูบริเวณอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์, น. 613-624. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 (สาขาประมง)**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์, เจ เกียรติธนะบำรุง, วีระพงศ์ ศรีโฉมงาม และ วชิระ ใจงาม. 2552ก. ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อการแพร่กระจายของปูทหาร (*Dotilla wichmanni*).น. 543 – 552. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาประมง).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์, วชิระ ใจงาม และเอกพันธ์ พจน์ดำรง. 2552ข. ความหลากหลายทางชีวภาพของปูบริหารอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะอ่างทอง จ. สุราษฎร์ธานี, น. 503 – 514. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาประมง).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สหัส ราชเมืองขวาง. 2558. **สัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลังในระบบนิเวศชายฝั่ง อำเภอสุขสำราญจังหวัดระนองและบริเวณใกล้เคียง**. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายสนิท พงศ์สุวรรณ. 2560. **ฐานข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ ในพื้นที่ตำบลเกาะยาวใหญ่ อำเภอเกาะยาว จังหวัดพังงา.** แหล่งที่มา: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/koyaoyaifinalreport-21nv17_small.pdf, 9 มิถุนายน 2562.

Similan Island National Park. n.d. **The number of tourists on Koh Miang between October 21 – 23, 2018.**

Aheto, D.W., C. Asare, E.A. Mensah and J. Aggrey-Fynn. 2011. Rapid assessment of anthropogenic impacts on exposed sandy beaches in Ghana using Ghost Crabs (*Ocypode* spp.) as ecological indicators. **Momona Ethiopian Journal of Science** 3 (2): 93 – 103.

Lucrezi, S., T.A. Schlacher and W. Robinson. 2009. Human disturbance as a cause of bias in ecological indicators for sandy beaches: experimental evidence for the effects of human trampling on ghost crabs (*Ocypode* spp.). **Ecol. Indic.** 9: 913-921.

MacCarone, A.D. and P.L. Mathews. 2007. Effect of human disturbance on the abundance and spatial distribution of the Atlantic Ghost crab (*Ocypode quadrata*) (Fabricius 1798) on a Texas beach. **The Texas Journal of Science** 59(1):51-61.

Sakai, K. and M. Türkay. 2013. Revision of the genus *Ocypode* with the description of a new genus, Hoplocypode (Crustacea: Decapoda: Brachyura). **Memoirs of the Queensland Museum-Nature** 56(2): 665–793.

Turra, A., M.A.O. Goncalves and M.R. Denadai. 2005. Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches. **J.Nat. Hist.** 39: 2163-2177.

Wolcott, T.G. 1978. Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: scavengers or predators? **J. Exp.Mar.Biol.Ecol.** 31: 67 – 82.

การสะสมของขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะเมียง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา
Marine Debris Accumulation on Sandy Beaches of Mu Ko Similan National Park, Phang Nga Province

รวิชา เขียวสอาด[1] และ **จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์[1*]**

Rawicha Khiaasaart[1] and **Jiraporn Teampanpong[1*]**

[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **jiraporn.tea@ku.th**

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องขยะทะเลที่สะสมบนหาดทรายของเกาะเมียง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา ดำเนินการศึกษาระหว่างวันที่ 19 -23 ตุลาคม 2561 เพื่อศึกษาเบื้องต้นประเภท ขนาด และปริมาณของขยะทะเล รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมของขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะเมียง ผลการศึกษาพบขยะทะเลเฉลี่ย 0.616±0.128 ชิ้น/ตารางเมตร (mean±S.E.; SD = 5.128) โดยพบขยะทะเลสะสมบนหาดทรายด้านตะวันออกมากกว่าหาดทรายด้านตอนเหนือของเกาะ และการสะสมของขยะทะเลในเขตน้ำลงต่ำสุด มีปริมาณมากที่สุด รองลงมาคือเขตน้ำขึ้นสูงสุดและเขตน้ำขึ้นน้ำลง ขยะทะเลประเภทเส้นใยถูกพบได้มากที่สุด รองลงมาคือโฟม และพลาสติกแตกหัก และยังพบอีกว่าขยะทะเลส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตร (micro debris) รองลงมาคือขยะทะเลขนาดเล็กที่มีขนาด 5-20 มิลลิเมตร (meso debris) ขยะทะเลขนาดปานกลาง (macro debris: > 20 – 100 มิลลิเมตร) และขนาดใหญ่ (mega debris: > 100 มิลลิเมตร) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมของขยะทะเลบนเกาะเมียงได้แก่ เขตของหาดทราย และประเภทและขนาดของขยะทะเล ผลการศึกษานี้นำเสนอข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะเมียง

คำสำคัญ: ขยะทะเล เกาะเมียง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน

ABSTRACT

This research studied marine debris accumulation on sandy beaches of Koh Miang in Mu Ko Similan National Park between October 19 -23, 2018. The objectives of this study were to examine types, sizes, and quantities of marine debris and factors influencing the accumulation of marine debris on sandy beaches of Koh Miang of Mu Ko Similan National Park. The results showed an average of 0.616±0.128 pieces/ m^2 ($\overline{X}$± S.E.; SD = 5.128) of marine debris on sandy beaches. The density of marine debris on the east beach was higher than the north beach. Subtidal zone had higher accumulation of marine debris than the supratidal, and intertidal zones, respectively. Fibers were the most abundant, followed by foam and fragmented plastics. Most of marine debris were micro marine debris with the size less than 5 mm., followed by meso debris (5-20 mm.), macro debris (>20 -100 mm.) , and mega debris (> 100 mm.), respectively. Factors highly associated and statistically significant with the accumulation of marine debris included beach zones, and types and sizes of marine debris. This study provides baseline data for monitoring marine debris on sandy beaches of Similan Island National Park.

Keywords: marine debris, Koh Miang, Similan Island Naitonal Park

คำนำ

ขยะทะเล เป็นหนึ่งในปัจจัยคุกคามความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญอย่างมาก เนื่องจากมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงให้เห็นว่าส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและองค์ประกอบทางนิเวศทะเลและชายฝั่ง ดังที่ Laist (1997) รายงานว่าสัตว์ทะเลหายาก (rare species) ไม่น้อยกว่า 267 ชนิดพันธุ์ ซึ่งในจำนวนนี้เป็นร้อยละ 86 ของเต่าทะเล ร้อยละ 44 ของนกทะเล และ ร้อยละ 43 ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมในทะเล เพราะกินขยะเป็นอาหารหรือถูกพลาสติกรัดตามร่างกายจนเกิดภาวะพิการหรือตายในที่สุด และเมื่อขยะทะเลมีขนาดเล็กลงเนื่องจากคลื่น ลม และน้ำทะเล ยังถูกถ่ายทอดผ่านลำดับการกินอาหาร (trophic level) เข้าสู่สายใยอาหาร ส่งผลให้สัตว์ทะเลกินอาหารได้น้อยลง (Ryan, 1988) ขัดขวางการดูดซึมอาหาร ทำให้ร่างกายขาดสมดุลและได้รับสารอาหารไม่เหมาะสม ระบบการสืบพันธุ์มีปัญหา และเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมน (Derraik, 2002) และอาจตายได้ในที่สุด ดังนั้นขยะทะเลจึงถูกจัดเป็นปัจจัยคุกคามของระบบนิเวศทางทะเลที่สำคัญ (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

อย่างไรก็ตามการจัดการปัญหาขยะทะเลมีความซับซ้อน เพราะแหล่งที่มาของขยะทะเลนั้น เกิดขึ้นได้ทั้งจากบนบกและในทะเล จากต้นน้ำบนเขาสูง ไหลลงมาตามแม่น้ำ ผ่านพื้นที่ดำเนินกิจกรรมดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งภาคอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม ที่อยู่อาศัย นันทนาการและการท่องเที่ยวทั้งบนบกและตามชายฝั่ง ไปจนถึงการขนส่งทางเรือ เรือท่องเที่ยว เรือประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ เป็นต้น (EPA Office of Wetlands, Oceans, and Watersheds, 2017) และเมื่อเข้าสู่ทะเล ขยะทะเลสามารถแพร่กระจายไปได้ทั่วทั้งโลกตามกระแสคลื่นและกระแสลม กลายเป็นแพขยะ (garbage patch) อย่างน้อย 6 แพหลัก ที่มีการแพร่กระจายเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างกันได้ (Sebille *et al.* 2012)

อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน เป็นหนึ่งในพื้นที่อนุรักษ์ของไทยที่ได้รับการประกาศเป็นมรดกอาเซียน (ASEAN Heritage Park) (ศักดิ์อนัน และคณะ, 2550) เพราะมีความอุดมสมบูรณ์และความโดดเด่นด้านระบบนิเวศทางทะเล ระบบนิเวศเกาะ ด้านลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ ด้านนันทนาการและการท่องเที่ยว และด้านการศึกษาวิจัยทางธรรมชาติ แต่ด้วยตำแหน่งที่ตั้งบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของมหาสมุทรอินเดีย (Morgan *et.al*., 2018) ที่มีการค้นพบแพขยะที่มีวงวนของขยะที่มีขนาดเล็กเพราะเกิดการแตกตัวเป็นตะกอนเคมีและเศษซากอื่น ๆ และส่วนใหญ่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าเนื่องจากอิทธิพลของคลื่นลมเรียกว่า Indian Ocean garbage patch (Sebille *et al*. 2012)

อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จึงมีโอกาสเกิดการสะสมของขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะ แม้ว่าจะตั้งอยู่ห่างจากชายฝั่งของจังหวัดพังงาประมาณ 70 กิโลเมตร และประกอบไปด้วยผืนน้ำร้อยละ 93 และผืนแผ่นดินเพียงร้อยละ 7 ของพื้นที่เกาะทั้งหมด (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2561) ก็ตาม นอกจากนี้กิจกรรมนันทนาการและการท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน ยังอาจเป็นอีกแหล่งที่มาของขยะทะเลในพื้นที่ได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงต้องการศึกษาประเภท ขนาดและปริมาณของขยะทะเลสะสมบนหาดทราย และปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมของขยะทะเล ได้แก่ ประเภท ขนาดของขยะและเขตหาดทราย โดยมีพื้นที่ศึกษาคือเกาะเมียงหรือเกาะสี่ ซึ่งตั้งอยู่กึ่งกลางอุทยานแห่งชาติและเป็นศูนย์บริการนักท่องเที่ยว โดยในปีงบประมาณ 2561 อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันรองรับนักท่องเที่ยวไม่น้อยกว่า 7,604 คนต่อวัน (ส่วนวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ, 2562) เพราะเล็งเห็นถึงความสำคัญในการมีข้อมูลพื้นฐานสำหรับเฝ้าระวังการสะสมของขยะทะเลขนาดต่าง ๆ บนเกาะเมียงของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ผู้วิจัยทำการศึกษาระหว่างวันที่ 19 – 23 ตุลาคม 2561 บนหาดทรายของเกาะเมียง ในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา ซึ่งประกอบไปด้วย 2 หาด ได้แก่ หาดหน้า ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศเหนือของเกาะ และเป็นที่ตั้งของศูนย์บริการนักท่องเที่ยวของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน และหาดเล็ก ซึ่งตั้งอยู่ด้านตะวันออกของเกาะ มีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การเก็บตัวอย่างการสะสมของขยะทะเลบนหาดทราย

ผู้วิจัยเก็บตัวอย่างทรายตามแนวเส้นสำรวจแบบเส้นตรง (line transect) ตามความยาวของหาดทราย ครอบคลุมเขตน้ำทะเลขึ้นสูงสุด (supratidal zone) เขตน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal) และเขตน้ำลงต่ำสุด (subtidal zone) โดยมีระยะห่างของเส้นสำรวจอย่างน้อย 5 เมตร ขึ้นกับความกว้างของหาดทราย แล้ววางแปลงสุ่มขนาด 1×1 เมตร ทุกระยะ 25 เมตร ได้แปลงตัวอย่างทั้งหมด 54 แปลง แบ่งเป็นหาดทางตอนเหนือ 30 แปลง และหาดด้านตะวันออกของเกาะ 24 แปลง ในจำนวนนี้เป็นแปลงตัวอย่างในเขตของหาดทรายทั้ง 3 แห่ง เขตละ 18 แปลง

ผู้วิจัยปรับวิธีการเก็บตัวอย่างทรายจาก Martins and Sobral (2011) และ Naji *et al.* (2017) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างทรายในแปลง 1 ตารางเมตร ลึก 2 เซนติเมตร ด้วยช้อนอลูมิเนียม นำมาผสมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วสุ่มเก็บตัวอย่างประมาณ 2 กิโลกรัม คัดแยกขยะทะเลที่สามารถมองเห็นด้วยสายตาในภาคสนาม หลังจากนั้นนำตัวอย่างทรายไปแยกขยะทะเลขนาดเล็กโดยใช้หลักความหนาแน่น โดยขยะทะเลขนาดเล็กจะลอยน้ำทะเลเพราะมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำทะเลซึ่งมีความหนาแน่นประมาณ 1.02 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (Cauwenberghe *et al.,* 2015) ส่วนการคัดแยกขยะทะเลขนาดเล็กออกจากทรายปรับวิธีการมาจาก McDermid and McMullen (2004) Turra *et al.* (2014) และ Fok *et al.* (2017) โดยนำตัวอย่างทราย ใส่ในถังน้ำที่มีน้ำทะเลประมาณ 2 ลิตร คนจนทรายแตกตัวในน้ำประมาณ 1 นาที แล้วทิ้งไว้จนทรายตกตะกอนประมาณ 2 นาที หลังจากนั้นจึงกรองเศษขยะที่ลอยน้ำผ่านแพลงก์ตอนเน็ทขนาด 50 ไมโครเมตร แล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman GF/C^{TM} filters, ขนาด 1.2 μm และเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจึงเก็บแผ่นกระดาษกรองใส่ถุงพลาสติก ทำให้แห้งโดยการผึ่งลม เพื่อนำกลับไปวิเคราะห์ต่อไปในห้องปฏิบัติการของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจทำให้ไม่สามารถเก็บขยะทะเลขนาดเล็กที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำทะเลได้ เช่น เศษแก้วขนาดเล็ก พลาสติก PVC หรือ PET เพราะมีความหนาแน่นประมาณ 1.14 – 1.56 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร (Cauwenberghe *et al.,* 2015)

ขยะทะเลที่คัดแยกได้ถูกจำแนกเป็น 6 ประเภท และ 4 ขนาด ตาม Barnes *et al.* (2009) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stero-microscope) ได้แก่ เส้นใย (fiber) พลาสติกแตกหัก (fragmented plastic) โฟม (foam) พลาสติกบรรจุภัณฑ์ (packaging plastics) แก้ว (glass) กระดาษ (paper) และขยะอื่น ๆ (others) ส่วนขนาดของขยะทะเล แบ่งออกเป็น ขยะขนาดเล็กมาก (micro debris: size S) ซึ่งมีขนาดน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ขยะขนาดเล็ก (meso debris: size M) มีขนาด 5 – 20 มิลลิเมตร ขยะขนาดกลาง (macro debris: size L) มีขนาด 21 – 100 มิลลิเมตรและขยะขนาดใหญ่ (mega debris: size XL) มีขนาดมากกว่า 100 มิลลิเมตร ด้วยเวอร์เนียวัดภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

เนื่องจากงานวิจัยนี้คัดแยกขยะออกจากทรายโดยใช้หลักความหนาแน่นของขยะพลาสติกที่ต่ำกว่าความหนาแน่นของน้ำทะเลจึงลอยน้ำทะเล จึงเป็นไปได้ว่าจะเกิดการปนเปื้อนของขยะเพิ่มเข้ามาจากน้ำทะเลที่นำมาใช้ในการคัดแยกขยะทะเลออกจากตัวอย่างทรายด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เก็บตัวอย่างน้ำทะเลเพื่อกรองหาปริมาณขยะทะเล จำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนของขยะทะเลในน้ำทะเล 2.33±0.58 ชิ้น/ลิตร

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยใช้ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation:SD) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of mean: S.E.) เพื่ออธิบายประเภท ขนาด ปริมาณ และความหนาแน่นของขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะเมียง แล้วใช้การวิเคราะห์การถดถอยทวินามเชิงลบ (Negative binomial) เพราะข้อมูลมีการกระจาย (overdispersion) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความแตกต่างของจำนวนขยะทะเลแต่ละประเภท ที่มีขนาดแตกต่างกันในแต่ละโซนของหาดทรายบนเกาะเมียง ด้วย glmmADMB package ในโปรแกรม R เพื่อทดสอบสมมติฐานและตอบวัตถุประสงค์ กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

1. ประเภท ขนาด และปริมาณของขยะทะเลที่สะสมบนหาดทรายบนเกาะเมียง

พบขยะสะสมบนหาดทรายของเกาะเมียงทั้งหมด 983 ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.616±0.128 ชิ้น/ตารางเมตร ($\overline{X}$±S.E.; SD = 5.128) โดยหาดด้านตะวันออกของเกาะพบขยะทะเล 620 ชิ้น (ร้อยละ 63.072 ของขยะทะเลที่พบทั้งหมด) คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ยของขยะทะเล 0.923±0.294 ชิ้น/ตารางเมตร สูงกว่าที่พบบนหาดทรายด้านทิศเหนือของเกาะที่พบ 363 ชิ้น (ร้อยละ 36.928) คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 0.393±0.057 ชิ้น/ตารางเมตร

พบขยะทะเลสะสมบนหาดทรายบริเวณเขตน้ำลงต่ำสุดมากที่สุด 571 ชิ้น หรือร้อยละ 58.088 ของขยะทั้งหมด คิดเป็นค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 1.139±0.417 ชิ้น/ตารางเมตร (SD = 9.090) รองลงมาคือเขตน้ำขึ้นสูงสุด 239 ชิ้น หรือร้อยละ 24.313 คิดเป็นค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 0.433±0.075 ชิ้น/ตารางเมตร (SD = 2.030) และเขตน้ำขึ้นน้ำลงน้อยที่สุดพบ 173 ชิ้น หรือร้อยละ 17.599 คิดเป็นค่าเฉลี่ยความหนาแน่น 0.321±0.076 ชิ้น/ตารางเมตร (SD = 1.498) ทั้งนี้ทุกเขตของหาดทรายพบขยะทะเลประเภทเส้นใยมากที่สุด รองลงมา คือ โฟม พลาสติกแตกหัก และขยะอื่น ๆ ตามลำดับ ดังแสดงใน Figure 1

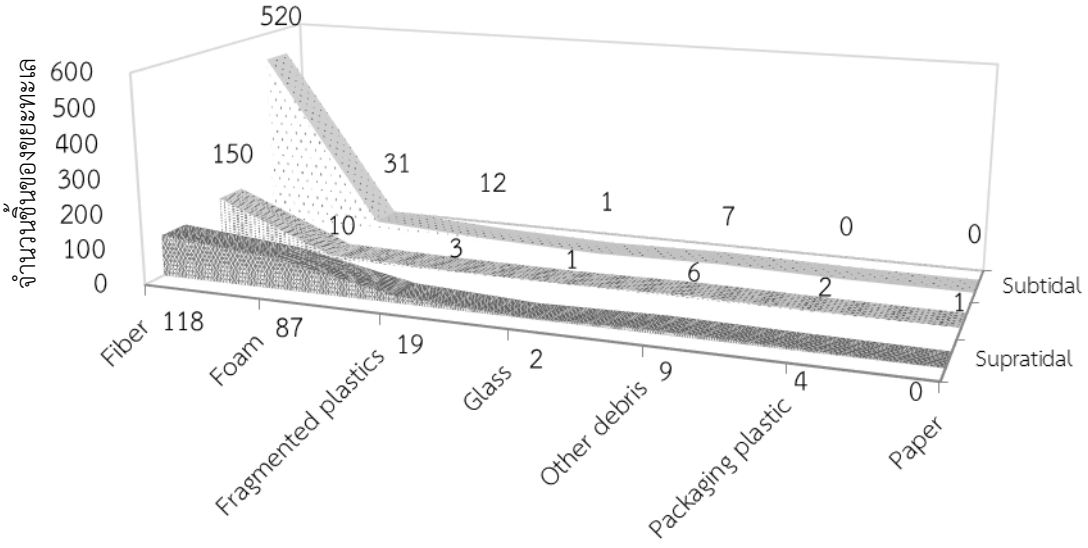


Figure 1 Proportion of marine debris found in each beach zone classified by types.

ปริมาณของขยะทะเลที่พบมากที่สุดไปยังน้อยที่สุดคือ เส้นใยพบ 788 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 80.163 ของขยะทะเลทั้งหมด รองลงมาคือ โฟม พบทั้งหมด 128 ชิ้น หรือร้อยละ 13.021 พลาสติกแตกหัก 34 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 3.459 ขยะอื่น ๆ 22 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 2.238 พลาสติกบรรจุภัณฑ์ 6 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.610 แก้ว 4 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.407 และกระดาษ 1 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 0.120 โดยขยะทั้ง 7 ประเภทมีความหนาแน่นเฉลี่ยเรียงตามลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด คือ เส้นใย โฟม พลาสติกแตกหัก ขยะอื่น ๆ พลาสติกบรรจุภัณฑ์ แก้ว และกระดาษ 3.456±0.862, 0.561±0.133, 0.149±0.052, 0.018±0.009, 0.997±0.026, 0.026±0.012, 0.004±0.004 ชิ้น/ตารางเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ตัวอย่างของขยะทะเลที่พบจากการศึกษาแสดงใน Figure 2

และเมื่อจำแนกขยะทะเลแต่ละประเภทตามขนาด พบว่ามีขยะขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตรมากที่สุด 784 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 79.756 ของขยะทั้งหมด รองลงมาคือ ขยะขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาด 5 – 20 มิลลิเมตร พบ 148 ชิ้น หรือร้อยละ 15.056 ตามมาด้วยขยะทะเลขนาดปานกลาง ซึ่งมีขนาด >20 – 100 มิลลิเมตร พบ 28 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 2.948 และขยะทะเลขนาดใหญ่ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า 100 มิลลิเมตร พบเพียง 23 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 2.340 โดยขยะทะเลทั้ง 4 ขนาดมีความหนาแน่นเฉลี่ย1.965±0.500, 0.370±0.084, 0.070±0.014, และ 0616±0.128 ชิ้น/ตารางเมตร ตามลำดับ ดังแสดงใน Figure 3



A
ขยะทะเลประเภทเส้นใย



B
ขยะทะเลประเภทพลาสติกแตกหัก



C
ขยะทะเลประเภทโฟม



D
ขยะทะเลประเภทแก้ว



E
ขยะทะเลประเภทเศษขยะอื่นๆ

Figure 2 Types of marine debris found on sandy beaches of Koh Miang of Similan Island National Park.

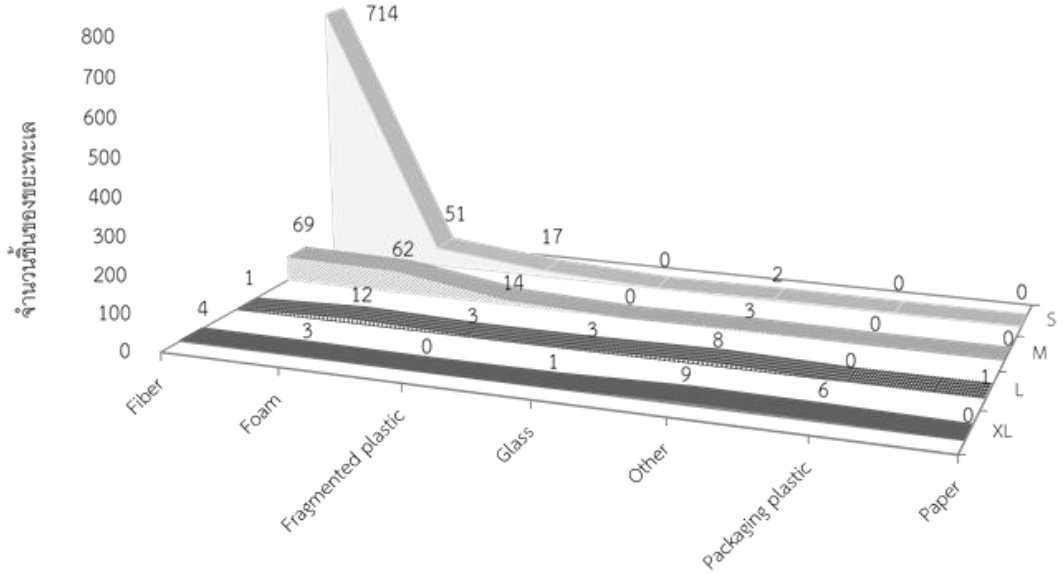


Figure 3 Proportion of marine debris classified by sizes and types found on sandy beaches.

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมของขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะเมียง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน

จากการใช้สถิติการถดถอยทวินามเชิงลบ วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะเมียง พบว่า มีจำนวนชิ้นของขยะทะเลพื้นฐานเท่ากับ 0.426 ชิ้น โดยขยะทะเลที่พบบนหาดตอนเหนือของเกาะมีน้อยกว่าหาดด้านตะวันออกของเกาะเมียง 0.736 เท่า แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.109$)

บริเวณเขตน้ำลงต่ำสุด (subtidal) และเขตน้ำขึ้นสูงสุด (supratidal) ของหาดทรายพบขยะทะเลสะสมมากกว่าเขตน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal) เป็น 1.911 และ 2.349 เท่า ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยขยะทะเลสะสมบริเวณเขตน้ำลงต่ำสุดมากที่สุด 1.139±0.417 ชิ้น/ตารางเมตร (SD = 9.090) รองลงมาคือ เขตน้ำขึ้นสูงสุด พบเฉลี่ย 0.433±0.075 ชิ้น/ตารางเมตร (SD = 2.030) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาไมโครพลาสติกบนเกาะโหลนของ เผ่าเทพ และคณะ (2560) ที่พบขยะทะเลขนาดเล็กมากหรือไมโครพลาสติกในเขตน้ำลงต่ำสุด (subtidal) 3,411±1,076.93 ชิ้น/ตารางเมตร มากกว่าเขตน้ำขึ้นสูงสุด (supratidal) ที่พบ 2,687±118.41 ชิ้น/ตารางเมตร แต่ตรงข้ามกับการศึกษาที่แหลมพันวาของเผ่าเทพและคณะ (2560) ที่พบไมโครพลาสติกในเขตน้ำขึ้นสูงสุด 5,039±3,308 ชิ้น/ตารางเมตร มากกว่าเขตน้ำลงต่ำสุด 1,731±981.31 ชิ้น/ตารางเมตร

เมื่อพิจารณาประเภทของขยะทะเลพบว่ามีขยะทะเลประเภทโฟม พลาสติกแตกหัก เศษขยะบรรจุภัณฑ์แก้ว กระดาษ และขยะทะเลอื่น ๆ พบในปริมาณที่น้อยกว่าขยะทะเลประเภทเส้นใยเป็น 0.294, 0.074, 0.017, 0.010, 0.002, และ 0.080 เท่า อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบขยะที่มีขนาดเล็กมาก (micro debris: S) และขยะทะเลขนาดกลาง (meso debris: M) มากกว่าขยะทะเลขนาดใหญ่ (macro debris: L) เป็น 7.544 และ 2.926 เท่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่พบขยะทะเลที่มีขนาดใหญ่มาก (mega debris: XL) นั้นพบน้อยกว่าขยะทะเลขนาดใหญ่ (macro debris: L) 0.751 เท่า แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.462$) ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Parameter estimates on the effects of beach locations, beach zones and types and size of litters on the probability to find pieces of litter on Koh Miang, Similan Island National Park.

Parameter	Exp (β)	β	S.E.	Z-value	Pr(>|z|)
(Intercept)	0.426	0.853	0.354	-2.41	0.016
Beach location (back beach: reference)					
Front beach	0.736	-0.307	0.191	-1.60	0.109
Beach zones (Intertidal: reference)					
Subtidal	1.910	0.647	0.240	2.69	0.007
Supratidal	2.349	0.854	0.257	3.32	9×10^{-4}
Type of litter (Fiber as reference)					
Foam	0.294	-1.225	0.264	-4.64	3.5×10^{-6}
Fragmented plastic	0.074	2.602	0.299	-8.71	$< 2\times10^{-16}$
Packaging plastic	0.017	-4.096	0.483	-8.48	$< 2\times10^{-16}$
Glass	0.010	-4.578	0.562	-8.15	3.6×10^{-16}
Paper	0.002	-6.053	1.032	-5.86	4.5×10^{-9}
Other litters	0.080	-2.526	0.337	-7.50	6.6×10^{-16}
Size of litter (size L as reference)					
S	7.544	2.021	0.318	6.36	2×10^{-10}
M	2.926	1.074	0.318	3.38	7.3×10^{-4}
XL	0.751	-0.286	0.388	-0.74	0.462

Remarks: AIC = 1546.6, N = 1596, Negative binomial dispersion parameter: 0.22614 (std. err.: 0.03201), Log-likelihood: -759.311

เป็นไปได้ว่า การพบขยะทะเลสะสมบนหาดด้านตะวันออกมากกว่าหาดด้านเหนือของเกาะเมียงนั้น เป็นผลมาจากหาดด้านตะวันออกมีหน้าหาดแคบ ลาดชันน้อย และมีต้นไม้ใหญ่ขึ้นและโขดหินตามแนวชายหาดมากกว่าหาดด้านทิศเหนือ ทำให้เมื่อน้ำทะเลขึ้นสูงสุด จะซัดขยะทะเลต่าง ๆ ขึ้นมาถึงเขตน้ำขึ้นสูงสุดตกค้างอยู่ในพื้นที่มากขึ้นตามรากไม้ และซอกหินได้มากกว่า อีกทั้งลักษณะของหาดทรายที่มีความลาดชันต่ำ ขยะทะเลจึงมีโอกาสตกค้างบนหาดทรายได้มากกว่าหาดด้านทิศเหนือที่มีความลาดชันสูงกว่า หาดทรายมีความกว้างมากกว่า เมื่อน้ำทะเลขึ้นสูงสุดไม่สามารถซัดน้ำทะเลขึ้นมาได้ถึงเขตแนวต้นไม้ โอกาสที่จะมีขยะทะเลตกค้างน้อยกว่าได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bowman *et al.* (1988) ที่กล่าวว่าความลาดชัน ความกว้างของหาด และลักษณะภูมิประเทศ มีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการสะสมของขยะทะเล

ความหนาแน่นของขยะทะเลสะสมบนหาดทรายของเกาะเมียง มีน้อยกว่าหาดบางแสน หาดแสมสาร และอ่างศิลา ที่มีความหนาแน่น 15.5, 8.10, และ 5.54 ชิ้น/ตารางเมตร (Thushari *et al.,* 2017) อีกทั้งขนาดของขยะทะเลที่พบบนเกาะเมียงส่วนใหญ่เป็นขยะทะเลขนาดเล็กกว่า 5 มิลลิเมตรหรือไมโครพลาสติก ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Thushari *et al.,* (2017) ที่พบว่าขยะทะเลส่วนใหญ่ที่พบบนหาดทรายในจังหวัดชลบุรี เป็นขยะทะเลขนาดปานกลางที่มีขนาดมากกว่า 20 มิลลิเมตร รองลงมาคือขยะทะเลขนาดเล็กมากตั้งแต่ 2 – 20 มิลลิเมตร

แม้ว่าบนเกาะเมียงจะพบขยะทะเลส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมาก (micro debris) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ ก็ยังคงพบน้อยกว่า เช่น แหลมพันวา และเกาะโหลน จังหวัดภูเก็ต ที่พบมากถึง 5,039±3,308.00 ชิ้น/ตารางเมตร และ 2,687±118.41 ชิ้น/ตารางเมตร ตามลำดับ (เผ่าเทพ และคณะ 2560) หาดคุ้งวิมานและหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี ที่พบ 1,949.3±542.6 และ 3,506.7±962.3 ชิ้น/ตารางเมตร ในฤดูฝน และ 2,608±985.5 และ

1,345.3±3,550.1 ชิ้น/ตารางเมตร ในฤดูแล้ง ตามลำดับ เช่นกัน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน, 2557)

นอกจากนี้ขยะทะเลส่วนใหญ่ที่พบบนเกาะเมียงเป็นประเภทเส้นใย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในหลายพื้นที่ เช่น การศึกษาการสะสมของไมโครพลาสติกในหาดคุ้งวิมานและหาดเจ้าหลาว จังหวัดจันทบุรี ของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน (2557) พบว่า ทั้งในหาดคุ้งวิมานและหาดเจ้าหลาวพบไมโครพลาสติกส่วนใหญ่เป็นประเภทเส้นใยมากที่สุด โดยหาดคุ้งวิมานพบมากถึงร้อยละ 53.1 และ 40.2 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ ส่วนหาดเจ้าหลาวพบมากถึงร้อยละ 71.3 และ 84.2 ในฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาที่แหลมพันวาและเกาะโหลน จังหวัดภูเก็ต ของ เผ่าเทพ และคณะ (2560) ที่พบไมโครพลาสติกประเภทเส้นใยในตะกอนดินชายหาดมากกว่าร้อยละ 50 ของทุกจุดเก็บตัวอย่าง แต่ผลการศึกษานี้แตกต่างจากผลการศึกษาของ Thushari *et al.* (2017) ที่พบว่า ขยะทะเลที่พบส่วนใหญ่ที่พบบนหาดทราย 3 แห่งของจังหวัดชลบุรี ได้แก่ หาดบางแสน หาดแสมสาร และหาดอ่างศิลา นั้นเป็นพลาสติกสูงสุดถึงร้อยละ 45 ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง

ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าประเภทของขยะทะเลที่แตกต่างกันนั้น อาจจะเป็นผลมาจากกิจกรรมที่เป็นแหล่งที่มาของขยะในทะเลในพื้นที่ต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน โดยขยะทะเลที่มีขนาดเล็กมากกว่า 5 มิลลิเมตรที่พบบนเกาะเมียงนั้นอาจจะเป็นเพราะสถานที่ตั้งของเกาะเมียงห่างไกลฝั่งทะเลซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดขยะทะเลที่สำคัญ และกิจกรรมของมนุษย์ที่มีโอกาสเป็นแหล่งกำเนิดขยะทะเลขนาดเล็กมากบนเกาะเมียง คือ การซักเสื้อผ้า ดังที่ เผ่าเทพ และคณะ (2560) กล่าวว่าการซักผ้าด้วยเครื่องซักผ้า อาจทำให้เกิดเส้นใยหลุดออกมาได้มากกว่า 1,900 ชิ้น นอกจากนี้ยังเป็นไปได้ว่า เชือกผูกทุ่นและเรือยังอาจจะเป็นอีกแหล่งกำเนิดของขยะทะเลประเภทเส้นใยที่พบบนเกาะเมียงดังที่เห็นได้จาก Figure 2 ว่าเส้นใยที่พบส่วนใหญ่นั้นเป็นเส้นใยจากเสื้อผ้า และเชือก ส่วนโฟม ที่พบบนเกาะเมียงนั้นเป็นไปได้ว่ามาจากทุ่นที่ทำจากโฟม และโฟมบรรจุอาหารทั้งจากนักท่องเที่ยวและเจ้าหน้าที่บนเกาะเมียง เช่นเดียวกับขยะพลาสติกแตกหัก

เป็นไปด้วยว่าขยะทะเลที่ถูกพบบนเกาะเมียงอาจถูกพัดมาสะสมจากที่อื่นด้วย เนื่องจากมีกิจกรรมการท่องเที่ยวและการประมงเกิดขึ้นในทะเลโดยรอบพื้นที่ อย่างไรก็ตามมาตรการจำกัดกิจกรรมการท่องเที่ยวบนเกาะเมียงเป็นแบบไป-กลับ และเปิดเฉพาะฤดูการท่องเที่ยวเท่านั้น รวมทั้งระบบการจัดการที่ให้มีการเก็บขยะบนชายหาดทุกวันหลังจากนักท่องเที่ยวเดินทางกลับ การนำขยะที่เกิดขึ้นบนเกาะไปทิ้งที่ชายฝั่ง รวมทั้งสถานที่ตั้งห่างไกลฝั่งค่อนข้างมากนั้น จึงทำให้โอกาสการสะสมของขยะทะเลน้อยกว่าพื้นที่อื่น ๆ ที่ตั้งอยู่บนแผ่นดิน

แม้ในภาพรวมปริมาณขยะทะเลที่พบบนเกาะเมียงของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันนั้นมีอยู่ค่อนข้างน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ เป็นไปได้ว่าผลการศึกษานี้จะพบปริมาณของขยะทะเลน้อยกว่าความเป็นจริง เนื่องจากกระบวนวิธีการคัดแยกขยะทะเลออกจากตะกอนทรายเป็นวิธีพื้นฐานใช้เพียงน้ำทะเลเท่านั้นและดำเนินการในพื้นที่ เพราะมีข้อจำกัดในการนำตะกอนทรายออกจากพื้นที่เพื่อนำไปคัดแยกในห้องปฏิบัติการ ซึ่งหากสามารถนำกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและใช้วิธีวิเคราะห์ที่มีมาตรฐานยิ่งขึ้น มีโอกาสเป็นไปได้สูงที่จะพบปริมาณของขยะทะเลขนาดเล็กและขนาดเล็กมากในทุกประเภทสูงขึ้นได้ เพราะวิธีการที่ดำเนินการในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถคัดแยกขยะทะเลขนาดเล็กที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำทะเลได้ เช่น เศษแก้วขนาดเล็ก พลาสติก PVC หรือ PET เพราะมีความหนาแน่นประมาณ 1.14 – 1.56 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

สรุป

พบการสะสมของขยะทะเลบนหาดทรายของเกาะเมียงเฉลี่ย 0.616±0.128 ชิ้น/ตารางเมตร (SD = 5.128) โดยพบขยะบนหาดทรายด้านตะวันออกของเกาะมากกว่าหาดด้านทิศเหนือของเกาะ และพบขยะทะเลสะสมบริเวณน้ำลดต่ำสุดมากที่สุด รองลงมาคือเขตน้ำขึ้นสูงสุด และเขตน้ำขึ้นน้ำลงตามลำดับ ทั้งนี้ประเภทของขยะทะเลที่พบมากที่สุดคือ เส้นใย รองลงมาคือโฟม และพลาสติกแตกหัก ตามลำดับ ที่สำคัญไปกว่านั้น คือ โอกาสการพบขยะขนาดเล็กมาก หรือไมโครพลาสติกที่มีขนาดน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 79.756 ของขยะทั้งหมด

รองลงมาคือขยะขนาดเล็ก ขยะขนาดปานกลาง และขยะขนาดใหญ่ ตามลำดับ ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสะสมของขยะบนหาดทรายของเกาะเมี่ยงคือ ได้แก่ เขตของหาดทราย และประเภทและขนาดของขยะทะเล

ข้อเสนอแนะเพื่อการจัดการเกาะเมียง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน

1. เนื่องจากขยะทะเลที่พบส่วนใหญ่ เป็นประเภทเส้นใย โฟม และพลาสติกแตกหัก ที่มีขนาดเล็กมาก ซึ่งประเภทของขยะเหล่านี้มีที่มาจากทุ่นสำหรับจอดเรือและเชือกผูกเรือที่ใช้โดยอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จึงควรควบคุมอายุการใช้งานของวัสดุดังกล่าว เพื่อไม่ให้เกิดการแตกหักและเข้าสู่ระบบนิเวศ และควรจัดหาวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

2. ควรกำหนดมาตรการมิให้นักท่องเที่ยวนำขยะขึ้นเกาะเพื่อลดแหล่งกำเนิดของขยะบนเกาะเมียง และรณรงค์ให้เจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันและนักท่องเที่ยวทราบถึงปัญหาขยะทะเลที่ส่งผลกระทบทางลบต่อความสวยงามและระบบนิเวศของพื้นที่ และรณรงค์ให้เกิดความตระหนักและมีส่วนร่วมในการป้องกันการเกิดขยะทะเลโดยใช้ผลการศึกษานี้ประกอบ

3. ควรดำเนินการเก็บข้อมูลการสะสมของขยะทะเลบนหาดทรายและระบบนิเวศอื่น ๆ โดยเจ้าหน้าที่ประจำของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลันมีการเฝ้าระวังปัญหาในระยะยาว โดยควรเพิ่มการศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่น่าจะส่งผลต่อการสะสมของขยะในพื้นที่ เช่น ฤดูกาลตามธรรมชาติและฤดูการท่องเที่ยว รูปแบบการตกของฝน การหมุนเวียนของกระแสน้ำทะเล กิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่ทั้งการท่องเที่ยวและการประมงโดยรอบตามที่แนะนำโดย Thushari *et al.* (2017)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายรวมศิลป์ มานะจงเจริญ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน และเจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน จังหวัดพังงา ที่ช่วยอำนวยความสะดวกระหว่างการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. อุษารดี ภู่มาลีที่ให้ความอนุเคราะห์ประสานงานการขออนุญาตเข้าพื้นที่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2561 . **อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน.** แหล่งที่มา: http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=1043, 6 สิงหาคม 2561.

เผ่าเทพ เชิดสุขใจ, ณัฐพัชร์ รักการ, วรารินวงษ์พานิช และ สมเกียรติ ชอเกียรติวงศ์. 2560. **การศึกษาไมโครพลาสติกเบื้องต้นบริเวณแหลมพันวาและเกาะโหลน จังหวัดภูเก็ต**. แหล่งที่มา https://www.dmcr.go.th/detailAll/ 16545/pc/2, 1 มิถุนายน 2562.

ส่วนวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ. 2562. **สรุปสถิตินักท่องเที่ยว ยานพาหนะ และเงินรายได้.** ฝ่ายสารสนเทศ ส่วนวิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ สำนักอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. แหล่งที่มา: http://portal.dnp.go.th/Content/nationalpark?contentId=11191, 1 มิถุนายน 2562.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน. 2557. **รายงานฉบับสมบูรณ์การสำรวจและจำแนกตัวอย่างขยะทะเลประเภทไมโครพลาสติก.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กรุงเทพฯ.

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2552. **เอกสารเผยแพร่สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง คู่มือการเรียนรู้ขยะทะเล: ชายฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพฯ.

บริษัทมารีน อีโคเสิร์ซ แมเนจเมนท์. 2550. **แผนแม่บทการจัดการพื้นที่มรดกอาเซียน กลุ่มอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์ หมู่เกาะสิมิลัน และอ่าวพังงา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทมารีนอีโคเสิร์ช แมเนจเมนท์ จำกัด และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

Barnes, D. K. A., F. Galgani, R.C. Thompson and M.A. Barlaz. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Phil. Trans. R. Soc. B** 364: 1985–1998.

Bowman, D., N. Manor-Samsonov and A. Golik. 1998. Dynamics of litter pollution on Israeli Mediterranean beaches: a budgetary, litter flux approach. **J Coastal Res 14**: 418–432.

Cauwenberghea, L.V., L. Devrieseb, F. Galganic, J. Robbensb and C.R. Janssen. 2015. Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. **Marine Pollution Research** 111: 5-17.

EPA Office of Wetlands, Oceans, and Watersheds. 2017. **Microplastics Expert Workshop Report Trash Free Waters Dialogue Meeting Convened June 28-29, 2017**. Available Source: https://www.epa.gov/sites/production/files/201803/documents/microplastics_expert_workshop_report_final_12-4-17.pdf, June 13, 2019.

Derraik, J.G.B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine Pollution Bulletin** (44): 842–852.

Fok, L., P.K. Cheung, G. Tang and W.C. Li. 2017. Size distribution of stranded small plastic debris on the coast of Guangdong, South China. **Environmental Pollution** 220: 407-412.

Laist, D.W. 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion record, pp 99 – 139. *In* J.M. Coe and D.B. Rogers, eds. **Marine Debris, Impacts, and Solutions.** Springer-Verlag, New York.

Martins, J. and P. Sobral. 2011. Plastic marine debris on the Portuguese coastline: A matter of size? **Marine Pollution Bulletin** 2011 (62): 2649–2653.

Morgan, J.R., P.A. Verlaan and V.F. Kanayev. 2018. **Indian Ocean.** Encyclopaedia Britannica, Available Source https://www.britannica.com/place/Indian-Ocean, June 13, 2019.

McDermid, K.J. and T.L. McMullen. 2004. Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. **Marine Pollution Bulletin** 48 (7-8): 790 – 794.

Naja, A., Z. Esmaili and F.R. Khan. 2017. Plastic debris and microplastics along the beaches of the Strait ofHormuz, Persian Gulf. **Marine Pollution Bulletin** 114: 1057 – 1062.

Ryan, P.G. 1988. The characteristics and distribution of plastic particles at the sea-surface off the southwestern Cape Province, South Africa. **Mar. Environ. Res.** 25: 249–273.

Turra, A., A. B. Manzano, R. J.S. Dias, M. M. Mahiques, L. Barbosa, D. Balthazar-Silva and F.T. Moreira. 2014. Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. **Scientific Report 4 (4435)**:1-7.

Thushari, G.G.N., S. Chavanich and A. Yakupitiyage. 2017. Coastal debris analysis in beaches of Chonburi Province, eastern of Thailand as implications for coastal conservation. **Marine Pollution Bulletin** 116: 121 – 129.

Sebille, E. van, M.H. England and G. Froyland. 2012. Origin, dynamics, and evolution of ocean garbage patches from observed surface drifters. **Environ.Res, Lett 7**: 044040. (6 pp.)

คุณภาพน้ำบางประการในช่วงฤดูน้ำหลาก บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

Some Water Quality Parameters in Wet Season at Mae Pan Watershed, Mae Chaem District, Chiang Mai Province

อัจฉรา เขื่อนเพชร[1] **นฤมล แก้วจำปา**[1*] และ สกุลเดช นันตา[2]
Atchara Khueanphet[1], **Naruemol Kaewjampa**[1*] and Sakuldeach Nanta[2]
[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]หน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช
[2] Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation,
Protected Areas Regional Office 16 (Chiang Mai)
*Corresponding Author; E-mail: **ffornmk@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำเพื่อให้ทราบถึงสถานภาพของแหล่งน้ำในปัจจุบัน มนุษย์ใช้น้ำในการอุปโภค บริโภค ใช้ในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ทั้งการเกษตรและอุตสาหกรรม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำไปในทางที่เสื่อมโทรมลง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบางประการ บริเวณตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และการประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำช่วงฤดูน้ำหลากในพื้นที่ ลุ่มน้ำตอนบนและลุ่มน้ำตอนล่างมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำ เท่ากับ 19.45 และ 23.83 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.029 และ 0.053 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเท่ากับ 0.021 และ 0.053 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยความขุ่นเท่ากับ 4.51 และ 95.00 NTU ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8.43 และ 8.62 และค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 8.28 และ 8.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพน้ำทุกดัชนี มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ยกเว้นค่าความขุ่น และค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำช่วงฤดูน้ำหลากระหว่างพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลุ่มน้ำตอนล่าง พบว่า อุณหภูมิน้ำ การนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง และความขุ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าออกซิเจนละลายน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและจากการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ พบว่าคุณภาพน้ำช่วงฤดูน้ำหลากบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน อยู่ในเกณฑ์ดี เปรียบเทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 และพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตอนล่าง มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ลุ่มน้ำแม่ปาน

ABSTRACT

Monitoring of water quality is an important activity to indicate the current status of water sources. Water can be used for direct and indirect purposes including for human consumption and in agriculture and industry activities. Unstainable or improper use of water resources caused changes to water quality. The objectives of this study were to investigate and compare some water quality parameters in the upper and lower areas of Mae Pan Watershed, Mae Chaem District, Chiang Mai Province; and assess the quality of water in the Watershed comparing with the water quality index (WQI). The results showed that during the wet season the average water temperature were 19.45

and 23.83 ℃ in the upper and lower basins, representatively. The average electrical conductivity (EC) were 0.029 mS/cm in the upper basin and 0.053 mS/cm in the lower basin, while the average total dissolved solids (TDS) were 0.021 mg/l in the upper area and 0.053 mg/l in the lower area. The average turbidity of the upper area and lower area were 4.51 and 95.00 NTU, representatively while the average pH were 8.43 in the upper area and 8.62 in the lower area. Lastly, the average dissolved oxygen (DO) in the upper area was 8.28; and DO in the lower area was 8.40 mg/L. When comparing all water quality parameters measured in this study with the surface water quality standards of Thailand, it was found that almost all the parameters were in a range of good quality, except the turbidity and dissolved oxygen which were higher than the standard level. The statistical analysis indicated that the water quality parameters such as temperature, EC, pH and turbidity in wet season were statistically different between the upper and lower areas in Mae Pan watershed *(P*<0.05), while DO and TDS were insignificant different. According to the Water Quality Index (WQI), the water quality of the upper basin was in good quality equivalent to type 2 of surface water quality standards of Thailand. On the other hand, the water quality of the lower basin was in fair condition equivalent to type 3 of the surface water quality standard.

Keywords: Water quality parameters, Water quality index (WQI), Mae Pan watershed

คำนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญ มนุษย์ใช้น้ำทางตรง และทางอ้อม ทั้งเพื่อการอุปโภค บริโภค รวมทั้งสนับสนุนในกิจกรรมต่างๆ ทั้งการเกษตรและอุตสาหกรรม สถานการณ์การเพิ่มขึ้นของประชากร ส่งผลให้เกิดการขยายทั้งพื้นที่อาศัย และพื้นที่ทำกิน ซึ่งการขยายตัวของชุมชนที่มีการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และกิจกรรมอื่นๆ ส่งผลให้มีการระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะมีสารประกอบต่างๆปนเปื้อนมาด้วย โดยในแต่ละวันมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำจำนวนมาก ทำให้ปริมาณสิ่งปนเปื้อนต่างๆ มีความเข้มข้นสูง และปริมาณมากขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพน้ำ ดังนั้นการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำจึงเป็นกิจกรรมสำคัญในการเฝ้าระวังคุณภาพของแหล่งน้ำเพื่อให้ทราบถึงสถานภาพของแหล่งน้ำต่างๆ ในสภาพปัจจุบัน ทั้งนี้ เมื่อทราบปัญหาหรือแนวโน้มของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตแล้ว จะได้นำข้อเท็จจริงของปัญหาที่ตรวจพบเพื่อนำไปสู่สร้างแนวทางปฏิบัติในการวางแผนจัดการคุณภาพน้ำต่อไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายรูปแบบ ได้แก่ ป่าไม้ เกษตรกรรม และชุมชน ซึ่งสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านนิเวศวิทยา อุทกวิทยา และเศรษฐกิจสังคมที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ในช่วงฤดูน้ำหลากบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ปานจะมีปริมาณฝนและน้ำท่ามาก ซึ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินดังกล่าวอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ นอกจากนั้นพื้นที่ลุ่มน้ำยังถือเป็นพื้นที่ต้นน้ำซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นย่อมส่งผลต่อชุมชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำทั้งผลกระทบต่อสุขภาพ และการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวัน การศึกษาในครั้งนี้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่บริเวณตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำแม่ปาน และเนื่องจากบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำมีพื้นที่เกษตรกรรมจำนวนมาก ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ส่วนพื้นที่ตอนบนยังมีสภาพเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่เป็นต้นน้ำลำธาร โดยลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันของพื้นที่บริเวณตอนบนและตอนล่างอาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำบางประการ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบางประการ เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนสำหรับการจัดการแหล่งน้ำและพื้นที่ต้นน้ำลำธารต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

จัดทำแผนที่ และศึกษาข้อมูลสภาพภูมิประเทศ เส้นทางน้ำและกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำศึกษา (Figure 1) จากแผนที่สภาพภูมิประเทศ ลำดับชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

2. การเก็บข้อมูลในภาคสนาม

2.1 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ปาน โดยพิจารณาถึงการเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำ 2 ประเภท (Figure 1) ได้แก่

1) บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตอนบน พิกัด X = 435114 Y = 2046205 ซึ่งเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำที่ไหลผ่านจากพื้นที่ป่าธรรมชาติ

2) บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตอนล่าง พิกัด X = 442403 Y = 2048636 ซึ่งเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร

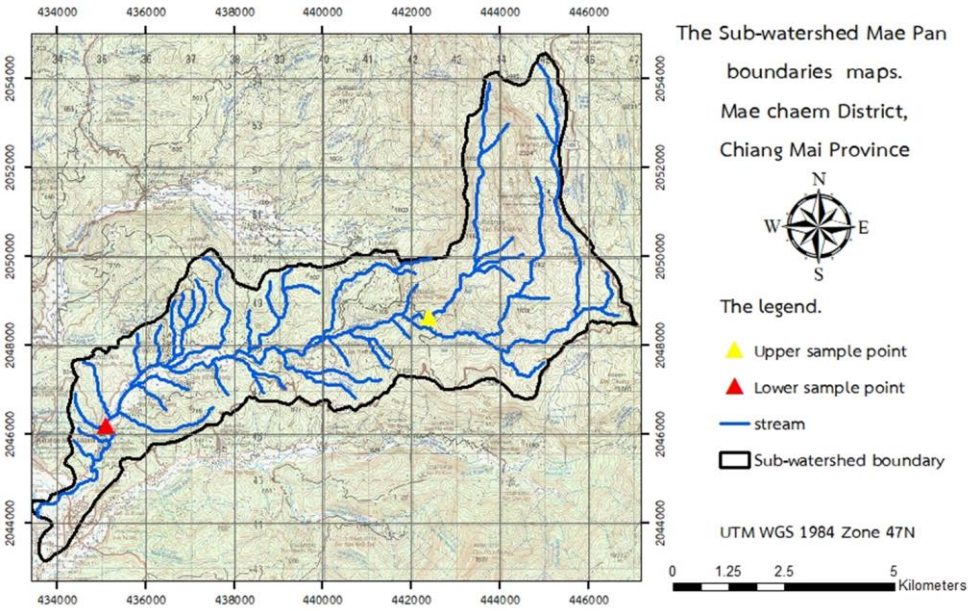


Figure 1 Study area at Mae Pan watershed, Mae Chaem District, Chiang Mai Province.

2.2 เก็บตัวอย่างน้ำผิวดินด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling) โดยใช้ขวดพลาสติก Polyethylene เก็บตัวอย่างน้ำที่กึ่งกลางความกว้างของลำน้ำ และที่ระดับกึ่งกลางความลึกของลำน้ำ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 เพื่อเป็นตัวแทนของคุณภาพน้ำในช่วงฤดูน้ำหลาก

2.3 การตรวจวัดข้อมูล ตรวจวัดค่าอุณหภูมิของน้ำ การนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าความขุ่นของน้ำ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำแม่ปานบริเวณตอนบนและตอนล่าง โดยใช้สถิติ T-Test

3.2 ประเมินคุณภาพน้ำที่ได้จากการตรวจวัดโดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

3.3 ประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ หรือ Water quality index (WQI) โดยกำหนดดัชนีคุณภาพน้ำ 4 พารามิเตอร์ ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solids; TDS) และความขุ่น (Turbidity) และคำนวณค่าคะแนนของแต่ละดัชนีตาม Table 1

Table 1 The equation for calculating the score in each water quality index.

Water quality index	Calculation equation
Positive potential of the hydrogenion (pH)	$((-0.2286)(pH^4))+((10.45)(pH^3))-((174.05)(pH^2))+((1231.6)(pH))-3038.7$
Turbidity (NTU)	$((0.0043)(SS^2))+((-1.1687)(SS))+105.03$ $((0.0007)(SS^2))+((-0.4647)(SS))+72.208$
Dissolved Oxygen (DO)	$((0.1506)(DO^3))+((-4.7806)(DO^2))+((40.856)(DO))$
Total dissolved solid (TDS)	$((-0.0014)(TDS^2))+((-0.1863)(TDS))+80$

Remark: According to the Pollution Control Department (2013)

จากนั้นนำค่าคะแนนที่ได้จากแต่ละพารามิเตอร์ มาคำนวณตามสมการ WQI เพื่อหาค่าคะแนนรวม และนำไปเทียบกับค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ (Table 2)

$$WQI = \sqrt[4]{(pH)(DO)(TDS)(NTU)}$$

Table 2 Water quality index (WQI) score

WQI Score	WQI level	Water source type
0-30	Very degraded	5
31-60	Degraded	4
61-70	Fair	3
71-90	Good	2
91-100	Very good	1

Remarks: According to the Pollution Control Department (2011)

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ตอนบนและตอนล่าง บริเวณลุ่มน้ำแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ การนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ และความขุ่น โดยเก็บตัวอย่างน้ำ เป็นตัวแทนพื้นที่ศึกษา ทั้งหมด 2 จุด โดยเก็บตัวอย่างน้ำทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง ในช่วงฤดูน้ำหลาก ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. คุณภาพน้ำบางประการ

1.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ

1.1.1 อุณหภูมิน้ำ (Water temperature)

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ปานตอนบนมีอุณหภูมิน้ำ อยู่ระหว่าง 18.69-20.17 องศาเซลเซียส (ค่าเฉลี่ย 19.45 องศาเซลเซียส) มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน เท่ากับ 20.17 องศาเซลเซียส และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม เท่ากับ 18.69 องศาเซลเซียส ส่วนพื้นที่ตอนล่างมีค่าอยู่ในช่วง 22.66-25.14 องศาเซลเซียส (ค่าเฉลี่ย 23.83 องศาเซลเซียส) ค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม เท่ากับ 25.14 องศาเซลเซียส และค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 22.66 องศาเซลเซียส (Table 3) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำในแต่ละพื้นที่ พบว่า อุณหภูมิน้ำในพื้นที่ตอนบน มีค่าต่ำกว่าพื้นที่ตอนล่าง เนื่องจากพื้นที่ตอนบนมีลักษณะเป็นป่าสมบูรณ์ เรือนยอดหนาแน่น แสงแดดส่องผ่านได้น้อย จึงทำให้อุณหภูมิอากาศเหนือน้ำมีอุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้อุณหภูมิน้ำต่ำลง เพราะอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งจากการศึกษาอุณหภูมิของน้ำทั้งสองพื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อุณหภูมิของน้ำในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ

1.1.2 การนำไฟฟ้า (Electrical conductivity; EC)

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ปานตอนบนมีค่าการนำไฟฟ้า อยู่ระหว่าง 0.013-0.049 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ค่าเฉลี่ย 0.029 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) ค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน เท่ากับ 0.049 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 0.013 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร พื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่าง ค่าอยู่ในช่วง 0.033-0.072 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ค่าเฉลี่ย 0.053 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) ค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน เท่ากับ 0.072 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 0.033 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เมื่อพิจารณาค่าการนำไฟฟ้า พบว่า พื้นที่ตอนล่างมีค่าสูงกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตอนบน เนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่างมีปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงจึงส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงตามไปด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าการนำไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

1.1.3 ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solid; TDS)

ผลการศึกษาปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนบนมีปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด อยู่ระหว่าง 0.009-0.035 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.021 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน เท่ากับ 0.035 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0.029-0.092 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.053 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม มีค่าเท่ากับ 0.092 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน มีค่าเท่ากับ 0.029 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 3) เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการศึกษา พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตอนล่างมีค่าสูงกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตอนบน เนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยตอนล่างมีกิจกรรมทางการเกษตร เช่น การไถพรวนเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก การใส่ปุ๋ย เป็นต้น จึงส่งผลทำให้มีการชะล้างตะกอนดิน เศษซากใบไม้ และปุ๋ยจากพื้นที่ลงสู่แหล่งน้ำ แต่ในขณะที่พื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน เป็นพื้นที่ป่าไม้ สิ่งปกคลุมหน้าดินที่ดีกว่า ช่วยลดแรงกระทบของเม็ดฝน รวมทั้งช่วยละการชะล้างของหน้าดินจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน และมีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยมาก จากการศึกษาปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่างมีค่าสูงมากในเดือนสิงหาคม เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าในพื้นที่ศึกษากับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

1.1.4 ค่าความขุ่น (Turbidity)

ผลการศึกษาค่าความขุ่น พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนบนมีค่าความขุ่น อยู่ระหว่าง 0.98-12.68 NTU (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 NTU) มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 12.68 NTU และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม เท่ากับ 0.98 NTU ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่าง มีค่าอยู่ในช่วง 13.68-189.33 NTU (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.00 NTU) มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 189.33 NTU และมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน เท่ากับ 13.68

NTU (Table 3) ซึ่งพบว่าบริเวณลุ่มน้ำย่อยตอนล่างมีค่าความขุ่นที่สูง เนื่องจากในฤดูฝน มีปริมาณน้ำท่าสูง ความเร็วน้ำสูง เกิดการพัดพาสูง ปริมาณสารแขวนลอยสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความขุ่นในพื้นที่ศึกษากับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าความขุ่นในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

1.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

1.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่าง พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนบนมีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 8.07-8.83 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.43) มีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 8.83 และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 8.07 ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่าง มีค่าอยู่ในช่วง 8.37-9.09 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.62) มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม เท่ากับ 9.09 และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม มีค่าเท่ากับ 8.37 (Table 3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่างมีค่ามากกว่าลุ่มน้ำย่อยตอนบน เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่างมีกิจกรรมทางการเกษตร เช่นมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมี จึงส่งผลให้ความเป็นกรด-ด่างในพื้นที่ลุ่มย่อยตอนล่างสูงกว่าลุ่มน้ำย่อยตอนบน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างของน้ำในพื้นที่ศึกษากับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

1.2.2 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen; DO)

ผลการศึกษาค่าออกซิเจนละลายน้ำ พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนบนมีค่าออกซิเจนละลายน้ำอยู่ระหว่าง 7.77-8.82 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.28 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม เท่ากับ 8.82 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 7.77 มิลลิกรัมต่อลิตร ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่าง มีค่าอยู่ในช่วง 8.06-8.93 มิลลิกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 8.93 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม เท่ากับ 8.06 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 3) ค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนล่างมีค่ามากกว่าลุ่มน้ำย่อยแม่ปานตอนบน เนื่องจากการไหลของน้ำที่มีการไหลเร็วและมีการม้วนตัวเกิดขึ้นมาก จะมีออกซิเจนละลายอยู่มากกว่าน้ำที่อยู่นิ่งหรือไหลช้ากว่า ปริมาณน้ำท่าสูง ขนาดลำธารกว้างกว่า (สิทธิชัย, 2549) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำในพื้นที่ศึกษากับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน พบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำ ในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

Table 3 Some water quality in Upper and lower watershed of Mae Pan Watershed, Mea Chaem District, Chiang Mai Province (during wet season).

Water quality Rarameter	August 2018		September 2018		October 2018		November 2018		Average		Standard value*
	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	
Temperature (°C)	19.64	22.66	19.30	23.33	18.69	25.14	20.17	24.21	19.45	23.83	20-35
Electrical Conductivity (EC) (Ms/cm.)	0.013	0.033	0.025	0.043	0.029	0.064	0.049	0.072	0.029	0.053	150-500
Dissolved Oxygen (DO) (Mg/L.)	7.77	8.93	8.24	8.31	8.82	8.06	8.27	8.29	8.28	8.40	2-6
Total dissolved solid (TDS) (Mg/L.)	0.009	0.092	0.018	0.029	0.021	0.042	0.035	0.047	0.021	0.053	500-1500
Turbidity (NTU)	12.68	189.33	1.84	70	0.98	107	2.54	13.68	4.51	95.00	5
Positive potential of the hydrogenion (pH)	8.07	8.37	8.56	8.63	8.83	9.09	8.25	8.40	8.43	8.62	5-9

Remarks: * = According to the Pollution Control Department (2000)

* = Metropolitan Waterworks Authority (2010)

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำ

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำช่วงฤดูน้ำหลาก ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลุ่มน้ำตอนล่าง พบว่า อุณหภูมิน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง และความขุ่น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ปานตอนล่างมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่ตอนบน ส่วนออกซิเจนละลายน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 4)

Table 4 Comparison of water quality in upper and lower watershed in Mae Pan Watershed, Mea Chaem District, Chiang Mai Province

Water quality parameter	Upper	Lower	Sig.
Temperature (°C)	19.21	23.83	*
Electrical Conductivity (EC) (mS/cm.)	0.02	0.05	*
Dissolved Oxygen (DO) (mg/L.)	8.27	8.39	ns
Total dissolved solid (TDS) (mg/L.)	0.02	0.05	ns
Turbidity (NTU)	4.5	95.00	*
Positive potential of the hydrogenion (pH)	8.63	8.43	*

Remarks: * = Significantly differences at $P<0.05$
ns = Not significantly differences.

3. การประเมินโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water quality index; WQI)

การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) ช่วงฤดูน้ำหลาก พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ เท่ากับ 88.79 คะแนน และพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ เท่ากับ 66.81 คะแนน โดยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีคะแนนอยู่ระหว่าง 71-90 หมายถึง มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์แหล่งน้ำ การประมง การว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำ การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุง คุณภาพน้ำทั่วไปก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ และพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีคะแนนอยู่ระหว่าง 61-70 หมายถึง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนและใช้ในการเกษตรได้ (Table 5)

Table 5 Water quality assessment in upper and lower watershed of Mae Pan Watershed using the water quality index (WQI).

Watershed	pH score	DO score	TDS score	NTU score	Water quality index score	Water quality level assessed using WQI	Type of water source*
Upper	80.72	96.03	80.00	100	88.79	Good	2
lower	76.14	95.13	79.99	34.38	66.81	Fair	3

Remark: * = According to the Pollution Control Department (2000)

สรุป

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำช่วงฤดูน้ำหลาก ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและตอนล่างบริเวณลุ่มน้ำแม่ปาน อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า อุณหภูมิน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความขุ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนออกซิเจนละลายน้ำและปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและตอนล่าง พบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำ เท่ากับ 19.45 และ 23.83 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.029 และ 0.053 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเท่ากับ 0.021 และ 0.053 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยความขุ่นเท่ากับ 4.51 และ 95.00 NTU ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8.43 และ 8.62 และค่าเฉลี่ยออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 8.28 และ 8.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทุกดัชนีทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและตอนล่าง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ยกเว้นความขุ่น และออกซิเจนละลายน้ำของสองพื้นที่มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน

การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI) พบว่าคุณภาพน้ำพื้นที่ตอนบนมีค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ เท่ากับ 88.79 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 และพื้นที่ตอนล่างมีค่าคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ เท่ากับ 66.81 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2535. น้ำผิวดิน. กรมควบคุมมลพิษ. แหล่งที่มา: http://pcd.go.th, 27 เมษายน 2561.

กรมควบคุมมลพิษ. 2543. มาตรฐานคุณภาพน้ำและเกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำในประเทศไทย. กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. คู่มือการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่าย. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2554. ค่าคะแนนรวมของคุณภาพน้ำ 5 พารามิเตอร์ (การคำนวณค่า WQI แบบใหม่). แหล่งที่มา: http://wqm.pcd.go.th/water/index.php, 28 มีนาคม 2561.

รุ่งนภา แจ่มจำรัส. 2556. คุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่วนเกษตร และพื้นที่เกษตรกรรม บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยแร้ง-คลองพืด จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์ . 2549. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ผลกระทบทางนันทนาการด้านชีวกายภาพบางประการบนเส้นทางศึกษาธรรมชาติ อุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Recreational Impacts on Biophysical Properties of Nature Trails Khao Sam Roi Yot National Park, Prachuap Khiri Khan Province

มนัสรา เพชรพันธุ์[1] และ **แสงสรรค์ ภูมิสถาน**[1*]
Manasala Phetphan[1] and **Sangsan Phumsathan**[1*]
[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **fforssp@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทั่วไป และศึกษาระดับผลกระทบทางนันทนาการด้านชีวกายภาพบางประการ ในเส้นทางศึกษาธรรมชาติถ้ำพระยานคร และเส้นทางศึกษาธรรมชาติเขาแดง อุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทำการประเมินผลกระทบโดยวิธีการสำรวจทั้งเส้นทาง (Census Survey) โดยทำการศึกษาการกร่อนดิน รากไม้โผล่พ้นดิน การขีดข่วน พืชพรรณถูกหัก/เด็ด ปริมาณขยะ และการเดินออกนอกเส้นทาง ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคม - ตุลาคม พ.ศ. 2561 ผลการศึกษาพบว่า เส้นทางศึกษาธรรมชาติถ้ำพระยานครมีระยะทางรวม 1,620 เมตร ความกว้างเฉลี่ย 1.27 เมตร ความลาดชันเฉลี่ย ร้อยละ 12.19 เส้นทางศึกษาธรรมชาติเขาแดง มีระยะทาง 510 เมตร ความกว้างเฉลี่ย 1.67 เมตร ความลาดชันเฉลี่ย ร้อยละ 24.05 เส้นทางศึกษาธรรมชาติถ้ำพระยานครปรากฏปริมาณรากไม้โผล่พ้นดิน ร่องรอยการขีดข่วน ร่องรอยพืชพรรณถูกหักเด็ด และปริมาณขยะในระดับมาก และร่องรอยการกร่อนของดินในระดับน้อย ในขณะที่ในเส้นทางศึกษาธรรมชาติเขาแดง ปรากฏร่องรอยการกร่อนของดิน ปริมาณรากไม้โผล่พ้นดิน ร่องรอยการขีดข่วน ร่องรอยพืชพรรณถูกหักเด็ด และปริมาณขยะในระดับมาก ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าเส้นทางที่มีระดับการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกันส่งผลให้ปริมาณการกร่อนของดิน รากไม้โผล่พ้นดิน พืชพรรณถูกหัก/เด็ด และปริมาณขยะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เส้นทางที่มีความลาดชันที่แตกต่างกันส่งผลให้ร่องรอยการขีดข่วน และพืชพรรณถูกหัก/เด็ด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ผลกระทบทางนันทนาการ เส้นทางศึกษาธรรมชาติ อุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) provide general information of Phaya Nakhon and Khao Dang Nature Trail, located at Khao Sam Roi Yot National Park, Prachuap Khiri Khan Province; and 2) study recreational impacts on biophysical properties of the trails. The census survey method was applied in this study. Information on soil erosion, root exposure, scratch on tree, damaged tree/sapling/seedling, amount of garbage, and social trail radiating from site were collected. The study was conducted from August to October 2018. The results presented that Phaya Nakhon Nature Trail was 1.62 kilometers long with average of 1.27 meter wide. The average slope of the trail was 12.19%. The high level impacts were found on root exposure, scratch on tree, damaged tree/sapling/seedling, and amount of garbage. Khao Dang Nature Trail was 0.51 kilometers long with average 1.67 meter wide. The average slope of the trail was 24.05%. The high level impacts were found in soil erosion, root exposure, scratch on tree, damaged tree/sapling/seedling, and amount

of garbage. It was reported that soil erosion, root exposure, damaged tree/sapling/seedling, and amount of garbage were significantly different between the study sites. When comparing between the slope levels, scratch on tree and damaged tree/sapling/seedling were significantly different between the slope levels.

Keywords: recreational impact, nature trail, Khao Sam Roi Yot National Park

ผลกระทบของกิจกรรมนันทนาการต่อคุณภาพน้ำบางประการในพื้นที่สระธารโบกขรณี อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี จังหวัดกระบี่

Impacts of Recreational Activities on Water Quality in Sa Thanbok Khoranee, Thanbok Khoranee National Park, Krabi Province

จารุวรรณ ศรีแก้ว[1] และ **แสงสรรค์ ภูมิสถาน**[1*]

Jaruwan Srikaew[1] and **Sangsan Phumsathan**[1*]

[1]ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **fforssp@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ ผลกระทบจากกิจกรรมนันทนาการต่อคุณภาพน้ำ และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่สระธารโบกขรณี อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี จังหวัดกระบี่ ทำการศึกษาอุณหภูมิน้ำ ค่าความขุ่น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ โดยเก็บตัวอย่างทั้งในช่วงวันธรรมดา และวันหยุด จุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด ที่มีระดับการใช้ประโยชน์ต่างกัน และเก็บข้อมูล 3 ช่วงเวลา คือ 8:00 น. 12:00 น. และ 16:00 น. ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นความขุ่นที่ส่วนใหญ่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค โดยอุณหภูมิมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 25 – 28 ℃ ความขุ่นมีค่า 7.50 - 351 NTU ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่า 5.74 - 8.65 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่า 6.06 - 8.16 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำมีค่า 0.13 - 0.35 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าช่วงเวลาที่ต่างกันส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บริเวณที่มีระดับการใช้ประโยชน์ต่างกันส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และวันที่มีระดับการใช้ประโยชน์ต่างกันส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำ ค่าความขุ่นของน้ำ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ผลกระทบทางนันทนาการ คุณภาพน้ำ อุทยานแห่งชาติธารโบกขรณี

ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) study water quality at Sa Thanbok Khoranee, Thanbok Khoranee National Park; 2) assess impacts of recreational activities on water quality; and 3) analyze factors affecting water quality in Sa Thanbok Khoranee. Temperature, turbidity, pH, dissolved oxygen (DO), and total suspended solids (TSS) were assessed. Water samples were collected both weekday and weekend, three times per day (8.00 am., 12.00 pm., and 4.00 pm.) at five location with different levels of usage. The results found that all parameters collected well met water quality standard, except the turbidity. Water temperature ranked between 25 – 28 °C. Turbidity varied between 7.50 - 351 NTU. pH varied between 5.74 - 8.65. DO varied between 6.06 - 8.16 mg/l. TSS varied between 0.13 - 0.35 mg/l. Statistical analysis showed that there was significantly differences of water temperature among the sampling time. DO significantly differed between sites. Turbidity, and TSS were significantly different between weekday and weekend.

Keywords: Recreational impact, Water quality, Than Bok Khorani National Park

การศึกษาปริมาณตะกอนในน้ำ บริเวณลุ่มน้ำแม่แรก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่
A Study on Sediment in Water of Mae Raek Watershed, Mae Chaem District, Chiang Mai Province

สุพรรณนิกา สาสิงห์[1] **นฤมล แก้วจำปา**[1*] และ สกุลเดช นันตา[2]
Supannika Sasing[1] **Naruemol Kaewjampa**[1*] and Sakuldech Nunta[2]
[1]ภาควิชาอนุรักษ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsatsart University, Bangkok 10900
[2]สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่) กรมอุทยานแห่งชาติ
[2]Protected Areas Regional Office 16 Chiang Mai
*Corresponding author; E-mail address: **ffornmk@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณตะกอนในน้ำ ระหว่างพื้นที่ตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำแม่แรก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ทำการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยตามวิธีการมาตรฐาน APHA (1992) วิเคราะห์ปริมาณตะกอนท้องน้ำและปริมาณตะกอนทั้งหมดตามวิธีของกรมชลประทาน (2554) ผลการศึกษาพบว่า ฤดูน้ำหลาก บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนแขวนลอย ปริมาณตะกอนท้องน้ำ และปริมาณตะกอนทั้งหมดเท่ากับ 16.67, 5.00 และ 21.68 mg/l ตามลำดับ และพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 117.05, 35.12 และ 152.17 mg/l ตามลำดับ ส่วนช่วงฤดูน้ำแล้งพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีค่าเฉลี่ยปริมาณตะกอนแขวนลอย ปริมาณตะกอนท้องน้ำ และปริมาณตะกอนทั้งหมด เท่ากับ 16.27, 4.88 และ 21.15 mg/l ตามลำดับ และพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.52, 10.36 และ 44.88 mg/l ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ปริมาณตะกอนท้องน้ำรายปี และปริมาณตะกอนทั้งหมดรายปีบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและ พื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีปริมาณตะกอนในน้ำรายปีทั้งหมดต่ำกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่าง

คำสำคัญ: ตะกอนแขวนลอย ตะกอนท้องน้ำ ตะกอนทั้งหมด ลุ่มน้ำแม่แรก

ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate and compare sediment concentration in water of upstream and downstream sites of Mae Raek Watershed in Mae Chaem District, Chiang Mai Province. Water samples were collected weekly during January to December, 2019. Suspended sediment (SS) was analyzed using APHA standard methods (APHA, 1992), bedload sediment (BS) and total sediment (TS) were analyzed using IRD method (RID, 2011). The results revealed that during the wet season, SS, BS and TS were 16.67, 5.00 and 21.68 mg/l, respectively in upstream area; whereas in downstream area, SS, BS and TS were 117.05, 35.12 and 152.17 mg/l, respectively. During the dry season, SS, BS, and TS in upstream area were 16.27, 4.88 and 21.15 mg/l, respectively, while, in downstream area, SS, BS and TS were 34.52, 10.36 and 44.88 mg/l, respectively. Conclusively, the results indicated that, annually, upstream area generated significantly lower amount of the sediment (SS, BS and TS) than the downstream area (P<0.05).

Keywords: Suspended sediment, Bedload sediment, Total sediment, Mae Reak Watershed

การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าสักในหนึ่งรอบตัดฟัน: นัยสำหรับการสร้างแรงจูงใจในการกักเก็บคาร์บอน

Estimation of Carbon Storage in Teak Plantation for One Management Cycle: Implications for Carbon-based Incentives

ภิญญารัตน์ ชยาภรณ์[1*] และ Nophea Sasaki[2]
Pinyarat Chayaporn[1*] and Nophea Sasaki[2]
[1]Forest Research and Development Bureau, Royal forest Department, Bangkok 10900
[2]Natural Resources Management and Technovation, Asian Institute of Technology
Bangkok 12120
*Corresponding author; E-mail address: **pinyarat118864@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้สักยืนต้นในสวนป่าทองผาภูมิ 2) ประมาณการกักเก็บคาร์บอนจากผลิตภัณฑ์ไม้ที่ทำออกจากสวนป่าทองผาภูมิ (การตัดขยายระยะและการตัดฟันรอบสุดท้าย) และ 3) อภิปรายเกี่ยวกับนัยทางนโยบายเพื่อสร้างแรงจูงใจในการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากการจัดการสวนป่าสัก โดยดำเนินการเก็บข้อมูลจากสวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี วางแปลงตัวอย่างขนาด 30x30 เมตร ในแปลงไม้สัก 4 ชั้นอายุ ได้แก่ 17, 24, 31 และ 35 ปี รวมจำนวน 30 แปลง วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นไม้ วิเคราะห์ข้อมูลหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดินโดยใช้สมการแอลโลเมตรีและอัตราส่วนของรากและลำต้น ตามลำดับ ใช้แบบจำลองการเจริญเติบโตแบบโลจิสติก (Logistic-growth model) เพื่อทำนายปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้สักในช่วงอายุต่างๆ สำหรับการประมาณการกักเก็บคาร์บอนจากผลิตภัณฑ์ไม้โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ ความเข้มและช่วงเวลาในการตัดขยายระยะและครึ่งชีวิต (Half life) ของผลิตภัณฑ์ไม้แต่ละประเภท จากนั้น ทำนายปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของผลิตภัณฑ์ไม้หลังจากการทำไม้ออกโดยใช้ฟังก์ชันการสลาย (Decay Function) และคำนวณคาร์บอนเครดิตและรายได้ที่เกิดจากสวนป่าสักทั้งสองส่วน เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายนัยทางนโยบายเพื่อสร้างแรงจูงใจทางการเงินที่เกิดจากการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าสัก

ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยของไม้สักยืนต้นในสวนป่าทองผาภูมิเท่ากับ 54.9 ตัน/เฮกตาร์ และปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยจากผลิตภัณฑ์ไม้ที่ทำออกจากสวนป่าทองผาภูมิ เท่ากับ 39.8 ตัน/เฮกตาร์ (ณ ระยะเวลาหนึ่งรอบตัดฟัน 30 ปี) ซึ่งหากรวมผลิตภัณฑ์ไม้ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 20 และจากแบบจำลองการทำนายปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของทั้งพื้นที่ พบว่า สวนป่าทองผาภูมิมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน ประมาณ 105,515 ตัน หรือคิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 386,892 ตัน และคิดเป็นรายได้เท่ากับ 1.6 ล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ อย่างไรก็ตามการกำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้อง เช่น การส่งเสริมโครงการชดเชยคาร์บอน (Carbon offsetting) จำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากเป็นแรงผลักดันให้เกิดการพัฒนาด้านจัดการสวนป่า การใช้ประโยชน์จากไม้ การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปและการเก็บรักษาไม้สักให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และยังช่วยบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วย

Abstract

Estimation of overall carbon stocks in teak plantations is essential for understanding the climate change mitigation potentials in forest management. Previous studies estimated carbon in teak plantations based on only five carbon pools as recognized by the IPCC recognition although harvested wood products (HWPs) pool is also a significant pool in the managed forest plantations. Therefore, this study aimed to estimate total carbon storage, both in standing trees and in HWPs, in Thong Pha Phum teak plantation over a period of 35 years. Carbon storage in HWPs from a series of thinning was linked to carbon-based incentive policy to enhance management of teak plantations.

Field data were collected from 30 quadrat sample plots of 30m x 30m in the teak plantations of different age classes, namely, 17, 24, 31 and 35 years old. Diameter at Breast Height (DBH) and Height (H) were analyzed by using allometric equation; and root-shoot ratio was used to estimate aboveground carbon and belowground carbon. Carbon stock (CS) was calculated using logistic growth model. To estimate carbon storage in HWPs, thinning durations and expected haft life of individual wood products were analyzed using exponential decay function. Carbon credits and revenues with/without HWPs carbon were estimated. Policy implications for teak management were discussed in line with Thailand’s INDC, national strategies and policies.

Average CS was 54.9 Mg C/ha and carbon remaining in HWPs at the final felling was estimated at 39.8 Mg C/ha. For the whole areas, total CS (including in standing trees and in HWPs pool) was estimated at 105,515 Mg C or about 386,892 Mg CO^2. If carbon storage in HWPs is also eligible for financial support, carbon - based revenues will be estimated at $1.6 million. Carbon offsetting scheme such as the REDD+ scheme can be an important source for carbon-based revenue, which can eventually enhance utilization of wood, teak plantation management, and transfer of wood processing and preservation technologies. It is important to note that enabling policies, such as the introduction and/or promotion the carbon offsetting schemes, can provide a framework for carbon-based incentives to strengthen management of forest plantations while mitigating climate change.

นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า
และความหลากหลายทางชีวภาพ
ภาคบรรยาย

แนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า (*Elephas maximus*) บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดกาญจนบุรี

Habitat Corridors of Wild Elephant (*Elephas maximus*) in Salakpra Wildlife Sanctuary and Nearby Areas, Kanchanaburi Province

พลอยฉัตร รักษาพล[1*] ยงยุทธ ไตรสุรัตน์[2] และ รองลาภ สุขมาสรวง[2]

Ploychat Raksapol[1*] Yongyut Trisurat[2] and Ranglarp Sukmasuang[2]

[1]โครงการปริญญาโท สาขาการบริหารทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภาคพิเศษ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Resource and Environmental, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Forest Biology, Faculty of forestry, Bangkok 10900

[*]Corresponding Author; E-mail: **ploynisit.sd@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสม และวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระและพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์ช้างป่า และแก้ไขปัญหาช้างป่าออกนอกพื้นที่ รวมทั้งลดความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่าในระยะยาว โดยการนำข้อมูลการปรากฏของช้างป่าร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม มาวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) เพื่อจัดทำแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยตามฤดูกาลทั้งในปัจจุบันและอนาคต สำหรับการวิเคราะห์แนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าใช้แบบจำลอง Corridor design ผลจากการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าปี พ.ศ. 2558 ช่วงฤดูแล้ง ฤดูฝน และตลอดปี มีขนาดพื้นที่ 62,595 50,223 และ 46,183 เฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ที่เหมาะสมเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าปี พ.ศ. 2570 เท่ากับ 57,914 48,530 และ 46,385 เฮกตาร์ ตามลำดับ พื้นที่โดยทั่วไปมีหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยเพื่อการสืบพันธุ์มีขนาด 1-5 เท่าของพื้นที่อาศัย (5,743-28,715 เฮกตาร์) ในการศึกษาครั้งนี้ พื้นที่หย่อมถิ่นที่อยู่ถิ่นเพื่อการสืบพันธุ์ในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2570 มีจำนวน 1 หย่อม ครอบคลุมพื้นที่ 15,971 และ 16,562 เฮกตาร์ ตามลำดับ สำหรับแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยในปี พ.ศ. 2558 และปี พ.ศ. 2570 มีพื้นที่เท่ากับ 5,795 และ 6,543 เฮกตาร์ ตามลำดับ แนวเชื่อมต่อดังกล่าวอยู่ทางทิศตะวันตกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และคาบเกี่ยวอุทยานแห่งชาติเอราวัณ ซึ่งสามารถช่วยให้ช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระอพยพไปพื้นที่อนุรักษ์ข้างเคียง และแก้ไขปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่าได้

คำสำคัญ: ถิ่นที่อยู่อาศัย แนวเชื่อมต่อ ช้าง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ

ABSTRACT

The objectives of this study were to identify suitable habitats and habitat corridors of wild elephant in Salakpra Wildlife Sanctuary and nearby areas. The results would be used as a guideline for long term and sustainable wild elephant conservation and human-elephant conflict mitigation. Presence of wild elephant and associated environmental factors were used for the Maximum Entropy (MaxEnt) Simulation Analysis to map seasonal habitats at the present and in the future. This information was used to determine appropriate habitat corridors of wild elephant using the Corridor Design Model.

The results revealed that in 2015, the suitable habitat of wild elephants covered an area of 62,595 hectares in the summer season; 50,223 hectares in the wet season; and 46,183 hectares for the whole year. Meanwhile, the stimulation analysis predicted that suitable habitat in 2027 for the elephant in the summer season, wet season and for the whole year would be 57,914 hectares,

covered 1-5 folds of the home range size (5,743-28,715 hectares). In this study, one breeding patch was identified for each year covering an area of 15,971 hectares for 2015, and 16,562 hectares for 2027. Furthermore, the analysis estimated that habitat corridors covered 5,796 hectares for 2015, and 6,543 hectares for 2027. The habitat corridors were situated in the west part of Salakpra Wildlife Sanctuary and extended over Erawan National Park which allowed wild elephant migration to the nearby conserved area which could help reduce human and elephant conflicts.
Keywords: Habitat, Corridor, Wild Elephant, Salakpra Wildlife Sanctuary

คำนำ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแห่งแรกของประเทศไทย โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 82 ตอนที่ 114 เมื่อวันที่ 31 ธันวาคม 2508 เพื่อป้องกันมิให้สัตว์ป่าหายากสูญพันธุ์ ได้รับการคุ้มครองปลอดภัย สามารถสืบพันธุ์ในถิ่นที่อยู่อาศัย ตลอดจนคุ้มครองทรัพยากรที่จำเป็นในการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า และยังเป็นแหล่งศึกษาวิจัยทางทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ พื้นที่อนุรักษ์แห่งนี้ยังเป็นส่วนหนึ่งของผืนป่าตะวันตกที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ อีกทั้งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าหลากหลายชนิด โดยเฉพาะช้างป่า (*Elephas maximus*) ซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่สำคัญ ในปี พ.ศ. 2555 ช้างป่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ มีจำนวน 180 ตัว (Chaiyarat *et al*., 2012) และประชากรช้างป่ามีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นภายใน 5 – 10 ปีข้างหน้า (กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า, 2556)

ปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีพของช้างป่า ได้แก่ แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร ที่หลบภัย เป็นต้น ในฤดูแล้งทรัพยากรเหล่านี้ที่มีอย่างจำกัด หรือขาดแคลน ดังนั้นช้างป่าจึงมักออกหาอาหารนอกพื้นที่ทำให้เกิดปัญหากับชุมชนโดยรอบ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้ถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าลดน้อยลง จากการรายงานแผนแม่บทการอนุรักษ์ช้างแห่งชาติ (สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, ม.ป.ป.) พบว่าประชากรช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระอยู่ในสภาพคล้ายติดเกาะถูกตัดขาด เนื่องจากผืนป่าตามธรรมชาติเป็นผืนเล็กๆ ที่ไม่ต่อเนื่องกัน ส่งผลให้เกิดการผสมพันธุ์ภายในหมู่เครือญาติ (inbreeding) ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดลักษณะด้อย เกิดโรคทางพันธุกรรม นำไปสู่การเสียชีวิตและการสูญพันธุ์ในที่สุด (พีรนุช, 2557)

การจัดการถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าในระยะยาว และการจัดการแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยที่แยกจากกัน (fragmentation) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาช้างป่าออกนอกพื้นที่ ลดความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่าให้น้อยลง รวมถึงสัตว์ป่าและพืชป่าสามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้ เพื่อแลกเปลี่ยนพันธุกรรม (ทรงธรรม และธรรมนูญ, 2557) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์หาถิ่นที่อยู่อาศัยและพื้นที่ที่เหมาะสมในการจัดทำแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระกับพื้นที่ป่าอนุรักษ์ใกล้เคียง เพื่อเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการช้างป่าในพื้นที่อนุรักษ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้อมูลการปรากฏตัวของช้างป่า

1.1 สำรวจและรวบรวมข้อมูลร่องรอยการปรากฏตัวของช้างป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และพื้นที่โดยรอบ โดยเครื่องระบุพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (GPS) และข้อมูลจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (Smart Patrol) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ปี พ.ศ. 2552 – 2558 โดยแยกข้อมูลออกเป็น 3 ช่วง คือ ฤดูแล้ง (พฤศจิกายนถึงเมษายน) ฤดูฝน (พฤษภาคมถึงตุลาคม) และข้อมูลรวมตลอดปี

1.2 เตรียมข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏของช้างป่าโดยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูล การปรากฏของช้างป่าที่ได้จากการสำรวจข้อมูลข้อ 1.1 ส่วนข้อมูลการไม่ปรากฏได้จากสร้างจุดไม่ปรากฏเทียม (pseudo absence) โดยกำหนดห่างจากจุดการปรากฏของช้างป่า รัศมีมากกว่า 500 เมตร

1.3 นำข้อมูลการปรากฏและไม่ปรากฏของช้างป่า แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่หนึ่งร้อยละ 75 (training data) เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองโอกาสการปรากฏของช้างป่า และชุดที่สองร้อยละ 25 (testing data) เพื่อนำไปตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Trisurat *et al*., 2010) ร่วมกับข้อมูลการไม่ปรากฏตัวของช้างป่าโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Presence data and absence data of wild elephant at Salakpra Wildlife Sanctuary and nearby areas.

Season	Presence data (Point)			Absence data
	Training data (75%)	Testing data (25%)	Total	(25%)
Wet season	4,587	1,527	6,114	1,527
Dry season	4,807	1,602	6,409	1,602
Year	9,397	3,126	12,523	3,126

2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม ในการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าในครั้งนี้ พิจารณาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายหรือถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า จำนวน 9 ประเภท (ธีระพงษ์, 2545; ศุภกิจ, 2546; สุรมงคล และคณะ, 2557; Trisurat *et al*., 2010; รัชนีและรองลาภ, 2555) ได้แก่ 1) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2) ความลาดชันของพื้นที่ 3) ลักษณะภูมิประเทศ 4) ระยะทางห่างจากแหล่งน้ำ 5) ระยะทางห่างจากแหล่งโป่ง 6) ระยะทางห่างจากเส้นทางคมนาคม 7) ระยะทางห่างจากหมู่บ้าน 8) ระยะทางห่างจากหน่วยพิทักษ์สัตว์ป่า และ 9) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 และ 2570 โดยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2570 ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลอง CLUE-s model ตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (สุรมงคล และคณะ, 2557)

3. แบบจำลองถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า

3.1 นำข้อมูลการปรากฏตัวของช้างป่าทั้งแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิซึ่งแยกตามฤดูกาลมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในข้างต้น โดยข้อมูลการปรากฏตัวของช้างป่าในที่นี้จะให้ความสำคัญกับข้อมูลที่พบช้างป่าปรากฏอยู่เท่านั้น (presence – only data) เพื่อสร้างแบบจำลองโอกาสการปรากฏของช้างในการใช้พื้นที่ตามปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องด้วยแบบจำลอง MaxEnt ซึ่งเป็นเทคนิค unconditional maximum entropy แบบจำลองดังกล่าวนำหลักการทางสถิติมาใช้ในการประมาณค่าความน่าจะเป็นของตัวแปรอิสระจากตัวแปรตามและการประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง (Phillip *et al*., 2004; Phillips *et al*., 2006; Franklin, 2009) มีสมการความน่าจะเป็นดังต่อไปนี้

$$\Pr(y = 1 \mid z) = \frac{f_1(z) * \Pr(y = 1)}{f_{(z)}}$$

โดยที่ $f_1(z)$ คือ ฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (conditional density function) ของข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องในตำแหน่งที่ช้างป่าปรากฏ

$f_{(z)}$ คือ ความน่าจะเป็นส่วนเพิ่ม (marginal density function) โดยเป็นความน่าจะเป็นแบบไม่มีเงื่อนไข (unconditional density function) ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งหมดในบริเวณพื้นที่ศึกษา

$\Pr(y = 1)$ คือ ความน่าจะเป็นในการปรากฏตัวของช้างป่าในบริเวณพื้นที่ศึกษา ซึ่งกำหนดให้ร้อยละในการปรากฏ (prevalence) คือ 0.5

$\Pr(y = 1 \mid z)$ คือ ความน่าจะเป็นของการปรากฏตัวของช้างป่าร่วมกับข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองโอกาสในการปรากฏของช้างป่า จะแสดงค่า AUC ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความน่าเชื่อถือของแบบจำลองโดยค่ายิ่งเข้าใกล้ 1 ยิ่งแสดงถึงความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (Fawcett, 2006)

3.2 วิเคราะห์แบบจำลองโอกาสในการปรากฏของช้างป่าในแต่ละช่วงเวลา จำนวน 5 ครั้ง ทั้ง 3 แบบจำลอง ได้แก่ ฤดูแล้ง ฤดูฝน และตลอดปี ของปี พ.ศ. 2558 และผู้ศึกษาได้เลือกจุดแบ่งการปรากฏ (logistic threshold) 2 ค่า คือ Maximum training sensitivity plus specificity logistic threshold; ETRSAS) และ 10 percentile training presence logistic threshold; PTP) ซึ่งเป็นค่าที่ให้ความถูกต้องมากที่สุด (Phillips *et al*., 2006) เพื่อนำมาจำแนกชั้นความน่าจะเป็นของการปรากฏของช้างป่าให้ค่าเท่ากับ 1 และไม่ปรากฏเท่ากับ 0 ทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลการปรากฏและการไม่ปรากฏของช้างป่า 25 เปอร์เซ็นต์ มาซ้อนทับกับแบบจำลอง เลือกค่าร้อยละความถูกต้องมากที่สุด เพื่อนำมาทำแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าต่อไป

3.3 สำหรับการคาดการณ์แบบจำลองโอกาสการปรากฏของช้างป่าในปี พ.ศ. 2570 ทำการวิเคราะห์ ตามข้อ 3.1 และ 3.2 โดยเปลี่ยนปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2554 เป็น ปี พ.ศ. 2570 สอดคล้องกับวิธีการคาดการณ์แบบจำลองโอกาสการปรากฏของชนิดพันธุ์ที่สนใจของ Linshan *et al*. (2017) Zang *et al*. (2019) และ คชกริช (2561 ส่วนปัจจัยอื่น ๆ กำหนดให้เป็นปัจจัยคงที่ เหมือนกับงานวิจัยอื่น ๆ

3.4 นำแผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า ปี พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2570 ในฤดูแล้ง ฤดูฝน และตลอดปี รวมทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนในปีเดียวกันมาซ้อนทับกัน จะได้ 5 ชุดข้อมูล เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าในแต่ฤดูกาลเพิ่มขึ้นหรือสูญหาย

4. แบบจำลองแนวเชื่อมต่อ

การศึกษาแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าต้องประเมินหย่อมที่อยู่อาศัยของช้างป่าเป็นอันดับแรก โดยใช้แผนที่ถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าได้จากข้างต้น นำมาวิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อโดยใช้แบบจำลอง Corridor design โดยมี 3 ขั้นตอน (Beier *et al*, 2005) ดังนี้

4.1 นำแผนที่ความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยมาประเมิน Resistance map โดย Resistance หรือ Travel cost ดังนี้

Resistance = Maximum suitability – pixel suitability

เมื่อ Resistance คือ ค่าที่สะท้อนความยากง่ายในการเคลื่อนที่ผ่านจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งของสิ่งมีชีวิต (ช้างป่า)

Maximum suitability คือ ค่าความเหมาะสมสูงสุดต่อการเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าเท่ากับ 100

pixel suitability คือ ค่าความเหมาะสมต่อการเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าของแต่ละจุดภาพ (pixel) ได้จากสมการ MaxEnt

4.2 จำแนกหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า เนื่องจากในประเทศไทยมีการศึกษาขนาดของพื้นที่อาศัยของช้างป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำปางเท่านั้น จึงได้ใช้ผลการศึกษาของ รองลาภ (2545) พบว่าขนาดของพื้นที่อาศัยของช้างป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมืองจังหวัดลำปาง มีพื้นที่ 5,743 เฮกตาร์ โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดขนาดหย่อมที่อยู่อาศัยสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ 1) หย่อมเพื่อการสืบพันธุ์ (breeding patch) มีขนาด 1 – 5 เท่าของขนาดพื้นที่อาศัย (home range) (5,743-28,715 เฮกตาร์) 2) หย่อมเพื่อประชากร (population patch) มีขนาดพื้นที่มากกว่าหย่อมเพื่อการสืบพันธุ์ (มากกว่า 28,715 เฮกตาร์) และ 3) หย่อมอื่นๆ (others patch) มีขนาดพื้นที่น้อยกว่าหย่อมเพื่อการสืบพันธุ์ (น้อยกว่า 5,743 เฮกตาร์) (Beier *et al*, 2005)

4.3 วิเคราะห์หาแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าโดยใช้โปรแกรม Corridor design ซึ่งจะคำนวณแถบของแนวเชื่อมต่อตามค่าระดับของ cost – distance เพื่อเป็นทางเลือกในการตัดสินใจในการนำไปใช้ประโยชน์ โดยนำค่าสะท้อนความยากง่ายในการเคลื่อนผ่านของช้างป่า

(Resistance) รายจุดภาพ มาคำนวณหาแนวเชื่อมต่อระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายที่ได้กำหนดไว้ และค่า Resistance สะท้อนผ่านค่า cost – distance ทั้งนี้ หากค่า cost – distance มาก ระดับความยากที่ช้างป่าจะเคลื่อนที่ผ่านแนวเชื่อมต่อจะเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อขนาดของแนวเชื่อมต่อในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ระดับความยากในการเคลื่อนที่ผ่านของช้างป่ายิ่งน้อย ขนาดพื้นที่ของแนวเชื่อมต่อจะมีขนาดเล็ก โดยระดับความยากง่ายในการเคลื่อนที่ผ่านจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง สามารถแบ่งออกออกเป็น 11 ระดับ ได้แก่ 1 , 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ของสัตว์ป่า (breeding) เนื่องจากการออกแบบแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยสามารถเอื้อให้สัตว์ป่านั้นใช้ประโยชน์มากกว่าการเป็นเพียงแนวเชื่อมสำหรับสัญจร

4.4 คำนวณค่าชดเชยหรือใช้แรงจูงใจในการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพืชไร่เป็นวนเกษตร เพื่อลดความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่า บริเวณแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยที่ได้เลือกไว้

ผลและวิจารณ์

1. ถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ จังหวัดกาญจนบุรี

เมื่อพิจารณาปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของช้างป่าตามฤดูกาล จาก Table 2 พบว่า ในปี พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2570 ในฤดูแล้ง ฤดูฝน และตลอดปี ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน (landuse) มีความสำคัญมากที่สุด (31 – 37%) รองลงมา ได้แก่ ความลาดชัน (slope) หมู่บ้าน (village) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (elevation) ลักษณะภูมิประเทศ (topography) และเส้นทางคมนาคม ประเภทถนนใช้ได้ทุกฤดูกาลพื้นถนนแข็งและพื้นถนนอ่อน (all weather, hard surface) ตามลำดับ

Table 2 Percentage of contribution in habitat suitability for each factor.

Factor	Contribution (%)					
	Wet season		Dry season		Year	
	2015	2027	2015	2027	2015	2027
Land use	35.5	36.8	31.4	31.4	34.6	37.7
Slope	27.9	26.7	26.5	25.6	28.1	28.1
Proximity of village	17	15.1	21.3	21.4	17.9	13.4
Elevation	9.6	11.5	10.2	11.1	9.2	11.7
Topography	6.4	5.5	7	6.4	6.2	6.1
Proximity of roads						
all weather, hard surface	3.1	3.9	3.1	3.8	3.4	2.5
dry weather, loose surface	0.1	0.4	0	0.1	0.2	0.1
trail	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1
Proximity of saltlick	0.3	0	0	0	0	0
Proximity of stream						
Perennial	0	0	0	0	0	0
intermittent	0	0.1	0	0	0	0
pond	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1
Proximity of ranger station	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.1
cut of value [1]	0.38	0.38	0.36	0.36	0.40	0.40
AUC[2]	0.79	0.79	0.81	0.81	0.75	0.75

Remarks : [1] 10 percentile training presence and maximum training sensitivity plus specificity from logistic threshold

[2] area under curve

โดยบริเวณที่มีค่าการปรากฏของช้างป่าสูงอยู่บริเวณทุ่งสลักพระทั้งสองช่วงเวลา (Figure 1) ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นป่าผลัดใบมีไผ่เป็นพืชอาหารหลัก ช้างป่ามักจะใช้ประโยชน์พื้นที่ความลาดชันน้อย สอดคล้องกับธีรพงษ์ (2546) รัชนี และรองลาภ (2555) และสุรมงคล และคณะ (2557) ในขณะที่บริเวณที่มีโอกาสการปรากฏของช้างป่าน้อยเป็นพื้นที่มีความลาดชันสูง มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูง และมีหุบเขาลึก ทำให้โอกาสในการพบช้างป่าน้อย

ทั้งนี้ ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของช้างป่า ในปี พ.ศ. 2558 และ 2570 ใช้ค่า maximum training sensitivity plus specificity ซึ่งมีจุดตัดการปรากฏที่มีความเหมาะสมมากที่สุดของแบบจำลองโอกาสในการปรากฏของช้างป่า มีค่า cut of value ดัง Table 2 ใช้ในการแบ่งระดับค่าความน่าจะเป็นที่มีความเหมาะสมในการเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าออกเป็น 2 ระดับ คือ เหมาะสม และไม่เหมาะสม พบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าปี พ.ศ. 2558 ช่วงฤดูแล้ง ฤดูฝน และตลอดปี เท่ากับ 62,595 (33%) 50,223 (26%) และ 46,183 (24%) เฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ที่เหมาะสมเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า ปี พ.ศ. 2570 เท่ากับ 57,914 (30%) 48,530 (25%) และ 46,385 (24%) เฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 3 และ Figure 2) จะเห็นว่าบริเวณถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของช้างป่าอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่อนุรักษ์ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ในฤดูแล้งมีขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมมากกว่าฤดูฝน เนื่องจากช้างป่าใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าผลัดใบ ป่าเสื่อมโทรม และใช้พื้นที่ป่าดิบแล้งเพิ่มขึ้นในขณะที่ฤดูฝนช้างป่าใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าผลัดใบและป่าเสื่อมโทรม

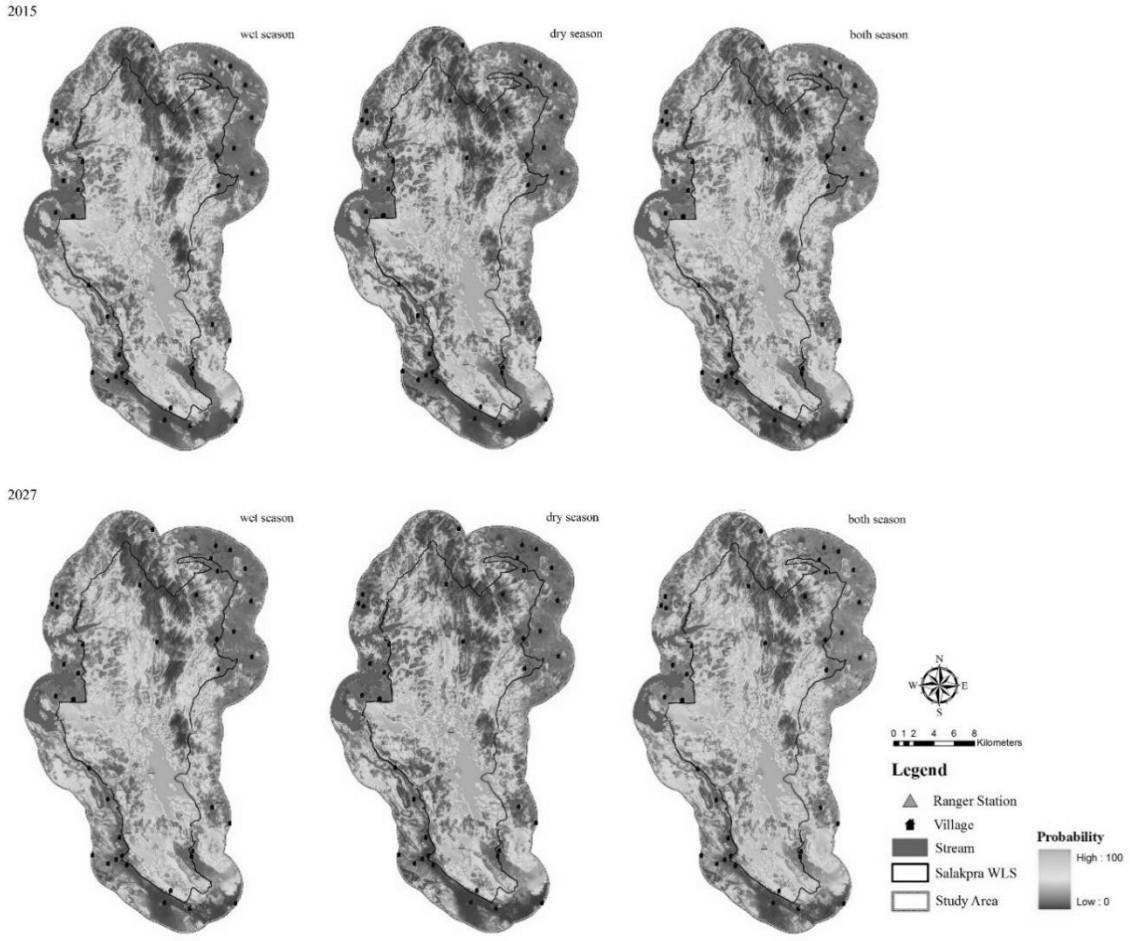


Figure 1 Probability surface, presence data and absence data of wild elephant in the wet, the dry seasons and the overall in 2015 and 2027 year.

Table 3 Extents of suitable habitat for wild elephant at Salakpra Wildlife Sanctuary and Vicinity Areas in 2015 and 2027.

Study area	Habitat suitability area (ha)					
	Wet season		Dry season		Year	
	2015	2027	2015	2027	2015	2027
Salakpra WLS	97,523	97,523	97,523	97,523	97,523	97,523
suitable	35,464	34,829	42,809	40,827	32,874	33,781
not - suitable	62,059	62,694	54,714	56,696	64,649	63,742
Vicinity area	95,050	95,050	95,050	95,050	95,050	95,050
suitable	14,759	13,701	19,786	17,087	13,309	12,604
not - suitable	80,291	81,349	75,264	77,963	81,741	82,446
total suitable	50,223	48,530	62,595	57,914	46,183	46,385
not – total suitable	142,350	144,043	129,978	134,659	146,390	146,188

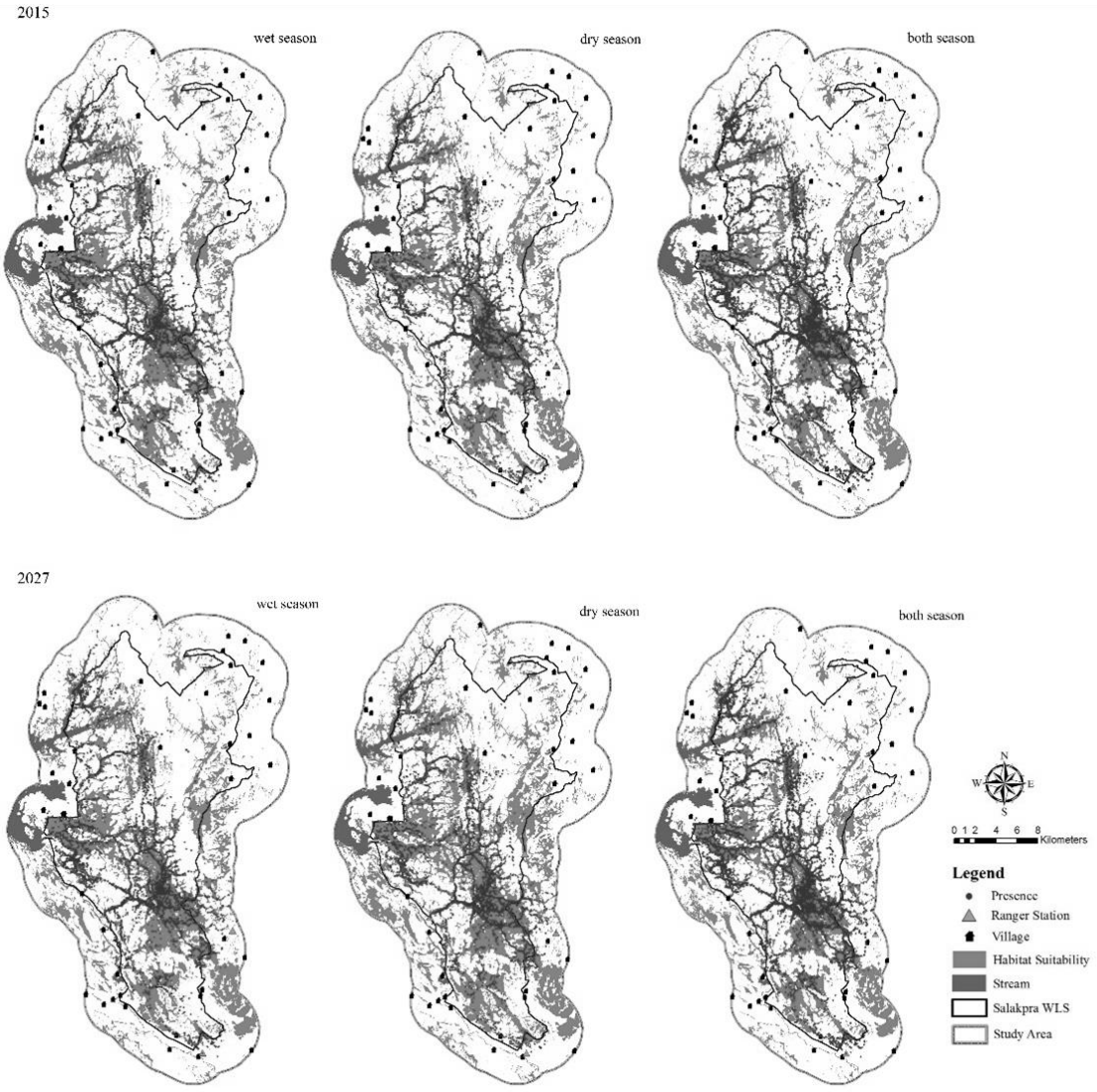


Figure 2 Habitat suitability area form probability surface.

2. แนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า

2.1 หย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า

จากการศึกษา พบว่า หย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าตลอดปี พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2570 ดังแสดงใน Figure 3 กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ทั้งในและนอกพื้นที่อนุรักษ์ ทั้งนี้ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระมีหย่อมที่อาศัยที่เหมาะสมเพื่อรองรับการสืบพันธุ์ของช้างป่า แต่ไม่มีพื้นที่ใหญ่เพียงพอที่จะเป็นหย่อมเพื่อประชากรในการรองรับการสืบพันธุ์ของช้างป่าอย่างน้อย 10 ปี สำหรับหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าตลอดปี พ.ศ. 2558 ประกอบด้วยหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยเพื่อการสืบพันธุ์ จำนวน 1 หย่อม มีพื้นที่ทั้งหมด 15,971 เฮกตาร์ โดยในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระประกอบด้วยหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยเพื่อการสืบพันธุ์ มีพื้นที่ 15,130 เฮกตาร์ อยู่บริเวณทางตอนกลางของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยอื่นๆ จำนวน 164 หย่อม มีพื้นที่ 10,898 เฮกตาร์ รวมทั้งสิ้น 165 หย่อม ซึ่งมีพื้นที่ 26,028 เฮกตาร์ ส่วนนอกพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระในระยะ 5 กิโลเมตร พบหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยอื่นๆ จำนวน 154 หย่อม พื้นที่ 6,986 เฮกตาร์ ในขณะที่ หย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าตลอดปี พ.ศ. 2570 พบหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยเพื่อการสืบพันธุ์ จำนวน 1 หย่อม มีพื้นที่ทั้งหมด 16,562 เฮกตาร์ ซึ่งอยู่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ มีพื้นที่ 15,704 เฮกตาร์ อยู่บริเวณทางตอนกลางของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยอื่นๆ จำนวน 180 หย่อม มีพื้นที่ 12,022 เฮกตาร์ รวมทั้งสิ้น 181 หย่อม มีพื้นที่รวม 27,726 เฮกตาร์ นอกพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระในระยะ 5 กิโลเมตร พบหย่อมถิ่นที่อยู่อาศัยอื่นๆ จำนวน 134 หย่อม พื้นที่ 8,217 เฮกตาร์ (Table 4)

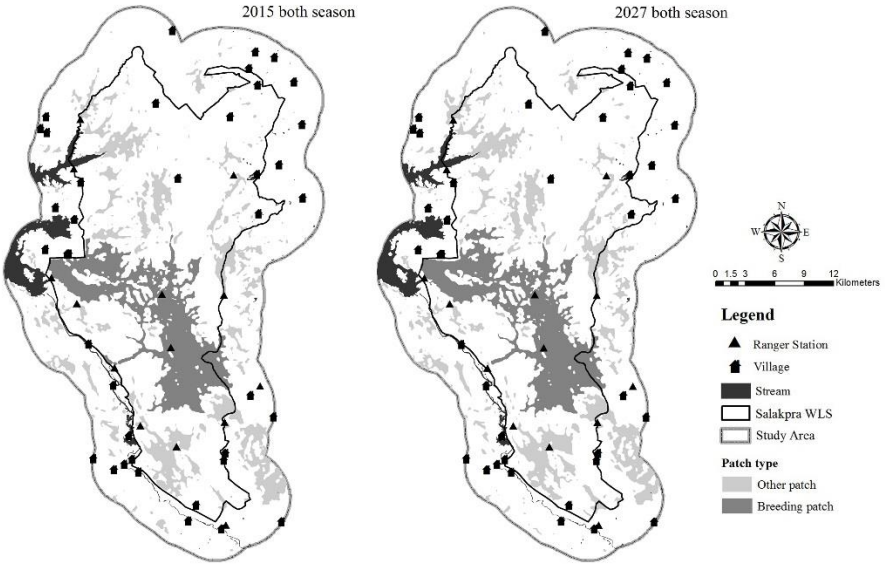


Figure 3 Patch type in the overall in 2015 and 2027.

Table 4 Number and extent of breeding patch.

Study Area	2015		2027	
	No. of patch	area (ha)	No. of patch	area (ha)
Salakpra WLS	**165**	**26,028**	**181**	**27,726**
Breeding patch	1	15,130	1	15,704
Other patch	164	10,898	180	12,022
Out side (5 km. radians)	**154**	**7,827**	**134**	**8,217**
Breeding patch	0	841	0	858
Other patch	154	6,986	134	7,359
Total	319	33,855	315	35,943

2.2 แนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า

ผลจากการประเมินแนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า โดยใช้โปรแกรม Corridor design เป็นดัง Figure 4 และ 5 พบว่า แนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีทั้งสิ้น 14 แนว จำแนกเป็นแนวเชื่อมต่อในปี พ.ศ. 2558 จำนวน 6 แนว และปี พ.ศ. 2570 จำนวน 8 แนว โดยในปี พ.ศ. 2558 แนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ที่มีขนาดเล็กที่สุด คือ แนว c cost distance 50% มีขนาด 5,796 เฮกตาร์ อยู่บริเวณคาบเกี่ยวอำเภอเมืองและอำเภอศรีสวัสดิ์ ทางหลวงหมายเลข 3199 (ลาดหญ้า – เขื่อนศรีนครินทร์) และในปี พ.ศ. 2570 คือ แนว a cost distance 60% มีขนาด 6,543 เฮกตาร์ อยู่บริเวณอำเภอศรีสวัสดิ์ ทางหลวงหมายเลข 3199 เช่นเดียวกัน ดัง Table 5

Table 5 Extents of potential habitat corridors area of wild elephant in 2015 and 2027.

Cost distance (%)	Corridor Area (ha)							
	2015				2017			
	a	b	c	d	a	b	c	d
1	193	-	-	-	195	-	-	-
10	1,533	397	-	-	1,048	671	221	-
20	1,057	2,041	758	-	2,089	1,115	664	-
30	1,941	2,638	1,224	-	209	3,090	1,501	990
40	30	2,878	3,177	1,620	4,607	1,827	1,279	-
50	305	3,546	5,796*	-	5,666	2,289	1,679	-
60	11,560*	-	-	-	6,543*	2,856	2,163	-
70	13,510*	-	-	-	7,497*	5,991*	-	-
80	15,425*	-	-	-	8,321*	7,088*	-	-
90	17,352*	-	-	-	9,100*	8,237*	-	-
100	19,258*	-	-	-	19,278*	-	-	-

Remarks: - * Minimum area of breeding potential habitat corridors (5,743 ha)

- a, b, c, d – suitable corridors

ทั้งนี้ ผู้ศึกษาให้ความสำคัญพื้นที่แนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ของช้างป่า ที่มีขนาดเล็กที่สุดที่จะทำหน้าที่เป็นแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ของช้างป่าและการใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย โดยยึดหลักความคุ้มค่าในการลงทุน เป็นการจ่ายค่าชดเชยหรือใช้แรงจูงใจในการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพืชไร่เป็นวนเกษตร เพื่อลดความขัดแย้งระหว่างคนกับช้าง โดยใช้ข้อมูลประเมินทุนทรัพย์ที่ดิน จังหวัดกาญจนบุรี ปี พ.ศ. 2555 – 2558 ของกรมธนารักษ์ (http://www.treasury.go.th) โดยมีขนาดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ และคำนวณค่าชดเชยที่ดินในพื้นที่เอกชน 4 ประเภท ได้แก่ 1) สิ่งก่อสร้างและที่อยู่อาศัย (urban) 2) พืชไร่และพืชสวน (field crop) 3) ไม้ผลและไม้ยืนต้น (orchard) 4) ทุ่งหญ้าและป่าละเมาะ (rangeland) ซึ่งไม่รวมพื้นที่ที่เป็นป่าและแหล่งน้ำ (Table 6) ทั้งนี้ คาดว่าในปี พ.ศ. 2558 (แนว c cost distance 50%) และปี พ.ศ. 2570 (แนว a cost distance 60%) จ่ายเงินชดเชยเป็นเงิน 831 - 3,325 ล้านบาท และ 983 - 3,930 ล้านบาท ตามลำดับ

Table 6 Landuse in corridor area 2015 and 2027.

Landuse	breeding corridor							
	c[1] 2015				a[1] 2027			
	Area (ha)	Cost[2] (million baht)			Area (ha)	Cost[2] (million baht)		
		Min	Max	Mean		Min	Max	Mean
Urban	220	274	1,100	688	376	470	1,880	1,175
Field crop	209	261	1,045	653	262	328	1,310	819
Orchard	183	229	915	572	141	176	705	441
Rangeland	53	66	265	166	7	9	35	22
Mixed deciduous forest	4,780	na[3]	na	na	4,915	na	na	na
Disturbed forest	79	na	na	na	112	na	na	na
Water source	272	na	na	na	730	na	na	na
total	5,796	831	3,325	2,078	6,543	983	3,930	2,546

Remarks : [1] Habitat corridor (minimum area of breeding potential habitat corridors (5,743 ha))

[2] estimated compensation cost per ha (www.treasury.go.th)

[3] Not applicable

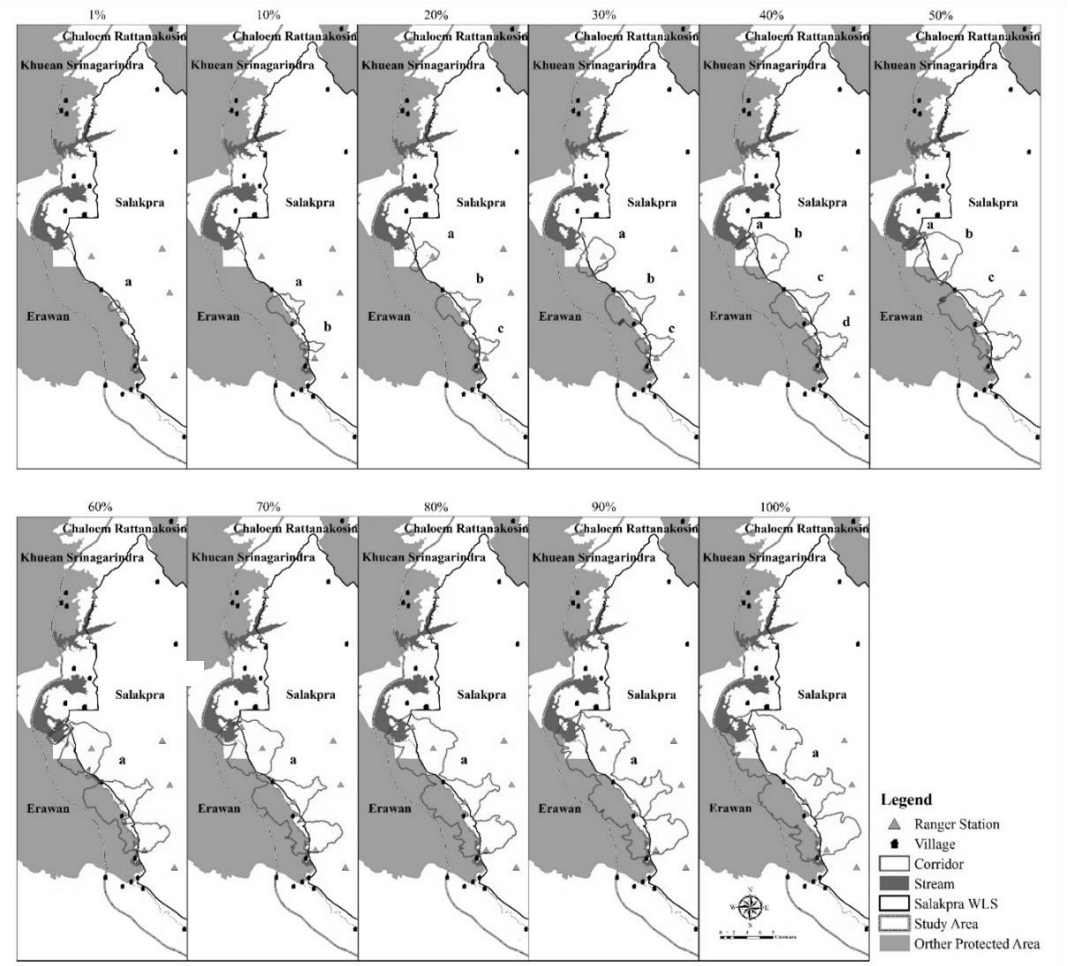


Figure 4 Potential habitat corridors of wild elephant ranked by percent resistance in 2015.

Remark: a, b, c, d – suitable corridors locations

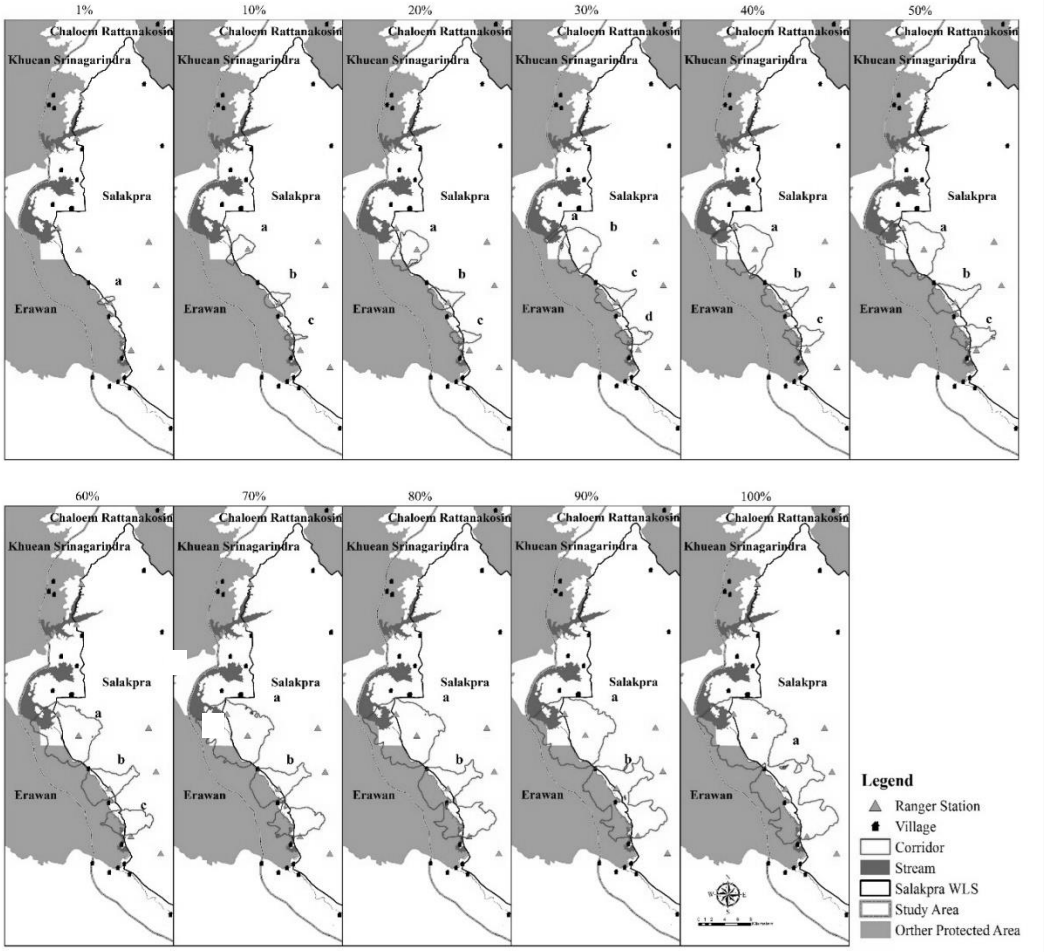


Figure 5 Potential habitat corridors of wild elephant ranked by percent resistance in 2027.
Remark: a, b, c, d – suitable corridors locations

สรุป

1. พื้นที่ที่เหมาะสมเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าปี พ.ศ. 2558 ช่วงฤดูแล้งมีพื้นที่เหมาะสมดังกล่าว 33% ฤดูฝนมีพื้นที่ 26% ตลอดปีมีพื้นที่ 24% ในขณะที่พื้นที่ที่เหมาะสมเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าปี พ.ศ. 2570 ช่วงฤดูแล้งมีพื้นที่ที่เหมาะสมลดลง 3% ฤดูฝนมีพื้นที่ 1% และ ตลอดปีมีพื้นที่เหมาะสมต่อการเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าเท่ากับปี พ.ศ. 2558 โดยภาพรวมพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเป็นถิ่นที่อยู่ของช้างป่า อยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่อนุรักษ์ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ถึงแม้ว่าปี พ.ศ. 2570 จะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2. แนวเชื่อมต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าตลอดปี พ.ศ. 2558 และ 2570 มีแนวเชื่อมต่อที่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ที่มีขนาดเล็กที่สุด อยู่บริเวณทิศตะวันตกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระและคาบเกี่ยวพื้นที่อุทยานแห่งชาติเอราวัณ ตำบลท่ากระดาน อำเภอศรีสวัสดิ์ และตำบลช่องสะเดา อำเภอเมืองกาญจนบุรี ทางหลวงหมายเลข 3199 (ลาดหญ้า – เขื่อนศรีนครินทร์)

3. ในอนาคตควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม โดยเพิ่มขนาดพื้นที่ครอบคลุมป่าอนุรักษ์ใกล้เคียงและขนาดพื้นที่อาศัย (home range) ของช้างป่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ และอุทยานแห่งชาติเอราวัณ ที่อำนวยความสะดวกการเข้าพื้นที่ และทุนอุดหนุนวิจัยมหาวิทยาเกษตรศาสตร์ โครงการศึกษานิเวศวิทยาของช้างป่า บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ อุทยานแห่งชาติเอราวัณ และอุทยานแห่งชาติไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า. **2556. สลักพระ : เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแห่งแรกของประเทศไทย บนรอยทาง...จากอดีตสู่ปัจจุบันกับความท้าทายในอนาคต.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

คชกริช ผลานิสงค์. 2561. **ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธีระพงษ์ ชุมแสงศรี. 2545. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะ-ห้วยใหญ่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีรนุช ดุลกูล แคพเพลลา. 2557. **แนวเชื่อมต่อระบบนิเวศ ใครว่าไม่สำคัญ.** มูลนิธิอนุรักษ์ป่า รอยต่อ 5 จังหวัด 7: 5-7.

ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์. 2546. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การแพร่กระจายของช้างป่า (Elephas maximus Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชนี โชคเจริญ และ รองลาภ สุขมาสรวง. 2555. นิเวศวิทยาของช้างป่า (Elephas maximus) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัว จังหวัดบึงกาฬ. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 19 (1): 13-22.

รองลาภ สุขมาสรวง. 2545. **รายงานสรุปผลการปล่อยช้างคืนสู่ธรรมชาติโครงการคืนสู่ธรรมชาติในพระราชดำริของสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง.** ส่วนวิจัยสัตว์ป่า, กรมป่าไม้.

สุรมงคล ศิริพล, ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ และ รองลาภ สุขมาสรวง. 2557. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ จังหวัดกาญจนบุรี. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 21 (1): 138-149.

สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า. ม.ป.ป. **แผนแม่บทการอนุรักษ์ช้างแห่งชาติ.** กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

Beier, P., D. Majka and J. Jenness. 2005. **An online Document: Conceptual Steps for Designing Wildlife Corridors.** Available sources: http://corridordesign.org/dl/docs/ConceptualStepsForDesigningCorridors.pdf, October 4, 2015.

Chaiyarat, R., N. Youngpoy and P. Prempree. 2015. Wild Asian elephant Elephas maximus population in Salakpra Wildlife Sanctuary, Thailand. **Endangered Species Research** 29: 95-102.

Fawcett, L. 2006. An introduction to Roc analysis. **Pattern Recognition Letters** 27: 861 – 874.

Franklin, J. 2009. **Mapping Species Distribution: Spatial Inference and Prediction.** Cambridge University Press, Cambridge.

Linshan, L., Z. Zhilong, Z. Yili and W. Xue. 2017. Using MazEnt Model to Predict Suitabla Habitat Changes for Key Protected Species in Koshi Basin, Central Himalays. **Journal of Resources and Ecology** 8(1): 77-87.

Phillips, S.J., M. Dudik and R.E. Schapire. 2004. Performance guarantees for regularized manimun entropy density estimation, pp. 655-662. *In* **Proceedings of the 17th Annual Conference on Computational Learning Theory.** ACM Press, New York.

Phillips, S.J., R.P. Anderson and R.E. Schapire. 2006. Miximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling** 190: 231-259.

Trisurat, Y., A. Pattanavibool, A. Gale and D. Reed. 2010. Improving the vicbility of large mammal populations using landscape indices for conservation planning. **Wildlife Research** 36: 401-412.

Zhang, K., Y. Zhang and J. Tao. 2019. Predicting the Potential Distribution of *Paeonia veitchii* (Paeoniaceae) in China by Incorporating Climate Change into a Maxent Model. **Forests** 10: 190.

การประเมินการกระจายและระดับความรุนแรงของปัญหาช้างป่าในภาคตะวันออกของประเทศไทย
Estimation of Distribution and Conflict Levels of Wile Elephant in the Eastern Thailand

ธรรมนูญ เต็มไชย[1*] และ ทรงธรรม สุขสว่าง[2]
Thammanoon Temchai[1*] and Songtam Suksawang[2]
[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ 10900
[2]สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ 10900
[1]National Parks Research Center (Petchburi), [2]National Park Office,
Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **dhamma57@gmail.com**

บทคัดย่อ

การประเมินการกระจายและระดับความรุนแรงของปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนและช้างป่าแบบเร่งด่วน โดยใช้วิธีสอบถามการพบเห็นและร่องรอย รวมถึงทัศนคติต่อปัญหา ในระดับอำเภอ ตำบล และตัวแทนหมู่บ้าน นำมาวิเคราะห์เชิงภูมิทัศน์ของปัญหา ด้วยเครื่องมือสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าจำนวนช้างป่าในภาคตะวันออกที่ออกมาหากินนอกพื้นที่อนุรักษ์มีจำนวนมากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน มีความรุนแรงของปัญหาในระดับสูงใน 5 บริเวณ โดยปัญหาได้เริ่มกระจายเป็นวงกว้างราว 5 – 10 ปี ที่ผ่านมา ซึ่งผู้นำชุมชนหลายแห่งเห็นว่า เกิดจากการสร้างสิ่งกีดขวางทางเดินช้างป่าและวิธีการขับไล่ที่รุนแรง ทำให้ช้างป่าเปลี่ยนเส้นทางที่ออกหากินและไม่ยอมกลับเข้าไปอยู่ในแนวรั้ว รวมถึงมีความดุร้ายเพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความรุนแรงของปัญหากับทัศนคติทางลบของชุมชนที่มีต่อช้างป่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน
คำสำคัญ: ปัญหาช้างป่า ป่าตะวันออก การจัดการสัตว์ป่า

ABSTRACT

A Human Elephant Conflict (HEC) assessment in the Eastern region of Thailand was conducted using a rapid survey method, which included interviews at four administrative levels: province, district, sub-district and village. The attitude of villagers towards HEC was recorded. The data collected were spatially analyzed using GIS software. The results provided an overview of the HEC issues in the region. The elephant population was higher in the north-west and south of Ang-rue-nai Wildlife Sanctuary, where the conflicts were concentrated in five main areas, and spread widely over the last five to ten years. Some of the community leaders interviewed during this study agreed that man-made barrier around the forest complex caused dense elephant population and aggressive elephant behavior. The severity of the conflicts was exacerbated by negative attitude of the local communities.
Keywords: HEC, EFCOM, wildlife management

คำนำ

ปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยมีประชากรช้างป่ารวมกันทั้งสิ้น 2,384 ตัว (ไสว, 2547) ในจำนวนนี้มีกลุ่มป่าที่มีช้างป่าอาศัยอยู่เกิน 100 ตัว 6 แห่ง รวมทั้งกลุ่มป่าตะวันออก ปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีประชากรช้างป่าประมาณ 3,127 – 3,342 ตัว กระจายอยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ 69 แห่ง ซึ่งเป็นอุทยานแห่งชาติ 38 แห่ง และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า 31 แห่ง (สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2560) และกลุ่มป่าตะวันออก ยังคงเป็นพื้นที่ที่มีประชากรช้างป่าเกิน 100 ตัว โดยในส่วนของพื้นที่ป่าตะวันออกนั้น ศุภกิจ และคณะ (2558) รายงานว่ามีจำนวนประชากรช้างป่าทั้งหมดราว 364 ตัว โดยมีความหนาแน่นของประชากรช้างป่าเท่ากับ 0.20 ตัวต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นกว่าสองเท่าจากเมื่อปี 2545 ทั้งนี้เนื่องจากการขยายตัวของประชากรช้างป่าและการอนุรักษ์อย่างเข้มแข็ง (สำนักอนุรักษ์

สัตว์ป่า, 2560) แต่การเพิ่มขึ้นของประชากรช้างป่า ได้สร้างปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่า (Human – Elephant Conflict) ซึ่ง พิเชฐ และคณะ (2561) กล่าวว่าปัญหานี้เริ่มทวีความรุนแรงขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยพื้นที่ที่มีปัญหาได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 105 เมื่อเทียบกับข้อมูลจากการรายงานของ Srikrachang (2003) และการขยายตัวของพื้นที่ที่มีปัญหาได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก เป็นพื้นที่ที่เกิดปัญหาคนกับช้างป่ามากเป็นลำดับแรกคู่กับกลุ่มป่าตะวันตก

การแก้ไขปัญหาดังกล่าว ดำเนินการโดยหลายหน่วยงาน หลายแนวคิด และมีวิธีการที่แตกต่างกัน โดยมีบางพื้นที่และบางวิธีการเท่านั้นที่ได้ผล ในกลุ่มป่าตะวันออกเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่เป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางวิธีการแก้ไขปัญหา แต่พื้นที่หลายบริเวณกลับกลายเป็นปัญหารุนแรงและบานปลายจนยากแก่การแก้ไข การศึกษาครั้งนี้ จึงมีแนวความคิดที่จะประเมินสภาพปัญหาโดยการมองในเชิงพื้นที่ (spatial) เพื่อย้อนกลับไปหาสาเหตุที่เป็นตัวเร่งระดับความรุนแรงของปัญหา สำหรับนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขให้ปัญหาบรรเทาความรุนแรงลง โดยการมองในเชิงภูมิทัศน์ (landscape) ในระดับภูมิภาคของภาคตะวันออก อย่างไรก็ดี การศึกษาครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาที่มุ่งเน้นไปที่มิติทางสังคมเป็นหลัก และเป็นการประเมินแบบเร่งด่วน (rapid survey) เพื่อให้ได้ภาพกว้างของปัญหาในเชิงพื้นที่ที่ครอบคลุมทั้งภาคตะวันออกสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้น ข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ในเชิงลึกของปัญหาทั้งภาคตะวันออกซึ่งมีอาณาบริเวณที่กว้างและมีความแตกต่างกันในทางปัจจัยแวดล้อม จำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษาแต่ควรต้องดำเนินการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้ใช้วิธีการประเมินแบบเร่งด่วน (rapid survey) เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านงบประมาณและระยะเวลาดำเนินการ ให้สอดคล้องกับพื้นที่ทำการศึกษา จึงกำหนดวิธีการไว้ ดังนี้

1. การประเมินการกระจายและจำนวนช้างป่า

การประเมินแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ 1) ระดับจังหวัด ประเมินจากข้อมูลหรือรายงานการปรากฏของช้างป่า รวมทั้งเหตุการณ์ความขัดแย้งระหว่างคนและช้างป่าที่เกิดขึ้นจริงในจังหวัดนั้น ๆ 2) ระดับอำเภอ โดยทำการสอบถามการปรากฏของช้างป่าในทุกอำเภอของจังหวัดที่มีรายงานการปรากฏของช้างป่า 3) ระดับตำบล ทำการสอบถามการปรากฏ จำนวนช้างป่าที่เป็นช้างที่หากินประจำถิ่นและที่เข้ามาหากินในบางฤดูกาล และระดับความรุนแรงของปัญหาจากทุกตำบลในอำเภอที่มีข้อมูลการปรากฏของช้างป่า โดยกลุ่มเป้าหมายที่ทำการสอบถามในระดับตำบล ได้แก่ กำนันและ/หรือ อาสาสมัครชุดเฝ้าระวังช้างป่าของตำบลนั้น ๆ และ 4) ระดับหมู่บ้าน ทำการสอบถามเพื่อยืนยันการปรากฏของช้างป่า จากผู้ใหญ่บ้าน หรือผู้นำชุมชน รวมถึงการเข้าไปตรวจสอบร่องรอยในจุดที่เกิดเหตุหรือจุดที่มีการระบุโดยชุมชน ส่วนความคิดเห็นต่อการปรากฏของช้างป่าในพื้นที่ได้ทำการสุ่มถามจากราษฎรที่อาศัยในพื้นที่ใกล้เคียงจุดที่เกิดเหตุเป็นสำคัญ ส่วนการกระจายของช้างป่า ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์แต่ละแห่ง ได้ใช้การสัมภาษณ์จากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในพื้นที่นั้น ๆ

การแปลผลเพื่อสร้างแผนที่การกระจายของประชากรช้างป่า ได้ใช้จำนวนประชากรช้างที่ได้จากการประเมินในระดับตำบล มาใช้ในการจัดทำแผนที่ โดยวิธีการสร้างเส้นชั้นระดับความเท่ากัน (contour) โดยใช้จุดกึ่งกลางของตำบลแทนค่าระดับจำนวนประชากร (point elevation)

2. การแบ่งระดับความรุนแรงของปัญหา

แบ่งระดับความรุนแรงของปัญหา เป็น 5 ระดับ ตามเหตุการณ์ในรอบ 5 ปี ที่ผ่านมา โดยแบ่งเป็น 1) มีการปรากฏของช้างป่าแต่ไม่มีความเสียหาย 2) มีความเสียหายเล็กน้อย และไม่มีการขับไล่ 3) มีความเสียหายและเกิดความไม่พอใจของชุมชน 4) คนหรือช้างป่าได้รับบาดเจ็บ และ 5) คนหรือช้างป่าเสียชีวิต การแปลผลเพื่อสร้างแผนที่

ระดับความรุนแรง ได้ใช้เหตุการณ์ระดับขั้นรุนแรงสูงสุดในรอบ 5 ปี ที่เคยเกิดขึ้นในพื้นที่นั้น ๆ มาใช้ในการจัดทำแผนที่โดยวิธีการสร้างเส้นชั้นระดับความเท่ากัน (contour) โดยใช้จุดเกิดเหตุแทนค่าจุดของระดับความสูง (point elevation)

3. การประเมินระดับทัศนคติของชุมชนต่อช้างป่า

ทำการสุ่มถามจากราษฎรที่อาศัยในพื้นที่ใกล้เคียงจุดที่เกิดเหตุเมื่อช้างป่าปรากฏ โดยใช้ตัวอย่างราษฎร จำนวน 3 ครัวเรือน ต่อพื้นที่ โดยแบ่งระดับทัศนคติ เป็นค่าคะแนน 3 ระดับ คือ 1) เห็นใจช้างป่าและมองว่าช้างป่าคือเพื่อนรวมโลก ไม่ได้ว่าอะไรหากช้างป่าจะเดินผ่านหรือกินพืชผล 2) มีการขับไล่หรือหวาดกลัว 3) โกรธแค้นและมองว่าช้างป่าคือศัตรู การแปลผลเพื่อสร้างแผนที่ระดับความรุนแรง ได้ใช้คะแนนทัศนคติเฉลี่ย มาใช้ในการจัดทำแผนที่ โดยวิธีการสร้างเส้นชั้นระดับความเท่ากัน (contour) ใช้ตำแหน่งกึ่งกลางของหมู่บ้านที่ปรากฏในแผนที่ระวาง 1 : 50,000 ในชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร แทนค่าความสูงของจุด (point elevation) ทั้งนี้ ชุมชนหรือตำบลที่ไม่มีช้างป่าปรากฏจะไม่ถูกนำมาใช้ในการสร้างแผนที่นี้ด้วย

4. สถานที่ทำการศึกษา

ในพื้นที่ 7 จังหวัดของภาคตะวันออกของประเทศไทย ประกอบด้วย จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดจันทบุรี จังหวัดตราด จังหวัดสระแก้ว และจังหวัดปราจีนบุรี

5. ระยะเวลาทำการศึกษา

มกราคม - กันยายน พ.ศ. 2561

ผลและวิจารณ์

1. การกระจายและความหนาแน่นของประชากรช้างป่า

พบว่าช้างป่าที่ออกมาหากินในพื้นที่ชุมชน แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ช้างป่าที่หากินประจำพื้นที่ มีทั้งช้างป่าที่อาศัยอยู่เดิมตามชายป่าและเข้ามาหากินในภายหลัง ราษฎรบางพื้นที่เห็นว่าแต่เดิมไม่เคยมีช้างอยู่ในพื้นที่ แต่ในช่วงประมาณ 5 – 10 ปีที่ผ่านมา ได้มีช้างที่เข้ามาหากินบางช่วงฤดูและต่อมาก็อยู่หากินเป็นช้างประจำถิ่น และบางตัวกลับไปพาเอาช้างตัวอื่นเข้ามาอยู่ด้วยเป็นช้างโขลงใหญ่ ช้างป่าที่หากินประจำพื้นที่พบกระจายเป็นบริเวณกว้าง ส่วนใหญ่เป็นช้างโทนที่หากินตัวเดียวและโขลงขนาดเล็ก ไม่เกิน 10 ตัว ส่วนบริเวณที่มีช้างป่าประจำถิ่นที่อยู่เป็นโขลงขนาดใหญ่ พื้นที่หากินมักอยู่ใกล้แหล่งน้ำ โดยใช้พื้นที่ป่าหรือหย่อมป่าขนาดเล็กตามเขาหินปูน ซึ่งพบกระจายทั่วไป (มักเป็นเขตวัด) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอากาศเย็น เป็นที่หลบซ่อนตัวในตอนกลางวัน ช้างป่าโขลงใหญ่ที่พบ เช่น ที่บริเวณรอบอ่างเก็บน้ำประแกต บริเวณทิศตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี และบริเวณตำบลท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา (Figure 1)

อย่างไรก็ดี จำนวนประชากรช้างป่าที่ปรากฏในพื้นที่อนุรักษ์แต่ละแห่ง ได้ยึดถือเอาจำนวนประชากรช้างป่าที่ได้รับข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ซึ่งส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุบริเวณหรือการกระจายในพื้นที่ที่ชัดเจนลงไปได้ จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง

2) ช้างป่าที่เข้ามาในพื้นที่ตามฤดูกาลของปี โดยเคลื่อนย้ายไปตามแหล่งน้ำขนาดใหญ่และตามพื้นที่ที่มีพืชผลที่กำลังสุกมีกลิ่นหอม กลางวันมีการหลบซ่อนตัวตามชายป่าหรือตามหย่อมป่าเช่นเดียวกับช้างประจำถิ่น ช้างประเภทนี้พบทั่วพื้นที่ และพบมากบริเวณเขตอำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา (Figure 2) จากการพูดคุยกับผู้นำชุมชนหรือกลุ่มอนุรักษ์ในท้องถิ่นบางแห่ง ให้ความเห็นที่ไม่ควรมองข้าม ว่าเป็นช้างป่าที่หนีภัยแล้งออกมาจากป่าช่องทางที่ออกมาถูกบีบบังคับด้วยสิ่งกีดขวาง เช่น คูกันช้าง ทำให้จำนวนช้างมารวมกันที่เดียวเป็นจำนวนมาก และไม่ยอมกลับเข้าไปอยู่ภายในรั้วหรือคูกั้นช้างอีก ซึ่งในประเด็นข้อคิดเห็นเหล่านี้ ไม่ได้อยู่ในประเด็นคำถามตาม

วัตถุประสงค์ของการศึกษา จึงเป็นเพียงคำถามเปิดกว้างเสมือนการแลกเปลี่ยนความคิดกันเท่านั้น แต่เห็นว่ามีสาระน่าใส่ใจสำหรับนำไปพิจารณาจึงได้นำมาเสนอไว้ด้วย

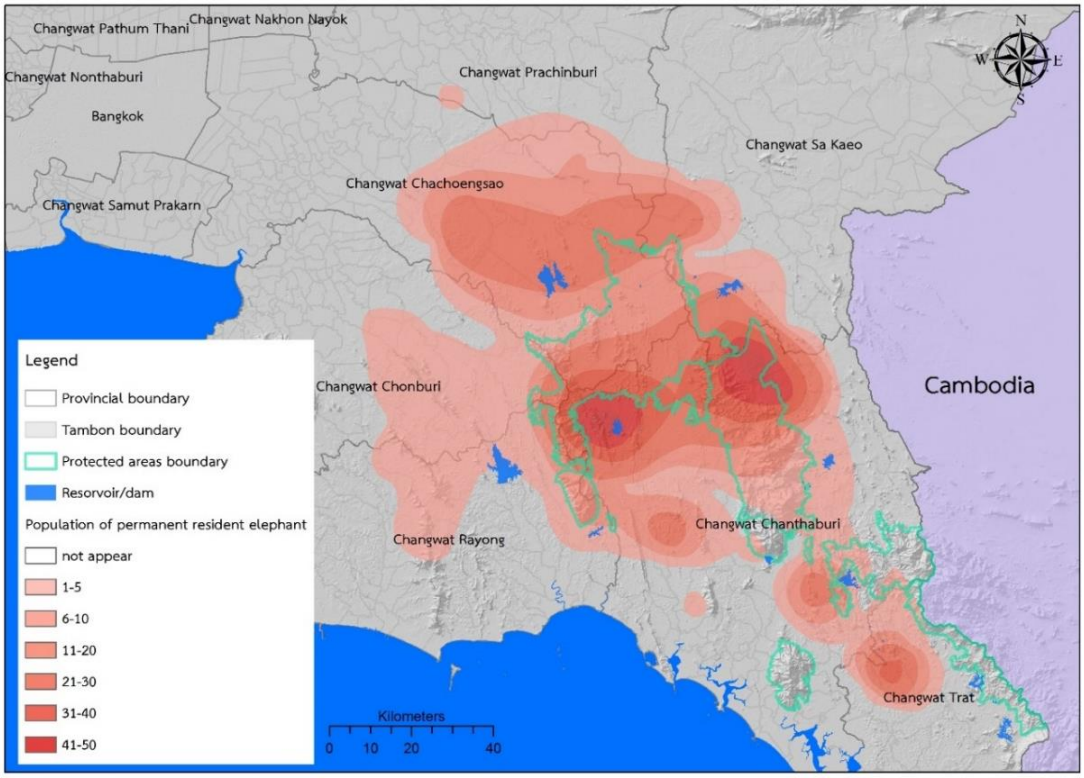


Figure 1 Landscape distribution of permanent resident wild elephants in Eastern of Thailand.

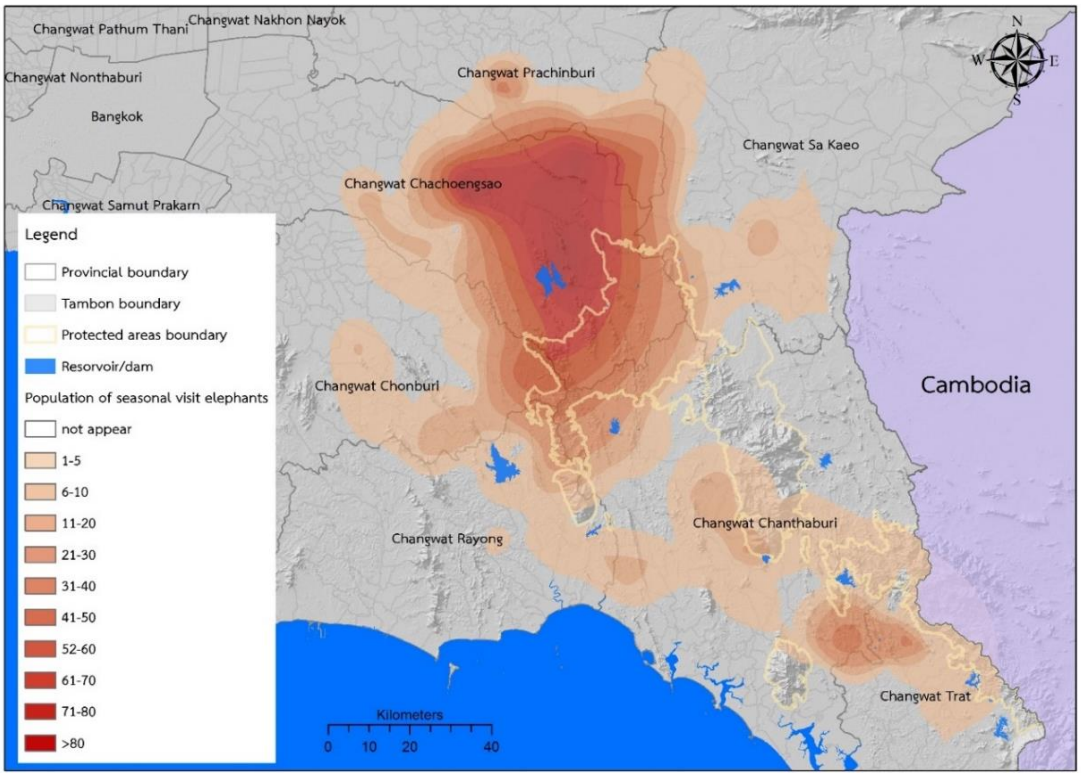


Figure 2 Landscape distribution of seasonal visit wild elephants in Eastern of Thailand.

ในภาพรวมของช้างป่าทั้งที่หากินประจำพื้นที่และที่เข้ามาหากินเฉพาะฤดูกาล ในภาคตะวันออกและพื้นที่ใกล้เคียง มีจำนวน 106 ตำบล 36 อำเภอ 7 จังหวัด คือ จังหวัดฉะเชิงเทรา 4 อำเภอ 11 ตำบล จังหวัดชลบุรี 5 อำเภอ 14 ตำบล จังหวัดระยอง 5 อำเภอ 14 ตำบล จังหวัดจันทบุรี 9 อำเภอ 34 ตำบล จังหวัดตราด 3 อำเภอ 9 ตำบล จังหวัดสระแก้ว จำนวน 7 อำเภอ 18 ตำบล และจังหวัดปราจีนบุรี 3 อำเภอ 6 ตำบล (Table 1)

พื้นที่ที่มีช้างป่ามากกว่า 50 ตัว อยู่ใน 6 บริเวณ ได้แก่ 1) ทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ในท้องที่อำเภอท่าตะเกียบและอำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา 2) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ในท้องที่อำเภอบ่อทองและอำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง 3) ทิศใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ในท้องที่อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี 4) ทิศตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว ในท้องที่อำเภอเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี 5) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว ในท้องที่อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว 6) ทิศตะวันตกของอุทยานแห่งชาติน้ำตกคลองแก้ว ในท้องที่อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่ข้างเคียงมีจำนวนประชากรช้างป่าที่ลดหย่อนลงมา (Figure 3 และ Table 1)

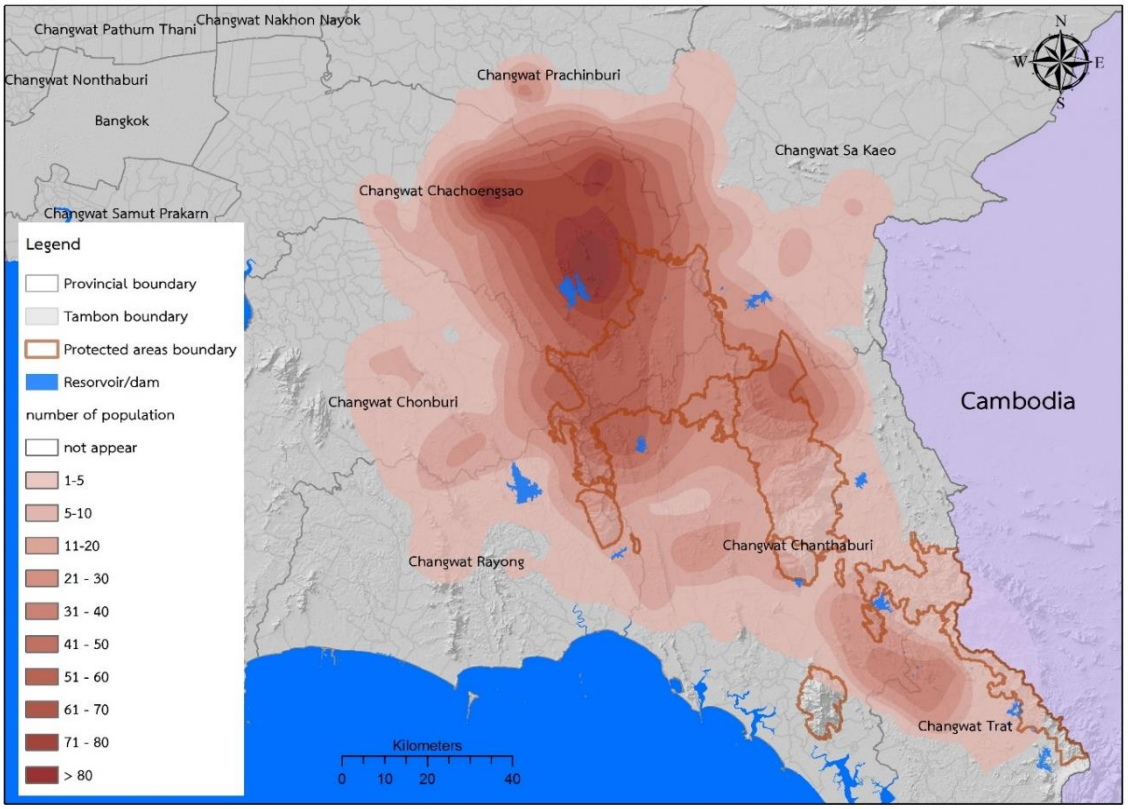


Figure 3 Landscape distribution of wild elephants in the Eastern of Thailand.

2. ระดับความรุนแรงของปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนและช้างป่า

พบว่าในพื้นที่ภาคตะวันออก มีบริเวณที่มีระดับความรุนแรงของปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนและช้างป่าในระดับสูง (มีการเสียชีวิตของช้างป่าหรือคน) ใน 6 บริเวณหลัก ได้แก่ 1) บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ในท้องที่ตำบลท่าตะเกียบ อำเภอท่าตะเกียบ ตำบลท่ากระดานและตำบลทุ่งพระยา อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา 2) บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ในท้องที่ตำบลพลวงทอง ตำบลบ่อทอง อำเภอบ่อทอง ตำบลคลองพลู อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี ตำบลห้วยทับมอญ ตำบลเขาน้อย อำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง 3) บริเวณทิศใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ในท้องที่ตำบลพวา อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี 4) บริเวณทิศตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว ในท้องที่

ตำบลทับช้าง ตำบลปะตง ตำบลทรายขาว อำเภอเขาสอยดาว จังหวัดจันทบุรี 5) บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาว ในท้องที่ตำบลคลองหาด ตำบลไทยอุดม ตำบลไทรทอง อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว 6) บริเวณทิศตะวันตกของอุทยานแห่งชาติน้ำตกคลองแก้ว ในท้องที่ตำบลช้างทูน อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่ข้างเคียงมีระดับความรุนแรงที่ลดหย่อนลงมา (Figure 4 และ Table 1)

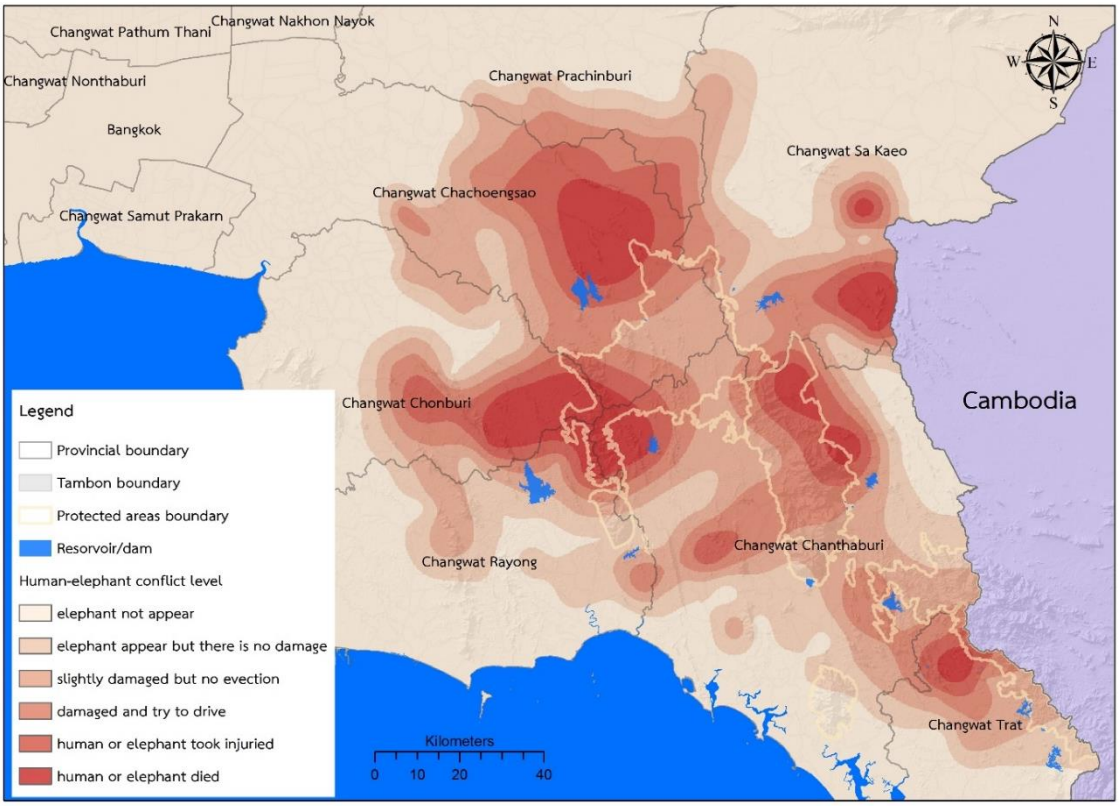


Figure 4 Landscape of the level of conflict between people and wild elephants in Eastern of Thailand.

3. ทัศนคติของชุมชนต่อช้างป่า

ชุมชนรอบกลุ่มป่าตะวันออก โดยเฉพาะกลุ่มที่มีช้างป่าเข้าไปหากินหรือเดินผ่านพื้นที่ มีหลายชุมชนที่มีทัศนคติในทางลบ เช่น การโกรธแค้น และหาทางทำร้ายช้างป่าด้วยวิธีการรุนแรง เช่น การใช้รั้วไฟฟ้าแรงสูง หรือวิธีการอื่นที่สามารถทำให้ช้างป่าบาดเจ็บหรือตายได้ เมื่อประเมินในเชิงภูมิทัศน์พบว่ากลุ่มชุมชนที่มีแนวคิดและวิธีการเช่นนี้ มีเพียง 4 บริเวณเท่านั้น คือ กลุ่มที่อยู่ในเขตตำบลท่ากระดาน อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา กลุ่มที่อยู่ในตำบลบ่อทอง ตำบลพลวงทอง อำเภอบ่อทอง ตำบลห้างสูง อำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี กลุ่มที่อยู่ในตำบลปฐวี อำเภอมะขาม และตำบลปะตง อำเภอสอยดาว จังหวัดจันทบุรี ส่วนบริเวณอื่น ๆ ซึ่งเป็นชุมชนส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อช้างป่าในระดับที่ดี (คือรู้สึกเห็นใจช้างป่าและปล่อยให้กินพืชผลของตนเองโดยไม่เข้าไปขับไล่ ในลักษณะการแบ่งปัน) และระดับปานกลาง (มีการขับไล่ให้ไปหากินที่อื่น) (Figure 5 และ Table 1)

ทั้งนี้มีข้อสังเกตเพิ่มเติมจากการพูดคุยกับผู้นำชุมชนและกลุ่มอนุรักษ์ ได้ให้ความเห็นว่าปัญหาได้เริ่มกระจายเป็นวงกว้างในราว 5 – 10 ปี ที่ผ่านมา โดยบางคนเห็นว่า เกิดจากการสร้างสิ่งกีดขวางทางเดินช้างป่าและวิธีการขับไล่ที่รุนแรง ทำให้ช้างป่าเปลี่ยนเส้นทางที่ออกมาหากินและไม่ยอมกลับเข้าไปอยู่ในแนวรั้วและแนวคูกั้นช้าง รวมถึงมีความดุร้ายเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Aziz *et al*. (2016) บางส่วน มองว่าการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมาไม่ได้ผลเพราะมีผลประโยชน์เข้ามาเกี่ยวข้อง และส่วนใหญ่เห็นว่าระดับความรุนแรงของปัญหากับทัศนคติทางลบของ

ชุมชนที่มีต่อช้างป่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ชุมชนที่มีการขับไล่ช้างป่าด้วยวิธีการรุนแรงหรือมีการด่าทอช้างป่า มักมีปัญหาความขัดแย้งกับช้างป่าในระดับสูง

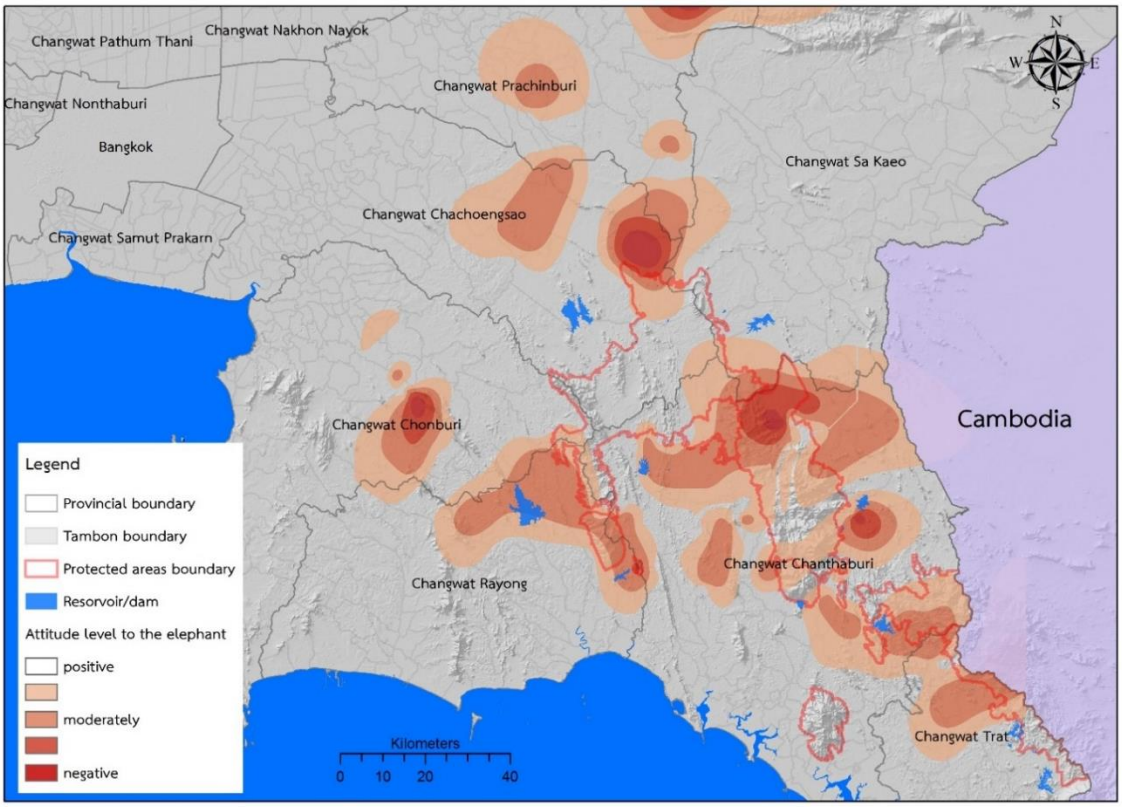


Figure 5 Landscape of attitude of villagers towards wild elephants in Eastern Thailand

Table 1 Distribution of wild elephants, conflict levels And the attitude of the community towards the problem of wild elephants In the eastern part of Thailand

CHANGWAT	Amphoe	Tambon	Elephant population[2]	Conflict level[3]	Attitude[4]
CHACHOENGSAO	Phanom Sarakham	Khao Hin Son	(5)	2	A
		Ko Khanun	(7)	2	A
	Plaeng Yao	Nong Mai Kaen	(10)	2	A
		Plaeng Yao	(10)	3	A
		Wang Yen	(6)	2	A
	Sanam Chai Khet	Ku Yai Mi	8 + (80)	3	B
		Lat Krathing	20	1	A
		Tha Kradan	5 + (60)	5	A - C
		Thung Phraya	6 + (80)	3	B
	Tha Takiap	Khlong Takrao	3 + (50)	2	A
		Tha Takiap	20 + (80)	5	A

Table 1 (Continued)

CHANGWAT	Amphoe	Tambon	Elephant population[2]	Conflict level[3]	Attitude[4]
CHONBURI	Ban Bueng	Nong Irun	(6)	2	A - B
		Nong Phai Kaeo	(3)	2	A
	Bo Thong	Bo Thong	2	5	A - C
		Bo Kwang Thong	5	2	A
CHONBURI	Bo Thong	Kaset Suwan	(5)	1	A
		Phluang Thong	4 + (40)	5	A - C
		That Thong	5	0	A
	Ko Chan	Ko Chan	(3)	2	A
	Nong Yai	Hang Sung	4 + (1)	4	B - C
		Khao Sok	2 + (10)	1	A
		Khlong Phlu	2 + (10)	5	A
		Nong Suea Chang	(2)	2	B
		Nong Yai	3 + (1)	3	A - B
	Phanat Nikhom	Nong Hiang	(3)	2	A
RAYONG	Ban Khai	Bang But	2	1	A
		Nong Bua	2	2	A
	Khao Chamao	Huai Thap Mon	7	15	A - B
		Khao Noi	2	2	A - B
		Nam Pen	6	1	A
		Cham Kho	(3)	1	A
	Klaeng	Ban Na	(3)	1	A
		Kong Din	(5)	3	B
		Thang Kwian	1 + (2)	1	A
		Thung Khwai Kin	(1)	1	A
	Pluak Daeng	Nong Rai	5	2	A
	Wang Chan	Chum Saeng	(2)	1	A
		Pa Yup Nai	2	1	B
		Wang Chan	(2)	1	B
CHANTHABURI	Kaeng Hang Maeo	Kaeng Hang Maeo	1	1	A
		Khao Wongkot	6	1	A - B
		Khun Song	20	2	A - B
		Phawa	50	5	A - B
		Sam Phi Nong	(5)	1	A
	Khao Khitchakut	Chanthakhlem	12	2	A - B
		Chak Thai	(1)	1	A
		Khlong Phlu	(10)	3	A - B
		Phluang	2 + (12)	1	A
		Takhian Thong	(1)	2	B

Table 1 (Continued)

CHANGWAT	Amphoe	Tambon	Elephant population[2]	Conflict level[3]	Attitude[4]
CHANTHABURI	Khlung	Bo Weru	(5)	2	A - B
		Map Phai	(2)	1	A
		Tok Phom	1 + (30)	2	A
		Wang Sappharot	1	1	A
	Makham	Ang Khiri	(1)	1	A
		Chaman	(2)	2	A - B
		Makham	(1)	0	A
		Patthawi	18	3	A and C
		Tha Luang	(3)	1	A
		Wang Saem	(1)	1	A
	Mueang Chanthaburi	Phlapphla	(1)	1	A
		Salaeng	(2)	1	A
	Na Yai Am	Na Yai Am	(8)	1	A
		Wang Mai	(5)	1	A
	Pong Nam Ron	Khlong Yai	(1)	1	A
		Pong Nam Ron	(1)	1	A
		Thap Sai	4 + (1)	2	A - B
	Soi Dao	Patong	40	4	A and C
		Sai Khao	3	5	C
		Thap Chang	50	5	C
	Tha Mai	Khao Baisi	(2)	0	A
		Khao Kaeo	17	4	A - B
		Song Phi Nong	2	2	A
		Thung Bencha	(2)	0	A
TRAT	Bo Rai	Bo Phloi	(1)	2	B
		Chang Thun	4 + (30)	5	B
		Dan Chumphon	(1)	1	A
		Nonsi	(3)	2	A
TRAT	Bo Rai	Nong Bon	3	3	A - B
	Khao Saming	Pranit	(1)	1	A
		Sato	(30)	2	A
		Wang Takhian	(1)	2	A
	Mueang Trat	Huai Raeng	(1)	0	A
SA KAEO	Aranyaprathet	Thap Phrik	(1)	2	A
	Khao Chakan	Phra Phloeng	20	2	A
	Khlong Hat	Benchakhon	(1)	1	A
		Khlong Hat	(1)	5	A
		Khlogn Kai Thuean	(1)	5	A

Table 1 (Continued)

CHANGWAT	Amphoe	Tambon	Elephant population[2]	Conflict level[3]	Attitude[4]
SA KAEO		Sai Diao	(1)	1	A
		Sai Thong	(1)	5	A
		Sap Makrut	(1)	1	A
		Thai Udom	(1)	5	A
	Mueang Sa Kaeo	Sala Lamduan	(3)	2	A
		Sa Khwan	(1)	1	A
	Wang Nam Yen	Ta Lang Nai	(1)	1	A
		Thung Maha Charoen	6	2	A
		Wang Nam Yen	(10)	1	A
	Wang Sombun	Wang Mai	4 + (1)	3	A
		Wang Sombun	(1)	1	A
		Wang Thong	20 + (1)	2	A
	Watthana Nakhon	Tha Kwian	(1)	1	A
PRACHIN BURI	Kabin Buri	Khao Mai Kaeo	(3)	2	A
		Wang Tha Chang	(30)	3	A - B
	Si Mahosot	Khok Thai	2	2	A
	Si Maha Phot	Krok Sombun	(4)	2	A - B
		Nong Phrong	(2)	1	A
		Si Maha Phot	(30)	2	A

Remarks:

1 Not including the elephant population traveling from Dong Phaya Yen – Khao Yai forest complex

2 The numbers in brackets are the number of elephants that come to live in certain seasons, numbers without brackets are the number of elephants that live regularly.

3 Human – elephant conflict level; 1 is the appearance of an elephant but no damage occurs, 2 is a small amount of damage without being offended, 3 is the damage that has occurred and the community is trying to evict, 4 is an elephant or a person with injuries and 5 is the death of a person or elephant.

4 The level of attitudes of villagers towards wild elephants; A is a good attitude to wild elephants, B is a feeling of dislike and C is a negative attitude and sees that wild elephants are enemies.

สรุป

ปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนและช้างป่าในกลุ่มป่าตะวันออก ได้กระจายออกเป็นวงกว้าง และมีแนวโน้มความรุนแรงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง การมองในภาพเชิงภูมิทัศน์ในผลการศึกษานี้ ถึงแม้จะเป็นการศึกษาแบบเร่งด่วน (rapid survey) และรายละเอียดของบางบริเวณอาจไม่ชัดเจนหรือแม่นยำ แต่เชื่อว่าสามารถนำไปใช้ในการวางแผนจัดการแก้ไขปัญหาในเชิงยุทธศาสตร์และภูมิศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์เส้นทางดึงช้างป่ากลับเข้าสู่ป่า การผนวกพื้นที่ใกล้เคียงที่มีประชากรช้างป่าอาศัยอยู่จำนวนมากและยากที่จะผลักดันกลับเข้าป่าเนื่องจากมีปัจจัยดึงดูดที่ยากแก่การแก้ไข ให้เป็นเขตพื้นที่อนุรักษ์รูปแบบพิเศษ เช่น บริเวณรอบอ่างเก็บน้ำคลองประแกต ทางตอนใต้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน และบริเวณรอบเขื่อนคลองสียัด รวมถึงพื้นที่สวนป่าในความดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

ทางทิศตะวันตกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ทั้งนี้ การดำเนินการทางด้านจิตวิทยากับพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของปัญหาในระดับสูงและกลุ่มชุมชนที่มีทัศนคติทางลบต่อช้างป่า เป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการเร่งด่วนเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณมยุรี แสงสว่าง คุณดำรงศักดิ์ เฮงสว่าง คุณสุขวินัย คำกลั่น คุณปิยธิดา ทองสุข คุณเพชรรัตน์ ดีแก้ว คุณตะหลก ทองเกิด คุณฟารีนา หลำชู คุณปาริชาต สินสวัสดิ์ คุณสว่างพงษ์ วรรณมณี คุณณัฐนันท์ จิตรา คุณจุฑามาศ ก่อศิริวัฒน์ คุณมิรันตรี ชื่นสมบัติ และคุณญาณิศา แซ่เตียว ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิจัย จากศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี ที่ช่วยกันทำงานภาคสนามอย่างเต็มกำลัง หัวหน้าหน่วยงานอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ในกลุ่มป่าตะวันออก คุณนิเวศ ปานรอด หัวหน้าสวนป่าคลองตะเกรา คุณณรงค์ชัย ชลภาพ และคุณมงคล ศรีอนันต์ เจ้าหน้าที่องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ที่ช่วยอำนวยความสะดวก

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

พิเชฐ นุ่นโต, ชุติอร ชาวีนี, มัทนา ศรีกระจ่าง, ชิษนุวัฒน์ มณีศรีขำ. 2561. **เสียงคน เสียงช้างป่า: แนวโน้มการตอบสนองของชุมชนต่อการจัดการปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่าในประเทศไทย**. กองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายวิจัยเพื่อท้องถิ่น, กรุงเทพฯ.

สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2560. **โครงสร้างประชากร การเคลื่อนที่ และการฟื้นฟูถิ่นอาศัยของช้างป่าในพื้นที่กลุ่มป่าตะวันออก**. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพ. (เอกสารอัดสำเนา)

ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์, คมสัน บรรชรรัตน์, อนุสรณ์ ปูเครือ และ รักฝัน ปัญญาวิวัฒนกุล. 2558. ประชากรและโครงสร้างอายุของช้างป่าในกลุ่มป่าตะวันออก “ป่ารอยต่อ 5 จังหวัด”, น. 89 - 111. *ใน* **ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2556 - 58**. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ไสว วังหงษา. 2547. **ประชากร และโครงสร้างทางประชากรของช้างป่า ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จังหวัดฉะเชิงเทรา สระแก้ว จันทบุรี ระยอง และชลบุรี**. สถานีวิจัยสัตว์ป่าฉะเชิงเทรา สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

Aziz, M.A., M.M. Shamsuddoha, M.D. Mariruddin, H.M. Morshed, R. Sarker and M.A. Islam. 2016. Elephant, border fence and human–elephant conflict in Northern Bangladesh: Implications for bilateral collaboration towards elephant conservation. **Gajah** 45 : 12 – 19.

Srikrachang, M. 2003. **Conservation and Management of Elephants in Thailand**. Ph.D. thesis, Mahidol University.

ผลของไฟป่าต่อพลวัตประชากรของนกประจำถิ่นในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่
The Effects of Forest Fire on Population Dynamics of Resident Bird at Mae Sa-Kog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province

ปานวริศร์ ปานศรี[1] ศุภลักษณ์ ศิริ[1] ยุวดี พลพิทักษ์[1] มงคล สาฟูวงศ์[2] วิมลมาศ นุ้ยภักดี[3] ประสิทธิ์ มากสิน[4]
อารีรัตน์ รักษาศิลป์[5] และ **ประทีป ด้วงแค**[1*]

Paanwaris Paansri[1], Supalak Siri[1], Yuwadee Ponpithuk[1], Mongkol Safoowong[2],
Wimonmart Nuipakdee[3], Prasit Maksin[4] Areerat Ragsasilp[5] and **Prateep Duengkae**[1*]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]สถานีวิจัยสัตว์ป่าดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ 50170
[2]Doi ChiangDao Wildlife Research Station, Chiang Mai Province 50170
[3]โครงการมนุษย์และชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ 50200
[3]Mae Sa-Kog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province 50200
[4]สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กรุงเทพฯ 10210
[4]Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization) – GISTDA, Bangkok 10210
[5]คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
[5]Faculty of Environment and Resource Studies, Mahasarakham University Kham, Maha Sarakham 44150
*Corresponding Author; E-mail: **prateep.du@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรนกประจำถิ่นกับจำนวนการเกิดไฟป่ารายปี ดำเนินการศึกษากับนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลา 51 เดือน มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประชากร โดยใช้วิธีการตั้งตาข่ายดักนก จากนั้นทำการจับทำเครื่องหมาย-ปล่อย-จับซ้ำ (Capture-Recapture) โดยการสวมกำไลขานก (Bird Banding) ประเมินประชากรนกรายปีด้วยโปรแกรม Capture และวิเคราะห์ร่วมกับจำนวนจุดการเกิดไฟป่ารายปีในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่ทั้งหมด (mean±SE) 587±56.66 ตัว เป็นเพศผู้ 365±43.77 ตัว เพศเมีย 194±27.88 ตัว ตัวเต็มวัย 477±51.99 ตัว และวัยเด็ก 26±11.53 ตัว ส่วนผลการประเมินประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงรายปี ตั้งแต่ปี 2558-2561 พบประชากร 67±13.41 ตัว 108±17.07 ตัว 181±21.86 ตัว และ 131±18.31 ตัว ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนจุดการเกิดไฟป่าในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่รายปีเท่ากับ 16,801 18,893 8,169 และ 6,635 จุด ตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r^2=0.478, p-value = 0.035) เนื่องจากจำนวนจุดเกิดไฟป่าที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในปีถัดไปมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อจำนวนจุดเกิดไฟป่าลดลงจะส่งผลให้ประชากรลดลงในปีถัดไปเช่นกัน ผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการติดตามประชากรนกและผลกระทบของไฟป่าระยะยาว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการประชากรนกป่าและที่อยู่อาศัยในพื้นที่แห่งนี้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

คำสำคัญ: นกจับแมลงคอน้ำตาลแดง การประเมินประชากร เขตสงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า

ABSTRACT

Monitoring population change of resident bird, Hill Blue Flycatcher (*Cyornis banyumas*); and the number of annual forest fire were conducted in Mae Sa-Kog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province. The data were collected monthly, for 51 months, from October 2014 to December 2018. The project aimed to estimate population of Hill Blue Flycatcher using capture-recapture technique

and bird banding. Then, birth population by year was estimated by Capture Program. In addition, number of annual forest fires, at Chiang Mai Province was also incorporated in the analysis. The results showed that population size of the Hill Blue Flycatcher (mean±SE) was 587±56.66 birds, including 365±43.77 males and 194±27.88 females. Among these, there were 477±51.99 adults and 26±11.53 juveniles. The Hill Blue Flycatcher’s population by year were 67±13.41 birds in 2015, 108±17.07 birds in 2016, 181±21.86 birds in 2017 and 131±18.31 birds in 2018. The study found that each year from 2015-2018, there were 16,801 fire spots, 18,893 fire spots, 8,169 fire spots and 6,635 fire spots, respectively. Our results indicated that the log-transformed values of populations and fire hotspots values had linear correlation with significant negative correlation coefficient (r^2=0.478, p-value = 0.035). In other words, this study found that the more fire spots found in the forest, the more birds were found that year, and vice versa. This was due to the sensitivity of bird population to any environmental changes around their residence. This project was the first report on long-term estimation of Hill Blue Flycatcher population size in Thailand. This information is significant for effective management of wild bird populations and habitats in this area.

Keywords: *Cyornis banyumas*, Estimating population size, Mae Sa-Kog Ma Biosphere Reserve,

คำนำ

การสำรวจประชากรสัตว์ป่าไม่มีวิธีการและสูตรสำเร็จมาตรฐานตายตัวที่สามารถใช้ได้กับสัตว์ป่าทุกชนิดและทุกพื้นที่ ต้องอาศัยวิธีการศึกษาที่หลากหลายซึ่งขึ้นอยู่กับการปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่ และส่วนใหญ่มีลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ข้อมูลด้านประชากรเป็นข้อมูลทางพลวัตที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงประชากรประกอบด้วยการเพิ่มขึ้นและการลดลง การเกิด การตาย การอพยพเข้าและออกจากพื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในประชากรทั้งสิ้น (นริศ, 2553) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของสภาพถิ่นที่อาศัยของนกที่มีสาเหตุจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลทำให้สภาพแวดล้อมเดิมที่นกอาศัยอยู่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม สาเหตุดังกล่าวส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดพันธุ์ การคงอยู่ หรือการหายไปของชนิดและจำนวนประชากรนกในพื้นที่ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อเพิ่มโอกาสในการอยู่รอดในพื้นที่ (สุธี, 2558)

สัตว์ป่าในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จัดได้ว่าเป็นทรัพยากรที่อยู่ในสภาพวิกฤติ โดยเฉพาะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กและขนาดกลาง มีจำนวนลดลงอย่างมาก เช่น เก้ง กวาง ชะนี และลิง นอกจากนี้สัตว์ขนาดใหญ่บางชนิดได้สูญพันธุ์ไปจากพื้นที่ เช่น ช้างป่า กระทิง วัวแดง และเสือ เป็นต้น (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2548) พื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยที่ป่าดิบเขาห้วยคอกม้าเป็นป่าธรรมชาติที่ยังไม่มีการบุกรุกเข้ามาใช้ประโยชน์ และยังคงความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศ ทำให้พบเจอนกหลากหลายชนิดมากกว่าในสังคมพืชประเภทอื่น ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อเป็นประโยชน์ในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม (ONEP, 2012)

การศึกษาในครั้งนี้ใช้เทคนิคการสำรวจประชากรสัตว์ป่าด้วยวิธีการจับสัตว์ทำเครื่องหมาย ปล่อย-จับซ้ำ (Capture-recapture method, Petersen estimate or Lincoln index) (นริศ, 2553) ในนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง ซึ่งเป็นนกที่อาศัยอยู่ใต้ชั้นเรือนยอดของป่า มีบทบาทที่สำคัญในการควบคุมกำจัดแมลงศัตรูพืช และเป็นดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของป่า (Sekercioglu *et al.*, 2004) นอกจากนี้นกในกลุ่มที่กินแมลงเป็นอาหารจัดเป็นกลุ่มนกที่มีความอ่อนไหวง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของถิ่นที่อยู่อาศัย เช่น การบุกรุกทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยและการเกิดไฟป่า (Laurence *et al.*, 2004) หากแหล่งทรัพยากรในการหากินและพื้นที่ที่อยู่อาศัยของนกถูกรบกวน นกกลุ่มนี้อาจหายไปจากพื้นที่ (Sekercioglu *et al.*, 2009) เนื่องจากนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเป็นนกที่มีช่วงความสูงในหากินตามแนวด้านตั้งอยู่ในระดับที่แคบมาก จึงส่งผลให้นกมีพื้นที่หากินอยู่อย่างจำกัด (ศุภลักษณ์

และคณะ, 2557) การติดตามการประเมินประชากรในระยะยาวกับการเกิดไฟป่าครั้งนี้เป็นรายงานแรกที่ได้ดำเนินการในนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง โดยข้อมูลประชากรนกที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการประเมินความหนาแน่นของนกในพื้นที่ ซึ่งมีความสำคัญต่อการสนับสนุนและการจัดการประชากรนกป่าและที่อยู่อาศัยในพื้นที่แห่งนี้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การตั้งตาข่ายดักนก

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการสุ่มตัวอย่างประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในแปลงถาวรขนาด 400x400 เมตร บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า เป็นประจำทุกเดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ทำการสุ่มตัวอย่างประชากรนกโดยใช้วิธีการตั้งตาข่าย (mist net) ในบริเวณที่มีเรือนยอดแน่นทึบ 12 จุด และบริเวณช่องว่างของเรือนยอด 12 จุด ซึ่งบริเวณช่องว่างของเรือนยอด (forest gap) ในการศึกษาครั้งนี้หมายถึงช่องว่างที่เกิดขึ้นจากการรบกวนตามธรรมชาติและส่งผลทำให้ต้นไม้ใหญ่โค่นล้มลงในพื้นที่ (Watt, 1947) แต่ละจุดตั้งตาข่ายในบริเวณเรือนยอดแน่นทึบ (ตาข่ายยาว 18 เมตร สูง 4 เมตร) บริเวณช่องว่างของเรือนยอด (ตาข่ายยาว 18 เมตร สูง 9 เมตร) ทำการเปิดตาข่ายตั้งแต่เวลา 06.00-16.00 น. โดยดำเนินการเช็คนกที่เข้ามาติดในตาข่าย ทุก ๆ 30 นาที ภายหลังทำการเปิดตาข่ายดักนกในช่วงเวลาดังกล่าว และปิดตาข่ายทันทีเมื่อฝนตก เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นอันตรายต่อนกที่เข้ามาติดตาข่ายในช่วงเวลานั้น (Wunderle *et al.*, 2005)

2. การทำเครื่องหมายนก

เมื่อนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเข้ามาติดตาข่ายตามจุดสุ่มที่ตั้งไว้ ทำการปลดนกออกจากตาข่าย และนำนกใส่ลงในถุงผ้า จากนั้นทำการบันทึกข้อมูล วัน เวลา ข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาต่างๆ และตำแหน่งของตาข่ายที่นกเข้ามาติด จากนั้นทำการติดห่วงขานก (Bird ringing) โดยขนาดของห่วงขาที่เหมาะสมจำเป็นต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแข้ง (Tarsus) นกเล็กน้อย เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อตัวนก ห่วงขาแต่ละห่วงมีเลขระบุรายตัวที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งช่วยในการติดตามและจำแนกประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงรายตัวได้ในระยะยาวหรือตลอดช่วงชีวิต (The North American Banding Council, 2001)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลประชากรนกด้วยโปรแกรม Capture (White *et al*., 1978) ซึ่งเป็นวิธีการสำรวจจำนวนประชากรสัตว์ป่า มีรูปแบบการสำรวจ คือ จับสัตว์ป่ามาทำเครื่องหมายที่เป็นสัญลักษณ์ระบุตัวและปล่อยกลับสู่ธรรมชาติ จากนั้นทำการจับซ้ำอีกครั้งเพื่อประเมินประชากรสัตว์ป่า ซึ่งสามารถคำนวณประชากรได้ ดังนี้

$$N = \frac{MC}{R}\,;\frac{Recapture}{Capture} = \frac{Marked}{Population\ size(N)}$$

โดยที่ N แทนขนาดของประชากรที่ถูกประมาณ
C แทนจำนวนสัตว์ที่ถูกจับและทำเครื่องหมายในครั้งแรก
M แทนจำนวนสัตว์ที่ถูกจับในครั้งที่สอง
R แทนจำนวนสัตว์ที่ถูกจับและมีเครื่องหมายในครั้งที่สอง

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เป็นตัวแปรอิสระ กับตัวแปรที่เป็นตัวแปรตาม โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ดังนี้

$$\hat{y} = a + bx_i$$

โดยที่ x_i แทนค่าของตัวแปรอิสระ
a แทนค่าระยะตัดแกน y (y-intercept)
b แทนค่าความชัน (slope) ของเส้นตรง

4. การนำเข้าข้อมูลจุดความร้อน (Hotspots)

นำจุดความร้อนที่เกิดไฟป่าภายในท้องที่จังหวัดเชียงใหม่ในแต่ละปีจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ซึ่งเป็นข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจสภาพภูมิอากาศ NPOESS Preparatory Project (NPP) โดยนำผลการประเมินประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Capture มาหาความสัมพันธ์กับจำนวนจุดเกิดไฟป่าภายในท้องที่จังหวัดเชียงใหม่ และในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า

ผลและวิจารณ์

1. ประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง

การประเมินจำนวนประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า ที่ทำการศึกษารวมระยะเวลา 51 เดือน โดยใช้โปรแกรม Capture, Model M(h) ในการประเมินค่าประชากร ผลการประเมินประชากรทั้งหมดของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเท่ากับ 587±56.66 [95% CI 489-712] ตัว ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (% CV) เทากับ 4.45 % ซึ่งประชากรเพศผู้ของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง เท่ากับ 365±43.77 [95% CI 292-464] ตัว % CV เทากับ 5.57% ประชากรเพศเมียของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง เท่ากับ 194±27.88 [95% CI 149-259] ตัว % CV เทากับ 7.20% ประชากรตัวเต็มวัยของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเท่ากับ 477±51.99 [95% CI 390-594] ตัว % CV เทากับ 5.02% และประชากรวัยเด็กของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเท่ากับ 26±11.53 [95% CI 26-26] ตัว % CV เทากับ 29.49% (Table 1) ซึ่งนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่ศึกษามีความหนาแน่น 8.73 ตัวต่อเฮกตาร์

Table 1 The total population (N) standard error (SE) coefficient of variance (%CV) at 95% confidence interval by Capture, Model M(h).

Type	Population size (N±SE)	%CV	95% CI	
			lower	upper
Total	587±56.66	4.45	489	712
Male	365±43.77	5.57	292	464
Female	194±27.88	7.20	149	259
Adult	477±51.99	5.02	390	594
Juvenile	26±11.53	29.49	26	26

จากผลการประเมินประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในแปลงถาวรขนาด 400 x 400 เมตร บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า ซึ่งเป็นสังคมพืชป่าดิบเขาที่มีช่วงความสูงอยู่ระหว่าง 1,250–1,540 เมตร จากระดับน้ำทะเล และเป็นพื้นที่ที่ยังมีความอุดมสมบูรณ์ จะเห็นได้ว่าประชากรนกที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2557 จนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลา 4 ปี 3 เดือน มีช่วงของประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงที่พบในพื้นที่ ตั้งแต่ 457-677 ตัว แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษาสามารถรองรับประชากร

นกจับแมลงคอน้ำตาลแดงได้มากถึง 677 ตัว จากผลการศึกษาดังกล่าวถือได้ว่าเป็นงานวิจัยที่ต่อยอดจากผลการศึกษาของ ศุภลักษณ์ และคณะ (2556) ที่รายงานว่านกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า เป็นนกที่มีความชุกชุมปานกลาง และเป็นนกในวงศ์นกจับแมลงที่พบมากที่สุดในแปลง ทั้งในบริเวณเรือนยอดทึบและบริเวณช่องว่างของเรือนยอด เมื่อเปรียบเทียบระดับความชุกชุมของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่กับแปลงสำรวจนกถาวรของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง (แปลง 500x500 เมตร) และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว (แปลงถาวร 500x500 เมตร) พบว่าระดับความชุกชุมของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า มีค่าใกล้เคียงกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงมากที่สุด เนื่องจากเป็นสังคมพืชป่าดิบเขาเช่นเดียวกัน (เจริญชัย และสมหญิง, 2554; ธานี และคณะ, 2558)

ความหนาแน่นของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Round *et al.* (2005) ในแปลงวิจัยมอสิงโต เขาใหญ่ และธานี และคณะ (2558) ที่ทำการศึกษาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว พบว่าความหนาแน่นของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในการศึกษาครั้งนี้มีค่าความหนาแน่น (ตัว/เฮกตาร์) สูงกว่าทั้งสองบริเวณ โดยในพื้นที่แปลงวิจัยมอสิงโตมีค่าความหนาแน่น 1.61 ตัว/เฮกตาร์ ส่วนในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาวมีความหนาแน่น 0.11 ตัว/เฮกตาร์ จะเห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่ศึกษามีความแตกต่างกันมากที่สุดกับเชียงดาว เนื่องจากแปลงศึกษาเป็นสังคมพืชป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง จึงส่งผลให้ความหนาแน่นของนกต่ำกว่าบริเวณป่าดิบเขา ซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมสำหรับนกชนิดนี้ นอกจากนี้ โอภาส (2544) และ ศุภลักษณ์ และคณะ (2557) ยังพบว่ารูปแบบการหากินด้านตั้งของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง ในบริเวณเรือนยอดแน่นทึบมีช่วงความสูงในการหากินอยู่ที่ระดับ 0-5 เมตร ซึ่งจัดเป็นนกที่มีช่วงความสูงในการหากินแคบ โดยนกจับแมลงส่วนใหญ่เกาะกิ่งไม้โดยมีลำตัวตั้งตรง มีกลยุทธ์ที่ตรงตามชื่อ Flycatcher คือ เกาะบนกิ่งไม้เพื่อมองหาแมลง จากนั้นจึงบินออกไปโฉบแล้วกลับมาเกาะที่เดิมเพื่อจัดการกับเหยื่อ มักหากินแบบโดดเดี่ยว ซึ่งนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงนั้นเป็นนกที่กินแมลงเป็นอาหาร โดยผลการศึกษาประชากรชี้ให้เห็นถึงการเข้ามาใช้ประโยชน์ของนกในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า ซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมทั้งด้านอาหาร และสภาพแวดล้อมของนกชนิดนี้ จึงส่งผลให้ประชากรของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่มีความหนาแน่นสูง ดังนั้นเมื่อพื้นที่สามารถรองรับประชากรได้มากและประกอบกับนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเป็นนกที่มีความต้องการจำเพาะในการหากินสูง จำเป็นต้องมีการจัดการประชากรและถิ่นที่อยู่อาศัยในพื้นที่ให้มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของนกต่อไปในอนาคต

นอกจากนี้ในกรณีของจำนวนประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเพศผู้มากกว่าเพศเมีย คิดเป็นร้อยละ 62 ของประชากร แสดงถึงความแตกต่างของประชากรระหว่างเพศ สอดคล้องกับการศึกษาของ Mark *et al*. (2001) ที่รายงานว่านก Willow Flycatchers (*Empidonax traillii*) ในพื้นที่กลางเมืองแอริโซนา บริเวณพื้นที่ Salt River และ Tonto Creek ที่ไหลเข้าสู่ทะเลสาบ Roosevelt (Gila County) และแม่น้ำ San Pedro ซึ่งรายงานว่าประชากรเพศผู้มากกว่าเพศเมีย คิดเป็นร้อยละ72 ของประชากรทั้งหมด เนื่องจากนกเพศผู้ส่วนใหญ่ในพื้นที่มีพฤติกรรมที่กระตือรือร้นในการออกมาใช้ประโยชน์ เช่น การออกหาอาหาร การป้องกันอาณาเขต จึงส่งผลให้นกเพศผู้มีการกระจายตัวไปทั่วทั้งพื้นที่มากกว่านกเพศเมีย

2. ประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงรายปีกับจุดการเกิดไฟป่า

การประเมินประชากรของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงรายปี ทำการประเมินประชากรนกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2561 พบประชากรนก 67 ตัว 108 ตัว 181 ตัว และ 131 ตัว ตามลำดับ (Table 2) จากข้อมูลของ GISTDA (2018) โดยดาวเทียมสำรวจสภาพภูมิอากาศ NPOESS Preparatory Project (NPP) พบจำนวนจุดการเกิดไฟป่าในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่รายปีเท่ากับ 16,801 18,893 8,169 และ 6,635 จุด ตามลำดับ (Figure 1)

Table 2 The annual population size (N) standard error (SE) coefficient of variance (%CV) at 95% confidence intervalby Capture, Model M(h)

Years	Population size (N±SE) (ตัว)	%CV	95% CI	
			lower	upper
2558	67±13.41	11.84	48	101
2559	108±17.07	9.44	82	150
2560	181±21.87	7.16	145	231
2561	131±18.31	8.37	102	174

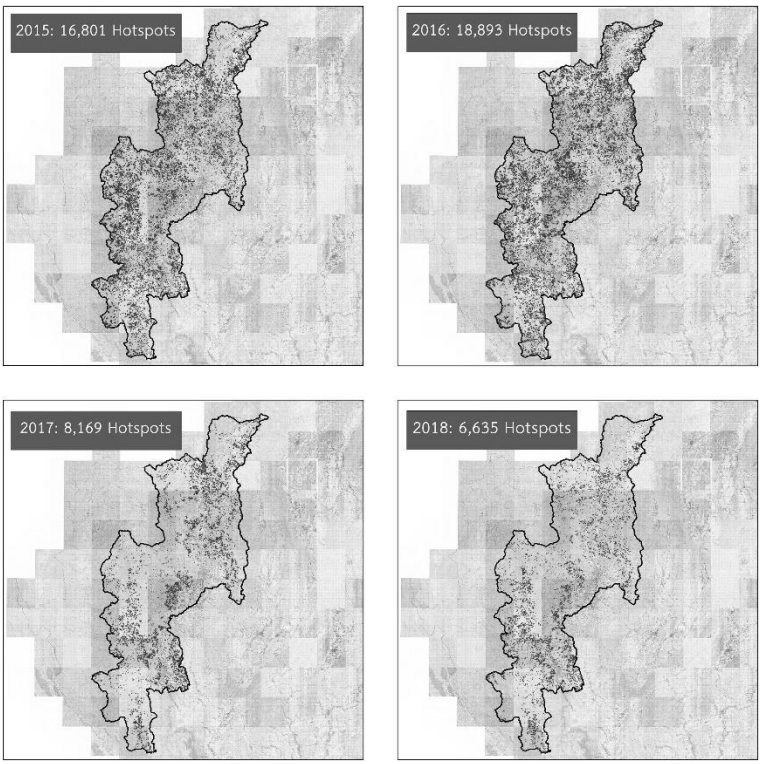


Figure 1 Hotspots at Chiang Mai Province.

จากผลการศึกษาประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงรายปี พบว่าประชากรนกเพิ่มขึ้นจากเดิมในปี พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2559 ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเกิดของไฟป่าในจังหวัดเชียงใหม่ที่เกิดขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2559 โดยการศึกษาของ Bowman (1998) พบว่าไฟป่าที่เกิดขึ้นทำให้ความหนาแน่นของต้นไม้ลดลง และยังส่งผลต่อความซับซ้อนของโครงสร้างพืชในป่าดิบเขา ไฟป่าจึงมีส่วนทำให้พื้นที่อยู่อาศัยของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะเห็นได้ว่านกในกลุ่มนกกินแมลงเป็นนกที่มีความอ่อนไหวง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของถิ่นที่อยู่อาศัย เช่น การบุกรุก และทำลายถิ่นที่อยู่อาศัย (Laurence *et al*., 2004) นอกจากนี้นกจับแมลงคอน้ำตาลแดงยังเป็นนกที่หลีกเลี่ยงการเข้าใช้ประโยชน์ในพื้นที่โล่ง ชอบอาศัยในพื้นที่ที่มีเรือนยอดแน่นทึบหรือช่องว่างขนาดเล็กในป่าธรรมชาติ (Chruszcz and Breniser, 2003; Freeman *et al*., 2018; Siri *et al*., 2019) ซึ่งหากแหล่งทรัพยากรในการหากินและพื้นที่ที่อยู่อาศัยถูกรบกวน ไม่ว่าจะเป็นการแผ้วถางพืชพรรณซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญในการดำรงชีวิต นกประเภทนี้อาจหายออกไปจากพื้นที่ (Sekercioglu *et al*., 2000) จากผลการศึกษาประชากรรายปีกับจุดการเกิดไฟป่าทำให้ทราบว่านกจับแมลงคอน้ำตาลแดงที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่เกิดไฟป่าสามารถบินอพยพประชากรขึ้นไปในที่สูงที่อยู่ใกล้เคียง เนื่องจากสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิบนยอดเขามีความ

เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตมากกว่าบริเวณที่เกิดไฟป่า โดยพื้นที่ทำการศึกษาเป็นป่าดิบเขาห้วยคอกม้า ซึ่งไม่มีการรบกวนของไฟป่า จึงเป็นพื้นที่ที่นกสามารถย้ายเข้ามา ส่งผลให้ประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงเพิ่มขึ้นในพื้นที่และมากที่สุดในปี 2560 (Figure 2) ในช่วงที่เกิดไฟป่าของจังหวัดเชียงใหม่

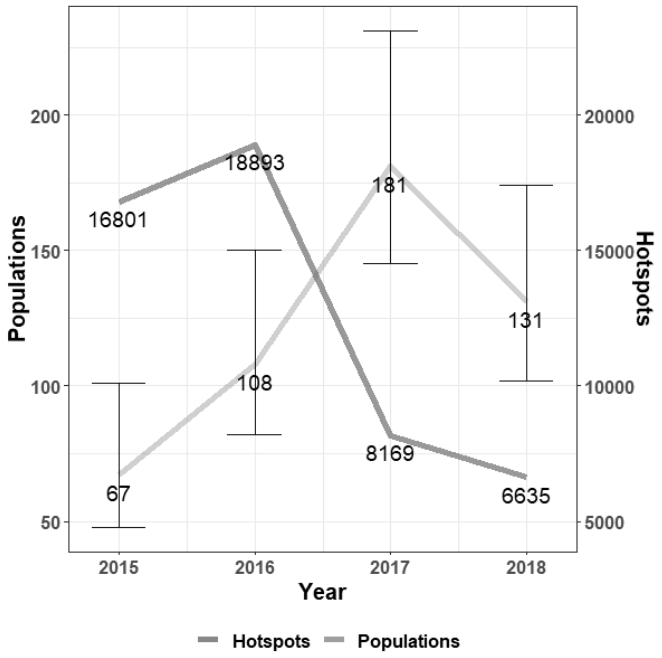


Figure 2 Relationship between the population size of hill blue flycatcher and hotspots at Chiang Mai Province.

ไฟป่าที่เกิดขึ้นภายใต้ชั้นเรือนยอดมีผลกระทบอย่างมากต่อการตายของต้นไม้ และโครงสร้างป่า (Peres, 1999; Barlow *et al*., 2003; Haugaasen *et al*., 2003) ซึ่งผลกระทบจากไฟป่าในจังหวัดเชียงใหม่นั้นส่งผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของป่าในพื้นที่ โดยเฉพาะใบไม้ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แมลง เมื่อแมลงซึ่งเป็นเหยื่อหลักของนกชนิดนี้ลดจำนวนลง ย่อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง (Peres *et al*., 2003) ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าผลของไฟป่าที่เกิดขึ้นในจังหวัดเชียงใหม่มีผลต่อประชากรนก อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2561 นั้นพบว่าประชากรของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงมีจำนวนลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากในปี พ.ศ. 2560 มีจำนวนจุดเกิดไฟป่าในจังหวัดเชียงใหม่ 8,169 จุด โดยมีจำนวนจุดเกิดไฟป่าลดลงถึงร้อยละ 67.29 และ 69.81 จากปี พ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2559 ตามลำดับ ซึ่งโครงสร้างพืชที่โดนผลกระทบจากไฟป่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถูกฟื้นฟูมากขึ้น ความหนาแน่นของต้นไม้และเรือนยอดจึงกลับมามีความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง ทำให้นกมีการอพยพกลับไปยังถิ่นที่อยู่อาศัยเดิม ดังนั้นจึงทำให้ขนาดของประชากรในพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2561 กลับมาใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2559 อีกครั้ง และจากจำนวนจุดเกิดไฟป่าในปี พ.ศ. 2561 ของจังหวัดเชียงใหม่ พบ 6,635 จุด พบว่ามีจุดเกิดไฟป่าใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2560 จึงสามารถคาดการณ์จำนวนประชากรของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในปี พ.ศ. 2562 ได้ว่า จำนวนประชากรจะมีค่าใกล้เคียงกับจำนวนประชากรในปี พ.ศ. 2561

จากนั้นได้ทำการลดขอบเขตพื้นที่ของจุดเกิดไฟป่าในขอบเขตของจังหวัดเชียงใหม่ โดยสนใจเฉพาะพื้นที่ที่การทำการศึกษา ซึ่งเป็นขอบเขตพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า (Figure3) จากผลของการลดขอบเขตการแสดงจำนวนจุดเกิดไฟป่า พบว่าความสัมพันธ์ของจำนวนจุดเกิดไฟป่าและจำนวนประชากรในขอบเขตของจังหวัดเชียงใหม่และในเขตสงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า ไม่แตกต่างกันมากนัก (Figure 4) ซึ่งผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าจำนวนจุดเกิดไฟ

ป่าทั้งในขอบเขตของจังหวัดเชียงใหม่ และในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากรของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่

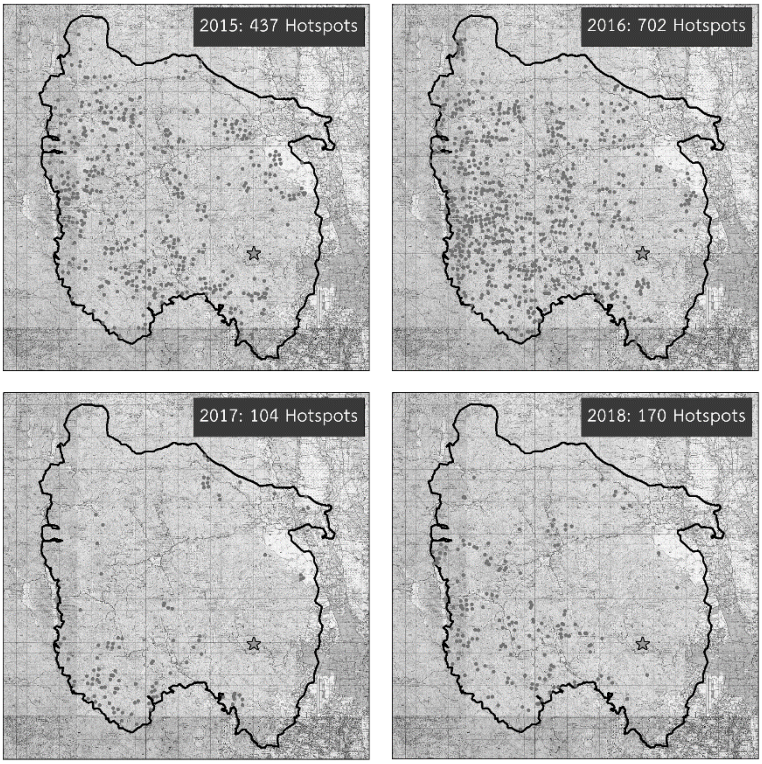


Figure 3 Hotspots at Mae Sa-Kog Ma Biosphere Reserve.

Remark: ☆ = Location of 16-hectare permanent plot

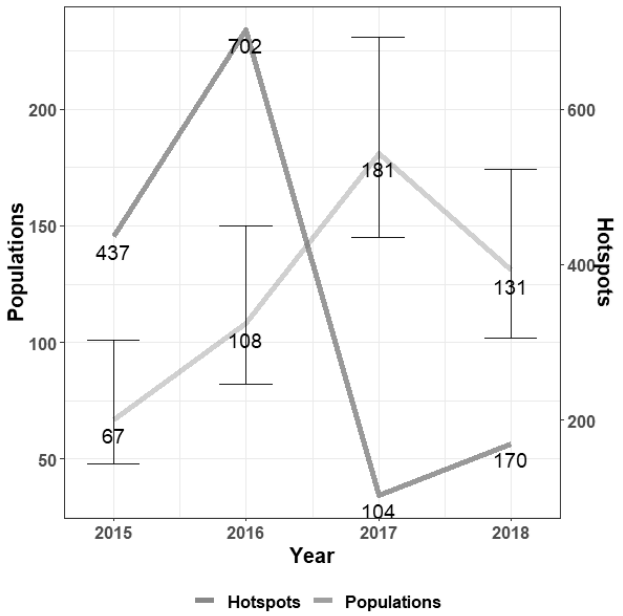


Figure 4 Relationship between the population size of hill blue flycatcher and hotspots at Mae Sa-Kog Ma Biosphere Reserve.

โดยเมื่อนำจุดความร้อนในจังหวัดเชียงใหม่ และในขอบเขตพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า ที่อยู่ในรูปแบบของสัดส่วน มาหาค่าความสัมพันธ์กับจำนวนประชากรรายปี โดยทำการแปลงข้อมูลของจำนวนจุดความร้อนทั้งหมดโดยใช้ค่าล็อก (Logarithmic Transformation) เพื่อเปลี่ยนสภาพของข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ หรือทำให้ความแปรปรวนมีค่าเท่ากัน พบว่าจำนวนจุดความร้อนและจำนวนประชากรมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r^2=0.478, p-value = 0.035) โดยมีสมการถดถอย คือ log(Hotspots) = -0.192 - 0.011 (Populations) (Figure 5)

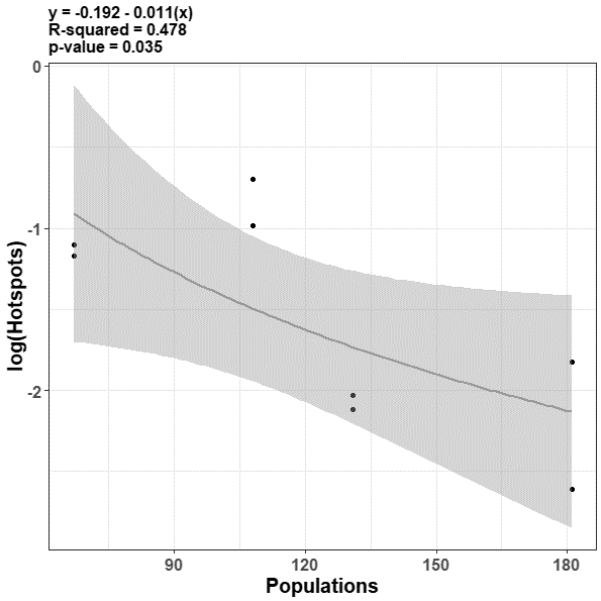


Figure 5 The Correlation Between Population and log (Hotspots).

สรุป

การประเมินจำนวนประชากรของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดงในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า พบว่าผลการประเมินประชากรทั้งหมดของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง (mean±SE) เท่ากับ 587±56.66 ตัว และมีความหนาแน่น 8.73 ตัวต่อเฮกตาร์ โดยเพศผู้มีประชากรมากกว่าเพศเมียร้อยละ 62 ซึ่งจากผลการศึกษาจำนวนประชากรในแต่ละปี พบว่าขนาดประชากรของนกจับแมลงคอน้ำตาลแดง มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่อยู่อาศัยและปัจจัยแวดล้อม ซึ่งขนาดประชากรมีความผันแปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงและมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจุดความร้อน เนื่องจากผลของไฟป่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) โครงการการติดตามความหลากหลายทางชีวภาพต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในเขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้าและพื้นที่ใกล้เคียงของระบบนิเวศภูเขาดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ และขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช สำนักอุทยานแห่งชาติ ส่วนนันทนาการ และสื่อความหมาย. 2548. **อุทยานแห่งชาติในประเทศไทย**. สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

เจริญชัย โตไธสง และสมหญิง ทัฬหิกรณ์. 2554. ความหลากชนิดและการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของนกป่าในป่าดิบเขา เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย, น. 51-67. *ใน* **ผลงานวิจัย และความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2553.** กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ธานี การินทร์, เชิดเกียรติ ทาพงษ์, จักรพงษ์ ราดถา และมงคล สาฟูวงศ์. 2558. การศึกษาความหลากชนิดของนกในป่าเบญจพรรณในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่, น. 275-323. *ใน* **ผลงานวิจัย และความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2556-2558.** กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ศุภลักษณ์ ศิริ, ประทีป ด้วงแค และดอกรัก มารอด. 2556. ความหลากชนิด และความชุกชุมของนกในแปลงถาวรป่าดิบเขาห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 20 (1): 97-112.

ศุภลักษณ์ ศิริ, ประทีป ด้วงแค และดอกรัก มารอด. 2557. รูปแบบการหากินด้านตั้งของนกในแปลงถาวรป่าดิบเขาห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่, น. 1-9. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52 (สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุธี ศุภรัฐวิกร. 2558. **นกไทย ในบันทึกความทรงจำ เล่ม 7**. Bird Life Club, กรุงเทพฯ.

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2553. **นิเวศวิทยา และการจัดการสัตว์ป่า**. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวนศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้, กรุงเทพฯ.

Barlow, J., C.A. Peres, B.O. Lagan and T. Haugassen. 2003. Large tree mortality and the decline of forest biomass following Amazonian wildfires. **Ecol. Lett.** 6: 6–8.

Bowman, D.M.J.S. 2008. The impact of Aboriginal landscape burning on the Australian biota. **New Phytologist** 140(3): 385–410.

Chruszcz, B. and H. Breniser. 2003. **Effects of Prescribed Burning and Forest Thinning on Birds**. Parks Canada monitoring study, Banff, Alberta, Canada.

Freeman, B.G., M.N. Scholer, V. Ruiz-Gutierrez and J.W. Fitzpatrick. 2018. Climate change causes upslope shifts and mountaintop extirpations in a tropical bird community. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 115(47): 11982-11987

GISTDA. 2018. **Thailand fire monitoring system**. Available Source: http://fire.gistda.or.th/, May 19, 2019.

Haugaasen, T., J. Barlow and C.A. Peres. 2003. Surface wildfires in central Amazonia: short-term impact on forest structure and carbon loss. **For. Ecol. Mgmt**. 179: 321–331.

Laurence, S.G.W., P.C. Stouffer and W.F. Laurence. 2004. Effects of road clearings on movement patterns of understory rainforest birds in Central Amazonia. **Conservation Biology** 18 (4): 1099-1109.

Mark K.S., J.C. Owen, E.H. Paxton and S.M. Langridge. 2001. A targeted mist net capture technique for the willow flycatcher. **Western Birds 32**: 167–172.

ONEP (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning). 2012. **Man and Biosphere Program: MAB**. Available Source: http://www.onep.go.th/library/index.php?option=com_content&view=article&id=74:-man- and-biosphere-programme-mab&catid=26:2012-04-02-06-57-22&Itemid=34, March 11, 2018.

Peres, C.A. 1999. Ground fires as agents of mortality in a Central Amazonian forest. **J. Trop. Ecol**. 15: 535–541.

Peres, C.A., J. Barlow and T. Haugaasen. 2003. Vertebrate responses to surface fires in Amazonian forests. **Oryx** 37: 97–109.

Round, P.D., G.A. Gale, A.J. Pierce, K. Pobprasert, W. sankamethavee, K. Tokue, S. Nimnuan, A. Pattanavibool and W.Y. Brockelman. 2006. The ecology of forest birds at Mo-Singto Khao Yai. **Proceedings of the 9th BRT Annual Conference**. Bio-diversity Research and Training Program, Bangkok.

Sekercioglu, C.H., G.C. Daily and P.R. Ehrlich. 2004. **Ecosystem consequences of bird declines. Proceedings of the National Academy of Sciences** 101(52): 18042–18047.

Sekercioglu, C.H., P.R. Ehrlich, G.C. Daily, D. Aygen, D. Goehring and R.F. Sandí. 2009. Disappearance of insectivorous birds from tropical forest fragments. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 99 (1): 263-267.

Siri, S., Y. Ponpituk, M. Safoowong, D. Marod and P. Duengkae. 2019. The natural forest gaps maintenance diversity of understory birds in Mae Sa-Kog Ma Biosphere Reserve, northern Thailand. **Biodiversitas** 20: 181-189.

The North American Banding Council. 2001. **The North American Banders' Study Guide**. Point Reyes Station, California, U.S.A.

Watt, A.S. 1947. Pattern and process in the plant community. **J. Ecol.** 35: 1-22.

White, G.C., K.P. Burnham, D.L. Otis and D.R. Anderson. 1978. **User's Manual for Program CAPTURE.** Utah State University Press, Utah.

Wunderle, J.M., R.M.R. Willig and L.M.P. Henriques. 2005. Avian distribution in treefall gaps and understory of *terra firme* forest in the lowland Amazon. **Ibis** 147: 109-129.

ความมากมาย และการใช้พื้นที่อาศัยของหมาจิ้งจอก (*Canis aureus*) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง
Abundance and Habitat Use of Asiatic Jackal (*Canis aureus*) in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

อันดามัน จันทร์ขาว[1], ขวัญฤทัย จรัสเพ็ชร[1] **รองลาภ สุขมาสรวง**[1*] และนริศ ภูมิภาคพันธ์[1]
Andaman Chankhao, Khwanrutai Charaspet[1], **Ronglarp Sukmasuang**[1*] and Naris Bhumpakphan[1]
[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[1] Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University
* Corresponding Author; E-mail: **fforrls@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาความมากมาย การเลือกใช้พื้นที่อาศัย และกิจกรรมในรอบวันของหมาจิ้งจอก ดำเนินการในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 โดยวิธีติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพตลอดระยะเวลาศึกษาครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 200 กม^2 ด้วยกล้องดักถ่ายภาพ ทั้งหมด 65 ตำแหน่ง ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความมากมายในรอบปีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.19 ช่วงฤดูแล้งค่าร้อยละ 0.24 และช่วงฤดูฝนมีค่าร้อยละ 0.05 เปรียบเทียบจำนวนภาพถ่ายหมาจิ้งจอกเฉลี่ยต่อกล้องระหว่างป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดและระหว่างป่าผสมผลัดใบและป่าดิบแล้ง พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบความแตกต่างระหว่างป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าหมาจิ้งจอกใช้พื้นที่ป่าเต็งรังเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาได้แก่ป่าผสมผลัดไปและป่าดิบแล้งตามลำดับ ความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่พบว่าถนนในป่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของหมาจิ้งจอกมากที่สุดเมื่อพิจารณาจากค่า AIC ความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่หมาจิ้งจอกมีค่า 0.20±0.15 ครอบครัวหรือสมาชิกภายในอาณาเขตป้องกันต่อตารางกริด
คำสำคัญ: หมาจิ้งจอก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง กล้องดักถ่ายภาพ

ABSTRACT

Study of abundance and habitat use of Asiatic jackal was conducted in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary during November 2017 and November 2018, using camera trap technique. Sixty-five camera traps were employed to cover an area of approximately 200 km^2. The results showed that relative abundance of the species based on all year round data was 0.19. During the dry season the index was 0.24 whereas during the wet season the index was 0.05. Comparisons of number of the pictures per camera between the dry dipterocarp forest and the mixed deciduous forest; and also between the mixed deciduous forest and the dry evergreen forest were not different significantly. Whereas the result showed significant difference between the dry dipterocarp forest and the dry evergreen forest. The study indicated that most habitats used by the species was the dry dipterocarp forest, followed by the mixed deciduous forest and the dry evergreen forest, respectively. Probability occupancy investigation found that the forest road was the most important factor affecting the appearance of the animal when determined based on AIC value. The probability of occupy of the family group or the territorial group of the species in the area was 0.20±0.15 family groups or territorial groups/square grid.
Keywords: Asiatic jackal, Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Camera trap

คำนำ

หมาจิ้งจอกเป็นสัตว์ป่าอยู่ในอันดับสัตว์กินเนื้อ (Canivora) วงศ์หมาป่า (Canidae) เป็น 1 ใน 2 ชนิดของหมาป่าที่พบในประเทศไทย สามารถปรับตัวอยู่ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีเกือบทุกสภาพพื้นที่ทั้งในทะเลทราย ทุ่งหญ้า ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ พื้นที่ริมน้ำ หรือในพื้นที่แบบกึ่งเกษตรธรรมชาติ ตลอดจนชุมชนเมือง (MacDonald, 1979; 1984; Roberts, 1997; Giannatos *et al*., 2010; Hunter and Barrett, 2011) มีรายงานการพบเห็นที่ระดับความสูงถึง 3,800 เมตร จากระดับน้ำทะเลในประเทศเอธิโอเปีย (Sillero-Zubiri *et al*., 1996) มีการกระจายอย่างกว้างขว้างจากในทวีปแอฟริกา ยุโรป และเอเชีย (Sillero-Zubiri *et al*., 1996) นับตั้งแต่ตอนเหนือของประเทศแทนซาเนียผ่านทางตะวันตกและเหนือของแอฟริกา ตลอดจนคาบสมุทรอาระเบีย พื้นที่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปยุโรป และกลุ่มประเทศต่างๆ ในภูมิภาคเอเชียกลาง เอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Lekagul and McNealy, 1988; Hunter and Barrett, 2011) มีรายงานการแพร่กระจายของสุนัขจิ้งจอกเพิ่มขึ้นในทวีปยุโรป โดยเฉพาะทางเหนือและตะวันตกของคาบสมุทรบอลข่าน (Kryštufek *et al.*, 1997) บริเวณยุโรปกลาง (Heltai *et al*., 2000) ภาคใต้และภาคตะวันออกของคาบสมุทรบอลข่านถือเป็นประชากรที่ใหญ่ที่สุด นอกจากนี้พบประชากรของหมาจิ้งจอกจำนวนมากในประเทศกรีซแต่แนวโน้มประชากรลดลง (Giannatos, 2004) หมาจิ้งจอกเป็นสัตว์ป่ากินเนื้อแต่ก็สามารถกินผลไม้ป่า โดยเฉพาะส่วนของเหง้า ผล และเมล็ด (Lanszki *et al*., 2006; 2009) แมลง สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และสัตว์เลื้อยคลาน (Mukherjee *et al*., 2004; Giannatos *et al.,* 2010; Ćirović, 2014) Mahmood *et al*. (2013) ศึกษาชนิดอาหารของหมาจิ้งจอกในประเทศปากีสถานพบว่าชนิดอาหารของหมาจิ้งจอก 27 ชนิด พบว่าส่วนใหญ่เป็นสัตว์คิดเป็น 46.47% โดยปริมาตร พืช หญ้า 25.08% ดิน 22.42% แมลง 5.35% ในกรณีของสัตว์ที่เป็นเหยื่อ เช่น หนู พังพอน กระรอก อ้น นกชนิดต่างๆ รวมถึงปศุสัตว์ ทั้งสัตว์ปีก และพวกวัว แพะ แกะ สุนัขบ้าน นอกจากนี้พบว่าหมาจิ้งจอกกินซากของหมูป่าและซากปศุสัตว์ด้วย (Yom-Tov *et al*., 1995)

ในประเทศไทยพบหมาจิ้งจอกอาศัยอยู่ในป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง ซึ่งมีพื้นที่อยู่ในป่าเต็งรังเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นป่าผสมผลัดใบและป่าดิบแล้งตามลำดับ (Simchareon, 1998) ใช้เวลากลางวันอยู่ในโพรงดิน โพรงหิน โพรงไม้ทั้งที่ยืนต้นและที่ล้มขอนนอนไพร หรือในทุ่งหญ้า (Prater, 1971; Lekagul and McNeely, 1988) Mukherjee *et al*. (2018) ศึกษาการเลือกใช้โพรงดินที่เหมาะสมกับการเลี้ยงลูกของหมาจิ้งจอกในประเทศอินเดีย พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้โพรงดินในทางบวกได้แก่ การปกคลุมของต้นไม้ยืนต้น การปกคลุมของไม้พื้นล่าง ขณะที่พื้นที่โล่งมีอิทธิพลในทางลบ หมาจิ้งจอกมีอาณาเขตป้องกัน 1.1-20 ตารางกิโลเมตร หรือมีหมาจิ้งจอกตัวเต็มวัยได้ถึง 4 ตัวในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร (Hunter and Barrett, 2011) Simchareon (1998) ศึกษาพื้นที่อาศัยของหมาจิ้งจอกเพศผู้ด้วยการติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งพบว่ามีขนาด 923 เฮกตาร์ ตลอดระยะเวลา 16 เดือน Rotem *et al*. (2008) ศึกษาผลของพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ต่อขนาดพื้นที่อาศัยของหมาจิ้งจอกในธรรมชาติของประเทศอิสราเอลโดยการติดวิทยุ มีค่า 21.2±9.3 กม^2 แต่ขณะที่พื้นที่อาศัยของหมาจิ้งจอกในพื้นที่ใกล้กิจกรรมมนุษย์ มีค่า 6.6±4.5 กม^2 ขนาดพื้นที่อาศัยที่แตกต่างกันแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของหมาจิ้งจอกเมื่ออาศัยใกล้กับพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ให้มีขนาดเล็กลง

Wongpakam *et al.* (2007) รายงานประชากรสุนัขจิ้งจอกในพื้นป่าวัฒนธรรม อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม โดยการสำรวจรอยเท้า เสียงร้อง และโพรงใต้ดินของสุนัขจิ้งจอกตามแนวเส้นทางสำรวจ Šálek *et al.* (2014) ศึกษาประชากรของหมาจิ้งจอก ในคาบสมุทรบอลข่าน 4 ประเทศได้แก่ บัลแกเรีย เซอร์เบีย โครเอเชีย และโรมาเนีย พบหมาจิ้งจอกทั้งหมด 266 ครอบครัวหรือกลุ่มที่เป็นสมาชิกภายในอาณาเขตป้องกัน (territorial group) จากพื้นที่ศึกษา 4,296 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 0.6 ครอบครัวหรือกลุ่มที่เป็นสมาชิกภายในอาณาเขตป้องกัน ต่อพื้นที่ 10 ตารางกิโลเมตร Jenk *et al.* (2014) ศึกษาการเคลื่อนที่และพื้นที่อาศัยของหมาจิ้งจอกเพศเมียในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ด้วยการติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุดาวเทียมพบว่ามีขนาดพื้นที่อาศัย 151 ตารางกิโลเมตร จากจำนวนตำแหน่งที่ได้รับ 2,111 ตำแหน่งในช่วงระยะเวลา 105 วัน ขณะที่หมาในมีค่า 33 ตารางกิโลเมตร

การศึกษาความมากมายประชากรของหมาจิ้งจอกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ยังไม่เคยดำเนินการมาก่อน นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความมากมายประชากร ตลอดจนการปรากฏในแต่ละสภาพป่าที่ยังไม่เคยศึกษามาก่อน เพื่อเป็นดัชนีชี้วัดการเลือกใช้ประเภทป่าของหมาจิ้งจอกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้ในการจัดการพื้นที่โดยเฉพาะการป้องกันรักษาพื้นที่ ตลอดจนเป็นพื้นฐานการศึกษานิเวศวิทยาของหมาจิ้งจอกในพื้นที่ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาและการจัดการพื้นที่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการบริเวณพื้นที่หุบนางรำ ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ และสำนักงานเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง พื้นที่หุบเขานางรำตั้งอยู่ภายในขอบเขตลุ่มน้ำห้วยทับเสลาพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรังมีไฟป่าเกิดขึ้นทุกปี ภายในพื้นที่บางส่วนปกคลุมด้วยป่าผสมผลัดใบ และมีป่าดิบแล้ง บางส่วนเคยเป็นที่ตั้งบ้านเรือนโดยเฉพาะริมลำห้วยทับเสลา ปัจจุบันไม่มีราษฎรอาศัยอยู่ในพื้นที่ มีเส้นทางถนนป่าไม้ที่สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้หลายเส้นทาง ชนิดสัตว์ป่าที่พบที่สำคัญ เช่น กวางป่า เก้ง เสือโคร่ง เสือดาว หมาใน หมาจิ้งจอก วัวแดง ช้างป่า เป็นต้น (Figure 1)

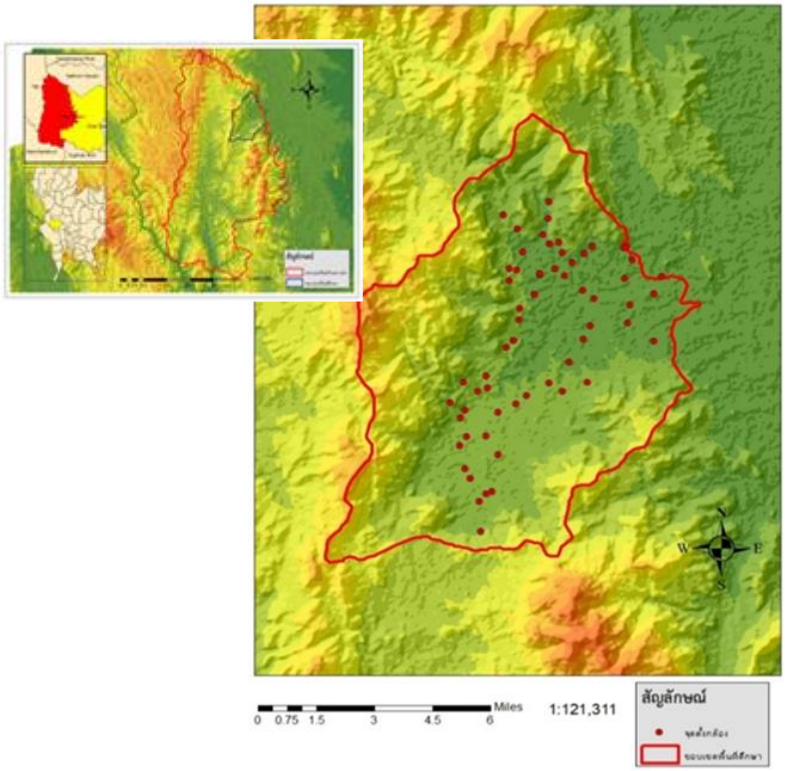


Figure 1 Location of Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary and the study area that covers an area of 200 square kilometers approximately.

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

1. กำหนด 1 ตารางกริดในแผนที่ภูมิประเทศ 1: 50,000 แต่ละตารางกริดมีพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร ดำเนินการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ 1 ตัวต่อ 1 กริด (Gupta *et al*., 2009; Jenks *et al*., 2011: Siripattaranukul *et al.,* 2015a,b) ตำแหน่งติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพแต่ละตำแหน่งมีระยะห่างมากกว่า 500 เมตร เพื่อความเป็นอิสระของการได้ภาพในแต่ละตารางกริด ลดความน่าจะเป็นที่จะถ่ายภาพสัตว์ตัวเดียวกันโดยกล้องหลายตัว (Jenks *et al*., 2012)

2. การเลือกตำแหน่งที่ตั้งกล้องดักถ่ายภาพ พิจารณาจากความเหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่ เช่น เส้นทางด่านสัตว์ ร่องรอยของสัตว์กินเนื้อ บันทึกข้อมูลรายละเอียดรอบ ๆ ได้แก่ สังคมพืช ถนน เส้นทางตรวจการณ์ ลำน้ำ ถาวร โป่ง บ่อน้ำ หน่วยพิทักษ์ป่า (Lynam *et al*., 2013; Prayoon *et al*., 2012; Siripattaranukul *et al*., 2015a,b; Wongchoo *et al*., 2013)

3. ติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพให้สูงจากพื้นดินประมาณ 30-40 เซนติเมตร ห่างจากพื้นที่เป้าหมาย 3-4 เมตร (Chutipong *et al*., 2014) หรือตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ กำหนดให้ถ่ายภาพเมื่อระบบเซนเซอร์ตรวจพบการเคลื่อนไหว โดยถ่ายภาพ 3 ภาพ ห่างกันทุกๆ 10 วินาที ตลอด 24 ชั่วโมง (Network, 2008) โดยตั้งกล้องดักถ่ายภาพไว้ตลอดระยะเวลา 30 วัน เมื่อครบ 30 วัน จึงย้ายกล้องดักถ่ายภาพไปยังพื้นที่ใหม่ พร้อมบันทึกตำแหน่งที่ทำการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพด้วยเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์ ดำเนินการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561

4. ภาพถ่ายที่ได้ถูกถ่ายจากแผ่นบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ และจัดจำแนกภาพด้วยโปรแกรมจำแนกภาพ Camera Trap Manager (Zaragozi *et al*., 2015) และนำเข้าสู่โปรแกรม Microsoft excel เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. จำแนกชนิดสัตว์ป่าที่บันทึกภาพได้ ใช้ชื่อสามัญและชื่อสัตวศาสตร์ตาม Lekagul and McNeely (1988) เฉพาะรูปที่สามารถจำแนกชนิดได้ชัดเจนมีวันที่ เวลา แสดงอยู่บนภาพถ่าย รูปภาพที่มีสัตว์ป่าในภาพเดียวกันมากกว่าหนึ่งตัว นับเป็นหนึ่งเหตุการณ์ (Jenks *et al*., 2011) และเป็นรูปหรือเหตุการณ์ที่มีความเป็นอิสระต่อกัน เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกเหตุการณ์หรือรูปภาพสัตว์ป่าที่เป็นอิสระต่อกัน (criterion for independency of animal photographs) ได้แก่ 1) รูปที่ต่อเนื่องกันของสัตว์คนละตัว อาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน 2) รูปที่ต่อเนื่องกันของสัตว์ตัวเดียวกันในชนิดเดียวกัน ซึ่งมีระยะเวลาห่างกันมากกว่า 30 นาที และ 3) รูปที่ไม่ต่อเนื่องกันของสัตว์ตัวเดียวกันในชนิดเดียวกัน (O'Brien *et al*., 2003)

2. คำนวณค่าดัชนีความมากมายสัมพัทธ์ (relative abundance index) ของหมาจิ้งจอก โดยใช้ค่าจำนวนภาพสัตว์ป่าแต่ละชนิดที่พบจากกล้องดักถ่ายภาพที่เป็นอิสระต่อกันตามเกณฑ์ของ O'Brien *et al*. (2003) คูณหนึ่งร้อยและหารด้วยจำนวนกล้องดักถ่ายภาพคูณจำนวนวันที่ทิ้งกล้องไว้คำนวณโดยจำแนกตามกล้องดักถ่ายภาพแต่ละชุด (Kawanishi *et al*., 1999; Azlan and Sharma, 2006)

3. การครอบครองพื้นที่ (Occupancy) นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละตารางกริดมาทำประวัติการพบสัตว์กินเนื้อแต่ละชนิดในแต่ละกริด โดยให้ 1 แทนการพบสัตว์ชนิดนั้น และ 0 แทนการไม่พบ (Nag, 2008; Network, 2008; Royle and Nichols, 2003) คำนวณค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ (ψ : occupancy) ความมากมายต่อพื้นที่ของสัตว์กินเนื้อที่ได้จากกล้องดักถ่ายภาพในแต่ละกริด (λ) จำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษา (N) ช่วงความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 สัดส่วนของพื้นที่ที่ปรากฏโปรแกรม R โดยใช้ package unmarked โดยคัดเลือกปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างสมการตัวแบบ (Model) โดยสามารถพิจารณาได้จากค่า Akaike’s Information Criterion (AIC) ที่มีค่าน้อยที่สุดซึ่งจะเป็นสมการที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ประมาณค่าดังกล่าว (Royle and Nichols, 2003; Makenzie *et al.,* 2006; Nag, 2008; Network, 2008; Gupta *et al*., 2009; Johnson *et al.,* 2009)

4. การเลือกใช้ถิ่นอาศัยจำแนกภาพหมาจิ้งจอกจากกล้องดักถ่ายภาพที่พบในแต่ละประเภทป่า เช่น ป่าเต็งรัง (DDF) ป่าผสมผลัดใบ (MDF) และป่าดิบแล้ง (DEF) เป็นต้น ใช้ T-test ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการปรากฏของหมาจิ้งจอกในแต่ละประเภทป่า โดยเปรียบเทียบทีละคู่

ผลและวิจารณ์

ดัชนีความมากมาย

ผลการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพในพื้นที่ศึกษา 65 ตำแหน่ง ตลอดการศึกษา รวม 2,260 กับดักคืน (trap night) ช่วงฤดูแล้ง มีจำนวนตำแหน่ง ติดตั้งกล้อง 47 ตำแหน่ง รวม 1,630 กับดักคืน ถ่ายภาพหมาจิ้งจอกได้ 404 ครั้ง ช่วงฤดูฝนติดตั้งกล้อง 18 ตำแหน่ง รวม 630 กับดักคืน ถ่ายภาพหมาจิ้งจอกได้ 30 ครั้ง เมื่อทำการคำนวณค่าดัชนีความมากมายในรอบปีของหมาจิ้งจอก มีค่า 0.19% ช่วงฤดูแล้งมีค่า 0.24% และช่วงฤดูฝนมีค่า 0.04%

เมื่อเปรียบเทียบความมากมายสัมพัทธ์ที่ได้กับพื้นที่อนุรักษ์อื่นๆ จากการศึกษาสัตว์ป่ากินเนื้อโดย Siripattaranukul *et al*., (2015a) ได้รายงานดัชนีความมากมายของหมาจิ้งจอกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระในปี พ.ศ. 2557 ที่ศึกษาด้วยวิธีการเดียวกันพบว่าในรอบปีมีค่า 0.17% ซึ่งใกล้เคียงกับที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งที่ได้จากการศึกษานี้ แต่พบว่ามีค่าน้อยกว่าผลการศึกษาของ Siripattaranukul *et al*. (2015b) ที่รายงานดัชนีความมากมายของหมาจิ้งจอกในอุทยานแห่งชาติเฉลิมรัตนโกสินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี ว่ามีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ป่าชนิดอื่นในพื้นที่ ที่ได้จากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ เช่นเดียวกัน โดยมีค่า 1.81% ซึ่งมากกว่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง กว่า 9 เท่า

การครอบครองเชิงพื้นที่

พิจารณาจากการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพทั้งหมด 65 ตำแหน่ง เป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษา 65 ตารางกิโลเมตร 65 ตารางกริด ที่เป็นอิสระต่อกัน แต่ละตำแหน่งตั้งกล้องแสดงถึงการปรากฏและไม่ปรากฏของครอบครัวหมาจิ้งจอกโดยแต่ละตำแหน่งมีปัจจัยแวดล้อมที่เป็นความแปรปรวนร่วมในแต่ละพื้นที่ ปัจจัยแวดล้อมที่นำมาพิจารณา 6 ปัจจัย ได้แก่ ประเภทป่า ความลาดชันพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และระยะห่างจากเส้นถนน ได้ทำการคำนวณความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ทั้งหมด 61 โมเดล พบว่าจากข้อมูลรวมที่ได้ตลอดการศึกษาปัจจัยที่นำมาสร้างโมเดลการครอบครองพื้นที่ที่สามารถอธิบายการปรากฏของครอบครัวหมาจิ้งจอกได้ดีที่สุด คือ โมเดลปัจจัยระยะห่างจากถนน (Dist_road) เมื่อพิจารณาจากค่า AIC ที่มีน้อยที่สุดเท่ากับ 1058.08 ได้ผลความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ของจำนวนครอบครัวหมาจิ้งจอกต่อตารางกริด หรือต่อตารางกิโลเมตร เท่ากับ 0.40 ± 0.27 (Table 1) จึงถูกเลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อนำมาพิจารณาค่าการครอบครองเชิงพื้นที่ของทั้ง 65 กริดแล้วพบว่า มีค่าการครอบครองเชิงพื้นที่ทั้งหมดเท่ากับ 36.6 กริด หรือคิดเป็นร้อยละ 56.30 ของพื้นที่ศึกษา กล่าวคือจากพื้นที่ทั้งหมด 65 กริด พบครอบครัวหมาจิ้งจอก 36.6 กริด ไม่พบ 28.4 กริด โดยพบการกระจายมากบริเวณทิศทิศเหนือ และทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นป่าเต็งรังเป็นส่วนใหญ่

Table 1 Probability suitability of the occupancy models, showed Akaike's Information Criterion (AIC) and the average occupancy per grid ($\widehat{\psi}$ ± SE) of territorial group of Asiatic jackal in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary.

Model	AIC	ΔAIC	AIC weights	$\widehat{\psi}$ ± SE
~Dist_road~1	1058.08	0.00	0.26	0.40 ± 0.27
~Elevation+Dist_road~1	1059.12	1.04	0.15	0.55 ± 0.28
~Dist_stream+Dist_road~1	1060.25	2.16	0.09	0.47 ± 0.27
~Slope+Dist_road~1	1060.51	2.43	0.08	0.55 ± 0.28
~Dist_road+Type~1	1060.63	2.55	0.07	0.55 ± 0.28

การเลือกใช้ถิ่นอาศัย

ผลการติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพ ป่าเต็งรัง 33 ตำแหน่ง ป่าเบญจพรรณ 22 ตำแหน่ง ป่าดิบแล้ง 7 ตำแหน่ง มีบางตำแหน่งที่ไม่สามารถบันทึกภาพได้ พบภาพหมาจิ้งจอกในป่าเต็งรัง 314 ภาพ ป่าผสมผลัดใบ 221 ภาพ และป่าดิบแล้ง 15 ภาพ พิจารณาค่าเฉลี่ยการถ่ายภาพหมาจิ้งจอกต่อกล้องโดยรวมข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P=0.52) โดยพบในป่าเต็งรังมากกว่าป่าดิบแล้ง (P=0.05) และการพบภาพหมาจิ้งจอกระหว่างป่าผสมผลัดใบและป่าดิบแล้งก็ไม่แตกต่างกัน (P=0.20) ซึ่งแสดงว่าหมาจิ้งจอกใช้พื้นที่ป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง เรียงลำดับจากมากไปน้อยตามลำดับ พิจารณาการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าตามฤดูกาล เมื่อพิจารณาจากจำนวนภาพพบว่าการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของหมาจิ้งจอกในป่าเต็งรังระหว่างฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกัน (P= .09) ซึ่งแสดงว่าป่าเต็งรังเป็นพื้นที่สำคัญสำหรับหมาจิ้งจอกตลอดทั้งปีทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน และใช้ประโยชน์ป่าผสมผลัดใบในช่วงฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน (P=0.01) ผลการศึกษาพบว่าหมาจิ้งจอกใช้ประโยชน์ป่าเต็งรังตลอดทั้งปี ทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ขณะเดียวกันก็พบว่าใช้ประโยชน์ป่าประเภทอื่น ได้แก่ป่าผสมผลัดใบโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และใช้ประโยชน์ป่าดิบแล้งน้อยมากเมื่อพิจารณาจำนวนภาพที่ได้ต่อจำนวนตำแหน่งติดตั้งกล้อง ที่มีค่าน้อยที่สุด การใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าดิบแล้งที่น้อยมิได้หมายความว่าป่าดิบแล้งไม่มีความสำคัญกับหมาจิ้งจอก โดยหมาจิ้งจอกอาจเข้าไปใช้ป่าดิบแล้งในช่วงวิกฤตของปี เช่น การหลบเข้าไปใช้ในช่วงที่เกิดไฟป่าหรือเกิดการรบกวนอย่างรุนแรง (Nue *et al*., 1974)

ผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Simchareon (1998) ที่ดำเนินการในพื้นที่เดียวกัน โดยใช้การติดตามสัญญาณวิทยุ ที่พบหมาจิ้งจอกอาศัยอยู่ในป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง ซึ่งมีพื้นที่อยู่ในป่าเต็งรังเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นป่าผสมผลัดใบและป่าดิบแล้งตามลำดับ

สรุป

ค่าดัชนีความมากมายของหมาจิ้งจอกในรอบปีมีค่าร้อยละ 0.19 โดยพบว่าในช่วงฤดูแล้งมีค่าดัชนีความมากมายร้อยละ 0.24 และช่วงฤดูฝนมีค่าร้อยละ 0.04 ปัจจัยที่นำมาสร้างโมเดลความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ที่สามารถอธิบายการปรากฏของหมาจิ้งจอกได้ดีที่สุดคือ ปัจจัยระยะห่างจากถนน มีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 56.30 ของพื้นที่ คิดเป็นค่าความน่าจะเป็นการครอบครองพื้นที่ของครอบครัวหมาจิ้งจอก 0.20±0.15 ครอบครัวต่อตารางกริด หรือครอบครัวต่อตารางกิโลเมตร ผลการศึกษาพบว่าครอบครัวหมาจิ้งจอกใช้พื้นที่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากการพบทั้งจากกล้องดักถ่ายภาพ ป่าเต็งรังเป็นพื้นที่อาศัยทั้งการหากินและหลบพักของหมาจิ้งจอก ในระหว่างการศึกษาพบโพรงรังของหมาในเป็นโพรงไม้ และโพรงดินในป่าเต็งรัง ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของพื้นที่ในการอนุรักษ์ประชากรของหมาจิ้งจอก ดังนั้นการจัดการพื้นที่อาศัยเพื่อรักษาประชากรควรมุ่งที่การจัดการพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ทั้งการป้องกันการรบกวน การควบคุมไฟป่า นอกจากนี้ควรมีการศึกษานิเวศวิทยาของหมาจิ้งจอกในพื้นที่ เพื่อการอนุรักษ์สัตว์ป่าวงศ์หมาป่าของประเทศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่อนุญาตให้ดำเนินโครงการวิจัยในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง Earthwatch Organization ประเทศสหรัฐอเมริกาที่สนับสนุนงบประมาณ และอุปกรณ์การศึกษา หัวหน้าสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และหัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่พักในระหว่างการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

Azlan, M.J. and D.S.K. Sharma. 2006. The diversity and activity patterns of wild felids in a secondary forest in Peninsular Malaysia. **Oryx** 40 (1): 36-41.

Chutipong, W., A.J. Lynam, R. Steinmetz, T. Savini and G.A. Gale. 2014. Sampling mammalian carnivores in western Thailand: Issues of rarity and detectability. **Raffles Bulletin of Zoology** 62: 521-535.

Ćirović, D. 2014. Winter diet composition of the golden jackal (*Canis aureus* L., 1758) in Serbia. **Mammalian Biology** 79 (2): 132-137.

Giannatos, G. 2004. **Conservation action plan for the golden jackal *Canis aureus* L. in Greece**. WWF Greece, Athens.

Giannatos, G., A. Karypidou, A. Legakisb and R. Polymeni. 2010. Golden jackal (*Canis aureus* L.) diet in Southern Greece. **Mammalian Biology** 75 (3): 227-232.

Gupta, S., K. Mondal, K. Sankar and Q. Qureshi. 2009. Estimation of striped hyena *Hyaena hyaena* population using camera traps in Sariska Tiger Reserve, Rajasthan, India. **Journal of the Bombay Natural History Society** 106 (3): 284-288.

Heltai, M., L. Szemethy, J. Lanszki and S. Csányi. 2000. Returning and new mammal predators in Hungary: the status and distribution of the golden jackal (*Canis aureus*), raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and raccoon (*Procyon lotor*) in 1997–2000. **Beiträge zur Jagdund Wildforschung** 26: 95-102.

Huter, L. and P. Barrett. 2011. **A field guide to the Carnivores of the World**. New Holland Publishers (UK) Lts, London, United Kingdom.

Jenks, K.E., N. Songsasen and P. Leimgruber. 2012. **Camera trap records of dholes in Khao Ang Rue Nai Wildlife Sanctuary**. Canid Specialist Group's canid news. 1-5.

Jenks, K.E., P. Chanteap, K. Damrongchainarong, P. Cutter, P. Cutter, T. Redford, A.J. Lynam, J. Howard and P. Leimgruber. 2011. Using relative abundance indices from camera-trapping to test wildlife conservation hypotheses-an example from Khao Yai National Park, Thailand. **Tropical Conservation Science** 4 (2): 113-131.

Jenks, K. E., E.O Aikens. N. Songsasen, J. Calabrese, C. Fleming, N. Bhumpakphan, S. Wanghongsa, B. Kanchanasaka, M. Songer and P. Leimgruber, 2014. Comparative movement analysis for a sympatric dhole and golden jackal in a human-dominated landscape. **The Raffles Bulletin of Zoology** 63: 546–554

Johnson, A., C. Vongkhamheng and T. Saithongdam. 2009. The diversity, status and conservation of small carnivores in a montane tropical forest in northern Laos. **Oryx** 43 (4): 626-633.

Kawanishi, K., A.M. Sahak and M. Sunquist. 1999. Preliminary analysis on abundance of large mammals at Sungai Relau, Taman Negara. **Wildlife and Parks (Malaysia)** 17: 62–82.

Kryštufek, B., D. Murariu and C. Kurtonur. 1997. Present distribution of the Golden Jackal *Canis aureus* in the Balkans and adjacent region. **Mammal Review** 27(2): 109-114.

Lanszki, J., M. Heltai and L. Szabó. 2006. **Feeding Habits and Tropic Niche Overlap between Sympatric Golden Jackal (*Canis aureus*) and Red Fox (*Vulpes vulpes*) in the Pannonian Ecoregion (Hungary)**. Ecological Research Group, University of Kaposvár, Hungary.

Lanszki, J., G. Giannatos, M Heltai, and A. Legakis, 2009. Diet composition of golden jackals during cub-rearing season in Mediterranean marshland, in Greece. **Mammalian Biology** 14 (1): 72-75.

Lekagul, B. and J.A. Mcneeley. 1988. **Mammals of Thailand**. Damsutha Press, Bangkok, Thailand.

Lynam, A. J., K. E. Jenks, N. Tantipisanuh, W. Chutipong, D. Ngoprasert, G.A. Gale, R. Steinmetz, R, R. Sukmasuang, N. Bhumpakphan and L.I. Grassman. 2013. Terrestrial activity patterns of wild cats from camera-trapping. **Raffles Bulletin of Zoology** 61 (1): 407-415.

Macdonald, D.W. 1979. The flexible social system of the golden jackal, Canis aureus. **Behavioral Ecology and Sociobiology** 5 (1): 17–38

Macdonald, D.W. 1984. **The Encyclopedia of mammals**. Oxford University Press.

Mackenzie, D.I., J.D. Nichols, J.A. Royle, K.H. Pollock, L.L. Bailey and J.E. Hines. 2006. **Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence**. Academic Press, Burlington, Massachusetts, USA.

Mahmood, T., F. Niazi and M.S. Nadeem. 2013. Diet composition of Asiatic jackal (*Canis aureus*) in Margallah Hills National Park, Islamabad, Pakistan. **The Journal of Animal and Plant Sciences** 23 (2): 444-456.

Mukherjee, A., H.N. Kumara and S. Bhupathy. 2018. Golden jackal’s underground shelters: natal site selection, seasonal burrowing activity and pup rearing by a cathemeral canid. **Mammal Research** 63 (3): 325–339

Mukherjee, A., S. Goyal, S.P. Johnsingh, A.J.T. and L.M.R.P. Pitman. 2004. The importance of rodents in the diet of jungle cat (*Felis chaus*), caracal (*Caracal caracal*) and golden jackal (*Canis aureus*) in Sariska Tiger Reserve, Rajasthan, India. **Journal of Zoology** 262 (4): 405-411.

Nag, K. 2008. **Assessing animal abundance from photographic capture data using an occupancy approach**. M.Sc. Thesis, Manipal University.

Neu, C.W., C.R. Byers and J.M. Peek. 1974. A Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. **The Journal of Wildlife Management** 38(3): 541-545.

Team Network. 2008. **Terrestrial Vertebrate (Camera Trap) Monitoring Protocol Implementation Manual**. VA, Arlington, U.S.A.

O’Brien, T.G., M.F. Kinnaird and H.T. Wibisono. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. **Animal Conservation** 6: 131-139.

Royle, J.A. and J.D. Nichols. 2003. Estimating abundance from repeated presence–absence data or point counts. **Ecology** 84 (3): 777-790.

Prater, S.K. 1971. **The Book of Indian Animals**. Bombay Natural History Society, Bombay, India.

Prayoon, U., N. Bhumpakphan, R. Sukmasuang and B. Kanchanasaka. 2012. Abundance and Habitat Suitability of Dhole (*Cuon alpinus*) and Their Main Prey in Thap Lan National Park. **Journal of Wildlife in Thailand** 19: 23-40. (in Thai)

Roberts, T.J. 1997. **The Mammals of Pakistan**. Revised edition. Oxford University Press, Karachi, Pakistan.

Rotem, G., H. Berger, R. King, P.B. Kutiel and D. Saltz. 2008. **The Effect of Landscape Heterogeneity on Home Range Size and Daily Activity of Golden Jackals (*Canis aureus* Linnaeus) in Britania Park, Israel**. Department of Geography and Environmental Development, Ben-Gurion University of the Negev, Israel.

Šálek, M., J. Červinka, O.C. Banea, M. Krofel, D. Ćirović, I. Selanec, A. Penezić, S. Grill and J. Riegert. 2014. Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula. **European Journal of Wildlife Research** 60 (2): 193-200.

Sillero-Zubiri, C., D. Gottelli and D.W. Macdonald. 1996. Male philopatry, extra-pack copulations and inbreeding avoidance in the Ethiopian wolf (*Canis simensis*). **Behavioral Ecology and Sociobiology** 38(5): 331–340.

Simchareon, S. 1998. Home range of and habitat use by male Asiatic jackal (*Canis aureus*) at Khao Nang Rum Wildlife Research Center, Thailand. **Natural History Bulletin of Siam Society** 46: 3-15.

Siripattaranukul, K., N. Bhumpakphan and R. Sukmasuang. 2015a. Diversity and Abundance of Carnivorous Mammals in Salakphra Wildlife Sanctuary, Kanchanaburi Province. **Journal of Wildlife in Thailand** 22: 127-140. (in Thai)

Siripattaranukul, K., S. Paglia, R. Sukmasuang and S. Horradee. 2015b. The study of diversity and abundance of wildlife in Chloem Rattanakosin National Park by camera trapping. **Journal of Wildlife in Thailand** 22: 91-100. (in Thai)

Wongchoo, K., V. Chimchome, S. Simcharoen and S. Duangchantrasiri. 2013. Abundance and Distribution of Some Viverrid Species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. **Thai Journal of Forestry** 32: 1-9. (in Thai)

Wongpakam, K., S. Yodsiri, T. Chanaboon and S. Khoomgratok. 2007. Status of *Canis aureus* Linnaeus in Cultural Forest in Maha Sarakham Province, Thailand. **KKU Res. J.** 12 (3): 244-248.

Yom-Tov, Y., S. Ashkenazi and O. Vine. 1995. Cattle predation by the golden jackal *Canis aureus* in the Golan Heights. **Biological Conservation** 31 (1): 19-22.

Zaragozí, B., A. Belda, P. Giménez, J.T. Navarro and A. Bonet. 2015. Advances in integration with GIS. **Ecological Informatics** 30: 6–11.

อาหารของกิ้งก่าเขาเล็กบริเวณป่าดิบเขา ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่

Diet of *Acanthosaura lepidogaster* in Hill Evergreen Forest, Mae Sa – Kog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province

ดารินี สำราญรื่น[1] จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์[2] ยอดชาย ช่วยเงิน[3] และ **ประทีป ด้วงแค**[1*]

Darinee Samranruen[1] Jiraporn Teampanpong[2] Yodchaiy Chuaynkern[3] and **Prateep Duengkae**[1*]

[1] ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2] ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Nai Mueang, Mueang, Khon Kaen, Thailand 40002

*Corresponding Author; E-mail: **prateepd@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาอาหารของกิ้งก่าเขาเล็ก บริเวณป่าดิบเขา ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์กองมูล เดินสำรวจ (line transect) และใช้กับดักหลุม (pitfall trap) ภายในแปลงถาวรขนาด 16 เฮกตาร์ (400x400 เมตร) เพื่อเก็บกองมูลมาวิเคราะห์ชนิดและการเลือกกินอาหารของกิ้งก่าเขาเล็ก ผลการศึกษาได้กองมูลทั้งหมด 112 กอง สามารถจำแนกชนิดอาหารได้จำนวนทั้งสิ้น 10 อันดับ 3 ชั้น ใน 2 ไฟลัม ได้แก่ อันดับด้วง เป็นอันดับที่พบมากที่สุด รองลงมาคือ อันดับมด ผึ้ง ต่อ และแตน อันดับตั๊กแตน อันดับแมลงสาบ อันดับแมลงวัน อันดับมวน อันดับแมลงหางหนีบและอันดับตั๊กแตนกิ่งไม้ และสองอันดับสุดท้าย หนอนปลอกน้ำ และอันดับปลวก มีค่าความถี่การปรากฏน้อยที่สุด ค่าดัชนีการเลือกกินชนิดอาหาร (Electivity index; E) จากชนิดอาหารที่เลือกกินทั้งหมด 8 อันดับ พบว่าอาหารที่กิ้งก่าเขาเล็กเลือกกินหรือเสาะแสวงหามากที่สุด และไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณในธรรมชาติ (E>0.5) พบทั้งหมด 2 อันดับ คือ อันดับแมลงสาบและอันดับด้วง การศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ากิ้งก่าเขาเล็กบริโภคอาหารจำพวกแมลงเป็นหลัก โดยช่วยกำจัดแมลงที่ทำลายต้นไม้ และเป็นตัวควบคุมปริมาณแมลงในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของป่าและความสมดุลของระบบนิเวศจึงควรศึกษาและติดตามผลในระยะยาว เพื่อให้ทราบการเปลี่ยนแปลงและสามารถนำไปชี้วัดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับระบบนิเวศต่อไปได้

คำสำคัญ : อาหาร กิ้งก่าเขาเล็ก

ABSTRACT

The study on diet of *Acanthosaura lepidogaster* was conducted in Hill Evergreen Forest, Mae Sa–Kog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province. Line transect method and pitfall traps were used in the study in a 16 hectare permanent plot. Scats were collected for fecal analysis. The results based on 112 scats revealed that there were 10 orders 3 class 2 phylum of insects in the scats. Coleoptera had the highest frequency of occurrence, followed by Hymenoptera, Orthoptera, Blattodea, Diptera, Hemiptera, Dermaptera, Phasmatodea, Tricoptera and Isoptera, respectively. Selectivity index indicated that Blattodea and Coleoptera were preferred by the lizard. The study suggested that insects were the primary dietary of *Acanthosaura lepidogaster* which indicated that the lizard was an insect controller species in the ecosystem, and could keep the ecosystem balance. It was suggested that further long term study should be conducted in order to assess the ecosystem changes and use the lizard as impact indicator of the ecosystem.

Key Worlds: Diet, Lizard

คำนำ

กิ้งก่าเขาเล็ก (*Acanthosaura lepidogaster*) (Figure 1) เป็นสัตว์เลื้อยคลานกลุ่มลิซาร์ด (lizard) ในวงศ์กิ้งก่า (family Agamidae) ซึ่งถูกค้นพบและมีการตั้งชื่อโดย Cuvier (1829) จาก “Cochinchine (=South Vietnam)” ปัจจุบันมีรายงานแพร่กระจายใน 4 ประเทศ ประกอบด้วย ไทย เวียดนาม ลาว และจีน (Uetz *et al*., 2019) สำหรับประเทศไทยนั้นมีรายงานการแพร่กระจายในเชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน ตาก เพชรบุรี เพชรบูรณ์ เลย และชัยภูมิ (สพภ., 2559) ถูกจัดสถานภาพทางการอนุรักษ์อยู่ในระดับ Least Concern หรือ LC โดย The IUCN Red List of Threatened Species (Bain and Manthey, 2010) อีกทั้งยังถูกจัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตาม พ.ร.บ. สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 (สพภ., 2559) ข้อมูลด้านอื่นของกิ้งก่าเขาเล็กนั้นมีน้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านที่เกี่ยวกับนิเวศวิทยาในด้านต่างๆ

กิ้งก่า (lizards) นั้นกินอาหารได้หลากหลาย ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่แมลง แต่ก็มีบางชนิดที่มีรายงานการกินอาหารเพียงชนิดใดชนิดหนึ่ง (Vitt and Caldwell, 2014) ทั้งนี้ชนิดของอาหารที่กิ้งก่าเขาเล็กกิน (รวมถึงสัตว์เลื้อยคลานกลุ่มอื่นๆ หรือแม้กระทั่งสัตว์กลุ่มต่างๆ) มีข้อมูลน้อยหรือแทบไม่มีเลย ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาถึงชนิดอาหารของกิ้งก่าเขาเล็กในพื้นที่ป่าดิบเขา เขตสงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งจะช่วยเติมเต็มข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ของชนิดอาหารกิ้งก่าเขาเล็ก อันจะช่วยให้สามารถต่อยอดนำไปใช้ในด้านต่างๆ ได้อย่างดีมากขึ้นในอนาคต



Figure 1 *Acanthosaura lepidogaster*

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการศึกษา

การรวบรวมตัวอย่างแบบมีชีวิตของกิ้งก่าเขาเล็กดำเนินการในพื้นที่แปลงศึกษาสังคมพืชถาวร ขนาด 16 เฮกตาร์ (400 x 400 เมตร) บริเวณเขตสงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วย 2 วิธี ดังนี้

1. การวางหลุมกับดัก (pitfall trapping) ดัดแปลงจาก อนุสรณ์และคณะ (2551) โดยใช้ถังพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร ฝังถังเพื่อดักจับกิ้งก่าเขาเล็กจำนวน 49 ถัง โดยแต่ละถังฝังห่างกัน 50 เมตร เป็นระยะทาง 400 เมตร จำนวน 49 หลุม ทั้งหมด 7 เส้น หลังจากนั้นทำการขึงผ้าใบไว้สามมุม เพื่อบังคับทิศทางการเดินของสัตว์ให้สัตว์ตกลงไปในถัง ทำการเริ่มเปิดกับดักหลุมทิ้งไว้ 3 วัน เก็บข้อมูลโดยการตรวจเช็คหลุมกับดักทุกวันหลังจากเริ่มเปิดถังกับดัก เก็บเป็นประจำทุกๆ เดือนๆ ละ 1 ครั้ง และกำหนดจุดวางหลุมกับดักแมลงตามการศึกษาของวัฒนา (2552) ทุกๆ 50 เมตร เป็นระยะทาง 400 เมตร จำนวน 49 หลุม ทั่วทั้งแปลงศึกษา ขุดหลุมฝังถ้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร ลึกประมาณ 12 เซนติเมตร ดักลงในพื้นดินให้ปากถ้วยเสมอบริเวณพื้นดิน หลังจากนั้นรินสารละลาย Ethylene glycol methyl ether และน้ำ ลงไปในถ้วยประมาณ

1 ใน 3 ของปริมาตรถ้วย ทิ้งไว้ 3 วัน เมื่อครบกำหนดทำการเก็บตัวอย่างในถ้วยกับดักที่ดองด้วยแอลกอฮอล์ 95 % พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในหลอดเก็บตัวอย่าง

2. การเดินสำรวจแบบทั่วไป (General Survey) โดยกำหนดเส้นทางเดินสำรวจในพื้นที่เขตสงวนชีวมณฑลคอกม้าทั้งหมด 3 เส้น ความยาวเส้นสำรวจประมาณ 200 เมตร ดำเนินการสำรวจเดือนละ 1 ครั้ง ครั้งละ 4 วัน โดยการเดินส่องไฟ ตั้งแต่เวลา 20.00 ถึง 22.00 น. เนื่องจากเวลากลางวันจะออกหากิน ส่วนเวลากลางคืนจะเกาะนอนตามใบไม้ หรือกิ่งไม้ ที่ไม่สูงมากนัก (ฐานข้อมูลสัตว์ป่าเมืองไทย, 2554) กิ้งก่าเขาเล็กที่จับตัวได้จากวิธีการทั้งสองนั้นจะถูกแยกใส่ถุงพลาสติก 16 x 26 นิ้ว ถุงละ 1 ตัว ทิ้งสัตว์ไว้ข้ามคืนเพื่อให้ถ่ายมูล การเก็บกองมูลจะดำเนินการในเช้าวันถัดไป (Chuaynkern *et al*., 2009) โดยกองมูลดังกล่าวจะถูกเก็บในหลอดเก็บตัวอย่างปริมาตร 1 cubic cetimeter ที่มีแอลกอฮอล์ 95% กิ้งก่าเขาเล็กที่เก็บกองมูลจะถูกถ่ายภาพ วัดขนาดความยาวลำตัว (จากปลายปากถึงปลายหาง) โดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบดิจิตอล ชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก กิ้งก่าเขาเล็กที่ถูกจับได้จะถูกปล่อยกลับสู่พื้นที่ธรรมชาติ

กองมูลที่เก็บได้จะถูกดำเนินการจำแนกชนิดชิ้นส่วนต่างๆ ในกองมูล ในห้องปฏิบัติการ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอไมโครสโคป เพื่อค้นหาชิ้นส่วนของอาหารที่กิ้งก่าเขาเล็กกิน วัดความกว้างและความยาวของชนิดอาหารโดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบดิจิตอล เพื่อคำนวณหาปริมาตรของชนิดอาหารในแต่ละวงศ์ การจำแนกชิ้นส่วนที่คาดว่าเป็นอาหารนั้นใช้วิธีการเปรียบเทียบกับคู่มือของ Triplehorn and Johnson (2005) และถ่ายรูปชิ้นส่วนของอาหารโดยใช้กล้องถ่ายรูป (Figure 2)



A B C D

Figure 2 Formicidae(A), Coleoptera and Gastropoda(B), Orthoptera(C) and Hymenoptera(D)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการวิเคราะห์ความถี่การปรากฏสัมพัทธ์ (frequency of occurrence; FO) (Hwang *et al*., 2002) และในแต่ละฤดูกาล

ความถี่สัมพัทธ์ของอาหารแต่ละประเภทที่พบในกองมูล (%FO) = $(n_i)/N \times 100$

เมื่อ n_i= จำนวนกองมูลที่มีส่วนประกอบของอาหารแต่ละประเภท

N= จำนวนกองมูลทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาตรของชนิดอาหารที่พบในมูลสัตว์ โดยใช้สูตร Ovoid-spheroid bodies (Dunham, 1983) ดังนี้

$$\text{Prey Volume} = \frac{4\pi}{3}\left(\frac{\text{length}}{2}\right)\left(\frac{\text{width}}{2}\right)^2$$

เมื่อ Prey Volume = ปริมาตรของชนิดอาหาร (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)

Length = ความยาวตัวเต็มวัยของชนิดอาหารแต่ละวงศ์ (มิลลิเมตร)

Width = ความกว้างตัวเต็มวัยของชนิดอาหารแต่ละวงศ์ (มิลลิเมตร)

วิเคราะห์ค่าดัชนีการเลือกกินอาหารของสัตว์ (Electivity Index) คำนวณโดยใช้สูตร Jacobs’ index (Hayward, 2006) ดังนี้

$$E = \frac{r-p}{(r+p)-2rp}$$

เมื่อ

E= ดัชนีการเลือกกินอาหารที่มีค่าระหว่าง -1 ถึง +1

ค่ามากกว่า 0.5-1 แสดงถึงการเลือกหรือแสวงหาอาหารประเภทนี้

ค่าระหว่าง -0.5 ถึง 0.5 แสดงถึงการเลือกกินอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติ พบมากกินมากพบน้อยกินน้อย

ค่าน้อยกว่า -0.5 แสดงถึงการไม่เลือกกินหรือหลีกเลี่ยงอาหารประเภทนี้

r = สัดส่วนของประเภทอาหารที่พบในกองมูล

p = สัดส่วนของประเภทอาหารที่สำรวจพบในธรรมชาติ

ผลและวิจารณ์

ความหลากหลายของชนิดอาหารจากกองมูล

จากการศึกษาสามารถจับกิ้งก่าเขาเล็กได้ทั้งหมด 362 ตัว เก็บกองมูลได้ 112 กอง คิดเป็น 30.94% ผลการศึกษาชนิดอาหารในกองมูลสามารถจำแนกชนิดอาหารได้ 10 อันดับ (orders) จาก 3 ชั้น (Classes) ใน 2 ไฟลัม (phylums) โดยอันดับด้วง (Coleoptera) เป็นอันดับที่มีค่าความถี่การปรากฏสัมพัทธ์มากที่สุด (44.64 %) รองลงมา คือ อันดับมด ผึ้ง ต่อ และแตน (Hymenoptera) 25.89 % อันดับตั๊กแตน (Orthoptera) 17.86 % อันดับแมลงสาบ (Blattodea) 12.50 % อันดับแมลงวัน (Diptera) 4.46 % อันดับมวน (Hemiptera) 2.68 % อันดับแมลงหางหนีบ (Dermaptera) 1.79% อันดับตั๊กแตนกิ่งไม้ (Phasmatodea) 1.79 % หนอนปลอกน้ำ (Tricoptera) 0.89 % และอันดับปลวก (Isoptera) 0.89 % (Figure 3)

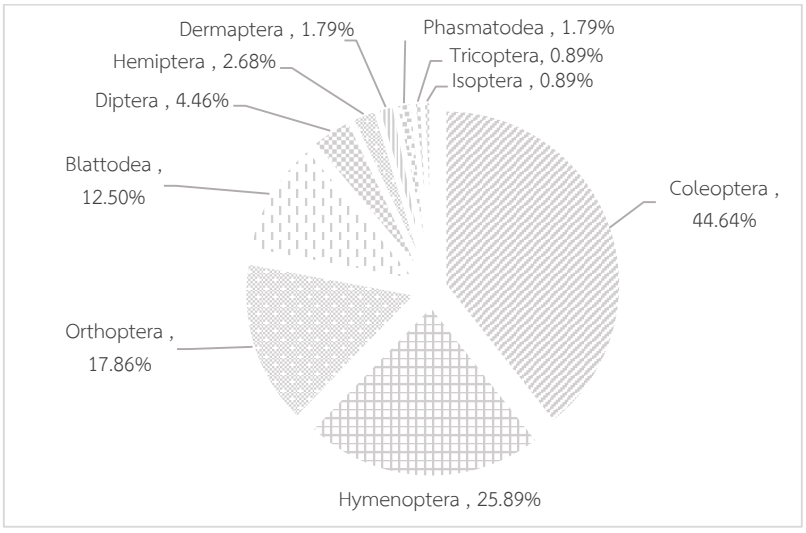


Figure 3 The frequency of occurrence of insect

จากผลการศึกษาพบว่าชนิดอาหารจัดอยู่ในไฟลัมสัตว์ขาปล้อง (Phylum Arthopoda) มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของยุวดี (2557) ที่ได้ทำการศึกษาอาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่เดียวกัน พบชนิดอาหารในชั้นสัตว์ขาปล้องมีค่าความถี่การปรากฏมากที่สุดเช่นกัน และพบแมลงในอันดับด้วงมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ สีฟ้าและวิษณุรักษ์ (2548) ที่พบแมลงปีกแข็งในอันดับด้วง สูงที่สุดในกระเพาะอาหารของตุ๊กแกบ้าน นอกจากนี้

อันดับด้วง ยังเป็นอันดับที่ใหญ่ที่สุดของแมลง ประกอบด้วยจำนวนชนิดประมาณ 350,000 ชนิด คิดเป็น 40% ของแมลงทั้งหมดที่ทราบชื่อแล้ว (ไพฑูรย์, 2554) และอันดับด้วงเป็นแมลงปีกแข็งจึงทำให้อวัยวะบางส่วนไม่ย่อยหรืออาจจะใช้ระยะเวลาในการย่อยนาน เป็นการเพิ่มโอกาสในการพบชิ้นส่วนในกองมูล

ความหลากหลายของชนิดอาหารจากการวางกับดักแมลงในธรรมชาติ

จากการสำรวจความหลากหลายของสัตว์ที่คาดว่าน่าจะเป็นอาหารของกิ้งก่าเขาเล็กในธรรมชาติโดยการวางกับดักหลุม ผลการสำรวจพบทั้งสิ้น 28 วงศ์ (families) ใน 14 อันดับ (orders) จาก 3 ชั้น (classes) ได้แก่ ชั้นแมลง (Insecta) ชั้นแมงมุม (Arachnida) ชั้นกิ้งกือ (Diplopoda) โดยในชั้นแมลง (Insecta) พบมากที่สุดถึง 9 อันดับ ได้แก่ อันดับมด ผึ้ง ต่อ และแตน (Hymenoptera) มีค่าความถี่การปรากฏสัมพัทธ์ 43.88% ซึ่งเป็นกลุ่มแมลงที่พบมากที่สุด รองลงมาคือ อันดับตั๊กแตน (Orthoptera) 24.27% อันดับด้วง (Coleoptera) 16.18% อันดับแมลงวัน (Diptera) 6.57% อันดับมวน (Hemiptera) 3.03% อันดับปลวก (Isoptera) 2.02% อันดับผีเสื้อ (Lepidoptera) 2.02% อันดับแมลงสาบ (Blattodea) 1.52% และสุดท้ายคืออันดับแมลงสามง่าม (Thysanura) 0.51% (Figure 4) จากผลการสำรวจข้างต้น พบแมลงในอันดับมด ผึ้ง ต่อ และแตนมากที่สุด เนื่องมาจากข้อจำกัดของวิธีการวางกับดักหลุม ใช้เป็นกับดักหลุม สำหรับดักแมลงที่อาศัยอยู่บนพื้นดิน หรือแมลงที่ชอบหากินบนพื้นดิน

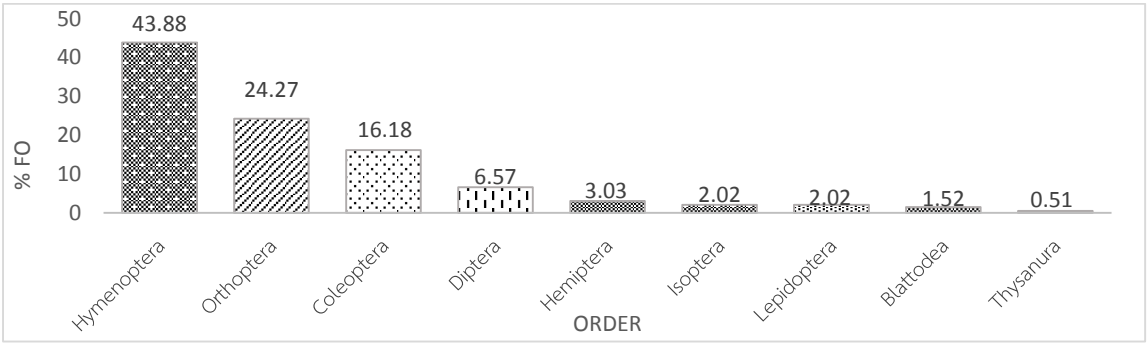


Figure 4 The frequency of Occurrence of insects in nature.

ความแตกต่างของชนิดอาหารในกองมูลเปรียบเทียบระหว่างฤดูกาล

ค่าความถี่การปรากฏของอันดับชนิดอาหารในกองมูล พบว่า ในฤดูฝน (Wet season) กลุ่มที่เป็นอาหารของกิ้งก่าเขาเล็กที่พบมากที่สุดเป็นพวกแมลง พบมากถึง 10 อันดับ โดยอันดับด้วง (Coleoptera) มีความถี่การปรากฏสัมพัทธ์สูงสุด คือ 33.07% รองลงมาคืออันดับ มด ผึ้ง ต่อ และแตน (Hymenoptera) 14.17% โดยอยู่ในวงศ์มด (Formicidae) 7.87% อันดับตั๊กแตน (Orthoptera) 13.39% โดยอยู่ในวงศ์แมลงกระชอน (Gryllotalpidae) 1.57% อันดับแมลงสาบ (Blattodea) 11.02% อันดับแมลงวัน (Diptera) 3.94% อันดับมวน (Hemiptera) 2.36% อันดับแมลงหางหนีบ (Dermaptera) 1.57% อันดับตั๊กแตนกิ่งไม้ (Phasmodea) 1.57% และอันดับสุดท้ายที่มีค่าความถี่การปรากฏสัมพัทธ์น้อยที่สุด คือ อันดับปลวก (Isoptera) และอันดับแมลงปอ (Odonata) 0.79% ในฤดูแล้ง (Dry season) พบทั้งหมด 3 อันดับ ชนิดอาหารที่พบสูงสุดคือ อันดับด้วง (Coleoptera) มีค่าเฉลี่ยความถี่การปรากฏสัมพัทธ์สูงสุด คือ 60% อันดับมด ผึ้ง ต่อ และแตน (Hymenoptera) ในวงศ์มด (Formicidae) มีค่าความถี่การปรากฏ 20% ซึ่งเท่ากับอันดับตั๊กแตน (Orthoptera) (Table1)

Table 1 The frequency of occurrence compare in wet season and dry season

Class/Order/Family	Frequency of Occurrence (%)		
	Wet season (n=107)	Dry Season (n=5)	Total
Insecta			
Coleoptera	33.07	60	34.09
Hymenoptera	14.17	-	13.64
Formicidae	7.87	20	8.33
Orthoptera	13.39	20	13.64
Gryllotalpidae	1.57	-	1.52
Blattodea	11.02	-	10.61
Diptera	3.94	-	3.79
Hemiptera	2.36	-	2.27
Dermaptera	1.57	-	1.52
Phasmatodea	1.57	-	1.52
Isoptera	0.79	-	0.76
Odonata	0.79	-	0.76
Diploploda	5.51	-	5.30
Gastropoda	2.36	-	2.27

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรอาหารกับความยาวลำตัวและน้ำหนักตัว

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรอาหารที่พบในมูลกับขนาดของความยาวลำตัว (Figure 5) และน้ำหนักตัวของกิ้งก่าเขาเล็ก (Figure 6) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาตรอาหารแปรผันตรงกับความยาวลำตัว ($r = 0.245$, $p = 0.003$) และน้ำหนัก ($r = 0.245$, $p = 0.003$) ของกิ้งก่าเขาเล็ก (Figure 3)

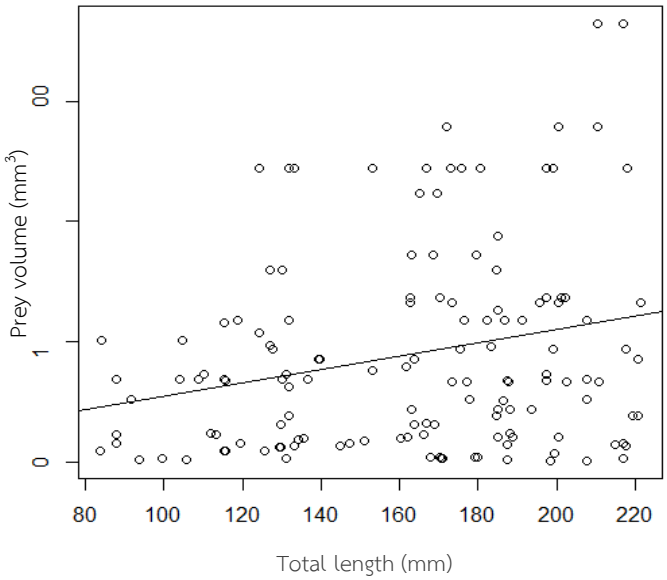


Figure 5 The relationship between the prey volume and total length.

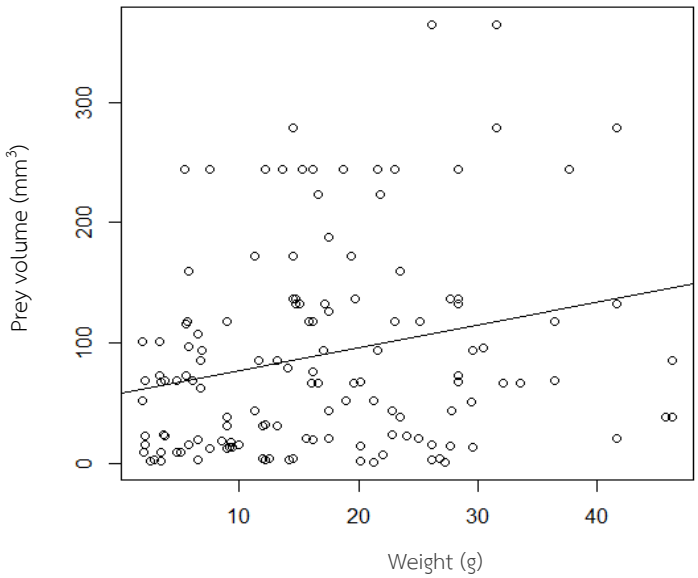


Figure 6 The relationship between the prey volume and weight.

จากผลการศึกษาข้างต้นพบว่า ปริมาตรของอาหารเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตของร่างกาย โดยปริมาตรอาหารจะเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวลำตัวและน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาตรอาหารที่แปรผันตรงตามขนาดของร่างกายทำให้กิ้งก่าเขาเล็กมีแนวโน้มที่จะเป็น Generalist predator คือ สามารถกินอาหารได้หลากหลาย

การเลือกกินชนิดอาหารของกิ้งก่าเขาเล็ก

จากการศึกษาค่าดัชนีการเลือกกินชนิดอาหารของกิ้งก่าเขาเล็ก (Electivity index; E) โดยพิจารณาจากชนิดอาหารที่กิ้งก่าเขาเล็กเลือกกินทั้งหมด 8 อันดับ พบว่าอาหารที่กิ้งก่าเขาเล็กเลือกกินหรือเสาะแสวงหามากที่สุดและไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณในธรรมชาติ (E>0.5) พบทั้งหมด 2 อันดับ คือ อันดับแมลงสาบ (Blattodea) และอันดับด้วง (Coleoptera) อาหารที่กิ้งก่าเขาเล็กเลือกกินอาหารขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติ พบมากกินมากพบน้อยกินน้อย (E อยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5) พบ 6 อันดับ ได้แก่ อันดับกิ้งกือเกราะ (Polydesmida) อันดับมวน Hemiptera อันดับตั๊กแตน (Orthoptera) อันดับแมลงวัน (Diptera) อันดับมด ผึ้ง ต่อ และแตน (Hymenoptera) และอันดับปลวก (Isoptera) ตามลำดับ (Figure 7)

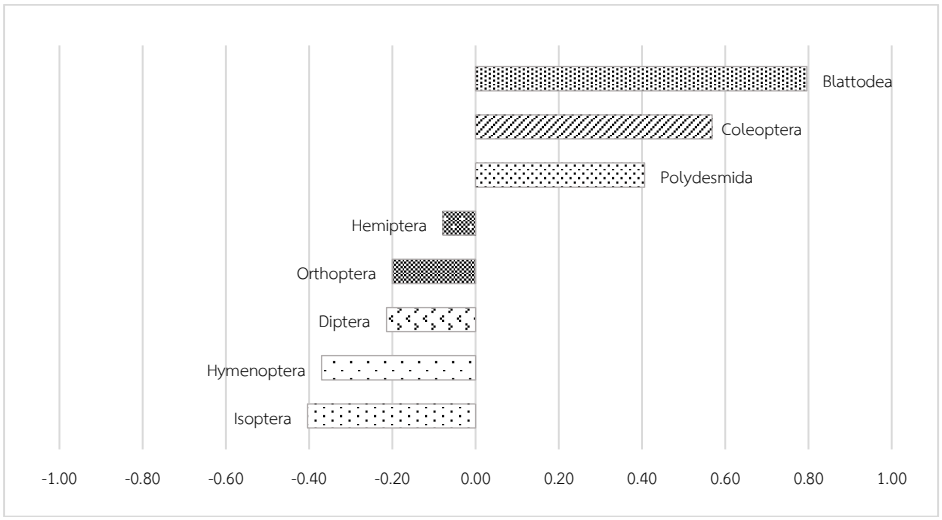


Figure 7 Electivity index of *Acanthosaura Lepidogaster*.

นอกจากนี้ยังพบแมลงบางชนิดในกองมูลแต่ไม่พบในการวางกับดักแมลง พบทั้งหมด 4 อันดับ ได้แก่ อันดับแมลงหางหนีบ (Dermaptera) อันดับตั๊กแตนกิ่งไม้ (Phasmatodea) อันดับหนอนปลอกน้ำ (Tricoptera) และอันดับหอยฝาเดียว (Gastropoda) อาจจะเนื่องมาจากกับดักแมลงที่ใช้เป็นกับดักหลุม ใช้สำหรับดักแมลงที่อาศัยอยู่บนพื้นดิน หรือแมลงที่ชอบหากินบนพื้นดิน เช่น มดหรือด้วงดิน เป็นต้น ส่วนแมลงที่พบในหลุมกับดักแต่ไม่พบในกองมูลมีทั้งหมด 6 อันดับ ได้แก่ อันดับแมงมุมมด แมงมุมกระโดด (Araneae) อันดับเห็บ (Ixodida) อันดับแมงโหย่ง (Opiliones) อันดับกิ้งกือ (Julida) อันดับผีเสื้อ (Lepidoptera) และอันดับแมลงสามง่าม (Thysanura)

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าอาหารของกิ้งก่าเขาเล็กมีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารแต่ละชนิดในพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธัญสุดา (2558) ที่ว่ากระท่างเหนือเลือกกินอาหารตามปริมาณที่มีอยู่ตามธรรมชาติ พบมากกินมาก พบน้อยกินน้อยและมีแนวโน้มที่จะเป็น Generalist predator คือ สามารถกินอาหารได้หลากหลายประเภท

สรุป

1. จากการศึกษากองมูลทั้งหมด 112 กอง สามารถจำแนกชนิดอาหารได้จำนวนทั้งสิ้น 10 อันดับ 3 ชั้น ใน 2 ไฟลัม โดยพบแมลงในอันดับด้วงมากที่สุด

2. ความแตกต่างของชนิดอาหารในกองมูล พบว่า ในฤดูฝนมีความหลากหลายมากกว่าในฤดูแล้ง

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรอาหารกับความยาวลำตัวและน้ำหนักตัว พบว่าปริมาตรอาหารจะเพิ่มขึ้นเมื่อความยาวลำตัวและน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาตรอาหารที่แปรผันตรงตามขนาดของร่างกาย ทำให้กิ้งก่าเขาเล็กมีแนวโน้มที่จะเป็น Generalist predator คือ สามารถกินอาหารได้หลากหลาย

4. ค่าดัชนีการเลือกกินชนิดอาหาร (Electivity index; E) พบว่าอาหารที่กิ้งก่าเขาเล็กเลือกกินและไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณในธรรมชาติ พบทั้งหมด 2 อันดับ คือ อันดับแมลงสาบและอันดับด้วง ส่วนอาหารที่กิ้งก่าเขาเล็กเลือกกินขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติ พบมากกินมากพบน้อยกินน้อย พบ 6 อันดับ ได้แก่ อันดับกิ้งกือ อันดับมวน อันดับตั๊กแตน อันดับแมลงวัน อันดับมด ผึ้ง ต่อ แตน และอันดับปลวกตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ โครงการมนุษย์และชีวมณฑล พื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-คอกม้า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ที่อนุญาตให้เข้าใช้พื้นที่ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2552. **พื้นที่สงวนชีวมณฑล ห้วยคอกม้า.** แหล่งที่มา : chm-thai.onep.go.th/chm/data_province/Chiangmai/hotspot.html, 16 มีนาคม 2561.

ฐานข้อมูลสัตว์ป่าเมืองไทย. 2554. **กิ้งก่าเขาเล็ก.** แหล่งที่มา : http://www.thaiwildlife.info, 16 มีนาคม 2561.

ธัญสุดา ดาวเวียงกัน. อาหารของกระท่างเหนือ (*Tylototriton uyenoi*) ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-ห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่. *ใน* **การสัมมนา ระดับปริญญาตรี ประจำภาคปลายปีการศึกษา 2558**. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุวดี พลพิทักษ์. 2557. **อาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณป่าดิบเขา อุทยานแห่งชาติดอย สุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพฑูรย์ เลกสวัสดิ์. 2554. **สัณฐานวิทยาภายนอกและการจัดจำพวกแมลง.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สานักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ [สพภ.]. 2559. **Reptiles of Thailand**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน). กรุงเทพฯ.

สีฟ้า ละออง และวิษณุรักษ์ ศรีบัณฑิต. 2549. อาหารของตุ๊กแกบ้าน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของปะเทศไทย, น. 78-90. *ใน* **ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2548**. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

วัฒนา ศักดิ์ชูวงษ์. 2552. **วิธีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลง.** กลุ่มงานกีฏวิทยาและจุลชีววิทยาป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ

อนุสรณ์ เพ็งเพ่งพิศ, สุวิทย์ ทองปั้น, บุญมา ศรีบุรินทร์ และสมหญิง ทัฬหิกรณ์. 2551. ความหลากชนิดของสัตว์สะเทินน้ำ สะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานตามระดับความสูงในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง, น. 100-109. *ใน* **ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2550.** กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่าสำนักอนุรักษ์สัตว์ป่ากรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

Bain, R. H. and U. Manthey. 2010. *Acanthosaura lepidogaster*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010e: e. T170366A6769862. Available Source: http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-4.RLTS.T170366A6769862.en, June 2, 2019.

Chuaynkern, Y., P. Duengkae, A. Wongwai and S. Hasin. 2009. Kalophrynus interlineatus (Striped Sticky Frog). Antipredator behavior. **Herpetological Review.** 40 (2): 205.

Cuvier, B. 1829. Le Regne Animal Distribué, d'apres son Organisation. pur servir de base à l'Histoire naturelle des Animaux et d'introduction à l'Anatomie Comparé. Tome II. Les Reptiles. Déterville, Paris.

Dunham, AE. 1983. Realized niche overlap, resource abundance and intensity of interspecific composition, pp. 261-280. *In* R.B. Huey, E.R. Pianka, T.W. Schoener, eds. **Lizard Ecology: Studies of a Model**. Harvard Univ. Press, Cambridge.

Hayward, M.W. 2006. Prey preferences of the spotted hyaena (*Crocuta crocuta*) and degree of Dietary overlap with the lion (*Panthera leo*). **Journal of Zoology** 270: 606-614.

Hwang, M-H., D. L. Garshelis and Y. Wang. 2002. Diet of Asiatic black bear in Taiwan, with methodological and geological comparison. **International Association for Bear Research and Management** 13: 111-125.

Triplehon, C.A. and N.F. Johnson. 2005. **Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects, 7th Edition.** Thomson Brooks/Cole. Belmont, California.

Uetz, P., P. Freed and J. Hošek. 2019. **The Reptile Database**. Available Source: http://www.reptile-database.org, June 2, 2019.

Vitt, L.J. and J.P. Caldwell. 2014. **Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles.** Fourth Edition. Academic Press, New York.

การประยุกต์ใช้ข้อมูลลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART patrol) ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่า (*Elephas maximus*) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก อ.อุ้มผาง จ.ตาก

Application of SMART patrol's data and Geoinformation technology to Model Suitable Habitat for Asian Elephant (*Elephas maximus*) in Eastern Thung Yai Naresuarn Wildlife Sanctuary

นรวิชญ์ ดำรงค์ธวัช[1] อิงอร ไชเยศ[2] นันทชัย พงษ์พัฒนานุรักษ์[1] พลวีร์ บูชาเกียรติ[3] ปิยะ ภิญโญ[3] และ **ประทีป ด้วงแค**[1*]

Norrawith Damrongtawat[1] Aingaorn Chaiyes[2] Nantachai Pongpattananurak[1]

Ponrawee Buchakiat[3] Piya Pinyo[3] and **Prateep Duengkae**[1*]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University., Bangkok 10900

[2]สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี, 11120

[2]School of Agriculture and Cooperatives. Sukhothai Thammathirat Open University.

[3]เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก ตาก 63137

[3]Eastern Thung Yai Naresuarn Wildlife Sanctuary, Tak 63170

Corresponding Author; E-mail: **prateepd@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การลาดตระเวนเชิงคุณภาพ (SMART patrol) มีการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลาดตระเวนเพื่อป้องกันปราบปรามการกระทำผิดร่วมกับการเก็บข้อมูลทางวิชาการ เช่นข้อมูลการปรากฏของสัตว์ป่า และข้อมูลปัจจัยคุกคาม ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของสัตว์ป่าได้เป็นอย่างดี ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสร้างแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่า โดยใช้แบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) ซึ่งใช้ข้อมูลจุดการปรากฏของช้างป่าที่ได้จากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพในปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2560 วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่คาดว่ามีผลต่อการปรากฏของช้างป่าที่ได้จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้แบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออกที่มีค่าความถูกต้องค่อนข้างดี (AUC=0.65) จากแบบจำลองพบว่าพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดเท่ากับ 152.43 ตร.กม. เหมาะสมปานกลาง 467.61 ตร.กม. เหมาะสมน้อย 314.94 ตร.กม. และไม่เหมาะสม 654.81 ตร.กม. เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม พบว่าตำแหน่งที่ตั้งของหมู่บ้านมีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุด โดยช้างป่ามีการหลีกเลี่ยงการเข้าใกล้หมู่บ้านระยะทางตั้งแต่ 5 กิโลเมตรเป็นต้นไป แบบจำลองนี้สามารถนำไปประยุกต์เพื่อการจัดการพื้นที่หรือการลาดตระเวนเพื่ออนุรักษ์ช้างป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การลาดตระเวนเชิงคุณภาพ, แบบจำลองพื้นที่เหมาะสม, MaxEnt

ABSTRACT

SMART patrol was developed to increase performance of forest patrol together with collect environmental data. The data on present of wildlife and relevant environmental factor could be applied in Geographic Information System (GIS) for developing habitat suitability model. This study used MaxEnt (maximum entropy model) with existing data to predict suitable habitat for Asian elephant (*Elephus maximus)*. SMART patrol data from 2008 to 2017 and environmental factors from GIS were applied in the model. That results showed habitat suitability model had high accuracy

(AUC=0.65). The most-suitable habitat for Asian Elephant was 152.43 Km^2, moderate-suitable was 467.61 Km^2, low-suitable was 314.94 Km^2 and non-suitable was 654.81 Km^2. The analysis demonstrated that village locations had the highest influence on Asian Elephant distribution, specifically, Asian elephant avoided being closer to the village for less than 5 km. This model can be applied in land-use management and patrol planning in order to effectively conserve the Asian elephant.

Keyword : SMART patrol, Habitat suitability model, MaxEnt

คำนำ

การลาดตระเวนเชิงคุณภาพมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคุ้มครองป้องกันพื้นที่อนุรักษ์ อีกทั้งยังผนวกการเก็บข้อมูลเพื่องานทางด้านวิชาการร่วมด้วย เช่นการบันทึกพิกัดการปรากฏของสัตว์ป่าจากร่องรอยหรือการพบเห็นตัวโดยตรง (อนรรฆ และคณะ, 2558) ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นหากนำมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยแวดล้อมที่คาดว่ามีผลต่อการปรากฏของสัตว์ป่าที่ได้มาจากเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) จะสามารถทราบถึงการกระจายของสัตว์ป่าหรือความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ป่าชนิดนั้นกับปัจจัยแวดล้อมได้

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสร้างแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก โดยใช้ข้อมูลการปรากฏของสัตว์ป่าจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพเป็นระยะเวลา 10 ปี ร่วมกับชุดข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่คาดว่ามีผลต่อการกระจายของช้างป่า (นนท์, 2551) วิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Maximum entropy (MaxEnt) (Phillip *et al*, 2006) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการพื้นที่หรือการลาดตระเวนเพื่อคุ้มครองพื้นที่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้อมูลจุดการปรากฏของสัตว์ป่า

ข้อมูลพิกัดการปรากฏของช้างป่าจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2560 รวมทั้งสิ้นจำนวน 44,460 จุด

2. ข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่คาดว่ามีผลต่อการปรากฏของช้างป่า

ช้างป่ามีการเคลื่อนที่หากินวันละประมาณ 5.9 กม. โดยมักหากินบริเวณป่าเบญจพรรณ ที่มีความลาดชันต่ำทั้งใกล้บริเวณแหล่งน้ำหรือโป่ง ทั้งยังมีการปรากฏใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าและถนนตรวจการณ์ป่าไม้ (รองลาภ, 2546; ศุภกิจ, 2546; ธีระพงษ์ และคณะ, 2546) ปัจจัยแวดล้อมที่คาดว่ามีผลต่อการปรากฏของช้างป่า ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 3 ประเภท (นนท์, 2551) ดังนี้ 1) ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดชัน 2) ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ ตำแหน่งโป่ง แหล่งน้ำ ประเภทป่า 3) ปัจจัยพื้นที่กิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า ที่ตั้งหมู่บ้าน และทางตรวจการณ์ป่าไม้

โดยปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวจะถูกเตรียมผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยแบ่งเป็นข้อมูล 2 ประเภท คือ 1) ข้อมูลแบบต่อเนื่อง ได้แก่ ระยะห่างจาก ทางตรวจการณ์ป่าไม้ แหล่งน้ำ โป่ง ที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า ที่ตั้งหมู่บ้าน ความสูงจากระดับน้ำทะเล และความลาดชัน 2) ข้อมูลแบบแบ่งประเภท คือ ข้อมูลประเภทป่า ข้อมูลทั้ง 2 ประเภท ทำการเตรียมให้อยู่ในรูปแบบ Ascii โดยมีความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 30 x 30 เมตร โดยข้อมูลทุกปัจจัยต้องมีความละเอียดจุดภาพเท่ากัน เพื่อสร้างสร้างแบบจำลอง Maximum Entropy (นัฐพล, 2555)

3. การสร้างแบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่า

ใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลอง MaxEnt 3.4.1 ในการสร้างแบบจำลองการกระจายของช้างป่า โดยนำเข้าข้อมูล 2 ส่วน 1) จุดปรากฏของช้างป่า (present only data) 2) ข้อมูลปัจจัยแวดล้อมจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในส่วนของจุดปรากฏของช้างป่าจำนวน 44,460 จุด ถูกนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง (training data) จำนวน 14,228 จุด เนื่องจากในพื้นที่ขนาด 30 x 30 ม. หากมีจุดซ้ำจะถูกนับเป็น 1 จุด และใช้จุดปรากฏ 3,557 จุด คิดเป็นร้อยละ 20 ของจุดปรากฏทั้งหมดในการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง (testing data) จะได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่การกระจายของช้างป่าโดยแต่ละจุดภาพจะมีค่าความน่าจะเป็นในการปรากฏของช้างป่ามีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 หมายความว่ามีความเหมาะสมมาก หากแบบจำลองมีค่า AUC (area under curve) ต่ำกว่า 0.5 คือไม่ดี (Swets,1988)

เมื่อได้แบบจำลองการกระจายของช้างป่าแล้ว ทำการแบ่งระดับความเหมาะสมออกเป็น 4 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และไม่เหมาะสม โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จะได้แผนที่พื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่าตามระดับความเหมาะสมที่ได้แบ่งไว้และคำนวณพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างช้างป่ากับปัจจัยแวดล้อม

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างช้างป่ากับปัจจัยแวดล้อมได้จากค่าร้อยละ contribution ที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรม MaxEnt และพิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความน่าจะเป็นในการปรากฏของช้างป่าในแกนตั้งกับค่าระยะห่างหรือความสูงของปัจจัยแวดล้อมในแกนนอน จะสังเกตุได้ว่าความสัมพันธ์ของช้างป่ากับปัจจัยแวดล้อมนั้นๆ เป็นไปในรูปแบบใด (Phillip *et al.*, 2006)

ผลและวิจารณ์

1. แบบจำลองพื้นที่เหมาะสมในการอาศัยของช้างป่า

จากข้อมูลจุดปรากฏของช้างป่าที่ได้จากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพสามารถสร้างแบบจำลองการกระจายของช้างป่าในเขตฯ ทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออกที่มีค่าความถูกต้องถึง 0.657 ซึ่งถือว่าแบบจำลองนี้มีความถูกต้องค่อนข้างดีและส่วนหนึ่ง อาจเนื่องมาจากปัจจัยที่นำมาทำการวิเคราะห์ครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นปัจจัยทางกายภาพอาจมีผลทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของช้างป่าในพื้นที่นี้ หรืออีกเหตุผลหนึ่งคือช้างป่ามีการปรับตัวได้กับปัจจัยแวดล้อมบริเวณนี้เป็นอย่างดี (ศุภกิจ, 2546; ธีระพงษ์ และคณะ, 2546) ซึ่งหากเป็นสัตว์ป่าที่มีความต้องการเฉพาะเจาะจงอาจทำให้แบบจำลองมีค่าความถูกต้องสูงขึ้น เมื่อทำการแบ่งระดับความเหมาะสมออกเป็น 4 ระดับ พบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 152.43 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 9.6 พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลางมีพื้นที่ 467.61 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 29.4 พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 314.93 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 19.8 และพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมมีพื้นที่ถึง 654.81 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 41.19 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งบริเวณที่ไม่เหมาะสมต่อช้างป่าส่วนใหญ่คือพื้นที่บริเวณรอบที่ตั้งของหมู่บ้านในพื้นที่

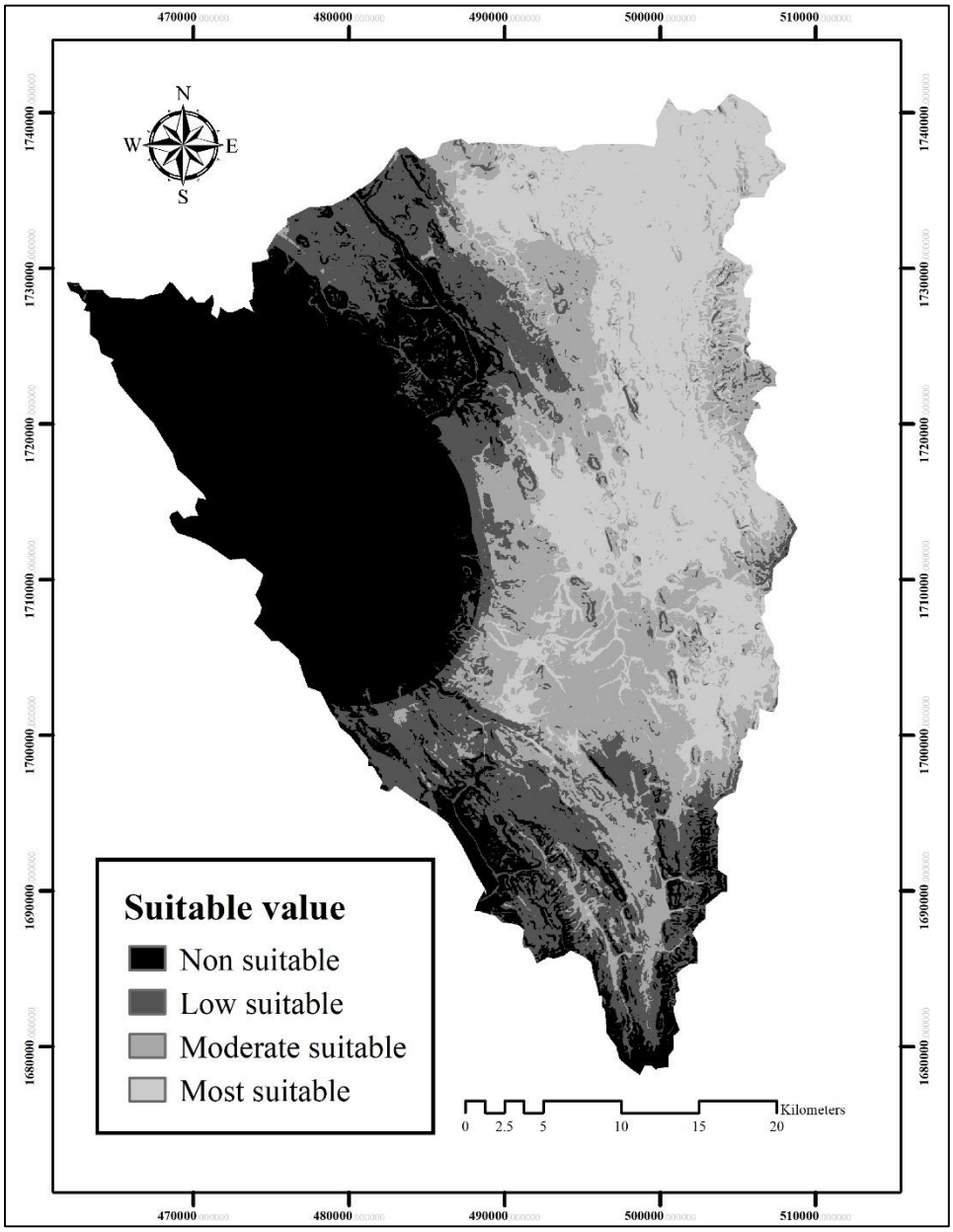


Figure 1 Habitat suitability of Asian Elephant in Eastern Thung Yai Naresuarn map probability of non suitable: 0-0.144, low suitable: 0.144-0.356, moderate suitable: 0.356-0.551 and most suitable: 0.551-1.

2. ความสัมพันธ์ระหว่างช้างป่ากับปัจจัยแวดล้อม

พิจารณาค่าร้อยละ contribution พบว่าตำแหน่งที่ตั้งของหมู่บ้านเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุดถึงร้อยละ 55 รองลงมาเป็นตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยพิทักษ์ป่ามีค่าร้อยละ 25.1 ในลำดับที่สามคือปัจจัยด้านความลาดชันซึ่งมีค่าร้อยละ 7.3 และปัจจัยอื่นๆ คาดว่ามีผลต่อการปรากฏไม่มากนัก (Table 1)

Table 1 Percent contribution of Elephant and Environmental factor.

Rank	Environmental factor	Percent contribution
1	Village	55
2	Ranger station	25.1
3	Slope	7.3
4	Unpaved road	5.1
5	Steam	2.7
6	Elevation	2.4
7	Saltlick	1.9
8	Forest type	0.5

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างช้างป่ากับหมู่บ้านแสดงให้เห็นว่าช้างป่ามีการหลีกเลี่ยงการเข้าใกล้หมู่บ้านตั้งแต่ระยะทาง 5 กิโลเมตร เป็นต้นไป เมื่อไกลจากหมู่บ้านเกิน 5 กิโลเมตรจะยิ่งมีโอกาสในการพบช้างป่ามากขึ้น สอดคล้องกันกับการศึกษาของ นนท์ (2551) ที่รายงานว่าบริเวณรอบหมู่บ้านมีการเกิดปัจจัยคุกคามในด้านการล่าสัตว์มากที่สุด (Figure 3) ในส่วนของความสัมพันธ์กับหน่วยพิทักษ์ป่าพบว่าช้างป่ามีการเข้าใกล้หน่วยพิทักษ์ป่าตั้งแต่ระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร เป็นต้นไป จะสังเกตได้ว่าทั้งปัจจัยหมู่บ้าน และที่ตั้งหน่วยพิทักษ์ป่า เป็นปันปัจจัยที่มนุษย์ใช้ประโยชน์แต่กลับมีการปรากฏของช้างป่าที่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากการมีหน่วยพิทักษ์ป่าตั้งอยู่ทำให้พื้นที่มีปัจจัยคุกคามต่อช้างป่าน้อยลง ช้างป่าจึงมักปรากฏใกล้บริเวณหน่วยพิทักษ์ป่า (ศุภกิจ, 2546; ธีระพงษ์ และคณะ, 2546)

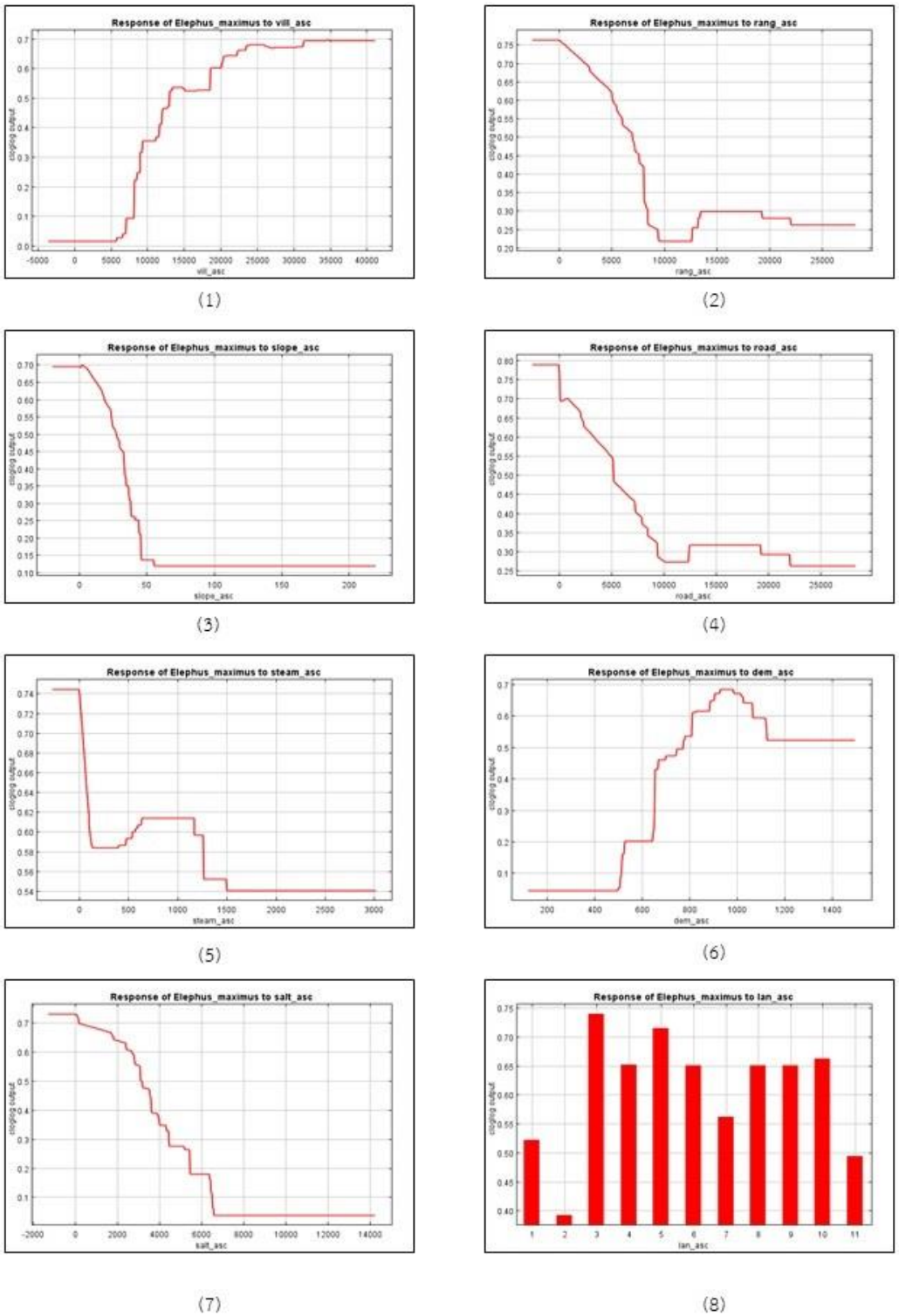


Figure 2 Relation of asian elephant with environmental factor (1) Village (2) Rangerstation (3) Slope (4) Road (5) Steam (6) Elevation (7) Saltlick and (8) Forest type.

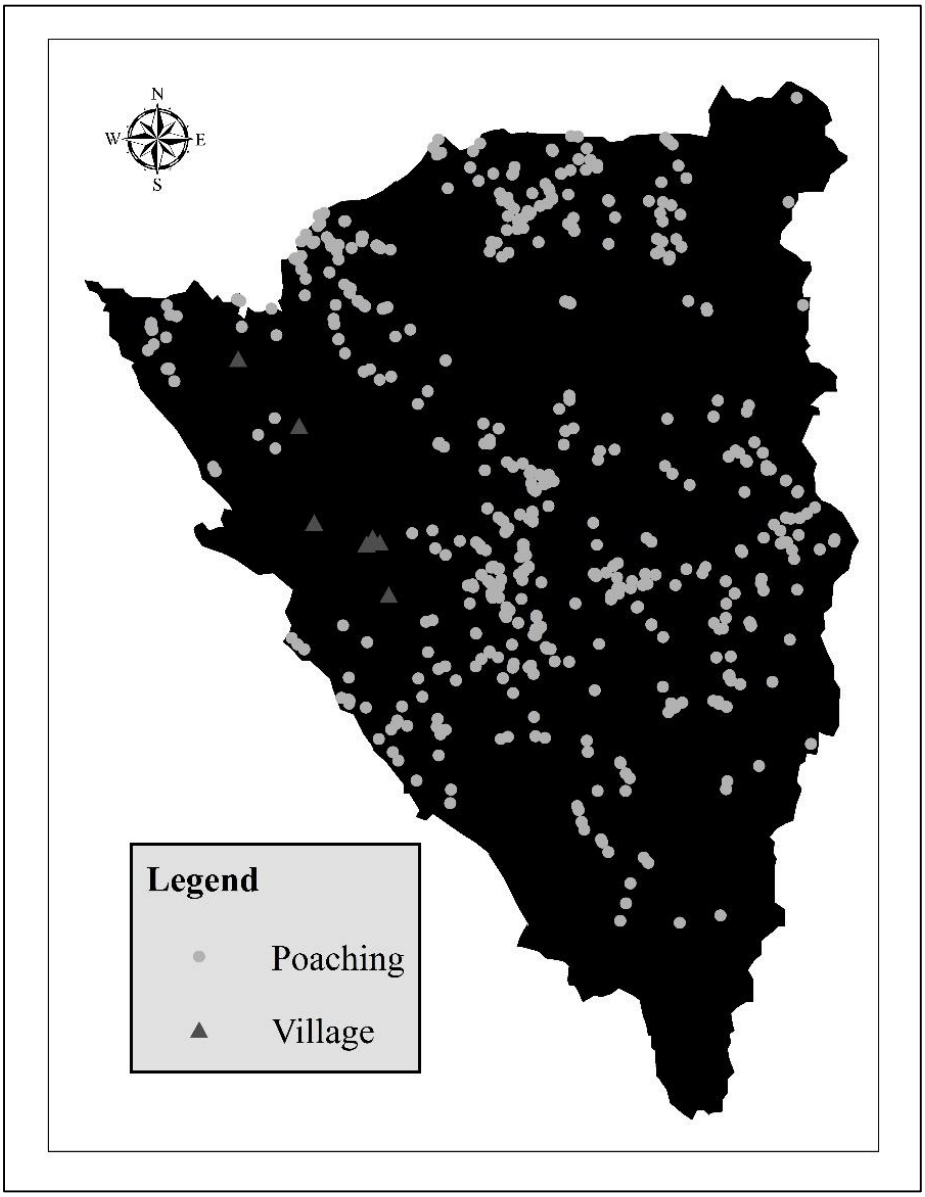


Figure 3 Poaching and Village point map.

สรุป

ข้อมูลพิกัดร่องรอยของสัตว์ป่าจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพสามารถนำมาใช้เพื่อสร้างแบบจำลองการกระจายและพื้นที่เหมาะสมของสัตว์ป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบบจำลองที่ได้สามารถใช้ในการวางแผนหรือตัดสินใจเพื่อการคุ้มครองพื้นที่ อีกทั้งยังใช้เพื่อการวางแผนลาดตระเวนอย่างเข้มข้นในบริเวณที่เป็นพื้นที่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อสัตว์ป่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับสัตว์ป่ายังบ่งบอกถึงความมีอิทธิพลจากปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการกระจายต่อสัตว์ป่าอีกด้วย ซึ่งช่วยในการตัดสินใจการจัดการพื้นที่เพื่อสัตว์ป่าอีกด้วย แต่ทั้งนี้ต้องทำการศึกษานิเวศวิทยาของสัตว์ป่าเพื่อการเลือกปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่เหมาะสมของสัตว์ป่าต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลการลาดตระเวนเชิงคุณภาพและข้อมูลปัจจัยแวดล้อม และขอขอบคุณคณาจารย์ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผู้ให้คำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ธีระพงษ์ ชุมแสงศรี, วันชัย อรุณประภารัตน์, นริศ ภูมิภาคพันธ์ และ กาญจน์เขจร ชูชีพ. 2546. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตะเบาะ-ห้วยใหญ่ จังหวัดเพชรบูรณ์ และชัยภูมิ. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 11(1): 49-65.

นัฐพล สีสุรักษ์. 2555. **การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นนท์ เขียวหวาน. 2551. **การประเมินความหนาแน่น และการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่บริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รองลาภ สุขมาสรวง. 2546. นิเวศวิทยาและประชากรของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 11 (1): 13-36

ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์. 2546. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์การแพร่กระจายของช้างป่า (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย**, 11 (1): 37-48.

อนรรฆ พัฒนวิบูลย์, สมโภชน์ มณีรัตน์, พรกมล จรบุรมย์, มยุรี อำพลจันทร์, เพิ่มศักดิ์ กนิษฐชาต, สิทธิชัย จินะมอย, มนัส อินชุม, นนท์ เขียวหวาน, กมล แฝงบุบผา และ ศุภลักษณ์ คันภูเขียว. 2558. **เทคนิคการลาดตระเวนเชิงคุณภาพ เพื่อการจัดการพื้นที่อนุรักษ์**. สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย, กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Phillips, S.J., R.P. Anderson and R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Eco. Model**. 190: 231-259.

Swets, M. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic system. **Science.** 240: 1285 - 1293

การปรากฏและลักษณะการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก (*Xyleutes ceramicus* Walker) บริเวณสวนป่าสักภาคเหนือของประเทศไทย

Occurrence of Teak Beehole Borer (*Xyleutes ceramicus* Walker) and Teak Damage in Teak Forest Plantations, Northern Thailand

ปิยะฉัตร เราเจริญ[1] และ **เดชา วิวัฒน์วิทยา**[1*]

Piyachat Raocharoen[1] and **Decha Wiwatwitaya**[1*]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **ffordew@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาการปรากฏและการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก (*Xyleutes ceramicus* Walker) บริเวณพื้นที่สวนป่าวังชิ้น จังหวัดแพร่ และสวนป่าแม่ลี้ จังหวัดลำพูน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 เพื่อศึกษาช่วงเดือนที่ปรากฏและพบลักษณะการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักในสวนป่าสักภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าการปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยระยะไข่พบเดือนธันวาคมถึงมีนาคมของปีถัดไป หนอนระยะที่ 1 พบเดือนมกราคมถึงมีนาคม หนอนระยะที่ 2 พบเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน หนอนระยะที่ 3 พบในเดือนเมษายนถึงกันยายน หนอนระยะที่ 4 พบเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน หนอนระยะที่ 5 พบเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายนของปีถัดไป และระยะตัวเต็มวัยพบในเดือนธันวาคมถึงเมษายนของปีถัดไป สวนป่าวังชิ้นพบการปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักเร็วกว่าสวนป่าแม่ลี้ 1 ระยะการเจริญเติบโต ลักษณะการทำลายส่วนเปลือกพบช่วงเดือนมกราคมถึงมิถุนายนของปีถัดไป ส่วนกระพี้พบช่วงเดือนเมษายนถึงสิงหาคม และเข้าทำลายส่วนเนื้อไม้ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน ลักษณะการทำลายของสวนป่าวังชิ้นพบการทำลายเร็วกว่าสวนป่าแม่ลี้ด้วยเช่นกัน การศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบเลือกวิธีการป้องกันกำจัดที่สอดคล้องกับการปรากฏและลักษณะการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักในแต่ละเดือนอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก การปรากฏ การทำลาย สวนป่าสัก

ABSTRACT

The study on occurrence of teak beehole borer (*Xyleutes ceramicus* Walker) and teak damage was carried out in Wangchin Forest Plantation, Phrae Province and Maelee Forest Plantation, Lumphun Province during February 2018 to January 2019. The purposes of the research were to examine the appearance period of beehole borer, and the teak damage in the teak forest plantations in Northern Thailand. The results showed that the appearance of teak beehole borer differed from the original. Egg stage was found in December 2018 to March 2019. During larvae stage, the first instar hatched in January to March 2018; the second instar appeared in February to June 2018; the third instar emerged in April to September 2018; the forth instar was found in May to November 2018, and the fifth instar in November 2018 to April of the following year. Adult stage of the teak behold borer occurred in December 2018 to April 2010. The observation suggested that the development of teak beehole borer in Wangchin Teak Forest Plantation was one stage faster than teak beeholde borer found in Maelee Teak Forest Plantation. Regarding teak damage, the results revealed that damage on

bark was found in January to June 2018, while damage in sapwood occurred in April to August 2014. Furthermore, damage in heartwood appeared in May to November 2018. This study found that teal beehole borer destroyed teak in Wangchin Teak Forest Plantation was earlier than in Maelee Teak Forest Plantation. This study can be used for selection pest control methods which are appropriate for the beehole borer appearance and level of teak damage.
Keywords : *Xyleutes ceramicus* , Occurrence, Teak Damage Behavior, Teak Plantation

คำนำ

สัก (*tectona grandis* Linn, Lamiaceae) เป็นไม้พื้นถิ่นแถบเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบมากเฉพาะในแถบประเทศอินเดีย พม่า ไทย และลาว (Nair, 2007) สำหรับประเทศไทยมีวัฒนธรรมการใช้ประโยชน์จากไม้สักในวิถีชีวิตของคนไทยมาอย่างยาวนาน (สำนักข่าวอิศรา, 2559) ด้วยความคงทนแข็งแรงและลวดลายที่สวยงามของเนื้อไม้ ไม้สักจึงกลายเป็นไม้เศรษฐกิจสำคัญได้รับความนิยมทั้งในประเทศและต่างประเทศ (กรมป่าไม้, 2556) สร้างรายได้มหาศาลต่อปี แต่การปลูกและจัดการไม้สักในรูปแบบสวนป่ากำลังประสบปัญหาการเสื่อมคุณภาพของเนื้อไม้สักจากการเจาะทำลายลำต้นของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก (*Xyleutes ceramicus* Wlaker) ผีเสื้อกลางคืนในวงศ์ Cossidae ที่ระยะตัวหนอนจะเจาะเข้าไปสร้างช่องทางเดินคล้ายอุโมงค์ยาวภายในลำต้น หนอนจะอาศัยและกินเนื้อเยื่อเจริญอยู่ภายในจนเข้าสู่ระยะดักแด้ หลังจากนั้นจะออกจากดักแด้กลายเป็นตัวเต็มวัยบริเวณเปลือกลำต้น (Beeson, 1941; Walker, 1865) การเจาะในลักษณะดังกล่าวสามารถเจาะทำลายสักต้นเดิมได้มากกว่า 1 ครั้งตลอดรอบตัดฟัน เรียกลักษณะการทำลายในรูปแบบดังกล่าวเป็นการทำลายแบบสะสม คือ เกิดเป็นร่องรอยตำหนิจำนวนมากสะสมภายในลำต้น (เดชา, 2559) ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อไม้ ทำให้มูลค่าทางเศรษฐกิจลดต่ำลงเกือบร้อยละ 40 จากราคากลางที่กำหนด ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของตลาด (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), 2561) การแพร่ระบาดยังคงมีความรุนแรงสูงขึ้น กระจายไปยังจังหวัดต่างๆ ครอบคลุมพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีระดับการทำลายรุนแรงแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยบริเวณที่มีการระบาดรุนแรง ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา ลำพูน ตาก สุโขทัย กำแพงเพชร การระบาดระดับปานกลาง ได้แก่ ลำปาง แพร่ น่าน และการระบาดน้อย ได้แก่ แม่ฮ่องสอน อุตรดิตถ์ เป็นต้น (ฉวีวรรณ, 2533; สุภโชติ และ นงนุช, 2556; สวทช., 2561) พื้นที่ดังกล่าวมักเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างสวนป่าสักทั้งขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้และเอกชน อาจส่งผลกระทบต่อการขาดทุนในระยะยาวได้

ปัจจุบันผีเสื้อชนิดดังกล่าวยังคงสร้างความเสียหายอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น แม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับการป้องกันกำจัดผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักไว้หลากหลายวิธี (สวทช., 2561) แต่ยังไม่มีวิธีการใดที่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการลดจำนวนประชากรผีเสื้อชนิดดังกล่าวได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเลือกใช้วิธีการที่ไม่สอดคล้องกับการเจาะทำลายในแต่ละช่วงการปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้น ทำให้การป้องกันกำจัดรูปแบบต่างๆ ไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ จึงเกิดการศึกษาการปรากฏและลักษณะการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก เพื่อตรวจสอบการปรากฏช่วงระยะต่างๆ ผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งจะเป็นแนวทางสำคัญที่นำไปสู่การประยุกต์ใช้วิธีการป้องกันกำจัดรวมทั้งการวางแผนจัดการดูแลพื้นที่สวนป่าสอดคล้องกับการปรากกฏและการเจาะทำลายต้นสัก เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการดูแลจัดการต้นสักในระยะยาว ให้สักสามารถเจริญเติบโตได้ดีปราศจากการรบกวนหรือมีการรบกวนของแมลงน้อยที่สุดตลอดจนได้เนื้อไม้ที่มีคุณภาพส่งออกสู่ท้องตลาดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษาการปรากฏและการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก (*Xyleutes ceramicus* walker) โดยการศึกษาครั้งนี้ได้คัดเลือกพื้นที่สวนป่าวังชิ้น จังหวัดแพร่ ที่แปลงปลูกสักอายุ 3 ปี ให้เป็นตัวแทนของพื้นที่ภาคเหนือฝั่งตะวันออก และสวนป่าแม่ลี้ จังหวัดลำพูน ที่แปลงปลูกอายุ 5 ปี ให้เป็นตัวแทนของพื้นที่ภาคเหนือฝั่งตะวันตก ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 – มกราคม พ.ศ. 2562 เป็นระยะเวลา 1 ปี

2. การศึกษาการปรากฏของตัวหนอนของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก

เลือกต้นสักที่พบร่องรอยการทำลาย พิจารณาจากลักษณะและปริมาณสิ่งขับถ่ายที่ติดอยู่บริเวณปากรูหรือร่วงหล่นอยู่ตามโคนต้น ในบางกรณีอาจพิจารณาร่วมกับคราบของเหลวสีดำที่ไหลออกมาจากบริเวณรูบนลำต้น ทำสัญลักษณ์ตำแหน่งที่ต้องตรวจสอบก่อนตัดต้นสัก จากนั้นตัดต้นสักออกเป็นท่อนโดยวัดจากจุดที่พบร่องรอยขึ้นไปประมาณ 30 เซนติเมตร (Beeson ,1941) เพื่อป้องกันไม่ให้ลักษณะการทำลายภายในหรือตัวหนอนได้รับความเสียหาย ทำการตัดต้นสักจากนั้นผ่าบริเวณที่พบการเจาะทำลายเพื่อพิจารณาการปรากฏระยะตัวหนอนของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก เมื่อพบตัวหนอนทำการเก็บข้อมูลโดยวัดขนาดความโตส่วนหัว Pholwicha (1993) ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล (vernier caliper digital) นอกจากนี้ยังบันทึกสีที่ปรากฏอยู่บริเวณลำตัวของตัวหนอนและเก็บตัวอย่างหนอนจากพื้นที่ศึกษา

3. การศึกษาลักษณะการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก

ทำการเก็บข้อมูลการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก โดยนำท่อนสักที่พบร่องรอยการปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักที่ตัดไว้แล้วมาผ่าโดยใช้มีดและลิ่มไม้ตัดผ่าท่อนสักด้านหน้าตัด แบ่งการพิจารณาร่องรอยการทำลายออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ (1) บริเวณเปลือกใน ทำการวัดขนาดความกว้างปากรูด้านในของเปลือกและบันทึกลักษณะการทำลาย (2) กระพี้ไม้ และ (3) แก่นไม้ ทำการวัดความกว้างและความยาวของอุโมงค์ทางเดินที่ถูกหนอนเจาะ รวมทั้งความลึกจากเปลือกไม้ถึงบริเวณที่หนอนเจาะเข้าไปในลำต้นของต้นสัก ทำการตัดต้นสักจำนวน 3 ต้นต่อพื้นที่ต่อเดือน รวมทั้งหมด 72 ต้นต่อปี

ผลและวิจารณ์ผล

1. การปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก

การปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักภายในสวนป่าวังชิ้น จังหวัดแพร่ และสวนป่าแม่ลี้ จังหวัดลำพูน พบว่าสวนป่าทั้งสองพื้นที่มีการปรากฏช่วงระยะของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักที่แตกต่างกันในแต่ละเดือน ดังนี้

1) สวนป่าวังชิ้น จังหวัดแพร่

พบการปรากฏของหนอนที่มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงระยะโดยหนอนระยะที่ 1 มี ปรากฏช่วงเดือนมกราคม หนอนระยะที่ 2 ปรากฏช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน หนอนระยะที่ 3 ปรากฏช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกันยายน หนอนระยะที่ 4 ปรากฏช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม หนอนระยะที่ 5 ปรากฏช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม และพบระยะดักแด้ช่วงเดือนเดียวกันกับการปรากฏของหนอนระยะสุดท้าย คือ ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม การสำรวจพื้นที่ดังกล่าวไม่พบการปรากฏเป็นตัวเต็มวัยของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักแต่สำรวจพบคราบดักแด้ใหม่ที่เพิ่งออกเป็นตัวเต็มวัย จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าการออกเป็นตัวเต็มวัยของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักอาจพบในช่วงเดือนธันวาคมจนถึงเดือนมกราคม หลังจากนั้นจะออกไข่ภายในช่วงเวลาเดียวกันและฟักออกจากไข่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของปีถัดไปอีกครั้งหนึ่ง (Table1) และ (Figure 1)

2) สวนป่าแม่ลี้ จังหวัดลำพูน

พบการปรากฏของหนอนที่มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงระยะโดยหนอนระยะที่ปรากฏช่วงเดือนมีนาคม หนอนระยะที่ 2 ปรากฏช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน หนอนระยะที่ 3 ปรากฏช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน หนอนระยะที่ 4 ปรากฏช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน หนอนระยะที่ 5 พบตัวหนอนช่วงเริ่มต้นการสำรวจ คือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนและสำรวจพบหนอนระยะที่ 5 อีกครั้งเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมของปีถัดไป อาจเนื่องมาจากครบรอบวงจรชีวิตของผีเสื้อชนิดดังกล่าวพอดี จึงคาดการณ์ได้ว่าตัวหนอนระยะที่ 5 บริเวณพื้นที่ดังกล่าวจะพบช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป นอกจากนี้ ระยะดักแด้ยังปรากฏรูปแบบเดียวกัน คือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนและสำรวจพบระยะดักแด้อีกครั้งเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคมของปีถัดไป จึงคาดการณ์ได้ว่าระยะดักแด้ในพื้นที่ดังกล่าวสามารถพบช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนของปีถัดไปด้วยเช่นกัน สำหรับระยะตัวเต็มวัยพบการปรากฏช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน หลังจากนั้นตัวเต็มวัยจะออกไข่ช่วงเวลาเดียวกันและตัวหนอนฟักออกจากไข่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน (Table 2) และ (Figure 1)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก มีช่วงเวลาที่การปรากฏแตกต่างกัน โดยสวนป่าวังชิ้นมีการปรากฏระยะต่างๆ ของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักเร็วกว่าการปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักภายในสวนป่าแม่ลี้ 1 ระยะ โดยสวนป่าวังชิ้นพบการปรากฏของระยะตัวเต็มวัยและระยะไข่ช่วงเดือนเดียวกัน คือ เดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ซึ่งการปรากฏของตัวเต็มวัยในพื้นที่ดังกล่าวพบในช่วงเดือนที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Myint K. M. and D. Htwe (2013) ที่พบการออกเป็นตัวเต็มวัยของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ระยะตัวหนอนพบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ระยะดักแด้พบตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ขณะที่สวนป่าแม่ลี้ระยะไข่ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ระยะตัวหนอนพบช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป ระยะดักแด้พบช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป และตัวเต็มวัยพบช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งการปรากฏของตัวเต็มวัยในสวนป่าแม่ลี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Gotoh *et al*. (2007) พบการปรากฏของตัวเต็มวัยตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้พบตัวหนอนระยะที่ 3 และ 4 ใช้ระยะเวลามากที่สุดในการเติบโตและอาศัยอยู่ภายในต้นสักทั้งสองพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่สวนป่าวังชิ้นพบการปรากฏประมาณ 6 เดือน นอกจากนี้ยังพบหนอนระยะที่ 5 ที่ปรากฏอยู่ในช่วงเดือนเดียวกันของสวนป่าทั้งสองพื้นที่ เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่ต้นสักมีการสร้างเนื้อเยื่อเจริญ (cambium) ซึ่งเป็นอาหารของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักน้อยลงเนื่องจากเป็นช่วงสิ้นสุดฤดูฝนของปี ทำให้การสร้างเนื้อเยื่อเจริญเกิดขึ้นน้อยมาก (Rao and Krishoe, 1999) ตัวหนอนของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักจึงเริ่มหยุดกินอาหารและเตรียมตัวเข้าสู่ระยะดักแด้ต่อไป การศึกษาการปรากฏของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักแต่ละเดือนในครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของสุภโชติ (2534) และ Pholwicha (1993) ได้กล่าวถึงรอบวงจรชีวิตของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักที่มีการปรากฏระยะต่างๆของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักในช่วงเดือนที่แตกต่างกันเนื่องมาจากปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมกับการออกเป็นตัวเต็มวัยเกิดการเปลี่ยนแปลงไป จึงมีผลต่อการปรากฏระยะตัวหนอนของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักแต่ละเดือนเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน

Table 1 Occurrence of *X. ceramicus* Walker in Wangchin Teak Forest Plantation, Phrae Province.

Life Cycle	Month											
	Feb(2018)	Mar	Apr	May	June	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan(2019)
Eggs											A	A
1												B
2	B	B	B									
3			B	B	B	B	B	B				
4				B	B	B	B	B	B			
5										B	B	
Pupa										C	C	
Adult											D	D

Remarks: A = Egg, B = Caterpillars, C = Pupa and D = Adult

Table 2 Occurrence of *X. ceramicus* Walker in Maelee Teak Forest Plantation, Lumphun Province.

Life Cycle	Month											
	Feb(2018)	Mar	Apr	May	June	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan(2019)
Eggs	A	A										
1		B										
2			B	B	B							
3					B	B	B	B				
4						B	B	B	B	B		
5	B	B	B							B	B	B
Pupa	C	C	C								C	C
Adult	D	D	D									

Remarks: A = Egg, B = Caterpillars, C = Pupa and D = Adult

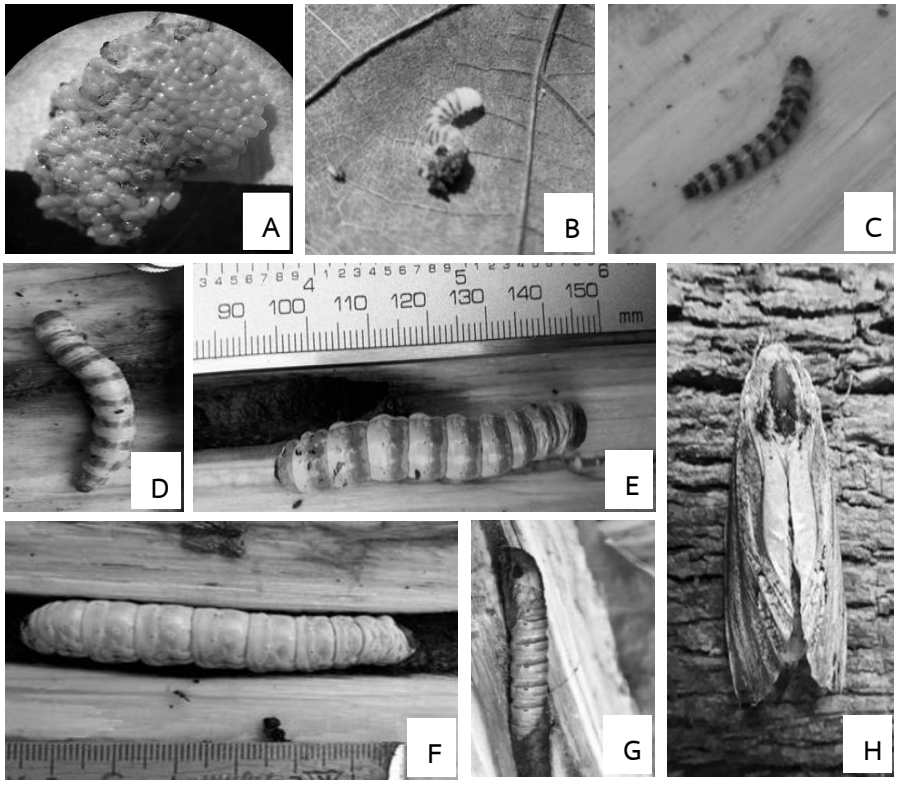


Figure 1 Growth stages of *X. ceramicus* Walker A. Egg B. 1st Instar C. 2nd Instar D. 3th Instar E. 4th Instar F. 5th Instar G. Pupa and H. Adult.

2. การทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก

จากการสังเกตการทำลายสามารถพิจารณาลักษณะการทำลายโดยระยะตัวหนอนของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก แบ่งตามบริเวณที่ถูกการเจาะทำลายลำต้นได้เป็น 3 ส่วนหลัก คือ เปลือกไม้ (bark) กระพี้ (sapwood) และเนื้อไม้ (heartwood) ซึ่งมีการทำลายบริเวณต่างๆที่แตกต่างกันในแต่ละเดือน ดังนี้

1) สวนป่าวังชิ้น จังหวัดแพร่

บริเวณเปลือกการทำลายช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนคม พบช่วงเดือนเดียวกันกับที่มีการปรากฏของตัวหนอนในระยะที่ 1 และ 2 บริเวณกระพี้ไม้ปรากฏการทำลายช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน พบช่วงเดือนเดียวกันกับที่มีการปรากฏของตัวหนอนในระยะที่ 2, 3 และช่วงต้นของระยะที่ 4 และการทำลายบริเวณเนื้อไม้ปรากฏช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม พบช่วงเดือนเดียวกันกับการปรากฏของตัวหนอนในระยะที่ 3 และ 4 (Table 3)

2) สวนป่าแม่ลี้ จังหวัดลำพูน

ลักษณะการทำลายบริเวณส่วนต่างๆของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักพบช่วงเดือนที่เข้าทำลายแตกต่างกับพื้นที่สวนป่าวังชิ้น โดยสวนป่าแม่ลี้พบผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักเข้าทำลายส่วนเปลือกต้นสัก ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายนเป็นเดือนเดียวกันกับที่มีการปรากฏของตัวหนอนระยะที่ 1 และ 2 ลักษณะการทำลายบริเวณกระพี้ไม้ พบการปรากฏเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน พบเดือนเดียวกันกับที่มีการปรากฏของตัวหนอนในระยะที่ 2,3 และช่วงต้นของระยะที่ 4 ลักษณะการทำลายบริเวณเนื้อไม้ พบมีการเข้าทำลายช่วงเดือนมีกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ช่วงเดือนเดียวกันกับที่มีการปรากฏของตัวหนอนระยะที่ 4 (Table 4)

การทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักทั้งสองพื้นที่มีลักษณะและร่องรอยการทำลายที่คล้ายคลึงกันแตกต่างเพียงช่วงเดือนที่เข้าทำลายส่วนต่างๆ ของต้นสัก โดยลักษณะการทำลายภายนอกบริเวณเปลือกจะพบขุยขนาดเล็กติดอยู่บริเวณปากรู เมื่อเจาะผ่าบริเวณที่ถูกทำลายจะพบลักษณะการทำลายเป็นแฉก มีทิศทางการเจาะไม่แน่นอนกระจายรอบทิศทางบริเวณเปลือกใน ซึ่งเป็นช่องทางเดินไม่ชัดเจนหรือช่องกว้างลักษณะคล้ายห้องบางครั้งหนอนสามารถเจาะไป

จนถึงกระพี้ไม้บางส่วนได้ การทำลายบริเวณกระพี้ไม้ลักษณะที่พบบริเวณเปลือกด้านนอกมีคราบขุยสีน้ำตาลเป็นก้อนขนาดปานกลางบริเวณปากรูและร่วงหล่นอยู่ตามพื้นดินใต้ลำต้นบางส่วน ปากรูมีขนาดใหญ่ขึ้นพร้อมทั้งพบคราบของเหลวสีดำปนน้ำตาลไหลออกมาจากรู เมื่อตัดผ่าท่อนสักตรงจุดที่มีการทำลายพบช่องกว้างบริเวณเปลือกด้านในถัดจากห้องกว้างดังกล่าวมีการสร้างทางเดินคล้ายช่องอุโมงค์ทางเดินลักษณะเฉียงขึ้นประมาณ 45 องศาในทิศทางเดียวกับปลายยอดของต้นและเจาะเป็นทางไม่ยาวบางครั้งเจาะเข้าสู่เนื้อไม้บางส่วน การทำลายบริเวณเนื้อไม้ ลักษณะที่พบบริเวณเปลือกด้านนอกมีคราบขุยขนาดใหญ่สีน้ำตาลเข้มถึงอ่อนร่วงหล่นเป็นทางจากปากรูตลอดจนบริเวณใต้ลำต้นตามพื้นดิน ปากรูมีลักษณะบวมนูนและมีรอยแตกของเปลือกออกจากกัน บางต้นมีแคลลัสของต้นสักสร้างปิดปากรูเอาไว้ นอกจากนี้ยังมีคราบของเหลวสีน้ำตาลปนดำไหลออกมาจากปากรูอย่างเห็นได้ชัด การทำลายภายในมีช่องกว้างบริเวณเปลือกด้านใน ถัดมาพบช่องทางเดินเป็นอุโมงค์ยาวเจาะสูงขึ้นไปในเนื้อไม้ การศึกษาการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักสอดคล้องกับการศึกษาของสุภโชติ (2534) ที่กล่าวถึงการทำลายในช่วงต่างๆ ของผีเสื้อชนิดดังกล่าวเอาไว้ แตกต่างกันเพียงช่วงเดือนที่ตัวหนอนใช้ในการเจาะทำลายเท่านั้น ซึ่งการเจาะทำลายส่วนต่างๆ ของต้นสักจะสอดคล้องกับช่วงการปรากฏของตัวหนอนที่พบ เนื่องจากหนอนต้องอาศัยและกินเนื้อเยื่อเจริญอยู่ภายในต้นสักทำให้พบลักษณะการทำลายเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้การทำลายในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมไม่พบการทำลายเพิ่มเติมจากทั้งสองพื้นที่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Rao and Krishoe (1999) กล่าวว่า ในช่วงเดือนพฤศจิกายนเนื้อเยื่อเจริญของต้นสักจะลดและหยุดการสร้างเนื้อเยื่อเจริญ ทำให้อาหารของตัวหนอนลดลงตัวหนอนของทั้งสองพื้นที่หยุดการกินอาหาร ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับตัวหนอนระยะที่ 5 ที่เตรียมตัวจะเปลี่ยนแปลงสู่ระยะดักแด้แล้ว จึงไม่พบการทำลายเนื้อไม้เพิ่มเติม

Table 3 Periods of stem destruction by *X. ceramicus* Walker in Wanngchin Teak Forest Plantation, Phrae Province.

Parts of stems	Month											
	Feb(2018)	Mar	Apr	May	June	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan(2019)
Bark												
Sapwood												
Heartwood												

Table 4 Periods of stem destruction by *X. ceramicus* Walker in Maelee Teak Forest Plantation, Lumphun Province.

Parts of stems	Month											
	Feb(2018)	Mar	Apr	May	June	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan(2019)
Bark												
Sapwood												
Heartwood												

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการปรากฏและการทำลายของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักในพื้นที่สวนป่าวังชิ้น จังหวัดแพร่ และสวนป่าแม่ลี้ จังหวัดลำพูน โดยสวนป่าวังชิ้นพบการปรากฏของระยะตัวเต็มวัยและระยะไข่อยู่ช่วงเดือนเดียวกัน คือ เดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม ระยะตัวหนอนพบตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ระยะดักแด้พบตั้งแต่เดือน

พฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม บริเวณเปลือกไม้พบช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน บริเวณกระพี้พบเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน และบริเวณเนื้อไม้พบเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ขณะที่สวนป่าแม่ลี้พบระยะไข่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ระยะตัวหนอนพบเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป ระยะดักแด้พบเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป และตัวเต็มวัยพบเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน บริเวณเปลือกไม้เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน บริเวณกระพี้พบเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม และบริเวณเนื้อไม้พบเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤษภาคม ดังนั้นสวนป่าวังชิ้นมีการปรากฏระยะต่างๆ ของผีเสื้อหนอนเจาะต้นสักเร็วกว่าสวนป่าแม่ลี้ 1 ระยะ และการทำลายลำต้นเกิดขึ้นก่อนเช่นเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการวิจัยภายใต้โครงการ “อนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี”

เอกสารอ้างอิง

ฉวีวรรณ หุตะเจริญ. 2533**. แมลงป่าไม้ของไทย (Forest Insect of Thailand)**. โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา, กรุงเทพมหานคร.

เดชา วิวัฒน์วิทยา. 2559. **ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของหนอนผีเสื้อเจาะต้นสักในสวนป่าเพื่อการจัดการกำจัดอย่างยั่งยืน**. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี.

สุภโชติ อึ๊งวิจารณ์ปัญญา. 2534. **พฤติกรรมมอดป่าเจาะต้นสัก ที่สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จังหวัดพะเยา**. วิทยาพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภโชติ อึ๊งวิจารณ์ปัญญา และ นงนุช ช่างสี. 2556. **แมลงศัตรูต้นสัก.** กลุ่มงานแมลงและจุลชีววิทยาป่าไม้, สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. แหล่งที่มา:http://forprod.forest.go.th/forprod/KM/PDF/TBB.pdf, 28 เมษายน 2561.

สำนักข่าวอิศรา. 2559. **ไม้สักเหมือน DNA ของชาติ! ปธ.ออกแบบรัฐสภาใหม่แจงเหตุใดต้องใช้สร้าง**. แหล่งที่มา: https://www.isranews.org/isranews-article/48603-didi.html, 2 กุมภาพันธ์ 2562.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2561. **คู่มือการจัดการผีเสื้อหนอนเจาะต้นสัก (The Guide to Teak Beehole Borer Management).** พิมพ์ครั้งที่ 1. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปทุมธานี.

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. 2556. **องค์ความรู้ไม้สักไทย (Thai Teak Knowladge).** กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

Beeson, C.F.C. 1941. **The Ecology and Control of the Forest Insects of India and Neighbouring Countries**. Government Printing Office, India.

Gotoh T., S. Eungwijarnpanya, S. Yincharoen, S. Choldumrongkul, K. Nakamuta, P. Pholwicha, P. Piananuruk and C. Hutacharoen. 2007. Emergence, Oviposition and Larval Behaviors in the Teak Beehole Borer (*Xyleutes ceramica* Wlk.) in Northern Thailand (Lepidoptera: Cossidae). **Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)** 41(4): 307-314.

Myint K.M. and D. Htwe. 2013. **Comparative Study on the Control Measures of Teak Beehole Borer *Xyleutes ceramicus* wlk. (Lepidoptera: Cossidae) in Teak Plantation at Katha District.** Available Source: http:// www.forestdepartment.gov.mm/sites/default/files/Research%20Books%20file/Leaflet%20No.7.Khin%20Mar%20Myint.pdf, April 28, 2561.

Nair, K.S.S. 2007. **Tropical Forest Insect Pests Ecology, Impact, and Management**. United States of America: Cambridge University Press, London.

Pholwicha, P. 1993. **Ecology of Teak Beehole Borer (*Xyleutes ceramicus* Walker.) in Phayao Province.** M.S. Thesis, Kasetsart University.

Rao K.S. and K.S. Rajput. 1999. Seasonal Behaviour of Vascular Cambium in Teak (Tectona Grandis) Growing in Moist Deciduous and Dry Deciduous Forests. **International Association of Wood Anatomists (IAWA)** 20(1): 85-93

Walker, F. 1865. **List of the Specimens of Lepidopterous Insects in the Collection of the British Museum.** The trustees, London.

.

การเปรียบเทียบความทนเค็มของเห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus albus*) ที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยูคาลิปตัส

Comparison of Salinity Tolerance of *Pisolithus albus* , an Ectomycorrhiza Associated with Eucalypt

รัตน์ติมา แหวนหรุ่น[1*] นิสา เหล็กสูงเนิน[1] และ ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง[1]

Rattima Wanroon[1*], Nisa Leksungnoen[1] and Tharnrat Kaewgrajang[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **rattimaaa@gmail.com**

บทคัดย่อ

ปัจจุบันพื้นที่ดินเค็มในประเทศไทยมีการกระจายตัวมากขึ้น การปลูกยูคาลิปตัสในพื้นที่ดินเค็มเป็นวิธีแก้ไขปัญหาและป้องกันการแพร่กระจายของดินเค็มได้ ซึ่งยูคาลิปตัสมีราไมคอร์ไรซาที่รากสามารถช่วยเพิ่มความทนเค็มได้ โดยไมคอร์ไรซานั้นควรที่จะสามารถทนเค็มได้เพื่อช่วยให้ยูคาลิปตัสมีอัตราการรอดตายในพื้นที่ดินเค็มได้ดีขึ้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความทนเค็มของเห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus albus*) ที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยูคาลิปตัส ดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่างดอกเห็ดก้อนกรวดในแปลงปลูกยูคาลิปตัส นำมาระบุชนิดของเห็ดโดยใช้ลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องกล้องจุลทรรศน์ ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรม (DNA barcoding) หลังจากนั้นนำเส้นใยบริสุทธิ์ของเห็ดก้อนกรวดที่ได้จากการแยกเชื้อเห็ดจำนวน 6 สายพันธุ์ (strain) ได้แก่ PA01 PA04 PA33 เก็บมาจากบริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตำบลอุดมทรัพย์ และ PA14 PA15 PA19 เก็บมาจากบริเวณตำบลพันชนะ อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา มาเลี้ยงบนกับอาหารเลี้ยงเชื้อ Modified Melin Norkrans ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 4 ระดับ (0, 10, 20 และ 30 เดซิซีเมนต่อเมตร) เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี พื้นที่โคโลนี และน้ำหนักแห้งของเส้นใย เพื่อนำมาเปรียบเทียบความทนทานต่อความเค็ม จากผลการศึกษาพบว่าสายพันธุ์ของเชื้อราและระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์ PA33 สามารถเติบโตได้ถึงที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 30 เดซิซีเมนต่อเมตร ต่างจากสายพันธุ์อื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถเติบโตได้ดีที่ระดับ 10 และ 20 เดซิซีเมนต่อเมตร สายพันธุ์ที่เติบโตดีรองลงมาคือ PA04 ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งทั้งสองสายพันธุ์ ได้แก่ PA33 P04 นั้นเก็บจากพื้นที่ดินไม่เค็ม ส่วนสายพันธุ์ที่เติบโตได้น้อย คือ PA14 และ PA15 ซึ่งเก็บมาจากพื้นที่ดินเค็ม แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ PA33 สามารถทนทานต่อความเค็มของโซเดียมคอไรด์ได้ดีแม้ว่าไม่ได้เจริญเติบโตในบริเวณพื้นที่ดินเค็มก็ตาม ดังนั้นจึงควรนำ PA33 ไปใช้ปลูกเชื้อให้กับกล้ายูคาลิปตัส เพื่อทดสอบประสิทธิภาพทนทานต่อความเค็มในระยะกล้าต่อไป

คำสำคัญ : เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา ดินเค็ม ยูคาลิปตัส

ABSTRACT

Salinity soil areas in Thailand has been expanding nowadays, causing damages to agricultural areas. Eucalyptus cultivation in saline soil areas can be a solution to solve the problems and prevention of saline expansion. In addition, eucalyptus had ectomycorrhiza around their root zone. Ectomycorrhiza can help enhance salinity tolerance in seedling when planted in saline soil. This could help increase survival rate of eucalyptus in salinity areas. This study aimed to compare salinity tolerance level of *Pisolithus albus*, an ectomycorrhizal mushroom associated with eucalyptus. *P. albus* fruiting bodies were collected and identified using macroscopic and microscopic features together with DNA barcoding. In addition, six strains of *P. albus*, i.e. PA01, PA04, and PA33 were

collected from Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Udom Sap Sub-district, Wang Nam Khiao District, Nakhon Ratchasima Province, while three strains of *P. albus*, namely, PA14, PA15, and PA19 were collected from Phan Chan Sub-district, Dan Khun Thot District, Nakhon Ratchasima Province. The strains were isolated into pure cultures and cultivated in Modified Melin-Norkran medium with four different concentrations of sodium chloride (0, 10, 20 and 30 dS/m) for 30 days. Colony diameter, surface area and mycelial dry weights were measured; and salinity tolerance level among all 6 strains were compared. The results showed that *P.albus* strains significantly interact with sodium chloride (NaCl). It was found that PA33 had the highest growth, and could grow well up to the highest NaCl concentration of 30 dS/m while the other strains could grow well at NaCL concentrations of 10 and 20 dS/m. Therefore, it was recommended that PA33 could be inoculated on eucalyptus seedlings for further study on its efficiency in increasing seedling’s salinity tolerance.

Keyword: ectomycorrhizal mushrooms, salinity soil, Eucalypt

คำนำ

เอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhiza) เป็นความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) ระหว่างรากับรากพืช โดยเชื้อราไม่ก่อให้เกิดโรคกับรากพืช ในทางกลับกันเส้นใยราเอคโตไมคอร์ไรซาจะแพร่กระจายไปในดินทำหน้าที่คล้ายกับรากแขนง อีกทั้งเมื่อเข้าไปอยู่ร่วมกับรากพืชยังทำให้รากมีขนาดใหญ่และมีการแตกแขนงเพิ่มมากขึ้น ทำให้พื้นที่ผิวรากในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารให้แก่พืชเพิ่มมากขึ้น ส่วนราได้ประโยชน์จากพืชโดยได้รับสารประกอบคาร์บอนที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Smith and Read, 2008) ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้พืชที่มีราเอคโตไมคอร์ไรซาที่รากมีการเติบโตดี นอกจากนี้ราเอคโตไมคอร์ไรซายังมีความสามารถในการเพิ่มความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเติบโตของพืชได้แก่ สภาพแห้งแล้ง (Sebastiana *et al*., 2018) สภาพที่มีโลหะหนักสะสมในดินปริมาณมาก (Moyer-Henry *et al.,* 2005) และในสภาพพื้นที่ดินเค็ม (Polanco *et al*., 2008) โดยเห็ด *Pisolithus* ที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยูคาลิปตัสสามารถทนเค็มได้ถึง 120 มิลลิโมล (เทียบได้กับ 12 เดซิซีเมนต่อเมตร) (Bradshaw, 2000)

ดินเค็มเป็นปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเพาะปลูกพืช สำหรับในประทศไทยพบปัญหาดินเค็มมากบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ประมาณ 19.7 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 17 ของพื้นที่ (เอิบ, 2550) ปัจจุบันปัญหาดินเค็มเริ่มทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ อันเป็นสาเหตุให้คุณภาพดินในพื้นที่ทำการเกษตรเกิดความเสียหาย ส่งผลให้ผลผลิตลดลงและในบางพื้นที่อาจส่งผลกระทบรุนแรงจนกระทั่งไม่สามารถปลูกพืชชนิดใดก็ตามได้เลย การปลูกป่าเพื่อป้องกันการแพร่กระจายดินเค็มเป็นการแก้ไขปัญหาอีกหนึ่งวิธี (Ghassemi *et al*., 1995) แต่ปัญหาที่พบเป็นประจำในการปลูกป่าในพื้นที่ดินเค็ม คือ กล้าไม้ที่นำมาปลูกมีอัตราการรอดตายต่ำและอัตราการเติบโตช้า ทำให้การปลูกป่าไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังนั้นหากมีวิธีการช่วยให้กล้าไม้รอดตายและเติบโตได้ดียิ่งขึ้น จะช่วยให้การปลูกป่าในพื้นที่ดินเค็มประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ราเอคโตไมคอร์ไรซาเป็นทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มความทนเค็มให้แก่กล้าไม้ (Aggangan *et al*., 1996; Turjaman *et al*., 2005; Sousa *et al*., 2011)

ยูคาลิปตัสเป็นพืชที่มีความสัมพันธ์กับราเอคโตไมคอร์ไรซาซึ่งในประเทศไทยได้มีการรายงานว่าเห็ดก้อนกรวดที่มีความสัมพันธ์กับยูคาลิปตัสคือ *Pisolithus albus* (Kanchanaprayudh *et al*., 2003; Phosri *et al*., 2012) ซึ่งแม้ว่ายูคาลิปตัสจะสามารถเติบโตในบริเวณพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุอาหารในดินต่ำได้ แต่การเติบโตในบริเวณที่เป็นพื้นที่ดินเค็มนั้นเป็นไปได้ช้าและมีประสิทธิภาพต่ำ (ศรินญา, 2550; Bradshaw, 2000) การศึกษาครั้งนี้จึงทำการคัดเลือกเห็ด *Pisolithus albus* ที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยูคาลิปตัสและมีศักยภาพ

ทนทานต่อความเค็มในสภาพจานเลี้ยงเชื้อ ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้จะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการผลิตกล้ายูคาลิปตัสให้มีการรอดตายและการเติบโตสูงขึ้นเมื่อนำไปปลูกในพื้นที่มีปัญหาดินเค็มในประเทศไทยต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดก้อนกรวด (*P. albus*) ในแปลงปลูกยูคาลิปตัส

ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างดอกเห็ดก้อนกรวดในแปลงปลูกยูคาลิปตัส บริเวณตำบลพันชนะ อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา และบริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เมื่อพบดอกเห็ดได้ทำการถ่ายรูปเห็ดพร้อมทั้งนำตัวอย่างดอกเห็ดใส่ถุงกระดาษและระบุหมายเลขกำกับเพื่อนำไประบุชนิดและแยกเป็นเชื้อบริสุทธิ์ต่อไป

2. การระบุชนิดของเห็ด

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการระบุชนิดของเห็ดโดยใช้ลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องกล้องจุลทรรศน์ ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรม (DNA barcoding) โดยมีรายละเอียดของวิธีการดังนี้

2.1 ศึกษาลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์

นำตัวอย่างดอกเห็ดมาศึกษาลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ได้แก่ ลักษณะของดอก (วัดขนาดความกว้างความยาวของดอกเห็ด รูปร่างของดอก สีของดอก ลักษณะผิวของดอก) ลักษณะก้านดอก (วัดขนาดความกว้างความยาวของก้านดอก ลักษณะผิวของก้านดอก สีของก้านดอก รูปร่างของก้านดอก) ลักษณะของ Gleba ของโครงสร้างภายในดอกเห็ด อีกทั้งยังทดสอบการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี เช่น 10% KOH Melzer's reagent กับส่วนต่าง ๆ ของดอกเห็ด นอกจากนั้นนำเนื้อเยื่อด้านใน และสปอร์ของตัวอย่างดอกเห็ดแก่มาทำตัวอย่างทำสไลด์กึ่งถาวร (semi-permanent slide) เพื่อศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ตามวิธีการของ Kanchanaprayudh *et al.* (2003) และ Gargano *et al.* (2018) จากนั้นทำการจัดจำแนกชนิดตามรูปวิธานของเห็ดในสกุลนี้ (Kanchanaprayudh *et al.,* 2003)

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรม (DNA barcoding)

การจัดจำแนกโดยการวิเคราะห์ชนิดและพันธุกรรม (DNA barcoding) โดยนำเชื้อบริสุทธิ์ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Modified Melin-Norkrans (MMN) มาสกัดดีเอ็นเอ ตามวิธี High salt low pH ของ Zhou *et al.* (2007) ซึ่งการจำแนกชนิดของเห็ดได้ใช้ ข้อมูลลำดับเบสของยีน rRNA ซึ่งเป็นส่วนของ internal transcribed spacer (ITS1 และ ITS2) ตามวิธีมาตรฐานของ Bellemain *et al.* (2010) การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR ใช้ไพร์เมอร์ ITS1F และ ITS4B (Gardes and Bruns, 1993) แล้วหาลำดับเบสด้วยวิธี Sanger sequencing

3. การวัดค่าความเค็มของดินบริเวณที่พบดอกเห็ด

ทำการเก็บตัวอย่างดินบริเวณเดียวกันกับที่เก็บตัวอย่างดอกเห็ด โดยนำเสียมขุดดินตรงที่ดอกเห็ดขึ้นที่ระดับความลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ใส่ถุงพลาสติกปริมาณ 100 กรัมต่อหนึ่งจุด จากนั้นนำดินที่เก็บมาผึ่งลมให้แห้งแล้วนำดินมาชั่งให้ได้ปริมาณ 50 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่และเติมน้ำลงไป 250 มิลลิลิตร ด้วยอัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 และนำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 150 รอบต่อนาที นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นก่อนนำดินมาวัดค่าความเค็มเขย่าก่อน 1 นาที แล้วนำมาวัดค่าความเค็มของดินด้วย EC model edge (HANNA Instruments USAWoonsocket, RI 02895) นำค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าความเค็มมาคำนวณความเค็มของสารละลายดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil paste extract: EC_e) จากค่าความเค็ม 1:5 ดังสมการของ Leksungnoen *et al*. (2018) ดังนี้

$$EC_e = (EC_{1:5} \times 5.994) + 0.619$$

4. การทดสอบความทนเค็มของเชื้อบริสุทธิ์บนจานเลี้ยงเชื้อ

4.1 การแยกเชื้อบริสุทธิ์ของเห็ด

เลือกดอกเห็ดที่มีลักษณะสมบูรณ์มาแยกเป็นเชื้อบริสุทธิ์ โดยใช้ใบมีดลนไฟฆ่าเชื้อแล้วมาผ่ากลางดอกเห็ด จากนั้นใช้ใบมีดอีกด้ามที่ลนไฟฆ่าเชื้อแล้วตัดเนื้อเยื่อด้านในดอกเห็ดเป็นชิ้นขนาดประมาณ 0.5 x 0.5 เซนติเมตร นำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเส้นใยเริ่มออกจากเนื้อเยื่อดอกเห็ดที่วางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นย้ายเชื้อ (subculture) โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนี แล้วใช้เข็มเขี่ยที่ลนไฟฆ่าเชื้อตักชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยของราวางบนจานเลี้ยงเชื้อที่บรรจุอาหาร Modified Melin-Norkrans (MMN) ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมทดสอบในอาหารที่ผสมโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อไป

4.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ต่างกัน

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 0.1, 0.2, 0.3 โมลต่อลิตร ดำเนินการโดยเตรียมอาหาร MMN ในขวดรูปชมพู่ปริมาตร 200 มิลลิลิตรต่อขวด หลังจากนั้นจึงใส่โซเดียมคลอไรด์ ตามระดับความเข้มข้นดังกล่าว โดยที่ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล เท่ากับ 58.442 กรัม ดังนั้นจึงใส่โซเดียมคลอไรด์ดังตารางที่ 1 หลังจากผสมโซเดียมคลอไรด์ เข้ากับอาหารเลี้ยงเชื้อดีแล้วจึงวัดความเค็มด้วยเครื่อง EC model edge (HANNA Instruments USA Woonsocket, RI 02895) แล้วนำอาหารไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ (autoclave) หลังจากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อเทลงในจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อมาแล้ว ปริมาตร 20 มิลลิลิตรต่อจานเลี้ยงเชื้อ

Table 1 Sodium chloride content in culture medium with 5 different salinity levels

Concentration level (mol/L)	Sodium chloride content (g)	Electrical Conductivity meter: EC_e (dS/m)
0	0	
0.1	1.16884	10
0.2	2.33768	20
0.3	3.50652	30
0.4	4.67536	40

4.3 การเปรียบเทียบการเติบโต

นำเชื้อบริสุทธิ์ที่ได้จากข้อ 4.1 มาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ที่มีระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่าง ๆ โดยแต่ละจานเลี้ยงเชื้อบรรจุอาหาร MMN ปริมาตร 20 มิลลิลิตร บนหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อได้วางกระดาษ Cellophane ไว้ จากนั้นใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ที่ลนไฟผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเจาะที่ขอบโคโลนีของเส้นใยบริสุทธิ์ ใช้เข็มเขี่ยตัดชิ้นวุ้นที่มีเชื้อบริสุทธิ์วางลงบนกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่าง ๆ ทำ 6 ซ้ำต่อระดับความเข้มข้น บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง สังเกตลักษณะการเจริญของโคโลนีบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อและทำการถ่ายภาพและวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีทุก ๆ 10 วัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย นอกจากนี้ได้ทำการคำนวณหาพื้นที่โคโลนีโดยใช้โปรแกรม Image J ทุก ๆ 10 วัน เช่นเดียวกัน เป็นระยะเวลา 30 วัน

4.4 การเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งของเส้นใย

เมื่อเลี้ยงเชื้อนาน 30 วัน ทำการขูดเส้นใยที่เจริญบนกระดาษ Cellophane แล้วนำเส้นใยแต่ละจานเลี้ยงเชื้อมาชั่งน้ำหนักและไปอบให้แห้ง ที่อุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้ง ของเชื้อที่เจริญในแต่ละระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ต่างกัน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองนี้มีแผนการทดลองแบบ Two - Way factorial โดยมีปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ1) ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (4 ระดับ) และ 2) สายพันธุ์ (strains) ของเชื้อเห็ด (6 strains) นำข้อมูลการเติบโตของเชื้อ ซึ่งได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี พื้นที่ของโคโลนี และน้ำหนักแห้ง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Two – Way ANOVA ด้วยโปรแกรม R เพื่อหาความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธี Least Square Difference (LSD)

ผลและวิจารณ์

1. การระบุชนิดเห็ดก้อนกรวด

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดก้อนกรวดที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซาทั้งหมด 20 ตัวอย่าง จากแปลงปลูกยูคาลิปตัส 2 แปลง ได้แก่ แปลงที่ 1 บริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา แปลงที่ 2 ตำบลพันชนะ อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา โดยแปลงที่ 1 มีความเค็ม 1-3.8 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งระดับความเค็มน้อยอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลต่อพืช ในขณะที่แปลงที่ 2 มีความเค็ม 2-4 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งระดับนี้มีความเค็มปานกลาง ส่งผลกระทบกับพืชไม่ทนเค็มหลายชนิดพืชทนเค็มจึงจะสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้

เมื่อนำดอกเห็ดมาศึกษาลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าดอกเห็ดมีรูปทรงรีจนถึงเกือบกลม ขนาด 2-7 x 2.5-9.4 เซนติเมตร สีครีม น้ำตาลปนเหลืองจนถึงน้ำตาลเข้ม ดอกอ่อนผิวเรียบ เมื่อแก่ผิวขรุขระเป็นสะเก็ด เปราะบาง ก้านมีลักษณะเป็นทรงกระบอก ขนาด 1.2-3.3 x 1-3.3 เซนติเมตร สีเหลืองจนถึงน้ำตาลเข้มหรือมีสีเหมือนกับดอกเห็ด ผิวขรุขระ Gleba มีลักษณะเนื้อนิ่มมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ ดอกสดเนื้อมีสารเหนียวคล้ายเจลลาติน (gelatinous) สร้าง peridioles อยู่ภายในรูปร่างกลมจนถึงรี ขนาด 0.5-5 x 1-3 มิลลิเมตร สีเหลืองอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้ม Subgleba มีสีน้ำตาลเข้มปนสีเหลือง เมื่อแก่ผนังด้านนอกปริแตกออก peridioles มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลอมเหลือง เริ่มจากด้านบนลงมาด้านล่างของดอกเห็ด Basidiospore รูปร่างกลม มีขนาด 6.31 – 10.02 ไมโครเมตร สีเหลืองน้ำตาล ผนังสปอร์มีหนามสั้น ๆ เส้นใยมีขนาด 2.15-3.99 ไมโครเมตร และพบการสร้าง Clamp connection จำนวนมาก (Figure 1) เมื่อหยด Melzer’s Reagent เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เกิดปฏิกิริยา Dextrinoid สำหรับผลการนำข้อมูลลำดับเบสของตัวอย่างเห็ดที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูล (Genbank) พบว่าลำดับเบสตรงกับเห็ด *P. albus* (Accession number = KY689602.1) ซึ่งมีความคล้ายคลึง (% identity) เท่ากับ 99.4 เปอร์เซ็นต์

จะเห็นได้ว่าลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเห็ดก้อนกรวดที่พบมีลักษณะรูปร่างทรงของดอก ขนาดก้าน สีของดอก ลักษณะภายในของ Gleba รูปร่างและขนาดของ peridioles ส่วนของ Basidiospore มีขนาดสีของสปอร์ ผนังสปอร์มีหนามสั้น ๆ และยังพบการสร้าง Clamp connection ที่มีลักษณะตรงกับเห็ด *P. albus* ที่ได้มีการรายงานไว้จาก Gargano *et al*. (2018) และ Jaouani *et al.* (2015) สำหรับเห็ดก้อนกรวดที่มีการรายงานว่าพบในประเทศไทยนั้นพบว่ามี 4 ชนิด ได้แก่ *P. abditus*, *P. orientalis, P.arhizus* และ *P. albus* ซึ่งแต่ละชนิดมีการรายงานว่ามีความสัมพันธ์กับพืชอาศัยที่แตกต่างกัน โดย *P. abditus* มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับพะยอม (*Shorea roxburghii*) (Kanchanaprayudh *et al*., 2003; Phosri *et al.,* 2012) *P. orientalis* มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับสนสามใบ (*Pinus kesiya*)

(Phosri *et al*., 2012; Kumla *et al*.,2016) *P. arhizus* มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับสนสองใบ (*Pinus merkusii*) และสนสามใบ (*P. kesiya*) (อนิวรรต และธีรวัฒน์, 2525) สำหรับชนิด *P. albus* นั้นพบได้ทั่วไปและมีความสัมพันธ์กับยูคาลิปตัส (*Eucalyptus*) (Kanchanaprayudh *et al*., 2003; Phosri *et al.,* 2012)

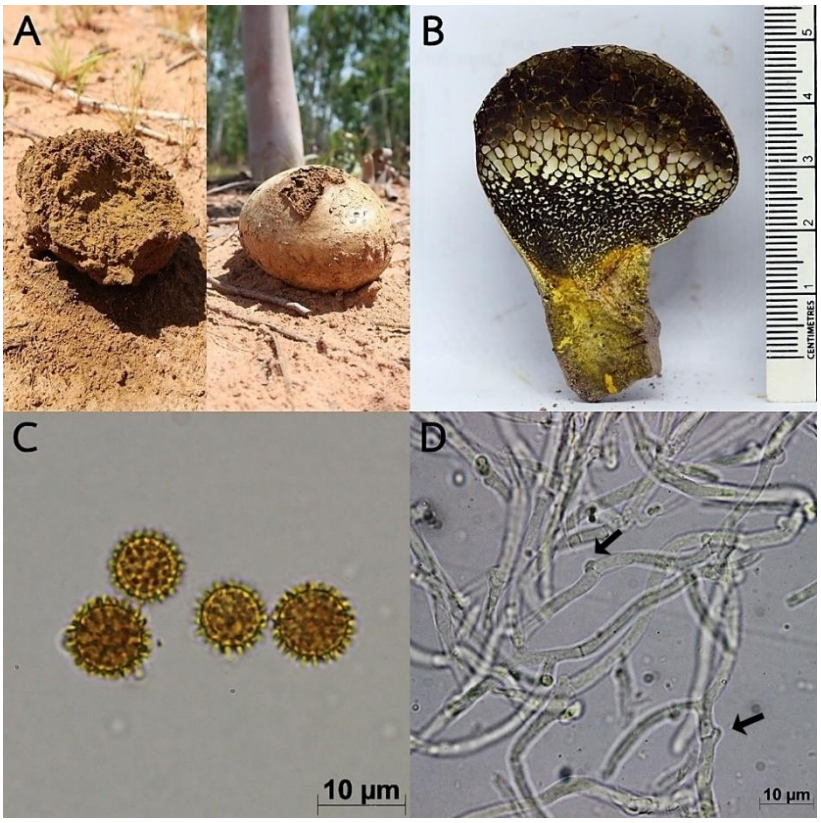


Figure 1 *Pisolithus albus* (A) mature fruiting body of *P. albus*, (B) Long section of *P. albus*, (C) Basidiospores, (D) septate hyphae and clamp connection

2. การเปรียบเทียบการเติบโตของเห็ดที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่าง ๆ

เมื่อนำเส้นใยบริสุทธิ์ของเห็ดก้อนกรวดที่ได้จากการสำรวจจำนวน 6 สายพันธุ์ (strains) ได้แก่ PA01 PA04 PA14 PA15 PA19 และ PA33 (Table 2) มาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่างกัน 4 ระดับ แล้วทำการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเส้นใย (Figure 2) พื้นที่โคโลนีเส้นใย (Figure 3) และน้ำหนักแห้งของเส้นใย (Figure 4) ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Two-way ANOVA พบว่าสายพันธุ์ของเชื้อรา (6 สายพันธุ์) และระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (4 ระดับ) มีปฏิสัมพันธ์กัน (Table 3)

Table 2 Collected location, Electrical Conductivity meter at location and effect of salinity on plant of *Pisolithus albus* strains in this study.

Strain	Location	Electrical Conductivity meter (dS/m) at location	Effect of Salinity on Plant
PA01	Udom Sap Sub-district, Wang Nam Khiao District	1.29	Not salinity; No effect on plant
PA04	Udom Sap Sub-district, Wang Nam Khiao District	3.8	Salinity; Affects the plants not tolerate salinity
PA14	Phan Chan Sub-district, Dan Khun Thot District	3.24	Salinity; Affects the plants not tolerate salinity
PA15	Phan Chan Sub-district, Dan Khun Thot District	2.35	Salinity; Affects the plants not tolerate salinity
PA19	Phan Chan Sub-district, Dan Khun Thot District	4.32	High salinity; effect some species
PA33	Udom Sap Sub-district, Wang Nam Khiao District	1.96	Not salinity; No effect on plant

Table 3 Results from a two-way analysis of variance (F- and P- values) related to the effects of NaCl concentration and strains of *P. albus* on the salinity tolerance.

Factors	df	Sum sq	Mean sq	F value	Pr(>F)
NaCL (A)	3	19.307	6.436	470.39	<0.001
ECM (B)	5	9.864	1.973	144.20	<0.001
A x B	15	7.783	0.519	37.92	<0.001

จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อเส้นใยมีอายุ 10 วัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของ PA15 ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ผสมโซเดียมคลอไรด์ (Control) มีการเติบโตดีที่สุด รองลงมา คือ PA04 ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 เดซิซีเมนต่อเมตร และ PA33 ที่ระดับความเข้มข้น 10 เดซิซีเมนต่อเมตร ตามลำดับ ในขณะที่เส้นใยอายุ 20 วัน พบว่า PA04 ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 เดซิซีเมนต่อเมตร มีการเติบโตดีที่สุด รองลงมา คือ PA 33 ที่ระดับ control ซึ่งแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ PA33 ที่ระดับความเข้มข้นที่ 10 และ 20 เดซิซีเมนต่อเมตร และเมื่อเส้นใยมีอายุ 30 วัน พบว่าแม้ว่า PA04 ที่ระดับความเข้มข้น 10 เดซิซีเมนต่อเมตร มีการเติบโตดีที่สุดแต่มีการเติบโตแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ PA33 ที่ระดับ control, 10 และ 20 เดซิซีเมนต่อเมตร (Figure 2)

สำหรับขนาดพื้นที่โคโลนีของเชื้อแต่ละสายพันธุ์แสดงใน Figure 3 ซึ่งพบว่าเมื่อเส้นใยมีอายุ 10 วัน PA15 ที่ระดับ control มีขนาดพื้นที่โคโลนีมากที่สุด รองลงมา คือ PA15 ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งมีขนาดพื้นที่โคโลนีแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ PA04 ที่ระดับความเข้มข้น 10 เดซิซีเมนต่อเมตร แต่อย่างไรก็ตามวันที่ 20 ของการทดสอบ กลับพบว่า PA33 ที่ระดับ control มีขนาดพื้นที่โคโลนีมากที่สุด

ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ PA33 ที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 เดซิซีเมนต่อเมตร และ PA15 ที่ระดับ control ในขณะที่เมื่อผ่านไป 30 วัน จากผลการทดสอบพบว่าสายพันธุ์ที่มีขนาดพื้นที่โคโลนีมากที่สุดคือ PA04 ที่ระดับความเข้มข้น 10 เดซิซีเมนต่อเมตร แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ PA33 ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 เดซิซีเมนต่อเมตร

ผลการศึกษาน้ำหนักแห้งของเส้นใยแต่ละสายพันธุ์แสดงใน Figure 4 ซึ่งพบว่า PA15 ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 เดซิซีเมนต่อเมตร มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยต่อหน่วยกรัมมากที่สุด รองลงมา คือ PA15 ที่ระดับ control ซึ่งมีน้ำหนักแห้งเส้นใยแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ PA33 ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 และ 20 เดซิซีเมนต่อเมตร และสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักของเส้นใยน้อยที่สุดคือ PA14 และ PA19

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี พื้นที่โคโลนี และน้ำหนักแห้งของเส้นใยของเชื้อแต่ละสายพันธุ์มีการเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน แต่จะเห็นได้ว่าให้ผลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ PA33 มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ซึ่ง PA33 สามารถเจริญได้ดีไม่แตกต่างกันในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเค็ม 0-20 เดซิซิเมนต่อเมตร (0.2 โมลต่อลิตร) ในทางกลับกันสายพันธุ์ PA14 และ PA19 มีการเติบโตน้อยกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Matsuda *et al.* (2006) ซึ่งพบว่าเชื้อเห็ด *Pisolithus* sp. สามารถเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ 0 ถึง 200 มิลลิโมล (เทียบได้กับ 0 – 20 เดซิซีเมนต่อเมตร) นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า PA33 และ PA15 ในวันที่ 30 ของการทดสอบสามารถเจริญเติบโตได้ถึงที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 30 เดซิซีเมนต่อเมตร (เทียบได้กับ 300 mM) ซึ่งสามารถทนทานต่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ได้มากกว่าจากการศึกษาของ Chen *et al*. (2001) ที่รายงานว่าเชื้อเห็ด *Pisolithus* spp ที่พบจากภาคตะวันออกและภาคกลางของออสเตรเลียสามารถทนต่อโซเดียมคลอไรด์ได้เพียง 200 มิลลิโมล และการศึกษาของ Nagarajan and Natarajan (1999) ที่รายงานว่า *P. tinctorius* จากทางใต้ของประเทศอินเดียสามารถเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ได้ถึง 120 มิลลิโมล ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Bradshaw (2000) พบว่า *P. tinctorius* ของออสเตรเลียสามารถทนต่อโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 150 mM จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเห็ด *P. albus* จากการศึกษาครั้งนี้สามารถทนทานต่อสภาวะความเค็มของโซเดียมคลอไรด์ได้ดีกว่า *Pisolithus* สายพันธุ์ที่กล่าวมาข้างต้นที่เคยมีผู้ทำการศึกษาไว้

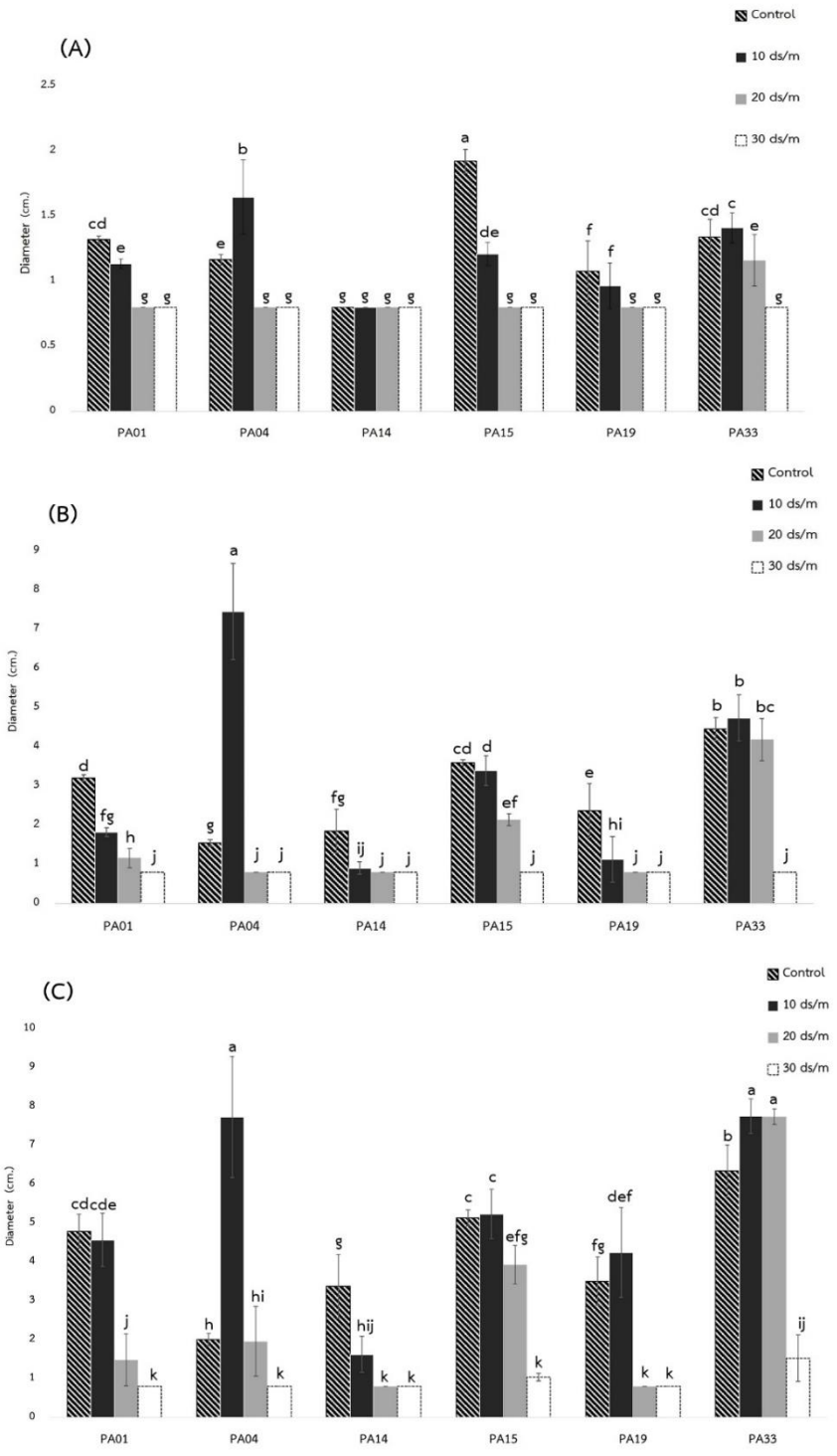


Figure 2 The colony diameters of *Pisolithus albus* strains growing on different concentrations of sodium chloride media A) 10 days – old culture, B) 20 days - old culture, C) 30 days - old culture

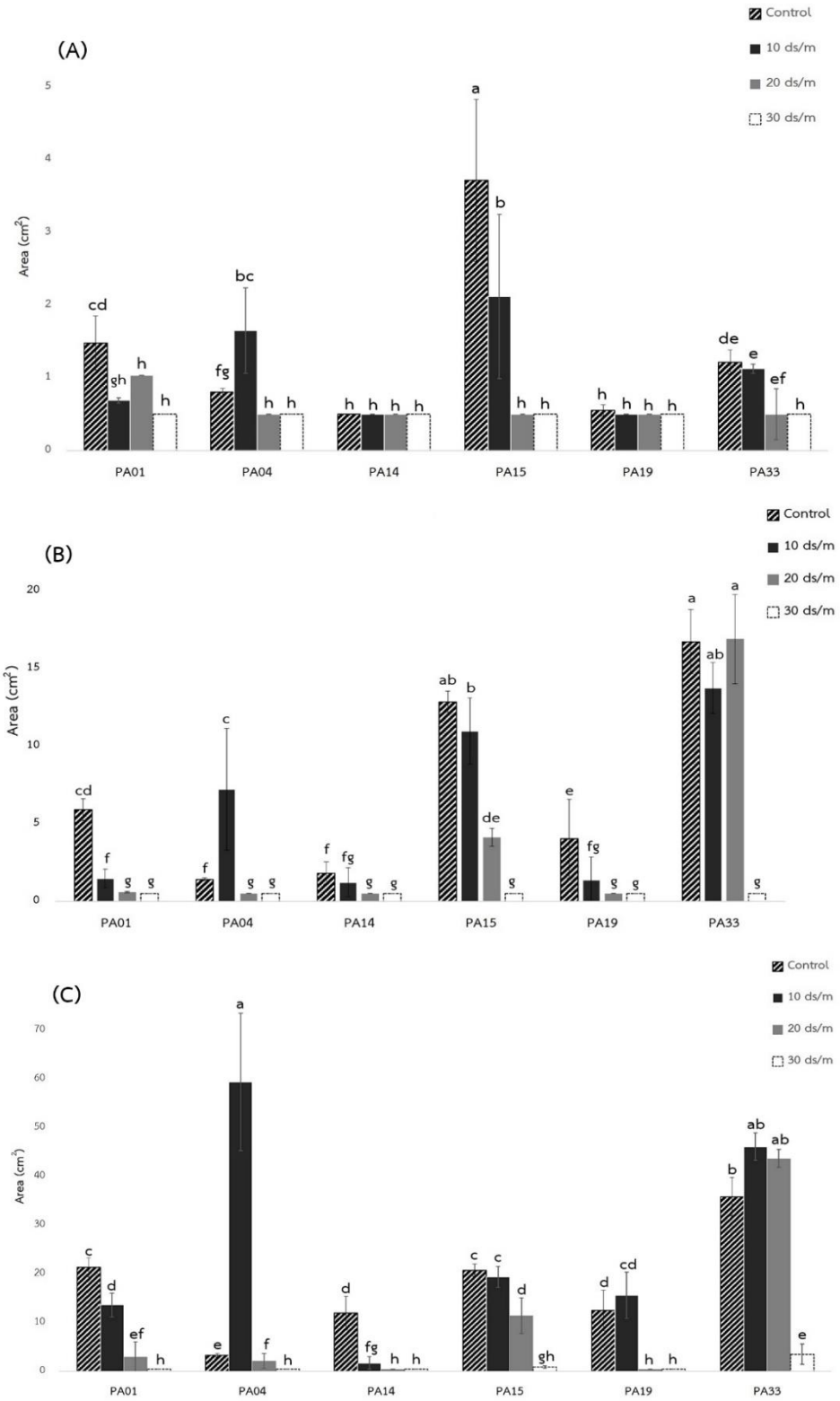


Figure 3 The colony area of *Pisolithus albus* strains growing on different concentrations of sodium chloride media A) 10 days – old culture, B) 20 days - old culture, C) 30 days - old culture

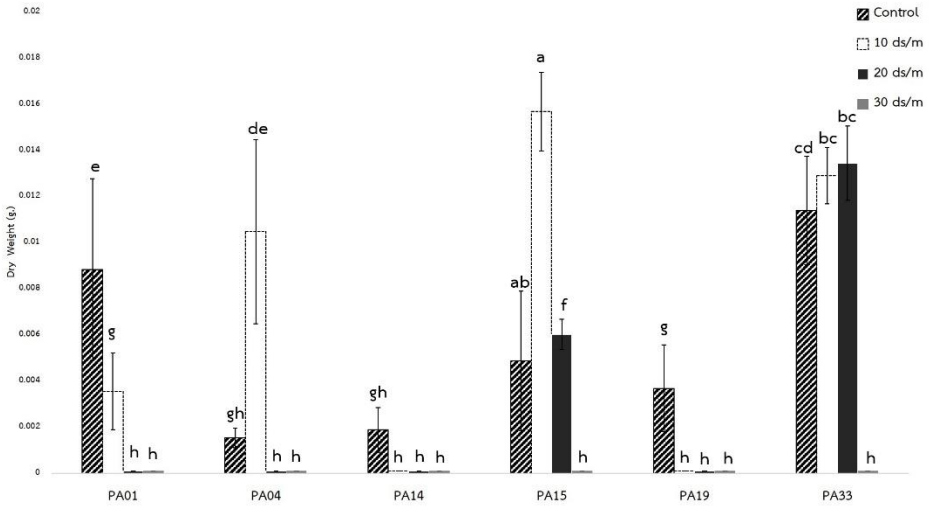


Figure 4 Mycelial dry weight of *Pisolithus albus* strains growing on different concentrations of sodium chloride media**.**

แต่อย่างไรก็ตาม PA04 และ PA33 เป็นเห็ดที่เก็บจากแปลงยูคาลิปตัสบริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งจุดที่พบเห็ดมีความเค็มของดิน เท่ากับ 3.8 และ 1.96 เดซิซิเมนต่อเมตร ตามลำดับ ซึ่งระดับความเค็มดังกล่าวนี้อยู่ในระดับความเค็มเล็กน้อยและไม่มีความเค็ม ตามลำดับ โดยที่ระดับ 3.8 เดซิซิเมนต่อเมตร ส่งผลกระทบต่อพืชไม่ทนเค็มบางชนิด ส่วนที่ระดับ 1.96 เดซิซิเมนต่อเมตร ไม่ส่งผลกระทบต่อพืช

แต่จากผลการศึกษา พบว่า PA04 และ PA33 สามารถเจริญได้ดีที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มากถึง 20 เดซิซิเมนต์ต่อเมตร แสดงให้เห็นว่าเชื้อเห็ดทั้งสองสายพันธุ์นี้สามารถทนทานต่อความเค็มของโซเดียมคอไรด์ได้ แม้ว่าไม่ได้เจริญเติบโตในบริเวณพื้นที่ดินเค็มก็ตาม ในขณะที่ PA15 PA14 และ PA19 เมื่อนำมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 20 30 เดซิซีเมนต่อเมตร เชื้อกลับมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและพื้นที่โคโลนีต่ำกว่า PA33 และ PA04 ทั้งที่เป็นสายพันธุ์เห็ดที่เก็บตัวอย่างมาจากแปลงยูคาลิปตัสบริเวณตำบลพันชนะ อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเค็มของดินปานกลางที่มีผลกระทบต่อพืชไม่ทนเค็มหลายชนิด (สมศรี, 2544) ทั้งนี้ สาเหตุอาจเนื่องจากบริเวณที่พบเห็ด *Pisolithus albus* มีปัจจัยแวดล้อมในแต่ละพื้นที่นั้นแตกต่างกัน ส่งผลให้มีความทนทานต่อสภาวะความเค็มต่างกัน Dell *et al.* (2002) รายงานว่า *P. albus* ในประเทศออสเตรเลียที่เก็บในแปลงปลูกยูคาลิปตัสมีการเติบโตได้ดีกว่า *P. albus* ของประเทศจีนที่เก็บจากต้นยูคาลิปตัสนอกแปลงปลูก ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยด้านพืชอิงอาศัย (ectomycorrhizal host) ในบริเวณที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ Bradshaw (2000) ได้กล่าวว่าในสภาพพื้นที่ต่างกันส่งผลให้เห็ด *Pisolithus* มีการเติบโตและความสามารถในการทนทานกับปัจจัยแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเติบโตต่างกันไปด้วย จากงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีการรายงานถึงความเค็มของดินของจุดที่เก็บตัวอย่างเห็ดมาแยกเชื้อที่ งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานแรกที่ทำการตรวจวัดความเค็มของดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างเห็ด *P. albus* จึงทำให้ทราบว่าแม้เห็ดที่เจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มได้นั้น อาจไม่มีความสามารถที่จะทนเค็มในสภาพจานเลี้ยงเชื้อได้ดีเท่ากับเห็ดที่เจริญเติบโตในพื้นที่ที่ไม่ใช่ดินเค็ม และอาจมีปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่ส่งผลให้เห็ดแต่ละสายพันธุ์มีความทนทานต่อความเค็มต่างกัน

จากผลการศึกษาครั้งนี้ หากต้องการต้องการนำเห็ดก้อนกรวดไปใช้ในการผลิตกล้ายูคาลิปตัสให้มีประสิทธิภาพการรอดตายและการเติบโตสูงขึ้นเมื่อนำไปปลูกในพื้นที่มีปัญหาดินเค็ม 10 เดซิซีเมนต่อเมตร สามารถเลือกใช้ PA04 แต่หากต้องการใช้กับดินมีความเค็มประมาณ 10 – 30 เดซิซีเมนต่อเมตร ควรเลือกใช้ PA33 เพื่อนำไปปลูกเชื้อให้กับกล้ายูคาลิปตัสให้มีประสิทธิภาพทนทานต่อความเค็ม และช่วยแก้ไขปัญหาดินเค็มต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการระบุชนิดเห็ดก้อนกรวดที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยูคาลิปตัส บริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว และ ตำบลพันชนะ อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา พบว่าการระบุชนิดเห็ดก้อนกรวดด้วยลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ได้ชนิดเห็ดก้อนกรวด คือ *P. albus* ซึ่งเมื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลพันธุกรรมแล้วพบว่าตรงกับลำดับเบสของ *P. albus* ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลดีเอ็นเอด้วย และเมื่อนำเชื้อเห็ดก้อนกรวดมาทดสอบประสิทธิภาพการทนทานต่อความเค็ม จำนวน 6 สายพันธุ์ ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 4 ระดับ (0, 10, 20 และ30 เดซิซีเมนต่อเมตร) พบว่าสายพันธุ์ของเชื้อราและระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มีปฏิสัมพันธ์กัน โดยพบว่าสายพันธุ์ PA33 สามารถทนทานต่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ได้ ที่ระดับ 0, 10, 20 และ30 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งเป็นเห็ดก้อนกรวดที่เก็บมาจากแปลงยูคาลิปตัสบริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว เป็นบริเวณที่ดินไม่เค็ม หากต้องการใช้กับดินมีความเค็มประมาณ 30 เดซิซีเมนต่อเมตร ควรเลือกใช้ PA33 เพื่อนำไปปลูกเชื้อให้กับกล้ายูคาลิปตัสให้มีประสิทธิภาพทนทานต่อความเค็ม และช่วยแก้ไขปัญหาดินเค็มต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ป-3.2 (ด) 142.61) ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ในการทำการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ศรินญา กุลทรงคุณากร. 2550. เมแทบอลิซึมของโพรลีนภายใต้สภาวะความเค็มและการฟื้นจากความเครียดในยูคาลิปตัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศรี อรุณินท์ และ พรรณี หงส์น้อย. 2544. การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก, น. 77-87. *ใน* **เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมย์. 2550. **ดินเค็มในประเทศไทย.** บริษัท แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด,กรุงเทพฯ.

อนิวรรต เฉลิมพงษ์ และธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. 2525. การสำรวจเอคโตไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศวิทยาป่าดิบแล้ง. ฝ่ายปราบศัตรูพืชป่าไม้. กองบำรุง กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

Aggangan, N.S., B. Dell and N. Malajczuk. 1996. Effects of soil pH on the ectomycorrhizal response of Eucalyptus urophylla seedlings. **New Phyiol** 134: 539-546.

Bradshaw, B. 2000. ***Salinity Tolerance of Selected Ectomycorrhizal Fungi (Pisolithus tinctorius Pers.) and Ectomycorrhizal Eucalypts***. Thesis statement. Edith Cowan University.

Bellemain, E., T. Carlsen, C. Brochmann, E. Coissac, P. Taberlet and H. Kauserud. 2010. ITS as an environmental DNA barcode for fungi: an in silico approach reveals potential PCR biases. **BMC Microbiology** 10:189

Dell, B., N. Malajczuk and W.A. Dunstan. 2002. Persistence of some Australian Pisolithus species introduced into eucalypt plantations in China. **Forest Ecology and Management** 169(3): 271-281.

Gardes, M. and T.D. Bruns. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes--application to the identification of mycorrhizae and rusts. Mol Ecol. 2(2): 113-8.

Ghassemi, F., A.J. Jackman and A.H.Nix. 1995. Salinization of land and water resources. CABinternational, England

Kanchanaprayudh, J., Z. Zhou, S. Yomyart, P. Sihanonth and T. Hogetsu. 2003. Molecular phylogeny of ectomycorrhizal Pisolithus fungi associated with pine, dipterocarp, and eucalyptus trees in Thailand. **Mycoscience** 44: 287–294.

Kumla, K., N. Suwannarach and S. Lumyong. 2016. Characterization *of Pisolithus orientalis* in culture and in vitro mycorrhization *with Eucalyptus camaldulensis* and *Pinus kesiya*. **Mycosphere** 7(9): 1415-1424.

Leksungnoen, N., T. Andriyas and S. Andriyas. 2018. EC_e prediction from $EC_{1:5}$ in inland salt-affected soils collected from Khorat and Sakhon Nakhon basins, Thailand. **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 49(21): 2627-2637.

Matsuda, Y., F. Sugiyama, K. Nakanishi and S. Ito. 2006. Effects of sodium chloride on growth of ectomycorrhizal fungal isolates in culture. **Mycoscience** 47:212–217.

Moyer-Henry, K., I. Silva, J. Macfall, E. Johannes, N. Allen., B. Goldfarb and T. Rufty. 2005. Accumulation and localization of aluminium in root tips of loblolly pine seedlings and the associated ectomycorrhiza *Pisolithus tinctorius*. **Plant, Cell and Environment** 28: 111–120.

Nagarajan, G and K. Natarajan. 1999. The use of Box-Behnken design of experiments to study in vitro salt tolerance by Pisolithus tinctorius. **World Journal of Microbiology & Biotechnology** 15: 197-203,

Phosri, C., M.P. Martin, N. Suwannasai, P. Sihanonth and R. Watling. 2012. Pisolithus: a new Species from Southeast Asia and a new combination. **MYCOTAXON** 124: 149–154.

Polanco, M.C., J.J. Zwiazek and M.C. Voicu. 2008. Responses of ectomycorrhizal American elm (*Ulmus americana*) seedlings to salinity and soil compaction. **Plant and Soil** 308 *(1-2):* 189-200.

Sebastiana, A., A.B.D. Silva, A.R. Matos, A. Alcântara, S. Silvestre and R. Malhó. 2018. Ectomycorrhizal inoculation with *Pisolithus tinctorius* reduces stress induced by drought in cork oak. **Mycorrhiza** 28: 247-258

Smith, S.E. and D.J. Read. 2008. **Mycorrhizal Symbiosis**. Academic Press, New York.

Sousa, N.R., A.R. Franco, M.A. Ramos, R.S. Oliveira and P.M.L. Castro. 2011. Reforestation of burned stands: the effect of ectomycorrhizal fungi on Pinus pinaster establishment**. Soil Biology and Biochemistry** 43(10): 2115-2120.

Turjaman, M., Y. Tamai., H. Segah., S.H. Limin., J.Y., Cha, M. Osaki and K. Tawaraya. 2005. Inoculation with the ectomycorrhizal fungi Pisolithus arhizus and Scleroderma sp. Improves early growth of Shorea pinanga nursery seedlings. **New Forests** 30(1):67–73.

ความหลากชนิดและความสามารถทนเค็มของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่มีความสัมพันธ์กับยูคาลิปตัส
Species Diversity and Salinity Tolerance of Ectomycorrhizal Mushrooms Associated with Eucalypt

อรญา บุราไกร[1*] ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง[1]
Oraya Burakrai[1*], Tharnrat Kaewgrajang[1]
[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Biology , Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **oilorayaforest@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาในแปลงปลูกยูคาลิปตัส นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบความทนเค็มของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาในระดับความเค็มที่แตกต่างกัน จากผลการสำรวจความหลากชนิดของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่ขึ้นในแปลงปลูกยูคาลิปตัสที่อำเภอขามทะเลสอ และสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบเห็ดทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus* cf. *albus*) *Thelephora* sp. และ เห็ดระโงก (*Amanita* sp.) ซึ่งสามารถพบเห็ดก้อนกรวดได้ทั้งสองพื้นที่ สำหรับการทดสอบความทนเค็มของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเห็ดก้อนกรวด จำนวน 3 สายพันธุ์ (strains) คือ ECM01 ECM02 และ ECM04 มาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0, 10, 20 และ 30 เดซิซีเมนต่อเมตร แล้วทำการวัดพื้นที่การเติบโตของโคโลนี จากนั้นนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Two Way ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละสายพันธุ์แต่ละระดับความเข้มข้นด้วย Least Significant Difference (P<0.05) พบว่าเห็ดก้อนกรวดทุกสายพันธุ์มีการเติบโตลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าสายพันธุ์ของเอคโตไมคอร์ไรซาและระดับความเข้มข้นของโซเดียมคอลไรด์มีปฏิสัมพันธ์กับราแต่ละสายพันธุ์ (P<0.001) โดยพบว่าเห็ดก้อนกรวดทั้ง 3 สายพันธุ์สามารถทนความเค็มได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถเลือกสายพันธุ์ใดสายพันธุ์ไปใช้ในการทดสอบการเพิ่มความทนเค็มให้กับกล้ายูคาลิปตัสในเรือนเพาะชำต่อไป

คำสำคัญ: เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา ความเค็ม ยูคาลิปตัส

Abstract

This study aimed to explore species diversity of ectomycorrhizal (ECM) mushrooms associated with eucalyptus. Additionally, the salinity tolerance of ECM mushroom growing on different salinity concentration media was compared. A survey of eucalyptus plantations in Kham Thale So District and Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Wang Nam Khiao District, Nakhon Ratchasima Province showed that there were three ECM species including *Pisolithus* cf. *albus*, *Thelephora* sp. and *Amanita* sp. *Pisolithus* cf. *albus*, in both sampling sites. For the salinity tolerance experiment of ECM mushroom, three strains of *Pisolithus* cf. *albus*, i.e. ECM01, ECM02, ECM04 were isolated into pure culture. The samples then were cultivated on potato dextrose agar with four different salinity concentrations (0, 10, 20, 30 ds/m). The areas of the colony growth were measured and analyzed using Two Way ANOVA. Mean values were compared by Least Significant Difference (P <0.05). It was found that growth of all *Pisolithus* cf. *albus* strains decreased with increasing concentration of sodium chloride in the media. In addition, the statistical analysis suggested that there were relationship between each of the ECM strains and the concentration of

sodium chloride (P<0.001). However, the growth of the 3 ECM species was not statistically different in different salinity concentrations. Therefore, any of the strains used in this study could be selected for further experiment on improving salt tolerance of eucalyptus seedlings in the nursery.
Keywords: ectomycorrhizal mushrooms, salinity soil, Eucalypt

คำนำ

เอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhiza) คือ ความสัมพันธ์กันแบบพึ่งพาอาศัยของรากับรากพืชชั้นสูง ซึ่งพืชที่มีราเอคโตไมคอร์ไรซาเข้าไปอาศัยอยู่ รากจะมีขนาดใหญ่ แตกกิ่งแขนงมาก และมีเส้นใยรากระจายรอบๆ ราก ส่งผลให้รากพืชมีการดูดน้ำและธาตุอาหารได้ดี รายังสร้างโครงสร้างขึ้นมาหรือปล่อยเอมไซม์บางชนิดมาช่วยป้องกันเชื้อสาเหตุโรคที่เข้าทำลายระบบรากได้ด้วย นอกจากนี้รายังช่วยให้พืชทนอยู่ได้ในสภาพดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเติบโต เช่น ดินเค็ม ดินเปรี้ยว และในสภาวะแห้งแล้ง ดังนั้นราเอคโตไมคอร์ไรซาจึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มคุณภาพของกล้าไม้ป่าให้มีการเติบโตดี มีอัตรารอดตายสูง เพื่อนำไปปลูกในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการเติบโตหรือพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม

ปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหาดินเค็มโดยเฉพาะทางภาคอีสาน ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตร หลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว หนึ่งในนั้นคือการปลูกไม้ยืนต้น ซึ่งจะช่วยลดระดับน้ำใต้ดิน ช่วยลดการระเหยน้ำจากดินไม่ให้เกลือขึ้นมาสะสมบนผิวดิน เป็นสาเหตุที่ทำให้พืชทางการเกษตรเจริญเติบโตไม่ดี ดังนั้น ไม้ยืนต้นที่ปลูกควรเป็นไม้โตเร็ว มีระบบรากลึก มีการคายน้ำสูง ทนแล้ง ยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็วชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ปลูกในพื้นที่ดินเค็ม ยูคาลิปตัสเป็นไม้โตเร็วและเป็นไม้เศรษฐกิจที่นิยมปลูกชนิดหนึ่ง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งยังมีบทบาทสูงในการอุตสาหกรรมชิ้นไม้และเยื่อกระดาษในประเทศไทย ยูคาลิปตัสเป็นไม้ป่าที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับเห็ดราหลายชนิด จากการรายงานของกิตติมา และคณะ (2550) พบว่าเห็ดที่มีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยูคาลิปตัส ได้แก่ เห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus* spp.) เห็ดตับเต่า (*Boletus edulis*) เห็ดเสม็ดยูคา (*Tylopilus rubrobrunneus*) และเห็ดเผาะ (*A. hygrometricus*) ซึ่งเห็ดเหล่านี้นอกจากจะช่วยเพิ่มการเติบโตให้กับต้นไม้แล้วยังสามารถนำมารับประทานได้ด้วย (อนิวรรต, 2539) แม้ว่ายูคาลิปตัสมีสามารถปลูกได้ในดินทุกสภาพอีกทั้งยังเติบโตได้ดีในสภาพปัจจัยแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมก็ตาม แต่ยูคาลิปตัสหลายสายพันธุ์นั้นไม่สามารถเติบโตได้ในดินเค็มจัด การใช้เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซามาช่วยเพิ่มคุณภาพของกล้าไม้จึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยให้ยูคาลิปตัสทนต่อดินเค็มได้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาในแปลงปลูกยูคาลิปตัส อีกทั้งยังได้เปรียบเทียบความทนเค็มของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาในระดับความเค็มที่แตกต่างกัน เพื่อนำสายพันธุ์ของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาไปปลูกเชื้อให้กับกล้ายูคาลิปตัส เพื่อผลิตกล้าไม้ที่มีความทนเค็มต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาความหลากชนิดของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาในแปลงปลูกยูคาลิปตัส

1.1 การเก็บตัวอย่างเห็ด

สำรวจเห็ดที่ขึ้นบนดินโดยตรงในบริเวณแปลงยูคาลิปตัส 2 พื้นที่ในจังหวัดนครราชสีมาคือ 1) สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว 2) แปลงปลูกยูคาลิปตัสในอำเภอขามทะเลสอ เมื่อพบเห็ดได้ทำการถ่ายภาพ เก็บตัวอย่างใส่ถุงและให้รหัสหมายเลขกำกับ จากนั้นนำไปศึกษาลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

1.2 การจำแนกชนิดเห็ด

นำตัวอย่างเห็ดที่สำรวจพบในแปลงปลูกยูคาลิปตัสที่อยู่ในกลุ่มเห็ดครีบ (Gilled mushrooms) มาศึกษาลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ได้แก่ หมวก ก้าน สี ลักษณะรูปร่าง ผิวสัมผัส เป็นต้น ตามวิธีการของ

Largent (1973) และนำส่วนที่ให้กำเนิดสปอร์มาตัดตามขวาง เลือกชิ้นตัวอย่างบางมาทำสไลด์ชั่วคราวเพื่อศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ตามวิธีการของ Largent *et al*. (1977) เพื่อดูลักษณะรูปร่างและขนาดของสปอร์ ผิวของสปอร์ ลักษณะเนื้อครีบ การปรากฏของ pleurocystidia และ cheilocystidia เป็นต้น จากนั้นนำลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์มาจำแนกชนิดตามคู่มือรูปวิธานต่อไป ส่วนเห็ดที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มเห็ดครีบได้จำแนกชนิดโดยใช้คู่มือการจำแนกของ Petersen (1999)

1.3 การวัดและวิเคราะห์ความเค็มของดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินตรงจุดที่สำรวจพบเห็ด ปริมาณ 200-300 กรัม จากนั้นนำดินมาผึ่งแห้ง แล้วสุ่มชั่งดินปริมาณ 50 กรัม ใส่บิกเกอร์ แล้วละลายด้วยน้ำ 250 มิลลิลิตร ด้วยอัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 และนำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 150 รอบต่อนาที นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นก่อนนำดินมาวัดค่าความเค็มเขย่าก่อน 1 นาที แล้วนำมาวัดค่าความเค็มของดินด้วย EC model edge (HANNA Intertruments USA Woonsocket, RI 02895) นำค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดค่าความเค็มมาคำนวณความเค็มของสารละลายดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil paste extract: ECe) จากความเค็ม 1:5 ดังสมการของ Leksungnoen *et al*. (2018) ดังนี้

$$ECe = (EC_{1:5} \times 5.994) + 0.619$$

2. การทดสอบความเค็มของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาในสภาพจานเลี้ยงเชื้อ

2.1 การเตรียมเส้นใยบริสุทธิ์ของเห็ด

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเห็ดก้อนกรวดมาใช้ในการทดสอบ จำนวน 3 สายพันธุ์ ซึ่งได้เก็บตัวอย่างมาจาก 3 พื้นที่ ได้แก่ 1) อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา (ECM01) 2) โครงการพระราชดำริห้วยทราย อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี (ECM02) และ 3) สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (ECM04) โดยเลือกดอกเห็ดที่มีลักษณะไม่อ่อน ไม่แก่เกินไป เป็นดอกที่สมบูรณ์ ผิวชั้นนอกไม่แตก หลังจากนั้นทำความสะอาดดอกเห็ดให้สะอาดโดยการเช็ดดินที่ติดกับดอกเห็ดแล้วนำมาวางบนจานเลี้ยงเชื้อที่สะอาด จากนั้นใช้มีดผ่าตัดจุ่มแอลกอฮอล์ แล้วลนไฟฆ่าเชื้อพักให้มีดเย็นลงเล็กน้อยแล้วนำมาตัดแบ่งดอกเห็ดออกเป็นสองส่วน ใช้ปลายมีดตัดชิ้นส่วนด้านในของเนื้อเห็ดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นใช้ปลายเข็มเขี่ยจิกเอาเนื้อเยื่อที่แบ่งไว้ออกไปวางในจานเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวทำในตู้ปลอดเชื้อ ทำการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

2.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

นำอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ใส่โซเดียมคลอไรด์ทั้งหมด 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.1, 0.2 และ 0.3 โมลต่อลิตร หรือมีค่าเท่ากับ 10, 20, 30 เดซิซีเมนต่อเมตร สำหรับชุดควบคุมนั้น ไม่ใส่โซเดียมคลอไรด์ จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่หม้อนึ่งความดันไอ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อระดับความเข้มข้นละ 3 จานเลี้ยงเชื้อ

2.3 การทดสอบความทนเค็มของเชื้อเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา

นำ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ลนไฟฆ่าเชื้อทิ้งไว้ให้เย็นเล็กน้อยแล้วนำมาเจาะที่บริเวณขอบโคโลนีเชื้อบริสุทธิ์เห็ดก้อนกรวดที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 2.1 นำชิ้นวุ้นเชื้อบริสุทธิ์มาวางตรงกลางจานเลี้ยงเชื้อที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ปริมาตร 20 มิลลิลิตร แต่ละระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เตรียมไว้ในข้อ 2.2 ทำการบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 วัน

2.4 การวัดพื้นที่ของโคโลนีและการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากบ่มเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับต่าง ๆ ได้ 10 วัน ได้ทำการถ่ายภาพโคโลนีของเห็ดแล้วนำไปคำนวณหาขนาดพื้นที่ของโคโลนีโดยใช้โปรแกรม Image J จากนั้นนำข้อมูลขนาดพื้นที่โคโลนีของเห็ดแต่ละสายพันธุ์ (Strain) ที่เจริญบนอาหารที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน ไปหาค่า

ความแปรปรวนทางสถิติ (Two-Way ANOVA) แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบด้วย Least Significant Different (LSD) test ($P<0.05$) ด้วยโปรแกรม R

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิดของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่อยู่ร่วมกับยูคาลิปตัส

จากผลการสำรวจความหลากชนิดของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่มีความสัมพันธ์กับต้นยูคาลิปตัสในแปลงปลูกที่อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 2 แปลง พบว่าแปลงที่ 1 เป็นพื้นที่ที่มีความเค็ม ประมาณ 0.973 – 2.680 เดซิซีเมนต่อเมตร (เฉลี่ย 1.488 เดซิซีเมนต่อเมตร) พบเห็ดทั้งหมด 11 ตัวอย่าง สามารถจำแนกออกเป็นได้ 2 ชนิด ได้แก่ เห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus* cf. *albus*) 10 ตัวอย่าง และ *Thelephora* sp. 1 ตัวอย่าง ในขณะที่แปลงที่ 2 ดินมีความเค็มประมาณ 0.972 – 11.665 เดซิซีเมนต่อเมตร (เฉลี่ย 3.843 เดซิซีเมนต่อเมตร) ซึ่งพบเห็ดทั้งหมด 13 ตัวอย่าง ได้แก่ เห็ดก้อนกรวด 10 ตัวอย่าง *Thelephora* sp. 2 ตัวอย่าง และ *Amanita* sp. 1 ตัวอย่าง สำหรับในแปลงปลูกยูคาลิปตัสที่สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งดินมีความเค็มประมาณ 0.805 – 1.290 เดซิซีเมนต่อเมตร (เฉลี่ย 0.964 เดซิซีเมนต่อเมตร) นั้นพบเห็ดเพียง 1 ชนิด คือ เห็ดก้อนกรวด ซึ่งพบทั้งหมด 7 ตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าสามารถพบเห็ดกอนกรวดได้ในแปลงยูคาลิปตัสทั้ง 3 แปลง สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติมา และคณะ (2550) ซึ่งพบว่าเห็ด *Pisolithus* กับยูคาลิปตัสมีความสัมพันธ์กันแบบเอคโตไมคอร์ไรซา เห็ดที่มีความสัมพันธ์กับพืชแบบเอคโตไมคอร์ไรซาสามารถช่วยให้พืชทนต่อปัจจัยที่มีอยู่จำกัดและช่วยปรับระดับการดูดซึมน้ำและอาหารให้กับพืชได้ด้วย (สมบูรณ์, 2532; Selene *et al*., 2009) สำหรับเห็ด *Thelephora* sp. และ *Amanita* sp. มีรายงานพบว่ามีความสัมพันธ์กับสน *Pinus sylvestris* แบบเอคโตไมคอร์ไรซาด้วย (Zaki *et al*., 2008)

เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ดังต่อไปนี้

1.1 เห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus* cf. *albus*) จัดอยู่ในไฟลัม (Phylum) Basidiomycota ชั้น (Class) Agaricomycetes อันดับ (Order) Boletales วงศ์ (Family) Sclerodermataceae ดอกเห็ดรูปทรงผลน้ำเต้าหรือคล้ายกระบอง ขนาด ดอก 3-9 x 2.6-7 เซนติเมตร ผิวด้านนอกสีน้ำตาลทอง ผิวขรุขระและเป็นปุ่มนูนเนื้อนิ่ม ขนาด peridioles 0.02-0.4 เซนติเมตร ก้านขนาด 1-4 x 0.5-3 เซนติเมตร เนื้อเยื่อส่วนที่สร้างสปอร์สีน้ำตาลทอง สปอร์สีน้ำตาลรูปทรงกลม ผิวสปอร์มีหนาม มีสิ่งประดับเป็นหนามสั้นๆ สีน้ำตาลปนดำ ขนาดสปอร์ 8.75 - 10 x 6.25 - 10 ไมโครเมตร เมื่อหยด Melzer’s Reagent เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เกิดปฏิกิริยา Dextrinoid เมื่อโตเต็มที่ผิวด้านนอกจะแตกขึ้นบนดิน (Figure 1A และ 1B)

1.2 เห็ด *Thelephora sp.* จัดอยู่ในไฟลัม Basidiomycota ชั้น Agaricomycetes อันดับ Thelephorales วงศ์ Thelephoraceae ลักษณะดอกมีการแตกแขนงคล้ายปะการัง ดอกสีน้ำตาลอมดำ ขนาด 2.7 x 3.6 เซนติเมตร ก้านขนาด 2.5 x 1.6 เซนติเมตร สปอร์เป็นรูปสี่เหลี่ยม ผิวสปอร์มีหนาม ขนาด 5-8.75 x 7.5-10 ไมโครเมตร เมื่อหยด Melzer’s Reagent เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนดำ เกิดปฏิกิริยา Dextrinoid (Figure 1C และ 1D)

1.3 เห็ด *Amanita* sp. จัดอยู่ในไฟลัม Basidiomycota ชั้น Agaricomycetes อันดับ Agaricales วงศ์ Amanitaceae ลักษณะดอกอ่อนรูปร่างกลม เมื่อแก่หมวกจะกางออกคล้ายจานแบน สีขาว ขนาด 4.5 x 4 เซนติเมตร ผิวหมวกเรียบเหนียว ครีบไม่ติดกับก้าน (free gill) แผ่นครีบกว้าง 0.6 เซนติเมตร ขอบครีบหยักเป็นคลื่น ก้านขนาด 2.5 x 0.7 เซนติเมตร เนื้อครีบ (gill trama) เรียงตัวแบบ interwoven ที่ขอบของครีบหรือที่มุมของครีบมีการปรากฏของ cheilocystidia รูปร่างกระบอง มีวงแหวนเป็นแผ่นบางสีขาวติดบริเวณกึ่งกลางก้าน มี volva สีขาว ลักษณะเป็นถุงหุ้มโคนก้านแบบหลวมๆ สปอร์ใสไม่มีสี รูปทรงกลมถึงรูปไข่ ขนาด 0.5 - 0.875 ไมโครเมตร เมื่อหยด Melzer’s Reagent ไม่มีการเปลี่ยนสี เกิดปฏิกิริยา Inamyloid (Figure 1E และ 1F)

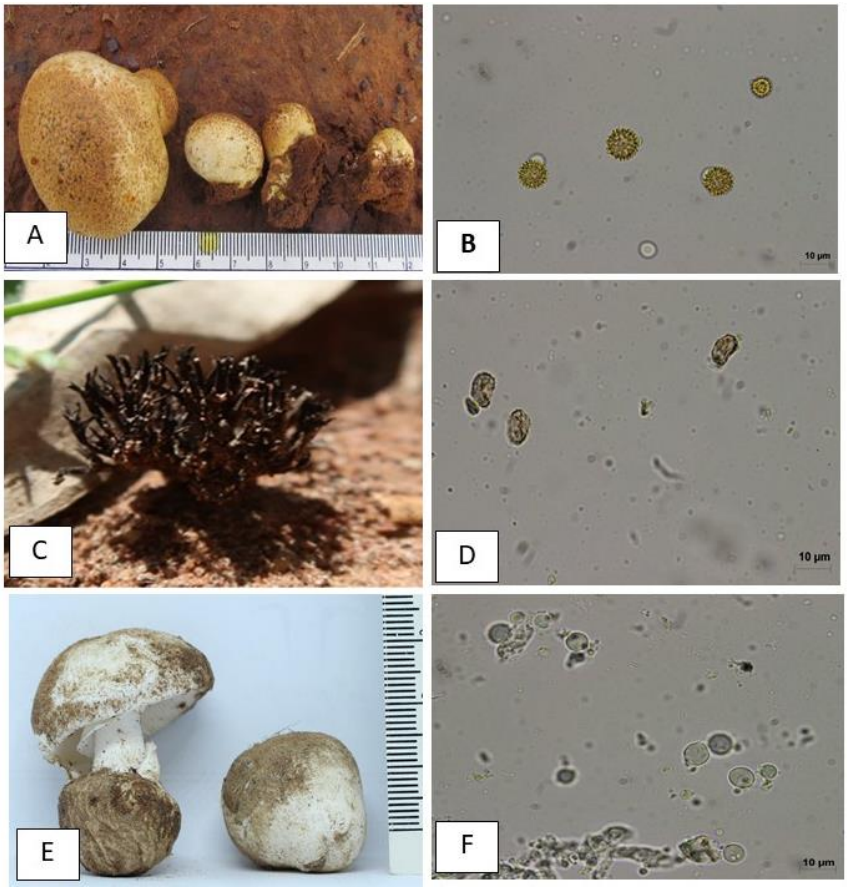


Figure 1 A) *Pisolithus albus,* B) spore of *Pisolithus albus*, C) *Thelephora* sp., D) spore of *Thelephora* sp., E) *Amanita* sp., F) spore of *Amanita* sp.

2. การทดสอบความทนเค็มของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาในจานเลี้ยงเชื้อ

จาก Table 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำค่าเฉลี่ยของขนาดพื้นที่โคโลนีของเห็ดก้อนกรวดทั้ง 3 สายพันธุ์ (ECM01, ECM02, ECM04) ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีระดับความเข้มข้นของโซเดียมคอลไรด์ต่างกัน 4 ระดับ (0 10 20 30 เดซิซีเมนต่อเมตร) มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี Two-Way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าทั้ง 2 ปัจจัย (สายพันธุ์เชื้อเห็ด ECM และระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์) มีปฏิสัมพันธ์กันที่ค่า $P<0.001$

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพื้นที่โคโลนีด้วย Least significant difference test พบว่า ECM02 และ ECM01 ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 0 เดซิซีเมนต่อเมตร และ ECM04 ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 10 เดซิซีเมนต่อเมตร มีขนาดพื้นที่โคโลนีมากที่สุด รองลงมาคือ เชื้อรา ECM04 ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อระดับความเข้มข้นของเกลือ 0 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งสายพันธุ์ของ *Pisolithus* นี้เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวมีขนาดพื้นที่โคโลนีแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ ECM01 ECM02 ECM04 ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ระดับความเข้มข้นของเกลือ 10 เดซิซีเมนต่อเมตร

Table 1 Results of Two-Way ANOVA showing the effect between ectomycorrhizal strains and the concentration of sodium chloride

	Df	Sum sq	Mean sq	F value	Pr(>F)
ECM strain (A)	3	0.5265	0.17549	19.449	< 0.001***
Concentration of NaCl (B)	2	0.0353	0.01767	1.958	0.163029
A:B	6	0.3025	0.05042	5.588	< 0.001***
Residuals	24	0.2166	0.00902		

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าโดยส่วนใหญ่เชื้อมีแนวโน้มการเติบโตลดลง อีกทั้งยังมีพื้นที่การเจริญของโคโลนีแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ECM04 ซึ่งพบว่าสามารถเจริญได้ดีที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ECM04 เป็นเชื้อเห็ดจากสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ที่มีค่าความเค็มของดินอยู่ที่ 3.843 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งมีค่าความเค็มมากกว่าสายพันธ์ของ *Pisolithus* ที่ได้มาจากอำเภอขามทะเลสอ (ECM01) จังหวัดนครราชสีมา มีค่าความเค็มของดินเท่ากับ 1.488 เดซิซีเมนต่อเมตร และอำเภอห้วยทราย จังหวัดเพชรบุรี (ECM02) มีค่าความเค็มของดินเท่ากับ 1.290 เดซิซีเมนต่อเมตร ดังนั้นจึงทำให้เชื้อเห็ด ECM04 สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 10 เดซิซีเมนต่อเมตร (Figure 2)

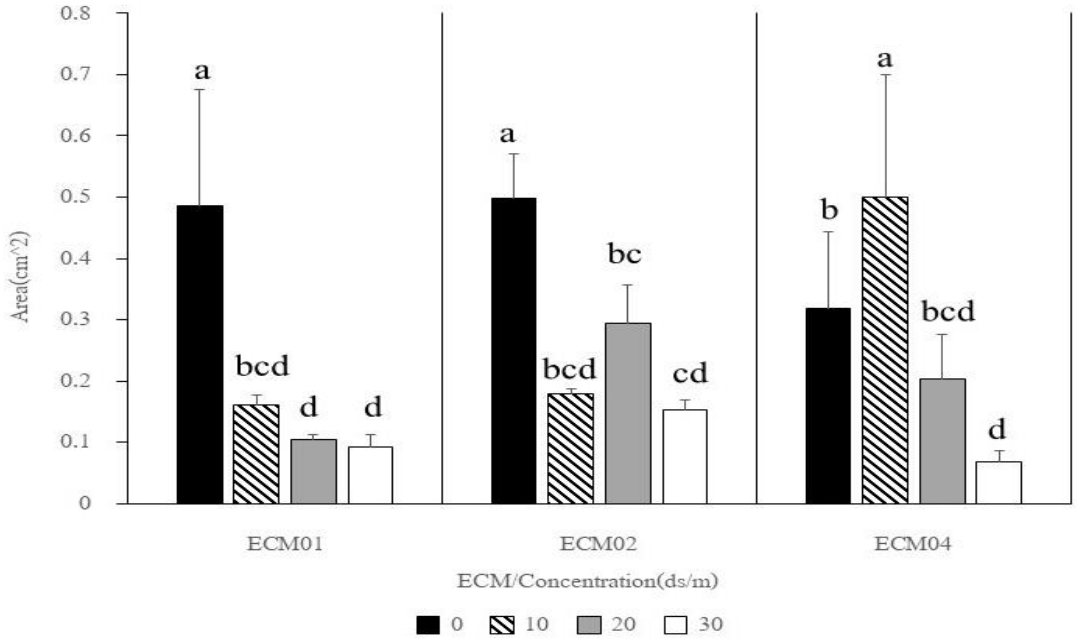


Figure 2 The area of colonies cultivated on potato dextrose agar with different concentrations of sodium chloride. The letters on different bar graphs show that there are significant differences (*P* <0.001).

จากผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Chen *et al*. (2001) และ Matsuda *et al*. (2006) ซึ่งพบว่า *Pisolithus* sp. มีความสามารถทนทานต่อโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่แตกต่างกันและสามารถทนทานได้ถึงระดับความเข้มข้น 20 เดซิซีเมนต่อเมตร แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเห็ดก้อนกรวดทั้ง 3 สายพันธุ์สามารถทนทานต่อความเค็มที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด 30 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งสามารถทนได้มากกว่าการศึกษาของ Chen *et al*. (2001) และ Matsuda *et al*. (2006) Bradshaw (2000) ได้กล่าวไว้ว่าเชื้อที่ต่างสายพันธุ์และเจริญ

ในพื้นที่ที่ต่างกันนั้นมักมีอัตราการเติบโตและมีความทนทานต่อความเค็มแตกต่างกัน และเห็ด *Pisolithus* sp. นั้นมีประสิทธิภาพมากในการทนความเค็มเมื่อย้ายลงสู่ดินเค็มและทุกสายพันธุ์มีความทนทานต่อสารละลาย NaCl โดยเฉพาะ *Pisolithus tinctorius* สามารถทนโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 15 เดซิซีเมนต่อเมตร ช่วยเพิ่มความทนทานต่อเกลือของ *E. camaldulensis* ได้ด้วย

สรุป

ผลการสำรวจความหลากชนิดของเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่มีความสัมพันธ์กับยูคาลิปตัส ในพื้นที่อำเภอขามทะเลสอและสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียวจังหวัดนครราชสีมา มีทั้งหมด 3 ชนิดคือ เห็ดก้อนกรวด (*Pisolithus* cf. *albus*) *Thelephora* sp. และ *Amanita* sp. ซึ่งสามารถพบเห็ดก้อนกรวดได้ทั้งสองพื้นที่ และผลการทดสอบความทนเค็มของเชื้อเห็ดก้อนกรวด ซึ่งเป็นเอคโตไมคอร์ไรซาของยูคาลิปตัส จำนวน 3 สายพันธุ์ คือ ECM01 ECM02 และ ECM04 ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0, 10, 20, และ 30 เดซิซีเมนต่อเมตร พบว่าเห็ดก้อนกรวดมีการเติบโตลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในอาหารเลี้ยงเชื้อเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อเอคโตไมคอร์ไรซาแต่ละสายพันธุ์และระดับความเข้มข้นของโซเดียมคอลไรด์มีปฏิสัมพันธ์กัน และพบด้วยว่าเห็ดก้อนกรวดทั้ง 3 สายพันธุ์สามารถทนความเค็มได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถเลือกชนิดใดก็ได้ไปทดลองปลูกเชื้อให้กับกล้ายูคาลิปตัสในเรือนเพาะชำต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานศึกษาครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ป-3.2 (ด) 142.61) ขอขอบคุณ ผศ.ดร. นิสา เหล็กสูงเนิน ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูล ขอขอบคุณ คุณรัตน์ติมา แหวนหรุ่น และคุณสาวิตรี มังคลาด ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลและให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในทำวิจัยในห้องปฏิบัติการ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติมา ด้วงแค, วินันท์ดา หิมะมาน และจันจิรา อายะวงศ์. 2550. **เอคโตไมคอร์ไรซ่ากับการควบคุมโรคเน่าคอดินของกล้าไม้ยูคาลิปตัส**. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

สมบูรณ์ บุญยืน. 2532. **ผลของเชื้อเอคโตไมคอร์ไรซา ไพโซไลธัส ทิงธอเรียส ต่อการเจริญเติบโตและการดูดซับธาตุอาหารของกล้าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิสและสนคาริเบียที่ปลูกบนมูลดินเหมืองแร่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนิวรรต เฉลิมพงษ์. 2539. **เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่ช่วยในการปลูกป่าภาคอิสาน**. สำนักวิชาการ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

Bradshaw, B. 2000. **Salinity Tolerance of Selected Ectomycorrhizal Fungi (*Pisolithus tinctorius* Pers.) and Ectomycorrhizal Eucalypts.** Thesis statement**.** Edith Cowan University.

Chen, D.M., S. Ellul, K. Herdman and J.W.G. Cairney. 2001. Influence of salinity on biomass production by Australian *Pisolithus*. **Mycorrhiza** 11: 231-236.

Largent, L. 1973. **How To Identify Mushrooms To Genus I : Macroscopic Features**. Eureka, California.

Largent, L., D. Johnson and R. Watling. 1977. **How To Identify Mushrooms To Genus III : Microscopic Features**. Arcata, California.

Laksungnoen, N., T. Andriyas and S. Andriyas. 2018. Ece prediction from EC1:5 in inland saltaffected soils collected from Khorat and Sakhon Nakhon basins, Thailand. **Communication in Soil Science and Plant Analysis** 21: 2627-2637.

Matsuda, Y., F. Sugiyama, N. Kenichi and S.I. Ito. 2006. Effects of sodium chloride on growth of ectomycorrhizal fungal isolates in culture. **Mycoscience** 47: 212–217.

Petersen, J.H. 1999. **Key to the Genera of Clavarioid Fungi in Northern Europe**. Institute of Systematic Botany, University of Aarhus.

Selene, A.A., P.M. Jesus, R.F. Cerrato, O.G. Juarez, L. C. Diaz and D.G. Mendozal. 2009. Ectomycorrhizal fungi and tolerance to salinity in plants. **Revista Chilena de Historia Natural** 82: 163-168.

Zaki, A.S., S.A. Mohammad, F. Kazuyoshi. 2008. **Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry**. USDA-ARS-Northern Great Plains Resea rch Lboratory, Mandon, ND 58554, USA.

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหูหนู *Auricularia cornea*
Morphological Characteristic and Antioxidant Property of *Auricularia cornea*

สาวิตรี มังคลาด[1*] สุวิมล อุทัยรัศมี[1] เยาวภา อร่ามศิริรุจิเวทย์[2] บารมี สกลรักษ์[3] และ ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง[1]
Sawitree Mangkalad[1*], Suwimon Uthairatsamee[1], Yaovapa Aramsirirujiwet[2], Baramee Sakolrak[3] and Tharnrat Kaewgrajang[1]
[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]Department of Microbiology, Faculty of Sciences, Kasetsart University, Bangkok 10900
[3]สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
[3]Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **Sawitree.man@ku.th**

บทคัดย่อ

เห็ดหูหนูดำ *Auricularia cornea* Ehrenb. มีรายงานว่าเป็นเห็ดหูหนูกินได้ที่พบใหม่ (new record) ของประเทศไทย ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity โดยสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดจากพื้นที่ธรรมชาติจำนวน 5 แหล่ง ในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนสิงหาคม - ตุลาคม พ.ศ. 2560 - 2561 ซึ่งจากการสำรวจพบตัวอย่างเห็ดทั้งหมด 19 ตัวอย่าง มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เด่นชัดคือ เนื้อหมวกหนา และกรอบ ดอกเห็ดอ่อนเนื้อหนากว่าดอกเห็ดแก่ ผิวด้านบนมีขนหนาแน่น สีน้ำตาลอ่อนถึงเทาหม่น ด้านล่างหรือด้านที่ให้กำเนิดสปอร์มีผิวเรียบหรืออาจหยักเป็นคลื่นเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลเข้มและมันเงา สปอร์มีขนาด 10.00 – 15.25 × 4.50 – 6.25 ไมโครเมตร รูปรี ผิวเรียบ และพบชั้น medulla สำหรับการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระนั้น มีตัวอย่างดอกเห็ดที่สามารถนำมาทดสอบได้เพียง 3 ตัวอย่างเท่านั้น (KU021, KU024 และ KU025) โดยพบว่ามีค่าระดับความเข้มข้นของสารสกัดที่ยับยั้งอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (Half Maximal Inhibitory Concentration, IC_{50}) อยู่ระหว่าง 107.28 ± 2.64 – 288.00 ± 8.15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งตัวอย่าง KU024 มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด มีค่า IC_{50} เท่ากับ 107.28 ± 2.64 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยเป็นตัวอย่างที่เก็บมาจากสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

คำสำคัญ : หูหนูดำ เห็ดป่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT

Black jelly mushroom (*Auricularia cornea* Ehrenb.) is an edible mushroom which was reported as new record in Thailand. The objective of this research was to study morphological characteristics and antioxidant property using DPPH radical scavenging activity method. The samples were collected from 5 natural areas in the rainy season during August - October in 2017 and 2018. The results showed that the morphological characteristics of 19 samples were distinctive, including very thick fruiting body; dense hair on abhymenial surface; light brown to grayish tan in color; smooth to ridges hymenial surface; dark brown and glossy, and smooth basidiospore 10.00 – 15.25 × 4.50 – 6.25 µm in size; and present of medulla layer. Three of the samples (KU021, KU024, and KU025) were used for antioxidant property analysis. The results showed that the half maximal inhibitory concentration (IC_{50}) ranged from 107.28 ± 2.64 – 288.00 ± 8.15 µg/ml. In addition, KU024 (collected from Wang Nam Khiao

Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province) had the highest ability to inhibit free radicals with IC_{50} value of 107.28±2.64 µg/ml.

Keyword: black jelly mushroom, *Auricularia cornea,* wild mushroom, morphological characteristics, antioxidant property

คำนำ

เห็ดหูหนู *Auricularia cornea* Ehrenb. หรือเรียกกันว่า เห็ดหูหนูดำ จัดอยู่ในวงศ์ Auriculariaceae มีการกระจายพันธุ์ได้ตั้งแต่เขตอบอุ่นไปจึงถึงเขตร้อน (Priya *et al*., 2016) พบขึ้นอาศัยอยู่บนกิ่งไม้และขอนไม้ ทั่วโลกพบเห็ดสกุล *Auricularia* 37 ชนิด (Catalogueoflife, 2019) สำหรับในประเทศไทยมีรายงานการพบ 13 ชนิด (Schmidt, 1910-1916; Høiland and Schumacher, 1982; Choieklin and Dhitaphichit, 1999; Bandara *et al*., 2015; Bandara *et al*., 2017a; อนงค์, 2520; เกษม, 2537; บารมี, 2549) โดยเห็ดหูหนู *A. cornea* เป็นเห็ดหูหนูที่พบใหม่ (new record) ของประเทศไทย ซึ่งมีรายงานการพบทางภาคเหนือของประเทศ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ พบที่ดอยแม่สลอง อำเภอแม่แตง อำเภอแม่ออน และจังหวัดเชียงราย ที่อำเภอแม่ฟ้าหลวง (Bandara *et al*., 2017a) อย่างไรก็ตามเห็ดหูหนูชนิดนี้มีการกระจายพันธุ์ในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทยด้วย โดยเป็นเห็ดกินได้ที่เป็นแหล่งรวมของสารอาหาร ได้แก่ โพลีแซคคาไรด์ โปรตีน วิตามิน และอื่น ๆ อีกทั้งพบว่ามีฤทธิ์ทางชีวภาพในด้านต่าง ๆ เช่น ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง (Yuchun *et al*., 2017) ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Wang *et al*., 2018) สำหรับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระนั้น มีรายงานว่าเห็ดหลายชนิดในสกุล *Auricularia* มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เช่น *A. auricular*, *A. polytricha*, *A. fuscosuccinea* และ *A. mesenterica* (Kozarski *et al*., 2015; Bandara *et al*., 2017b) อย่างไรก็ตามในประเทศไทยมีงานวิจัยทางด้านฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหูหนูเพียงชนิดเดียวคือ เห็ดหูหนู *A. thailandica* ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความผันแปรลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดหูหนู *A. cornea* ที่ทำการสำรวจพบ รวมถึงการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging activity ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะทำให้ทราบถึงความผันแปรลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดหูหนู *A. cornea* ในประเทศไทย และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้นเพื่อประโยชน์ในด้านการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเห็ดชนิดนี้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดหูหนู *A. cornea*

สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดหูหนู *A. cornea* จากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยรวม 5 แหล่ง โดยเก็บตัวอย่างได้ทั้งหมด 19 ตัวอย่าง (Table 1) ในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนสิงหาคม – เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 – 2561 ตัวอย่างที่เก็บมาได้ถูกบันทึกหมายเลขกำกับในแต่ละตัวอย่าง รวมทั้งระบุสิ่งที่เห็ดเจริญอยู่ เช่น ตอไม้ ขอนไม้ หรือกิ่งไม้ และบันทึกชนิดพันธุ์ไม้ดังกล่าวด้วย ตัวอย่างดอกเห็ดถูกนำใส่ในถุงหรือห่อกระดาษ โดยแบ่งตัวอย่างเห็ดออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่หนึ่งนำไปศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา เพื่อระบุชื่อชนิด จากนั้นนำตัวอย่างเห็ดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 – 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จนกระทั่งตัวอย่างเห็ดแห้ง และเก็บตัวอย่างไว้ที่คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และส่วนที่สองนำเห็ดหูหนูสดไปแยกให้ได้เส้นใยบริสุทธิ์ เพื่อนำเส้นใยไปทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

Table 1 Detail of *Auricularia cornea* collected from different location of Thailand for the study of morphological characteristics.

Region	Collected locations	Number of samples
Central	- Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok	2
West	- Huai Sai Royal Development Study Center, Sam Phraya, Cha-Am District, Phetchaburi Province	1
North East	- Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Udom Sap, Wang Nam Khiao District, Nakhon Ratchasima Province	7
Southern	- Kachong, Na Yong District, Trang Province	5
	- Khao Pu, Si Banphot District, Phatthalung Province	4
	Total	19

2. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเห็ดหูหนู *A. cornea*

นำตัวอย่างดอกเห็ดทั้ง 19 ตัวอย่าง มาศึกษาลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (macroscopic features) โดยบรรยายลักษณะของดอกเห็ดทั้งด้านบนและด้านล่างหรือที่ให้กำเนิดสปอร์ และวัดขนาด จากนั้นศึกษาลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (microscopic features) โดยแต่ละตัวอย่างได้สุ่มดอกเห็ดที่มีการเติบโตเต็มที่อย่างน้อย 3 ดอก มาตัดขวางให้เป็นชิ้นบางด้วยวิธี free hand section เลือกชิ้นตัวอย่างวางบนแผ่นสไลด์แล้วหยดกลีเซอรอลและ Melzer's reagent ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ วัดขนาด ระบุสี และบรรยายลักษณะของโครงสร้างต่าง ๆ เช่น เบซิเดียม สปอร์ ตามวิธีการของ Lowy (1951, 1952) และ Bandara *et al*. (2017a) โดยตัวอย่างทั้งหมดถูกจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธาน (Lowy, 1952; Bandara *et al*., 2017a)

3. การเตรียมเส้นใยบริสุทธิ์ของเห็ด

3.1 การแยกเส้นใยบริสุทธิ์

นำตัวอย่างดอกเห็ดที่เก็บได้จากภาคสนามมาแยกเป็นเส้นใยบริสุทธิ์ ด้วยวิธีการทำ spore drop บนจานเลี้ยงเชื้อ วิธีการแยกเส้นใยบริสุทธิ์ทำโดยคัดเลือกดอกเห็ดสดที่แก่เต็มที่ ขนาดดอกเห็ดประมาณ 1 – 2 เซนติเมตร หากดอกเห็ดมีขนาดใหญ่เกินไปให้ตัดเป็นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1 × 1 ตารางเซนติเมตร ใช้วาสลินทาที่บริเวณผิวหมวก แล้วนำไปติดด้านในของฝาจานเลี้ยงเชื้อ ที่ก้นจานเลี้ยงเชื้อบรรจุ water agar และนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งสังเกตเห็นผงสปอร์เห็ดตกลงบนผิววุ้น จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเชื้อที่ลนไฟฆ่าเชื้อตัดชิ้นวุ้นบริเวณที่สปอร์ตก นำไปวางบนจานเลี้ยงเชื้อที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar, PDA (Difco) และไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 - 3 วัน ตรวจสอบว่าเส้นใยที่แยกได้เป็นเส้นใยบริสุทธิ์เพื่อนำไปใช้ข้อ 3.2

3.2 การเพิ่มปริมาณเส้นใยบริสุทธิ์

เส้นใยบริสุทธิ์ที่แยกได้จากข้อ 3.1 นำมาเพิ่มปริมาณ โดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 มิลลิเมตร เจาะบริเวณขอบโคโลนีของเส้นใย แล้ววางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่รองด้วยแผ่น Cellophane บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ เส้นใยเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อ เพิ่มปริมาณเส้นใยบริสุทธิ์จำนวน 60 จานเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ปริมาณเส้นใยเพียงพอต่อการศึกษาในข้อ 4

3.3 การวัดการเติบโตและน้ำหนักของเส้นใย

เมื่อเส้นใยมีอายุ 2 สัปดาห์ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 2 ระนาบตัดกัน และเมื่อเส้นใยมีอายุ 3 สัปดาห์ ขูดเส้นใยที่เจริญบนแผ่น Cellophane ในแต่ละจานเลี้ยงเชื้อ อบเส้นใยให้แห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนัก จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วย One way ANOVA และเปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดแต่ละตัวอย่างด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) test โดยใช้โปรแกรม R

4. การทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity

นำเส้นใยที่อบแห้งแล้วมาบดให้เป็นผงละเอียด จากนั้นนำไปหมักในเอทานอลในอัตราส่วน 1 : 3 (น้ำหนัก : ปริมาตร) เขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาเทสารละลายออก เติมเอทานอลปริมาตรเท่าเดิมลงในตัวอย่างเดิม ทำเช่นนี้ 3 ครั้ง จากนั้นนำสารละลายที่รวมกันทั้งสามครั้งนี้มากรองด้วยกระดาษ Whatman No.1 นำไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator เมื่อได้สารสกัดหยาบด้วยเอทานอลแล้วนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Mau *et al*. (2002) และ Bandara *et al*. (2017b) โดยนำสารสกัดหยาบที่ได้มาละลายในเอทานอลที่ความเข้มข้น 8 ระดับ ได้แก่ 1,000 500 250 125 62.5 31.25 15.625 และ 7.8125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (µg/ml) จากนั้นนำสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ (mM) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร (µl) เติมลงในสารละลายสารสกัดหยาบแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 500 µl และนำไปวางในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้มาคำนวณหาค่า % Inhibition

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{\text{Ab (control)} - \text{Ab (sample)}}{\text{Ab (control)}} \times 100$$

เมื่อ Ab (control) คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

Ab (sample) คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายของสารละลายที่ทำการทดสอบผสมกับสารละลาย DPPH

สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ (แกน x) และ % Inhibition (แกน y) และทำการหาค่า Half maximal inhibitory concentration (IC_{50}) ซึ่งเป็นความเข้มข้นสารสกัดที่นำมาทดสอบกับอนุมูลอิสระและส่งผลให้อนุมูลอิสระลดลงร้อยละ 50 โดยในการทดสอบครั้งนี้ใช้ Butylated hydroxytoluene (BHT) เป็นสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ หากค่า IC_{50} ต่ำแสดงว่าสารสกัดนั้นมีประสิทธิภาพที่ดี

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์

จากการรวบรวมเห็ดหูหนู *A. cornea* จำนวน 19 ตัวอย่าง ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า เห็ดชนิดนี้มีลักษณะเด่นที่เนื้อหมวกหนา และกรอบ ขนาดดอกเห็ดกว้าง 0.4 – 3.5 เซนติเมตร ยาว 0.8 – 5.9 เซนติเมตร หนา 1.40 – 2.46 มิลลิเมตร ดอกเห็ดอ่อนเนื้อหนากว่าดอกเห็ดแก่ ผิวด้านบนมีขนหนาแน่น ขนคล้ายกำมะหยี่ สีน้ำตาลอ่อนถึงเทาหม่น ผิวด้านล่างหรือด้านที่ให้กำเนิดสปอร์มีผิวเรียบหรืออาจหยักเป็นคลื่นเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลเข้มและมันเงา ขอบเรียบจนถึงหยักเป็นคลื่น ดอกเห็ดแก่มีรูปร่างไม่แน่นอน มีก้านหรือไม่มีก้าน มีขนาด 0.2 – 1.5 × 0.1 – 0.7 เซนติเมตร (Figure 1)

ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบสปอร์ขนาด 10.00 – 15.25 × 4.50 – 6.25 ไมโครเมตร ชั้น medulla กว้าง 30 – 60 ไมโครเมตร ชั้นขน (zona pilosa) กว้าง 3.75 – 8.75 ไมโครเมตร ยาว 100 – 340 ไมโครเมตร ขนปลายทู่ ผนังหนา ชั้น zona compacta 20 – 60 ไมโครเมตร ชั้น zona subcompacta superioris 40 – 100 ไมโครเมตร ชั้น zona laxa superioris 80 – 260 ไมโครเมตร ชั้น zona laxa inferioris 80 – 300 ไมโครเมตร ชั้น

zona subcompacta inferioris 100 - 280 ไมโครเมตร ชั้น hymenium 60 - 100 ไมโครเมตร สปอร์รูปรี ผิวเรียบ ใสไม่มีสี และเบซิเดียมีขนาด 37.0 – 87.5 × 3.0 - 4.5 ไมโครเมตร มีรูปร่างคล้ายกระบอง (Figure 1)

จากผลการศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในครั้งนี้ พบว่า มีความผันแปรไปจากที่มีการรายงานมาก่อนหน้าดังแสดงใน Table 2 โดยตัวอย่างเห็ดหูหนู *A. cornea* ที่ศึกษาในครั้งนี้มีความกว้างของชั้น medulla (30 – 60 ไมโครเมตร) แคบกว่าในรายงานของ Lowy (1951) (570 – 600 ไมโครเมตร) และ Bandara *et al*. (2017a) (75 – 125 ไมโครเมตร) แต่เมื่อเทียบความกว้างของแต่ละชั้น ข้อมูลการศึกษายังอยู่ในเกณฑ์ที่ได้บรรยายไว้ของ Bandara *et al*. (2017a) และมีชั้น subcompacta inferioris (100 – 280 ไมโครเมตร) กว้างมากกว่าในรายงานของ Lowy (1951) (70 – 80 ไมโครเมตร) และ Bandara *et al*. (2017a) (50 – 80 ไมโครเมตร) ความผันแปรของความกว้างแต่ละชั้นเมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่นพบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยามีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งความผันแปรที่พบอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมที่เห็ดหูหนูขึ้นอยู่ (Bandara *et al*., 2017a) เช่น ลักษณะภูมิอากาศ ปริมาณน้ำที่ได้รับ ปริมาณแสงที่ส่องถึง และชนิดไม้ที่ขึ้นอยู่ เป็นต้น

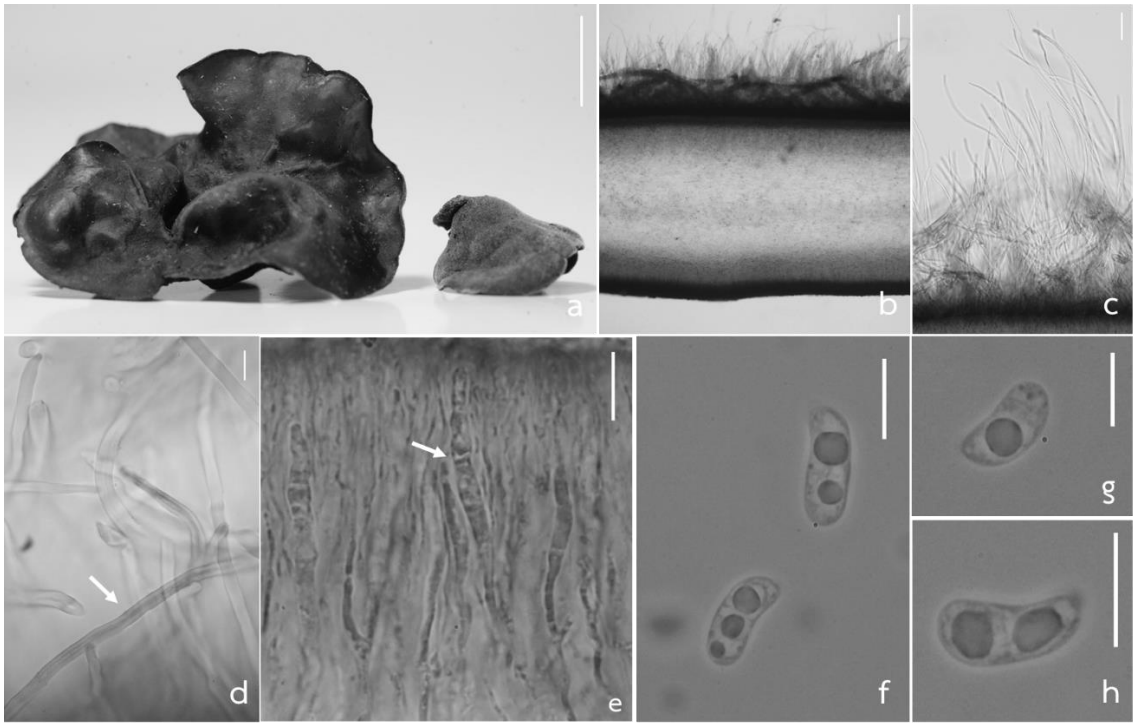


Figure 1 *Auricularia cornea* Ehrenb: (a) Basidiocarp, (b) Cross-section, (c) Abhymenial hairs, (d) pileipellis hair, (e) Basidium, (f-h) Basidiospores. scale bars: a = 1 cm, b = 200 µm, c = 50 µm, d-h = 10 µm.

Table 2 Microscopic features of *Auricularia cornea*.

Zone	Lowy (1952) (μm)	Bandara *et al.* (2017a) (μm)	Shirouzu and Nagasawa (2018) (μm)	This research (μm)
Pilosa	180 – 200	315 – 400	-	100 – 340
Compacta	70 – 80	25 – 35	-	20 – 60
Subcompacta superioris	20 – 30	40 – 50	-	40 – 100
Laxa superioris	40 – 50	160 – 230	-	80 – 260
Medulla	570 – 600	75 – 125	60 – 100	30 – 60
Laxa laxa inferioris	30 – 40	100 – 350	-	80 – 300
Subcompacta inferioris	70 – 80	50 – 80	-	100 – 280
Hymenium	80 – 90	75 – 90	-	60 – 100
Basidiospore	14–16 × 5–6	13.5–14.5 × 6–6.3	13.5–18.5 × 5.5–7	10–15.25 × 4.5–6.25

2. การเติบโตและน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ด

จากตัวอย่างดอกเห็ดที่เก็บมาได้ทั้งหมด 19 ตัวอย่างพบว่า เป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์สามารถแยกเส้นใยได้ 7 ตัวอย่าง แต่มีเพียง 3 ตัวอย่างเท่านั้นที่มีลักษณะเป็นเส้นใยบริสุทธิ์ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้ออื่น ได้แก่ KU021 KU024 และ KU025 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่เก็บมาจากสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบการเติบโตพบว่า ทั้ง 3 ตัวอย่างมีการเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) ตัวอย่างที่เติบโตได้ดีที่สุด คือ ตัวอย่าง KU021 (7.37 ± 1.39 เซนติเมตร) รองลงมาได้แก่ KU024 (6.58 ± 1.19 เซนติเมตร) และ KU025 (5.39 ± 0.61 เซนติเมตร) ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดพบว่า ตัวอย่าง KU025 มีน้ำหนักแห้งของเส้นใยมากที่สุด (0.1119 กรัม) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวอย่าง KU021 และ KU024 (Table 3)

3. ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

จากการสกัดสารจากเส้นใยบริสุทธิ์ของเห็ดหูหนู *A. cornea* จำนวน 3 ตัวอย่างพบว่า ตัวอย่าง KU025 ให้ผลผลิตปริมาณสารสกัดหยาบมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 4.49 รองลงมาได้แก่ KU024 (ร้อยละ 4.02) และ KU021 (ร้อยละ 2.91) ตามลำดับ และเมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging activity พบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) KU024 มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด มีค่า IC_{50} เท่ากับ 107.28 ± 2.64 μg/ml รองลงมาได้แก่ KU025 (IC_{50} = 216.06 ± 2.44 μg/ml) และ KU021 (IC_{50} = 288.00 ± 8.15 μg/ml) ตามลำดับ โดยสารสกัดหยาบที่ได้จากเห็ดหูหนูทั้ง 3 ตัวอย่างนี้ยังไม่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ BHT ซึ่งมีค่า IC_{50} = 12.24 ± 1.64 μg/ml แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาที่แสดงว่า ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่าง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่อาจมีตัวอย่างเห็ดหูหนู *A. cornea* ในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีแม้จะเป็นเห็ดชนิดเดียวกัน ขึ้นอยู่ในแหล่งหรือพื้นที่เดียวกัน แต่ปัจจัยแวดล้อมที่เห็ดแต่ละตัวอย่างขึ้นอยู่นั้นมีความแตกต่างกัน โดยปริมาณแสงที่ได้รับ ชนิดต้นไม้ที่ดอกเห็ดขึ้นอยู่เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การเติบโตและประสิทธิภาพทางเคมีมีความผันแปรไป ดังนั้นการเก็บตัวอย่างเห็ดเพื่อนำมาศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงฤทธิ์ทางชีวภาพด้านอื่นๆ ต้องบันทึกข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่ตัวอย่างเห็ดขึ้นอยู่อย่างละเอียด นอกจากนี้ควรต้องเก็บตัวอย่างเห็ดจากแหล่งต่าง ๆ มาศึกษาความผันแปรของฤทธิ์ทางชีวภาพด้วย รวมถึงการหาตัวทำละลายที่ใช้สกัดสารเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด

จากการตรวจเอกสารเกี่ยวกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดหูหนู *A. cornea* ในประเทศไทยพบว่าการศึกษานี้เป็นรายงานครั้งแรกเกี่ยวกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากเส้นใยของเห็ดหูหนูชนิดนี้ ซึ่งเป็นเห็ดหูหนูที่พบใหม่ (new record) ของประเทศไทย และเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระกับเห็ดหูหนูชนิดอื่น ๆ พบว่า เห็ดหูหนู *A. cornea* ทั้ง 3 ตัวอย่างมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าเห็ดหูหนู

A. thailandica (EC_{50} = 834.9 ± 1.5 µg/ml) (Bandara *et al*., 2017b) ซึ่งมีรายงานว่าเป็นชนิดใหม่ (new species) ของประเทศไทย (Bandara *et al*., 2017a) และเห็ดหูหนู *A. polytricha* (EC_{50} = 630 ± 0.021 µg/ml) (Lin *et al*., 2013) นอกจากนี้ยังพบว่า เห็ดหูหนู *A. cornea* ตัวอย่าง KU024 มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าเห็ดหูหนูขาว *A. fuscosuccinea* (EC_{50} = 150 ± 0.012 µg/ml) (Lin *et al.*, 2013) และเห็ดหูหนู *A. auricula* (IC_{50} = 180 ± 0.03 µg/ml) (Zou *et al*., 2015) แต่มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระต่ำกว่าเห็ดหูหนู *A. judea* (EC_{50} = 80 µg/mL) (Hussein *et al*., 2015) ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า เห็ดหูหนู *A. cornea* มีแนวโน้มว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดีกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ ในสกุลเดียวกัน จึงควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของเห็ดแต่ละชนิดเพิ่มเติม เนื่องจากวิธีที่ใช้ในการทดสอบ ตัวทำละลาย และปัจจัยแวดล้อมที่เห็ดขึ้นอยู่ต่างมีผลต่อฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดทั้งสิ้น (Bandara *et al*., 2017b) นอกจากนี้ควรมีการศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น วิธี ABTS assay (2,2'-azinobis-(3-ethyl-benzothiazoline-6-sulfonic acid) วิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) วิธี ferrousion chelating (FIC) และวิธี β - carotene bleaching (BCB) เป็นต้น

Table 3 Growth, yield and DPPH scavenging activity (IC_{50}) of *Auricularia cornea* ethanolic extracts.

Code	Diameter* (cm)	Dry weight* (g)	% crude extract	IC_{50} (µg/ml)**
KU21	7.37±1.39[a]	0.0708[b]	2.91	288.00 ± 8.15[a]
KU24	6.58±1.19[b]	0.0818[b]	4.02	107.28 ± 2.64[b]
KU25	5.39±0.61[c]	0.1119[a]	4.49	216.06 ± 2.44[c]
BHT	-	-	-	12.24 ± 1.64

Remarks: * Data expressed as means ± standard deviations of 60 repetitions measurements

** Data expressed as means ± standard deviations of triplicate measurements

Means with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

สรุป

จากการศึกษาเห็ดหูหนูชนิด *A. cornea* จำนวน 19 ตัวอย่างพบว่า มีลักษณะที่มองเห็นภายใต้กล้องจุลทรรศน์บางประการแตกต่างไปจากที่เคยมีรายงานมาก่อนหน้า โดยมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั่วไปคือ เนื้อดอกเห็ดหนาและกรอบ ผิวด้านบนมีขนหนาแน่น และด้านล่างผิวเรียบ ขอบเรียบจนถึงหยักเป็นคลื่น ดอกเห็ดแก่มีรูปร่างไม่แน่นอน ด้านบนมีขนคล้ายกำมะหยี่ สีน้ำตาลอ่อนถึงเทาหม่น ผิวด้านล่างที่เป็นที่ให้กำเนิดสปอร์เรียบหรืออาจหยักเป็นคลื่นเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลเข้มและมันเงา มีก้านหรืออาจไม่มีก้าน หากไม่มีก้านจะมีตุ่มนูนสั้น ๆ ยึดติดกับขอนไม้และกิ่งไม้ที่ไม่มีชีวิต การทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ มีตัวอย่างดอกเห็ดที่สมบูรณ์สามารถแยกเส้นใยและนำมาสกัดสารได้เพียง 3 ตัวอย่างเท่านั้น ซึ่งเป็นตัวอย่างที่เก็บมาจากสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบว่าแต่ละตัวอย่างมีการเติบโตและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า IC_{50} อยู่ระหว่าง 107.28 - 288.00 µg/ml และมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ Butylated hydroxytoluene (IC_{50} = 12.24 ± 1.64 µg/ml)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รหัสโครงการวิจัย ศ-ข(วน) 3.59 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลงานวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง. 2537. **เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. สำนักพิมพ์สิริธรรมออฟเซ็ท จำกัด, อุบลราชธานี.

บารมี สกลรักษ์. 2549. **ความหลากหลายของเห็ดในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2520. **เห็ดเมืองไทย**. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

Bandara, A.R., J. Chen, S. Karunarathna, K.D. Hyde and P. Kakumyan. 2015. *Auricularia thailandica* sp. *nov*. (Auriculariaceae, Auriculariales) a widely distributed species from Southeastern Asia. **Phytotaxa** 208 (2): 147–156.

Bandara, A.R., S.C. Karunarathna, A.J. Phillips, P.E. Mortimer, J. Xu, P. Kakumyan, and K.D. Hyde. 2017a. Diversity of *Auricularia* (Auriculariaceae, Auriculariales) in Thailand. **Phytotaxa** 292 (1): 19-34.

Bandara, A.R., S.C. Karunarathna, P.E. Mortimer and S. Khan. 2017b. First successful domestication and determination of nutritional and antioxidant properties of the red ear mushroom *Auricularia thailandica* (Auriculariales, Basidiomycota). **Mycological Progress** 18: 1029-1039.

Catalogue of life. 2019. **Catalogue of Life**. Available Source: www. catalogueoflife.org, May 9, 2019

Choieklin, R. and R. Dhitaphichit. 1999. Biodiversity of macrofungi in the wildlife sanctuary development and reservation extension station, Khao Kheaw, Chonburi, pp. 136–140. *In* V. Baimai, R. Kumhom, N. Chomphuvises, S. Mekruangrussamee, J. Srisawang, U. Budhisakollert, R. Rodrungruang, K. Aiemkul, S. Piyottip, U. Treesucon, S. Kitthawee and J. Milne (eds.). **Biodiversity Research and Training Program**. Bangkok.

HØiland, K. and T. Schumacher. 1982. Agarics, clavarioid and some heterobasidiomycetous fungi from Northern Thailand. **NORD. J. BOT** 2: 265-271.

Hussein, J., A.M. Mshandete and D.D. Tibuhwa. 2015. Antioxidant properties of seven wild edible mushrooms from Tanzania. **Afr. J. Food Sci** 9 (9): 471-479.

Kozarski M., A. Klaus, D. Jakovljevic, N. Todorovic, J. Vunduk, P. Petrović, M. Niksic, M.M. Vrvic and L.V. Griensven. 2015. Antioxidants of edible mushrooms. **Molecules** 20: 19489-19525.

Lin, W.Y., M.J. Yang, L.T. Hung and L.C. Lin. 2013. Antioxidant properties of methanol extract of a new commercial gelatinous mushrooms (white variety of *Auricularia fuscosuccinea*) of Taiwan. **Afr. J. Biotechnol** 12 (43): 6210-6221.

Lowy, B. 1951. A morphological basis for classifying the species of *Auricularia*. **Mycologia** 43: 351–358.

Lowy, B. 1952. The genus *Auricularia*. **Mycologia** 44: 656–692.

Mau, JL., YP. Lin and C.C. Chen. 2002. Antioxidant properties of several medicinal mushrooms. **J Agric Food Chem** 50: 6072–6077.

Priya, R.U., D. Geetha and S. Darshan. 2016. Biology and cultivation of black ear mushroom – *Auricularia* spp. **Advances in Life Sciences** 5 (22):

Schmidt, J. 1900–1916. Flora of Koh Chang. **Bianco Luco**, Copenhagen.

Shirouzu, T. and E. Nagasawa. 2018. Taxonomic study of Japanese "*Auricularia auricula-judae*" and "*A. polytricha*" based on molecular phylogeny and morphological comparison. **Japanese Journal of Mycology** 59: 7–20.

Wang, X., Y. Lan, Y. Zhu, S. Li, M. Liu, X. Song, H, Zhao, W. Liu, J. Zhang, S. Wang and L. Jia. 2018. Hepatoprotective effects of *Auricularia cornea* var. *Li*. polysaccharides against the alcoholic liver diseases through different metabolic pathways. **Scientific reports** 8: 1-12.

Yuchun, C., B. Haiying, L. Xiao, B. Tolgor and L. Yu. 2017. Anti-tumor activities of *Auricularia cornea* fruiting body extract in H22 bearing mice. **Mycosystema** 26: 1289–1298.

Zou, Y., Y. Zhao and W. Hu. 2015. Chemical composition and radical scavenging activity of melanin from *Auricularia auricula* fruiting bodies. **Food Sci. Technol** 35 (2): 253-258.

ความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าบางแห่งภายใต้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Diversity of Mushroom in Forest Plantation Area of the Forest Industry Organization in Northern and Northeastern Thailand

จตุรงค์ คำหล้า[1,2] นครินทร์ สุวรรณราช[1,2] ขนิษฐา เสถียรพีระกุล[3] วิชญ์ภาส สังพาลี[4]
สุธีระ เหิมฮึก[4] ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์[5] ลักษณา สัมมานิธิ[6] เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง[6] และ **สายสมร ลำยอง**[1,2*]
Jaturong Kumla[1,2] Nakarin Suwannarach[1,2] Kanitta Satienperakul[3] Wichaphart Sungpalee[4]
Sutheera Hermhuk[4] Piyawan Suttiprapan[5] Luxana Summaniti[6] Kriangsak Sri-Ngernyuang[6]
and **Saisamorn Lumyong**[1,2*]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, 50200
[2]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายของจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2]Center of Excellence in Microbial Diversity and Sustainable Utilization, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200
[3]คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[3]Faculty of Economics, Maejo University, Chiang Mai, 50290
[4]คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[4]Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, 50290
5ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[5]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200
[6]คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[6]Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University, Chiang Mai, 50290
*Corresponding Author; E-mail: **scboi009@gmail.com, saisamorn.l@cmu.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของเห็ดในสวนป่าจำนวน 4 แห่งในประเทศไทย สวนป่าสามแห่ง (สวนป่าแม่มาย สวนป่าแม่แจ่ม และสวนป่าแม่เมาะ) อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่และลำปาง ภาคเหนือของประเทศไทย และอีกหนึ่งสวนป่า (สวนป่าขุนหาญ) อยู่ในจังหวัดศรีสะเกษ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ข้อมูลการเก็บรวบรวมในพื้นที่สวนป่าแม่มาย สวนป่าแม่แจ่ม สวนป่าแม่เมาะ และสวนป่าขุนหาญ ในปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559 และ 2561 ตามลำดับ ตัวอย่างเห็ดทั้งหมดถูกบ่งบอกชนิดและแยกออกเป็นสองไฟลัม คือ Ascomycota และ Basidiomycota พบว่า เห็ดในไฟลัม Basidiomycota มีจำนวนมากกว่าไฟลัม Ascomycota ได้เห็ดทั้งหมดจำนวน 83 ชนิดและจำแนกออกเป็น 45 สกุล 29 วงศ์และ 11 อันดับ พบจำนวนชนิดเห็ดมากที่สุดในสวนป่าขุนหาญ ตามด้วยสวนป่าแม่เมาะและสวนป่าแม่มายเห็ดที่พบส่วนใหญ่เป็นมีบทบาทเป็นเห็ดผู้ย่อยสลาย เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่พบจัดอยู่ในสกุล *Amanita*, *Russula*, *Tylopilus*, *Scleroderma* และ *Pisolithus* พบเห็ดที่สามารถบริโภคได้ได้ทั้งหมด 12 ชนิด ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener, Simpson และดัชนีความสม่ำเสมอมีค่ามากที่สุดของในสวนป่าขุนหาญ ตามด้วยสวนป่าแม่มายและสวนป่าแม่เมาะ

คำสำคัญ: ความหลากหลายของเห็ด การบ่งบอกชนิด องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ประเทศไทย

ABSTRACT

This study aimed to investigate the diversity of mushroom in four forest plantations in Thailand. Three sites (Mae-my, Mae Cham and Mae Mho forest plantations) were in Chaing Mai and Lampang Provinces, northern Thailand and one site (Khun Han forest plantation) was in Sisaket Province, northeastern Thailand. Data collection in Mae-my, Mae Cham, Mae Mho and Khun Han forest plantations were conducted in 2014, 2015, 2016 and 2018, respectively. All mushroom specimens were identified and categorized into two phyla: Ascomycota and Basidiomycota. It was found that number of mushroom in phylum Basidiomycota was higher than those in phylum Ascomycota. A total of 83 species were obtained and classified into 45 genera, 29 families and 11 orders. The highest number of mushroom species was found in Khun Han forest plantation, followed by Mae Mho and Mae-my forest plantations, respectively. Most of the obtained mushrooms was saprophytic mushrooms. Ectomycorrhizal mushrooms consists of mushroom in genera *Amanita, Russula*, *Tylopilus*, *Scleroderma* and *Pisolithus*. A total of 12 edible mushroom species were reported. The highest values of Shannon-Wiener Diversity Index, Simpson’s Index of diversity and Evenness Index were found in Khun Han forest plantation, followed by Mae-my and Mae Mho forests plantation, respectively.

Keywords: Diversity of mushroom, identification, Forest Industry Organization, Thailand

คำนำ

เห็ดจัดเป็นสิ่งมีชีวิตจำพวกรา (fungi) โดยเป็นระยะที่มีการรวมตัวกันของเส้นใยให้เป็นโครงสร้างที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โครงสร้างเห็ดนี้เป็นโครงสร้างที่ใช้ในการสร้างสปอร์ในระยะการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (อนงค์ และคณะ, 2551; Stephenson 2010) เห็ดจัดอยู่ในไฟลัม Ascomycota และ Basidiomycota เห็ดมีรูปร่างที่แตกต่างกันออกไป โดยจัดกลุ่มตามลักษณะเบื้องต้นเป็น เห็ดครีบ (gill mushroom) เห็ดผึ้งหรือเห็ดโบลีตส์ (bolete mushroom) เห็ดทรงลูกบอล (puffball mushroom) เห็ดปะการัง (coral mushroom) เห็ดเขาเหม็น (stinkhorn mushroom) เห็ดรังนก (bird nest mushroom) และเห็ดดาวดิน (earth star mushroom) เป็นต้น เห็ดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สำคัญต่อระบบนิเวศโดยสามารถจำแนกเห็ดออกเป็น 4 กลุ่ม ตามบทบาทหน้าที่ คือ เห็ดผู้ย่อยสลาย (saprophytic mushroom) เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal mushroom) เห็ดที่มีความสัมพันธ์กับแมลง (insect associated mushroom) และเห็ดปรสิต (parasitic mushroom) (อนงค์ และคณะ, 2551; Agerer, 2006; Sato *et al*., 2012) เห็ดบางชนิดสามารถบริโภคได้และบางชนิดเป็นเห็ดพิษ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539; อนงค์ และคณะ, 2551) ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายของเห็ดสามารถบ่งบอกถึงบทบาททางระบบนิเวศและการใช้ประโยชน์ รวมไปถึงการอนุรักษ์เพื่อการใช้ประโยชน์ (Sanmee, 2004; Schmit and Lodge, 2005; Benchawattananon, 2016)

จุดประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความหลากหลายของเห็ดในสวนป่า 4 พื้นที่ คือ สวนป่าแม่มาย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง, สวนป่าแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ สวนป่าแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และสวนป่าขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ จำแนกชนิดของเห็ดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและอณูชีววิทยา บ่งบอกบทบาทในระบบนิเวศของเห็ดที่พบในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนบ่งบอกชนิดเห็ดที่สามารถบริโภคได้ ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแหล่งข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญของสวนป่าที่ศึกษา เพื่อจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่สวนป่าที่ใช้ในการศึกษาความหลากหลายของเห็ด

พื้นที่สวนป่าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อยู่ภายใต้การดูแลของสวนป่าองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งเป็น 4 พื้นที่ คือ สวนป่าแม่มาย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง (ป่าปลูกสักและป่าธรรมชาติ) สวนป่าแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ (ป่าปลูกสักและป่าธรรมชาติ) สวนป่าแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง (ป่าปลูกสักและป่าธรรมชาติ) และสวนป่าขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ (ป่าปลูกยางพาราและป่าธรรมชาติ) (Figure 1) โดยวางแปลงสำรวจภายพื้นที่ในแปลงตัวอย่างขนาด 20 × 50 เมตร จำนวน 5 แปลง ในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา โดยศึกษาและเก็บข้อมูลในพื้นที่ สวนป่าแม่มาย สวนป่าแม่แจ่ม สวนป่าแม่เมาะและสวนป่าขุนหาญ ในปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559 และ 2561 ตามลำดับ

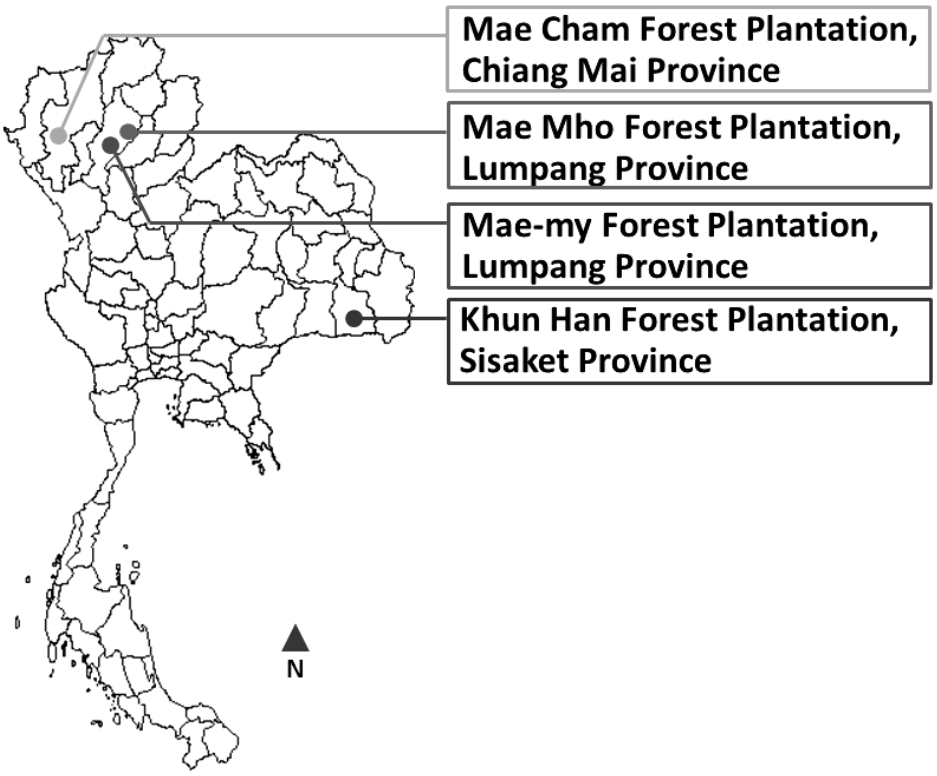


Figure 1 The selected areas of four forest plantations under the Forest Industry Organization in North and Northeastern parts of Thailand in this study.

2. การเก็บตัวอย่างเห็ดในพื้นที่สวนป่าที่ศึกษา

เดินสำรวจภายในแต่ละแปลงของพื้นที่ศึกษา เก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลาในแต่ละปี คือ ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม และเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม เก็บข้อมูลชนิดเห็ดและความถี่ของเห็ดที่พบในแต่ละแปลงตัวอย่างบนพื้นดิน ซากพืช กิ่งไม้ที่ตายแล้ว หรือยังมีชีวิต เก็บตัวอย่างเห็ดใส่ในถุงกระดาษเพื่อนำไประบุรหัสและชนิด พร้อมจดบันทึกรายละเอียดบริเวณที่พบเห็ด โดยการระบุพิกัด ตำแหน่ง ถ่ายภาพ และรวมถึงข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ในแปลงศึกษา จากนั้นทำการบ่งบอกชนิดของเห็ดที่พบ

3. การบ่งบอกชนิดของเห็ดในพื้นที่สวนป่าที่ศึกษา

การจัดจำแนกและศึกษาเห็ดแต่ละชนิดใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและอณูชีววิทยา โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาอาศัยลักษณะรูปร่างภายนอกที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ขนาด และลักษณะที่สำคัญภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อระบุชนิด และการจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานระดับชั้น อันดับ วงศ์ สกุล และชนิด รวมถึงจัดกลุ่มของเห็ดราตามบทบาทหน้าที่ในระบบนิเวศ และระบุชนิดของเห็ดที่สามารถบริโภคได้ โดยการสืบค้นจากหนังสือเห็ดราในประเทศไทยและต่างประเทศที่มีการรายงาน (อนงค์ และคณะ, 2551; นิวัฒ, 2553; Laessoe, 2000; Thomas, 2000; Kibby, 2006)

การศึกษาลักษณะทางอณูชีววิทยาเพื่อบ่งบอกชนิดของเห็ดบางชนิดที่ไม่สามารถยืนยันสกุลหรือชนิดได้ โดยสกัด DNA จากเนื้อเยื่อตัวอย่างเห็ดสดด้วยชุดสกัด DNA ของ Favorgen DNA Extraction Mini Kit จากนั้นนำ DNA ไปเพิ่มปริมาณ (polymerase chain reaction) ในส่วนของลำดับยีน internal transcribed spacer (ITS) region ของไรโบโซม ด้วยไพร์เมอร์ ITS4 และ ITS5 ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในการศึกษาของ Suwannarach *et al*. (2015) จากนั้นนำส่วนของยีนที่เพิ่มปริมาณไปตรวจหาลำดับเบส (sequencing) และนำลำดับเบสที่ได้ไปเปรียบเทียบความเหมือนของยีนในฐานของมูลของ GenBank ด้วยโปรแกรม BLAST เพื่อให้บ่งบอกสกุลหรือชนิดของเห็ด

4. การเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าที่ศึกษา

วิเคราะห์ข้อมูลจากจำนวนชนิดเห็ดและจำนวนทั้งหมดของเห็ดในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยใช้ค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener Diversity Index (Shannon & Weaver, 1949), Simpson’s index of diversity (Simpson, 1949) และดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness Index; Mulder *et al*., 2004) ของเห็ดในแต่ละพื้นที่

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากหลายของชนิดเห็ดในพื้นที่สวนป่าที่ศึกษา

ผลการศึกษาพบว่าความหลากหลายของชนิดเห็ดที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา โดยทุกพื้นที่การศึกษาสามารถจำแนกเห็ดได้ออกเป็น 2 ไฟลัม คือ กลุ่มไฟลัม Ascomycota และ ไฟลัม Basidiomycota จากเห็ดที่พบทั้งหมดในแต่ละพื้นที่พบว่าเปอร์เซ็นต์เห็ดกลุ่มไฟลัม Basidiomycota ที่พบนั้นมีค่ามากกว่าเห็ดในกลุ่มไฟลัม Ascomycota (Figure 2) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาความหลากหลายของเห็ดในประเทศไทยของวสันณ์ และคณะ (2554) ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช เขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี การศึกษาความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ จังหวัดเลย (Benchawattananon, 2016) และการศึกษาความหลากหลายของเห็ดในป่าเบญพรรณ เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร (พิทักษ์, 2552) ในการศึกษานี้จำนวนชนิดเห็ดที่พบในพื้นที่สวนป่าขุนหาญมีจำนวนมากที่สุด คือ 41 ชนิด รองลงมาคือ พื้นที่สวนป่าแม่เมาะ จำนวน 31 ชนิด และพื้นที่สวนป่าแม่มาย จำนวน 25 ชนิด ส่วนจำนวนชนิดเห็ดในพื้นที่สวนป่าแม่แจ่ม มีจำนวนน้อยที่สุด คือ 18 ชนิด (Figure 3) เนื่องจากพื้นที่สวนป่าขุนหาญมีความหลากหลายของชนิดต้นไม้มากกว่าพื้นที่อื่นๆ ในการศึกษาครั้งนี้

เห็ดที่พบทั้งหมดแยกเป็น 11 อันดับ 29 วงศ์ 45 สกุล และ 83 ชนิด โดยแยกออกเห็ดไฟลัม Ascomycota (Figure 4) และเห็ดไฟลัม Basidiomycota (Figure 5) ในแต่ละพื้นที่ศึกษา เห็ดในไฟลัม Ascomycota ชนิดที่มีผลรวมของจำนวนมากที่สุดในสวนป่าแม่มายและสวนป่าแม่เมาะคือ *Hypoxylon fendleri* ในสวนป่าแม่แจ่ม คือ *Daldinia concentrica* และในสวนป่าขุนหาญ คือ *Trichoglossum* sp. โดยพบว่าผลรวมของจำนวนทั้งหมดของเห็ดที่พบไฟลัม Ascomycota ในพื้นที่สวนป่าแม่เมาะมากที่สุด

เห็ดในไฟลัม Basidiomycota ที่มีจำนวนมากที่สุดในสวนป่าแม่มาย คือ *Psathyrella candolleana* ในสวนป่าแม่เมาะคือ *Schizophyllum commune* ในสวนป่าแม่แจ่ม คือ *Termitomyces indicus* และในสวนป่าขุนหาญ คือ *Marasmius guyanensis* โดยพบว่าจำนวนของเห็ดที่พบไฟลัม Basidiomycota ในพื้นที่สวนป่าขุนหาญมากที่สุด

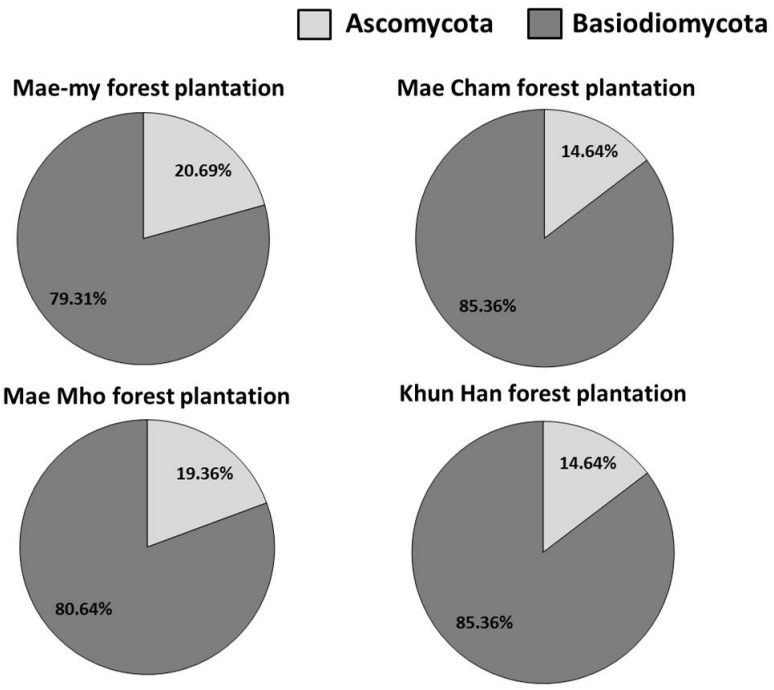


Figure 2 Percentages of the obtained mushrooms between Phylum Ascomycota and Phylum Basidiomycota in each forest plantation in this study.

ความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าแม่มาย แยกออกเป็น 5 อันดับ คือ Agaricales, Auriculariales, Pezizales, Polyporales และ Xylariales แยกออก เป็น 14 วงศ์ คือ Auriculariaceae, Clavariaceae, Ganodermataceae, Hygrophoraceae, Lyophyllaceae, Marasmiaceae, Nidulariaceae, Polyporaceae, Psathyrellaceae, Pyronemataceae, Russulaceae, Sarcosomataceae, Schizophyllaceae และ Xylariaceae แยกออกเป็น 22 สกุล ได้แก่ *Aleuria*, *Auricularia*, *Clavaria*, *Cyathus*, *Daedaleopsis*, *Daldinia*, *Galiella*, *Ganoderma*, *Hygrophorus*, *Hymenochaete*, *Hypoxylon*, *Lentinus*, *Marasmius*, *Microporus*, *Psathyrella*, *Polyporus*, *Pycnoporus*, *Russula*, *Trametes*, *Termitomyces*, *Schizophyllum* และ *Xylaria* แยกออกเป็นชนิดได้โดยรวมทั้งหมด 29 ชนิด

ความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าแม่แจ่มแยกออกเป็น 3 อันดับ คือ Agaricales, Polyporales และ Xylariales แยกออกเป็น 11 วงศ์ คือ Agaricaceae, Auriculariaceae, Ganodermataceae, Lentinaceae, Lyophyllaceae, Meruliaceae, Nidulariaceae, Polyporaceae Psathyrellaceae, Schizophyllaceae และ Xylariaceae แยกออกเป็น 15 สกุล ได้แก่ *Agaricus, Auricularia, Cyathus, Daldinia, Ganoderma, Hypoxylon, Lentinus, Polyporus, Podoscypha, Psathyrella, Pycnoporus, Trametes, Termitomyces, Schizophyllum* และ *Xylaria* แยกออกเป็นชนิดรวมทั้งหมด 18 ชนิด

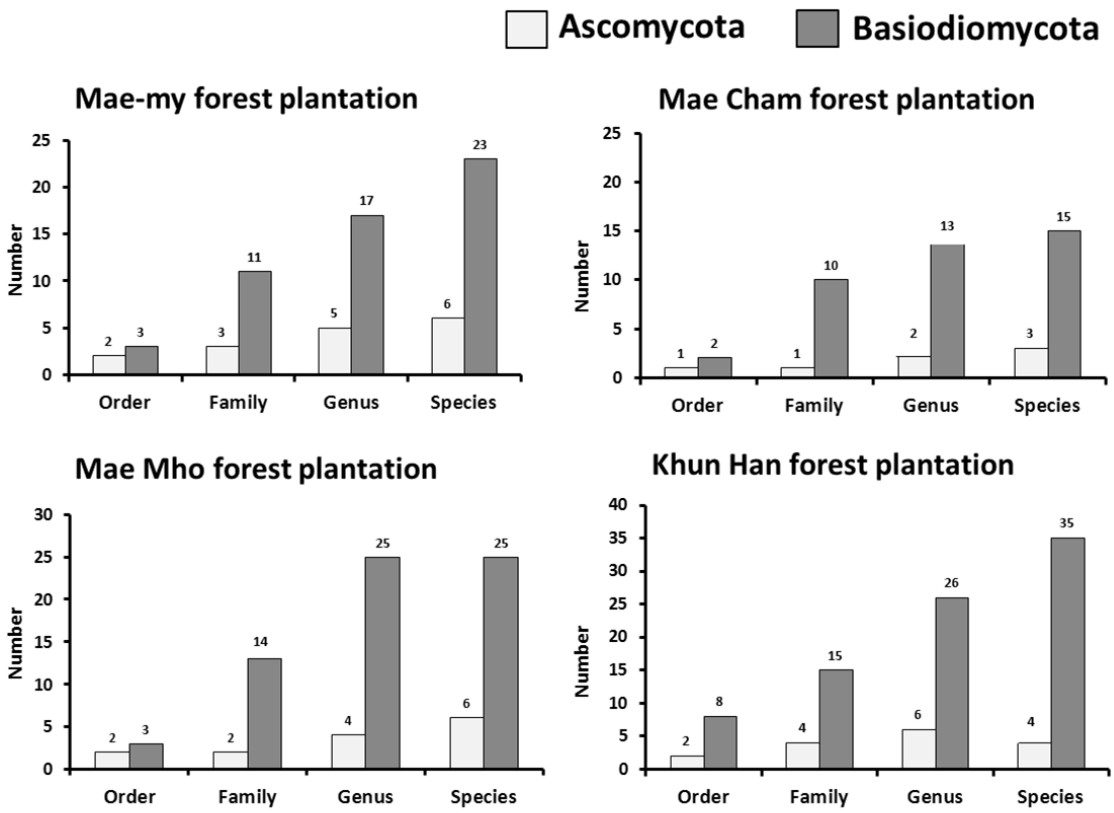


Figure 3 Number of order, family, genus and species of the obtained mushrooms between Phylum Ascomycota and Phylum Basidiomycota in each forest plantation in this study.

ความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าแม่เมาะ แยกออกเป็น 5 อันดับ คือ Agaricales, Auriculariales, Hysteriales, Polyporales และ Xylariales แยกออกเป็น 16 วงศ์ คือ Agaricaceae, Auriculariaceae, Bolbitiaceae, Clavariaceae, Cortinariaceae, Ganodermataceae, Hysteriacea, Lyophyllaceae, Marasmiaceae, Mycenaceae, Nidulariaceae, Pleurotaceae, Polyporaceae, Pterulaceae, Schizophyllaceae และ Xylariaceae แยกออกเป็น 29 สกุล ได้แก่ *Auricularia*, *Calocybe, Clavaria, Conocybe, Coprinellus, Cyathus*, *Daedalopsis, Daldinia*, *Favolaschia, Ganoderma*, *Gymnopilus, Hexagonia, Hymenagaricus, Hypoxylon, Hysterium, Lenzites, Leucocoprinus, Marasmius, Microporus, Pleurotus, Pterula, Pycnoporus, Ramariopsis, Schizophyllum*, *Scytinopogon, Termitomyces*, *Trichaptum*, *Trametes*, และ *Xylaria* แยกออกเป็นชนิดรวมทั้งหมด 31 ชนิด

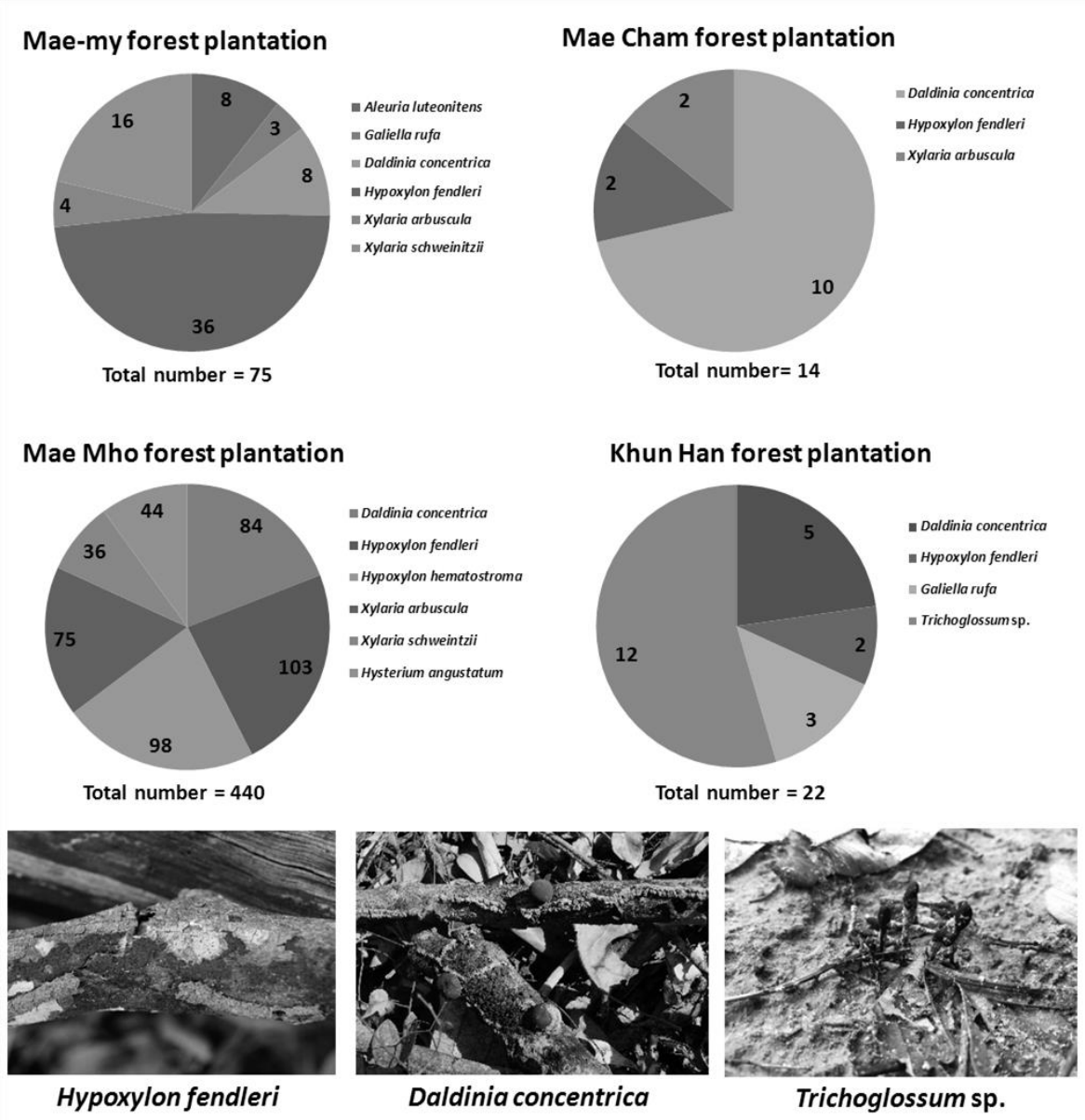


Figure 4 Total number and species of the obtained mushrooms in Phylum Ascomycota in each forest plantation in this study.

ความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าขุนหาญ แบ่งออกเป็นจานวน 10 อันดับ คือ Agaricales, Auriculariales, Boletales, Geoglossales, Hymenochaetales, Pezizales, Phallales, Polyporales, Russulales และ Xylariales แบ่งออกเป็น 19 วงศ์ คือ Amanitaceae, Auriculariaceae, Bolentineae, Clavariaceae, Cortinariaceae, Ganodermataceae, Geoglossaceae, Lycoperdaceae, Marasmiaceae, Schizophyllaceae, Omphalotaceae, Phallales, Pisolithaceae, Polyporaceae, Pyronemataceae, Russulaceae, Sclerodermataceae, Tricholomataceae, และ Xylariaceae รวมทั้งหมด 32 สกุล คือ *Aleuria, Amanita*, *Auricularia*, *Calvatia*, *Clavaria, Clavulinopsis, Daldinia, Deadalopsis*, *Filoboletus*, *Galiella, Ganoderma, Gymnopus*, *Gymnopilus, Hypoxylon, Lenzites*, *Lycoperdon*, *Marasmius*, *Marasmellus*, *Phallus*, *Pisolithus*, *Polyporus*, *Pycnoporus*, *Russula*, *Schizophyllum*, *Scleroderma, Scytinopogon,*

Sulzbacheromyces, Trametes, *Trichaptum, Trichoglossum, Tylopilus*, และ *Xylaria* แยกออกเป็นชนิด รวมทั้งหมด 39 ชนิด

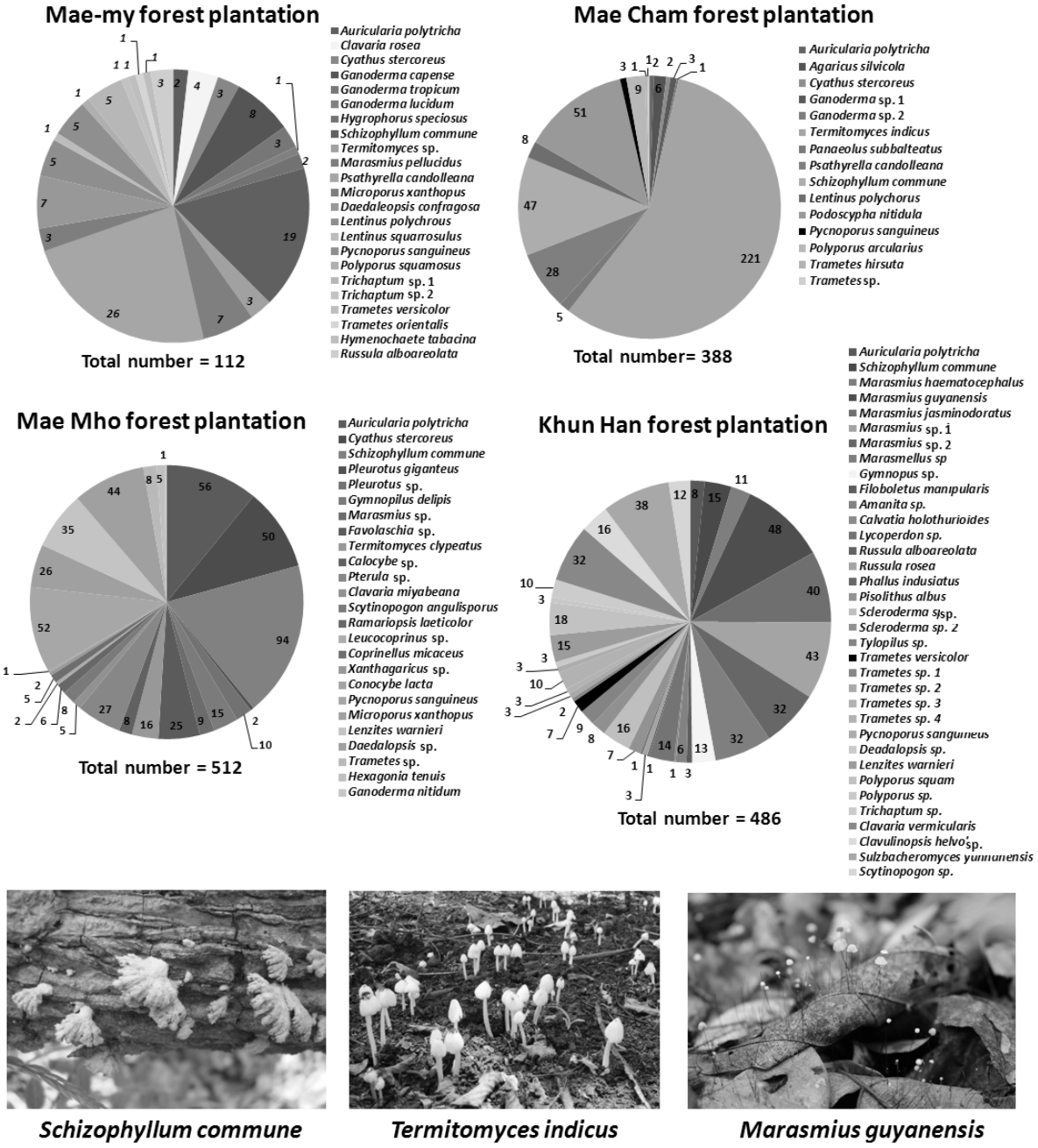


Figure 5 Total number and species of the obtained mushrooms in Phylum Basidiomycota in each forest plantation in this study.

2. การจำแนกบทบาทของเห็ดและเห็ดที่สามารถบริโภคได้ในพื้นที่สวนป่าที่ศึกษา

จากเห็ดที่พบในพื้นที่ศึกษาสามารถแยกบทบาทตามธรรมชาติออกเป็น 3 บทบาท คือ เห็ดผู้ย่อยสลาย เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา และเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับแมลง โดยอาศัยการแบ่งตาม อนงค์ และคณะ (2552) และ นิวัฒ (2553) พบว่าชนิดของเห็ดผู้ย่อยสลายมีมากกว่าเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาและเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับแมลงในทุกพื้นที่ศึกษา (Figure 6A) โดยพื้นที่สวนป่าแม่แจ่มไม่พบเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา พื้นที่สวนป่าแม่เมาะและขุนหาญไม่พบเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับแมลง โดยเห็ดส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นเห็ดผู้ย่อยสลาย เห็ดที่มีความสัมพันธ์กับแมลงที่พบจัดอยู่ในสกุล *Termitomyces* (เห็ดโคน) เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาที่พบจัดอยู่ในสกุล *Amanita, Pisolithus*, *Russula*, *Scleroderma* และ *Tylopilus* โอกาสในการพบเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซานั้นต้องขึ้นอยู่กับสภาพป่าและชนิดของต้นไม้เนื่องจากเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาส่วนใหญ่จะอาศัยกับไม้กลุ่มวงศ์ ก่อ สน ยูคาลิปตัส และเต็งรัง เป็นต้น (Brundrett, 2004)

จากเห็ดที่พบทั้งหมดจำแนกเป็นเห็ดที่สามารถบริโภคได้ สวนป่าแม่เมาะมีจำนวนเห็ดที่กินได้มากที่สุด รองลงมา คือ สวนป่าแม่มาย และสวนป่าขุนหาญ ส่วนสวนป่าแม่แจ่มมีจำนวนเห็ดที่กินได้น้อยที่สุด (Figure 6B) เห็ดที่กินได้มีทั้งหมด 12 ชนิด *Auricularia polytricha* (เห็ดหูหนู), *Pleurotus giganteus* (เห็ดซาง), *Pleurotus* sp. (เห็ดนางรม), *Ganoderma lucidum* (เห็ดหลินจือ), *Lentinus squarrosulus* (เห็ดมัน), *Russula rosea* (เห็ดแดง), *Phallus indusiatus* (เห็ดร่างแห), *Tylopilus* sp. (เห็ดผึ้งขม), *Russula alboareolata* (เห็ดน้ำแป้ง), *Termitomyces clypeatus* (เห็ดโคน), *T. indicus* (เห็ดโคนข้าวตอก) และ *Termitomyces* sp. (เห็ดโคน) (Figure 7)

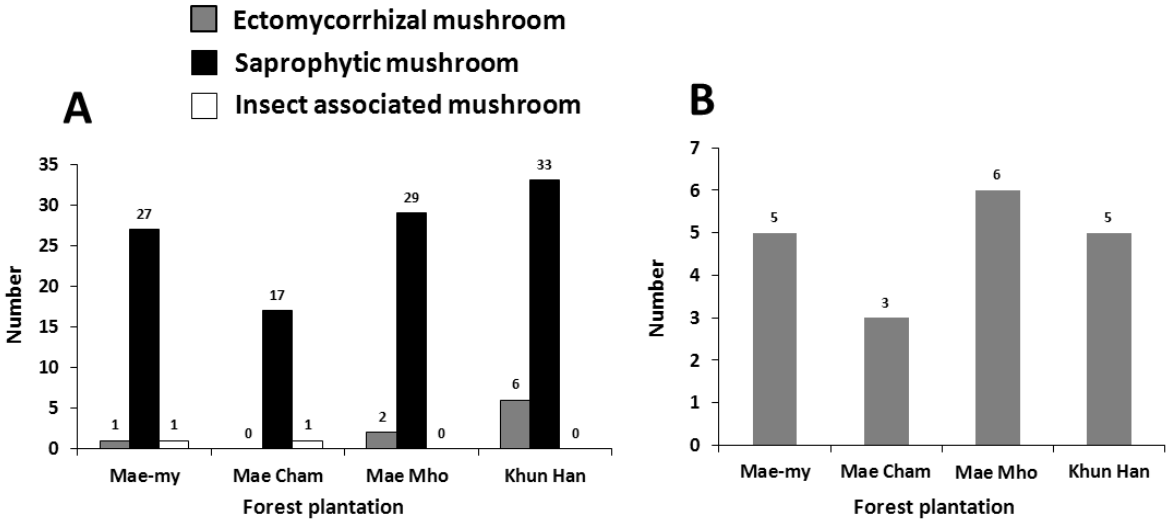


Figure 6 Number of the obtained mushrooms based on the ecological roles (A) and edible species (B) in each forest plantation in this study.

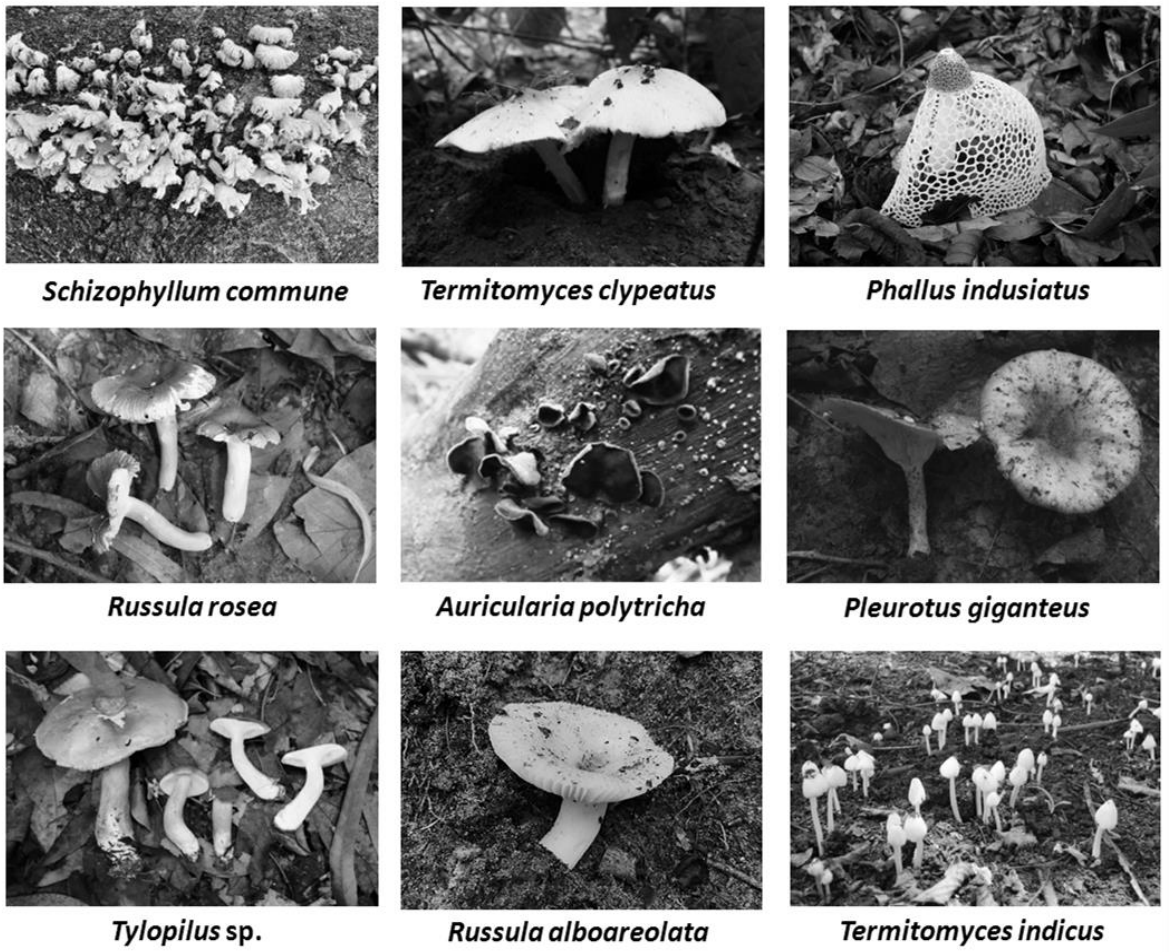


Figure 7 Some obtained edible mushrooms in this study.

3. การวิเคราะห์ข้อมูลความหลากหลายของเห็ดในพื้นที่สวนป่าที่ศึกษา

การเปรียบเทียบความหลายของเห็ดในแต่ละสวนป่าใช้ค่าดัชนี Simpson’s index of diversity และ Shannon-Wiener Diversity index แสดงใน Table 1

Table 1 Diversity and evenness indexes of the obtained mushrooms in each forest plantation in this study.

Index	Forest plantation			
	Mae Mho	Mae-my	Mae Cham	Khun Han
Simpson’s index of diversity	0.912	0.917	0.663	0.951
Shanon-Wiener Diversity index	2.605	2.830	1.623	3.241
Evenness index	0.758	0.840	0.561	0.872

พบว่าสวนป่าขุนหาญมีค่าของความหลากหลายมากที่สุด รองลงมาคือ สวนป่าแม่มายและสวนป่าแม่เมาะ ส่วนสวนป่าแม่แจ่มมีค่าความหลากหลายน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาดัชนีความสม่ำเสมอพบว่าแต่ละสวนป่ามีค่าความสม่ำเสมอที่แตกต่างกัน โดยสวนป่าขุนหาญมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอมากที่สุด รองลงมาคือ สวนป่าแม่มายและสวนป่าแม่เมาะ ส่วนสวนป่าแม่แจ่มมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอน้อยที่สุด ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแต่ละสวนป่าสอดคล้อง

กับดัชนีความหลากหลายซึ่งบ่งบอกถึงการกระจายตัวเห็ดในแต่ละสวนป่าที่ศึกษา ปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ สภาพสังคมของพืช สภาพอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความชื้น และแสง ส่งผลต่อความหลากหลายและความสม่ำเสมอของเห็ด จึงทำให้เห็ดในแต่ละพื้นที่มีความหลากหลายแตกต่างกัน (อนงค์ และคณะ, 2551; ธีระวุฒิ และคณะ, 2560; Brundrett, 2004; Sato *et al*., 2012; Benchawattananon, 2016) การศึกษาความหลากหลายของเห็ดจะนำไปสู่แหล่งข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา เพื่อใช้ในการจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ ตลอดจนการนำไปใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ต่อไป

สรุป

ศึกษาความหลากหลายของเห็ดในสวนป่าแม่มาย สวนป่าแม่แจ่ม สวนป่าแม่เมาะ และสวนป่าขุนหาญ ในปี พ.ศ. 2557, 2558, 2559 และ 2561 ตามลำดับ ตัวอย่างเห็ดทั้งหมดจัดจำแนกออกเป็น 2 ไฟลัม Ascomycota และ Basidiomycota พบว่า เห็ดในไฟลัม Basidiomycota มีจำนวนมากกว่าไฟลัม Ascomycota พบเห็ดทั้งหมดจำนวน 83 ชนิดและจำแนกออกเป็น 45 สกุล 29 วงศ์ และ 11 อันดับ พบจำนวนชนิดเห็ดมากที่สุดในสวนป่าขุนหาญ ตามด้วยสวนป่าแม่เมาะและสวนป่าแม่มาย เห็ดที่พบส่วนใหญ่มีบทบาทเป็นเห็ดผู้ย่อยสลายและพบเห็ดที่สามารถบริโภคได้จำนวน 12 ชนิด การวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายของ Simpson, Shanon-Wiener และความสม่ำเสมอของเห็ดที่พบมีค่ามากที่สุดในสวนป่าขุนหาญ ตามด้วยสวนป่าแม่มาย สวนป่าแม่เมาะ และสวนป่าแม่แจ่ม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ออป.) และศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาประเทศไทย (BDC-PG3-161005) ที่สนับสนุนทุนในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

นิวัฒ เสนาะเมือง. 2553. **เห็ดป่าเมืองไทย:ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์.** ยูนิเวอร์แซล กราฟฟิคแอนด์เทรดดิ้ง, กรุงเทพฯ.

ธีระวุฒิ มูลอาษา, อภิญญา ศาลาแก้ว, กัญญา สินตะละ และ อรพรรณ บุญศักดาพร. 2560. **ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดราในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา.** การประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 8 “ทรัพยากรไทย : ศักยภาพมากล้นมีให้เห็น”. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิทักษ์ วงษ์ชาลี **ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดในป่าเบญจพรรณ เขตอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร** มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. **เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย.** อัมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพมหานคร.

วสันณ์ เพชรรัตน์, เสมอใจ ชื่นจิตต์, กัญญาภัค วรปัทมศรี และ ณทชา สีหะนันท์. 2554**. ความหลากหลายของเห็ดรับประทานได้และเห็ดสมุนไพรในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์, อุทัยวรรณ แสงวณิช, T.Morinaga, Y. Nishizawa และ Y. Murakami. 2551. **ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Agerer, R. 2006. Fungal relationship and structural identity of their ectomycorrhizae. **Mycological Progress** 5: 67-107.

Benchawattananon, R. 2016. Biodiversity of mushrooms in conservative forest in Dansai district of Loei province, Thailand. **Tropical Life Sciences Research** 27: 103.

Brundrett, M. 2004. Diversity and classification of mycorrhizal association. **Biological Reviews** 79, 479-495.

Kibby, G. 2006. **Mushroom and toadstools**. Octopus Publishing Group Ltd., London.

Mulder, C.P.H., E. Bazeley-White, P.G. Dimitrakopoulos, A. Hector, M. Scherer-Lorenzen and B. Schmid. 2004. Species evenness and productivity in experimental plant communities. **Oikos** 107: 50–63

Sanmee, R. 2004. **Biodiversity, host range, and growth of edible ectomycorrhizal fungi in upper northern Thailand**. Chiang Mai University, Chaing Mai.

Sato, H., S. Morimoto and T. Hattori. 2012. A Thirty-Year Survey Reveals That Ecosystem Function of Fungi Predicts Phenology of Mushroom Fruiting. **PLOS ONE** 7: e49777.

Schmit, J.P. and D.J. Lodge 2005. Classical methods and modern analysis for studying fungal diversity. **Mycology Series** 23: 193-214.

Shannon, C.E. and W. Weaver 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. The University of Illinois Press, Urbana.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. **Nature** 163: 688.

Stephenson, S.L. 2010. **The Kingdom Fungi**. Timber Press, Inc., USA.

Suwannarach, N., J. Kumla and S. Lumyong. 2015. A new whitish truffle, *Tuber thailandicum* from northern Thailand and its ectomycorrhizal association. **Mycological Progress** 14: 83.

Thomas, L. 2000. **Mushrooms**. The Clearest Recognition Guides Available. Dorling Kindersley Limited, London.

การร่วงหล่นของซากพืชในป่าดิบเขาระดับต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่
Litterfall in the Lower Montane Forest at Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province

ปิยวัฒน์ จันทร์ศรี[1*] และ ดอกรัก มารอด[1]
Piyawat Chansri[1*] and Dokrak Marod[1]
[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **Piyawat.Chansri@gmail.com**

บทคัดย่อ

การร่วงหล่นของซากพืชสามารถช่วยสนับสนุนการประเมินความสมบูรณ์ของป่าจากปริมาณซากพืช และศักยภาพการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติจากปริมาณการร่วงหล่นของผล แต่การศึกษาซากพืชรวมถึงชีพลักษณ์ของช่วงเวลาการร่วงหล่นในป่านี้มีอยู่น้อยมาก การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชและชีพลักษณ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำ โดยสร้างตะแกรงดักซากพืช (litter traps) ตั้งแต่ พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2561

พรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำมีการทิ้งใบตลอดทั้งปี ปริมาณซากพืช มีน้ำหนักเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 10.91 ± 1.39 ตัน/เฮกตาร์ การร่วงหล่นมีความแตกต่างระหว่างช่วงฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ช่วงฤดูแล้งมีปริมาณมากกว่าฤดูฝน สูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ และน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม อัตราส่วนองค์ประกอบของซากพืช พบส่วนของใบสูงสุด (ร้อยละ 56.08 ของน้ำหนักซากทั้งหมด) รองลงมาคือ กิ่ง ผล และดอก (ร้อยละ 31.36, 10.45 และ 2.11 ตามลำดับ) การร่วงหล่นของพรรณไม้เด่น พบว่า ก่อเดือย มีการร่วงหล่นมากที่สุด รองลงมาคือ ทะโล้ ก่อใบเลื่อม ก่อหรั่ง มณฑาดอกแดง และก่อดำ ชีพลักษณ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำ พบว่า ส่วนใหญ่มีการทิ้งใบมากในช่วงฤดูแล้ง ขณะที่การร่วงหล่นของผลพบได้ตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามช่วงเวลาการร่วงหล่นของผลมีความแตกต่างกันไปตามชนิดไม้ การทราบชีพลักษณ์ที่ชัดเจนโดยเฉพาะช่วงเวลาการร่วงหล่นของผล สามารถประยุกต์หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการคัดเลือกเก็บผลหรือเมล็ดสำหรับการผลิตกล้าไม้ เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: ชีพลักษณ์ ปริมาณซากพืช ป่าดิบเขาระดับต่ำ องค์ประกอบซากพืช

ABSTRACT

The litterfall can help estimate forest integrity using amount of litter and potential of natural regeneration from amount of fruit litter. Thus, the study aimed to investigat the amount of litterfall and characteristic of some flora in lower montane forest (LMF) at Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province. A total number of 50 Litter traps were used in this study covering an area of 25 m^2. Litters were collected monthly; and plant species were identified. Little samples were separated into leave, flower, fruit and others. Dried weight of each portion of the litter was recorded. The studied was conducted during January 2015 to December 2018. The results showed that the average annual amount of litterfall of all species in the lower montane forest was 10.91 ± 1.39 ton/ha^{-1}. The litterfall samples collected in dry season were significantly higher than samples collected in wet season ($p<0.05$). The highest litterfall rate was found in February (1.51 ± 0.66 ton/ha^{-1}); and lowest rate was recorded in December (1.51 ± 0.66 ton/ha^{-1}). Litter composition ratio revealed that leaf litter had the highest portion (56.08 percent), followed by twigs, seed and flower with the percent of 31.36, 10.45 and 2.11, respectively. It was found that litterfall was dominant by

Castanopsis acuminatissima, followed by *Schima wallichii*, *C. tribuloides*, *C. armata*, *Manglietia garreii* and *Lithocarpus truncates*. Phenology of the LMF showed that the shaded leaves, and provided flowers and fruits all year round. However, fruit fallings on the ground were from different species depending on species and time periods. Therefore, the phenological data of fruit falling period could be applied to identify suitable time for seed collection, and storage for seedling production to further use for various purposes.

Keywords: phenology, amount of litter, lower montane forest, litter component

คำนำ

ป่าดิบเขา (Montane forest) มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ สังคม และความเป็นอยู่ของประชาชนในประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นแหล่งทรัพยากรให้สิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะมนุษย์ได้ใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมถึงความสำคัญด้านการอนุรักษ์ พื้นที่ป่าดิบเขาในประเทศไทยที่สมบูรณ์มีอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับป่าชนิดอื่น (ธวัชชัย, 2549) ปัจจัยคุกคามที่ทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบเขาส่วนใหญ่มีสาเหตุเกิดจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทำให้ระบบนิเวศของป่าดิบเขาถูกทำลาย ปัจจัยแวดล้อมที่มีความจำเพาะต่อสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปจนยากต่อการฟื้นตัวตามธรรมชาติ ป่าดิบเขาจึงถือได้ว่าเป็นระบบนิเวศที่มีความเปราะบางเนื่องจากลักษณะของสภาพภูมิอากาศที่มีความเป็นเอกลักษณ์ กล่าวคือ อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนค่อนข้างต่ำ ทำให้มีความหนาวเย็นตลอดทั้งปี (ดอกรัก และอุทิศ, 2552) สำหรับชนิดพันธุ์พืชที่ถือเป็นพรรณไม้ดัชนีของป่าดิบเขาสำหรับประเทศไทยคือ พรรณไม้ในวงศ์ก่อ (Fagaceae) ผสมกับพืชในกลุ่มจิมโนเสปิร์ม (Gymnosperm) นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวอาจส่งผลต่อการสืบต่อพันธุ์และชีพลักษณ์ของพืชในป่าได้ เนื่องจากการผลิดอกและติดผลอาจมีความผันแปรและเกิดขึ้นได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ ไม่เป็นไปตามช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการสืบพันธุ์มีผลทำให้พืชไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ มีส่วนทำให้การฟื้นฟูระบบนิเวศตามธรรมชาติไม่สามารถทำได้ในระยะเวลาอันสั้น ชีพลักษณ์ของพรรณพืชจึงนับว่ามีความผันแปรและสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศค่อนข้างสูง โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่สูงที่พรรณไม้ส่วนใหญ่ในป่าดิบเขานั้นค่อนข้างมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาก

ชีพลักษณ์ (Phenology) คือการเปลี่ยนแปลงของพืชเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพืชที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมที่แปรผันไปตามช่วงเวลาหรือช่วงฤดูกาล (อุทิศ, 2537) เช่น การผลิใบ การออกดอกและติดผล และการร่วงหล่น เป็นต้น ลักษณะชีพลักษณ์ดังกล่าวของพรรณพืชเป็นลักษณะที่ปรากฏภายนอกและสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน ส่วนต่าง ๆ ของพืชเหล่านี้เมื่อหมดสภาพหรือหมดอายุการใช้งานก็จะถูกปลดปล่อยร่วงหล่นสู่พื้นดินในรูปของซากพืช (Litter) ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการหมุนเวียนสารอาหาร (Nutrient cycling) ในระบบนิเวศป่าไม้และเติมเต็มความอุดมสมบูรณ์ของดิน จัดเป็นกระบวนการสำคัญในการรักษาสมดุลของธาตุอาหารในดินป่าไม้ (สุนทร, 2558) เนื่องจากธาตุอาหารในดินส่วนใหญ่เกิดจากการย่อยสลายของซากพืชที่ร่วงหล่นบนพื้นป่าและคืนธาตุอาหารลงสู่ดิน ทำให้การหมุนเวียนสารอาหารภายในระบบนิเวศดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์มีธาตุอาหารมากส่งผลให้พืชมีโอกาสตั้งตัวและเติบโตได้ดี จึงนับได้ว่าซากพืชมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศป่าไม้

ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าดิบเขาในประเทศไทยอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะด้านโครงสร้างและองค์ประกอบของสังคมพืช และความหลากหลายของพรรณพืช แต่การศึกษาด้านชีพลักษณ์และการร่วงหล่นของซากพืชมีอยู่น้อยมาก ซึ่งป่าดิบเขาระดับต่ำ (Lower montane forest) บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีความหลากหลายของพรรณพืชค่อนข้างสูง (ดอกรัก และคณะ, 2558) และมีการใช้แปลงถาวรขนาดใหญ่เพื่อศึกษาวิจัยนิเวศวิทยาระยะยาว (Long term ecological research) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 จนถึงปัจจุบัน นับได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงด้านชีพลักษณ์ของพรรณพืชจากการร่วงหล่นของใบหรือปริมาณการออกดอกและติดผล ประกอบกับการศึกษาชีพลักษณ์ในทางอ้อมจากการ

ติดตามการร่วงหล่นของซากพืชในป่าดิบเขามีอยู่ไม่มากนัก ผลการศึกษาที่ได้รับจึงมีความสำคัญและนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการทรัพยากรป่าไม้ในด้านต่าง ๆ เช่น ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการคัดเลือกเก็บผลหรือเมล็ดสำหรับการผลิตกล้าไม้ เพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมของประเทศต่อไป ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชและชีพลักษณ์ของพรรณไม้เด่นบางชนิดในป่าดิบเขาระดับต่ำ

วิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ป่าดิบเขาระดับต่ำ บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ภายในแปลงถาวรขนาด 16 เฮกตาร์

การเก็บข้อมูล

1. สร้างตะแกรงดักซากพืช (Litter traps) โดยปากตะแกรงเป็นวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร (พื้นที่รองรับซากพืช 0.5 ตารางเมตร/ตะแกรง) สูงจากพื้นดิน 1 เมตร มีระยะห่างระหว่างตะแกรง 10 เมตร จำนวน 5 แถว แถวละ 10 ตะแกรง และระยะห่างระหว่างแถว 20 เมตร รวมทั้งหมด 50 ตะแกรง (Figure 1) (รวมพื้นที่รองรับซากพืช 25 ตารางเมตร)

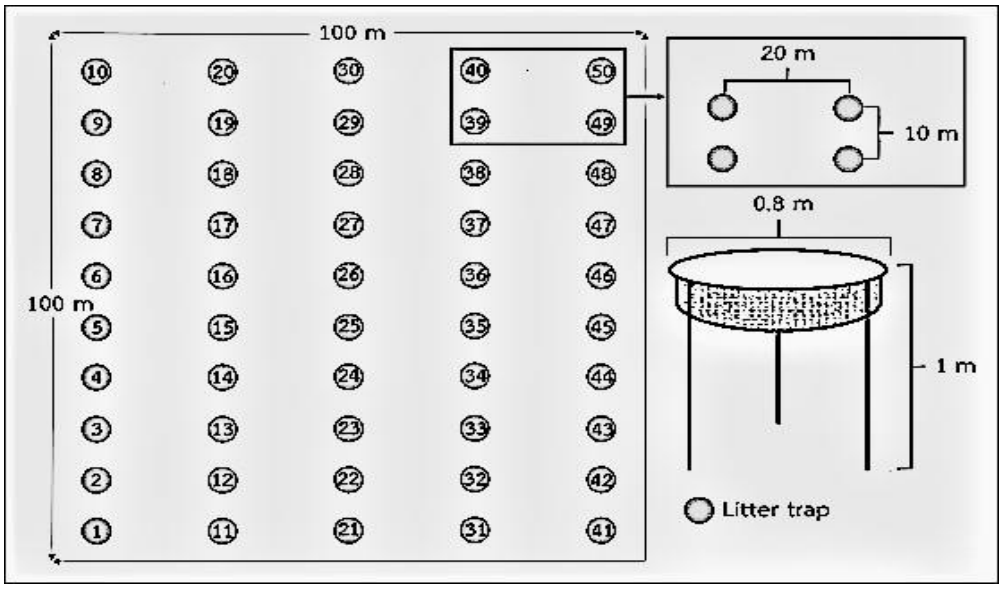


Figure 1 Layout of litter traps set up in the Lower montane forest of Doi Suthep-Pui national park.

2. ดำเนินการเก็บข้อมูลการร่วงหล่นของซากพืชทุก ๆ 30 วัน โดยเก็บทุกส่วนของซากพืชภายในตะแกรงให้หมดในแต่ละครั้ง บรรจุลงในถุงพลาสติกและเขียนหมายเลขตะแกรง พร้อมทั้งระบุวันเดือนปีที่เก็บบนถุงพลาสติก เริ่มดำเนินการติดตามการร่วงหล่นของซากพืชตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2558 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 48 เดือน หรือ 4 ปี เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างกราฟชีพลักษณ์การร่วงหล่นจากซากพืชในแต่ละเดือน

3. ทำการจำแนกซากพืชตัวอย่างตามส่วนประกอบต่าง ๆ ของพืช คือ ส่วนของใบ ดอก ผล และส่วนอื่น ๆ (กิ่ง ก้าน เปลือก เป็นต้น) บรรจุซากพืชที่ทำการจำแนกแล้วลงในถุงกระดาษพร้อมระบุชนิดไม้ในส่วนของใบ ดอก และผล สำหรับส่วนของดอกจะทำการนับจำนวนดอก ขณะที่ส่วนของการศึกษาการสร้างผลผลิต (seed production) เมื่อพิจารณาจากผลที่ร่วงหล่นในตะแกรงนั้นทำการนับจำนวน จากนั้นนำถุงซากพืชทั้งหมดเข้าตู้อบ

(Oven) เพื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง นำซากพืชที่ผ่านการอบแห้งมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึก

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. น้ำหนักแห้งของซากพืชส่วนต่าง ๆ (ใบ ดอก ผล และอื่น ๆ) แต่ละชนิดในแต่ละเดือน คำนวณหาผลรวมปริมาณของซากพืชทั้งหมด และค่าเฉลี่ยรายเดือนของซากพืชที่ร่วงหล่นในแต่ละปี เพื่อสร้างแผนภูมิปริมาณและช่วงเวลาการร่วงหล่นของซากพืช

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยซากพืชระหว่างช่วงฤดูกาล คือ ฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน) และฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) โดยใช้การทดสอบทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป R Version 3.4.3

ผลและวิจารณ์

ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช

ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชเฉลี่ยรายปีของพรรณไม้ทั้งหมด เท่ากับ 10.91 ± 1.39 ตัน/เฮกตาร์ และมีค่าเฉลี่ยรายเดือน เท่ากับ 0.9 ตัน/เฮกตาร์ การร่วงหล่นของซากพืชมีความแตกต่างระหว่างช่วงฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยช่วงฤดูแล้งมีปริมาณมากกว่าฤดูฝน (6.7 ± 0.93 และ 4.37 ± 0.47 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ) พบปริมาณการร่วงหล่นสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ (1.51 ± 0.66 ตัน/เฮกตาร์) และน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม (0.52 ± 0.09 ตัน/เฮกตาร์) (Figure 2A) การร่วงหล่นของซากพืชเฉพาะส่วนใบมีปริมาณ เท่ากับ 6.11 ตัน/เฮกตาร์/ปี (Figure 2B) ในขณะที่ส่วนดอกมีปริมาณ เท่ากับ 0.22 ตัน/เฮกตาร์/ปี และส่วนผลมีปริมาณ เท่ากับ 1.16 ตัน/เฮกตาร์/ปี (Figure 2C)

การร่วงหล่นขององค์ประกอบซากพืช เมื่อพิจารณาสัดส่วนการร่วงหล่นของซากพืชตามลักษณะที่ใช้ในการจำแนก (ใบ ดอก ผล และอื่นๆ) ต่อปริมาณซากพืชทั้งหมด พบว่า ปริมาณการร่วงหล่นของใบมีอัตราส่วนสูงสุด (ร้อยละ 56.08) รองลงมา คือ กิ่งและส่วนอื่นๆ (ร้อยละ 31.36) ผล (ร้อยละ 10.45) และดอก (ร้อยละ 2.11) ตามลำดับ (Figure 3)

จากผลการศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชในป่าดิบเขาระดับต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ครั้งนี้พบว่ามีปริมาณของซากพืชค่อนข้างสูง (1 ตัน/เฮกตาร์) เมื่อเปรียบเทียบจากรายงานการศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชในป่าไม่ผลัดใบรวมถึงป่าดิบเขาระดับต่ำในประเทศไทย ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 6 - 23 ตัน/เฮกตาร์/ปี (วัลลภ, 2512; สามัคคี และชุมพล, 2517; บัวเรศ และคณะ, 2523; Kira *et al*., 1967) ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชที่แตกต่างกันเนื่องจากโครงสร้างและองค์ประกอบของสังคมพืชรวมถึงปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เช่น สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ปริมาณซากพืชแตกต่างกันด้วย (Van Vliet *et al*., 2003; Badeck *et al*., 2004; Cleland *et al*., 2012) ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชโดยเฉลี่ยแล้วมีปริมาณสูงสุดในช่วงฤดูแล้งซึ่งในป่าดิบเขาระดับต่ำอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย มีความหนาแน่นของพรรณไม้สูง และเป็นสังคมพืชในป่าดิบเขาระดับที่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามพืชจำเป็นต้องลดการสูญเสียน้ำด้วยการทิ้งใบเนื่องจากมีน้ำหรือความชื้นในดินต่ำในช่วงฤดูแล้งเพื่อการอยู่รอด (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552; Tourney and Korstain, 1959) ส่งผลให้มีปริมาณซากพืชในส่วนของใบสูงในช่วงฤดูแล้ง เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของซากพืชทั้งหมด พบสัดส่วนของซากใบมีปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ กิ่งและส่วนอื่นๆ ผลและดอก ตามลำดับ (Bray and Gorham, 1964) ในขณะที่รายงานการศึกษาสัดส่วนองค์ประกอบซากพืชในป่าไม่ผลัดใบในประเทศไทยก็เป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกัน (ศิริวัฒน์, 2519; อ้อมจิตร, 2557; Nalamphun *et al*., 1969) รวมถึงสอดคล้องกับรายงานในป่าผลัดใบ ที่ยังคงพบว่าสัดส่วนของซากใบพืชนั้นมีปริมาณสูงมากเมื่อเทียบกับองค์ประกอบซากพืชอื่นๆ (Hardiwinoto *et al*., 1996; Bunyavajchewin and Nuyim, 1998; พรเทพ, 2545) ดังนั้น เมื่อปริมาณซากพืชส่วนที่เป็นใบมีมากก็ส่งผลให้ซากพืชรวมทั้งหมดมีปริมาณมากตามไปด้วย ในขณะที่ผลผลิตของซากพืชที่มีความแปรผัน

ค่อนข้างสูง คือ ส่วนของผล เนื่องจากพรรณไม้ในป่าเขตร้อนหลายๆ ชนิดมีลักษณะการติดดอกและผลที่แตกต่างกันไปในแต่ละปี บางปีก็เป็นปีที่ให้เมล็ดมาก (seed year) บางปีก็ให้เมล็ดน้อยมาก (off year) โดยเฉพาะในกลุ่มของไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) (Marod *et al*., 2002)

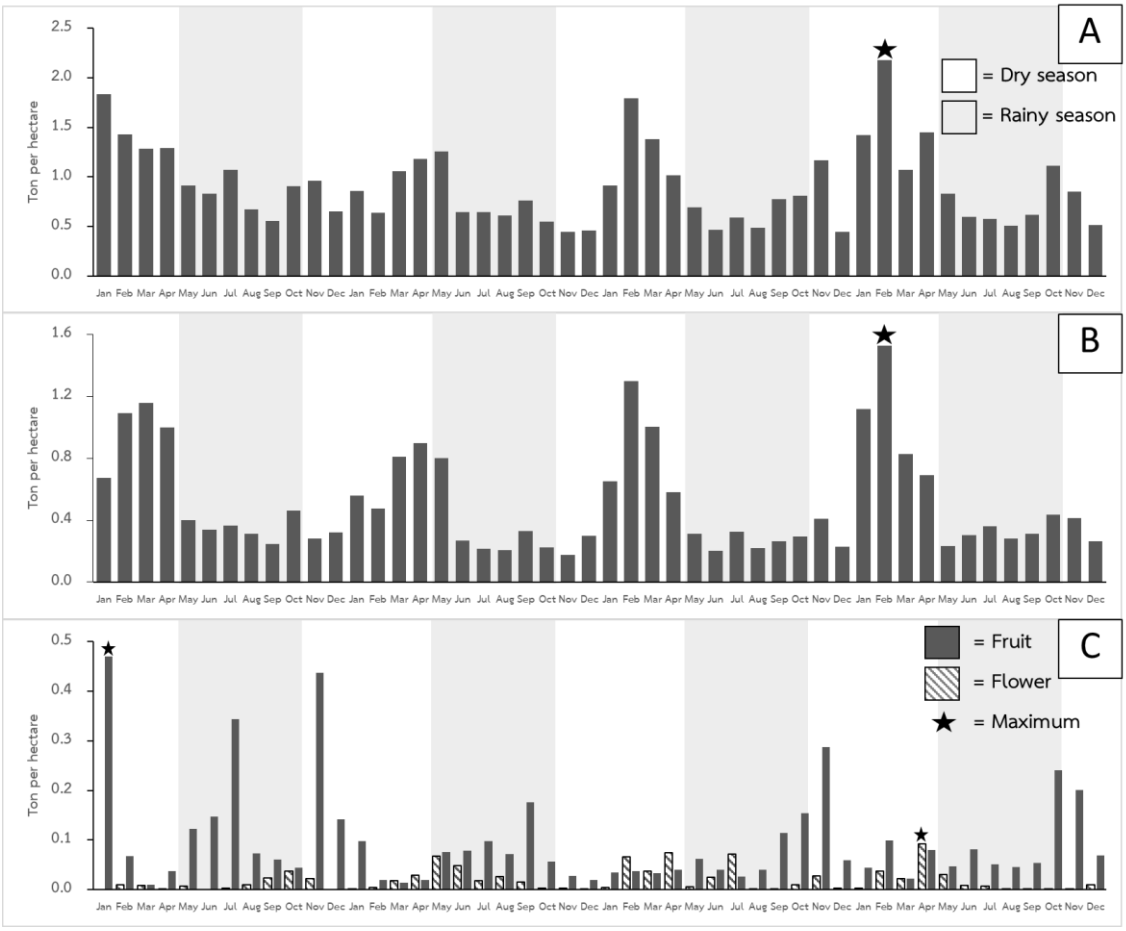


Figure 2 Annual changes of litterfall weight: A = total, B = Leaf litter and C = fruits and flowers.

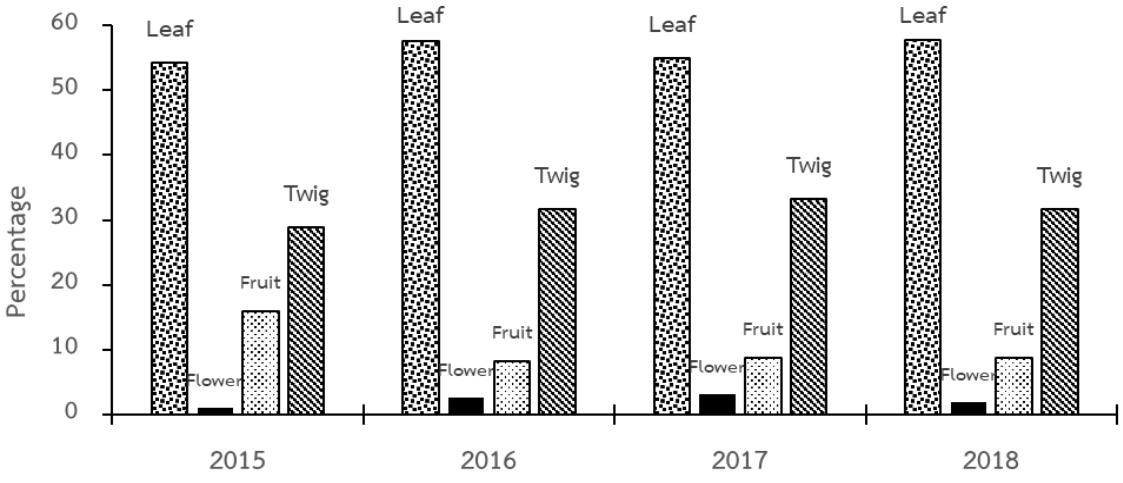


Figure 3 The average percentages of each part of litterfalls to total litterfalls.

ชีพลักษณ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำ

ช่วงเวลาการร่วงหล่นของใบ พบว่าพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำมีปริมาณการร่วงหล่นของใบมากในช่วงฤดูแล้ง พรรณไม้เด่นในป่าดิบเขาระดับต่ำที่มีปริมาณซากพืชสูงสุด 6 ชนิด ได้แก่ ก่อเดือย มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1.75 ± 0.52 ตัน/เฮกตาร์ จำแนกเป็นส่วนใบ เท่ากับ 1.31 ตัน/เฮกตาร์ พบสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ รองลงมา คือ ทะโล้ มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1 ± 0.07 ตัน/เฮกตาร์ จำแนกเป็นส่วนใบ เท่ากับ 0.68 ตัน/เฮกตาร์ พบสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ก่อใบเลื่อม มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.97 ± 0.32 ตัน/เฮกตาร์ จำแนกเป็นส่วนใบ เท่ากับ 0.71 ตัน/เฮกตาร์ พบสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ก่อหรั่ง มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.66 ± 0.08 ตัน/เฮกตาร์ จำแนกเป็นส่วนใบ เท่ากับ 0.55 ตัน/เฮกตาร์ พบสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ มณฑาดอกแดง มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.44 ± 0.07 ตัน/เฮกตาร์ จำแนกเป็นส่วนใบ เท่ากับ 0.29 ตัน/เฮกตาร์ พบสูงสุดในเดือนและ ก่อดำ มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.19 ± 0.02 ตัน/เฮกตาร์ จำแนกเป็นส่วนใบ เท่ากับ 0.18 ตัน/เฮกตาร์ พบสูงสุดในเดือนพฤษภาคม (Figure 4A)

ช่วงเวลาการร่วงหล่นของผล พบว่า พรรณไม้เด่นในป่าดิบเขาระดับต่ำแต่ละชนิดมีช่วงเวลาการร่วงหล่นแตกต่างกัน แต่บางชนิดคล้ายคลึงและใกล้เคียงกัน ก่อเดือย พบมากในช่วงเริ่มเข้าสู่ฤดูแล้ง (สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน) ในขณะเดียวกัน ทะโล้ พบมากทั้งในช่วงปลายฤดูแล้งและเริ่มเข้าสู่ฤดูฝน (สูงสุดในเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน) ก่อใบเลื่อม พบมากในช่วงฤดูแล้ง (สูงสุดในเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม) ก่อหรั่ง พบมากในช่วงปลายฤดูแล้ง (สูงสุดในเดือนมกราคม) มณฑาดอกแดง พบมากในช่วงฤดูฝน (สูงสุดในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม) และก่อดำ พบมากในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคมและกันยายน) ช่วงเวลาการร่วงหล่นของผล สามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลาดังนี้ 1) ร่วงหล่นช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ ก่อเดือย ก่อใบเลื่อม และก่อหรั่ง (พฤศจิกายน - มกราคม) 2) ร่วงหล่นช่วงฤดูฝน ได้แก่ มณฑาดอกแดง และก่อดำ (พฤษภาคม - กันยายน) 3) ร่วงหล่นตลอดทั้งปี ได้แก่ ทะโล้ (Figure 4B)

เมื่อพิจารณาช่วงเวลาการร่วงหล่นของซากพืชแต่ละชนิด พบว่า มีการร่วงหล่นตลอดทั้งปีและมีปริมาณสูงในฤดูแล้งโดยเฉพาะส่วนใบ ซึ่งป่าดิบเขาระดับต่ำเป็นป่าไม่ผลัดใบ กล่าวคือ มีการทิ้งใบและผลิใบใหม่อยู่ตลอดทั้งปี แต่จะพบการผลัดใบและการร่วงหล่นของซากพืชของไม้จำนวนหลายชนิดมากที่สุดในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นการตอบสนองของพืชต่อปัจจัยแวดล้อมต่างๆ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำ ส่งผลต่อระดับน้ำหรือความชื้นในดินที่ต่ำลง จนกระทั่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยและอยู่ในภาวะกดดันจึงต้องมีการปรับตัวและแสดงออกด้วยการผลัดใบทิ้งบางส่วนเพื่อลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำในใบพืช ทำให้พบไม้จำนวนหลายชนิดมีการผลัดใบและร่วงหล่นมากในฤดูแล้ง (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552; Tourney and Korstain, 1959) ขณะที่ช่วงฤดูฝนพรรณไม้ส่วนใหญ่มีการผลิใบและเจริญเติบโตเนื่องจากสภาพอากาศมีความชื้นและความชื้นในดินสูง มีปริมาณน้ำเพียงพอกับการเติบโตของต้นไม้ (กุศล, 2548) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาในป่าไม่ผลัดใบหลายๆ พื้นที่ในประเทศไทย ที่ระบุว่าการร่วงหล่นของซากพืชโดยเฉพาะส่วนใบในช่วงฤดูแล้งพบมากกว่าช่วงฤดูฝน (วัลลภ, 2512; สามัคคี และชุมพล, 2517; บัวเรศ และคณะ, 2523; Kira *et al*., 1967) ในขณะที่การร่วงหล่นของผล พบว่า พรรณไม้ส่วนใหญ่มีการออกดอกและติดผลจนกระทั่งร่วงหล่นในช่วงฤดูแล้งโดยจะให้ผลมากที่สุดในช่วงปลายฤดูแล้งหรือประมาณเดือนเมษายน หลังจากที่พรรณไม้มีการร่วงหล่นของใบในฤดูแล้งจากนั้นจึงมีการออกดอก มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ติดผลในฤดูช่วงฝนปลายฤดูฝน (Elliott *et al.,* 1994) เนื่องจากอุณหภูมิและความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นเป็นตัวกระตุ้นให้มีการออกดอกได้มาก (Pavon and Briones 2001; Borchert *et al.,* 2004) ขณะเดียวกันทำให้ดอกมีโอกาสสูงที่จะได้รับการผสมเกสรจากกลุ่มแมลงผสมเกสรที่มีมากในช่วงฤดูแล้ง (Silva *et al.,* 2011) และดอกที่ผสมเกสรแล้วสามารถติดผลได้โดยไม่เกิดความเสียหายต่อผลอ่อนอันเนื่องจากอิทธิพลของลมและฝน (van Schaik *et al.,* 1993) เมื่อผลแก่และร่วงในช่วงปลายฤดูแล้งและเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนก็เป็นช่วงเวลาที่ดินมีความชื้นที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของกล้าไม้ทำให้การสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้เกิดได้ดีมากขึ้น (Sakurai *et al.,* 1991; อุทิศ และดอกรัก, 2552) จากการรายงานของ Valdez-Hernández *et al.* (2010) พบว่า ปัจจัยแวดล้อม และสรีรวิทยาของพืชที่แตกต่างกันส่งผลให้ชีพลักษณ์ของพรรณไม้แตกต่างกัน อีกทั้งระยะเวลาการติดดอกและติดผล ของพรรณไม้แต่ละ

ชนิดมีระยะเวลาแตกต่างกัน ทำให้ช่วงเวลาการร่วงหล่นของผลต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Elliott *et al.*, 1994 พบว่า ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย การติดดอกออกผลของต้นไม้มีความแตกต่างกันไปตามชนิดของต้นไม้ พื้นที่ รวมทั้งสภาพแวดล้อมในแต่ละปี ต้นไม้ส่วนใหญ่ให้ผลปีละครั้ง แต่บางชนิดอาจออกผลปีละสองครั้ง พืชในกลุ่มก่อหลายชนิดมีการออกดอกและติดผลพร้อม ๆ กัน พืชต่างชนิดกันจะติดดอกออกผลในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

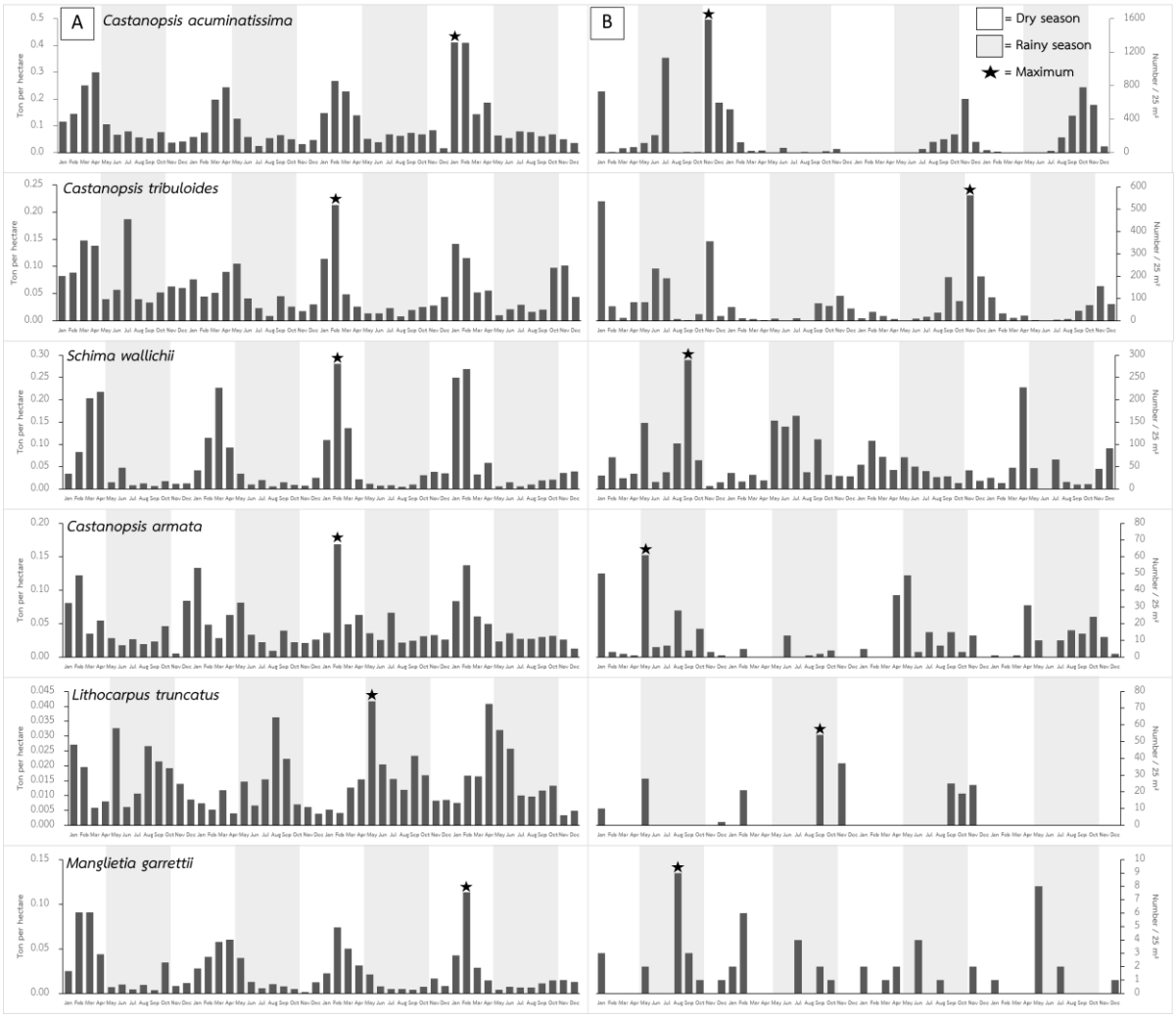


Figure 4 Annual changes of litterfall weight dominant species (A = Leaf, B = number of fruits).

สรุป

ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชเฉลี่ยรายปีของพรรณไม้ทั้งหมด เท่ากับ 10.91 ± 1.39 ตัน/เฮกตาร์ โดยมีปริมาณการร่วงหล่นสูงในช่วงฤดูแล้ง จำแนกเป็นการร่วงหล่นของใบเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 6.11 ± 0.72 ตัน/เฮกตาร์ (ร้อยละ 56.08) ดอก มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.22 ± 0.08 ตัน/เฮกตาร์ (ร้อยละ 2.11) ส่วนใหญ่มีการร่วงหล่นสูงในช่วงฤดูแล้ง หลังจากการร่วงหล่นของใบ ผล มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1.16 ± 0.54 ตัน/เฮกตาร์ (ร้อยละ 10.45) มีการร่วงหล่นและพบได้ตลอดทั้งปีแต่มีปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละเดือน พบมากในช่วงฤดูแล้งจนกระทั่งเข้าสู่ต้นฤดูฝน กิ่งและส่วนอื่นๆ มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 3.41 ± 0.36 ตัน/เฮกตาร์ (ร้อยละ 31.36) พบการร่วงหล่นได้ตลอดทั้งปี มากสุดในช่วงฤดูฝน

ชีพลักษณ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำ พบว่า การร่วงหล่นของใบมีความผันแปรไปตามชนิดและช่วงเวลา โดยมีปริมาณและช่วงเวลาการร่วงหล่นของใบสูงสุดในช่วงฤดูแล้ง การร่วงหล่นของผล พบว่า มีความผันแปรระหว่างชนิดบางชนิดพบได้ตลอดทั้งปี ส่วนไม้เด่น สามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ดังนี้ 1) ร่วงหล่นมากในช่วง

ฤดูแล้ง ได้แก่ ก่อเดือย ก่อใบเลื่อม และก่อหรั่ง 2) ร่วงหล่นมากช่วงฤดูฝน ได้แก่ มณฑาดอกแดง และก่อดำ 3) ร่วงหล่นตลอดทั้งปี ได้แก่ ทะโล้

ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชโดยเฉพาะส่วนสืบพันธุ์สามารถช่วยสนับสนุนประเมินศักยภาพการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้ในป่าให้ดียิ่งขึ้น รวมถึงการศึกษาชีพลักษณ์ เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาการร่วงหล่น พบว่า มีความผันแปรและแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด และจากช่วงเวลาการร่วงหล่นของผลที่แตกต่างไปตามชนิดแสดงให้เห็นว่าพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมแต่ละช่วงเวลาในการผลิตส่วนสืบพันธุ์ให้อยู่รอด ดังนั้นการทราบชีพลักษณ์ที่ชัดเจนโดนเฉพาะช่วงเวลาการร่วงหล่นของผล มีประโยชน์ต่อการเข้าไปคัดเลือกหรือเก็บเมล็ดไม้สำหรับการผลิตกล้าไม้เพื่อส่งเสริมการปลูกป่าต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ดอกรัก มารอด อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิการประชุมการป่าไม้ ที่ช่วยเหลือในการตรวจสอบและแนะนำให้การเขียนรายงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์ดอยปุย ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่บริเวณพื้นที่ห้วยคอกม้าในการเก็บข้อมูล และเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทยที่สนับสนุนทุนในการวิจัย รวมถึงพี่ๆ น้องๆ สมาชิกห้องนิเวศวิทยาป่าไม้ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ตลอดจนให้คำแนะนำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กุศล สุวรรณาภรณ์. 2548. การศึกษาปริมาณการร่วงหล่นและอัตราการย่อยสลายของซากพืช บริเวณแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมตามธรรมชาติของพันธุ์ไม้ป่า ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง จังหวัดตาก. **รายงานวิจัย**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ดอกรัก มารอด และ อุทิศ กุฏอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ดอกรัก มารอด, สราวุธ สังข์แก้ว, ประทีป ด้วงแค, แหลมไทย อาษานอก, ต่อลาภ คำโย, สุธีระ เหิมฮึก, อัมพร ปานมงคล และ สถิตย์ ถิ่นกำแพง. 2558. ความหลากหลายของพรรณพืชป่าดิบเขาระดับต่ำบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. *ใน* **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 4**. ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ธวัชชัย สันติสุข. 2549. **ป่าของประเทศไทย**. สำนักหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ

บัวเรศ ประไชโย, พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ, ปรีชา ธรรมานนท์, วิสุทธิ์ สุวรรณาภินันท์, บุญฤทธิ์ ภูริยากร, และ มณฑล จำเริญพฤกษ์. 2523. ผลผลิตของซากพืชในป่าดิบแล้งเหนือเขื่อนน้ำพรม จังหวัดชัยภูมิ. **รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 71**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พรเทพ ช่อมะลิ. 2545. **ลักษณะโครงสร้างและผลผลิตของซากพืชในป่าดิบแล้งบริเวณคลองพลู เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัลลภ สุคนธ์. 2512. **การศึกษาปริมาณการสะสมและธาตุอาหารของอินทรียวัตถุในป่าดิบลุ่มน้ำห้วยคอกม้า**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวัฒน์ เผ่าวงศา. 2519. **การร่วงหล่นและปริมาณธาตุอาหารของซากพืชในป่าเต็งรัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สามัคคี บุณยะวัฒน์ และ ชุมพล งามผ่องใส. 2517. การวิเคราะห์ปริมาณการสะสมและการสลายตัวของเศษไม้ใบไม้ในป่าดิบเขา ดอยปุย เชียงใหม่. **การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 17**. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนทร คำยอง. 2558. **ดินป่าไม้: ธรรมชาติของดินป่าไม้ในประเทศไทย**. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อ้อมจิตร เสนา. 2557. **การร่วงหล่นและการปลดปล่อยสารอาหารของซากพืชในป่าผลัดใบ ภายใต้ความถี่ของการเผาที่แตกต่างกัน ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2537. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Badeck, F.W., A. Bondeau, K. Böttcher, D. Doktor, W. Lucht, J. Schaber and S. Sitch. 2004. Responses of spring phenology to climate change. **New Phytologist** 162(2): 295-309.

Bray, J.R. and E. Gorham. 1964. Litter production in forests of the world. **Advances in ecological research** 2: 101-157.

Borchert R. and G. Rivera. 2001. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem-succulent trees. **Tree Physiology** 21(4): 213–221.

Bunyavejchewin, S. and T. Nuyim. 1996. Litterfall and nutrient content in Toh-Daeng primary peat swamp forest at Narathiwat province. **Thai Journal of Forestry** 15: 37-47.

Cleland, E.E., J.M. Allen, T.M. Crimmins, J.A. Dune, S. Paul, S.E. Travers, E.S. Zavaleta and E.M. Wolkovich. 2012. Phenological tracking enables positive species responses to climate change. **Ecology** 93(8): 1765–1771.

Silva, N.A.P.D., M.R. Frizzas and C.M.D. Oliveira. 2011. Seasonality in insect abundance in the "Cerrado" of Goiás State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 55(1): 79-87.

Elliott S., S. Promkukaew and J.F. Maxwell. 1994. The phenology of Flowering and Seed Production of Dry Tropical Forest Trees in Northern Thailand, pp. 52-62. *In* **Proc. Intl. Symp. On Genetic Conservation and production of Tropical Forest Trees Seeds**.

Hardiwinoto, S., D. Arianto and Y. Okimori. 1996. Litter production and nutrient input of logged over forest in the tropical rain forest of Jambi, Sumatra, 48-58. *In* **Proceeding of the FORTPOP 96**. Tropical Forestry in the 21st century. Kasetsart University, Bangkok.

Kira, T., H. Ogawa, K. Yoda and K. Ogino. 1967. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. IV. Dry matter production, with special reference to the Khao Chong rain forest. **Nature and life in Southeast Asia** 5: 149-174.

Marod, D., U. Kutintara, H. Tanaka and T. Nakashizuka. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology** 161(1): 41-57.

Pavon, N.P. and O. Briones. 2001. Phenological patterns of nine perennial plants in an intertropical semi-arid Mexican scrub. **J Arid Environ** 49: 265–277.

Sakurai, K., V. Tanpiban, K. Muangnil, B. Phuriyakor, S. Araki, T. naganawa, G. Iwatsubo, T. Attanandana and B. Prachaiyo. 1991. Change in soil moisture and temperature, pp. 267-279. *In* K. yoda and P. Sahunala, eds. **Improvement of Biological Productivity of Tropical Wastelands in Thailand**. Department of Biology Osaka Univ, Japan.

Tourney, J.W. and C.F. Korstain. 1959. **Foundations of Silviculture**. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Valdez – Hernández, M., J.L. Andrade, P.C. Jackson and M. Rebolledo-Vieyra. 2010. Phenology of five tree species of a tropical dry forest in Yucatan, Mexico: effects of environmental and physiological factors. **Plant and Soil** 329(1-2): 155–171.

Van Schaik, C.P., J.W. Terborgh and S.J. Wright. 1993. The phenology of tropical forest: adaptative significance and consequences of primary consumers. **Annual Review of Ecology and. Systematics** 24: 353-377.

Van Vliet, A.J.H., R.S. de Groot, Y. Bellens, P. Braun, R. Bruegger, E. Bruns, J.G.P.W. Clevers, C. Estreguil, M. Flechsig, F. Jeanneret, M. Maggi, P. Martens, B. Menne, A. Menzel and T. Sparks. 2003. The European Phenology Network. **International Journal of Biometeorology** 47(4): 202 - 212.

Nalamphun, A., T. Santisuk and T. Smitinand. 1969. The defoliation of teng (*Shorea obtusa* Wall.) and rang (*Pentacme suavis* A.DC.) at ASRCT Sakaerat Experiment Station (Amphoe Pak Thong Chai, Changwat Nakhon Ratchasima). **ASRCT Rep 1. Res. Proj.** 27(8): 1-29.

พลวัตป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา
Forest dynamics in dry evergreen forest, Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province

ชัชชัย สวัสดิ์มงคล[1*] สถิตย์ ถิ่นกำแพง[2] และ ดอกรัก มารอด[1]
Chatchai Sawasmongkol[1*], Sathid Thinkampaeng[2], and Dokrak Marod[1]
[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]Cooperation Centre of Thai Forest Ecological Research, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[*]Corresponding Author; E-mail: **chatsa_81@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบพรรณไม้ในป่ามีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาและปัจจัยแวดล้อม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาพลวัตป่าดิบแล้งภายหลังการรบกวน ภายในแปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบแล้ง ขนาด 1 เฮกตาร์ ที่สร้างไว้ในปี พ.ศ. 2545 บริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 x 10 ตารางเมตร ทำการสำรวจองค์ประกอบพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2 เซนติเมตร ด้วยการติดหมายเลข ระบุชนิด วัดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูง ทำการติดตามพลวัตป่าทุก 2 ปี ในช่วงแรกของการวิจัย (พ.ศ. 2545-2549) และติดตามอีกครั้งในปี พ.ศ 2561 ทำการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มจำนวน อัตราการตาย และความหลากหลายของพรรณพืช ในแต่ละช่วงเวลา

ผลการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณพืช ในปี พ.ศ. 2561 พบต้นไม้ทั้งหมด 3,376 ต้น 95 ชนิด 76 สกุล 35 วงศ์ พันธุ์ไม้เด่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร. เมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ ได้แก่ กัดลิ้น เขลง ตะเคียนหิน อีดำ กระถินยักษ์ กระเบากลัก ปอขาว พลับพลา ขันทองพยาบาท และสมัดใหญ่ ตามลำดับ การกระจายตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพรรณไม้ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร มีการกระจายตัวเป็นรูปแบบการเพิ่มแบบชี้กำลังเชิงลบ ผลการศึกษาพลวัตป่า พบว่ามีความแปรปรวนระหว่างช่วงเวลา โดยมีอัตราการเพิ่มจำนวนในช่วงที่สาม สูงกว่าช่วงที่หนึ่ง และช่วงที่สอง ความหลากหลายทางชีวภาพและพื้นที่หน้าตัดที่เพิ่มขึ้น เห็นได้ว่าเมื่อปล่อยให้มีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติในระยะเวลายาวนานขึ้น ป่าสามารถฟื้นตัวตามธรรมชาติไปในทิศทางที่ดี

คำสำคัญ: พลวัตป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว

ABSTRACT

Tree species composition vary temporally and according to environmental conditions. This study aimed to investigate the dry evergreen forest (DEF) dynamics after illegal logging in 1-ha permanent plot at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province during 2002 to 2018. The 1-ha permanent plot was set up in the DEF in 2002. Samples were studied in 10x10 m. sub-plots. Composition and growth of thee with diameter at breast height (DBH) 2 cm, or larger were monitored. Data were collected in 2002, 2004, 2006 and 2018. Forest dynamics such as recruitment rate, mortality rate, and tree diversity were analyzed.

The results on forest structure and species composition showed that in 2018 a total number of 3,376 trees were recorded. The trees were identified into 95 species, 76 genera, 35 families. The dominant tree species (DBH≥4.5cm) based on Importance Value Index were *Walsura pinnata*,

Dialium cochinchinense, *Hopea ferrea*, *Diospyros variegata, Leucaena leucocephala*, *Hydnocarpus ilicifolia*, *Sterculia pexa*, *Microcos tomentosa*, *Surgada multiflorum* and *Clausena wallichii*. The natural regeneration of all woody plants based on the DBH class distribution exhibited a tendency toward a negative exponential. The results indicated that this forest could maintain it natural regeneration and structure after the illegal logging incident. Furthermore, the results of forest dynamics during 2002 to 2018 showed that net recruitment rate was higher than the mortality rate, however, there were some temporal variation. The recruitment rate in the third period (2006 - 2018) was higher than the first period. (2002-2004) and second period (2004-2006) with the recruitment rate of 58.64, 18.67 and 22.11 %.yr^{-1}, respectively. The findings of increasing plant diversity and tree basal area ($H^{/}$= 2.59 and 19.64 m^2/ha, respectively) indicated that the effective forest protection and long period of natural regeneration time could allow healthy recovery of DEF.

Keyword: Forest dynamics, Dry evergreen forest

คำนำ

สังคมพืชป่าเขตร้อนเป็นป่าที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงที่สุด ซึ่งครอบคลุมถึงป่าดิบแล้งทางภาคตะวันออกของประเทศไทยด้วย (อุทิศ, 2542; Houghton, 2002) ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาป่าเขตร้อนเริ่มเสื่อมโทรมลงอย่างเห็นได้ชัด (Laurance, 1999) โดยพบว่ายังมีการบุกรุกแผ้วถางป่าอนุรักษ์อยู่เสมอ เพื่อวัตถุประสงค์หลายประการ เช่น การหาของป่า การหาฟืน การลักลอบตัดไม้ ตลอดจนการปรับเปลี่ยนพื้นที่ป่ามาใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น ในปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับการฟื้นฟูป่า การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ อัตราการเพิ่มจำนวนและอัตราการตายของต้นไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากถูกรบกวน โดยการวิจัยนิเวศวิทยาระยะยาว (long-term ecological research; LTER) เพื่อการติดตาม (monitoring) การเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืชจากการใช้แปลงตัวอย่างถาวร (permanent plot) นั้น จะทำให้ทราบถึงการตั้งตัวของพรรณพืชในแต่ละพื้นที่ ว่าในแต่ละช่วงเวลามีการปรับเปลี่ยนไปในทิศทางใด ซึ่งเป็นแนวคิดสำคัญด้านนิเวศวิทยาทางด้านการทดแทนสังคมพืช (plant community succession) ที่ทำให้ทราบถึงช่วงของการทดแทนของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดตามปัจจัยแวดล้อมที่เปลี่ยนไปในแต่ละพื้นที่ เช่น การมีชนิดไม้เบิกนำ (pioneer species) เพิ่มมากขึ้น หรือการมีชนิดพันธุ์ไม้ท้องถิ่น (native species) จากป่าข้างเคียงเข้ามาแทนที่ชนิดไม้ในพื้นที่เดิม เป็นต้น

พื้นที่ป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว พบความหลากหลายของสายพันธุ์สูงถึง 150 ชนิด ซึ่งพบชนิดจากทั้งป่าที่ผลัดใบและป่าที่ไม่ผลัดใบ และข่อยหนามเป็นไม้ที่มีดัชนีค่าความสำคัญเด่นในระดับไม้หนุ่ม แสดงให้เห็นว่าป่านี้อยู่ภายใต้กระบวนการฟื้นฟูหลังจากถูกรบกวนโดยเฉพาะภายหลังการสร้างทางหลวงหมายเลข 304 และการเกิดอุทกภัยในปี พ.ศ. 2550 อย่างไรก็ตามการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติมีความแตกต่างกันระหว่างชนิดไม้ (Phumphuang *et al*., 2018) ขณะที่บริเวณสันโลตึง ยังคงมีป่าดิบแล้งที่ค่อนข้างสมบูรณ์ที่อยู่ระหว่างการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติภายหลังการตัดฟันไม้ใหญ่โดยเฉพาะไม้ตะเคียนหินที่ยังคงหลงเหลือตออยู่ในพื้นที่ป่าเป็นจำนวนมาก ซึ่งพลวัตป่าและการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ดั้งเดิมและไม้เบิกนำค่อนข้างเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมาก ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อต้องการทราบถึงพลวัตป่าดิบแล้งภายหลังการรบกวนจากการลักลอบตัดไม้ บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางนิเวศวิทยาป่าไม้ด้านการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้แต่ละชนิดในป่า สำหรับประยุกต์เพื่อการจัดการและฟื้นฟูพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายด้วยการคัดเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมเพื่อการฟื้นฟูในพื้นที่ป่าดิบแล้งอื่น ๆ ของประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ติดกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 304 พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมโดยป่าดิบแล้ง มักพบอยู่บริเวณหุบเขาและร่องห้วย ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบสูง มีความสูงระหว่าง 150 - 680 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 1034.7 มิลลิเมตร และมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่าง 20.5-31.9 องศาเซลเซียส (สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช, 2561)

การเก็บข้อมูล

1. ดำเนินการติดตามพลวัตป่าดิบแล้ง โดยใช้แปลงถาวรขนาด 1 เฮกตาร์ (ขนาด 40 ม. x 250 ม.) บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่ได้สร้างไว้เมื่อปี พ.ศ. 2545 และทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 ม. x 10 ม. ในแต่ละแปลงย่อยทำการสำรวจองค์ประกอบของพรรณพืชต้นไม้ในแปลงทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height; DBH) ตั้งแต่ 2 ซม. โดยติดหมายเลขต้นไม้ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก พร้อมระบุชนิดและบันทึกพิกัดต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง สำหรับพรรณไม้ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้จะทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปเปรียบเทียบระบุชนิดกับตัวอย่างพรรณไม้แห้งที่ระบุชนิดแล้วในหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยการระบุชื่อพรรณไม้อ้างอิงตามหนังสือพรรณไม้ในประเทศไทย

2. ทำการติดตาม (monitoring) พรรณไม้ในแปลงถาวรทุก ๆ 2 ปี ในช่วงแรก (ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2549) และติดตามอีกครั้งในปี พ.ศ. 2561 เพื่อติดตามการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ (tree regeneration) อัตราการเพิ่มจำนวน (recruitment rate) อัตราการตาย (mortality rate) และพลวัตทางโครงสร้างของป่าดิบแล้งอื่น ๆ โดยในการติดตามและวัดซ้ำในแต่ละครั้งจะทำการบันทึกข้อมูลชนิดพรรณไม้ที่เพิ่มเข้ามาใหม่ ด้วยการติดหมายเลขต้นไม้ วัดขนาด ระบุชนิดและบันทึกพิกัดในแปลงถาวร ขณะที่พรรณไม้เดิมที่ตายก็จะมีการบันทึกถึงสาเหตุการตายด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ดัชนีค่าความสำคัญ (importance value index; IVI)

ข้อมูลเชิงปริมาณของพรรณไม้จากการสำรวจภาคสนามนำไปวิเคราะห์ความหนาแน่น (Density; D) หรือ จำนวนต้นไม้แต่ละชนิดต่อหน่วยพื้นที่ ความเด่น (Dominance; Do) หรือ ค่าพื้นที่หน้าตัดต้นไม้แต่ละชนิดต่อหน่วยพื้นที่ และความถี่ของไม้ (Frequency; F) หรือโอกาสที่จะพบไม้แต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษา จากนั้นนำค่าที่วิเคราะห์ได้ดังกล่าวนำมาคำนวณหาค่าความสัมพัทธ์ในแต่ละค่า ด้วยการเปรียบเทียบสัดส่วนเชิงปริมาณของชนิดไม้นั้น ๆ ต่อค่าเชิงปริมาณของไม้ทุกชนิดในสังคม โดยผลรวมของค่าความสัมพัทธ์ของแต่ละค่าทั้งสามค่า เรียกว่า ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance Value Index) (อุทิศ, 2542) ซึ่งมีวิธีการหาค่าความสัมพัทธ์แต่ละค่าได้ดังนี้

ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density, RD) สามารถหาได้โดยสมการต่อไปนี้

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของชนิด i (\%)} = \left(\frac{\text{ความหนาแน่นของชนิด i}}{\text{ความหนาแน่นของทุกชนิดรวมกัน}} \right) \times 100$$

ความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency, RF) สามารถหาได้โดยสมการต่อไปนี้

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์ของชนิด i (\%)} = \left(\frac{\text{ความถี่ของชนิด i}}{\text{ความถี่ของทุกชนิดรวมกัน}} \right) \times 100$$

ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative Dominance, RDo) สามารถหาได้โดยสมการต่อไปนี้

$$\text{ความเด่นสัมพัทธ์ของชนิด i (\%)} = \left(\frac{\text{ความเด่นของชนิด i}}{\text{ความเด่นของทุกชนิดรวมกัน}} \right) \times 100$$

ดัชนีค่าความสำคัญ = ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ + ค่าความถี่สัมพัทธ์ + ค่าความเด่นสัมพัทธ์

2. อัตราการตาย (mortality rate, M) คำนวณได้จากสูตรของ Sherman *et al.* (2012)

$$M = \left(\frac{\ln(N_0) - \ln(N_s)}{t} \right) \times 100$$

เมื่อ N0 = จำนวนต้นไม้เมื่อเริ่มดำเนินการสำรวจ
Ns = จำนวนต้นไม้ที่รอดตายเมื่อทำการสำรวจซ้ำ
t = จำนวนปีที่ทำการวัดซ้ำ

3. อัตราการเพิ่มจำนวน (recruitment rate, R) คำนวณได้จากสูตรของ Sherman *et al.* (2012)

$$R = \left(\frac{\ln(N_t) - \ln(N_s)}{} \right) \times 100$$

เมื่อ N_t = จำนวนต้นไม้ที่เริ่มทำการสำรวจ
N_s = จำนวนต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นเมื่อทำการสำรวจใหม่
t = จำนวนปีที่ทำการสำรวจซ้ำ

4. ค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index) โดยใช้สูตรของ Shannon and Weaver (1949) ดังนี้

$$H' \quad -\sum_{i=1}^{S} (pi * \ln pi)$$

เมื่อ H’ คือ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิด
pi คือ สัดส่วนจำนวนต้นแต่ละชนิดในจำนวนต้นของทุกชนิด (โดยที่ i = ชนิด 1, 2, 3, ... , s)
s คือ จำนวนชนิดทั้งหมด

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณพืช

ภายในแปลงถาวรป่าดิบแล้ง ขนาด 1 เฮกตาร์ ในปี พ.ศ. 2561 มีจำนวนต้นทั้งหมด (DBH ≥2 ซม.) 3,376 ต้น 95 ชนิด 76 สกุล 35 วงศ์ โดยมี 1 ชนิดที่ไม่สามารถระบุได้ สำหรับความเด่นในระดับวงศ์เมื่อพิจารณาด้านจำนวนชนิดในแต่ละวงศ์ พบว่า วงศ์เข็ม (Rubiaceae) และวงศ์เปล้า (Euphobiaceae) มีจำนวนชนิดมากที่สุด (จำนวน 9 ชนิดในแต่ละวงศ์) รองลงมาคือ วงศ์มะเกลือ (Ebenaceae) วงศ์สะเดา (Meliaceae) และวงศ์ถั่ว (Fabaceae) มีจำนวนชนิดเท่ากัน คือ 7 ชนิด (Figure 1A) ขณะที่ความเด่นด้านความหนาแน่น พบว่า วงศ์สะเดา (Meliaceae) มีความหนาแน่นสูงที่สุด (1,354 ต้นต่อเฮกตาร์) รองลงมาคือ วงศ์ถั่ว (Fabaceae) (Figure 1B) ส่วนความหนาแน่น (density) ของไม้ใหญ่ (DBH ≥4.5 ซม.) มีค่าเท่ากับ 2,427 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่หน้าตัดรวม (basal area) เท่ากับ

19.64 ตร.ซม./เฮกตาร์ และมีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.59 ในระดับไม้ใหญ่ (tree) (DBH ≥4.5 ซม.) พรรณไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) ในสิบชนิดแรก ได้แก่ กัดลิ้น (*Walsura pinnata*) เขลง (*Dialium cochinchinense*) ตะเคียนหิน *(Hopea ferrea*) อีดำ (*Diospyros variegata*) กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolia*) ปอขาว (*Sterculia pexa*) พลับพลา (*Microcos tomentosa*) ขันทองพยาบาท (*Surgada multiflorum*) และสมัดใหญ่ (*Clausena wallichii*) มีค่าเท่ากับ 48.87, 47.31, 20.34, 13.53, 11.90, 11.19, 9.91, 9.55, 8.91 และ 8.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ในระดับไม้หนุ่ม (sapling) (2 ≤ DBH < 4.5 ซม.) ได้แก่ กัดลิ้น (*Walsura pinnata*) ข่อยหนาม (*Streblus ilicifolius*) นกนอน (*Cleistanthus helferi*) กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolia*) เขลง (*Dialium cochinchinense*) พลองกินลูก *(Memecylon ovatum)* ข่อยป่า (*Rinorea virgata*) อีแปะ (*Vitex quinata*) สมัดใหญ่ (*Clausena wallichii*) และลำดวน (*Melodorum fruticosum*) มีค่าดัชนีความสำคัญเท่ากับ 106.44, 31.94, 23.11, 18.40, 13.91, 11.04, 11.09, 7.68, 6.97 และ 5.14 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

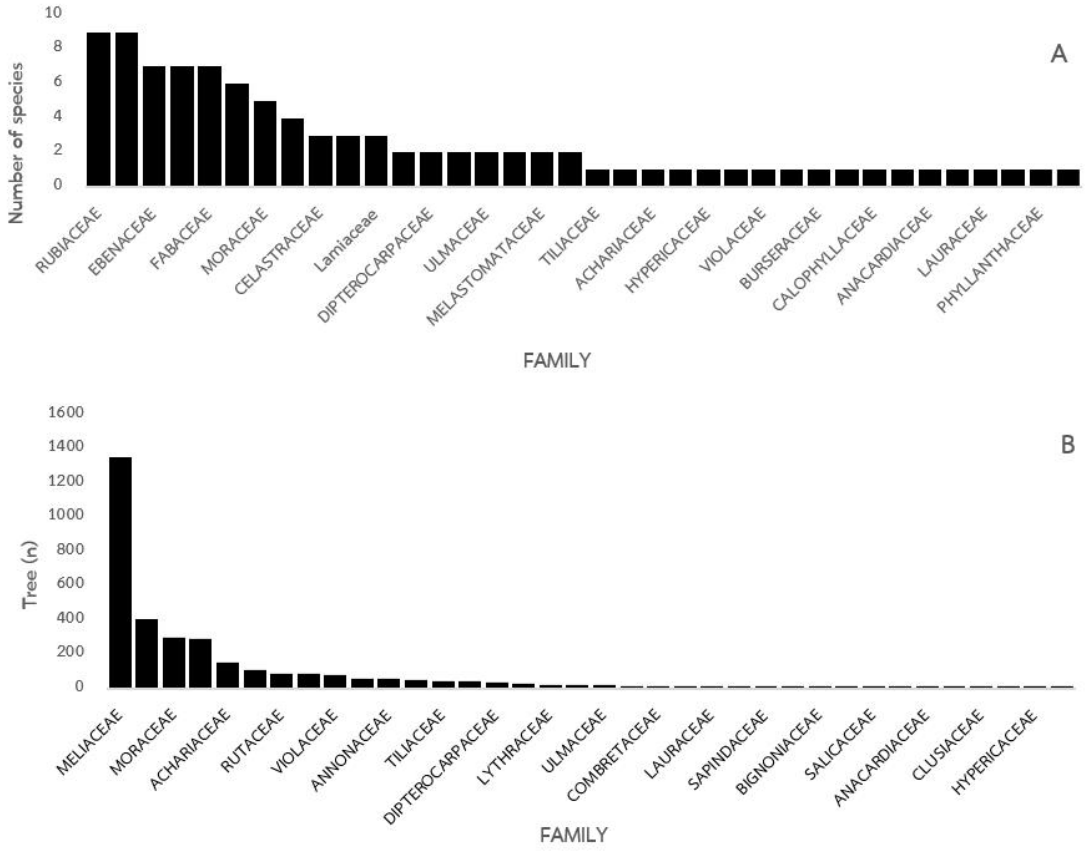


Figure 1 Number of plant species in each dominant family (A) and individual tree numbers in each dominant family (B).

เมื่อเปรียบเทียบความหลากชนิดกับการศึกษาในพื้นที่ใกล้เคียงกันของ ปรีชา (2510) ในป่าดิบแล้งบริเวณเขาโลตึง สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว พบว่า มีจำนวนชนิด 18 ชนิด 16 สกุล และ 16 วงศ์ มีความแตกต่างกันกับการศึกษาครั้งนี้มาก (พบ 95 ชนิด) เนื่องจากในอดีตพื้นที่มีการทำสัมปทานไม้ใหญ่ในป่าดิบแล้งเดิมได้ถูกตัดฟันออกจากพื้นที่ทั้งหมดซึ่งแตกต่างจากบริเวณไหล่เขาที่พบเพียงการตัดไม้บางส่วนเท่านั้น เมื่อพิจารณาความเด่นของชนิดไม้ทั้งในระดับไม้ใหญ่และไม้หนุ่มจากดัชนีค่าความสำคัญ 10 อันดับแรก พบว่าพรรณไม้เด่นที่พบได้ดีทั้งสองระดับคือ กัดลิ้น เขลง กระเบากลัก และ สมัดใหญ่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Phumphuang *et al*., (2018) และ

ปรีชา (2510) ที่รายงานว่า กระเบากลัก เป็นพันธุ์ไม้เด่น และเป็นไม้เรือนยอดชั้นรองที่มีจำนวนมากและเป็นพันธุ์ไม้หลักของป่าดิบแล้ง

จากรายงานการศึกษาของ ทวี (2529) และ Bunyavejchewin *et al*., (2009) ภายในพื้นที่ป่าดิบแล้งตามธรรมชาติ พบว่าพรรณไม้เด่นป่าดิบแล้งอยู่ในไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้พบวงศ์ไม้เด่นด้านชนิดคือ วงศ์เข็ม และวงศ์เปล้า เช่นเดียวกับวงศ์ไม้เด่นในป่าทดแทนบริเวณแปลงถาวรมอสิงโต อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา (Brockelman *et al*., 2011) แสดงให้เห็นถึงผลของการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ส่งผลโดยตรงต่อโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืช

2. การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ

การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติโดยพิจารณาจากการกระจายตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่า มีการกระจายตัวในรูปแบบเพิ่มแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential growth form or reverse J shaped) แสดงให้เห็นว่ามีการสืบต่อพันธุ์อย่างต่อเนื่อง หรือมีการรักษาโครงสร้างของป่าเป็นไปตามธรรมชาติ กล่าวคือ ป่ามีไม้ขนาดเล็ก (2 ≤ DBH < 4.5 cm.) จำนวนมาก สามารถเจริญทดแทนไปเป็นไม้ขนาดใหญ่ได้ในอนาคต (Lykke, 1998; El-Sheikh, 2013) อย่างไรก็ตามหากพิจารณาถึงการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้แต่ละชนิดนั้น มีความแตกต่างกัน (Figure 2)

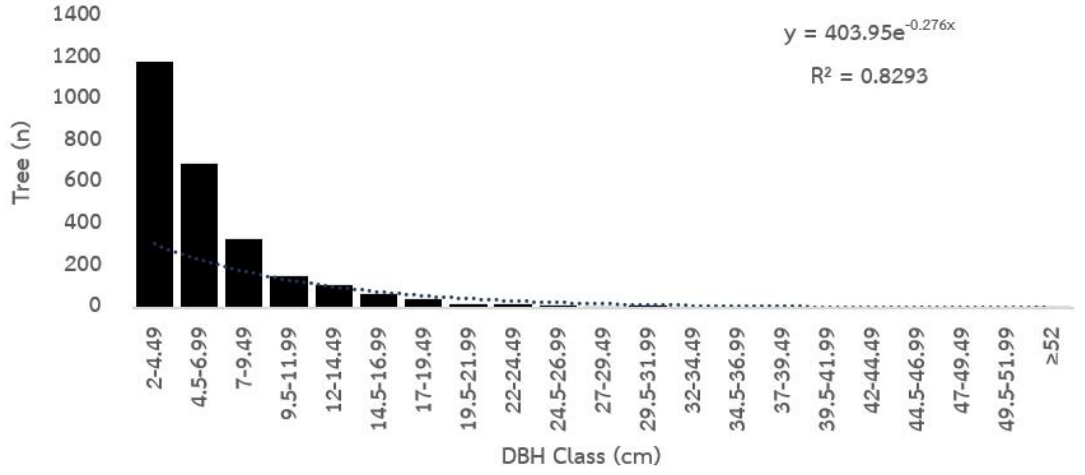


Figure 2 Diameter class distribution of tree population in the DEF at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station.

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของพันธุ์ไม้เด่นรายชนิด (ชนิดไม้ที่มีจำนวนต้นมากกว่า 30 ต้น) พบว่ารูปแบบการกระจายของไม้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมีความแตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (Figure 3) คือ กลุ่มที่ 1 มีการกระจายตัวในรูปแบบเพิ่มแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential form หรือ reversed J shaped) ได้แก่ กัดลิ้น (*Walsura pinnata*; A) กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolia*; B) และแก้ว (*Murraya paniculate*; C) ชี้ให้เห็นว่าไม้กลุ่มนี้มีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติที่ถือเป็นปกติ (El-Sheikh, 2013) และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีการกระจายตัวแบบระฆังคว่ำหนึ่งหรือหลายใบ (Unimodal or polymodal distribution) ได้แก่ อีแปะ (*Vitex quinata*; D) กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*; E) และ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*; F) แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ไม้กลุ่มนี้มีการสืบต่อพันธุ์ที่ไม่ต่อเนื่อง โดยเฉพาะไม้ในระดับไม้หนุ่มที่เติบโตมาจากลูกไม้ แสดงให้เห็นว่าพืชในกลุ่มนี้มีความต้องการปัจจัยแวดล้อมเฉพาะสำหรับการงอกและตั้งตัวของลูกไม้เพื่อการตั้งตัว เช่น กรณีไม้กระถินยักษ์ ส่วนใหญ่พบในพื้นที่ช่องว่างระหว่างเรือนยอด เนื่องจากเป็นพืชที่ต้องการ

ความเข้มแสงเพื่อการเติบโตค่อนข้างสูงขณะเดียวกันก็ไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติภายใต้ร่มเงาตัวมันเองหรือภายใต้เรือนยอดไม้อื่น ๆ (Marod *et al*., 2012) แตกต่างจากไม้ตะเคียนหินเป็นไม้พื้นถิ่นป่าดิบแล้งที่ต้องการร่มเงาเพื่อเจริญเติบโตในช่วงแรก แต่เมื่อถึงจุดจุดหนึ่งไม้ตะเคียนหินก็เป็นไม้ที่ต้องการความเข้มแสงที่มากขึ้นในการเจริญเติบโตทำให้พบไม้ตะเคียนหินเป็นไม้ในระดับเรือนยอดของป่าดิบแล้ง (Bunyavejchewin *et al*., 2001) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อมส่งผลต่อความผันแปรระหว่างชนิดพืชที่แตกต่างกันไป

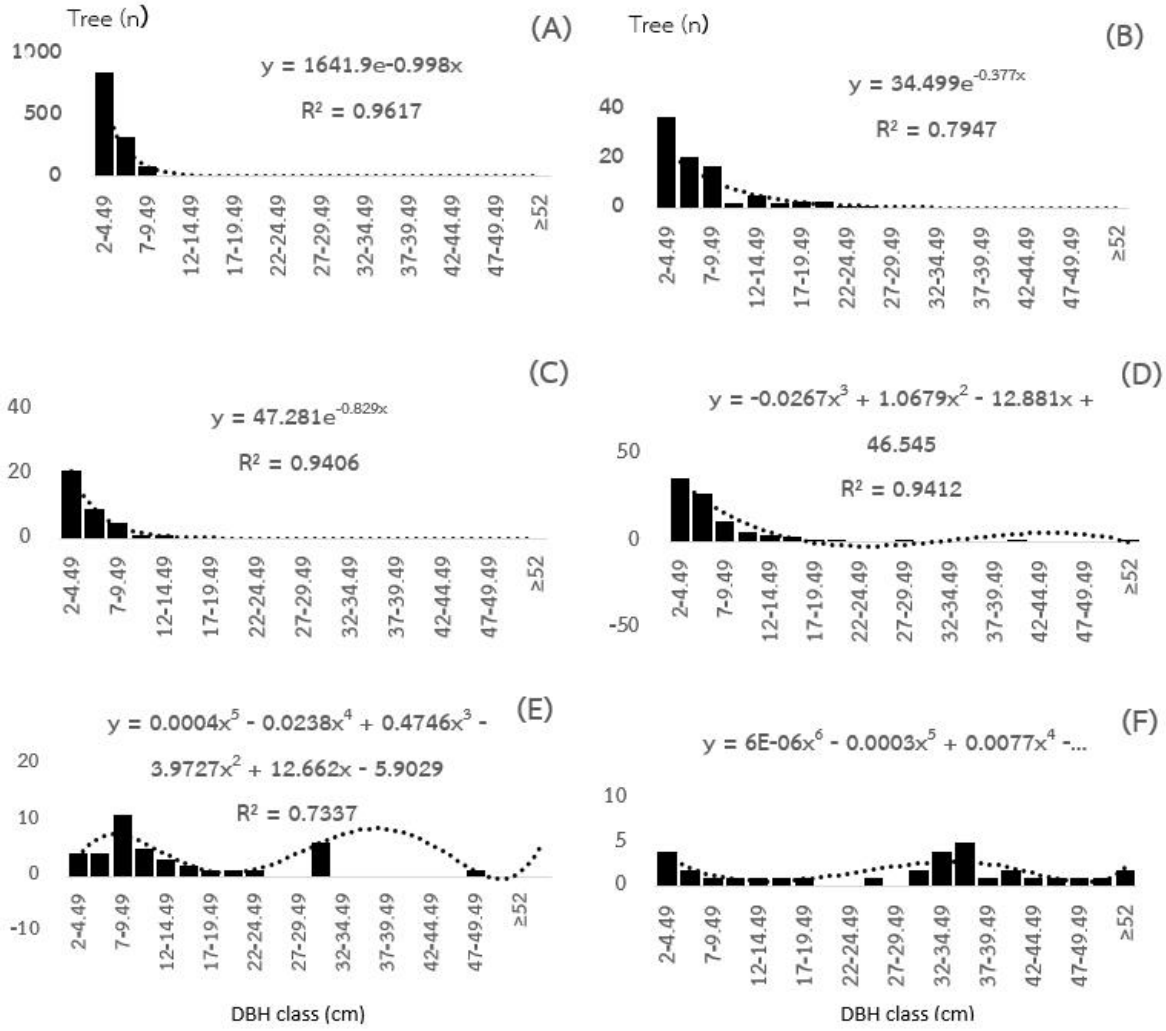


Figure 3 Diameter class distribution of some dominant species; (A) *Walsura pinnata*, (B) *Hydnocarpus ilicifolia*, (C) *Murraya paniculate*, (D) *Vitex quinate*, (E) *Leucaena leucocephala*, and (F) *Hopea ferrea*.

3. พลวัตป่า

การเปลี่ยนแปลงของค่าพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ที่มี (DBH ≥ 2 ซม.) ในแปลงถาวรมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรก (พ.ศ. 2545–2547) เนื่องจากอัตราการตายสูงกว่าอัตราการเพิ่มจำนวนค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามพื้นที่หน้าตัดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงที่สอง (พ.ศ. 2547–2549) เมื่อเทียบกับช่วงแรกที่อยู่ที่ 16.52 และ 18.05 ตร.ซม./เฮกตาร์ตามลำดับ และยังคงเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในช่วงที่สาม (พ.ศ. 2549-2561) โดยพบว่าพื้นที่หน้าตัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 1.2 เท่า โดยเพิ่มจาก 16.92 เป็น 19.64 ตร.ซม./เฮกตาร์ ตามลำดับ จำนวนชนิดนั้นมีความแตกต่างกันระหว่างช่วงเวลา และมีจำนวนสูงที่สุดในปี พ.ศ. 2545 ในทางตรงกันข้ามความหนาแน่นของลำต้นเพิ่มขึ้นในช่วงแรกและช่วงที่สาม เนื่องจากอัตราการเพิ่มจำนวนสูงในทั้งสองช่วงเวลา (Table 3) อย่างไรก็ตามอัตราการตายเฉลี่ยมี

แนวโน้มต่ำกว่าอัตราการเพิ่มจำนวนเฉลี่ยเล็กน้อย ตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษา (2.36 และ 2.61 %.yr^{-1} ตามลำดับ) ทั้งนี้แนวโน้มของอัตราการเพิ่มจำนวนและอัตราการตาย สอดคล้องกับรายงานของ Phumphuang *et al*. (2018) ที่ศึกษาในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกันและพบว่า พลวัตป่าดิบแล้งภายหลังการรบกวนระหว่างปี พ.ศ. 2545-2559 มีอัตราการเพิ่มจำนวนสูงกว่าอัตราการตาย ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หน้าตัดไม้ภายในป่าที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

Table 3 Quantitative value on DEF dynamics at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station.

Parameters	2545	2547	2549	2561	2545-2561
Tree density (ha)	3,248	3,285	3,160	3,376	
Mortality rate(%/yr)		17.47	19.23	17.54	2.36
Recruitment rate(%/yr)		18.67	22.11	58.64	2.61
BA (m^2/ha)	16.91	16.52	18.1	19.64	
Loss(m^2/ha)		2.29	0.48	4.47	4.91
Gain(m^2/ha)		1.90	2.01	6.06	8.06
H'	2.83	2.82	2.79	2.59	
No. of species	104	94	92	95	

อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตายและอัตราการเพิ่มจำนวนของต้นไม้ พบว่ามีความแตกต่างระหว่างชนิดและช่วงเวลา บางชนิดมีการอัตราการเพิ่มจำนวนที่ค่อนข้างสูงในช่วง 4 ปีแรก และค่อย ๆ ลดลงจนต่ำกว่าอัตราการตายในช่วงระยะเวลาที่สาม (ใน 12 ปีหลัง) เช่น กระถินยักษ์ (ll) คำแสด (map) และ พลับพลา (mt) ในทิศทางที่ตรงกันข้ามสำหรับชนิดไม้กัดลิ้น (wp) และ อีแปะ (vq) พบว่ามีอัตราการตายและอัตราการเพิ่มจำนวนค่อนข้างใกล้เคียงกันในช่วง 4 ปีแรก และมีอัตราการเพิ่มจำนวนสูงขึ้นในช่วงที่สาม (Figure 4)

การสืบต่อพันธุ์ของกระถินยักษ์ ส่วนใหญ่มักพบในพื้นที่ช่องว่างระหว่างเรือนยอด (gap) ภายในแปลงถาวร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเข้มแสงค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้เรือนยอด แสดงให้เห็นว่ากระถินยักษ์เป็นพืชที่ต้องการความเข้มแสงเพื่อการเติบโตค่อนข้างสูง ขณะเดียวกันก็ไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติภายใต้ร่มเงาตัวมันเองหรือภายใต้เรือนยอดไม้อื่น ๆ (Marod *et al*., 2012) แต่เมื่อเวลาผ่านไป ป่าเริ่มมีการฟื้นฟูตัวเอง และมีไม้ขนาดใหญ่จำนวนมากขึ้น อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม้กลุ่มพืชทนร่มโดยเฉพาะไม้พื้นถิ่นเดิม เช่น ตะเคียนหิน ซึ่งเป็นไม้เรือนยอดชั้นบน ไม่สามารถตั้งตัวได้ดีนักทำให้อัตราการเพิ่มจำนวนและอัตราการตายค่อนข้างคงที่

ขณะที่ไม้กัดลิ้นและอีแปะนั้น เป็นไม้พุ่มพื้นถิ่นของป่าดิบแล้งอยู่แล้ว การเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อมที่เกิดจากการลักลอบตัดไม้นั้นอาจไม่ได้ทำให้ปัจจัยแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ในขณะเดียวกันการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจมีความเหมาะสมต่อการเติบโตของไม้ทั้งสองชนิด จึงทำให้ไม้กลุ่มนี้มีอัตราการเพิ่มจำนวนสูงขึ้นในช่วงที่สาม กล่าวคือ กลุ่มไม้ที่เบิกนำเข้ามาปรับเปลี่ยนปัจจัยแวดล้อมให้เหมาะสมกับไม้ที่สามารถเจริญเติบโตภายใต้ร่มเงาได้ จึงมีอัตราการเพิ่มจำนวนที่สูง

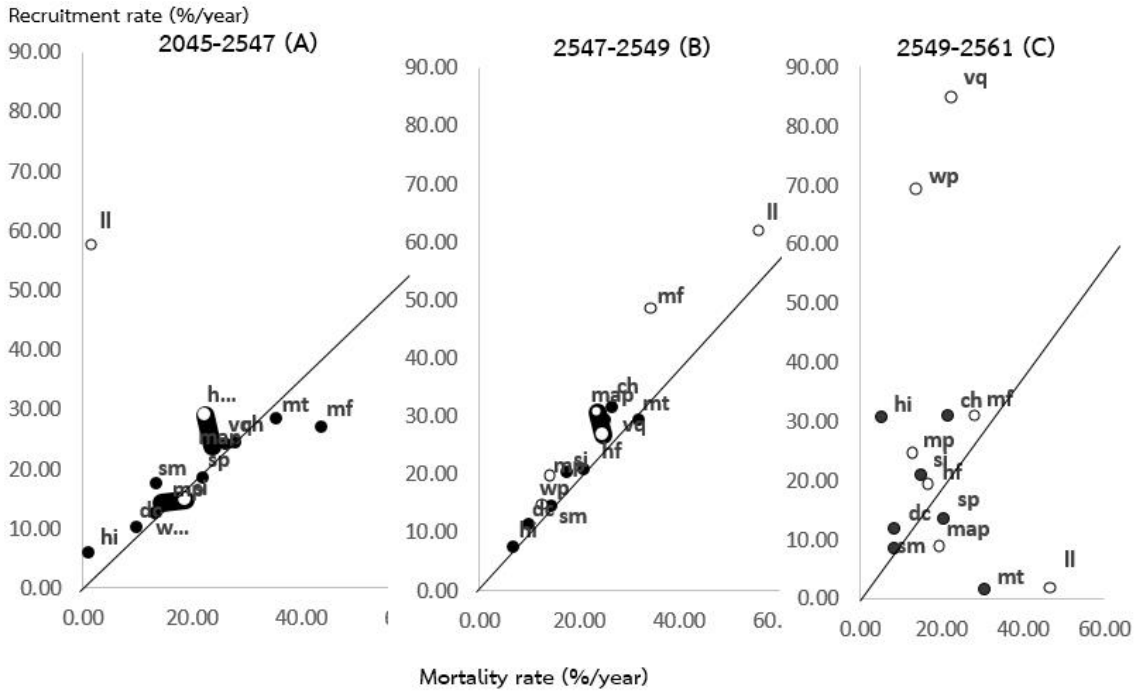


Figure 4 Relationship between recruitment and mortality rate during the 12-year period (C) while (A) and (B) represent the first and the second period, respectively. ll: *Leucaena leucocephala*; map: *Mallotus philippensis*; mf: *Melodorum fruticosum* ; wp:*Walsura pinnata*; vq: *Vitex scabra*.

สรุป

ความหลากชนิดพรรณไม้ในแปลงถาวรป่าดิบแล้ง พบว่ามีความหลากหลายของชนิดสูง (95 ชนิด 76 สกุล 35 วงศ์) วงศ์ที่มีความเด่นมากที่สุดคือ วงศ์เข็ม (RUBIACEAE) ไม้ที่มีความเด่นทั้งในระดับไม้รุ่น และไม้ใหญ่ เมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) ได้แก่ กัดลิ้น เขลง กระเบากลัก และสมัดใหญ่ ขณะที่ ข่อยหนาม เป็นไม้เด่นในระดับไม้รุ่น การที่พบไม้สมัดใหญ่และข่อยหนามตั้งตัวได้ดีในทั้งสองระดับกลุ่มไม้ชี้ให้เห็นว่าป่าพื้นที่นี้อยู่ภายใต้กระบวนการฟื้นฟูตัวเองเนื่องจากจัดเป็นกลุ่มไม้เบิกนำในป่าดิบแล้ง การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติมีความแตกต่างกันระหว่างชนิดเมื่อพิจารณาจากรูปแบบการกระจายของจำนวนต้นตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หน้าตัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาการศึกษา (ประมาณ 1.2 เท่าของปีแรก) มีผลมาจากอัตราการเพิ่มจำนวนสูงกว่าอัตราการตาย ซึ่งมีความผันแปรตามช่วงเวลาและชนิดพันธุ์ พบว่าในช่วงที่สาม (12 ปี) มีอัตราการเพิ่มจำนวนที่สูงมาก เนื่องจากการเติบโตของไม้ที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาการทดแทนยาวนานขึ้น แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าที่เคยถูกรบกวนสามารถกลับมาฟื้นฟูตัวเองอีกครั้ง กล่าวคือ ไม้ขนาดเล็กในอดีตสามารถเติบโตมาทดแทนไม้ใหญ่ได้ นอกจากนี้การล้มของไม้ขนาดใหญ่ ทำให้เกิดช่องว่าง (gap) ไม่เพียงเพิ่มการเติบโตของพันธุ์ไม้บางชนิด แต่ยังคงไว้ซึ่งชนิดพันธุ์เบิกนำในป่าดิบแล้ง ดังนั้นปัจจัยแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งจากธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์ทำให้เกิดความแตกต่างของพลวัตป่า ทั้งระหว่างพื้นที่และชนิดพรรณไม้ ดังนั้น การทราบถึงความสามารถของพรรณไม้แต่ละชนิดในการสืบต่อพันธุ์ตามการเปลี่ยนแปลงปัจจัยแวดล้อมจึงสามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกชนิดที่มีความเหมาะสมตามปัจจัยแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะกลุ่มพืชเบิกนำที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนปัจจัยแวดล้อมให้มีความเหมาะสมต่อการสืบต่อพันธุ์ของไม้ท้องถิ่น ก็จะทำให้ป่ามีการฟื้นฟูตัวเองได้เร็วขึ้น มีความสมบูรณ์และความหลากของชนิดพรรณไม้ท้องถิ่นเพิ่มมากขึ้นจนใกล้เคียงป่าธรรมชาติดั้งเดิมได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าสถานีวิจัย และฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกสถานที่เก็บข้อมูล และสถานที่พัก ตลอดจนขอขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาป่าไม้ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และให้คำแนะนำเพื่อให้การดำเนินงานสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ทวี ไชยเรืองศิริกุล. 2529. **ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชป่าดิบแล้งในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชา ธรรมานนท์. 2510. **ลักษณะโครงสร้างของป่าดิบแล้ง เขาโลตึง ป่าภูหลวง ตำบลวังน้ำเขียว อำเภอปักธงไชย จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. 2561. **สภาพทั่วไปสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช**. แหล่งที่มา: https://www.tistr.or.th/sakaerat/, 21 พฤษภาคม 2562.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Brockelman Y.W, A. Nathalang, A.G. Gale. 2011. The Mo Singto ForestDynamicsPlot, Khao Yai National Park, Thailand. **NAT. HIST. BULL. SIAM**. SOC. 57: 35–55,

Bunyavejchewin, S., P.J. Baker, J.V. LaFrankie and P.S. Ashton. 2001. Stand structure of a seasonal dry evergreen forest at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, western Thailand. **Nat. Hist. Bull. SIAM Soc.** 49: 89-106

Bunyavejchewin, S., J. V. LaFrankie, P.J. Baker, S.J. Davies, and P.S. Ashton. 2009. **Forest Threes of Huai Kha Kheng Wildlife Sanctuary, Thailand. Data from the 50-Hectare Forest Dynamics Plot. National Parks**, Wildlife and Plant Conservation Department, Thailand

El-Sheikh, M.A. 2013. Population structure of woody plants in the arid cloud forests of Dhofar, southern Oman. **Acta Botanica Croatica** 72: 97-111.

Houghton, R. A. 2002. Temporal patterns of land-use change and carbon storage in China and tropical Asia. **Science in China (Series C)** 45: 10-17.

Laurance, W. F. 1999. Reflections on the tropical deforestation crisis. **Biol. Conserv**. 91: 109-117.

Lykke, A. M. 1998. Assessment of species composition change in savanna vegetation by means of woody plants' size class distributions and local information. **Biodivers. Conserv**. 7: 1261-1275.

Marod, D., P. Duengkae, U. Kutintara, S. Sungkaew, C. Wachrinrat, L. Asanok and N. Klomwattanakul. 2012. The Influences of an invasive plant species (*Leucaena leucocephala*) on tree regeneration in Khao Phuluang Forest, Northeastern Thailand. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 46: 39–50.

Phumphuang, W., D. Marod, S. Sungkaew, S. Thinkampaeng. 2018. Forest Dynamics and Tree Distribution Patterns in Dry Evergreen Forest, Northeastern, Thailand. **Environment and Natural Resources Journal** 16(2): 58-67.

Shannon, C.E and W. Weaver. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. University of Illinois Press, Illinois, United States of America.

Sherman, R.E., T.J. Fahey, P.H. Martin and J.J. Battles. 2012. Patterns of growth, recruitment, mortality and biomass across an altitudinal gradient in a neotropical montane forest, Dominican Republic. **J.Trop. Ecol**. 28: 483-495.

การกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้ป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

Spatial Distribution of Tree Species in Dry Evergreen Forest at Wang Nam Khiao Forestry Research and Training Station, Nakhon Ratchasima Province

ชัชพิมุข ยะธา[1*] สถิตย์ ถิ่นกำแพง[2] และ ดอกรัก มารอด[1]

Chatpimuk Yatar[1], Sathid Thinkampaeng[2] and Dokrak Marod[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Cooperation Centre of Thai Forest Ecological Research, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[*]Corresponding Author; E-mail: **ch.yatar@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงการกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้ในป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ทำการศึกษาโดยใช้แปลงถาวรขนาด 1 เฮกตาร์ เพื่อสำรวจชนิดไม้ในแปลงทั้งหมดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2 ซม. โดยติดหมายเลขต้นไม้ ระบุชนิด วัดขนาดและพิกัดต้นไม้ในแปลง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์การกระจายเชิงพื้นที่ด้วยแบบจำลอง Generalize linear model เพื่อหาความสัมพันธ์การปรากฏของพรรณไม้ต่อปัจจัยทางภูมิประเทศภายในแปลง

ผลการศึกษาพบพรรณไม้ทั้งหมด 28 วงศ์ 48 สกุล และ 59 ชนิด วงศ์เด่น ได้แก่ วงศ์มะเกลือ วงศ์เปล้า และวงศ์ถั่ว พรรณไม้เด่น ได้แก่ กัดลิ้น เขลง ข่อยหนาม ตะเคียนหิน และกระเบากลัก การกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้มีความแตกต่างระหว่างชนิดและปัจจัยแวดล้อม โดยความสูงของพื้นที่มีผลต่อการปรากฏของไม้งิ้วป่า กระเบากลัก กัดลิ้น และปอขาว ขณะที่กระถินยักษ์ ข่อยหนาม มะกล่ำต้น และคำแสดมักพบกระจายบริเวณที่ราบ ขณะที่เปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูงมีผลต่อการปรากฏของพรรณไม้เด่นในป่าดิบแล้ง (ตะเคียนหิน และเขลง) ส่วนพลับพลา มักพบบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำ พรรณไม้ที่ไม่สามารถตรวจพบความสัมพันธ์ของการกระจายกับปัจจัยแวดล้อมทางภูมิประเทศได้ เช่น ขี้อ้าย ตะโกสวน มะค่าโมง และอีแปะ แสดงให้เห็นว่าพรรณไม้กลุ่มนี้สามารถขึ้นได้ทั่วไป ดังนั้น การคัดเลือกชนิดไม้ที่มีความเหมาะสมตามความต้องการปัจจัยแวดล้อมทางนิเวศวิทยาแตกต่างในแต่ละชนิดเพื่อการฟื้นฟูป่า สามารถช่วยทำให้การคืนสู่สภาพป่าดั้งเดิมได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ: โครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณไม้ การกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้ ป่าดิบแล้ง

ABSTRACT

This study aimed to determine spatial distribution of tree species in dry evergreen forest at Wang Nam Khiao Forestry Research and Training Station. A 1-ha permanent plot was established. All trees in the plot with diameter at breast height (DBH) 2 cm or larger were tagged. Tree species were identified, DBHs were measured, and tree coordination (X, Y) were recorded. Generalized linear model was applied to detect the relationship between spatial distribution of tree species and ecological niche (topographic factors such as elevation and slope).

The results showed that there were 28 families 48 genera and 59 species of tree in the plots. The dominant families based on number of species were Ebenaceae, Euphorbiaceae and Fabaceae. The dominant species based on importance value index were *Walsura pinnata*, *Dialium cochinchinense*, *Streblus ilicifolius*, *Hopea ferrea* and *Hydnocarpus ilicifolia*. The forest structure

was classified into 3 layers of closed canopy. The spatial distribution of tree species were different between species and topographic factors. It was found that elevation was related to the species distribution. *Bombax anceps, Hydnocarpus ilicifolia*, *Walsura pinnata* and *Sterculia pexa* were found in hign elevation, while *Leucaena leucocephala*, *Streblus ilicifolius*, *Adenanthera pavonina* and *Bixa Orellana* were observed in low distribution. In addition, it was found that *Hopea ferrea* and *Dialium cochinchinense* were abundant in high slope percentage while *Microcos tomentosa* was observed mainly distributed in low slope percentage. Nonetheless, many plant species did not display significant different of species distribution in responding to topographic factors. These species were such as *Terminalia nigrovenulosa*, *Diospyros malabaric*, *Afzelia xylocarpa* and *Vitex quinate*. This finding indicated that these species could distribute in the whole plots, and classified as generalist species. Therefore, in order to restore any degraded forests, suitable species group to their ecological niche must be consider.

Keyword: structure and species composition, spatial distribution, dry evergreen forest

คำนำ

ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) มักจะมีการแปรสภาพมาจากป่าดิบชื้นอาจจะมีปัจจัยเล็กน้อยที่แตกต่างกัน ซึ่งในบางแหล่งข้อมูลมีการจัดให้อยู่ในประเภทเดียวกับป่าดิบชื้นเพราะป่าดิบแล้งเป็นแบบชนิดย่อย (sub-type) ของป่าดิบชื้น (สมนึก, 2519) ป่าดิบแล้งจะมีชนิดของพรรณพืชที่เป็นไม้ไม่ผลัดใบ (deciduous tree) เป็นส่วนมาก แต่มีบางส่วนผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง (3-4เดือน) (ธวัชชัย, 2555) โครงสร้างของป่าดิบแล้ง เมื่อจำแนกจากโครงสร้างด้านตั้งของป่าดิบแล้งส่วนใหญ่จะสามารถแบ่งชั้นเรือนยอดออกได้เป็น 3 ชั้นเรือนยอด ได้แก่ เรือนยอดชั้นบนสุดมีความสูงประมาณ 25-40 เมตร เรือนยอดชั้นกลาง (middle canopy) มีความสูงประมาณ 10-20 เมตร และชั้นเรือนยอดของไม้พุ่มมีความสูงไม่เกิน 5 เมตร ในส่วนของไม้ไผ่ ไม้เลื้อย และพืชที่ขึ้นอยู่บนต้นไม้อื่น (Epiphyte) มักจะมีความอุดมสมบูรณ์ (Richards, 1952) ป่าดิบแล้งเป็นป่าที่มีผลต่อรายได้ของชาวบ้านรอบพื้นที่ป่าทั้งในเรื่องของการเก็บหาของป่า การต้อนรับนักท่องเที่ยวที่เข้ามาชมทิวทัศน์ในแหล่งท่องเที่ยวบริเวณรอบข้างชุมชนนั้นอีกด้วย

พื้นที่ป่าดิบแล้งในปัจจุบันมีพื้นที่ลดลง เนื่องมาจากมนุษย์ที่เข้ามาบุกรุกใช้ประโยชน์จากพื้นที่ทางด้านเกษตรกรรม และด้านอื่น ๆ จากการถูกรบกวนนั้นส่งผลไปถึงการดำรงอยู่ของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ (ธวัชชัย, 2555) โดยในพื้นที่สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา สภาพของป่าดิบแล้งบางส่วนเคยถูกบุกรุกแผ้วถางโดยมนุษย์ทำให้ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณไม้ป่าดิบแล้งเกิดความเสื่อมโทรมลง แต่ปัจจุบันป่าดิบแล้งบริเวณนี้มีการทดแทนทางธรรมชาติและมีการฟื้นตัวขึ้นมาจนมีความสมบูรณ์ในระดับหนึ่ง ซึ่งการขึ้นร่วมกันของพรรณพืชที่เข้ามาทดแทนดังกล่าวนั้นเป็นการผสมผสานระหว่างพรรณไม้ท้องถิ่นและพรรณไม้เบิกนำในพื้นที่ตามปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายเชิงพื้นที่ (Spatial distribution) ของพรรณไม้แต่ละชนิดที่เป็นไปตามความสัมพันธ์กับความต้องการทางนิเวศวิทยา (ecological niche) ของแต่ละชนิด ซึ่งการกระจายของชนิดพรรณไม้นั้นมีผลมาจากความต้องการปัจจัยแวดล้อมที่หลากหลายและแปรผันไปตามสภาพพื้นที่ในแต่ละช่วงเวลา ผลจากการศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่นั้นได้รับการยอมรับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการวางแผนเพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ (Austin, 2002; Bunyavejchewin *et al*., 2003) ซึ่งการกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณพืชในป่าดิบแล้งนับว่ายังมีการศึกษาอยู่ไม่มากนัก ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้มุ่งหวังที่จะใช้ลักษณะในเชิงปริมาณในส่วนของความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัดของพรรณพืชและปัจจัยแวดล้อมภายในแปลงถาวร (permanent plot) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณพืช และนำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดการอนุรักษ์พรรณพืชให้สอดคล้องกับปัจจัยความต้องการด้านนิเวศวิทยาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ศึกษา

พื้นที่สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยมีข้อมูลพื้นฐานดังนี้

ลักษณะที่ตั้งและภูมิประเทศ ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ประมาณเส้นละติจูดที่ 14 องศา 30 ลิปดาเหนือ เส้นลองจิจูดที่ 101 องศา 55 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ 4,476 ไร่ (วันชัย, 2542) มีลำห้วยไหลผ่านกลางช่องเขา มีแนวหน้าผาชันบริเวณไหล่เขาทั้งสองด้าน คือ สันเขาพะยอม และสันเขาโลตึง มีความลาดชันในระดับปานกลาง (0-50 เปอร์เซ็นต์) ความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 250-762 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (วีระศักดิ์, 2546)

ลักษณะภูมิอากาศ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 19.6 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนรวม 1,072.5 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 89.4 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนกรกฎาคม ที่ 302.6 มิลลิเมตร (สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช, 2559)

สังคมพืชของสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว สามารถจำแนกได้ 3 ชนิดป่า ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ และป่าเต็งรัง

การเก็บข้อมูล

1. ใช้พื้นที่แปลงถาวร (permanent plot) ขนาด 1 เฮกตาร์ (40 เมตร x 250 เมตร) ที่สร้างไว้ในปี พ.ศ. 2545 ครอบคลุมตั้งแต่บริเวณริมลำห้วยขึ้นไปบนสันเขาโลตึงของป่าดิบแล้ง จากนั้นทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร จำนวน 100 แปลง

2. ทำการสำรวจพันธุ์ไม้ทุกชนิดในแต่ละแปลงย่อย ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (diameter at breath height; DBH) ตั้งแต่ขนาด 2 เซนติเมตรขึ้นไป โดยติดแผ่นหมายเลข (tag) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง วัดความสูง และระบุชนิดไม้ตามรายชื่อพรรณไม้ของ เต็ม (2557) พร้อมทำการบันทึกพิกัดตำแหน่งของต้นไม้ในแปลงย่อย สำหรับพรรณไม้ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ ทำการเก็บตัวอย่าง (specimens) แล้วนำมาเทียบกับพรรณไม้ที่ระบุชนิดแล้วของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

3. ศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ป่าดิบแล้ง โดยใช้แปลงตัวอย่างขนาด 0.25 เฮกตาร์ (10 เมตร x 250 เมตร)

4. ศึกษาการจำแนกชั้น (stratification) จากการจำแนกชั้นเรือนยอด (profile diagram) และการปกคลุมเรือนยอด (crown cover diagram) ป่าดิบแล้งในแปลงถาวร โดยคัดเลือกแนวสำรวจขนาด 10 เมตร x 50 เมตร ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม ได้แก่ ความสูงถึงกิ่งแรก และความกว้างของเรือนยอดแต่ละด้านของไม้ใหญ่ (tree) ที่มี DBH มากกว่า 4.5 เซนติเมตร

5. ทำการบันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ บริเวณตำแหน่งของหัวหมุดที่ล้อมรอบแปลงถาวรทั้ง 4 หมุด เพื่อนำพิกัดขอบเขตแปลงมาใช้ในการวิเคราะห์หาข้อมูลปัจจัยแวดล้อมทางภูมิประเทศ คือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (elevation) และความลาดชัน (slope) จากการใช้แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (digital elevation model; DEM) ด้วยซอฟต์แวร์ทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) คือ โปรแกรม ARCGIS 10.4 จากนั้นกำหนดขอบเขตของแปลงถาวรและตำแหน่งกลางแปลงถาวร แล้วเลือกปัจจัยที่ต้องการเพื่อนำข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่ต้องการมาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ดัชนีค่าความสำคัญ (Important Value Index; IVI) โดยหาค่า ความหนาแน่น ความถี่ และความเด่น จากค่าที่ได้นำมาคำนวณค่าสัมพัทธ์ในแต่ละค่า นำเอาค่าความสัมพัทธ์ของแต่ละค่ามารวมกัน เพื่อหาดัชนีค่าความสำคัญของชนิดไม้ (อุทิศ, 2542)

2. สร้างแผนภูมิการจำแนกชั้นเรือนยอด และการปกคลุมเรือนยอด (profile and crown cover diagram) จากข้อมูลในแปลงตัวอย่างขนาด 10 เมตร x 250 เมตร โดยใช้ไม้ใหญ่ (tree) ที่มี DBH มากกว่า 4.5 เซนติเมตร

3. การกระจายเชิงพื้นที่ (spatial distribution) ของชนิดไม้ที่มีขนาด DBH ตั้งแต่ 2 cm ในแปลงถาวร ทำการคัดเลือกชนิดไม้เด่นด้านพื้นที่หน้าตัดจำนวน 15 ชนิด โดยประยุกต์ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณของผลรวมพื้นที่หน้าตัดทั้งหมด (total basal area) แทนการใช้จำนวนต้นไม้ สำหรับหาความสัมพันธ์ของการกระจายเชิงพื้นที่ตามปัจจัยสภาพภูมิประเทศ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และความลาดชัน โดยใช้โมเดลเชิงเส้นนัยทั่วไป (generalized linear model; GLM) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางภูมิประเทศกับการกระจายชนิดพรรณไม้ ซึ่งตัวแปรอิสระ (Independent variable) และตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดและปัจจัยสภาพภูมิประเทศ (ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และความลาดชัน) ตัวแปรทั้งหมดถูกวิเคราะห์ด้วยสหสัมพันธ์ไขว้ โดยใช้สหสัมพันธ์เพียร์สัน ($r \geq 0.80$ หรือ $r \leq -0.80$) โดยเลือกจากค่าที่อาไคเคะ (Akaike Information Criterion; AIC) น้อยที่สุด แล้วแบ่งกลุ่มการกระจายออกเป็น 5 กลุ่ม โดยทำการเลือกชนิดพรรณที่มีความสัมพันธ์เชิงลบต่อความสูงของพื้นที่ เชิงบวกต่อความสูงของพื้นที่ เชิงลบต่อความลาดชัน เชิงบวกต่อความลาดชัน และไม่พบความสัมพันธ์กับปัจจัยทางภูมิประเทศ ตามลำดับ

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณไม้ป่าดิบแล้ง

ผลการศึกษาพบไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 2 เซนติเมตร จำแนกได้ 59 ชนิด (species) 48 สกุล (genera) และ 28 วงศ์ (families) มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัด 845 ต้นต่อเฮกตาร์ และ 20.70 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ วงศ์ที่มีความเด่นด้านจำนวนชนิดไม้มากที่สุดคือ วงศ์มะเกลือ (Ebenaceae) วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) และวงศ์ถั่ว (Fabaceae) โดยมีจำนวน 6 ชนิดในแต่ละวงศ์ รองลงมาคือ วงศ์สะเดา (Meliaceae) วงศ์กระดังงา (Annonaceae) มีจำนวนชนิด 4 และ 3 ชนิด ตามลำดับ ส่วนวงศ์อื่น ๆ มีจำนวนชนิดลดหลั่นกันไป พรรณไม้เด่นที่มีดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) 10 อันดับแรก ได้แก่ กัดลิ้น (*Walsura pinnata*) เขลง (*Dialium cochinchinense*) ข่อยหนาม (*Streblus ilicifolius*) ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolia*) นกนอน (*Cleistanthus helferi*) อีแปะ (*Vitex quinata*) ปอขาว (*Sterculia pexa*) อีดำ (*Diospyros variegata*) และพลองกินลูก (*Memecylon ovatum*) มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 55.37, 43.66, 23.94, 18.75, 18.63, 13.29, 11.79, 8.78, 8.73 และ 6.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาโครงสร้างทางด้านตั้ง และการปกคลุมของชั้นเรือนยอด (Figure 1) ป่าดิบแล้งมีลักษณะเรือนยอดแบบปิด (closed canopy) สามารถจำแนกชั้นเรือนยอดได้ 3 ชั้นเรือนยอด คือ 1) เรือนยอดชั้นบน (Top canopy) มีความสูงเรือนยอดมากกว่า 20 เมตร มีพื้นที่การปกคลุมเรือนยอด 23.80 เปอร์เซ็นต์ พรรณไม้ได้แก่ เขลง (*Dialium cochinchinense*) ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) และปออีเก้ง (*Pterocymbium malayanum*) เป็นต้น 2) เรือนยอดชั้นรอง (Middle canopy) มีความสูงเรือนยอดอยู่ในช่วง 10 - 20 เมตร มีพื้นที่การปกคลุมเรือนยอด 28.04 เปอร์เซ็นต์ พรรณไม้ได้แก่ เขลง (*Dialium cochinchinense*) ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) อีดำ (*Diospyros variegata*) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) อินทรชิต (*Lagerstroemia loudonii*) โมกมัน (*Wrightia arborea*) แคหางค่าง (*Fernandoa adenophylla*) กัดลิ้นลิง (*Walsura robusta*) และมะนาวผี (*Atalantia monophylla*) เป็นต้น และ 3) เรือนยอดชั้นล่างหรือชั้นไม้พุ่ม (Lower or Shrub canopy) มีความสูงเรือนยอดน้อยกว่า 10 เมตร มีพื้นที่การปกคลุมเรือนยอด 20.53 เปอร์เซ็นต์ พรรณไม้ได้แก่ กัดลิ้น (*Walsura pinnata*) เขลง (*Dialium cochinchinense*) กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolia*) อีแปะ (*Vitex quinata*) ปอขาว (*Sterculia pexa*) ลำดวน (*Melodorum fruticosum*) สมัดใหญ่ (*Clausena wallichii*) พลับพลา (*Microcos tomentosa*) แคหางค่าง (*Fernandoa adenophylla*) และกะหนานปลิง (*Pterospermum acerifolium*) เป็นต้น ส่วนการปกคลุมของ

เรือนยอดในภาพรวมเป็นแบบปิด (พื้นที่การปกคลุม 72.38 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่แปลงถาวร) ซึ่งโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์มีความคล้ายคลึงกับป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (ไกรสิทธ์, 2555) เนื่องจากทั้งสองพื้นที่เป็นป่าดิบแล้งในผืนป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงแต่มีการตัดผ่านของถนนหลวงหมายเลข 304 (กบินทร์บุรี-นครราชสีมา) (มงคล และคณะ, 2555)

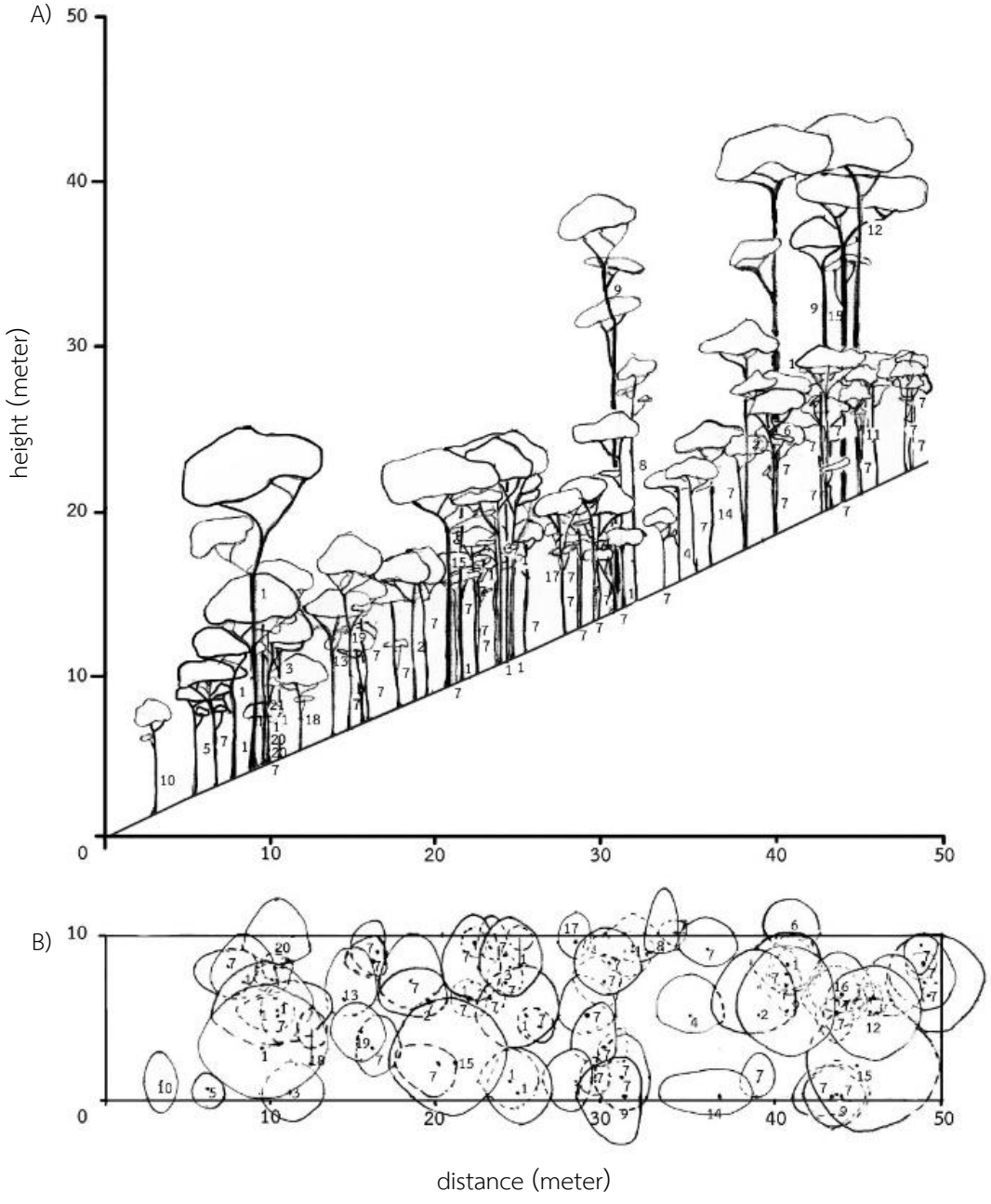


Figure 1 Dry evergreen forest structure at Wang Nam Khiao Forestry Research and Training Station; A) profile diagram and B) crown cover diagram

Remarks: *(1) Dialium cochinchinense, (2) Fernandoa adenophylla, (3) Wrightia arborea, (4) Ficus benjamina, (5) Hydnocarpus ilicifolia, (6) Pterospermum acerifolium, (7) Walsura pinnata, (8) Walsura robusta, (9) Hopea ferrea, (10) Pterocarpus macrocarpus, (11) Sterculia pexa, (12) Pterocymbium malayanum, (13) Microcos tomentosa, (14) Canarium subulatum, (15) Afzelia xylocarpa, (16) Atalantia monophylla, (17) Melodorum fruticosum, (18) Clausena wallichii, (19) Lagerstroemia loudonii, (20) Vitex quinata and (21) Diospyros variegata*

2. การกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้

2.1 ปัจจัยแวดล้อมทางภูมิประเทศ

ปัจจัยแวดล้อมทางภูมิประเทศ คือ ระดับความสูงพื้นที่ (elevation) และความลาดชัด (slope) ของแปลงถาวร มีความผันแปรภายในแปลงสูง พบว่าความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล มีค่าอยู่ระหว่าง 280 ถึง 350 เมตร ขณะที่ความลาดชัน ในพื้นที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 54.3 เปอร์เซ็นต์ สามารถจัดระดับความลาดชันในแปลงถาวรตามเกณฑ์ของ ดอกรัก และ อุทิศ (2552) ที่แบ่งไว้ 4 ระดับ คือ ลาดชันน้อย (5-10 องศา) ลาดชันปานกลาง (11-20 องศา) ลาดชันมาก (21-30 องศา) และลาดชันมาก ๆ (31-45 องศา) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ใช้เปอร์เซ็นต์ความลาดชันเป็นเกณฑ์กำหนดระดับความลาดชัน สามารถแบ่งได้ 3 ระดับ คือ ความลาดชันน้อย (8.7-19.4 %) ความลาดชันปานกลาง (19.4-38.3 %) ความลาดชันมาก (38.3-57.7 %) และมีพื้นที่ราบ (0-8.7 %) ที่ความลาดชันน้อยกว่าเกณฑ์ที่จัดระดับไว้ ซึ่งความลาดชันแต่ละระดับครอบคลุมพื้นที่แปลงศึกษาร้อยละ 9.13, 39.53, 28.12 และ 23.22 ของพื้นที่ ตามลำดับ โดยความลาดชันมากพบอยู่บริเวณกลางแปลงถาวร (ระยะ 60-150 เมตร) ส่วนบริเวณพื้นที่ลาดชันน้อยและที่ราบพบอยู่บริเวณริมลำห้วย (ระยะ 0-60 เมตร)

2.2 การกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้

ผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นนัยทั่วไป (generalized linear model; GLM) พบว่าการกระจายเชิงพื้นที่มีความแตกต่างกันระหว่างชนิดพรรณไม้เด่นที่ใช้ในการศึกษา กับปัจจัยแวดล้อม โดยสามารถแบ่งกลุ่มการกระจายของพรรณไม้ตามปัจจัยทางภูมิประเทศ (ความสูงของพื้นที่ และความลาดชัน) ออกได้เป็น 5 กลุ่ม (Table 1) ดังนี้

กลุ่มที่หนึ่ง มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคผกผันหรือเชิงลบกับระดับความสูงของพื้นที่ พบกระจายอยู่ในบริเวณราบต่ำของแปลงถาวร (280-290 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ประกอบไปด้วยพรรณไม้ กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) ข่อยหนาม (*Streblus ilicifolius*) มะกล่ำต้น (*Adenanthera pavonina*) และคำแสด (*Bixa orellana*) (Figure 2 A and B) โดยพรรณไม้บางส่วนในกลุ่มนี้เป็นพรรณไม้เบิกนำ (Pioneer species)

กลุ่มสอง มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคโดยตรงหรือเชิงบวกกับระดับความสูงของพื้นที่ พบกระจายอยู่ในบริเวณไหล่เขาและสันเขาพื้นที่สูงของแปลงถาวร (ความสูง 290-350 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ประกอบไปด้วยพรรณไม้ งิ้วป่า (*Bombax anceps*) กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolia*) กัดลิ้น (*Walsura pinnata*) และปอขาว (*Sterculia pexa*) (Figure 2 C)

กลุ่มที่สาม มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคผกผันหรือเชิงลบต่อความลาดชัน มักพบพรรณไม้กระจายอยู่ในบริเวณพื้นที่ราบจนถึงความลาดชันน้อย (0-25%) ประกอบไปด้วยพรรณไม้ พลับพลา (*Microcos tomentosa*) (Figure 2 D)

กลุ่มที่สี่ มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคโดยตรงหรือเชิงบวกต่อความลาดชันของพื้นที่ พบกระจายอยู่ในบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันปานกลางจนถึงมาก (25-54%) ส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้เด่นของป่าดิบแล้ง ที่สำคัญ คือ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) และเหลง (*Dialium cochinchinense*) (Figure 2 E)

กลุ่มที่ห้า เป็นกลุ่มที่ไม่พบความสัมพันธ์กับปัจจัยทางภูมิประเทศอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าพรรณไม้ที่ขึ้นได้ทั่วไป (generalist species) ประกอบไปด้วย ขี้อ้าย (*Terminalia nigrovenulosa*) ตะโกสวน (*Diospyros malabarica*) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) และอีแปะ (*Vitex quinata*) (Figure 2 F)

Table 1 GLM analysis showed the relationship between selected dominant species and environmental factors; elevation, slope. The values represented the model regression coefficients which selected form the lowest AIC.

Species	Intercept	Environment factor		AIC
		Elevation	Slope	
Leucaena leucocephala	0.1378	-0.0004146 ***		-429.19
Streblus ilicifolius	0.0399	-0.000119 ***		-742.79
Adenanthera pavonina	0.0393	-0.00009941	-0.0001984 *	-555.41
Mallotus philippensis	0.0270	-0.00006673 *	-0.0001435 ***	-685.99
Bombax anceps	-0.0312	0.0001083		-527.41
Hydnocarpus ilicifolia	-0.0267	0.0001228 **	-0.0001791 **	-618.24
Walsura pinnata	-0.0427	0.0001553 *	0.0006342 ***	-540.4
Sterculia pexa	-0.0719	0.0002633 *		-435.35
Microcos tomentosa	0.0086		-0.0001287	-548.55
Hopea ferrea	-0.0007		0.0010329 *	-226.65
Dialium cochinchinense	0.0157		0.001107 **	-226.42
Terminalia nigrovenulosa	0.0026			-588.15
Diospyros malabarica	0.0027			-567.93
Afzelia xylocarpa	0.0042			-473.59
Vitex quinata	0.0093			-395.17

Remarks: * p<0.05
** p<0.01
*** p<0.001

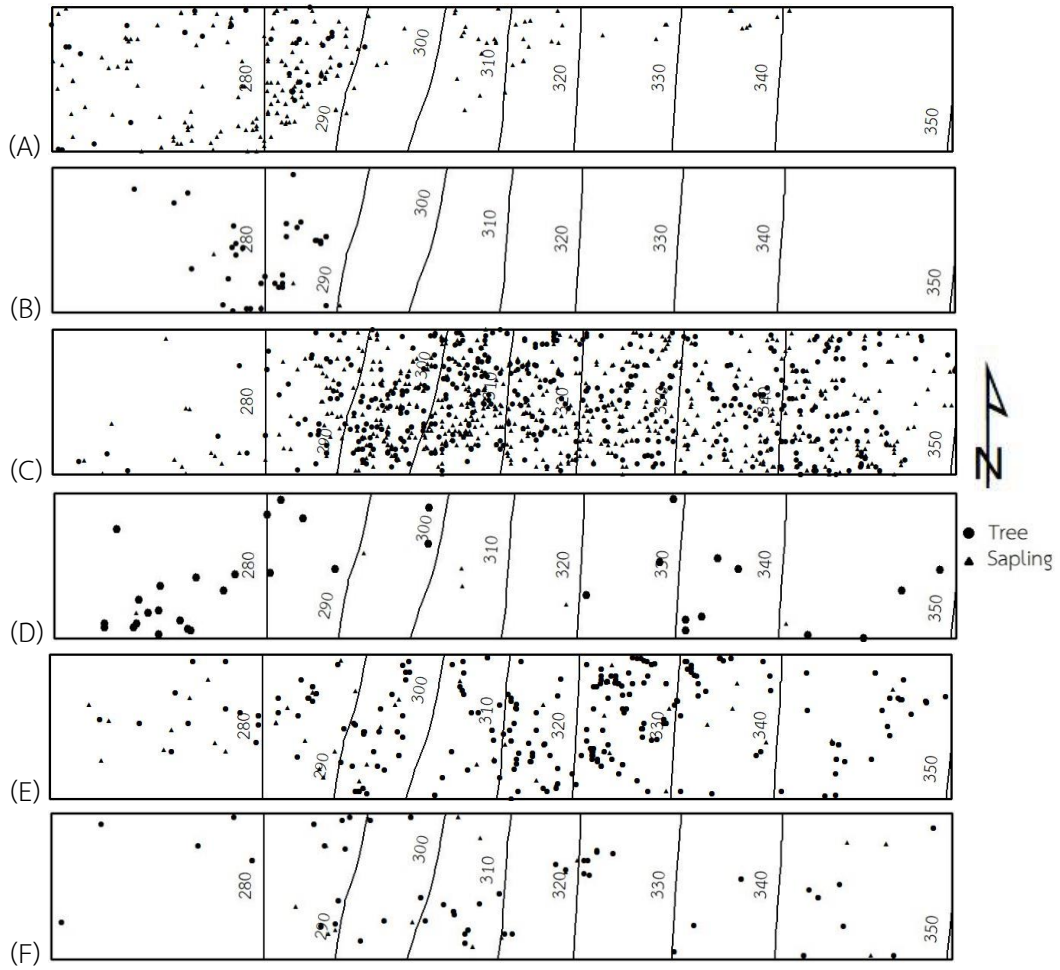


Figure 2 Spatial distribution of tree species; (A) *Streblus ilicifolius*, (B) *Leucaena leucocephala*, (C) *Walsura pinnata*, (D*) Microcos tomentosa*, (E) Dialium cochinchinense and(F) *Vitex quinata.*

ผลการศึกษาพบว่า ไม้หนุ่ม (sapling) มีการกระจายเชิงพื้นที่ในบริเวณที่ราบต่ำของแปลงถาวร เช่น ข่อยหนาม และกระถินยักษ์ ซึ่งพรรณไม้ทั้งสองชนิดนี้จัดเป็นพรรณไม้ที่ต้องการแสงหรือไม้เบิกนำ (pioneer species) พบขึ้นกระจายตัวได้ดีในบริเวณช่องว่างระหว่างเรือนยอด (gap) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่นี้มีการถูกรบกวนมาก่อนโดยพบร่องรอยการตัดไม้ใหญ่และหลงเหลือตออยู่ในพื้นที่แปลงถาวร ซึ่งแตกต่างจากบริเวณสันโลตึงที่พบว่ามีการทำไม้แบบตัดหมด (ปรีชา, 2510) สอดคล้องกับรายงานของ Phumphuang (2018) ที่พบข่อยหนามกระจายอยู่บริเวณที่ราบต่ำริมห้วย แต่การกระจายของกระถินยักษ์นั้นมีความแตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้ โดยส่วนใหญ่พบขึ้นกระถินยักษ์บริเวณพื้นที่สูงบนสันเขาเนื่องจากมีการนำมาเพื่อปลูกฟื้นฟูบริเวณสันเขาโลตึงภายหลังการทำไม้ อย่างไรก็ตามพรรณไม้หลายชนิดพบกระจายได้บนพื้นที่สูง ที่สำคัญคือ ปอขาว กระเบากลัก จิ้วป่า และกัดลิ้น ขณะที่ปัจจัยความลาดชันก็ส่งผลต่อการกระจายเชิงพื้นที่ของชนิดไม้ที่แตกต่างกัน พื้นที่บริเวณที่ลาดชันมาก (38-54 %) ส่วนใหญ่พบการกระจายตัวของพรรณไม้เด่นในระดับเรือนยอดป่าดิบแล้ง ได้แก่ ตะเคียนหิน และเขลง สอดคล้องกับรายงานของ Chua *et al.* (2010) ที่พบว่าตะเคียนหินนั้นเป็นพรรณไม้ที่พบกระจายได้ดีในบริเวณหินปูนหรือหินแกรนิต ในพื้นที่ลาดชันสูงนั้นดินมักค่อนข้างตื้น มีหินโผล่ และส่งผลต่อน้ำไหลผิวดิน (surface runoff) มีโอกาสซึมผ่านผิวดินได้ในปริมาณน้อยทำให้ดินมีความชื้นต่ำ พรรณไม้ในกลุ่มนี้จึงมีความสามารถในการปรับตัวให้ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552) แต่แตกต่างจากรายงานของ เสวียน และคณะ (2560) ที่พบการกระจายของตะเคียนหินได้ในบริเวณความลาดชันน้อย (7-15%) และ Bunyavejchewin *et al.* (2003) ที่พบการกระจายของสกุล

ตะเคียนทอง (*Hopea*) ได้ในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย เนื่องจากพื้นที่ศึกษาในบริเวณที่ราบหรือความลาดชันน้อย ไม่พบการกระจายของตะเคียนหินที่เป็นไม้ใหญ่ ซึ่งเป็นผลมาจากการทำไม้ในอดีต ดังนั้น สภาพภูมิประเทศ โดยเฉพาะความสูงของพื้นที่และความลาดชันมีผลต่อการปรากฏของชนิดพรรณไม้ และยังเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดความแปรผันของสังคมพืช (ประหยัด, 2528; ภานุมาศ, 2550; อัจฉรา, 2557)

สรุป

ป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียวแม้ว่ามีร่องรอยของการถูกบุกรุกแต่ยังคงมีโครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณไม้ที่ค่อนข้างสมบูรณ์ พบชนิดไม้จำนวน 28 วงศ์ 48 สกุล และ 59 ชนิด วงศ์ไม้เด่น ได้แก่ วงศ์มะเกลือ วงศ์เปล้า และวงศ์ถั่ว พรรณไม้เด่น ได้แก่ กัดลิ้น เขลง ข่อยหนาม ตะเคียนหิน กระเบากลัก นกนอน อีแปะ ปอขาว อีดำ และ พลองกินลูก ลักษณะโครงสร้างป่ามีเรือนยอดแบบปิดและจำแนกชั้นเรือนยอดได้ 3 ชั้นเรือนยอด โดยเรือนยอดชั้นบนมีความสูงเรือนยอดระหว่าง 20-30 เมตร พรรณไม้เด่น ได้แก่ ตะเคียนหิน เขลง และ ปออีเก้ง เรือนยอดชั้นรองมีความสูงเรือนยอดระหว่าง 10-20 เมตร พรรณไม้เด่น ได้แก่ เขลง ตะเคียนหิน และอีดำ เรือนยอดชั้นล่างมีความสูงเรือนยอดระหว่าง 4-10 เมตร พรรณไม้เด่น ได้แก่ กัดลิ้น เขลง และกระเบากลัก

การกระจายเชิงพื้นที่ของพรรณไม้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางภูมิประเทศโดยเฉพาะความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเล โดยพื้นที่สูง (highland) มีผลต่อการปรากฏของไม้วิ้วป่า กระเบากลัก กัดลิ้น และปอขาว ส่วนบริเวณที่ราบ (lowland) มักพบ กระถินยักษ์ ข่อยหนาม มะกล่ำต้น และคำแสด ในบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันสูงนั้นปรากฏชนิดพันธุ์ไม้เด่นในป่าดิบแล้ง คือ ตะเคียนหิน และเขลง ส่วนพลับพลา มักพบบริเวณที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชันต่ำ และพรรณไม้ที่สามารถขึ้นได้ทั่วไป (generalist species) ได้แก่ ขี้อ้าย ตะโกสวน มะค่าโมง และอีแปะ ดังนั้นความสัมพันธ์การกระจายเชิงพื้นที่ต่อปัจจัยแวดล้อมจำกัดในแต่ละชนิดพรรณไม้ สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้เพื่อการฟื้นฟูสภาพป่าด้วยการคัดเลือกชนิดพันธุ์ที่เหมาะสมต่อปัจจัยแวดล้อมจำกัดในพื้นที่ที่ต้องการฟื้นฟู ก็จะมีผลช่วยให้ประสบความสำเร็จในการฟื้นฟูป่ามากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่อำนวยความสะดวกสถานที่เก็บข้อมูล และสถานที่พัก ตลอดจนขอขอบคุณสมาชิกห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาป่าไม้ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และให้คำแนะนำเพื่อให้การดำเนินงานสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ไกรสิทธ์ พาณิชย์สวย. 2555. **การเข้ายึดครองของพันธุ์ไม้ดั้งเดิมตามธรรมชาติภายหลังการฟื้นฟู บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดอกรัก มารอด และ อุทิศ กุฏอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์อักษรสยาม การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557).** กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ธวัชชัย สันติสุข. 2555. **ป่าของประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยาน แห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. โรงพิมพ์สำนักพุทธศาสนาแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ประหยัด ฐิตะธรรมกุล. 2528. **การเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณตามความสูง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ ป่าห้วยขาแข้ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชา ธรรมานนท์. 2510. **ลักษณะโครงสร้างของป่าดิบแล้ง เขาโลติ๊ง ป่าภูหลวง ตำบลวังน้ำ เขียว อำเภอปักธงไชย จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภานุมาศ จันทร์สุวรรณ. 2550. **ความหลากชนิดและการประเมินถิ่นที่อยู่ที่เหมาะสมของไม้สกุล มะเดื่อ ในสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มงคล สาฟูวงศ์, อัมพรพิมล ประยูร, พิสิษฐ์ ปิยสมบูรณ์, บุษบง กาญจนสาขา และ ครินทร์ หิรัญ ไกรลาส. 2555. **ความหลากหลาย ความชุกชุม และพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ป่า บริเวณแนวเชื่อมต่อป่า อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน**. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

วันชัย อรุณประภารัตน์. 2542. **สวนรวมพันธุกรรมไม้ป่าเฉลิมพระเกียรติ ร. 9 ณ สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ เนียมรัตน์. 2546. **การตั้งตัวของกล้าไม้ถาวรในสวนป่ายูคาลิปตัสและพื้นที่เปิดโล่ง บริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัด นครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. 2559. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. แหล่งที่มา: http://www.tistr.or.th/sakaerat/, 20 เมษายน 2561.

สมนึก ผ่องอำไพ. 2519. **รุกขวิทยา**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เสวียน เปรมประสิทธิ์, ปวีณา ไกรวิจิตร, ดวงกมล เจริญเรืองเดช และวิภาวี เกตุมณี. 2560. ลักษณะสังคมป่าดิบแล้งที่มีไม้ตะเคียนหินเป็นไม้เด่นในพื้นที่ปกปักอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดาริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) เส้นทางที่ 2 บริเวณเขื่อนจุฬาภรณ์ จังหวัดชัยภูมิ, น. 10-21. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 8**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สระบุรี.

อัจฉรา จิ้งจ่าย. 2557. **ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมต่อการกระจายของพรรณไม้ป่าดิบ เขาระดับต่ำ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2542. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Austin, M.P. 2002. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. **Ecological Modelling** 157: 101- 118.

Bunyavejchewin, S., J.V. LaFrankie, P.J. Baker, M. Kanzaki, P.S. Ashton and T. Yamakura. 2003. Spatial distribution patterns of the dominant canopy dipterocarp species in a seasonal dry evergreen forest in western Thailand. **Forest Ecology and Management** 175:87-101.

Chua, L.S.L., M. Suhaida, M. Hamidah and L.G. Saw. 2010. Malaysia Plant Red List : Peninsular **Malaysian Dipterocarpaceae**. Forest Research Institute Malaysia, selangor darul ehsan.

Phumphuang, W. 2018**. Dynamics and Spatial Distribution of Tree Species in the Dry Evergreen Forest at Wang Nam Khiao Forestry Student Trainning Station, Nakhon Ratchasima Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University.

Richards, P.W. 1952. **The Tropical Rain Forest: An Ecological Study**. Cambridge University Press, London, New York, USA.

ความหลากชนิด และการใช้ประโยชน์พรรณพืชในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของสวนป่า องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
Diversity and Utilization of Plants in Forest Conservation Areas at Forest Industry Organization, Thailand

เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง[1] **สุธีระ เหิมฮึก**[2*] วิชญ์ภาส สังพาลี[2] ขนิษฐา เสถียรพีระกุล[3] ลักษณา สัมมานิธิ[1] สายสมร ลำยอง[4] นครินทร์ สุวรรณราช[4] จตุรงค์ คำหล้า[4] และ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์[5]

Kriangsak Sri-Ngernyuang[1] **Sutheera Hermhuk**[2*] Witchaphart Sungpalee[2] Kanitta Satienperakul[3] Luxsana Summaniti[2] Saisamorn Lumyong[4] Nakarin Suwannarach[4] Jaturong Kamka[4] and Piyawan Suttiprapan[5]

[1]คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

[1]Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University, Chiang Mai 50290

[2]คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

[2] Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

[3]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

[3]Agricultural and Environmental Economics, Faculty of Economics, Maejo University, Chiang Mai 50290

[4]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[4]Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

[5]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[5]Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

*Corresponding Author; E-mail: **h.sutheera@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านความหลากหลายทางชีวภาพของสวนป่าภายใต้การดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) เป็นสิ่งจำเป็นต่อการอนุรักษ์ และพัฒนาทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดความยั่งยืนในอนาคต การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลด้านพืช (ความหลากชนิด และการใช้ประโยชน์) ในพื้นที่อนุรักษ์ที่คงเหลือเอาไว้ภายใน 5 สวนป่า โดยทำการวางแปลงขนาด 20 เมตร x 50 เมตร อย่างน้อยสวนป่าละ 3 แปลง ทำการจำแนกชนิด วัดต้นไม้ที่มีขนาดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 เซนติเมตร ผนวกกับสำรวจพรรณพืชที่มีการใช้ประโยชน์ทุกชนิดร่วมกับการสัมภาษณ์ชุมชนแบบกลุ่มที่มีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์พรรณพืชในสวนป่า

ผลการศึกษาในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของทั้ง 5 สวนป่ามีรายละเอียดดังนี้ สวนป่าแม่มาย และสวนป่าแม่เมาะ จ. ลำปาง เป็นสวนป่าที่มีสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ ที่มีไม้ไผ่ร่วมเป็นองค์ประกอบของป่า สวนป่าแม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ เป็นสวนป่าที่มี สังคมพืชป่าเต็งรัง สวนป่าขุนหาญ จ. ศรีสะเกษ เป็นสวนป่าที่มีสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้ง และสวนป่าพิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี เป็นสวนป่าที่มีสังคมพืชป่าเต็งรังรุ่นสอง ในด้านการใช้ประโยชน์พรรณพืชมีความแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิปัญญาท้องถิ่น ในการแบ่งการใช้ประโยชน์ 7 กลุ่ม พบพืชอาหารมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ไม้เชื้อเพลิง และก่อสร้าง พืชที่ใช้เป็นสมุนไพร ตามลำดับ ทั้งนี้การศึกษาข้อมูลพื้นฐานอาจนำไปสู่การประยุกต์การใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์ และการส่งเสริมการจัดการอนุรักษ์ในพื้นที่สวนป่าในอนาคต

คำสำคัญ: ความหลากชนิดพืช พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน ป่าอนุรักษ์ร้อยละ 5 องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

ABSTRAT

Study of basic information on forest plantation biodiversity under Forest Industry Organization (FIO) is essential for conservation and sustainable development of existing resources. This study aimed to collect plant data (plants diversity and utilization) in forest conservation area zones at five forest plantations. At least three sample plots of 20 m x 50 m, were established in the conservation forest area of each forest. All trees with diameter at breast height (DBH) of 1 cm and longer were studied. Girth of the trees were measured, and species of the tree were identified.

In addition, the information on all plant species and their uses were recorded, and focus groups were selected for an interview focusing on ethnobotanists.

The results of the study in the forest conservation area zones of the five forest plantations indicated that: 1) There was mixed deciduous forest with undergrowth bamboo in Mae Mai and Mae Mo forest plantations at Lam Phang Province; 2) There was deciduous dipterocarp forest in Mae Jam forest plantation at Chiang Mai Province; 3) Two major types of forest cover (mixed deciduous forest and dry evergreen forest) were indicated in Khun Han forest plantation at Si Sa Ket Province; and 4) Secondary deciduous dipterocarp forest was indicated in Piboon Mangsahan forest plantation at Ubon Ratchathani Province. Regarding the utilization of plant species, the results suggested various usage type of forest resources depending on different local wisdom. Seven categories of plant usage were categories. Among this usages for food of edible plant group was the most common, followed by usage for timber, usage for firewood and usage for herb. This study can be applied for conservation benefits and management of plant utilized species in the future of forest plantation areas.

Keywords: Plants diversity, Ethnobotany, 5 % of forest conservation areas at Forest Industry Organization

คำนำ

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีภารกิจหลักในการพัฒนาป่าเศรษฐกิจ การปลูกสร้างสวนป่า พัฒนาอุตสาหกรรมป่าไม้ เพื่อให้ผลผลิตที่ยั่งยืนควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเน้นส่งเสริมการพัฒนาชุมชนในท้องถิ่นด้านอุตสาหกรรมป่าไม้และบริการ การสร้างอาชีพให้กับประชาชน เพื่อสนองการดำเนินการตามภารกิจองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้จึงมีสวนป่ากระจายอยู่ทั่วทั้งภูมิภาคของประเทศ มีการปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจและสร้างสวนป่าอนุรักษ์มาอย่างยาวนาน ประกอบกับ อ.อ.ป. มีนโยบายส่งเสริมสวนป่าภายใต้การกำกับดูแลได้รับมาตรฐานการจัดการสวนป่าเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน (The Forest Stewardship Council, FSC) โดยกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อมในภาคของความยั่งยืนด้านชีววิทยา และความหลากหลายทางชีวภาพคือ การกำหนดพื้นที่ป่าธรรมชาติที่เรียกว่าป่าอนุรักษ์ในสวนป่าร้อยละ 5 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยอาจครอบคลุม พื้นที่สองฝั่งลำห้วย (Stream Bank) พื้นที่แนวเขตป้องกันรอบนอก (Buffer-zone) พื้นที่ที่มีการฟื้นตัวเป็นป่ากึ่งธรรมชาติ/ป่าธรรมชาติ (Semi-natural Forest) และพื้นที่ที่มีคุณค่าด้านการอนุรักษ์สูง (High Conservation Value Area) เช่น เป็นป่าที่สำคัญในด้านการรักษาพันธุกรรมของชนิดพืชจำเพาะเจาะจงบางชนิด (อ.อ.ป, 2561) ดังนั้นการศึกษาวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่อนุรักษ์ที่คงอยู่ของสวนป่าภายใต้การดูแลของ อ.อ.ป. โดยเฉพาะความหลากชนิดของพรรณพืช จึงมีความสำคัญและจำเป็นในสิ่งแรก เพื่อการต่อยอดการพัฒนาด้านการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ที่มีในพื้นที่สวนป่าเพื่อความยั่งยืน ในการอนุรักษ์ การใช้ประโยชน์ และการบริการด้านอื่น ๆ ต่อไป โครงการสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพภายใต้การดำเนินการของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้รับความไว้วางใจจาก อ.อ.ป. ในการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 เป็นต้นมา โดยปัจจุบันดำเนินการแล้วเสร็จแล้ว 4 พื้นที่สวนป่า ได้แก่ สวนป่าแม่มาย และสวนป่าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง สวนป่าแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และสวนป่าขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ และกำลังดำเนินการในสวนป่าพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี ในปี พ.ศ. 2562

อย่างไรก็ตามการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพที่กล่าวมาได้สำรวจครอบคลุมด้านพืช สัตว์ป่า แมลง และเห็ดรา ทั้งในสวนป่าที่เป็นป่าปลูกชนิดต่าง ๆ ของแต่ละสวน และพื้นที่อนุรักษ์ที่มีโครงสร้างและองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชดั้งเดิมในสวนป่านั้น ๆ การรายงานการวิจัยครั้งนี้ได้รายงานเฉพาะส่วนของความหลากชนิด และ

การใช้ประโยชน์ของพรรณพืช ในพื้นที่อนุรักษ์กึ่งธรรมชาติ และธรรมชาติในสวนป่าทั้ง 5 สวนภายใต้การสำรวจของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่นำเสนอสภาพความเป็นจริง สามารถนำไปเผยแพร่ให้กับสาธารณชนได้ เพื่อการพัฒนาระบบการจัดการปลูกสร้างสวนป่าที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ อันจะนำไปสู่การเป็นสวนป่าเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ศึกษา

สวนป่าทั้ง 5 สวนภายใต้การควบคุมดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ มีรายละเอียดดังนี้

1) สวนป่าแม่มาย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ตั้งอยู่พื้นที่ป่าสงวนแม่อาง-แม่จาง (Figure 1) มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 280-450 เมตร เริ่มต้นด้วยการปลูกสร้างสวนป่าสัก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2510 จนถึงปัจจุบัน

2) สวนป่าแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนป่าแม่แจ่ม (Figure 1) มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 500-750 เมตร เริ่มต้นด้วยการปลูกสร้างสวนป่าสัก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 จนถึงปัจจุบัน

3) สวนป่าแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ และอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ตั้งอยู่พื้นที่ป่าสงวนแม่อาง-แม่ยาง และป่าสงวนแห่งชาติแม่เมาะ (Figure 1) มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 300-350 เมตร เริ่มต้นด้วยการปลูกสร้างสวนป่าสัก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 จนถึงปัจจุบัน

4) สวนป่าขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติฝั่งขวาห้วยศาลา (Figure 1) มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 220-250 เมตร เริ่มต้นด้วยการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัสในปี พ.ศ. 2520 และเริ่มเปลี่ยนเป็นสวนป่ายางพาราตั้งแต่ปี 2547 จนถึงปัจจุบัน

5) สวนป่าพิบูลมังสาหาร อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าห้วยยอดมน (Figure 1) มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 160-200 เมตร เริ่มต้นด้วยการปลูกสวนป่ายูคาลิปตัส ปัจจุบันมีการรื้อเป็นสวนป่ายางพาราเกือบทั้งหมดหลงเหลือพื้นที่สวนป่ายูคาลิปตัสเพียงไม่กี่ไร่

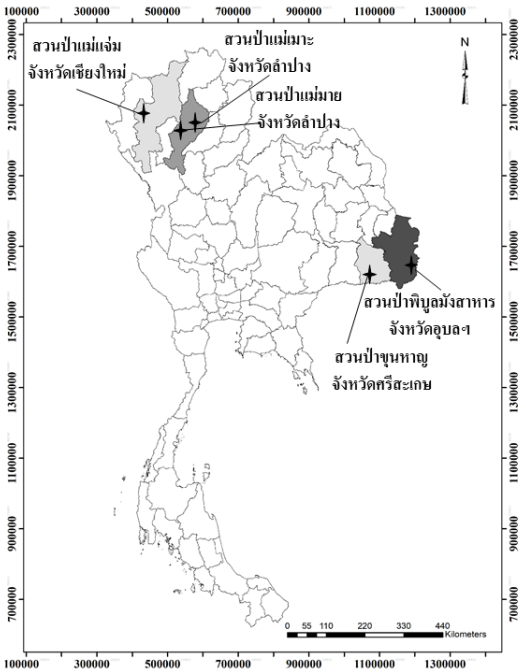


Figure 1 Study area of five plantations under Forest Industry Organization, Thailand.

2. การคัดเลือกแปลงตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

ทำการคัดเลือกพื้นที่ป่าที่มีการกันพื้นที่ป่าไม้ที่เป็นสังคมพืชดั้งเดิมของพื้นที่ ที่เรียกว่าป่าอนุรักษ์กึ่งธรรมชาติ หรือป่าธรรมชาติ ที่เป็นตัวแทนของสังคมพืชที่ปรากฏอยู่ในสวนป่าทั้ง 5 สวนป่า โดยการสุ่มสำรวจแบบเจาะจง (purposive sampling) ในรูปแบบการวางแปลงตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 20 เมตร x 50 เมตร (Figure 2) จำนวน 3 แปลงตัวอย่าง

ในแปลงตัวอย่างทำการแบ่งแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร ได้จำนวนทั้งสิ้น 10 แปลงย่อย ภายในแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร วางแปลงขนาด 4 เมตร x 4 เมตร และขนาด 1 เมตร x 1 เมตร (Figure 2) จำนวนอย่างละ 10 แปลง เพื่อทำการเก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดพรรณพืช

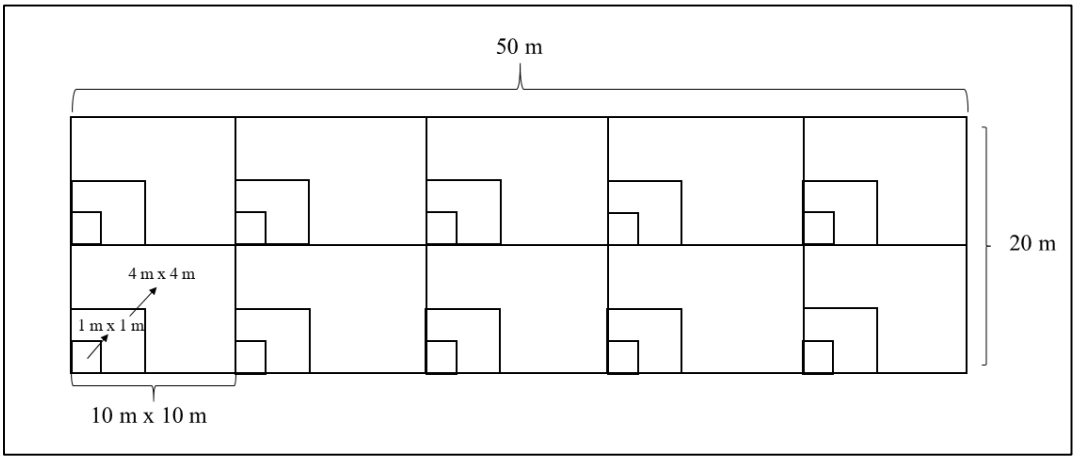


Figure 2 Temporary plot for forest structure and species composition survey.

3. การเก็บข้อมูล (data collection)

3.1 ทำการเก็บข้อมูลพรรณไม้ในแปลงขนาด 10 เมตร x 10 เมตร โดยทำการวัดไม้ต้น (tree) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at Breast Height; DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป พร้อมบันทึกหมายเลขต้น ชื่อไทย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยการจำแนกชนิดชื่อพรรณไม้ตามรูปแบบ เต็ม (2557)

3.2 ทำการเก็บข้อมูลไม้รุ่น (sapling) ในแปลงขนาด 4 เมตร x 4 เมตร โดยไม้รุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก ต่ำกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงตั้งแต่ 1.3 เมตรขึ้นไป พร้อมบันทึกหมายเลขต้น ชื่อไทย และขนาดวัดรอบ

3.3 ข้อมูลกล้าไม้ (seedling) และพรรณไม้พื้นล่าง (underground pant species) เก็บข้อมูลในแปลงขนาด 1 เมตร x 1 เมตร ทำการนับจำนวนกล้าไม้ต้น ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.3 เมตร พร้อมทำการจำแนกชนิดพรรณไม้ทั้งหมดที่พบในแปลงตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis)

4.1 การศึกษาโครงสร้าง และองค์ประกอบของพรรณไม้ คำนวณจากค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (importance value index; IVI) ของแต่ละพื้นที่ โดยนำผลรวมของค่าความสัมพัทธ์ต่าง ๆ ของชนิดพันธุ์ไม้นั้นในสังคมนั้น ๆ คือ ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density; RD) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency; RF) และค่าความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance; RDo) ตามสูตร ของ Whittaker, (1970) ดังนี้

$$IVI = RD+RDo+RF$$

4.2 วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากชนิด (Shannon-Wiener index of diversity) ตามสมการของ Shannon and Wiener (1965) ดังนี้

$$H = -\sum_{i=1}^{S} pi \ln pi$$

ในเมื่อ p_i = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพรรณไม้ชนิดที่ i ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมด (เมื่อ i = 1, 2, 3,... s)

s = จำนวนชนิดไม้ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

ln = ลอการิทึมฐานธรรมชาติ

4.3 วิเคราะห์ข้อมูลชนิดพรรณพืชและการใช้ประโยชน์พฤกษศาสตร์พื้นบ้านในแปลงสำรวจป่าอนุรักษ์ผนวกกับข้อมูลจากการเปิดเวทีชุมชนจากการรวบรวมผู้ใช้ประโยชน์พืชในสวนป่านั้น ๆ ในแต่ละด้าน ซึ่งอาจเรียกว่าจากนักพฤกษศาสตร์พื้นบ้านท้องถิ่น โดยการจัดประชุมสรุปงานด้านพืชหลังการเก็บข้อมูลสำเร็จ นำเสนอข้อมูลด้านพืชที่ได้จากการสำรวจให้ผู้มีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์ป่าข้างต้นได้แลกเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ กับผู้วิจัย โดยผนวกการกรอกแบบสอบถามการใช้ประโยชน์ ทั้ง 7 ประเภท และการสัมภาษณ์แลกเปลี่ยนกับผู้วิจัย เป็นต้น ทั้งนี้ในแต่ละสวนป่ากำหนดผู้ที่มาเข้าร่วมเปิดเวทีชุมชนมากกว่า 20 คนขึ้นไป เพื่อสรุปและจำแนกการใช้ประโยชน์พฤกษศาสตร์พื้นบ้านออกเป็น 7 กลุ่มตามรูปแบบของ เต็ม และวีรชัย (2534) และชูศรี (2534) กล่าวคือ (1) พืชอาหาร (Food/Edible Plants group) (2) พืชสมุนไพร (Herb plants group) (3) พืชเส้นใยและสีย้อม (Dying and Fiber plant group) (4) พืชที่ใช้ในพิธีกรรมทางศาสนา (Tradition group) (5) พืชมีพิษ (Poisonous group) (6) พืชที่ใช้เนื้อไม้และฟืน (Timber and Firewood group) (7) พืชที่ใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ และพืชอเนกประสงค์ (multipurpose group)

ผลการศึกษา

ความหลากชนิด และองค์ประกอบพรรณพืช (Plant species diversity and species composition)

การสำรวจพื้นที่ป่าอนุรักษ์ทั้งหมด 5 สวนป่าภายใต้การดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พบสังคมพืชทั้งหมด 3 สังคมพืช ดังนี้ สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous forest) เป็นสังคมพืชหลักที่พบในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 3 พื้นที่ ได้แก่ สวนป่าแม่มาย สวนป่าแม่เมาะ จ. ลำปาง และสวนป่าขุนหาญ จ. ศรีสะเกษ สังคมพืชป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) เป็นสังคมพืชหลักที่พบในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 2 พื้นที่ ได้แก่ สวนป่าแม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ และสวนป่าพิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี และสังคมป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) พบในป่าอนุรักษ์พื้นที่สวนป่าขุนหาญ จ. ศรีสะเกษ ถึงแม้ว่าในแต่ละสวนป่าที่กันพื้นที่ป่าธรรมชาติเพื่อการอนุรักษ์จะพบสังคมพืชที่มีลักษณะเดียวกัน แต่ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบมีความแตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละสวนดังต่อไปนี้

1) สวนป่าแม่มาย จ. ลำปาง พื้นที่ป่าอนุรักษ์พบสังคมพืชป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สักขึ้นตามธรรมชาติ และมีไม้ไผ่ เช่น ไผ่บง และไผ่ข้าวหลามร่วมเป็นโครงสร้างของป่า โดยการสำรวจพบชนิดไม้ต้น (tree) ทั้งหมด 25 ชนิด 24 สกุล 18 วงศ์ ซึ่งวงศ์เด่น 5 วงศ์แรกจากค่าพื้นที่หน้าตัด (basal area) รวม คือ วงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์สัก (Lamiaceae) วงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) วงศ์ปอ (Malvaceae) และวงศ์สมอ (Combretaceae) ตามลำดับ การพิจารณาชนิดไม้ต้นเด่นจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) อ้อยช้าง (*Lannea coromandelica*) แดง (*Xylia xylocarpa* var. *kerrii*) และกางขี้มอด (*Albizia odoratissima*) โดยมีค่าเท่ากับ 114.14, 51.42, 16.84, 16.10 และ 9.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความหลากชนิดเท่ากับ 2.72

2) สวนป่าแม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ พื้นที่ป่าอนุรักษ์พบสังคมพืชป่าเต็งรังที่มีหินโผล่ ซึ่งไม่สามารถปลูกสร้างสวนป่าได้ โดยการสำรวจพบชนิดไม้ต้น (tree) ทั้งหมด 13 ชนิด 11 สกุล 8 วงศ์ ซึ่งวงศ์เด่น 5 วงศ์แรกจากค่าพื้นที่หน้าตัด (basal area) รวม คือ วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์สมอ (Combretaceae) วงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) และวงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) และ ตามลำดับ การพิจารณาชนิดไม้ต้นเด่นจากค่า

ดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก ได้แก่ รัง (*Shorea siamensis*) เต็ง (*Shorea obtusa*) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) รกฟ้า (*Terminalia alata*) และสมอไทย (*Terminalia chebula*) โดยมีค่าเท่ากับ 76.25, 63.85, 48.13, 48.09 และ 21.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความหลากชนิดเท่ากับ 2.02

3) สวนป่าแม่เมาะ จ. ลำปาง พื้นที่ป่าอนุรักษ์พบสังคมพืชป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สักตามธรรมชาติ โดยเป็นป่าเขาหินปูน ผสมกับไผ่ไร่ (*Gigantochloa albociliata*) ไผ่ข้าวหลาม (*Cephalostachyum pergracile*) ร่วมเป็นองค์ประกอบสังคมพืช โดยการสำรวจพบชนิดไม้ต้น (tree) ทั้งหมด 25 ชนิด 22 สกุล 12 วงศ์ ซึ่งวงศ์เด่น 5 วงศ์แรกจากค่าพื้นที่หน้าตัด (basal area) รวม คือ วงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์สัก (Lamiaceae) วงศ์สมอ (Combretaceae) วงศ์โมก (Apocynaceae) และวงศ์เข็ม (Rubiaceae) ตามลำดับ การพิจารณาชนิดไม้ต้นเด่นจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) รกฟ้า (*Terminalia alata*) เก็ดขาว (*Dalbergia ovata* var. *glomeriflora*) แดง (*Xylia xylocarpa* var. *kerrii*) และแคบิด (*Fernandoa adenophylla*) โดยมีค่าเท่ากับ 37.65, 36.77, 30.29, 24.73 และ 17.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความหลากชนิดเท่ากับ 2.84

4) สวนป่าขุนหาญ จ. ศรีสะเกษ พื้นที่ป่าอนุรักษ์พบสังคมพืช 2 ชนิด คือป่าผสมผลัดใบที่มีไม้พะยูง ตามธรรมชาติ และป่าดิบแล้งที่มียางนาตามธรรมชาติ ซึ่งทั้งสองสังคมพืชมียูคาลิปตัสที่เป็นพันธุ์ไม้ปลูกเดิม ปลูกแทรกอยู่ในพื้นที่ พื้นที่ป่าดิบแล้งพบชนิดไม้ต้น (tree) ทั้งหมด 24 ชนิด 23 สกุล 17 วงศ์ ซึ่งวงศ์เด่น 5 วงศ์แรกจากค่าพื้นที่หน้าตัด (basal area) รวม คือ วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์ยูคา-หว้า (Myrtaceae) วงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์โมก (Apocynaceae) และวงศ์มะเกลือ (Ebenaceae) และ ตามลำดับ การพิจารณาชนิดไม้ต้นเด่นจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก ได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) และแคหัวหมู (*Markhamia stipulata* var. *stipulata*) โดยมีค่าเท่ากับ 54.14, 34.27, 32.50, 28.85 และ 25.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความหลากชนิดเท่ากับ 2.75 และพื้นที่ป่าผสมผลัดใบพบชนิดไม้ต้น (tree) ทั้งหมด 18 ชนิด 15 สกุล 10 วงศ์ ซึ่งวงศ์เด่น 5 วงศ์แรกจากค่าพื้นที่หน้าตัด (basal area) รวม คือ วงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์ยูคา-หว้า (Myrtaceae) วงศ์โมก (Apocynaceae) วงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) และวงศ์แค (Bignoniaceae) ตามลำดับ การพิจารณาชนิดไม้ต้นเด่นจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก ได้แก่ ขะเจ๊าะ (*Millettia leucantha*) โมกมัน (*Wrightia arborea*) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) โมกหลวง (*Holarrhena pubescens*) และประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) โดยมีค่าเท่ากับ 74.43, 46.77, 33.64, 25.01 และ 24.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความหลากชนิดเท่ากับ 2.35

5) สวนป่าพิบูลมังสาหาร จ. อุบลราชธานี พื้นที่ป่าอนุรักษ์พบสังคมพืชป่าเต็งรังรุ่นสอง (secondary deciduous dipterocarp forest) โดยการสำรวจพบชนิดไม้ต้น (tree) ทั้งหมด 17 ชนิด 17 สกุล 16 วงศ์ ซึ่งวงศ์เด่น 5 วงศ์แรกจากค่าพื้นที่หน้าตัด (basal area) รวม คือ วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์มะพอก (Chrysobalanaceae) วงศ์ก่อ (Fagaceae) วงศ์ติ้ว (Hypericaceae) และวงศ์เข็ม (Rubiaceae) การพิจารณาชนิดไม้ต้นเด่นจากค่าดัชนีความสำคัญ 5 ชนิดแรก ได้แก่ พะยอม (*Shorea roxburghii*) ก่อหมู (*Lithocarpus elegans*) มะพอก (*Parinari anamensis*) สารภีป่า (*Anneslea fragrans*) และหนามเค็ด (*Catunaregam spathulifolia*) โดยมีค่าเท่ากับ 133.36, 24.71, 22.02, 21.13 และ 15.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความหลากชนิดเท่ากับ 2.07

จากการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณพืช ในแต่ละสังคมพืชของสวนป่าทั้ง 5 สวนข้างต้นพบว่าลักษณะองค์ประกอบของพรรณไม้มีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค เช่น สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ ในพื้นที่ภาคเหนือส่วนใหญ่มักมีไม้สักเป็นไม้เด่นตามธรรมชาติ ผสมกับไม้ไผ่ที่ร่วมเป็นไม้โครงสร้าง และพืชพื้นล่างของป่าผสมผลัดใบโดยเฉพาะภาคเหนือของประเทศไทย (ธวัชชัย, 2555) สอดคล้องกับการศึกษาในสวนป่าแม่มาย และแม่เมาะ ซึ่งเป็นพื้นที่แหล่งพันธุกรรมตามธรรมชาติของไม้สัก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาสังคมพืชป่าเต็งรังภาคเหนือตอนบนคือสวนป่าแม่แจ่ม และภาคอีสานตอนใต้ คือ สวนป่าพิบูลมังสาหาร พบว่า องค์ประกอบของพรรณไม้นั้นค่อนข้างแตกต่างกัน และประกอบกับสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกันด้วย เช่น พื้นที่ป่าเต็งรังสวนป่าแม่แจ่มเป็นป่าเต็งรังระดับสูงมีลานหินโผล่มาก เป็นดินลูกรัง มีกลุ่มหญ้าชนิดต่าง ๆ ร่วมเป็นไม้พื้นล่าง ส่วนสวนป่าพิบูลฯ มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบ

คุณสมบัติของดินเป็นทรายจัด ปริมาณหินโผล่ไม่มาก กลุ่มพืชพื้นล่างเป็นพืชวงศ์ขิง-ข่า (Zingiberaceae) และไผ่เพ็ก (*Vietnamosasa pusilla*)

เมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของแต่ละพื้นที่ (DBH>1 cm) พบว่า การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติเป็นไปในรูปแบบปกติในรูปแบบ L-shape หรือแบบชี้กำลังเชิงลบ (Negative exponential growth form) (Figure 3 (A-D)) เกือบทุกสวนยกเว้นพื้นที่ป่าในสวนป่าแม่แจ่ม การกระจายในรูปแบบดังกล่าวถือได้ว่ามีต้นไม้ขนาดเล็กพร้อมที่เจริญทดแทนต้นไม้ขนาดใหญ่ที่อาจล้มตายไปในอนาคต (Mohandass and Davidar, 2009) อย่างไรก็ตามในกรณีสวนป่าขุนหาญที่ป่าธรรมชาติเป็นพื้นที่ป่าฟื้นฟูโดยยูคาลิปตัสเดิม หรือมีการปลูกแทรกในอดีต หากมีการใช้ระบบวนวัฒน์เข้าไปจัดการตัดออกอาจจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเปิดโอกาสให้โครงสร้างองค์ประกอบของพรรณไม้เข้าใกล้ป่าธรรมชาติยิ่งขึ้น ในกรณียูคาลิปตัส จากรายงานเรื่องการฟื้นฟูป่าไม้ที่มีการถูกทำลายและระบบนิเวศค่อนข้างไม่ดี เช่น คุณสมบัติของดิน และความแล้งของฝน ยูคาลิปตัสก็เป็นพันธุ์ไม้หนึ่งที่ช่วยย่นระยะเวลาในการทดแทนของป่าไม้ในระบบนิเวศดังกล่าวได้ดี (วีระศักดิ์, 2546; ไกรสิทธิ์, 2555) ในส่วนของสวนป่าแม่แจ่ม (Figure 3 (E)) ป่าธรรมชาติเป็นสังคมพืชป่าเต็งรังที่ค่อนข้างแคระแกร็น พื้นที่หินโผล่มาก ภาพการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติจึงออกมาแบบไม่ปกติ (Polynomials distribution) ซึ่งหากมีการรบกวนอย่างต่อเนื่องผนวกกับปัจจัยแวดล้อมตามธรรมชาติมีความกดดันการสืบต่อพันธุ์อยู่แล้ว อาจทำให้พื้นที่ป่าเต็งรังนี้มีการทดแทนตามธรรมชาติไม่ดีได้ในอนาคต

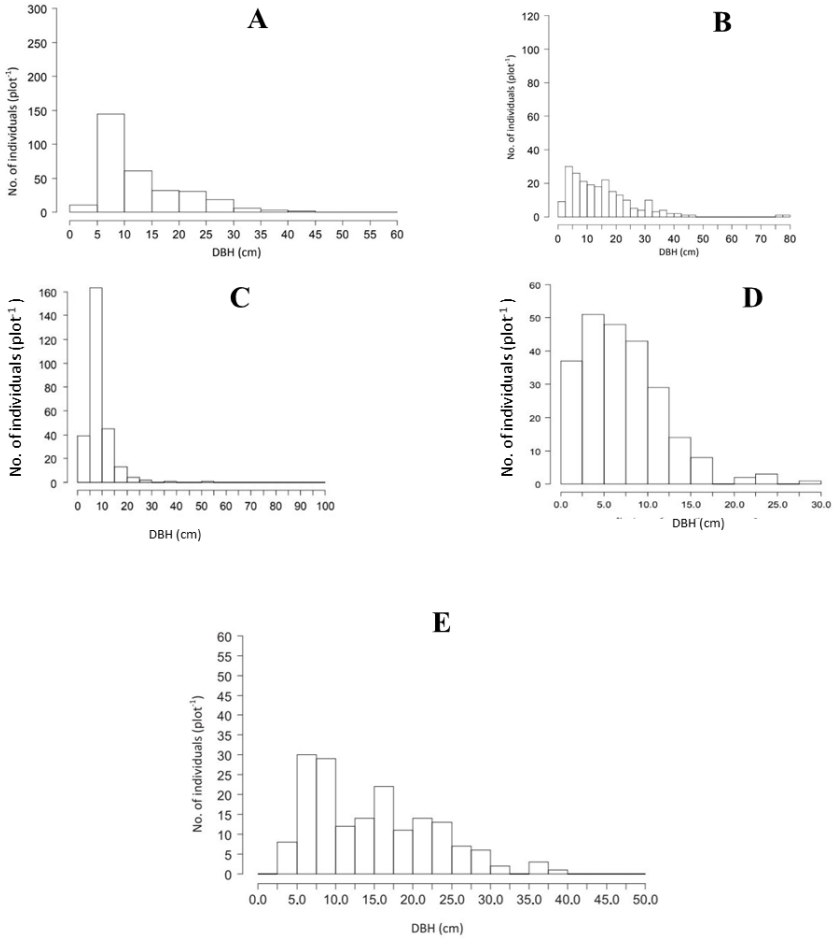


Figure 3 The DBH class distribution of conservation forest; A = Mae Mai forest plantation, B = Mae Mo forest plantation, C = Khun Han forest plantation, D = Piboon Mungsahan forest plantation and E = Mae Jam forest plantation.

การใช้ประโยชน์พรรณพืช (Plants utilization)

การใช้ประโยชน์พรรณพืชโดยการนำข้อมูลจากการสำรวจมาทำการสัมภาษณ์ชุมชนละแวกสวนป่าที่มีการใช้ประโยชน์ ซึ่งสามารถรวบรวมได้ดังต่อไปนี้ การใช้ประโยชน์พืชทั้ง 5 สวนป่ามีการใช้ประโยชน์หลากหลายแตกต่างกันไป โดยสวนป่าขุนหาญมีการใช้ประโยชน์พรรณพืชมากที่สุด 83 ชนิด รองลงมาได้แก่ สวนป่าแม่แจ่ม 55 ชนิด สวนป่าแม่เมาะ 51 ชนิด สวนป่าแม่มาย 50 ชนิด และสวนป่าพิบูลมังสาหารที่กำลังดำเนินการสำรวจขั้นต้นประมาณ 40 ชนิด (Table 1) โดยทำการแยกรูปแบบการใช้ประโยชน์ตามลักษณะพฤกษศาสตร์พื้นบ้านดังต่อไปนี้

กลุ่มการใช้ประโยชน์ด้านไม้ฟืน ไม้โครงสร้าง (Timber and Firewood group) มีการใช้ประโยชน์มากที่สุด เช่น สวนป่าแม่แจ่ม มีการตั้งวิสาหกิจชุมชนเกี่ยวกับการใช้เศษไม้ปลายไม้ที่เหลือจากสวนป่า เช่น ไม้สัก แดง หรือไม้ชนิดอื่น ๆ ทำเฟอนิเจอร์เพื่อเป็นรายได้เสริม และรายได้หลักจากครอบครัว สอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ด้านไม้ฟืนหรือเผาถ่านจากเศษไม้ปลายไม้ หรือไม้ที่มีคุณภาพในการเผาถ่านจากภูมิปัญญาพื้นบ้าน เช่น ติ้วเกลี้ยง ติ้วขน และน้ำเกลี้ยง ในพื้นที่สวนป่าแม่มาย และแม่เมาะ จ. ลำปาง เป็นต้น

กลุ่มพืชอาหาร (Food/Edible Plants group) มีการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย เช่น ในกลุ่มของผลไม้ป่าจะมีการเก็บหาแตกต่างกันไปตามฤดูกาล เช่น เม่าไข่ปลา ลำดวน ในช่วงต้นฤดูฝนของพื้นที่สวนป่าขุนหาญ และสวนป่าพิบูลมังสาหาร มะกอกป่า ตะคร้อ ในช่วงฤดูแล้ง ในสวนป่าแม่เมาะ และแม่มาย ส่วนผักแกล้ม ผักกินยอด หรือพืชผักที่ประกอบอาหาร บางสวนป่ามีการใช้ประโยชน์อย่างเข้มข้น เช่น สวนป่าแม่แจ่ม ที่มีฤดูการหาผักหวานป่า สวนป่าขุนหาญมีการใช้ประโยชน์ มันเสา หรือมันเทียน ที่ขึ้นเองตามพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในสวนป่าอย่างเข้มข้น ในช่วงฤดูฝนมีการเข้าไปขุดหัวมันเพื่อขาย และแปรรูป ในส่วนของหน่อไม้ไผ่ไร่ ไผ่บงดำ ที่มีฤดูกาลเก็บหาเพื่อขายสด และอุตสาหกรรมหน่อไม้ดอง และหน่อไม้ปี๊บ ในพื้นที่สวนป่าแม่เมาะ เป็นต้น

กลุ่มพืชสมุนไพร (Herb group) ส่วนใหญ่มักเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น ตามความเชื่อว่าพรรณไม้ต่าง ๆ มีคุณสมบัติในการเป็นสมุนไพรด้านต่าง ๆ เช่น สวนป่าขุนหาญ และแม่เมาะ ที่มีการใช้โด่ไม่รู้ล้ม ในการดองร่วมกับสุรา เพื่อเป็นยาชูกำลัง สวนป่าพิบูลฯ ที่มีการใช้รากของปลาไหลเผือก และลำต้นหัสคุณ ในการเข้ายาสูตรต่าง ๆ ผลของปอบิด สมอพิเภก สมอไทย มะขามป้อม ลำต้นของหญ้ายายเภา ร่วมกันในการเข้าสูตรยาต่าง ๆ ซึ่งสมุนไพรทั้งหมด ที่สำรวจพบยังไม่มีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรในแต่ละชุมชนสวนป่า ส่วนใหญ่ใช้ความจำสืบทอดกันมาเป็นต้น

กลุ่มพืชให้สีย้อม เส้นใย (Dying and Fiber plant group) ในด้านสีย้อมที่ได้จากพรรณพืชในสวนป่าส่วนมากพบพืชในวงศ์มะเกลือ (Ebenaceae) เช่น ในสวนป่าแม่เมาะ มีการนำผลของตะโกนา ถ่านไฟผี ย้อมผ้า สวนป่าขุนหาญมีการใช้ผลมะเกลือ มะเกลือกา ในการย้อมแห และตาข่ายดักปลา ในส่วนของพืชเส้นใยปัจจุบันไม่มีการใช้ประโยชน์แต่จากคำบอกเล่าอดีตสามารถใช้พืชวงศ์ปอ (Malvaceae) โดยใช้เปลือกลอกฟั่นเป็นเชือกมัดของป่าฟืน ออกจากป่า เช่น ปอขาว ในสวนป่าแม่แจ่ม จิ้วป่า ในสวนป่าขุนหาญ เป็นต้น

กลุ่มพืชมีพิษ (Poisonous plant group) พบ 2 ชนิดจากการบอกเล่าของชาวบ้านในสวนป่าแม่แจ่มที่ใช้ประโยชน์คือ เมล็ดของแสลงใจ ที่หากรับประทานเข้าไปอาจเกิดอาการท้องเสียรุนแรง และหมามุ่ยที่ทำให้เกิดผื่นคัน

กลุ่มพืชพิธีกรรม (Tradition group) มีการใช้ประโยชน์ต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น กลุ่มพรรณพืชที่ให้ดอกสวยงามมักใช้ประกอบไหว้พระ หรือไหว้ผีในงานต่าง ๆ เช่น ดอกโมกหลวง คำมอกหลวง ลำต้นหรือไม้ของตะคร้อ โมกมัน โมกหลวง ที่มีลักษณะเบา มักใช้ในการทำไม้สรี ค้ำโพธิ์ที่วัด ใช้ประโยชน์ในสวนป่าแม่เมาะ ว่านสากเหล็ก ที่มีการใช้ร่วมพิธีกรรมของชาวบ้านกลุ่มชาติพันธุ์ในสวนป่าแม่แจ่ม เป็นต้น

กลุ่มพืชอเนกประสงค์ (multipurpose group) ส่วนใหญ่เป็นพืชพรรณที่สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างเช่น กลุ่มของไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ ในสวนป่าแม่เมาะ และแม่มาย ที่ใช้ในอุตสาหกรรมจักสาน อุตสาหกรรมไม้จิ้มฟัน และหน่อกินได้ กล้วยผาที่พบในสวนป่าแม่แจ่ม ที่ใช้เป็นทั้งพืชอาหาร และอาหารสัตว์ เป็นต้น

การศึกษาการใช้ประโยชน์พรรณพืช ทั้ง 5 สวนป่าอาจจะไม่สามารถอธิบายได้ทุกชนิดตัวอย่างอื่น ๆ ที่จัดแบ่งตามรูปแบบการใช้ประโยชน์แสดงใน Table 1 ซึ่งการใช้ประโยชน์ของทุกสวนป่ายังไม่ส่งผลกระทบต่อ

โครงสร้างและทำให้พื้นที่ป่านั้นเสื่อมโทรม แต่ชาวบ้านรอบสวนป่ายังเคารพกฎระเบียบในแต่ละสวนป่าที่มีแนวทางปฏิบัตินั้น ๆ อยู่ เช่น สวนป่าขุนหาญ ที่อนุญาตให้ใช้ไม้ล้มหมอนนอนไพร หรือไม้ยืนต้นตายในสวนป่าในพิธีกรรมเผาศพ และสวนป่าแม่แจ่ม สวนป่าแม่เมาะ ที่อนุญาตให้ใช้ตอไม้เศษไม้จากการทำไม้ได้ อย่างไรก็ตามข้อมูลนี้อาจเป็นข้อมูลต่อยอดในการวิจัยศึกษาเชิงลึกขึ้นในด้านต่าง ๆ ในอนาคต

Table 1 Plants utilization of 5 forest plantations area.

Utilization types	Thai name
Timber, firewood	สัก (*Tectona grandis*)[1,2,3] เต็ง(*Shorea obtusa*)[2] รัง (*Shorea siamensis*)[2] ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*)[1,2,3,4] แดง (*Xylia xylocarpa*)[1,2,3] ยางนา (*Dipterocarpus alatus*)[4] ติ้วเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense*)[1,2,5] ติ้วขน (*Cratoxylum formosum*)[1,3] รักใหญ่ (*Gluta usitata*)[2,3] รักน้อย (*Gluta* sp.)[1,2,3] รกฟ้า (*Terminalia alata*)[2,3,4] มะค่าแต้ (*Sindora siamensis*)[4,5] สมอไทย (*Terminalia chebula*)[1,2,3,4] เหลง (*Dialium cochinchinense*)[4] พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*)[4] พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*)[2] เหมือดโลด (*Aporosa villosa*)[1,2,3,4,5] พะยอม (*Shorea roxburghii*)[4,5]
Herb group	ปลาไหลเผือก (*Phyllanthus acutissimus*)[4,5] ย่านาง (*Tiliacora triandra*)[4,5] ปอบิด (*Helicteres isora*)[3] หัสคุณ (*Clausena excavata*)[4] ส้มกบ (*Hymenodictyon orixense*)[2] ส้มกุ้ง (*Ardisia amherstiana*)[4] ช้าเลือด (*Caesalpinia mimosoides*)[1,2,3] ขางหัวหมู (*Miliusa velutina*)[1] สมอพิเภก (*Terminalia bellirica*)[1,2,3] สมอไทย (*Terminalia chebula*)[2,3,4] เปล้าหลวง (*Croton persimilis*)[1,2,3] โด่ไม่รู้ล้ม (*Elephantopus scaber*)[4] ฝาง (*Caesalpinia sappan*)[2] หญ้ายายเภา (*Lygodium flexuosum*)[1,3] คนทา (*Harrisonia perforata*)[3]
Food/Edible plants group	ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*)[1,2,3] หว้าขี้แพะ (*Syzygium cumini*)[4,5] ชะมวง (*Garcinia cowa*)[4,5] จิกนา (*Barringtonia acutangula*)[1,2,3,4,5] เม็ก (*Syzygium antisepticum*)[5] ข่าป่า (*Alpinia* sp.)[1,2,3] เปราะหอม (*Kaempferia* sp.)[1,2,3,5] มันเทียน (*Dioscorea alata*)[4,5] มะกอกป่า (*Spondias pinnata*)[1,2,3,4] บุกอีรอก (*Pseudodracontium lacourii*)[1,2,3,4] เม่าไข่ปลา (*Antidesma ghaesembilla*)[2,3] ตะขบป่า (*Flacourtia indica*)[2,3,4] ช้าเลือด (*Caesalpinia mimosoides*)[1,2,3] เสี้ยวป่า (*Bauhinia saccocalyx*)[1,2,3] พฤกษ์ (*Albizia lebbeck*)[3] กลอยขาว (*Dioscorea hispida*)[2] เพกา (*Oroxylum indicum*)[1,2,3] แคบิด (*Fernandoa adenophylla*)[1,2,3,4,5] พีพวนน้อย (*Uvaria cherrevensis*)[2,3,4] ไกรทอง (*Erythroxylum* sp.)[4,5] มะเดื่อปล้อง (*Ficus hispida*)[3,4] หมากยาง (*Willughbeia edulis*)[4] มะตูม (*Aegle marmelos*)[2] พ่อค้าตีเมีย (*Selaginella argentea*)[3] กระเจียวขาว (*Curcuma* sp.)[3] ดอกดินแดง (*Aeginetia indica*)[3] สลิด (*Telosma cordata*)[2,3]
Tradition group	โมกหลวง (*Holarrhena pubescens*)[3] โมกมัน (*Wrightia arborea*)[3] คำมอกหลวง (*Gardenia sootepensis*)[2,3] ว่านจูงนาง (*Geodorum* sp.)[3] มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*)[2,4] ส้มป่อย (*Acacia concinna*)[1,2,3] ว่านสากเหล็ก (*Molineria latifolia*)[2]
Dying and Fiber plant group	ตะโกนา (*Diospyros rhodocalyx*)[3] ถ่านไฟผี (*Diospyros montana*)[3] มะเกลือ(*Diospyros mollis*)[4] มะเกลือกา (*Diospyros gracilis*)[4] มะหาด (*Artocarpus lacucha*)[3,4] ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*)[2,3,4] ปอขาว (*Sterculia pexa*)[2] จิ้วป่าดอกแดง (*Bombax insigne*)[2,3,4]

Table 1 (Continued)

Utilization types	Thai name
Poisonous plant group	แสลงใจ (*Strychnos nux-vomica*)[2] หมามุ่ย (*Mucuna gigantea*)[3,4]
Multipurpose group	ไผ่บงดำ (*Bambusa tulda*)[1,3] ไผ่ไร่ (*Gigantochloa albociliata*)[1,3] ไผ่ข้าวหลาม (*Cephalostachyum pergracile*)[3] ย่านาง (*Tiliacora triandra*)[4,5] หญ้าคา (*Imperata cylindrica*)[2,3] งิ้วป่าดอกแดง (*Bombax insigne*)[1,2,3] กล้วยผา (*Ensete superbum*)[3]

หมายเหตุ: [1]สวนป่าแม่มาย [2]สวนป่าแม่แจ่ม [3]สวนป่าแม่เมาะ [4]สวนป่าขุนหาญ [5]สวนป่าพิบูลมังสาหาร

สรุป

สวนป่าภายใต้การดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ทั้ง 5 สวน พบสังคมพืชในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ต่างกัน กล่าวคือ พื้นที่สวนป่าแม่มาย และสวนป่าแม่เมาะ จ. ลำปาง พบสังคมพืชป่าผสมผลัดใบที่มีไม้สักขึ้นตามธรรมชาติ และกลุ่มไม้ไผ่ร่วมเป็นองค์ประกอบของสังคมพืช สวนป่าขุนหาญ จ. ศรีสะเกษ พบ 2 สังคมพืช คือสังคมพืชป่าผสมผลัดใบที่มีพะยูงขึ้นตามธรรมชาติ และสังคมพืชป่าดิบแล้งที่มียางนาเป็นชนิดไม้ต้นเด่น สวนป่าแม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ พบสังคมพืชป่าเต็งรัง และสวนป่าพิบูลมังสาหาร พบสังคมพืชป่าเต็งรังรุ่นสอง อย่างไรก็ตามในด้านการใช้ประโยชน์พรรณพืชมีความแตกต่างกันไปตามภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยมีการใช้ประโยชน์ด้านพืชอาหารมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ไม้โครงสร้าง ไม้ฟืน และพืชสมุนไพร ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสำรวจ และจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของสวนป่า ภายใต้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ไกรสิทธิ์ พาณิชย์สวย. 2555. **การเข้ายึดครองของพันธุ์ไม้ดั้งเดิมตามธรรมชาติ ภายหลังการฟื้นฟูบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูศรี ไตรสนธิ. 2534. การศึกษาและวิจัยพฤกษศาสตร์พื้นบ้านในประเทศไทย. *ใน* **รายงานการสัมมนาระดับประเทศ เรื่องพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน**. หอสมุดแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. (เอกสารอัดสำเนา)

เต็ม สมิตินันท์ และวีระชัย ณ นคร. 2534. พฤกษศาสตร์. *ใน* **รายงานการสัมมนาระดับประเทศ เรื่องพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน**. หอสมุดแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. (เอกสารอัดสำเนา)

เต็ม สมิตินันท์. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไข พ.ศ. 2557**. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ธวัยชัย สันติสุข. 2555. **ป่าของประเทศไทย**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ เนียมรัตน์. 2546. **การตั้งตัวของกล้าไม้ถาวรในสวนป่ายูคาลิปตัส และพื้นที่เปิดโล่ง บริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.). 2561. **นโยบายการจัดการสวนป่าเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้**. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. (เอกสารอัดสำเนา)

Mohandass, D. and P. Davidar. 2009. Floristic structure and diversity of a tropical montane evergreen forest (shola) of the Nilgiri Mountains, southern India. **Tropical Ecology** 50(2); 219-229.

Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. **The mathematical Theory of Communication.** University of Illinois Press, Urbana.

Whittaker, R. H. 1975. **Communities and Ecosystem**. Second eds. McMil Publicaion, New York, USA.

สถานภาพความหลากหลายของพรรณไม้และการใช้ประโยชน์ในป่าเมี่ยง กรณีศึกษาบ้านแม่แมะ ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

Species Diversity and Utilization of Miang (*Camellia sinensis*) Forest: A Case Study of Mae Mhae Village, Mae Na Sub-district, Chiang Dao District, Chiang Mai Province

ณัฐวุฒิ ไขแจ้ง[1] **วิชญ์ภาส สังพาลี**[1*] เนตรนภา อินสลุด[1] จุฑามาศ อาจนาเสียว[1]
สุธีระ เหิมฮึก[1] และ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง[2]
Nattawut Khaijang[1] **Witchaphart Sungpalee**[1*] Nednapa Insalud[1] Chuthamat Atnaseo [1]
Sutheera Hermhuk[1] and Kriangsak Sri-ngernyuang[2]
[1] คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
[1]Faculty of Agricultural Production, Maejo University
[2] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้
[2]Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University
*Corresponding Author; E-mail: **sci.ocu@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ และการใช้ประโยชน์จากพรรณไม้ในป่าเมี่ยง บ้านแม่แมะ ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยดำเนินการวางแปลงชั่วคราว ขนาด 20 เมตร x 50 เมตร จำนวน 20 แปลงตัวอย่างทำการวัดและบันทึกขนาดเส้นรอบวงเพียงอก (GBH) ของพรรณไม้ทุกชนิดตั้งแต่ 3.1 เซนติเมตร จำแนกชนิดพันธุ์ไม้ สัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายและค้นคว้าจากเอกสารเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ในป่าเมี่ยง ผลการศึกษาพบว่ามีชนิดพรรณไม้ทั้งหมด 35 วงศ์ 59 สกุล 70 ชนิด และเมื่อจำแนกรูปแบบการจัดการออกเป็น 4 รูปแบบ พบว่าพื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างมากกว่า 10 ปี พบชนิดพรรณไม้ 27 วงศ์ 41 สกุล 43 ชนิด พบชนิดพรรณลูกไม้ 9 วงศ์ 9 สกุล 15 ชนิด พบชนิดพรรณกล้าไม้ 14 วงศ์ 15 สกุล 15 ชนิด พื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างน้อยกว่า 10 ปี พบชนิดพรรณไม้ 26 วงศ์ 36 สกุล 40 ชนิด พบชนิดพรรณลูกไม้ 10 วงศ์ 10 สกุล 11 ชนิด ชนิดพรรณกล้าไม้พบ 24 วงศ์ 33 สกุล 34 ชนิด พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิตเมี่ยงพบชนิดพรรณไม้ 22 วงศ์ 29 สกุล 31 ชนิด ไม่พบชนิดพรรณลูกไม้ พบชนิดพรรณกล้าไม้ 15 วงศ์ 18 สกุล 20 ชนิด และ พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ปรับเปลี่ยนเป็นชา พบชนิดพรรณไม้ 17 วงศ์ 22 สกุล 26 ชนิด ไม่พบชนิดพรรณลูกไม้ พบชนิดพรรณกล้าไม้ 17 วงศ์ 18 สกุล 19 ชนิด ในส่วนของการใช้ประโยชน์จากชนิดพรรณไม้ในป่าเมี่ยงแบ่งได้เป็นไม้ที่เป็นอาหาร 8 ชนิด ไม้พลังงานหรือฟืน 31 ชนิด ไม้ที่ใช้เนื้อไม้ 45 ชนิด ไม้สมุนไพร 11 ชนิด และไม้ที่เกี่ยวกับพิธีกรรมความเชื่อ 9 ชนิด ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำวนเกษตรแบบป่าเมี่ยงนั้นเป็นการสร้างรายได้และยังคงไว้ซึ่งการอนุรักษ์ความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ในพื้นที่

คำสำคัญ: ความหลากหลายของพรรณไม้ ป่าเมี่ยง วนเกษตร

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate species diversity and utilization of plant species in Miang forest located at Mae Mhae Village, Mae Na Sub-district, Chiang Dao District, Chiang Mai Province. It was found that within 20 of 30 x 50 m sampling plots, there were 70 species of plants in 35 families and 59 genera. The studied areas were classified into 4 groups, namely, area abandoned for over 10 years, area abandoned for less than 10 years, active forest area, and forest converted to tea plantation area. It was found that within the area where Miang forest was

abandoned for over 10 years, there were 43 species of plants in 27 families and 41 genera, 15 species of saplings in 9 families and 9 genera; and 15 species of seedlings in 14 families and 15 genera. For the area where Miang forest was abandoned for less than 10 years, there were 40 species of plants in 26 families and 36 genera; 11 species of sapling in 10 families and 10 genera; and 34 species of seedlings in 24 families and 33 genera. In the active Miang forest, there were 31 species of plants in 22 families and 29 genera; no saplings; and 34 species of seedlings in 24 families and 33 genera. For the areas where Miang forest were converted to tea plantation, there were 26 species of plants in 17 families and 22 genera; no saplings; and 19 species of seedlings in 17 families and 18 genera. Regarding the utilization of plant within the Miang forest, it was found that 8 species were used as food, 31 species were used as fuel wood, 45 species were used as timber, 11 species were used as medicinal plants, and 9 species were used as ceremonial plants. The results suggested that Miang agroforestry can provide incomes to the community while conserve of plant species diversity.

Keywords: Species Diversity, Miang (*Camellia sinensis*) Forest, Agroforestry

คำนำ

เมี่ยง เป็นส่วนหนึ่งของวิถีชีวิตวัฒนธรรมการบริโภคและเป็นรากฐานของความสัมพันธ์ทางสังคมที่อยู่คู่กับวิถีชีวิตชาวล้านนามาเป็นเวลายาวนาน สายลม และคณะ (2551) อธิบายว่า ใบชาที่นำมาทำเป็นเมี่ยงคือ ชาเมี่ยง (ชาป่า) หรือ ชาอัสสัม (*Camellia sinensis* var. *assamica*) มีแหล่งกำเนิดมาจากประเทศอินเดีย ชาอัสสัมมีลักษณะใบชาที่ใหญ่กว่าชาสายพันธุ์จีนที่เป็นพันธุ์ชาที่เจริญเติบโตได้ดีตามป่า มีร่มไม้ และแสงแดดผ่านได้พอประมาณ ชาอัสสัมส่วนมากมักพบบนเขตพื้นที่สูงหรือบนดอยต่างๆ ในเขตจังหวัดภาคเหนือ เมี่ยงนั้นอยู่ในวิถีชีวิตวัฒนธรรมล้านนามาเป็นเวลายาวนาน ไม่อาจคาดเดาระยะเวลาได้ Preechapanya (1996) สันนิษฐานว่าเป็นภูมิปัญญาดั้งเดิมของชนเผ่าไทที่ตั้งถิ่นฐานตั้งแต่ตอนเหนือของไทย รัฐฉานในเมียนม่าร์ มณฑลยูนนานในจีน และรัฐอัสสัมในอินเดีย กฤตย์ (2555) ให้แนวคิดว่า เดิมทีเมี่ยงที่บริโภคนั้นเป็นพันธุ์เมี่ยงดั้งเดิมที่ขึ้นในป่าธรรมชาติทางภาคเหนือ เป็นพันธุ์กัมพูชา หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าเมี่ยงอีอาม ต่อมาได้มีการนำชาพันธุ์อัสสัมเข้ามาจากรัฐอัสสัม ซึ่งเป็นต้นกำเนิดชาอัสสัม จึงทำให้แพร่หลายเข้ามายังด้านทิศตะวันออก เข้าสู่มณฑลยูนนาน รัฐฉานของพม่า และดินแดนล้านนาในที่สุด

ป่าเมี่ยง เป็นระบบวนเกษตรที่คงความสมดุลในด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างลงตัว เป็นพื้นที่แนวกันชนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรม กับ พื้นที่ป่าธรรมชาติ จากการศึกษาของ พรชัย และคณะ (2528) ได้ทำการประเมินระบบวนเกษตรรูปแบบต่าง ๆ บนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของไทย จำนวน 30 รูปแบบ วิเคราะห์ระยะเวลาของความยั่งยืนของระบบ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ และการยอมรับของเกษตรกร พบว่าป่าเมี่ยงเป็นระบบวนเกษตรที่เหมาะสมที่สุดโดยเฉพาะการยั่งยืนของระบบนิเวศค่อนข้างถาวรเมื่อเปรียบเทียบกับป่าธรรมชาติที่ สมบูรณ์ พรชัย และคณะ (2546) ได้ทำการสำรวจตามการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ป่าเมี่ยง และสวนหลังบ้าน บ้านป่างมะโอ พบว่าป่าเมี่ยงประกอบไปด้วยความหลากหลายทางชีวภาพมากมาย โดยเฉพาะพืชที่เป็นประโยชน์ต่อการค รองชีพเป็นจำนวนมาก รวมทั้งพืชอาหารที่ขึ้นเอง และเกษตรกรปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารในครัวเรือน ไม้ใหญ่ที่ปลูกและปล่อยให้ขึ้นทั้งที่เป็นร่มเงาของชา และไม้ฟืนนึ่งเมี่ยง หรือใช้ในการสร้างบ้านและเครื่องเรือน พืชที่เป็นสมุนไพร ตลอดจนพืชที่เกษตรกรจัดการ และดูแล Shonil *et al*. (2008) ได้กล่าวว่า วนเกษตร เป็นแหล่งลี้ภัยของหลากหลายทางชีวภาพ และมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ เฉลิมชนม์ (2555) ได้อธิบายไว้ว่า ในปัจจุบันนั้นการบริโภคเมี่ยงไม่เป็นที่นิยม ทำให้การทำสวนเมี่ยงมีพื้นที่ลดลงด้วย อีกทั้งยังประสบกับปัญหาแรงงาน และผู้ที่จะมาสืบต่ออาชีพ สิ่งเหล่านี้ส่งผลให้ชาวป่าเมี่ยงจำเป็นต้องหาวิธีในการปรับตัวเพื่อให้ดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การหันไปปลูก

พืชชนิดอื่นเพิ่มเติมในพื้นที่ป่าเมี่ยง โดยเฉพาะต้นชา และกาแฟ มีราคาสูงกว่าอีกทั้งการเก็บเกี่ยวไม่ซับซ้อนและยากเหมือนเมี่ยงแต่การเปลี่ยนสวนเมี่ยงให้เป็นไร่ชานั้นต้องตัดต้นไม้ใหญ่ออก ซึ่งส่งผลให้ความหลากหลายของพรรณไม้ในป่าเมี่ยงเปลี่ยนไป ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิดและการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเลือกพื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการสำรวจในพื้นที่บ้านแม่แมะ หมู่ 11 ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จากการสำรวจพบว่าพื้นที่ป่าเมี่ยงสามารถจำแนกการจัดการได้ 4 รูปแบบและแต่ละรูปแบบแบ่งเป็นแปลงตัวอย่างได้ดังนี้ คือ พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ตัดเป็นชาแล้ว (TG) 6 แปลง พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิต (MF) 4 แปลง พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ไม่ได้เก็บผลผลิตน้อยกว่า10 ปี (OMF<10) 7 แปลง และพื้นที่ที่ไม่ได้เก็บผลผลิตมากกว่า 10 ปี (OMF>10) 3แปลง

2. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

2.1 การวางแปลงตัวอย่างและเก็บข้อมูล

1) ทำการคัดเลือกแปลงที่ทำการศึกษาในพื้นที่โดยทำการวางแปลงชั่วคราวขนาด 20 x 50 เมตร จำนวน 20 แปลง ทำการวัดขนาดความโตของต้นไม้ยืนต้นที่มีขนาดความโตที่ระดับความสูงเพียงอก ตั้งแต่ 3.1 เซนติเมตร บันทึกขนาด และ ชื่อสามัญ หากไม่ทราบชื่อทำการเก็บตัวอย่างพรรณพืชเพื่อนำไปพิสูจน์ชนิดพันธุ์

2) ภายในแปลงตัวอย่าง ขนาด 20 x 50 เมตร ทำการสำรวจลูกไม้ โดยที่มีขนาดสูงกว่า 130 เซนติเมตร และขนาดความโตที่ระดับความสูงเพียงอก น้อยกว่า 1 เซนติเมตร และทำการวางแปลงตัวอย่างเพื่อศึกษาชนิดพรรณไม้พื้นล่าง โดยเลือกวางแปลงขนาด 1x1 เมตรที่มุมแปลงตัวอย่างขนาด 10 x 10 เมตร จำนวน 10 แปลง ทำการบันทึกชนิดกล้าไม้ที่พบโดยที่กล้าไม้มีขนาดความสูงไม่เกิน 130 เซนติเมตร

3) ภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 x 50 เมตร เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นเมี่ยงโดย ทำการบันทึกขนาดความโตที่คอราก หรือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก และ ความสูงทั้งหมด

2.2 การเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยง

ศึกษาการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยง จากการจัดการสนทนากลุ่มย่อย โดยเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง คือเจ้าของสวนเมี่ยง ปราชญ์ชาวบ้าน คณะกรรมการหมู่บ้าน และ ผู้นำชุมชน ในส่วนพรรณไม้ที่ผู้ร่วมสนทนาไม่สามารถระบุชนิด และการใช้ประโยชน์ได้ ทำการค้นคว้าจากฐานข้อมูลพรรณไม้องค์การสวนพฤกษศาสตร์

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristics)

3.1.1 จัดทำบัญชีรายชื่อพรรณไม้ที่พบ

3.1.2 ทำการจัดชั้นขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเพียงอก (GBH) ของพรรณไม้ เพื่อนำมาทำการกระจายและเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่แปลงตัวอย่าง

3.2 ลักษณะเชิงสังเคราะห์ของสังคม (synthetical characteristics) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.2.1 ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index of diversity) คำนวณตามวิธีการของ Kent and Coker (1992) ดังนี้

$$\text{Diversity } H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

เมื่อ pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพรรณไม้ชนิดที่ i ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมด (เมื่อ i=1, 2, 3, ... s)

S = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

ln = ลอกการิทึ่มฐานธรรมชาติ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.3.1 ใช้สถิติ t-test ในการทดสอบสมมติฐานเมื่อเป็น 2 กลุ่มและใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้สถิติ F-test แบบ One-way ANOVA ในการทดสอบสมมติฐานเมื่อตัวแปรอิสระจำแนกออกได้มากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป แต่หากพบว่าข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนดจะทดสอบความแปรปรวนเชิงปริมาณต่าง ๆ เนื่องจากตั้งข้อสมมติฐานไว้ว่าข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบไม่เป็นเส้นโค้งปรกติจึงใช้สถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric statistics) (Zar, 1999) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะในเชิงปริมาณต่าง ๆ โดยทำการเปรียบเทียบต่อแบบ nonparametric multiple comparisons โดยใช้วิธีของ Nemenyi (Zar 1999)

3.3.2 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของพันธุ์ไม้ในเชิงปริมาณ ได้แก่ จำนวนต้นเมี่ยง จำนวนต้นไม้ จำนวน ชนิด สกุล วงศ์ ของพรรณไม้ เส้นรอบวงที่คอรากต้นเมี่ยง เส้นรอบวงที่ระดับอกของต้นไม้ ความสูงของต้นเมี่ยง ความสูงของต้นไม้ ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index) ความชันแสง และความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ โดยใช้ Kruskal- Wallis test Zar (1999)

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลชนิดพรรณไม้และการใช้ประโยชน์

วิเคราะห์ข้อมูลชนิดพรรณไม้และการใช้ประโยชน์จากพรรณไม้ในแปลงสำรวจพื้นที่ป่าเมี่ยงผนวกกับข้อมูลจากการสนทนากลุ่มเพื่อสรุปและจำแนกการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ออกเป็น 5 กลุ่ม โดยการประยุกต์การจำแนกการใช้ประโยชน์จากพรรณไม้ตามการจำแนกของ สุธีระ และคณะ (2561) กล่าวคือ 1) ไม้ที่เป็นอาหาร 2) ไม้พลังงานหรือฟืน 3) ไม้ที่ใช้งานเนื้อไม้ 4) ไม้สมุนไพร และ 5) ไม้ที่เกี่ยวกับพิธีกรรมและความเชื่อ

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะเชิงปริมาณของพรรณไม้ กล้าไม้ และลูกไม้ ที่พบในแปลงตัวอย่างแต่ละแปลงตัวอย่าง

จากการสำรวจพรรณไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยงทั้งหมด 20 แปลงตัวอย่าง พบพรรณไม้ทั้งหมด 35 วงศ์ 59 สกุล 70 ชนิด พบกล้าไม้ทั้งหมด 26 วงศ์ 39 สกุล 47 ชนิด ลูกไม้ทั้งหมดพบ 14 วงศ์ 15 สกุล 17 ชนิด โดยแบ่งเป็น 4 รูปแบบการจัดการดังนี้

ในพื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างมากกว่า 10 ปี (OMF>10) จำนวน 3 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ 27 วงศ์ 41 สกุล จำนวนชนิดเฉลี่ย 26.66 ชนิด พบลูกไม้ 9 วงศ์ 9 สกุล 15 ชนิด กล้าไม้พบ 14 วงศ์ 15 สกุล 15 ชนิด มีต้นเมี่ยงและต้นไม้เฉลี่ยทั้ง 3 แปลง 43, 60 ต้น เส้นรอบวงที่คอราก (G0) ของเมี่ยงเฉลี่ยที่ 33.95 เซนติเมตร ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอกของต้นไม้ (GBH) เฉลี่ย 38.86 เซนติเมตร ความสูงของต้นเมี่ยงเฉลี่ย 8.09 เมตร และความสูงของต้นไม้เฉลี่ย 13.32 เมตร ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index) เฉลี่ย 2.43 ความชัน แสง และความสูงจากระดับน้ำทะเล เฉลี่ย 44, 72.41 และ 794.33 ตามลำดับ

ในพื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างน้อยกว่า 10 ปี (OMF<10) จำนวน 7 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ 26 วงศ์ 36 สกุล จำนวนชนิดเฉลี่ย 13 ชนิด ลูกไม้ในแปลงตัวอย่าง 3 แปลง จากทั้งหมด 7 แปลงตัวอย่าง พบ 10 วงศ์ 10 สกุล 11 ชนิด กล้าไม้พบ 24 วงศ์ 33 สกุล 34 ชนิด มีต้นเมี่ยงและต้นไม้เฉลี่ยทั้ง 7 แปลง 64, 26.14 ชนิด เส้นรอบวงที่คอราก (G0) ของเมี่ยงเฉลี่ยที่ 39.25 เซนติเมตร ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอกของต้นไม้ (GBH) เฉลี่ย 72.88 เซนติเมตร

ความสูงของต้นเมี่ยงเฉลี่ย 5.58 เมตร และความสูงของต้นไม้เฉลี่ย 13.9 เมตร ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index) เฉลี่ย 1.29 ความชัน แสง และความสูงจากระดับน้ำทะเล เฉลี่ย 36, 66.93 และ 814.14 ตามลำดับ

ในพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิตเมี่ยง (MF) จำนวน 4 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ 22 วงศ์ 29 สกุล จำนวนชนิดเฉลี่ย 9.5 ชนิด ไม่พบลูกไม้ พบกล้าไม้ 15 วงศ์ 18 สกุล 20 ชนิด มีต้นเมี่ยงและต้นไม้เฉลี่ยทั้ง 4 แปลง 68, 15.5 ชนิด เส้นรอบวงที่คอราก (G0) ของเมี่ยงเฉลี่ยที่ 30.33 เซนติเมตร ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอกของต้นไม้ (GBH) เฉลี่ย 74.19 เซนติเมตร ความสูงของต้นเมี่ยงเฉลี่ย 3.23 เมตร และความสูงของต้นไม้เฉลี่ย 12.43 เมตร ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index) เฉลี่ย 0.85 ความชัน แสง และความสูงจากระดับน้ำทะเล เฉลี่ย 43.75, 52.63 และ 832.5 ตามลำดับ

ในพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ปรับเปลี่ยนเป็นชาแล้ว (TG) จำนวน 6 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ 17 วงศ์ 22 สกุล จำนวนชนิดเฉลี่ย 7 ชนิด ไม่พบลูกไม้ พบกล้าไม้ 17 วงศ์ 18 สกุล 19 ชนิด มีต้นเมี่ยงและต้นไม้เฉลี่ยทั้ง 6 แปลง 88.5, 12.5 ชนิด เส้นรอบวงที่คอราก (G0) ของเมี่ยงเฉลี่ยที่ 40.87 เซนติเมตร ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอกของต้นไม้ (GBH) เฉลี่ย 109.33 เซนติเมตร ความสูงของต้นเมี่ยงเฉลี่ย 1.46 เมตร และความสูงของต้นไม้เฉลี่ย 19.14 เมตร ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index) เฉลี่ย 0.57 ความชัน แสง และความสูงจากระดับน้ำทะเล เฉลี่ย 30.83, 40.53 และ 854 ตามลำดับ

ในส่วนจำนวนต้นต่อพื้นที่นั้นพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิตอยู่มีจำนวนต้นเมี่ยงเฉลี่ยที่ 677.5 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ทิ้งร้างไม่เกิน 10 ปี มีจำนวนต้นเมี่ยงเฉลี่ย 645.7 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่เมี่ยงที่ทิ้งร้างเกิน 10 ปีมีจำนวนต้นเฉลี่ย 433.3 ต้นต่อเฮกตาร์ และพื้นที่สวนชา มีจำนวนต้นเมี่ยงเฉลี่ย 885 ต้นต่อเฮกตาร์ ความหนาแน่นของต้นเมี่ยงในแต่ละแปลงตัวอย่างจะขึ้นอยู่กับการจัดการสวนเมี่ยงแต่ละแปลง เช่น Preechapanya. (1996) ได้วางแปลงขนาด 6 เมตร x 100 เมตร พบต้นเมี่ยง 2,000 ต้นต่อเฮกตาร์ พรชัยและคณะ (2528) สำรวจที่บ้านป่าแป๋ อำเภอแม่แตง พบ 600 ต้นต่อเฮกตาร์ ในขณะที่ ปัฐวี (2536) สำรวจในท้องที่เดียวกัน พบความหนาแน่นอยู่ที่ 300 ถึง 3,000 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 635 ต้นต่อเฮกตาร์

จากการวิเคราะห์ทางสถิติของพื้นที่ทั้ง 4 รูปแบบการจัดการ พบว่า จำนวนต้นไม้ จำนวนชนิดพรรณไม้ จำนวนสกุลพรรณไม้ จำนวนวงศ์พรรณไม้ ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับอก ความสูงของต้นเมี่ยง ความสูงของต้นไม้ ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index of diversity) ความชัน และ แสง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความสำคัญทางสถิติ 0.05 ทั้งนี้เพราะในแต่ละรูปแบบและแต่ละแปลงตัวอย่าง มีการจัดการที่แตกต่างกัน ในขณะที่จำนวนของต้นเมี่ยง ขนาดเส้นรอบวงที่คอรากต้นเมี่ยง และความสูงจากระดับน้ำทะเล ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 เพราะจำนวนต้นเมี่ยงมีการปลูกเสริมให้เต็มพื้นที่อยู่ตลอดเวลาในทุกๆ รูปแบบและในแต่ละรูปแบบมีการปลูกพร้อมกันตั้งแต่อดีตทำให้ขนาดของคอรากไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Preechapanya (1996) ได้เดินสำรวจพื้นที่ป่าเมี่ยงในบริเวณลุ่มน้ำแม่ตอนหลวง พบพืชจำนวน 91 ชนิด 48 สกุล เมื่อเทียบกับการวางแปลงตัวอย่างสำรวจทั้งหมดที่ป่าเมี่ยงบ้านแม่แมะพบ 70 ชนิด 59 สกุล ทั้งนี้ เพราะการจัดการภายในป่าเมี่ยงนั้นแตกต่างกัน ตามความเหมาะสมของพื้นที่ แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ คะนึงนิจ (2553) ที่ได้วางแปลงขนาด 40x40 เมตร ในบริเวณพื้นที่ป่าดิบเขาบ้านแม่แมะพบพรรณไม้ 106 ชนิด ไม้หนุ่มพบ 41 ชนิด กล้าไม้พบ 37 ค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 5.436 แล้ว ในพื้นที่ป่าเมี่ยงบ้านแม่แมะพบพรรณไม้ ลูกไม้ กล้าไม้ และค่าดัชนีความหลากหลายน้อยกว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการทำการเกษตรแบบเชิงเดี่ยวที่มีการจัดการต้นไม้ออกทั้งหมด

Table 1 Quantitative characteristics of plants and surrounding factors of the 20 x 50 m sampling plot at Mae Mhae Village, Mae Na Sub-district, Chiang Dao District, Chiang Mai Province.

Quantitative Characteristices	OMF>10 (n=3)	OMF<10 (n=7)	MF (n=4)	TG (n=6)	H	p-value
Number of miang (ha^{-1})	433.3±94	645.7±319	677.5±153	885±108	6.6933^{ns}	0.08234
Number of tree	60±3.26(a)	26.14±15.81(b)	15.5±9.34(b)	12.5±4.75(b)	9.7254*	0.02105
Species	26.66±1.69(a) (43)	13±5.26(b) (40)	9.5±5.72(b) (31)	7±1.91(b) (26)	10.758*	0.01311
Genus	25±2.16(a) (41)	13.14±4.79(b) (36)	10±6.20(b) (20)	7.83±2.11(b) (19)	10.044*	0.0182
Family	17.33±1.88(a) (27)	11±3.38(b) (26)	8.5±5.54(b) (22)	6.83±1.77(b) (17)	8.8207*	0.03177
GBH0 of miang(cm)	33.95±15.29	39.25±23.15	30.33 ±20.57	40.87 ±20.04	3.9235^{ns}	0.2698
GBH of tree(cm)	38.86±33.92(b)	72.88±58.65(ab)	74.19±59.42(ab)	109.33±69.45(a)	10.949*	0.01201
Height of miang (m.)	8.09±0.64(a)	5.58±0.38(b)	3.23±1.62©	1.46±1.35(d)	15.256**	0.00161
Height of tree (m.)	13.32±0.54(b)	13.9±4.26(b)	12.43±1.68(b)	19.14±1.67(a)	9.0391*	0.02878
Shannon-Wiener index	2.4394±0.12(a)	1.2931±0.63(b)	0.8526±0.50(b)	0.5721±0.18(b)	9.551*	0.02279
Slope	44±2.94(a)	36±4.44(ab)	43.75±2.16(a)	30.83±7.86(b)	9.8286*	0.02008
%shade	72.41±1.25(a)	66.93±4.05(a)	52.63±7.03(b)	40.53±6.65(c)	16.015**	0.001126
Elevation	794.33±14.88	814.14±64.55	832.5±17.03	854±40.98	4.1504^{ns}	0.2457

2. ชนิดพรรณไม้ที่พบในแต่ละสถานภาพการจัดการป่าเมี่ยง

ในพื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างมากกว่า 10 ปี (OMF>10) มีจำนวน 3 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ทั้งหมด 46 ชนิด พบมากสุดสามอันดับแรกคือกางขี้มอด ตองแตบ และตองเต้า พื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างน้อยกว่า 10 ปี (OMF<10) มีจำนวน 7 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ทั้งหมด 41 ชนิด พบมากสุดสามอันดับแรกคือ เสลา ป่วย และยมหอม พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิต (MF) มีจำนวน 4 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ทั้งหมด 31 ชนิด พบมากสุดสามชนิดแรกคือ เสลา ส้มโอ และเพกา พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ปรับเปลี่ยนเป็นชาแล้ว (TG) มีจำนวน 6 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ทั้งหมด 26 ชนิด พบมากสุดสามชนิดแรกคือเสลา ทะโล้และก่อน้อย พรรณไม้ที่พบทุกสถานภาพการจัดการป่าเมี่ยงมี 10 ชนิด คือ เสลา ทะโล้ ส้มโอ ยมหอม เพกา ค้อ กล้วยฤาษี มะห้อ กาสามปีก และมะเดื่อกวาง (Table 2) จะเห็นได้ว่าเมี่ยงที่พบในพื้นที่บ้านแม่แมะพบเพียงชนิดเดียว คือ *Camellia sinensis* var. *assamica* ซึ่งสอดคล้องกับ ชวลิต และคณะ (2553) ได้ทำการสำรวจความหลากหลายของชาพื้นเมืองบนที่สูงภาคเหนือของประเทศไทย พบ ชาที่อยู่ในพืชกลุ่มเมี่ยงเช่น ชาพันธุ์อัสสัม (*Camellia sinensis* var. *assamica*) ชาป่า (*C. taliensis*) และ เมี่ยงอาม (*C. oleifera*) ซึ่งชาอัสสัม ไม่สามารถระบุได้ว่ามีขึ้นเองตามธรรมชาติหรือนำมาปลูกเพราะมีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง

ในส่วนของกล้าไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างมากกว่า 10 ปี (OMF>10) พบกล้าไม้ทั้งหมด 15 ชนิด มีกล้าเมี่ยง 15 ต้นกล้าไม้ 3 ชนิดแรกที่พบมากสุดคือ ค้อ สะเต้า และกางขี้มอด พื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างน้อยกว่า 10 ปี (OMF<10) พบกล้าไม้ทั้งหมด 34 ชนิด มีกล้าเมี่ยง 14 ต้น กล้าไม้ 3 ชนิดแรกที่พบมากสุดคือขี้ผึ้ง กางขี้มอด และตะแบก พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิต (MF) พบกล้าไม้ทั้งหมด 20 ชนิด ไม่พบกล้าเมี่ยง กล้าไม้ 3 ชนิดแรกที่พบมากสุดคือ ตะแบก ขี้ผึ้ง และกล้วยฤษี พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ปรับเปลี่ยนเป็นชาแล้ว (TG) พบกล้าไม้ทั้งหมด 19 ชนิด มีกล้าเมี่ยง 4 ต้น กล้าไม้ 3 ชนิดแรกที่พบมากสุดคือ ตะแบก ขี้ผึ้ง และมะคำดีควาย

เมื่อเปรียบเทียบกับ คะนึงนิจ (2553) ที่ได้วางแปลงขนาด 40x40 เมตร ในบริเวณพื้นที่ป่าดิบเขาบ้านแม่แมะ พบพรรณไม้ 106 ชนิด จำนวน 1,369 ต้น พรรณ ไม้ 3 ชนิดแรกที่พบมากสุดคือ กำยาน เหมือดโลด และก่อมูเซอ ตามลำดับ ลูกไม้ พบ 41 ชนิด ลูกไม้ 3 ชนิดแรกที่พบมากสุดคือ ก่อเลือด ก่อเดือย และเหมือดโลด กล้าไม้พบ 37 ชนิด กล้าไม้ 3 ชนิดแรกที่พบมากสุดคือ เฟิร์น เข้งกวาง และก่อแป้น พบว่า ชนิดพรรณไม้ในพื้นที่ป่าธรรมชาติกับ

พื้นที่ป่าเมี่ยง มีความแตกแต่งกัน ทั้งนี้เพราะว่า พรรณไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยง มีการจัดการ และคัดเลือกชนิดพรรณไม้ไว้ใช้ประโยชน์ พรชัย และคณะ (2546) ได้อธิบายไว้ว่า การที่เกษตรกรปล่อยให้ต้นไม้ขึ้นในป่าเมี่ยงเพาะต้องการให้ต้นไม่ช่วยเหลือต้นเมี่ยง เนื่องจากเหตุผล 3 ประการ คือ เกษตรกรต้องการให้ทรงพุ่มของต้นไม้ทำหน้าที่ควบคุมบรรยากาศใกล้ผิวดินในป่าเมี่ยง และการหมุนเวียนของธาตุอาหาร และรากของต้นไมส่งธาตุอาหารและน้ำให้กับรากของชา

Table 2 Plant species and their numbers within the 20 x 50 m sampling plot from different Miang forest management statuses.

No	Other name(s)	Scientific name	MF	OMF<10	OMF>10	TG	Total
1	เก็ดดำ	*Dalbergia cultrata Graham ex Benth.*				1	1
2	เชียด	*Cinnamomum iners* Reinw. ex Blume	1		1		2
3	เพกา	*Oroxylum indicum* (L.) Vent.	4	6	7	1	18
			27			53	
4	เมี่ยง	*Camellia sinensis* var. *assamica*	1	452	130	1	1384
5	เลี่ยน	*Melia azedarach* Linn.		5			5
6	เสลา	*Lagerstroemia tomentosa* C.Presl	9	38	5	13	65
7	เหมือด	*Heliciopsis terminalis* Sleum	1	1			2
8	แคบิด	*Fernandoa adenophylla* (Wall.ex G.Don) Steenis	1			2	3
9	แคหางค่าง	*Markhamia stipulata* Seem.ex K. Schum. Var. kerrii Sprague	1	7			8
10	โมกมัน	*Wrightia arborea* (Dennst.) Mabb.			1		1
11	ไก่แดง	*Ternstroemia gymnanthera* (W. & A.) Bedd.		2	4		6
12	ไคร้มันปลา	*Glochidion sphaerogynum* (Müll. Arg.) Kurz	3	6	4		13
13	ไทรย้อย	*Ficus benjamina* L.		1			1
14	กระเบา	*Hydnocarpus antelminthica* Pierre ex Laness	2	2		4	8
15	กระท้อน	*Sandoricum koet*jape Burm.f. Mer.		1			1
16	กล้วยฤาษี	*Diospyros glandulosa* Lace	1	7	6	1	15
17	ก่อน้อย	*Lithocarpus fenestratus* (Roxb.) Rehder		1	2	7	10
18	ก่อหรั่ง	*Castanopsis armata* . Spach			2		2
19	กางขี้มอด	*Albizia odoratissima* (L. f.) Benth.			24	1	25
20	กาสามปีก	*Vitex peduncularis* Wall. ex Schauer	2	2	3	2	9
21	กำยาน	*Styrax benzoides* Craib			1	1	2
22	ขะเจ๊าะ	*Millettia leucantha* Kurz	1				1
23	ขี้ผึ้ง	*Clausena excavata* var.excavata		8			8
24	ค้อ	*Livistona speciosa* Kurz	4	8	2	4	18
25	ช้อ	*Gmelina arborea* Roxb.		1	5		6
26	ตองเต้า	*Macaranga gigantea* (Rchb. f. & Zoll.) Müll. Arg.	2		16		18
27	ตองแตบ	*Macaranga denticulata* (Blume) Müll. Arg.		8	20		28
28	ตะเคียน	*Hopea odorata* Roxb.	2	1			3
29	ตะเคียนหนู	*Anogeissus acuminata* Will. var. *Lanceolata* Clarke			1		1

Table 2 (continued)

No	Other name(s)	Scientific name	MF	OMF<10	OMF>10	TG	Total
30	ตะคร้ำ	*Garuga pinnata* Roxb.	1		3		4
31	ตะพุ่นเฒ่า	*Vitex quinata* (Lour.) F.N.Williams	1		4		5
32	ต้าง	*Trevesia palmata* (Roxb. ex Lindl.) Vis.		6	3		9
33	ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Bl.		1			1
34	ตีนเป็ดเขา	*Alstonia scholaris* (L.) R. Br.	1	2	4		7
35	ทองเดือนห้า	*Erythrina stricta* Roxb.			3		3
36	ทองหลางป่า	*Erythrina subumbrans* Merr.			3		3
37	ทะโล้	*Schima wallichii* choisy	1	4	8	8	21
38	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz			1		1
39	ป่วย	*Lagerstroemia cochinchinensis* Pierre.		12		5	17
40	ปอจี้	*Firmiana colorata* (Roxb.) R. Br.			2		2
41	ปอยาบ	*Grewia eriocarpa* Juss.		4	2		6
42	ปอหูช้าง	*Pterospermum acerifolium*. (L.) Willd.	1	3		1	5
43	ปีบ	*Millingtonia hortensis* L. f.			3		3
44	ฝรั่ง	*Psidium guajava* L.				3	3
45	พะยอม	*Shorea roxburghii* G.Don				3	3
46	มณฑาดอย	*Mangnolietia garretii* Craib	1	2	2		5
47	มะเดื่อกวาง	*Ficus callosa* Willd.	1	2	1	1	5
48	มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L. f.			2		2
49	มะเดื่อหว้า	*Ficus auriculata* Lour.			1		1
50	มะเดื่ออุทุมพร	*Ficus racemosa* L.				1	1
51	มะแฟน	*Protium serratum* (Wall. ex Colebr.) Engl.			1		1
52	มะไฟ	*Baccaurea ramiflora* Lour.		2	4		6
53	มะกรูด	*Citrus hystrix* DC.	1				1
54	มะกล่ำต้น	*Adenanthera pavonina* Linn. var. *microsperma* (Teijsm.& Binn.) nielsen	2	5			7
55	มะขาม	*Tamarindus indica* L.		1			1
56	มะคัง	*Catunaregam uliginosa* (Poir.) Tirveng.		3			3
57	มะคำดีควาย	*Sapindus rarak* A.DC.	2		2	1	5
58	มะนาว	*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle		1		1	2
59	มะห้อ	*Spondias lakonensis* Pierre	2	6	1	2	11
60	ยมหอม	*Toona ciliata M. Roem.*	1	9	8		18
61	ยมหิน	*Chukrasia tabularis A. Juss.*			2		2
62	ยางแดง	*Dipterocarpus costatus Gaertn.f.*	1	4		1	6
63	ลำใยป่า	*Dimocarpus longan Lour.*	1				1
64	ส้มโอ	*Citrus maxima (Burm.f.) Merr.*	7	5	2	5	19
65	สะเต้า	*Pterospermum Grandiflorum.*		1	9	1	11

Table 2 (continued)

No	Other name(s)	Scientific name	MF	OMF<10	OMF>10	TG	Total
66	สัก	*Tectona grandis* Linn.f.	4			1	5
67	ส้านใบเล็ก	*Dillenia ovata* Wall.			1		1
68	สารภีดอย	*Anneslea fragrans* Wall.			1		1
69	หม่อนหลวง	*Morus macroura* Miq.		2	2		4
70	อบเชย	*Cinnamomum bejolghota* Sweet		3	1		4
	Grand Total		333	635	310	602	1880

3. การกระจายของขนาดคอรากต้นเมี่ยง

จากการวางแปลงตัวอย่างทำการวัดเส้นรอบวงที่คอรากของต้นเมี่ยงรวมทั้งหมด 20 แปลงตัวอย่าง พบว่าขนาดเส้นรอบวงที่คอรากต้นเมี่ยงพบมากสุดมีขนาด 20 – 30 เซนติเมตร รองลงมาคือขนาด 10 – 20 เซนติเมตร และขนาด 30 – 40 เซนติเมตรตามลำดับ เมื่อแยกตามการจัดการ พบว่า พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิต พบขนาดเส้นรอบวงที่คอรากมากสุดที่ขนาด 10 – 20 เซนติเมตร รองลงมาคือ 20 – 30 เซนติเมตร พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ทิ้งร้างน้อยกว่า 10 ปี พบขนาดเส้นรอบวงที่คอรากมากสุดที่ขนาด 20 – 30 เซนติเมตร รองลงมาคือ 30 – 40 เซนติเมตร พื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างมากกว่า 10 ปี พบขนาดเส้นรอบวงที่คอราก มากสุดที่ขนาด 20 – 30 เซนติเมตร รองลงมาคือ 30 – 40 เซนติเมตร พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ปรับเปลี่ยนเป็นชา พบขนาดเส้นรอบวงที่คอราก มากสุดที่ขนาด 30 – 40 เซนติเมตร รองลงมาคือ 20 – 30 เซนติเมตร

การปรับเปลี่ยนป่าเมี่ยงเพื่อไปเป็นสวนชานั้น เกษตรกรจะทำการตัดต้นเมี่ยงให้เหลือต่อ สูงไม่เกิน 80 เซนติเมตร เพื่อสะดวกต่อการเก็บและการแตกพุ่มในอนาคต ในพื้นที่ป่าเมี่ยงทั้งหมดมีการปลูกต้นเมี่ยงเสริมอยู่ตลอดเวลาจะเห็นได้จาก Figure 1 จำนวนต้นเมี่ยงทั้งหมดมีการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอรากอย่างสม่ำเสมอยกเว้นพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ทิ้งร้างเกิน 10 ปี ซึ่งไม่มีการจัดการภายในป่าเมี่ยงและจะเห็นได้จาก Figure 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคอรากของเมี่ยงมีช่วงที่ขาดหายไป จากการสอบถามเกษตรกรเจ้าของป่าเมี่ยงได้ให้ข้อมูลว่าพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ทิ้งร้างไม่เกิน 10 ปีจะมีการปรับเปลี่ยนไปเป็นสวนชาทั้งหมด จาก Figure 2 พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ทิ้งร้างไม่เกิน 10 ปี จะมีขนาดเส้นรอบวงที่คอราก จำนวนต้น และการกระจายของขนาดเส้นรอบวงที่คอรากใกล้เคียงกับพื้นที่สวนชา เพราะในช่วงระยะเวลาไม่เกินสิบปีสวนเมี่ยงยังมีการจัดการอยู่

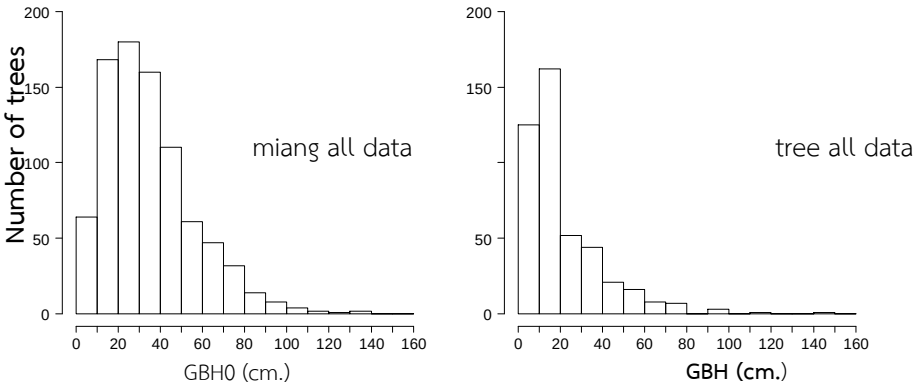


Figure 1 Distribution of sizes as determined by perimeter (cm.) of Miang trees and distribution of sizes as determined by diameter at breast height of all trees within sampling plot.

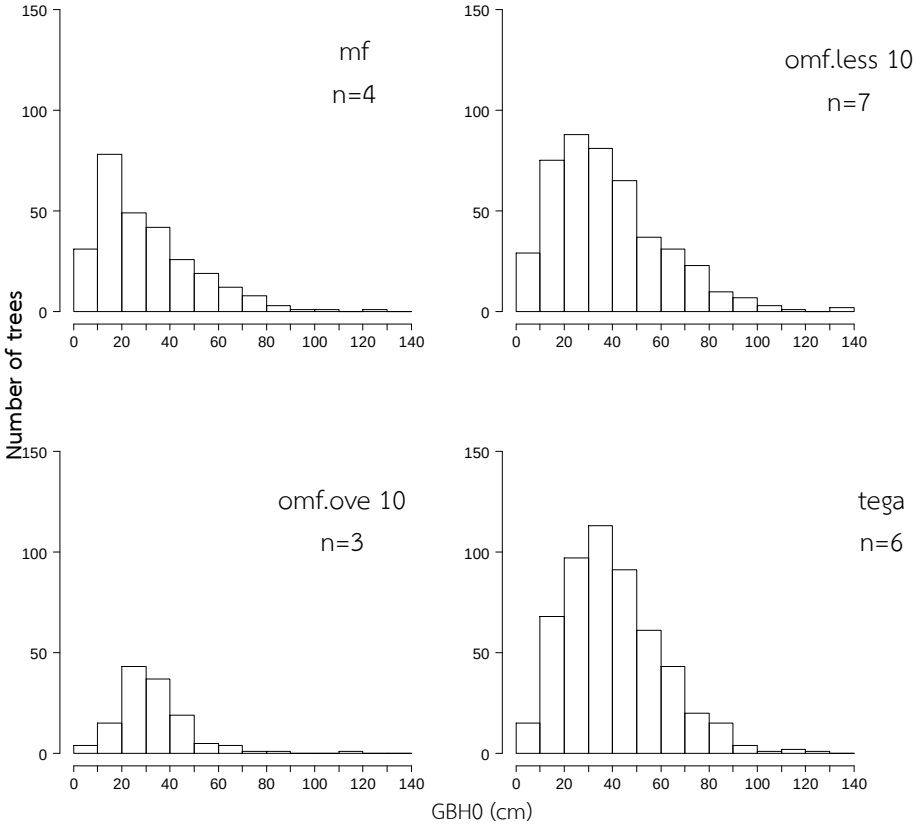


Figure 2 Distribution of sizes as determined by perimeter (cm.) of Miang trees within the the active Miang forest (mf), the areas where Miang forest were abandon for less than 10 years (omf.less10), the areas where Miang forest were abandon for over 10 years (omf.ove10), and the areas where Miang forest were changed to tea forest (tega).

4. การใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยง

จากการสำรวจพรรณไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยงบ้านแม่แมะ พบไม้ที่เป็นอาหาร 8 ชนิด พบจำนวนต้นมากสุด 3อันดับแรกคือ ส้มโอ เพกา และไคร้มันปลา ไม้พลังงานหรือฟืน 31 ชนิดพบจำนวนต้นมากสุด 3 อันดับแรกคือ เสลา ตองแตบ และกางขี้มอด ไม้ที่ใช้เนื้อไม้พบ 45 ชนิดพบจำนวนต้นมากสุด 3 อันดับแรกคือ เสลา กางขี้มอด และทะโล้ ไม้สมุนไพรพบ 11 ชนิด พบจำนวนต้นมากสุด 3 อันดับแรกคือ ส้มโอ เพกา และกาสามปีก และไม้ที่เกี่ยวกับพิธีกรรมความเชื่อพบ 9 ชนิดพบจำนวนต้นมากสุด 3 อันดับแรกคือ กางขี้มอด ส้มโอ และสัก จะแบ่งออกตามสถานภาพการจัดการป่าเมี่ยงดังตารางที่ 3 ทั้งนี้การจัดการพรรณไม้ในพื้นที่ป่าเมี่ยงจะขึ้นอยู่กับการจัดการของเจ้าของในแต่ละแปลง เช่น เฉลิมชน (2555) ได้ทำการสำรวจจากแบบสอบถามที่บ้านปางมะโอ พบพืชอาหารที่เป็นไม้เนื้อแข็งจำนวน 10 ชนิด ในพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิตอยู่ และพบ 7 ชนิดในพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ถูกปล่อยทิ้งร้าง พรชัย (2546) กล่าวว่าในป่าเมี่ยงมิใช่มีแต่ต้นชากับไม้ป่าเท่านั้น แต่ว่ายังมีพืชและสัตว์อื่นอีกมาก โดย Preechapanya (1996) เดินสำรวจตามการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ป่าเมี่ยงลุ่มน้ำแม่ตอนหลวง พบว่าป่าเมี่ยง ประกอบด้วยความหลายหลายทางชีวภาพมากมาย โดยเฉพาะพืชที่เป็นประโยชน์ต่อการครองชีพจำนวนมาก รวมทั้งพืชอาหารที่ขึ้นเอง และเกษตรกรปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารในครัวเรือนไว้หลังบ้าน ไม้ใหญ่ที่เกษตรกรปลูกเอง และปล่อยให้ขึ้นทั้งที่เป็นร่มเงาต้นชา และไม้ฟืนสำหรับนึ่งใบเมี่ยง หรือไว้ใช้ในการสร้างบ้านและเครื่องเรือน พืชที่ใช้เป็นยาสมุนไพร ตลอดจนสังคมพืชโดยรวมที่เกษตรกรจัดการ และดูแลไว้เพื่อการควบคุมสมดุลของระบบนิเวศลุ่มน้ำ

Table 3 Utilization of plants from the different Miang forest management statuses

type.plot	food	energy	wood	herb	rite
MF	3	11	20	3	2
OMF.less10	5	16	25	7	3
OMF.over10	3	22	27	6	4
TG	3	14	18	4	3
Grand Total	8	31	45	11	9

สรุป

ศึกษาความหลากหลายของชนิดพรรณไม้และการใช้ประโยชน์จากพรรณไม้ในป่าเมี่ยง พื้นที่ที่ทำการศึกษา คือ บ้านแม่แมะ ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยดำเนินการวางแปลงขนาด 20 เมตร x 50 เมตร จำนวน 20 แปลงตัวอย่าง จำแนกรูปแบบการจัดการได้ 4 รูปแบบ คือพื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างมากกว่า 10 ปี จำนวน 3 แปลงตัวอย่าง พบพรรณไม้ 43 ชนิด พื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างน้อยกว่า 10 ปี จำนวน 7 แปลงตัวอย่าง พบพรรณไม้ 40 ชนิด พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิตเมี่ยง จำนวน 4 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ 31 ชนิด และพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ปรับเปลี่ยนเป็นชาจำนวน 6 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ 26 ชนิด

ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index of diversity) ในพื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างมากกว่า 10 ปี พื้นที่ป่าเมี่ยงทิ้งร้างน้อยกว่า 10 ปี พื้นที่ป่าเมี่ยงที่ยังเก็บผลผลิตเมี่ยง และพื้นที่ป่าเมี่ยงที่ปรับเปลี่ยนเป็นชา พบค่า Shannon-Wiener index of diversity เท่ากับ 2.43, 1.29, 0.85 และ 0.57 ตามลำดับ

จำนวนชนิดพรรณไม้ที่จำแนกตามการใช้ประโยชน์ในป่าเมี่ยงแบ่งได้เป็น ไม้ที่เป็นอาหาร ไม้พลังงานหรือฟืน ไม้ที่ใช้เนื้อไม้ ไม้สมุนไพร และไม้ที่เกี่ยวกับพิธีกรรมความเชื่อ เท่ากับ 8, 31, 45, 11 และ 9 ชนิดตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ใหญ่บ้าน บ้านแม่แมะ และชาวบ้านแม่แมะ ที่กรุณาให้ใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการเข้าพื้นที่ ขอขอบคุณ นางสาวอรญา ชิวเชนโก้ นางสาวพัชรินทร์ พงษ์ชัยภูมิ นางสาวขณิฐา ลิป่วน นายวีรวัตร มาตรทอง และน้อง ๆ นักศึกษาสาขาพืชไร่ ที่ช่วยเก็บข้อมูล จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤตย์ เยี่ยมเมธากร. 2555. บริบทของใบชาในสังคมล้านนาไทย. **จดหมายข่าวชา** 2(8): 2-4.

คนึงนิจ ฟองสา. 2553. **การใช้ประโยชน์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ในป่าชุมชน หมู่บ้านแม่แมะ ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เฉลิมชนม์ บุญเกียรติสกุล. 2555. **ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับการอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์ ความหลากหลายทางชีวภาพของอาหารธรรมชาติในป่าเมี่ยง: กรณีศึกษาบ้านปางมะโอ ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชวลิต กอสัมพันธ์, วราพงษ์ บุญมา และกนกวรรณ ศรีงาม. 2553. ความหลากหลายของชาพื้นเมืองบนที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย. **วารสารเกษตร** 26(พิเศษ): 93-99.

ปฐวี แสงฉาย. 2536. **ทัศนคติของเกษตรกรที่ปลูกชา (เมี่ยง) ที่มีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่;

พรชัย ปรีชาปัญญา, ชลาธร จูเจริญ, มงคล โภไคยพิพัฒน์, ปภาดา อุทุมพันธ์, วารินทร์ จิระสุขทวีกุล และอินทร สิงห์คำ. 2546. **ภูมิปัญญานิเวศท้องถิ่นเกี่ยวกับวนเกษตรและการจัดการลุ่มน้ำที่สูง**. สถานีวิจัยลุ่มน้ำดอยเชียงดาว กลุ่มวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

พรชัย ปรีชาปัญญา, สัญญา ศรลัมพ์, ชาติชาย ยศยังเยาว์ และสิทธิชัย อึ๊งภากรณ์. 2528. **ระบบวนเกษตรที่สูง**. โครงการพัฒนาที่สูงไทย-เยอรมัน, เชียงใหม่.

สายลม สัมพันธ์เวชโสภา, ธีรพงษ์ เทพกรณ์, พนม วิญญาญอง และประภัสสร อึ้งวนิชยพันธ์. 2551. **การศึกษาสถานภาพปัจจุบันของชาไทย**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

สุธีระ เหิมฮึก, วิชญ์ภาส สังพาลี, จุฑามาศ อาจนาเสียว, นัยนา โปธาวงค์ และเกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง. 2561. พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของชาวไทลื้อ ในป่าชุมชนบ้านทาป่าเปา อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน. **วารสารวนศาสตร์** 37 (1) : 111-120.

Kent, M. and P. Coker. 1992. **Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach**. CRC Press, Boca Raton.

Preechapanya, P. 1996. **Indigenous Ecological Knowledge about the Sustainability of Tea Gardens in the Hill Evergreen Forest of Northern Thailand**. School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor.

Bhagwat, S.A., K.J. Willis, H.J. Birks and R.J. Whittaker. 2008. Agroforestry: A refuge for tropical biodiversity? **Trends in Ecology & Evolution** 23(5):261-7

Zar, J.H. 1999. **Biostatistical Analysis**. 4th ed. Prentice-Hall, Simon & Schuster/ A Viacom Company, New Jersey, USA.

ความหลากชนิดของพรรณไม้ยืนต้นและบทบาทการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในพื้นที่ให้บริการของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่

Diversity of Tree Species and Their Roles as Biomass Carbon Storage in the Service Areas of the Rajapruek Royal Park, Chiangmai Privince

วรเชษฐ์ วรเวชกุล[1,3] **วิชญ์ภาส สังพาลี**[1*] เนตรนภา อินสลุด[1] จุฑามาศ อาจนาเสียว[1]
สุธีระ เหิมฮึก[1] เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง[2] และ อาณดา นิรันตรายกุล[3]
Worachet Worawetchakun[1,3] **Witchaphart Sungpalee**[1*] Nednapa Insalud[1] Chuthamat Atnaseo[1]
Sutheera Hermhuk[1] Kriangsak Sri-ngernyuang[2] and Arnada Niruntrayakul[3]
[1]คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
[1]Faculty of Agricultural Production, Maejo University
[2]คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้
[2]Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University
[3]อุทยานหลวงราชพฤกษ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
[3] Royal Park Rajapruek Highland Research and Development Institute (Public Organization)
*Corresponding Author; E-mail: **sci.ocu@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากชนิด และประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นในพื้นที่ให้บริการของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ ประกอบด้วย พื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ พื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ พื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว และพื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 13.90 เฮกตาร์ โดยการสำรวจ จำแนกชนิดและวัดขนาดของต้นไม้ทุกต้น ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ตั้งแต่ 1 เซนติเมตร ขึ้นไป ผลจากการศึกษาพบพรรณไม้ยืนต้นทั้งหมด 6,685 ต้น 264 ชนิด 199 สกุล และ 63 วงศ์ โดยวงศ์ Fabaceae มีจำนวนต้นและชนิดสูงสุด เท่ากับ 1,958 ต้น และ 45 ชนิด ตามลำดับ พื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ พบจำนวนต้น ชนิด และสกุลมากที่สุด เท่ากับ 2,815 ต้น 224 ชนิด และ 171 สกุล การกระจายตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกโดยภาพรวม พบว่าขนาดชั้น 5.0-10.0 เซนติเมตร มีจำนวนต้นสูงสุด เท่ากับ 1,809 ต้น หรือ คิดเป็นร้อยละ 27.26 ส่วนปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นทั้งหมด เท่ากับ 908,140.03 กิโลกรัม และ 426.83 เมกกะกรัม ตามลำดับ โดยพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ มีปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ 171.26 เมกกะกรัม รองลงมา พื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ พื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว และพื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล ซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 127.84, 68.32 และ 59.40 เมกกะกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในระดับวงศ์ พบว่า วงศ์ Moraceae มีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงสุด เท่ากับ 109,558.88 กิโลกรัม และปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพ เท่ากับ 51.49 เมกกะกรัม คิดเป็นร้อยละ 12.06 ของมวลชีวภาพทั้งหมด ผลจากการศึกษานี้เป็นประโยชน์สำหรับใช้เป็นแนวทางการวางแผนจัดการไม้ยืนต้นและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากพืชพรรณภายในอุทยานหลวงราชพฤกษ์ได้ต่อไป

คำสำคัญ: อุทยานหลวงราชพฤกษ์ ความหลากหลายของชนิด มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน

Abstract

The objectives of this study was to assess species diversity and carbon storage capacity of trees located in the service areas within the Royal Park Rajapruek. The service areas, which covered the total area of 13.90 hectare, composed of learning knowledge park, reception area, natural

sidewalk and tourist garden. All trees within the studied areas with diameter at breast height (DBH) of at least 1 cm were measured and identified. The results showed that there was a total number of 6,685 trees, which composed of 264 species in 199 genera, and 63 families. Family Fabaceae was the most abundant trees species with 1,958 trees in 45 species. The learning knowledge park area had the highest number of tree and species composition accounting for 2,815 trees, from 224 species and 171 genera. Concerning on DBH class distribution, it was found that those trees with DBH of 5.0-10.0 cm were the most abundant consisting of 1,809 trees or 27.26 % of the total tree. The above ground biomass, and biomass carbon storage of the studied areas were 908,140.03 kg and 426.83 Mg, respectively. The analysis suggested that, the learning knowledge park area had the highest biomass carbon stock of 171.26 Mg, followed by reception area, natural sidewalk and tourist garden area with the values of 127.84, 68.32 and 59.40 Mg, respectively. When comparing among the families, it was found that Family Moraceae contributed to the highest above ground biomass of 109,558.88 kg, and biomass carbon storage of 51.49 Mg or 12.06 % of total biomass carbon storage. These results could be beneficial for the planning, managing and improving of the service areas in order to effectively utilize tree species within the Royal Park Rajapruek.

Keywords: Royal Park Rajapruek, Species Diversity, Biomass, Carbon Storage.

บทนำ

ความหลากหลายของชนิดพรรณไม้โดยเฉพาะไม้ยืนต้นนั้นมีบทบาทสำคัญต่อการช่วยลดและบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อมในเขตเมือง ซึ่งจะช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ลดความร้อน อุณหภูมิและปรับสภาพภูมิอากาศให้ดีขึ้นเนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) และนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพทั้งในส่วนเหนือพื้นดินและใต้ดิน ทำให้คาร์บอนถูกตรึงอยู่ในต้นไม้จนกว่าจะมีการตัดต้นไม้ออกจากพื้นที่ไป ป่าไม้ในเมือง (Urban Forestry) และพื้นที่สีเขียวซึ่งมีไม้ยืนต้นเป็นองค์ประกอบหลักจึงก่อให้เกิดประโยชน์ทางอ้อมนานาประการทั้งช่วยปรับภูมิทัศน์ให้สวย งาม ร่มรื่น เป็นแหล่งพักผ่อนและทำให้ชุมชนเป็นเมืองที่น่าอยู่ โดยบุญวงศ์ (2538) ได้ระบุว่าบาทบาทของพื้นที่สีเขียวในเขตชุมชนเมืองมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดมลพิษทางอากาศ มลพิษทางเสียงและลดการสะท้อนของรังสีรวมถึงสุนทรียภาพในเชิงนันทนาการและการสร้างสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการอยู่อาศัยและขยายพันธุ์ของสัตว์ป่าบางชนิดอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ มณฑาทิพย์ (2559) ที่ได้จำแนกประเภทของป่าในเมืองออกตามบทบาทหน้าที่ รูปแบบ และโครงสร้างของพืชพรรณที่เป็นองค์ประกอบ แบ่งออกเป็น 4 ประเภทด้วยกัน คือ ป่าในเมืองเพื่อความรื่นรมย์ (Amenity urban forest) ป่าในเมืองที่เป็นริ้วยาว (Linear urban forest) ป่าในเมืองเพื่ออนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (environmental urban forest) และป่าในเมืองเพื่อประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ (economic urban forest) ในขณะที่ Grey and Deneke (1978) กล่าวว่า การปลูกไม้ยืนต้นเป็นแนวกว้างในตัวเมืองจะช่วยลดอุณหภูมิของบรรยากาศลงได้ถึง 3.5 องศาเซลเซียส และจากการศึกษาของ สายรุ้ง และคณะ (2558) พบว่าพื้นที่สีเขียวในเมืองที่มีต้นไม้และสนามหญ้า สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเฉลี่ยรายวันอยู่ที่ 4.82 mg/m^3 จากประโยชน์และความสำคัญดังกล่าว สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมืองอย่างยั่งยืนขึ้น เพื่อส่งเสริมให้มีพื้นที่สีเขียวเพิ่มขึ้นเพื่อเสริมสร้างคุณภาพชีวิตแก่ประชาชนและชุมชนเมือง โดยกำหนดให้สถานที่ราชการ สถานศึกษา ศาสนสถานทั่วไปให้มีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยร้อยละ 30 ของแปลงที่ดิน (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550) และเมื่อพิจารณาอุทยานหลวงราชพฤกษ์แล้วนั้นพบว่าอุทยานหลวงราชพฤกษ์เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศและเป็นพื้นที่สีเขียวที่อยู่ในเขตเมืองของจังหวัดเชียงใหม่ โดยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 750,000 ตารางเมตร จากการศึกษารูปแบบ

การจัดการการท่องเที่ยวของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ ของอรรคพล (2557) พบว่ามีความหลากหลายในด้านการให้บริการซึ่งเป็นทั้งแหล่งเรียนรู้ แหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เชิงเกษตรและเชิงวัฒนธรรม โดยก่อให้เกิดประโยชน์แก่ประชาชนและบุคลากรที่อยู่อาศัยทั้งในแง่ของการเป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ และเป็นแหล่งเรียนรู้ที่เชื่อมโยงให้ผู้คนได้สัมผัสถึงธรรมชาติและปลูกฝังให้เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อสำรวจความหลากชนิดและบทบาทด้านการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ยืนต้นในพื้นที่ให้บริการของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ ใช้เพื่อเป็นฐานข้อมูลด้านชีวภาพสำหรับใช้เป็นแนวทางการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของพืชพรรณและการจัดการพื้นที่สีเขียวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. การเลือกพื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ของ อุทยานหลวงราชพฤกษ์ เลขที่ 334 หมู่ 3 ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยพื้นที่ให้บริการ จำนวน 4 รูปแบบ ดังนี้ พื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ (Learning Knowledge Park: LKP) พื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ (Reception Area: RA) พื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล (Tourist Garden: TG) และพื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว (Sidewalk Area: SA) โดยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 13.90 เฮกตาร์

2. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

2.1 การเก็บข้อมูลความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช โดยการเดินสำรวจและเก็บข้อมูลของไม้ยืนต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรขึ้นไปทุกต้น และ จัดทำฐานข้อมูลพรรณไม้อย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยข้อมูลพื้นที่ ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อสกุล ชนิด วงศ์ เส้นรอบวง ความสูง สีของดอก กาฝาก และรูปภาพประกอบที่สำคัญ และทำการเก็บตัวอย่างพรรณพืชที่ไม่สามารถระบุชนิดเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับชนิดพรรณพืชที่ระบุชนิดไว้แล้วของหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

2.2 เก็บค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้โดยใช้เครื่องมือสว่านเจาะเนื้อไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกตั้งแต่ 15 เซนติเมตร ชนิดละไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่าง ปฏิบัติตามวิธีการเก็บข้อมูลความหนาแน่นของเนื้อไม้ ตามวิธีการของ Chave et.al (2003) และ Sungpalee et.al. (2009) และ ข้อแนะนำการอบตัวอย่างเนื้อไม้ของ Wiemann and Williamson (2010) ภายหลังการเก็บตัวอย่างเนื้อไม้จะทำการปิดแผลบริเวณรอยเจาะโดยใช้เนื้อไม้และใช้น้ำยาทารักษาแผลของเนื้อไม้เพื่อป้องกันโรคและแมลง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative characteristics)

3.1.1 จัดทำบัญชีรายชื่อพรรณไม้ที่พบ

3.1.2 ทำการจัดชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) เพื่อนำมาทำการกระจายและเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ศึกษา

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้นโดยแยกเป็นระดับชนิด สกุลและวงศ์ สำหรับสมการที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณมวลชีวภาพรายต้น จะใช้สมการตามรูปแบบของ Chave *et al*. (2005) โดยมีรูปสมการดังนี้

$$\ln(AGB) = a+b\ \ln(D)+c(\ln(D))^2+d(\ln(D))^3+\ln(\rho)$$

โดยที่

AGB = ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)

ρ = ความหนาแน่นของเนื้อไม้ชนิดนั้น ๆ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

a, b, c = ค่าสัมประสิทธิ์

จากนั้นนำข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพที่ได้มาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนที่เก็บกัก โดยน้ำหนักคาร์บอนในมวลชีวภาพมีค่าเป็นร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง (IPCC, 1996) ดังนี้

ปริมาณคาร์บอน (กิโลกรัม) = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน X 0.47 (กิโลกรัม)

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะข้อมูลเชิงปริมาณของพื้นที่และพรรณไม้ที่พบ

อุทยานหลวงราชพฤกษ์มีพื้นที่ดำเนินงาน ทั้งหมด 75 เฮกตาร์ โดยมีสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวที่เป็นไม้ยืนต้นเท่ากับ 28.33 เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 37.77 ของพื้นที่ทั้งหมด การศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการทั้ง 4 รูปแบบ ดังนี้ พื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ พื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ พื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล และพื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว รวมพื้นที่ทั้งหมด 13.90 เฮกตาร์ หรือ คิดเป็นร้อยละ 18.54 ของพื้นที่ทั้งหมด (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่าอุทยานหลวงราชพฤกษ์มีพื้นที่สีเขียวเป็นไปตามที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดไว้ให้มีพื้นที่เขียวไม่น้อยกว่า ร้อยละ 30 ของแปลงที่ดิน (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550)

จำนวนพรรณไม้ยืนต้นที่พบ รวมทั้งสิ้น 6,685 ต้น 264 ชนิด 199 สกุล และ 63 วงศ์ เมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่าพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ มีจำนวนต้น ชนิด และสกุลมากที่สุด เท่ากับ 2,815 ต้น, 224 ชนิด และ 171 สกุล หรือคิดเป็นร้อยละ 42.11, 84.85 และ 85.93 ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่รองรับกิจกรรมนันทนาการและพื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล มีจำนวนต้นเท่ากัน คือ 1,151 ต้น ในส่วนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (1.30 เมตร) พบว่าพื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 140.1 เซนติเมตร รองลงมา พื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ พื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล และพื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 133.4, 81.5 และ 59.7 เซนติเมตร ตามลำดับ และขนาดพื้นที่หน้าตัดรวม เท่ากับ 168.59 ตารางเมตร โดยพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้มีค่าสูงสุด เท่ากับ 67.74 ตารางเมตร ขณะที่พื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาลมีพื้นที่หน้าตัดรวมต่ำสุด เท่ากับ 21.91 ตามรางเมตร จากการศึกษายังพบพรรณไม้ที่มีกาฝาก จำนวน 66 ชนิด รวม 277 ต้น หรือ คิดเป็นร้อยละ 25 และ 4.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ลักษณะเชิงปริมาณของพื้นที่และพรรณไม้ที่พบในพื้นที่ให้บริการทั้ง 4 รูปแบบ

ลักษณะเชิงปริมาณ	พื้นที่ LKP	พื้นที่ RA	พื้นที่ SA	พื้นที่ TG	Total
ขนาดพื้นที่ (เฮกตาร์)	7.22	2.13	0.90	3.65	13.90
พื้นที่สนามหญ้า (เฮกตาร์)	1.51	0.52	0.15	1.12	3.30
จำนวนต้นไม้	2815	1151	1568	1151	6685
จำนวนชนิดพรรณไม้	224	84	21	49	264
จำนวนชนิดพรรณไม้ที่มีกาฝาก	53	13	10	6	66
จำนวนสกุล	171	67	16	40	199
จำนวนวงศ์	59	28	12	21	63
Dbh max (cm)	133.4	140.1	59.7	81.5	140.1
Total Basal area (m^2)	67.74	53.24	25.70	21.91	168.59
Carbon (mg)	171.26	127.84	68.32	59.40	426.83

หมายเหตุ: LKP = พื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้, RA = พื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ, SA = พื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว และ TG = พื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล

2. ความหลากชนิดของพรรณไม้ยืนต้น

2.1 แยกตามวงศ์ ชนิดและสกุล พบว่า วงศ์ Fabaceae มีจำนวนต้นสูงที่สุด เท่ากับ 1,958 ต้น เช่น ราชพฤกษ์ (Cassia fistula L.) ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus* Willd.) โสกน้ำ (*Saraca indica* L.) ชัยพฤกษ์ (*Cassia javanica* L.) กัลปพฤกษ์ (*Cassia bakeriana* Craib.) และ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.) (ตารางที่ 2) โดยมีการกระจายอยู่ในพื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว มากที่สุด รองลงมา วงศ์ Bignonaceae วงศ์ Meliaceae วงศ์ Apocynaceae และวงศ์ Myrtaceae จำนวน 817, 357, 328 และ 245 ต้น ตามลำดับ จากการศึกษายังพบว่าวงศ์ที่มีจำนวนต้นเพียง 1 ต้น มีจำนวน 6 วงศ์ คือ วงศ์ Organiaceae วงศ์ Primulaceae วงศ์ Rosaceae วงศ์ Tiliaceae วงศ์ Ulmaceae และวงศ์ Urticaceae โดยมีชนิดของพรรณไม้ คือ พญามูลเหล็ก (*Strychnos lucida* R. Br.) พิลังกาสา (*Ardisia polycephala* Wall. ex A.DC.) นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides* D.Don) พลับพลา (*Microcos paniculata* Linn.) กระเจา (*Holoptelea integrifolia* Planch.) และไข่ปลา (*Debregeasia longifolia* (Burm.f.) Wedd.) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในระดับสกุล พบว่ามีทั้งหมด 199 สกุล จำนวน 267 ชนิด โดยสกุล Cassia มีจำนวนต้นสูงสุด เท่ากับ 736 ต้น เช่น ราชพฤกษ์ *(Cassia fistula* L.) กัลปพฤกษ์ (*Cassia bakeriana* Craib.) ชัยพฤกษ์ (*Cassia javanica* L.) รองลงมา สกุล Mimusops, Saraca, Jacaranda และ Swietenia พบจำนวน 327, 277, 272 และ 244 ต้น ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าชนิดของพันธุ์ไม้ที่ปลูกในพื้นที่อุทยานหลวงราชพฤกษ์ มีความสอดคล้องตามคำแนะนำของ มณฑาทิพย์ (2559) ที่แนะนำการพิจารณาคัดเลือกชนิดของพันธุ์ไม้ชนิดพรรณไม้ที่เหมาะสมเพื่อปลูกในสถานที่ต่างๆ มีดังนี้ ต้นไม้ที่เหมาะสำหรับปลูกในบริเวณสำนักงานและที่สาธารณะ เช่น หางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia* (Bojer) Raf.) ศรีตรัง (*Jacaranda obtusifolia* Humb. & Bonpl.) ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) ตะแบก (*Lagerstroemia calyculata* Kurz.) กัลปพฤกษ์ *Cassia bakeriana* Craib.) ปีบ (*Millingtonia hortensis* L.f.) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) ประดู่ป่า(*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.) และ มะฮอกกานี (*Swietenia macrophylla* King) ต้นไม้ที่เหมาะสำหรับปลูกให้ร่มเงาถนน เช่น หางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia* (Bojer) Raf.) ชัยพฤกษ์ (*Cassia javanica* L.) สนประดิพัทธ์ (*Casuarina junghuhniana* Miq.) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.) ทองกวาว (*Butea monosperma* (Lam.) Taub.) และมะฮอกกานี (*Swietenia macrophylla* King) ต้นไม้ที่ควรปลูกตามสวนสาธารณะ เช่น จำปา (*Michelia champaca* L.) จำปี (*Michelia alba* DC.) พิกุล (*Mimusops elengi* L.) ลำดวน (*Melodorum fruticosum* Lour.) เสลา (*Lagerstroemia loudoni* Teijsm. &

Binn.) สุพรรณิการ์ *(Cochlospermum religiosum* (L.) Alston) เหลืองอินเดีย **(*Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O.Grose**) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) และ อินทนิลบก (*Lagerstroemia macrocarpa* Wall.) เป็นต้น และเมื่อพิจารณาถึงชนิดของพันธุ์ไม้ในอุทยานหลวงราชพฤกษ์ยังสอดคล้องกับ คำแนะนำของ ธวัชชัย (2536) ที่ได้แนะนำควรนำพันธุ์ไม้พื้นเมืองมาส่งเสริมการปลูกในพื้นที่เขตเมือง รวมถึงพันธุ์ไม้จากต่างประเทศ โดยจำแนกตามถิ่นที่อยู่ ดังนี้ พรรณไม้พื้นเมือง เช่น ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.) กัลป์พฤกษ์ (*Cassia bakeriana* Craib.) ทองกวาว (*Butea monosperma* (Lam.) Taub.) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) โสกเหลือง (*Saraca thaipingensis Cantley ex* Prain.) บุนนาค (*Mesua ferrea* L.) ตะเคียนทอง (***Hopea odorata* Roxb.**) ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) โสกน้ำ (*Saraca indica* L.) หูกวาง (*Terminalia catappa* L.) และนางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides* D. Don) และพรรณไม้จากต่างประเทศ เช่น จามจุรี (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.) หางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia* (Bojer) Raf.) อโศกอินเดีย (*Polyalthia longifolia* (Benth.) Hook. f. var. pandurata) กระดังงาไทย (*Cananga odorata* (Lamk.) Hook.f. et Th.) สนประดิพัทธ์ (*Casuarina junghuniana* Miq).และ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth.) เป็นต้น

2.2 พรรณไม้ที่พบแยกตามกลุ่มสีของดอก พบว่า ไม้ยืนต้นในกลุ่มดอกสีขาวมีจำนวนต้นมากที่สุด เท่ากับ 2,801 ต้น หรือ คิดเป็นร้อยละ 41.89 และพบอยู่ในวงศ์ Sapotaceae, Bignonacea และ Apocynaceae จำนวน 362, 356 และ 317 ต้น ตามลำดับ เช่น แอปเปิ้ลสตาร์ (*Chrysophyllum oliviforme* L.) ปีบ (*Millingtonia hortensis* L.f.) และตีนเป็ดน้ำ (*Cerbera odollam* Gaertn.) (ตารางที่ 3) โดยระกระจายตัวอยู่ในพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ มากที่สุด จำนวน 1,560 ต้น รองลงมาคือ กลุ่มดอกสีเหลือง กลุ่มดอกสีม่วง กลุ่มดอกสีแดง กลุ่มดอกสีส้ม และกลุ่มดอกสีชมพู เช่น ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) ประดู่แดง (*Phyllocarpus septentrionalis* Donn. Smith.) ชัยพฤกษ์ (*Cassia javanica* L.) และ โสกน้ำ (*Saraca indica* L.) ซึ่งจากการศึกษาพื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล พบว่ามีชนิดพรรณไม้ที่สีสันของดอกสวยงามและโดดเด่น โดยสามารถแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มตามโทนสีของดอก (ดังตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับข้อแนะนำของ มณฑาทิพย์ (2559) ได้ระบุว่าการปลูกต้นไม้ตามสวนสาธารณะนี้ควรเน้นในเรื่องความหลากหลายของชนิดพรรณ และต้องมีการวางแผนการปลูกเป็นพิเศษตามการออกแบบของนักภูมิสถาปัตย์ โดยอาจต้องมีการจัดกลุ่มต้นไม้ตามลักษณะสีของดอก รูปทรงของต้นไม้ เพื่อให้เกิดความสวยงามและกลมกลืนกัน ได้แก่ ชัยพฤกษ์ (*Cassia javanica* L.) ปีบ (*Millingtonia hortensis* L.f.) ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) ตะแบก เ(*Lagerstroemia calyculata* Kurz.) เสลา (*Lagerstroemia loudoni* Teijsm. & Binn.) และ สุพรรณนิการ์ *(Cochlospermum religiosum* (L.) Alston) เป็นต้น

2.3 พรรณไม้ที่พบกาฝากแยกตามกลุ่มสีของดอก โดยพบรวมทั้งหมด 66 ชนิด จำนวน 277 ต้น รวม 1,072 กอ หรือ คิดเป็นร้อยละ 4.14 ของจำนวนต้นทั้งหมด และมีการกระจายอยู่ในพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ มากที่สุดถึง 94 ต้น (ตารางที่ 4) เช่น พิกุล (*Mimusops elengi* L.) ราชพฤกษ์ (Cassia fistula L.) โสกน้ำ (*Saraca indica* L.) สัก (*Tectona grandis* L.f.) และ ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus* Willd.) เมื่อพิจารณาจำนวนต้นที่พบกาฝากโดยแยกตามกลุ่มสีของดอก พบว่ากลุ่มดอกสีขาวมีจำนวนมากที่สุด เท่ากับ 124 ต้น เช่น พุดดง (*Kopsia arborea* Blume.) แคนา (*Dolichandrone serrulata* (Wall. ex DC. Seem.) และ ชมพู่น้ำดอกไม้ (*Syzygium jambos* (L.) Alston.) ซึ่งโดยเฉลี่ยพรรณไม้อาศัย 1 ชนิด จะพบพืชกาฝาก 4.2 ต้น และ มีจำนวน 3.87 กอ ต่อพรรณไม้อาศัย 1 ต้น สอดคล้องกับ พรสุดา และคณะ (2558) พบพืชกาฝากเกาะอาศัยบนพรรณไม้อาศัย 8 ชนิด โดยมี 3 ชนิด ที่เหมือนกัน ได้แก่ ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus* Willd.) และ สัก (*Tectona grandis* L.f.)

ตารางที่ 2 จำนวนต้นจำแนกตามวงศ์ ชนิดและสกุลของพรรณไม้ ที่พบในพื้นที่ให้บริการทั้ง 4 รูปแบบ

No.	ชื่อวงศ์	จำนวนชนิด	พื้นที่ LKP	พื้นที่ RA	พื้นที่ SA	พื้นที่ TG	Total
1	Anacardiaceae	6	78	7			85
2	Annonaceae	10	105	73		7	185
3	Apindaceae	1	16				16
4	Apocynaceae	10	173	137	11	7	328
5	Bignoniaceae	13	163	47	183	424	817
6	Bixaceae	2	6	1			7
7	Boraginaceae	2	1	1			2
8	Burseraceae	3	13			2	15
9	Calophyllaceae	3	74	3	36		113
10	Capparaceae	2	17				17
11	Casuarinaceae	1			29		29
12	Clusiaceae	3	27				27
13	Combretaceae	3	24	1		10	35
14	Dilleniaceae	2	10		68		78
15	Dipterocarpaceae	12	99	52		20	171
16	Ebenaceae	6	39	6		1	46
17	Elaeocarpaceae	1	5				5
18	Euphorbiaceae	2	13				13
19	Fabaceae	45	358	317	706	583	1964
20	Gentianaceae	2	30	1	87		118
21	Guttiferae	2	13		84		97
22	Irvingiaceae	1		3			3
23	Lamiaceae	2	8	94			102
24	Lauraceae	5	31	6			37
25	Lecythidaceae	5	90	36		8	134
26	Lythraceae	6	106	5	85	8	204
27	Magnoliaceae	4	74		19		93
28	Malvaceae	9	49	5			54
29	Melastomataceae	1	18				18
30	Meliaceae	7	180	175		2	357
31	Moraceae	18	148	84		16	248
32	Moringaceae	1	29				29

ตารางที่ 2 (ต่อ)

No.	ชื่อวงศ์	จำนวนชนิด	พื้นที่ LKP	พื้นที่ RA	พื้นที่ SA	พื้นที่ TG	Total
33	Muntingiaceae	1	3				3
34	Myristicaceae	1	3				3
35	Myrtaceae	13	210	4		34	248
36	Ochnaceae	1	2	3			5
37	Oganiaceae	1	1				1
38	Oleaceae	3	19				19
39	Oxalidaceae	2	22				22
40	Phyllanthaceae	7	79	1			80
41	Pinaceae	1	4			2	6
42	Plantaginaceae	1	4				4
43	Pocynaceae	1	2				2
44	Polygonaceae	1	136	2		4	142
45	Primulaceae	1	1				1
46	Proteaceae	3	32				32
47	Rhamnaceae	1	11				11
48	Rhizophoraceae	1				2	2
49	Rosaceae	1	1				1
50	Rubiaceae	6	36		77	1	114
51	Rutaceae	8	89	2			91
52	Salicaceae	4	6	1		3	10
53	Sapindaceae	3	34				34
54	Sapotaceae	3	94	83	183	15	375
55	Simaroubaceae	1	6				6
56	Solanaceae	1	3				3
57	Strychnaceae	1	2				2
58	Theaceae	2	5				5
59	Thymelaeaceae	1	9				9
60	Tiliaceae	1	1				1
61	Ulmaceae	1		1			1
62	Urticaceae	1				1	1
63	Verbenaceae	1	3			1	4
	Total	**264**	**2815**	**1151**	**1568**	**1151**	**6685**

ตารางที่ 3 จำนวนต้นไม้แยกตามสีของดอกที่พบในพื้นที่ให้บริการทั้ง 4 รูปแบบ

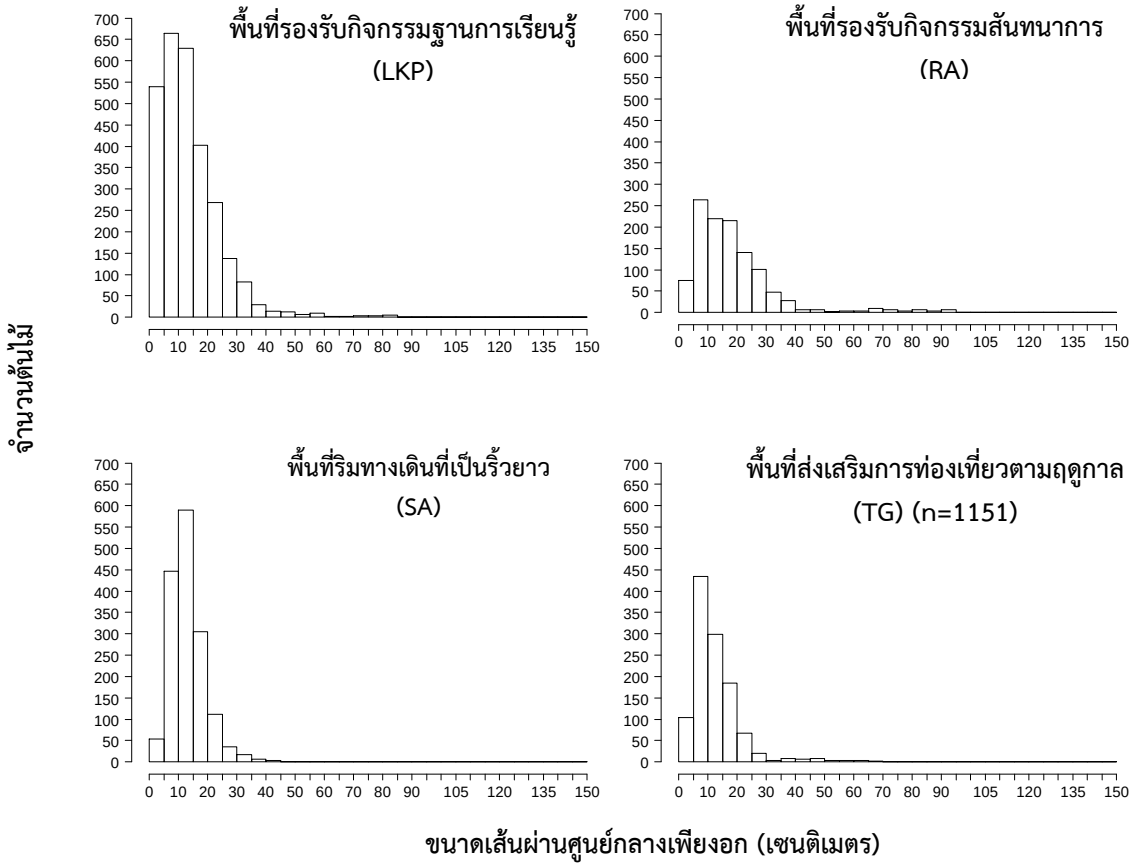
สีของดอก	พื้นที่ LKP	พื้นที่ RA	พื้นที่ SA	พื้นที่ TG	Total
สีเหลือง	759	313	551	452	2075
สีแดง	205	53	29	230	517
สีขาว	1562	504	607	128	2801
สีชมพู	118	10	114	64	306
สีม่วง	138	32	85	274	529
สีส้ม	33	239	182	3	457

ตารางที่ 4 จำนวนต้นไม้และจำนวนกอที่พบกาฝากแยกตามสีของดอกที่พบในพื้นที่ให้บริการทั้ง 4 รูปแบบ

สีดอก	พื้นที่ LKP		พื้นที่ RA		พื้นที่ SA		พื้นที่ TG		รวมทั้งหมด	
	ต้น	กอ	ต้น	กอ	ต้น	กอ	ต้น	กอ	ต้น	กอ
สีเหลือง	19	57	33	91	36	89	3	5	91	242
สีแดง	3	6	1	6	1	1	1	1	6	14
สีขาว	59	251	49	193	13	81	3	81	124	606
สีชมพู	6	31							6	31
สีม่วง	6	28	1	1	4	11	1	2	12	42
สีส้ม	1	1	6	50	31	86			38	137
Grand Total	94	374	90	341	85	268	8	89	277	1072

3. การกระจายชั้นขนาดความโตของพรรณไม้ยืนต้นในพื้นที่ให้บริการ ทั้ง 4 รูปแบบ

การกระจายตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (dbh class distribution) โดยในภาพรวม พบว่าชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 5.0-10.0 เซนติเมตร พบจำนวนต้นสูงสุด เท่ากับ 1,809 ต้น หรือ คิดเป็นร้อยละ 27.06 (ภาพที่ 1) โดยกระจายอยู่ในพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ มากที่สุด จำนวน 665 ต้น หรือ คิดเป็นร้อยละ 9.66 รองลงมา คือ ชั้นขนาด 10.0-15.0 และ 15.0-20 เซนติเมตร มีจำนวนต้น เท่ากับ 1,738 ต้น และ 1,108 ต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 26 และ 16.57 ตามลำดับ และกระจายอยู่ในพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 1 การกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) ของไม้ยืนต้นในพื้นที่ให้บริการทั้ง 4 รูปแบบ

4. มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและคาร์บอนสะสมของพรรณไม้

จากการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม) และปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพ (เมกกะกรัม) ของไม้ยืนต้นในพื้นที่ให้บริการทั้ง 4 รูปแบบ พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพโดยรวม เท่ากับ 908,140.03 กิโลกรัม และ ปริมาณคาร์บอนสะสม โดยรวม เท่ากับ 426.83 เมกกะกรัม (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ มีผลรวมสูงสุด เท่ากับ 364,382.18 กิโลกรัม และ 171.26 เมกกะกรัม คิดเป็นร้อยละ 40.12 รองลงมา พื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ พื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว และพื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล ซึ่งมีผลรวมปริมาณมวลชีวภาพ เท่ากับ 272,008.43, 145,370.10 และ 126,379.33 กิโลกรัม และปริมาณคาร์บอนสะสม เท่ากับ 127.84, 68.32 และ 59.40 เมกกะกรัม ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาในระดับชนิด (Species) พบว่า ผักเฮือด (*Ficus lacor* Buch.-Ham.) มีปริมาณมวลชีวภาพและคาร์บอนสะสมรวม สูงสุด เท่ากับ 109,558.88 กิโลกรัม และ 51.49 เมกกะกรัม (ตารางที่ 5) รองลงมา ได้แก่ ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) และ แคนา (*Dolichandrone serrulata* (Wall. ex DC.) Seem.) มีค่าเท่ากับ 35,706.04 และ 30,891.01 กิโลกรัม และ 16.78, 14.52 และ 13.10 เมกกะกรัม ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในพื้นที่ให้บริการทั้ง 4 รูปแบบ เห็นได้ว่า อุทยานหลวงราชพฤกษ์มีชนิดของพันธุ์ไม้ที่มีคุณสมบัติในการช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นพรรณไม้ชนิดเดียวกันกับการศึกษาของ พูนพิภพ (2550) และ สายรุ้ง และคณะ (2558) ที่ได้ระบุว่า ประเภทของไม้ยืนต้นที่มีคุณสมบัติในการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี เช่น ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) ชงโค (*Bauhinia purpurea* L.) มะเกลือ (*Diospyros mollis* Griff.) เสม็ดแดง (*Syzygium cinerea* Kurz.) หูกวาง (*Terminalia catappa* L.) เสลา(*Lagerstroemia loudoni* Teijsm. & Binn.) และพญาสัตตบรรณ (*Alstonia scholaris* (L.) R. Br) เป็นต้น ซึ่งควรปลูกพืชชนิดเหล่านี้เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 5 มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและปริมาณคาร์บอนสะสม ของไม้ยืนต้นในพื้นที่ให้บริการ ทั้ง 4 รูปแบบ

พื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ (LKP)					พื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว (SA)				
ลำดับ	ชื่อสามัญ	มวลชีวภาพ (Kg)	C (Mg)	%	ลำดับ	ชื่อสามัญ	มวลชีวภาพ (Kg)	C (Mg)	%
1	แคนา	27,863.92	13.10	13.10	1	ราชพฤกษ์	30,891.01	14.52	21.24
2	มะฮอกกานี	22,634.31	10.64	6.21	2	ประดู่	19,057.08	8.96	13.10
3	ปาโลแซนโตส	15,707.35	7.38	4.31	3	ปีบ	18,036.26	8.48	12.40
4	จำปี	14,499.86	6.81	3.97	4	พิกุล	16,965.29	7.97	11.67
5	ไทร	14,096.34	6.63	3.86	5	หางนกยูงฝรั่ง	11,826.71	5.56	8.13
6	โพธิ์ศรีมหาโพธิ์	13,020.05	6.12	3.57	6	โสกน้ำ	5,906.56	2.78	4.06
7	ผักเฮือด	11,033.78	5.19	3.02	7	อินทนิลน้ำ	5,888.14	2.77	4.05
8	จามจุรี	10,397.01	4.89	2.85	8	กัลปพฤกษ์	5,117.72	2.41	3.52
9	กระพี้จั่น	9,085.87	4.27	2.49	9	ประดู่บ้าน	4,352.89	2.05	2.99
10	ราชพฤกษ์	8,384.18	3.94	2.30	10	มะตาด	4,242.78	1.99	2.91
	อื่น ๆ	**217,659.51**	**102.30**	**59.73**		**อื่นๆ**	**23,085.65**	**10.85**	**15.88**
	รวม	**364,382.18**	**171.26**	**100**		**รวม**	**145,370.10**	**68.32**	**100**
ลำดับ	**พื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ (RA)**				**ลำดับ**	**พื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล (TG)**			
1	ผักเฮือด	109,558.88	51.49	40.27	1	ราชพฤกษ์	35,706.04	16.78	28.25
2	มะฮอกกานี	40,410.04	18.99	14.85	2	แคนา	11,329.60	5.32	8.96
3	สัก	23,461.34	11.03	8.62	3	ประดู่แดง	10,273.71	4.83	8.12
4	พญาสัตบรรณ	15,787.31	7.42	5.80	4	กัลปพฤกษ์	7,723.32	3.63	6.11
5	โสกน้ำ	11,502.51	5.41	4.22	5	ศรีตรัง	5,935.91	2.79	4.69
6	สาละลังกา	9,771.14	4.59	3.59	6	เสม็ดชุน	5,885.74	2.77	4.65
7	แคนา	8,644.58	4.06	3.17	7	พะยอม	5,804.20	2.73	4.59
8	ไทร	6,316.85	2.97	2.32	8	กระโดน	3,589.83	1.69	2.84
9	ทองกวาว	4,702.99	2.21	1.70	9	ปีบ	3,487.80	1.64	2.75
10	กระพี้จั่น	3,711.60	1.74	1.36	10	สาละลังกา	3,262.44	1.53	2.58
	อื่น ๆ	**38,141.18**	**17.93**	**14.02**		**อื่น ๆ**	**33,380.73**	**15.69**	**26.41**
	รวม	**272,008.43**	**127.84**	**100**		**รวม**	**126,379.33**	**59.40**	**100**

สรุป

ความหลากชนิดของพรรณไม้ยืนต้นและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในพื้นที่ให้บริการของอุทยานหลวงราชพฤกษ์ จังหวัดเชียงใหม่ ทั้ง 4 รูปแบบ ประกอบด้วยพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้, พื้นที่รองรับกิจกรรมสันทนาการ, พื้นที่ส่งเสริมการท่องเที่ยวตามฤดูกาล และพื้นที่ริมทางเดินที่เป็นริ้วยาว รวมพื้นที่ทั้งหมด 13.90 เฮกตาร์ พบพรรณไม้ยืนต้นทั้งหมด 6,685 ต้น 264 ชนิด 199 สกุล และ 63 วงศ์ มีการกระจายชั้นขนาดความโตเฉลี่ย 5.0-10.0 เซนติเมตร สูงสุด เท่ากับ 1,809 ต้น หรือ คิดเป็นร้อยละ 27.06 และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดรวม เท่ากับ 168.59 ตารางเมตร ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและคาร์บอนสะสมรวม เท่ากับ 908,140.03 กิโลกรัม และ 426.83 เมกกะกรัม โดยพื้นที่รองรับกิจกรรมฐานการเรียนรู้ มีปริมาณมวลชีวภาพและคาร์บอนสะสมสูงสุด เท่ากับ 364,382.18 กิโลกรัม และ 171.26 เมกกะกรัม หรือ คิดเป็นร้อยละ 40.12 ของคาร์บอนสะสมทั้งหมด เนื่องจากมีจำนวนต้นสูงสุด จำนวน 2,815 ต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 42.11 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีต้นไม้มากนั้นมีส่วนช่วยในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสูง ซึ่งจะเป็นการช่วยการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสภาวะโลกร้อน ดังนั้นการดูแลรักษาพื้นที่ป่าไม้ รวมถึงการส่งเสริมการปลูกต้นไม้ในรูปแบบของป่าฟื้นฟูหรือป่าไม้ในเมือง จึงมีความสำคัญต่อการลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการอุทยานหลวงราชพฤกษ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ได้กรุณาสถานที่ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และ ขอขอบคุณ นายวีรวัตร มาตรทอง และน้องๆ นักศึกษา สาขาพืชไร่ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลบันทึกข้อมูลภาคสนาม จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

พรสุดา เรืองเสวียด, ฉันทพิชญา อ้ายชุม, สุชาดา กาทอง,ฟาซีมะ เจ๊ะแม, วาสิตา แสนบุญยัง, อนงคณ์ หัมพานนท, รัฐพล ศรประเสริฐ, สยาม อรุณศรีมรกต และพระอธิการสำรวม สิริภทโท. 2558. ความหลากหลายของพืชกาฝากมะม่วง (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) และพรรณไม้อาศัยในพื้นที่อนุรักษ์สัตว์ป่าวัดไกลกังวล (เขาสารพัดดีศรีเจริญธรรม) อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท. **วารสารวนศาสตร์** 34 (2) : 73-83.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2550. **ต้นไม้และสภาวะโลกร้อน.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มณฑาทิพย์ โสมมีชัย. 2559. เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง **การป่าไม้ในเมืองและการจัดการต้นไม้.** ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายรุ้ง แววตะคุ, สุจิณณา กรรณสูตร และสุรัตน์ บัวเลิศ. 2558. **ประสิทธิภาพในการดูซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและพื้นที่สีเขียวในเขตชนบท**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรรคพล บุญเกิดหาญภักดี. 2557. **รูปแบบการจัดการการท่องเที่ยวของอุทยานหลวงราชพฤกษ์** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่.

Grey, G.W. and F.J. Deneke. 1978. **Urban Forestry**. John Wiley & Sons, Inc, New York.

Intergovernmental Panal on Climate Change (IPCC). 1996. **IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Chapter 5: Land Use Change and Forestry**. Intergovernmental Panal on Climate Change.

Chave, J., R. Condit, S. Lao, J.P. Caspersen, R.B. Forest and S.P. Hubbell. 2003. Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. **Jornal of Ecology** 91: 240-252.

Cheve, J., C. Andalo, S. Beown, M.L.A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Folster, F. Fromard, H. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera and T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forest. **Oecologia** 145: 87-99.

Sungpalee, W., A. Itoh, M. Kanzaki, K. Sri-Ngernyuang, H. Noguchi, T. Mizuno, S. Teejuntuk., M. Hara, K. Chai-Udom, T. Ohkubo, P. Sahunalu, P. Dhanmmanonda, S. Nanami, T. Yamakura and A. Sorn-Ngai. 2009. Intra- and interspecific variation in wood density and fine-scale spatial distribution of stand-level wood density in a northern Tai tropical montane Forest. **Journal of Tropical Ecology** 25: 359-370.

Wiemann, M.C. and G.B. Williamson. 2010. Measuring wood specific gravity ... correctly. **American Journal of Botany** 97(3): 519-524.

การสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำภายหลังการฟื้นฟู บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

Forest Regeneration at Lower Montane Forest after Restoration in Doi Suthep–Pui National Park, Chiang Mai Province

สถิตย์ ถิ่นกำแพง[1*] ดอกรัก มารอด[2] ประทีป ด้วงแค[2] แหลมไทย อาษานอก[3] และสุธีระ เหิมฮึก[4]

Sathid Thinkampheang[1] Dokrak Marod[2] Prateep Duengkae[2] Lamthai Asanok[3] and Sutheera Hermhuk[4]

[1]โครงการปริญญาโท สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Resource and Environmental Administration, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2] ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Deparment of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[3]สาขาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จ.แพร่ 54140

[3]Agroforestry Department, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140

[4]คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

[4]Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290

*Corresponding author: E-mail: **kawlica_70@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การฟื้นฟูป่าภายหลังการบุกรุกพื้นที่ป่าธรรมชาติสามารถดำเนินการได้หลากหลายวิธีและอาจเห็นผลสัมฤทธิ์ที่แตกต่างกัน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาฟื้นฟูกับป่าดิบเขาระดับต่ำธรรมชาติปลอดการรบกวน ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยติดตามสำรวจโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ภายในแปลงถาวรขนาด 100 เมตร x 100 เมตร ในป่าฟื้นฟู 5 รูปแบบ ในปี พ.ศ. 2562 ด้วยการติดหมายเลขต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกตั้งแต่ 2 เซนติเมตร วัดขนาด และระบุชนิด ผลการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ในปี พ.ศ. 2562 ในป่าฟื้นฟูเปรียบเทียบกับป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ พบว่าพรรณไม้ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ (ไร่ร้างอายุ 15 ปี) มีจำนวนชนิดมากสุด (125 ชนิด) รองลงมาคือ ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ (ไร่ร้างอายุ 35 ปี) ป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ ป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกพืชเชิงเดี่ยว และป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกแบบผสมผสาน มีจำนวน 107, 100, 98 และ 91 ชนิด ตามลำดับ ขณะที่ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner (H') ทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟูทั้งหมดพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 3.37 – 3.84 แสดงให้เห็นว่าการฟื้นฟูป่าทั้งตามธรรมชาติและการปลูกเสริมส่งผลให้ความหลากชนิดพืชสูงขึ้น ขณะที่ค่าความคล้ายคลึงในระดับไม้ใหญ่เมื่อเปรียบเทียบป่าธรรมชาติกับป่าที่ได้รับการฟื้นฟู ป่าที่มีการปลูกฟื้นฟูแบบผสมผสานมีค่ามากว่าป่าที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติ (44.35,41.39) และในระดับไม้รุ่นป่าที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติมีค่ามากว่าป่าที่มีการปลูกฟื้นฟูแบบผสมผสาน (38.06,38.01)

คำสำคัญ: โครงสร้างป่า การทดแทน ความหลากหลายพรรณไม้ ระบบนิเวศภูเขา

ABSTRACT

Forest restoration after encroachment of natural forest can be carried out using variety methods which will provide different outcomes. This study aimed to compare the similarity of forest regeneration between natural lower montane forest (LMF) and secondary LMF. 100 m x 100 m of five permanent plots were established in the secondary LMF forest area. All trees with diameter at breast height (DBH) larger than 2 cm were identified and measured for their girth. The results of species composition showed that secondary forest-15 year after shifting cultivation had higher number of species (125 species), followed by secondary forest-35 year after shifting cultivation (107 species), natural lower montane

forest (100 species), mono-reforestation (98 species) and mixed species reforestation (91 species), respectively. The results indicated that both natural regeneration and restoration could promote species diversity. Considering the similarity index of trees between natural LMF and others secondary LMF, it was found that the index of mixed species reforestation area was more than secondary forest (15 year after shifting cultivation). By contrast, index of saplings of plants in the secondary forest (15 year after shifting cultivation) was more than the index from the mixed species reforestation area.
Keywords: Forest structure, regeneration, plant diversity, Mountain ecosystem

คำนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน (tropical zone) ซึ่งถือว่าเป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูง เห็นได้จากการปรากฏชนิดป่าทั้งที่ผลัดใบและไม่ผลัดใบกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ โดยเฉพาะในทางตอนเหนือของประเทศที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อนมีพื้นที่ป่าไม้อยู่เป็นจำนวนมาก และส่วนใหญ่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญของประเทศ อย่างไรก็ตามในพื้นต้นน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มักถูกรบกวนจากการเปลียนแปลงพื้นที่ป่าไม้โดยเฉพาะพื้นที่ป่าดิบเขาไปเป็นการทำการเกษตรกรรมบนพื้นที่สูง ทั้งที่เกิดจากชุมชนพื้นเมืองและชาวไทยภูเขาเผ่าต่าง ๆ ซึ่งสังคมป่าดิบเขานับว่าเป็นสังคมพืชที่มีความเปราะบางสูง เนื่องจากมีปัจจัยแวดล้อมที่มีความจำเพาะค่อนข้างสูงหากเกิดการเปลี่ยนแปลงก็ยากที่จะฟื้นสภาพกลับให้เป็นดังเดิม ประกอบกับป่าดิบเขามักมีการปรากฏชนิดเฉพาะถิ่น (endemic species) และชนิดที่พบเห็นได้ยาก (rare species) อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งชนิดเหล่านี้ล้วนมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เป็นอย่างยิ่งหากปัจจัยแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การอนุรักษ์สังคมป่าดิบเขาไม่ให้ถูกบุกรุกทำลายเท่ากับเป็นการรักษาพื้นที่ต้นน้ำ รวมถึงการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพไม่ให้ถูกทำลายไปด้วย ในขณะที่พื้นที่ ๆ ถูกทำลายไปแล้วควรเร่งฟื้นฟูเพื่อให้กลับคืนสู่สภาพป่าดั้งเดิมโดยเร็ว ซึ่งการฟื้นฟูป่านั้นมีอยู่หลากหลายวิธีการ ทั้งการปล่อยให้มีการทดแทนเองตามธรรมชาติหรือการเข้าไปดำเนินการโดยมนุษย์ด้วยการปลูกป่าเสริมเพื่อช่วยร่นระยะเวลาในการฟื้นตัวของป่า

โดยการติดตามการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้นั้น นิยมใช้การกระจายของต้นไม้ตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter class distribution) เป็นดัชนีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในกลุ่มนักนิเวศวิทยาป่าไม้ เนื่องจากสามารถตรวจสอบความต่อเนื่องของการสืบต่อพันธุ์ทั้งในหน่วยของสังคมพืชและชนิดพืชเป้าหมายได้อย่างชัดเจนในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผลการศึกษาดังกล่าวอาจแสดงให้เห็นถึงผลกระทบในอดีตและการพัฒนาการของหมู่ไม้นั้นได้ โดยการกระจายของต้นไม้ตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของพันธุ์ไม้ สามารถจำแนกรูปแบบการกระจายได้ 4 รูปแบบ (Janowiak *et al.,* 2008 Bunyavejchewin *et al.,* 2001)

อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย เป็นพื้นที่ต้นน้ำสำคัญของลุ่มน้ำปิง ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ แม้ว่าเป็นพื้นที่อุทยานแห่งชาติแต่พื้นที่แห่งนี้ยังคงเป็นที่อยู่อาศัยของชาวเขาเผ่าม้ง เช่น หมู่บ้านดอยปุย และหมู่บ้านขุนช่างเคี่ยน เป็นต้น รวมถึงคนพื้นเมืองบริเวณตำบลดอยสุเทพ ในอดีตเคยมีการบุกรุกพื้นที่ป่าแห่งนี้เพื่อทำการปลูกฝิ่นและทำไร่เลื่อนลอยของชนเผ่าม้ง จนทำให้พื้นที่ป่าลดลงเป็นจำนวนมาก ในเวลาต่อมาพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงโปรดเกล้าให้มีการเปลี่ยนแปลงอาชีพของชาวเขาจากการปลูกฝิ่นและทำไร่เลื่อนลอย ให้เปลี่ยนเป็นการทำสวนผลไม้แทน รวมถึงให้มีการฟื้นฟูพื้นที่ไร่เลื่อนลอยให้คืนสภาพเป็นป่าเดิม ดังนั้นในปี พ .ศ. 2533 ทางอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย จึงได้มีนโยบายการปลูกไม้เสริมป่า เพื่อฟื้นฟูในพื้นที่ป่ารุ่นสองบางแห่งโดยพรรณไม้ที่นำมาปลูกได้แก่ ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*), กำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides*), อบเชย (*Cinnamomum iners*), กล้วยฤาษี (*Diospyros glandulosa*) และ ไก๋แดง (*Ternstroemia gymnanthera*) และบางพื้นที่ได้ทำการปลูกป่าเสริมด้วยไม้ชนิดเดียวไม้ และปลูกแบบสุ่มไม่เป็นแถวเป็นแนว ได้แก่ นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) โดยปลูกประมาณ 80 ต้นต่อไร่ (Krawsa-at, 1997). ถึงแม้บางพื้นที่ไม่ได้มีการปลูกป่าฟื้นฟู แต่ก็มีการป้องกันไม่ให้มีการบุกรุกเพิ่มอีก และปล่อยให้เกิดการทดแทนขึ้นเองตามธรรมชาติ จนทำให้ในปัจจุบันพื้นที่ไร่เลื่อน

ลอยในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย ได้รับการฟื้นฟูให้กลับสู่สภาพป่าที่ใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากที่สุด อย่างไรก็ตาม หลังจากที่ป่าได้รับการฟื้นฟูในหลายพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติ ยังขาดการติดตามการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ในป่าดิบเขาภายหลังการฟื้นฟูทั้งในเรื่องของโครงสร้างสังคมพืชและความหลากหลายของพรรณพืช ซึ่งการติดตามตรวจสอบนั้นจะช่วยทำให้ทราบถึงความสำเร็จจากการดำเนินการฟื้นฟูป่า ทั้งพื้นที่ที่มีการทดแทนตามธรรมชาติและพื้นที่ที่มีการปลูกป่าเสริมไม้โครงสร้าง จะสามารถกลับมามีสภาพโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพันธุ์ที่ใกล้เคียงกับป่าดิบเขาระดับต่ำปลอดการรบกวนได้หรือไม่อย่างไร

ดังนั้น งานวิจัยนี้ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืชระหว่างป่าฟื้นฟูกับป่าดิบเขาระดับต่ำปลอดการรบกวน ผลการศึกษาที่เกิดขึ้นสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อสร้างแนวทางการฟื้นฟูป่าดิบเขาระดับต่ำในพื้นที่เสื่อมโทรมในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทยที่มีปัจจัยแวดล้อมใกล้เคียงกัน ซึ่งมีช่วยลดระยะเวลาและงบประมาณในการฟื้นฟูรวมกับส่งเสริมการประยุคย์ใช้องค์ความรู้ดังกล่าวในการจัดการพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธารให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

1. โดยวางแปลงถาวรขนาด 1 เฮกตาร์ (100 เมตร × 100 เมตร) ภายในพื้นที่ป่าฟื้นฟูที่ได้ดำเนินการไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ทีมีระบบการฟื้นฟูที่แตกต่างกัน ดังนี้ 1) ป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้าง (Abandoned areas, AB) เป็นเวลา 35 ปี และ 15 ปี (AB-35-yr, และ AB-15-yr) 2) ป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกเชิงเดี่ยว (Mono species planting, MoP) โดยปลูกนางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) และ 3) ป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกแบบผสม (Mixed species planting, MxP) โดยปลูกก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*), กำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides*), อบเชย (*Cinnamomum iners*), กล้วยฤาษี (*Diospyros glandulosa*) และ ไก๋แดง (*Ternstroemia gymnanthera*)

2. คัดเลือกพื้นที่แปลงถาวรขนาด 1 เฮกตาร์ (100 เมตร × 100 เมตร) ภายในป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ (Lower Montane Forest, LMF) บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า

การเก็บข้อมูล

1. ทำการติดตามพลวัตป่าภายในแปลงถาวรทั้ง 5 พื้นที่ในปี พ.ศ.2562 ด้วยการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 เมตร × 10 เมตร (จำนวน 100 แปลงย่อย) เพื่อติดตามและสำรวจองค์ประกอบของพรรณไม้ในแต่ละแปลงย่อยด้วยการติดหมายเลขต้นไม้ (tagged number) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) ตั้งแต่ 2 เซนติเมตรขึ้นไป วัดขนาด ระบุชนิด พร้อมบันทึกพิกัดตำแหน่งของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง สำหรับพรรณไม้ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้นั้นทำการเก็บตัวอย่าง (specimens) เพื่อนำมาระบุชนิดโดยเทียบเคียงกับชนิดไม้ที่ระบุชนิดแล้วในหอพันธุ์ไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พร้อมกับตรวจสอบรายชื่ออ้างอิงตาม เต็ม (2557)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance value index; IVI)

ดัชนีค่าความสำคัญของพรรณไม้โดยการคำนวณตาม Whittaker (1970) และ ดอกรักและอุทิศ (2552) โดยดัชนีค่าความสำคัญของพรรณไม้ คือ ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) และความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RDo) ของแต่ละชนิดไม้ หรือ

$$IVI = RF + RD + RDo$$

ดัชนีความหลากหลาย (Diversity index)

ดัชนีความหลากหลายพรรณพืชใช้สมการของ Shannon-Wiener index (H') (Shannon and Weaver, 1949) ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นดัชนีที่ใช้ชี้วัดความหลากหลายทางชีวภาพได้ดี สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (\mathrm{Pi})\mathrm{i} \ln (\mathrm{Pi})$$

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากหลาย

Pi = สัดส่วนของจำนวนในชนิดพันธุ์ที่ I (n_i) ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมด ทุกชนิดพันธุ์ในสังคม (N) หรือ $Pi = \frac{n_i}{N}$, $n_i = 1,2,3,\ldots,s$

S = จำนวนชนิดพันธุ์ทุกชนิดในสังคม

ln = ค่าลอการิทึมธรรมชาติของตัวเลข

เมื่อได้ค่าดัชนีความหลากหลายพรรณพืชแล้วจึง นำมาประยุกต์เพื่อระบุระดับดัชนีความหลากหลายของพื้นที่อ้างอิงตามเกณฑ์ของ Washington, (1984)

0-1 = ความหลากหลายระดับต่ำ
1-2 = ความหลากหลายค่อนข้างต่ำ
2-3 = ความหลากหลายระดับปานกลาง
3-4 = ความหลากหลายระดับค่อนข้างสูง
4-5 = ความหลากหลายระดับสูง

การกระจายของต้นไม้ตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter class distribution)

สร้างกราฟการกระจายของต้นไม้ตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter class distribution) ของพื้นที่ป่าฟื้นฟูแต่ละรูปแบบ รวมถึงพรรณไม้ที่ใช้ในการปลูกฟื้นฟูและพรรณไม้ที่เข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ป่าฟื้นฟูแต่ละรูปแบบทั้งพรรณไม้เบิกนำ (pioneer species) และพันธุ์ไม้พื้นถิ่น (native species) เพื่อพิจารณารูปแบบของกราฟที่ได้ว่าเป็นรูปแบบใด โดยพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ (correlation, r) หรือ r^2 เป็นตัวกำหนดความเชื่อมั่นของรูปแบบสมการนั้น ๆ (Oliveira et al., 2014)

ดัชนีความคล้ายคลึง (Index of similarity index; IS)

ทำการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงระหว่างพื้นที่ป่าฟื้นฟูแต่ละรูปแบบกับพื้นที่ป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ โดยพิจารณาความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืชในสองระดับคือ ไม้รุ่น (saplings) คือไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 2 – 5 ซม และ ไม้ใหญ่ (trees) คือไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 5 ซม สามารถคำนวณได้จากสมการของ Sorensen ดังนี้ (Sorensen, 1948)

$$IS\ (\%) = \frac{2w}{A+B} \times 100$$

เมื่อ SI = ดัชนีค่าความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืช
W = จำนวนชนิดพืชหรือค่าเชิงปริมาณที่ปรากฏทั้งในสังคม A และ B
A = จำนวนชนิดพืชหรือค่าเชิงปริมาณที่ปรากฏทั้งหมดในสังคมพืช A
B = จำนวนชนิดพืชหรือค่าเชิงปริมาณที่ปรากฏทั้งหมดในสังคมพืช B

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้

ผลการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ในแต่ละพื้นที่มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ (LMF) สำหรับไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height; DBH) ตั้งแต่ 2 เซนติเมตร พบชนิดพรรณไม้จำนวน 100 ชนิด 78 สกุล และ 39 วงศ์ มีความหนาแน่นเฉลี่ย 2,014 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 31.23 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.42 พันธุ์ไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญใน 10 ลำดับแรก ได้แก่ ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) เมียดต้น (*Litsea martabanica*) ก่อหรั่ง (*Castanopsis armata*) ทะโล้ (*Schima wallichii*) ก่อใบเลื่อม (*Castanopsis tribuloides*) ก่อดำ (*Lithocarpus truncatus*) กำยาน (*Styrax benzoides*) ยาแก้ (*Vernonia volkameriiolia*) อินทวา (*Persea Gamblei*) และเหมือดคนตัวผู้ (*Helicia nilagirica*) เป็นต้น มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 42.85, 23.10, 22.54, 17.90, 16.08, 15.79, 15.29, 12.24, 11.54 และ 8.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.2 พื้นที่ป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้าง (Abandoned areas; AB) เป็นเวลา 35 ปี (AB-35-yr) พบชนิดพรรณไม้ที่จำนวน 107 ชนิด 89 สกุล และ 44 วงศ์ มีความหนาแน่นเฉลี่ย 2,003 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 31.09 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.71 พันธุ์ไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญใน 10 ลำดับแรก ได้แก่ ก่อหรั่ง (*Castanopsis armata*) อินทวา (*Persea gamblei*) เชียด (*Cinnamomum iners*) เหมือดคนตัวผู้ (*Helicia nilagirica*) ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) หน่วยนกงุม (*Beilschmiedia gammieana*) สนสามใบ (*Pinus kesiya*) ค่าหด (*Engelhardtia spicata*) แข้งกวาง (*Wendlandia paniculata*) และตะเกราน้ำ (*Eriobotrya bengalensis*) เป็นต้น มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 38.02, 20.27, 16.42, 13.87, 12.88, 10.52, 9.84, 9.19, 9.04 และ 8.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.3 พื้นที่ป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้าง (Abandoned areas; AB) เป็นเวลา 15 ปี (AB-15-yr) พบชนิดพรรณไม้ที่จำนวน 125 ชนิด 90 สกุล และ 46 วงศ์ มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1,479 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 22.16 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.84 พันธุ์ไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญใน 10 ลำดับแรก ได้แก่ ปลายสาน (*Eurya acuminata*) เมียดต้น (*Litsea martabanica*) อินทวา (*Persea Gamblei*), เต้าเลื่อม (*Macaranga indica*) ทะโล้ (*Schima wallichii*) ก่อใบเลื่อม (*Castanopsis tribuloides*) ทองหลางป่า (*Erythrina subumbrans*) มะหาดข่อย (*Artocarpus nitidus*) สะทิบ (*Phoebe paniculata*) และมะดูกดง (*Persea declinata*) เป็นต้น มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 36.83, 18.65, 12.56, 12.06, 10.32, 10.23, 9.63, 9.25, 7.94 และ 6.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.4 พื้นที่ป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกเชิงเดี่ยว (Mono species planting; MoP) โดยปลูกนางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) พบชนิดพรรณไม้ที่จำนวน 98 ชนิด 73 สกุล และ 40 วงศ์ มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1,750 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 32.51 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.37 พันธุ์ไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญใน 10 ลำดับแรก ได้แก่ ยาแก้ (*Vernonia volkameriiolia*) ก่อหรั่ง (*Castanopsis armata*) นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) สนสามใบ (*Pinus kesiya*) ส้านเห็บ (*Saurauia roxburghii*) ทองหลางป่า (*Erythrina subumbrans*) ทะโล้ (*Schima wallichii*) กล้วยฤาษี (*Diospyros glandulosa*) เชียด (*Cinnamomum iners*) และเต้าเลื่อม (*Macaranga indica*) เป็นต้น

มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 35.45, 26.49, 22.07, 17.96, 17.42, 12.95, 10.98, 9.45, 8.55 และ 7.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.5 พื้นที่ป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกแบบผสม (Mixed species planting; MxP) โดยปลูกก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) กำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides*) อบเชย (*Cinnamomum iners*) กล้วยฤๅษี (*Diospyros glandulosa*) และ ไก่แดง (*Ternstroemia gymnanthera*) พบชนิดพรรณไม้ที่จำนวน 91 ชนิด 68 สกุล และ 38 วงศ์ มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1,894 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 30.47 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner เท่ากับ 3.39 พันธุ์ไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญใน 10 ลำดับแรก ได้แก่ ก่อหรั่ง (*Castanopsis armata*) ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) ส้านเห็บ (*Saurauia roxburghii*) หน่วยนกงุม (*Beilschmiedia gammieana*) ค่าหด (*Engelhardtia spicata*) ยาแก้ (*Vernonia volkameriiolia*) ทะโล้ (*Schima wallichii*) กำลังเสือโคร่ง (*Betula alnoides*) แข้งกวาง (*Wendlandia paniculata*) และมะดูกดง (*Persea declinata*) เป็นต้น มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 30.61, 27.58, 27.15, 19.13, 17.70, 15.07, 11.95, 10.68, 10.42 และ 9.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ขณะที่ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner (H') ทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟูทั้งหมด พบว่ามีค่าค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 3.37 – 3.84 แสดงให้เห็นว่าการฟื้นฟูป่าทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและด้วยการปลูกเสริมส่งผลให้มีความหลากหลายพรรณพืชเพิ่มมากขึ้น

2. ความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืช

เมื่อพิจารณาความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืชในระดับไม้รุ่น (sapling) ซึ่งเป็นช่วงชั้นอายุที่สามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการสืบต่อพันธุ์ของไม้ท้องถิ่นในแต่ละพื้นที่ป่าฟื้นฟูได้ดี พบว่าป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้างเป็นเวลา 35 ปี (AB-35-yr) มีความคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติสูงที่สุด (ร้อยละ 38.06) รองลงมาคือ ป่าฟื้นฟูโดยการปลูกไม้ท้องถิ่นแบบหลายชนิด (MxP) ป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้างเป็นเวลา 15 ปี (AB-35-yr) และป่าที่ฟื้นฟูโดยการปลูกไม้ท้องถิ่นชนิดเดียว (MoP) มีค่าร้อยละ 38.01, 32.74, และ 30.56 ตามลำดับ (Table 1) แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาในการปล่อยทิ้งร้างมีผลต่อการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ท้องถิ่นในป่าธรรมชาติมากนอกเหนือจากการใช้วิธีการปลูกแบบผสมหลายชนิด ขณะที่ความคล้ายคลึงในระดับไม้ใหญ่ (tree) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง ร้อยละ 30.86 - 44.35 (Table 2) แสดงให้เห็นว่าในระดับไม้ใหญ่มีความคล้ายคลึงสูงกว่าในระดับไม้รุ่น เพราะการทดแทนที่ใช้เวลายาวนานทำให้พรรณไม้เจริญเติบโตขึ้นมาทดแทนและมีความคล้ายคลึงป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติสูง ซึ่งค่าความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืชทั้งในระดับไม้รุ่น (sapling) และในระดับไม้ใหญ (tree) ป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้างเป็นเวลา 35 ปี (AB-35-yr) มีความค่าความคล้ายคลึงกับป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติสูง จึงมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูกตามหลักการฟื้นฟูสภาพป่าด้วยวัฏธรรมชาติ (Natural Reforesrtation) ตามแนวพระราชดำริด้านป่าไม้ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9

Table 1 Index of similarity index at Lower Montane Forest after Restoration (sapling).

	LMF	AB-15yrs	AB-35yrs	MxP	MoP
LMF	x	30.56	38.06	38.01	32.74
AB-15yrs		x	29.14	23.06	27.95
AB-35yrs			x	56.37	43.13
MxP				x	49.06
MoP					x

Table 2 Index of similarity index at Lower Montane Forest after Restoration (Tree).

	LMF	AB-15yrs	AB-35yrs	MxP	MoP
LMF	x	30.86	41.39	44.35	31.61
AB-15yrs		x	33.55	29.96	36.02
AB-35yrs			x	54.63	47.37
MxP				x	46.93
MoP					x

หมายเหตุ : LMF = ป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ
AB-15yrs = พื้นที่ป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้าง เป็นเวลา 15 ปี
AB-35yrs = พื้นที่ป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้าง เป็นเวลา 35 ปี
MxP = พื้นที่ป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกเชิงเดี่ยว
MoP = พื้นที่ป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกแบบผสม

3. การสืบต่อพันธุ์ของพรรณพืช

เมื่อพิจารณาการกระจายต้นไม้ตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 2 cm ในแปลงตัวอย่างทั้ง 5 พื้นที่ พบว่ามีการกระจายแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential form) หรือรูปตัว L (Figure 1) แสดงให้เห็นว่าการรักษาโครงสร้างป่าและการสืบต่อพันธุ์ในป่าฟื้นฟูมีการสืบต่อพันธุ์เป็นปกติตามธรรมชาติ คือ มีไม้ขนาดเล็กจำนวนมากที่พร้อมเจริญทดแทนเป็นไม้ใหญ่ในอนาคต เมื่อไม้ใหญ่มีล้มตายในพื้นที่ หรือมีการจัดการเอาไม้ออกไปใช้ประโยชน์ ก็ยังมีไม้รุ่นที่จะขึ้นมาทดแทนได้ (Bunyavejchewin *et al*., 2001; ดอกรัก และคณะ., 2558)

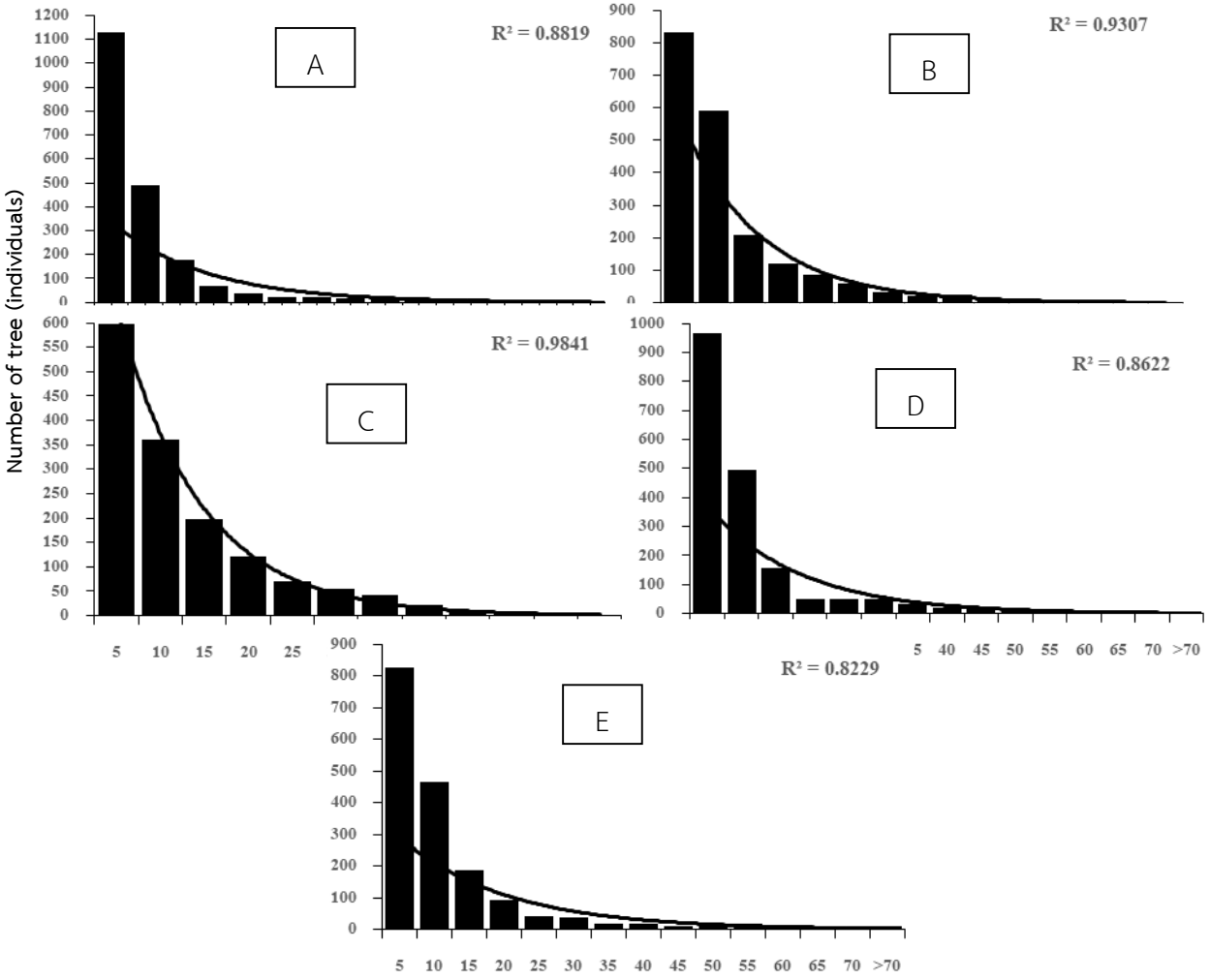


Figure 1 Diameter class distribution in forest, A =Lower Montane Forest, LMF, B = Abandoned areas 35 Year, AB-35-yr, C= Abandoned areas 15 Year AB-15-yr, D = Mixed species planting, MxP, E= Mono species planting, MoP.

เมื่อพิจารณาการกระจายต้นไม้ตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางแยกตามชนิดไม้ที่นำเข้ามาปลูกฟื้นฟู พบว่าก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) กล้วยฤาษี เชียด และนางพญาเสือโคร่ง มีการกระจายแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential form) หรือรูปตัว L (Figure 2 A-D) อย่างไรก็ตาม การกระจายของ กำลังเสือโคร่ง มีรูปแบบการกระจายของต้นไม้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง เป็นแบบรูประฆังคว่ำ (bell shape) (Figure 2 E) บ่งบอกถึงการพัฒนาการเติบโตของกลุ่มไม้ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา หรือมีความไม่ต่อเนื่องของการเพิ่มพูนของไม้ชนิดดังกล่าว แต่เมื่อพิจารณาการกระจายต้นไม้ตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางของชนิดพรรณไม้ดั่งเดิงบางชนิด (ก่อหรั่ง, อินทวา (*Persea gamblei*) และเหมือดคนตัวผู้) ที่เข้ามาตั้งตัวตามธรรมชาติในพื้นที่มีการกระจายแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential form) หรือรูปตัว L (Figure 3)

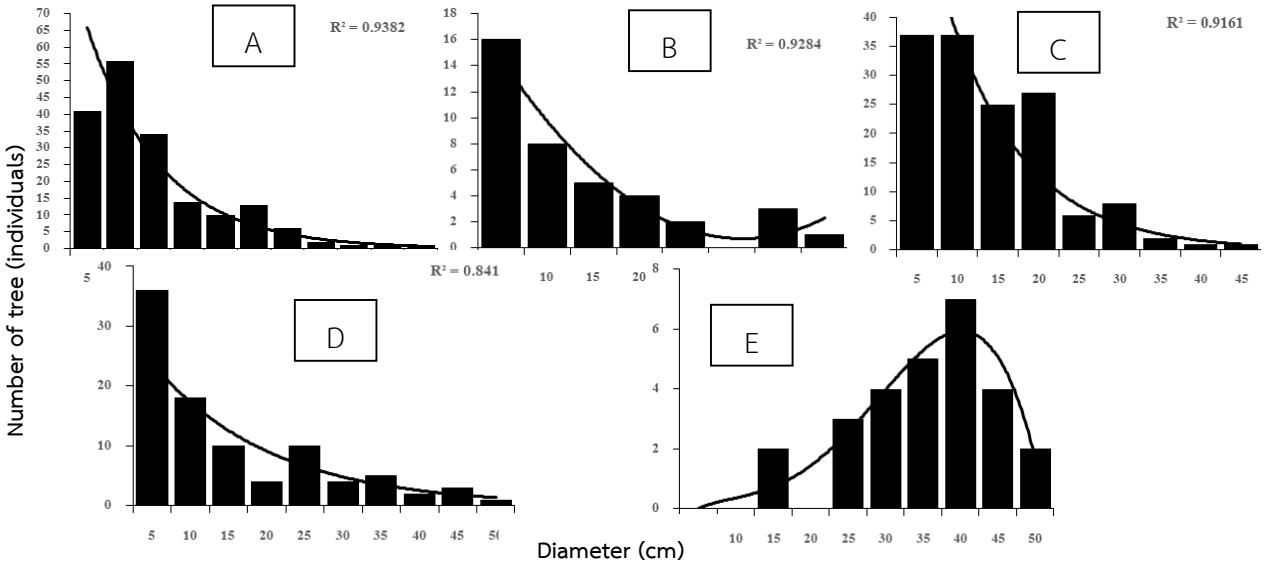


Figure 2 Diameter class distribution tree species planting; A = (*Castanopsis acuminatissima*), B = (*Diospyros glandulosa*), C = (*Cinnamomum iners*), D = (*Prunus cerasoides*), E = (*Betula alnoides*)

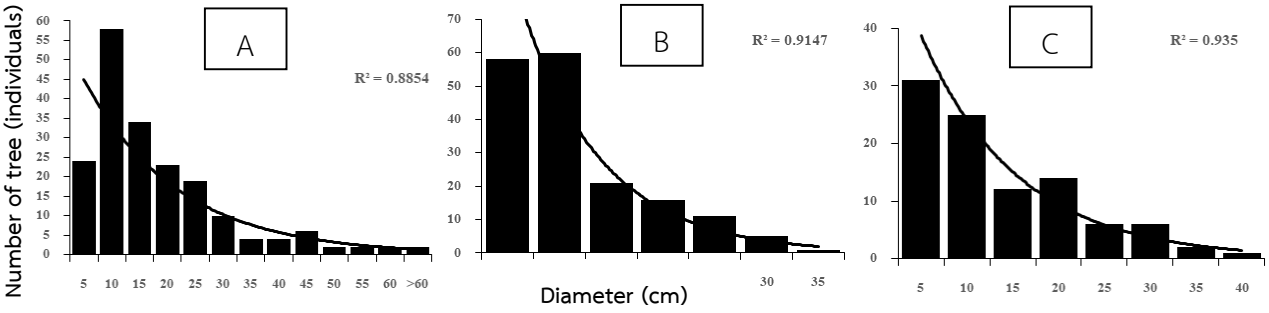


Figure 3 Diameter class distribution some species; A = (*Castanopsis armata*), B = (*Persea gamblei*), C = (*Helicia nilagirica*).

สรุป

โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ในปี พ.ศ. 2562 ในป่าฟื้นฟูเปรียบเทียบกับป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ พบว่าพรรณไม้ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ (ไร่ร้างอายุ 15 ปี) มีจำนวนชนิดมากสุด (125 ชนิด) รองลงมาคือ ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ (ไร่ร้างอายุ 35 ปี) ป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ ป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกพืชเชิงเดี่ยว และป่าฟื้นฟูด้วยการปลูกแบบผสมผสาน มีจำนวน 107, 100, 98 และ 91 ชนิด ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาในการปล่อยทิ้งร้างให้ฟื้นฟูตามธรรมชาติเป็นระยะเวลานานสามารถฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรมให้กลับมาเป็นป่าธรรมชาติได้ ถึงแม้จะมีการปลูกเสริมพรรณไม้ท้องถิ่นเข้าไปช่วยในการฟื้นฟูแต่ก็ต้องใช้เวลาในการฟื้นฟู ขณะที่ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner (H′) ทั้งในพื้นที่ป่าธรรมชาติและป่าฟื้นฟูทั้งหมดพบว่ามีค่าค่อนข้างสูง มีค่าอยู่ระหว่าง 3.37 – 3.84 แสดงให้เห็นว่าการฟื้นฟูป่าทั้งตามธรรมชาติและการปลูกเสริมส่งผลให้ความหลากชนิดพืชสูงขึ้น แต่ป่าที่มีความหลากหลายสูงที่สุดคือ ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ (ไร่ร้างอายุ 15 ปี) รองลงมาคือ ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ (ไร่ร้างอายุ 35 ปี) การที่ปล่อยทิ้งร้างให้มีการฟื้นฟูตามธรรมชาติช่วยรักษาความหลากหลายของพื้นที่และมีใกล้เคียงกับป่าดิบเขาระดับต่ำตามธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืชจำแนกตามอายุไม้ พบว่าในระดับไม้รุ่นนั้นป่าฟื้นฟูโดยการปล่อยทิ้งร้างเป็นเวลา 35 ปี มีความคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าการปล่อยทิ้งร้างให้มีการทดแทนตามธรรมชาติเป็นระยะเวลานาน สามารถที่จะกลับมาเป็นป่าธรรมชาติได้ แต่ในระดับไม้ใหญ่ในป่าฟื้นฟูโดยการปลูกไม้ท้องถิ่นแบบหลายชนิดมีความคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติสูงที่สุดแสดงให้เห็นว่าการปลูกเสริมด้วยพรรณไม้ท้องถิ่นสามารถเจริญทดแทนได้ดี การสืบต่อพันธุ์ของพรรณพืชของทั้ง 5 พื้นที่ศึกษา แสดงให้เห็นว่าการรักษาโครงสร้างป่าและการสืบต่อพันธุ์ในป่าฟื้นฟูมีการสืบต่อพันธุ์เป็นปกติตามธรรมชาติ คือ มีไม้ขนาดเล็กจำนวนมากที่พร้อมเจริญทดแทนเป็นไม้ใหญ่ในอนาคต เมื่อไม้ใหญ่มีล้มตายในพื้นที่ หรือมีการจัดการเอาไม้ออกไปใช้ประโยชน์ ก็ยังมีไม้รุ่นที่จะขึ้นมาทดแทนได้ แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาในการปล่อยทิ้งร้างมีผลต่อการสืบต่อพันธุ์ของพรรณไม้ในป่าธรรมชาติมากนอกเหนือจากการใช้วิธีการปลูกแบบผสมหลายชนิด และพรรณไม้ที่นำมาปลูกฟื้นฟูและพรรณไม้ที่เข้ามาตามธรรมชาติก็สามารถรักษาโครงสร้างป่าและการสืบต่อพันธุ์ในป่าฟื้นฟูมีการสืบต่อพันธุ์เป็นปกติตามธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ดอกรัก มารอด และ อุทิศ กุฏอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557).** สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

Bunyavejchewin, S, J.V LaFrankie, P.J. Baker, M. Kanzaki, P.S. Ashton and T. Yamakura. 2003. Spatial distribution patterns of the dominant canopy dipterocarp species in a seasonal dry evergreen forest in western Thailand. **Forest Ecology and Management** 175 (1-3):87-101.

Krawsa-at, A. 1997. **Master Plan of Suthep-Pui National Park** Phese 2 (1998–2007). Royal ForestDepartment, Bangkok.

Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. University of Illinois Press, Illinois, United States of America.

Sørrensen, T. 1948. **A Method of Establishing Groups of Equal Amplitude in Plant Society based on Similarity of Species Content**. Det Kong. Danske Vidensk. Selsk. Bil. Skr. 5(4):1-34.

Whittaker, R.H. 1970. **Communities and Ecosystems**. MacMillan Co., London,

Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. **Water Research** 18: 653-694.

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของกล้าไผ่ 3 ชนิด ภายใต้สภาพแห้งแล้ง
Physiological Response of Seedlings of Three Bamboo Species under Drought Condition

ไตรเทพ เจริญพานิชสันติ[1*] และ นิสา เหล็กสูงเนิน[1]
Traithep Jaroenpanichsanti[1*] and Nisa Leksungnoen[1]
[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900.
Corresponding Author; E-mail: **traithep.jps@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลให้ความแห้งแล้งรุนแรงมากขึ้น พืชจึงต้องมีกลไกในการปรับตัวตอบสนองต่อความแห้งแล้ง ไผ่เป็นพืชที่โตเร็วสามารถปรับตัวต่อความแห้งแล้งได้ดี แต่พฤติกรรมเมื่ออยู่ในสภาวะแล้งยังมีการศึกษาอยู่น้อย ซึ่งหากทราบถึงพฤติกรรมของไผ่จะทำให้สามารถจัดการวางแผนการปลูกไผ่ในพื้นที่แห้งแล้งได้ดียิ่งขึ้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกล้าไผ่ 3 ชนิดในสภาพแห้งแล้ง ได้แก่ ไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) ไผ่เลี้ยง (x*Thyrsocalamus liang*) และไผ่กิมซุง (*Bambusa beecheyana*) โดยมี 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดควบคุมให้น้ำและชุดทดลองงดให้น้ำ ผลการศึกษาพบว่า ไผ่รวกและไผ่กิมซุงต้นที่ไม่ได้รับน้ำมีอัตราส่วนของรากต่อลำต้นมากกว่าต้นที่ได้รับน้ำ ในขณะที่ไผ่เลี้ยงต้นที่ไม่ได้รับน้ำมีอัตราส่วนของรากต่อลำต้นน้อยกว่าต้นที่ได้รับน้ำ ไผ่รวกมีอัตราการเปิดปากใบสูง ใช้น้ำหมดอย่างรวดเร็ว ไผ่กิมซุงเปิดปากใบต่ำที่สุดจึงใช้น้ำช้าที่สุดและตายช้าที่สุด ไผ่เลี้ยงมีการปิดปากใบลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อแรงดึงระหว่างอากาศและน้ำในใบที่สูง เมื่อเทียบกับไผ่รวกและไผ่กิมซุง

ไผ่กิมซุงสามารถปลูกในพื้นที่ขาดน้ำได้เป็นเวลานานกว่าไผ่ชนิดอื่น ไผ่รวกมีความทนแล้งได้ดี เนื่องจากรากหาน้ำใต้ดินได้ดี แต่หากมีน้ำไม่เพียงพอจะตายอย่างรวดเร็ว ควรปลูกในที่ที่ได้รับน้ำบ้าง ไผ่เลี้ยงทนต่อความแห้งแล้งได้น้อย ควรปลูกในที่มีน้ำอย่างเพียงพอ

คำสำคัญ : ความแห้งแล้ง ไผ่รวก ไผ่กิมซุง ไผ่เลี้ยง

ABSTRACT

Climate change has contributed to increasing severe drought. Several plants have some mechanisms to adapt themselves to tolerate drought condition. Bamboo is one of the fastest growing species which can adapt to various environment conditions including drought, however there are limited reports of bamboo behavior under drought stress. Understanding behavior of bamboo under drought stress will lead to better management of bamboo plantation in drought areas. The objective of this study was to investigate physiological response of seedlings of three bamboo species under drought condition; including Monastery bamboo (*Thyrsostachys siamensis*) Pai Liang (x*Thyrsocalamus liang*) and Beechey bamboo (*Bambusa beecheyana*). Two groups of experiments were set up: bamboo which received water during the study periond (well-water) and bamboo which did not receive water (no-water). The results showed that *T. siamensis* and *B. beecheyana* under no-water treatment had higher root/shoot ratio than bamboo under well-water treatment. In contrast, x*T. Liang* under no-water treatment had lower root/shoot ratio than bamboo under well-water treatment. It was also found that *T. siamensis* had high opening stomata rate leading to rapid water use, while *B. beecheyana* had the lowest opening stomata rate resulting in

low rate of water use and slow mortality. At high LAVPD (relatively dry air), x*T. Liang* closed its stomata, rapidly when compared to the other 2 bamboo species.

It was concluded that *B. beecheyana* was able to survive under drought condition for longer time comparing to the other bamboo species. Although, *T. siamensis*I was able to tolerant drought condition due to its advance root development to uptake water in deep soil, it was likely to die rapidly in water deficit condition. Thus, *T. siamensis*I should be planted in the areas where there is some water. Lastly, x*T. Liang* was less drought tolerance. Therefore, it should be plated in areas with plenty of water.

Keywords: drought, *Thyrsostachys siamensis*, *Bambusa beecheyana*, x*Thyrsocalamus liang*

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันส่งผลให้ความแห้งแล้งมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น (McDowell, 2011) โดยความแห้งแล้งมักจะเกิดขึ้นร่วมกันระหว่างการลดลงของปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำในดิน เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น (Singh and Laxmi, 2015) ซึ่งความแห้งแล้งเป็นความเครียดหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช (Sicher *et al*., 2012) ทำให้พืชต้องอาศัยอยู่ในสภาพอากาศและดินที่มีน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่พืชนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิต (ชวนพิศ, 2544) หากพืชขาดน้ำหรือมีน้ำไม่เพียงพอสำหรับการนำไปใช้ในกิจกรรมตามปกติ พืชจะแสดงอาการเหี่ยว ลดการเจริญเติบโต จนทำให้พืชตายได้ในที่สุด (สุนทรี, 2535)

เมื่อเกิดการขาดน้ำพืชส่วนใหญ่มีการปรับตัวทางสรีรวิทยาเพื่อให้มีชีวิตรอดต่อไปได้ โดยจะมีการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำ เนื่องจากในสภาพที่แห้งแล้งในอากาศจะมีความชื้นต่ำ ส่งผลให้มีการดึงน้ำออกจากทางปากใบมาก ประกอบกับในดินที่มีปริมาณน้ำน้อย ทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำขึ้นมาใช้ได้อย่างเพียงพอต่อการสูญเสียน้ำออกไป พืชจึงมีการปิดปากใบมากขึ้นเพื่อรักษาน้ำไว้ภายใน (สมบุญ, 2544) กลไกทางสรีรวิทยาของพืชนี้จะมีส่วนช่วยให้พืชมีการปรับตัวตอบสนองต่อความแห้งแล้ง (Robredo *et al*., 2011) โดยการตอบสนองต่อความแห้งแล้งจะแตกต่างกันไปตามชนิดพืช อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับความรุนแรงและระยะเวลาที่พืชได้รับความเครียดจากความแห้งแล้ง (Farooq *et al*., 2009)

ไผ่ เป็นพืชที่โตเร็วสามารถปรับตัวต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ และเจริญเติบโตได้ดีในทั่วทุกภาคของประเทศไทย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างแพร่หลาย ตั้งแต่การนำมาบริโภคจนถึงการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ ไผ่จึงจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและสร้างรายได้ให้แก่ประชาชน (เบญจวรรณ และคณะ, 2557) และมีการรายงานว่าไผ่บางชนิดสามารถทนต่อความแห้งแล้ง แต่ยังไม่พบการรายงานที่ชัดเจนว่ามีความสามารถทนต่อความแห้งแล้งในระดับใดหรือมีการตอบสนองต่อความแห้งแล้งอย่างไร ซึ่งจากรายงานของ Nemenyi *et al*. (2017) พบว่า ไผ่ *Phyllostachys iridescens* เป็นไผ่ที่ต้องการน้ำในการเจริญเติบโต และไม่ทนต่อความแห้งแล้งเช่นเดียวกับไผ่ *Phyllostachys pubescens* ที่พบว่า น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตหน่อ (Kleinhenz *et al*., 2003) แม้จะมีการรายงานว่าไผ่บางชนิดไม่ทนต่อความแห้งแล้งแต่ก็ยังไม่ทราบถึงความสามารถในการทนต่อความแห้งแล้งของไผ่อีกหลายชนิดและยังมีการศึกษาที่ค่อนข้างน้อยเกี่ยวกับไผ่ในสภาพแห้งแล้ง

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อความแห้งแล้งของไผ่ 3 ชนิด ได้แก่ ไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) ไผ่เลี้ยง (x*Thyrsocalamus liang*) และไผ่กิมซุง (*Bambusa beecheyana*) เนื่องจากไผ่ทั้ง 3 ชนิดนี้มีรายงานว่า เป็นไผ่ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี มีความสามารถในการทนแล้ง สามารถปลูกได้ทั่วทุกพื้นที่ ทั้งนี้ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตอบสนองต่อความแห้งแล้ง สามารถเลือกชนิดไผ่ที่เหมาะสมไปปลูกในพื้นที่แห้งแล้งที่ไผ่ชนิดนั้นจะสามารถมีชีวิตรอดและเจริญเติบโตอยู่ได้ ซึ่งจะเป็นการฟื้นฟูสภาพพื้นที่และเพิ่มพื้นที่ป่า สามารถใช้ประโยชน์จากไผ่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาวิจัยในพื้นที่โรงเพาะชำงานป่าไม้ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี โดยสภาพอากาศในพื้นที่ศึกษาในรอบ 30 ปี แสดงดัง Figure 1 อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม เฉลี่ย 33.75 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในเดือนธันวาคม เฉลี่ย 21.60 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนรวมสูงสุดอยู่ในเดือนตุลาคม มีปริมาณน้ำฝนรวม 289.95 มิลลิเมตร น้อยสุดอยู่ในเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนรวม 4.36 มิลลิเมตร

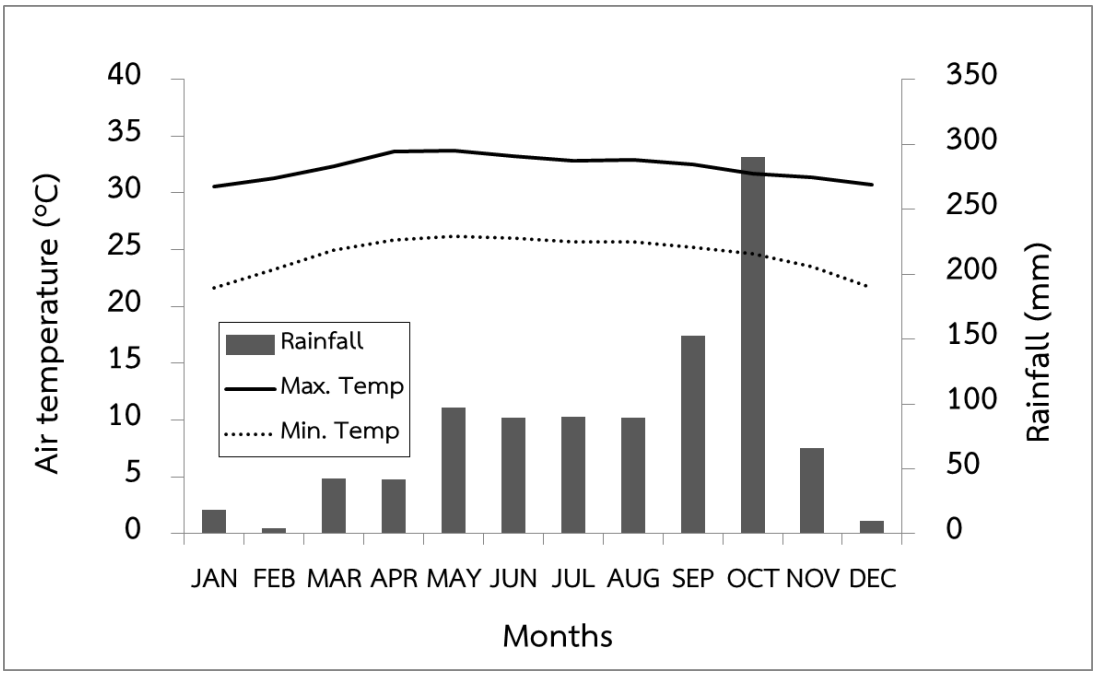


Figure 1 Montly maximum temperature (—), minimum temperature (···) of air. Rainfall of monthly (▮) in Petchaburi province since 2531 to 2561.

ไผ่ที่ใช้ในการศึกษา

ไผ่กิมซุง หรือไผ่ตงลืมแล้ง (*Bambusa beecheyana* Munro) ไผ่ประเภทเหง้ากอขนาดกลาง สูงถึง 15 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 7-12 เซนติเมตร ปล้องยาว 25-45 เซนติเมตร เนื้อลำหนา 1.5-2 เซนติเมตร ลำอ่อนมีนวลสีขาวปกคลุม มีวงของขนสีน้ำตาลใต้ข้อ ลำแก่สีเขียวเข้ม ข้อล่างมักมีรากอากาศ แตกกิ่งตั้งแต่กลางลำขึ้นไป มีกิ่งกลางเด่น 1 กิ่ง และมีกิ่งรองเด่น 2 กิ่ง ใบรูปใบหอกแกมรูปขอบขนาน กว้าง 1.5-5 เซนติเมตร ยาว 10-30 เซนติเมตร กาบหุ้มลำสีเหลืองหรือสีเหลืองอมเขียว เกลี้ยงหรือมีขนกระจายห่างๆ ใบยอดกาบรูปไข่หรือรูปใบหอกแกมรูปขอบขนาน ตั้งตรงถึงกางออก หูกาบเป็นพูเล็กๆไม่เด่นชัด ขอบมีขนเล็กน้อย ลิ้นกาบลักษณะเป็นแถบสูงประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร ขอบจักซี่ฟัน เป็นพันธุ์ที่ให้หน่อเร็ว ใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง หน่อใช้รับประทาน แปรรูป (สราวุธ และคณะ, 2557)

ไผ่เลี้ยง (x*Thyrsocalamus liang* Sungkaew & W.L. Goh, *nothosp. nov.*) ไผ่ประเภทเหง้ากอขนาดเล็กถึงขนาดกลาง สูง 7-12 เมตร ลำตรงเป็นกอแน่นหรือหลวม ปลายลำโค้งออกนอกกอเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 3-5 เซนติเมตร ปล้องยาว 15-35 เซนติเมตร เนื้อลำหนา มีวงของขนสีขาวผสมกับนวลสีขาวบริเวณเหนือและใต้ข้อ ลำแก่สีเขียวถึงสีเขียวอมเหลือง แตกกิ่งจากประมาณกึ่งกลางลำขึ้นไป แต่ละข้อมีหลายกิ่ง มีกิ่งกลางเด่น 1 กิ่ง ใบ

รูปหอกหรือรูปแถบ กว้าง 0.7-1 เซนติเมตร ยาว 10-20 เซนติเมตร กาบหุ้มลำสีเขียวอมเหลือง มีขนสีน้ำตาลปกคลุมหรือเกลี้ยง ใบยอดกาบรูปสามเหลี่ยมถึงรูปใบหอกตั้งขึ้น หูกาบไม่พัฒนาหรือเกิดเป็นพูเตี้ยๆ พับไปมาหรือเป็นคลื่น มีขนแข็งปกคลุมถึงเกลี้ยง ลิ้นกาบเป็นแถบสูงประมาณ 5 มิลลิเมตร ขอบจักไม่เป็นระเบียบ มีการเจริญเติบโตกระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย ใช้ประโยชน์ในการนำหน่อมาเป็นอาหาร ใช้ลำในการก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ ปลูกเป็นแนวรั้ว (สราวุธ และคณะ, 2557; Goh *et al*., 2018)

ไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis* Gamble) ไผ่ประเภทเหง้ากอขนาดเล็ก สูง 3-10 เมตร ลำตรงอัดเป็นกอแน่นมาก เส้นผ่านศูนย์กลางลำ 2-5 เซนติเมตร ปล้องยาว 10-30 เซนติเมตรเนื้อลำหนา ลำแก่สีเขียวอมเทา แตกกิ่งตั้งแต่กลางลำขึ้นไป มีข้อละ 3-5 กิ่ง กิ่งเด่น 1 กิ่งอยู่ตรงกลาง และมีกิ่งรองเด่น 2 กิ่ง ใบรูปแถบแคบ กว้าง 5-8 มิลลิเมตร ยาว 5-15 เซนติเมตร กาบหุ้มลำสีน้ำตาลอ่อนจนถึงสีเขียวอมม่วง มีลายสีเข้มพาดขวาง ขนสีขาวหรือสีเทาปกคลุม ใบยอดกาบรูปสามเหลี่ยมถึงรูปใบหอก ลิ้นกาบเป็นแถบแคบๆ สูงประมาณ 1 มิลลิเมตร ช่อดอกย่อยเทียมยาว 1-1.5 เซนติเมตร กลูม 1-2 อัน ดอกย่อยสมบูรณ์ 2 ดอก แกนช่อดอกสั้น ปลายพาเลียของดอกย่อยล่างเว้าลึก โลดิคูล 0-3 อัน เกสรเพศผู้ 6 อัน ก้านเกสรเพศผู้แยกอิสระ อับเรณูสีเหลืองอมเขียว ยอดเกสรเพศเมีย 1 อัน มีการกระจายพันธุ์บริเวณป่าผสมผลัดใบและพบบ้างในป่าเต็งรังทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง ทำไม้ค้ำยันพืชผลทางการเกษตร อุตสาหกรรมต่างๆ (สราวุธ และคณะ, 2557)

การเตรียมกล้าไผ่

1. การเพาะเมล็ด : เพาะเมล็ดไผ่ในถุงพลาสติกดำเพาะกล้า (ไผ่รวก) ให้ต้นกล้าโตมีอายุประมาณ 2-3 เดือน แล้วจึงย้ายลงกระถางใหญ่

2. กิ่งตอน : นำกิ่งตอน (ไผ่เลี้ยงและไผ่กิมซุง) ที่มีอายุ 2-3 เดือน หลังจากตอนออกรากใส่ถุงดำ แล้วจึงย้ายลงกระถางใหญ่ เพื่อให้มีอายุใกล้เคียงกับการเพาะเมล็ด เนื่องจากไม่สามารถหาเมล็ดของไผ่ทั้ง 2 ชนิดนี้ได้

การเตรียมดินและการย้ายปลูก

ผสมดินปลูกโดยใช้ ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ ในอัตราส่วน 2:1:1 ผสมเข้ากัน ย้ายปลูกกล้าไผ่อายุ 2-3 เดือน (จากการเพาะเมล็ดและการตอน) ลงในกระถางที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 นิ้ว สูง 11 นิ้ว ให้ต้นกล้าได้ปรับตัวและเจริญเติบโต รดน้ำปกติทุกวันจนกว่าต้นกล้าโตพอที่จะทำการศึกษาได้ โดยให้ต้นกล้ามีอายุประมาณ 9-12 เดือน จึงเริ่มการทดลอง ซึ่งในระหว่างนี้จะใส่ปุ๋ยทุก 3 เดือน โดยใช้ปุ๋ยสูตรละลายช้า 13-13-13 ในปริมาณกระถางละ 15 กรัม วางกระถางในพื้นที่เปิด โดยใช้พลาสติกปูพื้นก่อนวางกระถาง และใช้ถุงพลาสติกดำคลุมกระถางให้มิดสำหรับชุดการทดลองที่ไม่ได้รับน้ำเมื่อเริ่มการทดลอง

การเก็บข้อมูล

แบ่งต้นกล้าไผ่แต่ละชนิดออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดควบคุมและชุดทดลอง ชุดละ 10 กระถาง (ซ้ำ) โดย ชุดควบคุมทำการให้น้ำ 2 วัน ต่อ 1 ครั้ง จนดินถึงจุดอิ่มตัวด้วยน้ำ และชุดทดลองงดให้น้ำตลอดการทดลอง

ติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอัตโนมัติ (HOBO UX100-011, Onset Computer, USA) บริเวณพื้นที่ศึกษาทดลอง โดยให้บันทึกค่าทุกๆ 1 นาที เพื่อนำมาคำนวณค่าความแตกต่างของความแห้งระหว่างใบกับอากาศ (leaf-to-air vapor pressure deficit : LAVPD) โดยคำนวณจาก

$$e_{leaf} - e_{air}$$

e_{leaf} = ความดันไอของใบไม้ มีค่าเท่ากับ 6.1121 x EXP((17.502 x Leaf temp.)/(240.97+Leaf temp.))

e_{air} = ความดันไอของอากาศ มีค่าเท่ากับ (6.1121 x EXP((17.502 x Air temp.)/(240.97+ Air temp.))) x (RH/100)

EXP = เอกซ์โพเนนเชียล

Leaf temp. = อุณหภูมิใบที่วัดได้จากเครื่อง Infared thermometer (องศาเซลเซียส)

Air temp. = อุณหภูมิของอากาศในช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล ที่บันทึกจากเครื่อง HOBO
RH = ความชื้นของอากาศในช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล ที่บันทึกจากเครื่อง HOBO

วัดการเจริญเติบโตเมื่อเริ่มการทดลอง โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นบริเวณขอบกระถางด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์และวัดความสูงด้วยตลับเมตร วัดอัตราการเปิดปิดปากใบด้วยเครื่อง Porometer (Model SC-1, ICT International, NSW) ต้นละ 1 ใบ ใช้ใบมีอายุไม่อ่อนและไม่แก่เกินไป พร้อมกับวัดอุณหภูมิใบด้วยเครื่อง Infared thermometer (Model LT760GX, LEGA Corp., Japan) เพื่อนำไปคำนวณค่า LAVPD และวัดความชื้นดินด้วยเครื่อง Soil Moisture Kit (Model HH2, Delta-T Devices, Cambridge-England) วัดที่ความลึก 3 ระดับ คือ บน (1-6 เซนติเมตร) กลาง (7-12 เซนติเมตร) และล่าง (13-18 เซนติเมตร)

การวัดค่าต่างๆ จะวัดในช่วงเวลา 10.00 – 15.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีแสงและอุณหภูมิสูงสุดในรอบวัน (midday measurement) โดยวัด 1 ครั้ง ใน 2 สัปดาห์ เมื่อชุดทดลองที่ไม่ได้รับน้ำตายทั้งหมดจะทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงอีกครั้งเพื่อใช้คำนวณอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate, RGR) โดยคำนวณจาก

relative growth rate (D0) = $(\ln(D0)_{ตาย} - \ln(D0)_{เริ่มทดลอง}) / time_{(t2 - t1)}$
relative growth rate (Height) = $(\ln(Height)_{ตาย} - \ln(Height)_{เริ่มทดลอง}) / time_{(t2 - t1)}$
ln = ลอกการิทึมฐานธรรมชาติ
D0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่วัดระดับชิดดิน
Height = ความสูงลำต้น (วัดความสูงโคนต้นในระดับขอบกระถางถึงปลายยอด)
$time_{t1}$ = สัปดาห์เริ่มต้นการทดลอง
$time_{t2}$ = สัปดาห์ที่ต้นไผ่ตายทั้งหมด

หลังจากนั้นเก็บข้อมูลมวลชีวภาพของรากและลำต้น โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงและชั่งน้ำหนักเพื่อใช้การคำนวณอัตราส่วนของรากต่อลำต้น (root/shoot ratio) โดยคำนวณจาก

อัตราส่วนรากต่อลำต้น = มวลชีวภาพราก (กรัม) / มวลชีวภาพลำต้น (กรัม)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

แผนการทดลองแบบสองปัจจัย (two-way factorials) ได้แก่ ชนิดไผ่ (3 ชนิด) และ การให้น้ำ (2 ระดับ) โดยใช้การสุ่มแบบสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) มีจำนวนซ้ำ 10 ซ้ำ ระหว่างชนิดไผ่และการให้น้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison Test) แบบ Least – Significant Different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยโปรแกรม R

ผลและวิจารณ์

อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate; RGR)

จากการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไผ่แต่ละชนิดกับการให้น้ำ พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน แต่การให้น้ำและไม่ให้น้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (Table 1) โดยพบว่าอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไผ่ที่ไม่ได้รับน้ำมีค่าน้อยกว่าต้นไผ่ที่ได้รับน้ำทุกชนิด เนื่องมาจากเมื่อพืชเกิดการขาดน้ำจะทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นลดลง โดยไผ่กิมซุงมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นติดลบน้อยที่สุด รองลงมาคือไผ่รวก และไผ่เลี้ยงมีค่าติดลบสูงที่สุด

ซึ่งค่าที่ติดลบเกิดจากการเจริญเติบโตที่ลดลง โดยเมื่อวัดการเจริญเติบโตเริ่มต้นการทดลองและวัดการเจริญเติบโตเมื่อต้นไผ่ตายแล้วนำมาคำนวณอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์จึงทำให้มีค่าติดลบ

อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของความสูงต้นไผ่แต่ละชนิดกับการให้น้ำพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน การให้น้ำและไม่ให้น้ำมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในไผ่แต่ละชนิดพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพบว่าไผ่เลี้ยงมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของความสูงติดลบน้อยที่สุดคือเมื่อไม่ได้รับน้ำจะมีการเจริญเติบโตลดลงน้อยที่สุด รองลงมาคือไผ่กิมซุง และไผ่รวกมีค่าติดลบสูงที่สุด

อัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ที่ลดลง (ค่าติดลบ) ของไผ่แต่ละชนิดนั้นอาจขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยไผ่เลี้ยงเป็นไผ่ที่มีการเจริญเติบโตเร็ว ในดินที่มีการระบายน้ำดี มีความชื้นปานกลางถึงสูง ชอบอากาศชื้น (สุทัศน์, 2544) ไผ่รวกชอบขึ้นในที่แล้ง อากาศร้อน ไม่ชอบน้ำขัง (รุ่งนภา และคณะ, 2544) และไผ่กิมซุงเป็นไผ่ที่โตเร็ว ขึ้นได้ทุกสภาพดิน ทนอยู่ในสภาพแห้งแล้งได้ดี (พรรณพัชร และสุภกร, 2559) เมื่อได้รับสภาพแห้งแล้งจึงทำให้ไผ่ในแต่ละชนิดมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของความสูงและความโตติดลบมากและน้อยแตกต่างกัน จากการศึกษานี้พบว่าต้นไผ่กิมซุงที่ไม่ได้รับน้ำมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นติดลบน้อยที่สุด และมีอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของความสูงติดลบน้อยรองลงมาจากไผ่เลี้ยง เป็นไปได้ว่าไผ่กิมซุงเป็นไผ่ที่ได้รับผลกระทบน้อยที่สุดจากสภาพแห้งแล้งหรือสามารถทนแล้งได้ดีกว่าไผ่รวกและไผ่เลี้ยง

อัตราส่วนของรากต่อลำต้น (root/shoot ratio; RS)

อัตราส่วนของรากต่อลำต้นบ่งบอกถึงลักษณะของต้นไม้ในด้านการเจริญเติบโตระหว่างส่วนที่อยู่เหนือดินและส่วนที่อยู่ใต้ดิน โดยส่วนใหญ่พืชที่มีพฤติกรรมทนต่อความแห้งแล้งจะมีอัตราส่วนของรากต่อลำต้นค่อนข้างสูง เนื่องจากจะพยายามขยายรากลึกลงไปหาน้ำในดินที่มีปริมาณน้ำน้อย ค่าดังกล่าวจะทำให้ทราบถึงพฤติกรรมการตอบสนองต่อสภาพแห้งแล้งของพืชได้ในส่วนหนึ่ง ซึ่งไผ่ที่ใช้ในการศึกษามาจากการเพาะเมล็ดและกิ่งตอนมีลักษณะรากใกล้เคียงกัน เนื่องจากมีอายุใกล้เคียงกันตั้งแต่เริ่มเตรียมกล้า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราส่วนของรากต่อลำต้น พบว่า ปฏิสัมพันธ์ของการให้น้ำกับไผ่แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยไผ่รวกและไผ่กิมซุงมีค่าอัตราส่วนของรากต่อลำต้นของต้นที่ไม่ได้รับน้ำมากกว่าต้นที่ได้รับน้ำ เมื่อเปรียบเทียบต้นที่ไม่ได้รับน้ำพบว่า ไผ่รวกมีค่าอัตราส่วนของรากต่อลำต้นสูงที่สุด (1.1283) รองลงมาคือ ไผ่กิมซุง (0.6066) ส่วนไผ่เลี้ยงมีค่าน้อยที่สุด (0.4552) และมีค่าน้อยกว่าต้นที่ได้รับน้ำปกติ (Table 1)

ความแตกต่างของอัตราส่วนของรากต่อลำต้นทั้งในการให้น้ำและแต่ละชนิด ซึ่งอาจจะเกิดจากการเจริญเติบโตทางรากมากกว่าทางต้นเพื่อการหาน้ำในดิน จากข้อมูลข้างต้นพบว่าต้นที่ไม่ได้รับน้ำของไผ่รวกและไผ่กิมซุงมีค่าอัตราส่วนของรากต่อลำต้นมากกว่าต้นที่ได้รับน้ำปกติ เนื่องจากการเจริญเติบโตทางลำต้นจะอ่อนแอต่อการขาดน้ำของดินมากกว่าการเจริญเติบโตของรากและความสามารถของรากในการเพิ่มจำนวนในดินที่ขาดน้ำจะช่วยให้พืชสามารถอยู่รอดได้เมื่อในดินมีความชื้นต่ำ (Sharp *et al*., 2004) และจะทำให้อัตราส่วนของรากต่อลำต้นเพิ่มสูงขึ้น (Ain *et al*., 2016) จึงทำให้ต้นไผ่ที่ขาดน้ำมีการปรับตัวโดยการเพิ่มจำนวนและขนาดของรากหยั่งลึกลงไปหาน้ำในดินมาใช้ในการเจริญเติบโต ในขณะที่ไผ่เลี้ยงมีค่าอัตราส่วนของรากต่อลำต้นน้อยกว่าต้นที่ได้รับน้ำซึ่งอาจเป็นเพราะว่าไผ่เลี้ยงยังคงมีการเจริญทางลำต้นต่อไปเรื่อยๆ แต่มีการเจริญเติบโตที่ลดลง เนื่องจากอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ของเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความสูงของไผ่เลี้ยงมีค่าติดลบ (Table 1) ทำให้ต้นที่ไม่ได้รับน้ำลดการเจริญเติบโตและตายลง อาจเป็นเพราะว่าลักษณะของไผ่เลี้ยงจะพยายามเจริญเติบโตตามปกติ เมื่อมีปริมาณน้ำใช้อย่างจำกัดจึงทำให้การเจริญเติบโตทั้งทางด้านขนาดลำต้นและความสูงลดลง

จะเห็นได้ว่าไผ่รวกมีค่าอัตราส่วนของรากต่อลำต้นของต้นที่ไม่ได้รับน้ำสูงที่สุด เป็นไปได้ว่าไผ่รวกจะมีความความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแห้งแล้งได้และเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งสอดคล้องในการทดลองของ Karcher *et al*. (2008) พบว่า อัตราส่วนของรากต่อลำต้นที่สูงใน Tall fescue (*Festuca arundinacea*) จะมีความสามารถ

ในการทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ซึ่งหากเลือกพืชตามลักษณะที่มีค่าอัตราส่วนของรากต่อลำต้นสูง ก็อาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถนำพืชไปปลูกในสภาพแห้งแล้งได้

Table 1 Relative growth rate (RGR) of Diameter at ground level (D0) and height. root/shoot ratio of *T. siamensis*, *xT. Liang* and *B. beecheyana* under two irrigation treatments including well water and no water.

Species	Irrigation	RGR (g/week)			Root:Shoot Ratio
		D0 (mm)	Height (cm)		
T. siamensis	Well water	0.0019±0.0078	-0.0319±0.0354	b	0.7432±0.1609[b]
	No water	-0.0160±0.0160	-0.0290±0.0136		1.1283±0.1155[a]
xT. Liang	Well water	-0.0029±0.0066	0.0000±0.0039	a	0.5292±0.1294[cd]
	No water	-0.0240±0.0133	-0.0052±0.0103		0.4552±0.0581[cd]
B. beecheyana	Well water	0.0015±0.0026	0.0055±0.0050	a	0.4282±0.1222[d]
	No water	-0.0044±0.0017	-0.0189±0.0137		0.6066±0.1839[bc]
P-value					
Sp[1]		NS[4]	P<0.01		P<0.01
Trt[2]		P<0.01	NS		P<0.01
Sp x trt[3]		NS	NS		P<0.01

Remarks: [1]Sp represents three bamboo species.
[2]Trt represents two treatments.
[3]Sp x trt represent an interaction between bamboo species and treatments.
[4]NS : Non Significant
The difference of letters within the column means the statistical different at significant level 95%

ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดปิดปากใบและความชื้นดิน

ดินในกระถางมีความอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ที่ประมาณร้อยละ 50 – 55 เมื่อไผ่ดูดน้ำไปใช้อย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ความชื้นในดินลดลงตามลำดับถึงดินแห้งจนเกินจุดเหี่ยวถาวรไปแล้วและส่งผลให้ไผ่ตายโดยจะมีค่าอยู่ที่ประมาณร้อยละ 5 และการใช้น้ำของไผ่แต่ละชนิดสังเกตจากความชันของเส้นที่ลดลงอย่างรวดเร็ว

ไผ่รวกใช้น้ำหมดอย่างรวดเร็ว โดยใช้น้ำในกระถางซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดหมดก่อนไผ่ชนิดอื่น และตายก่อน (2 สัปดาห์) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อดินมีความชื้นต่ำมากจะทำให้ปากใบปิดอย่างรวดเร็วและพืชตายลง ในขณะที่ไผ่เลี้ยงและไผ่กิมซุงใช้น้ำช้ากว่าไผ่รวก แต่อย่างไรก็ตามไผ่เลี้ยงใช้น้ำหมดและตายภายใน 2 สัปดาห์เช่นกัน และมีความเจริญเติบโตทางลำต้นติดลบมากกว่าไผ่รวก (Table 1) ส่วนไผ่กิมซุงสามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ถึง 6 สัปดาห์ โดยรักษาการเปิดปากใบเพื่อให้มีการเจริญเติบโตตามปกติในสภาพที่มีน้ำจำกัด (Figure 2)

ในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าไผ่แต่ละชนิดมีการใช้น้ำที่แตกต่างกันในด้านการเปิดปิดปากใบคายน้ำ ในสภาพที่มีน้ำจำกัด ซึ่งมีไผ่ที่ใช้น้ำหมดอย่างรวดเร็วและไผ่ที่ใช้น้ำหมดอย่างช้าๆ ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับพื้นที่ใบของไผ่แต่ละชนิดไม่เท่ากันทำให้ส่งผลถึงการใช้น้ำที่แตกต่างกันได้ เนื่องจากพื้นที่ใบจะมีผลต่อปริมาณการคายน้ำจากการเปิด

ปิดปากใบของพืช ดังนั้นจึงควรวัดพื้นที่ใบเพื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละชนิด เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบการใช้น้ำได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

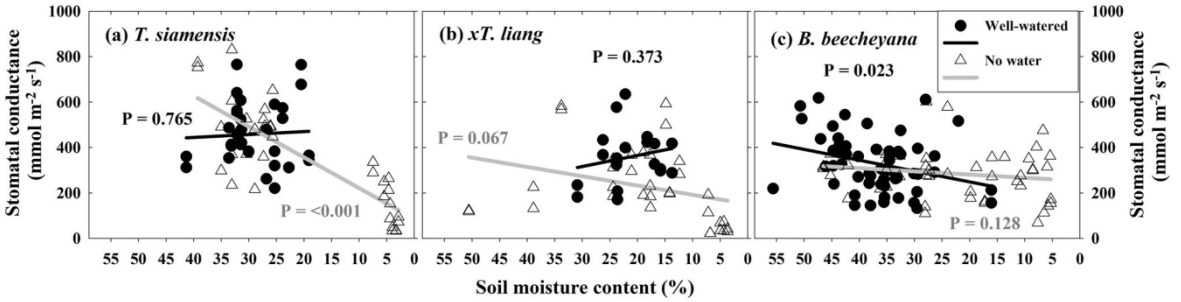


Figure 2 Relationship between stomatal conductance and soil moisture content of 3 bamboo species. P-value represents the test of slope of linear regression with the null hypothesis (H_O) = there is no relationship between stomatal conductance and soil moisture content.

ความสัมพันธ์ระหว่างการเปิดปิดปากใบและแรงดึงระหว่างอากาศและน้ำในใบ

แรงดึงระหว่างอากาศและน้ำในใบ (leaf-to-air vapor pressure deficit: LAVPD) เป็นค่าที่แสดงถึงแรงดึงน้ำออกจากใบในสภาพอากาศที่แห้ง โดยค่าที่มากหมายถึงแรงดึงน้ำออกจากใบนั้นรวดเร็วกว่าค่าที่ต่ำ จากการศึกษาพบว่า ไผ่เลี้ยงมีความไวในการตอบสนองต่อ LAVPD สูงเมื่อเทียบกับไผ่รวกและไผ่กิมซุง โดยมีการเปิดปิดปากใบลดลงเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ส่วนไผ่รวกและไผ่กิมซุงยังคงมีการเปิดปิดปากใบปกติต่อไปในสภาพอากาศที่มี LAVPD สูงขึ้นเรื่อยๆ (Figure 3) ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Leksungnoen (2016) พบว่าไผ่รวกมีการเปิดปากใบมากขึ้นในสภาพอากาศที่มี LAVPD สูง ส่วนไผ่เลี้ยงมีการรักษาระดับการเปิดปิดปากใบให้คงเดิมต่อไปเรื่อยๆ เพื่อรักษาระดับน้ำไว้ ซึ่งเป็นการศึกษาในพื้นที่จริง และอาจเป็นไปได้ว่าไผ่ในพื้นที่จริงกับในกระถางมีพฤติกรรมที่แตกต่างกัน เนื่องจากภายในกระถางมีปริมาณน้ำจำกัดทำให้ไผ่แต่ละชนิดไม่สามารถขยายรากหาน้ำจากที่ดินที่ลึกลงไปขึ้นมาใช้ทดแทนน้ำที่สูญเสียไปได้ ซึ่งในพื้นที่จริงไผ่อาจจะสามารถหยั่งรากลึกลงไปหาน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ทดแทนน้ำที่สูญเสียไปได้จึงทำให้พฤติกรรมระหว่างไผ่ในพื้นที่จริงและในกระถางแตกต่างกัน ในการศึกษานี้ไผ่รวกและไผ่กิมซุงมีความสามารถในการเก็บรักษาน้ำไว้ได้ดีกว่าไผ่เลี้ยง

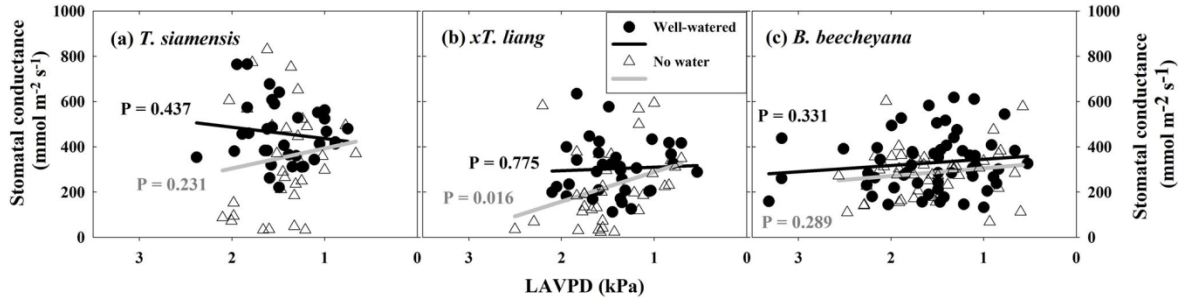


Figure 3 Relationship between stomatal conductance and leaf-to-air vapor pressure deficit (LAVPD) of 3 bamboo species. P-value represents the test of slope of linear regression with the null hypothesis (H_O) = there is no relationship between stomatal conductance and LAVPD.

สรุป

ไผ่ทั้ง 3 ชนิด มีความสามารถในการทนต่อสภาพแห้งแล้งได้แตกต่างกันและแสดงพฤติกรรมที่แตกต่างกันในการทนแล้ง โดยไผ่กิมซุงสามารถทนแล้งได้ดีในที่ที่มีความแห้งแล้งยาวนาน เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตและมีชีวิตรอดได้นานกว่าไผ่รวกและไผ่เลี้ยง ในขณะที่ไผ่รวกสามารถทนแล้งได้ดี เนื่องจากสามารถขยายรากเพื่อหาน้ำและธาตุอาหารมาใช้ในการเจริญเติบโตได้ แต่เมื่อมีน้ำไม่เพียงพอไผ่รวกจะตายก่อนชนิดอื่นเนื่องจากการขาดความต่อเนื่องของน้ำในระบบท่อลำเลียงก่อให้เกิดอากาศในท่อลำเลียงและสุดท้ายน้ำไม่สามารถลำเลียงขึ้นไปถึงส่วนของใบได้ ส่วนไผ่เลี้ยงสามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ค่อนข้างน้อย ควรอยู่ในที่มีน้ำอย่างเพียงพอหรือมีการให้น้ำบ้าง ไม่ควรอยู่ในที่แห้งแล้งหรือขาดน้ำเป็นเวลานานเนื่องจากไผ่เลี้ยงเป็นไผ่ที่ใช้น้ำในปริมาณมากและใช้หมดอย่างรวดเร็ว จะไม่แสดงพฤติกรรมหาน้ำโดยการขยายรากเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ไผ่เลี้ยงจะลดการเจริญเติบโตและขาดน้ำตายอย่างรวดเร็ว

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ชวนพิศ แดงสวัสดิ์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์พัฒนา, กรุงเทพฯ.

เบญจวรรณ ชิวปรีชา ชัยมงคล คงภักดี และเกศราภรณ์ จันทร์ประเสริฐ. 2557. **ความหลากหลาย จุลลักษณะ และคุณสมบัติบางประการของไม้ไผ่ในจังหวัดสระแก้วและจังหวัดปราจีนบุรี** โครงการวิจัยประเภทงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2557. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พรรณพัชร พงษ์สุพรรณ์ และสุภกร บุญยืน. 2559**. การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากใบไผ่หลากหลายชนิด**. รายงานวิจัยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

รุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, บุญฤทธิ์ ภูริยากร และวลัยพร สถิตวิบูรณ์. 2544. **ไม้ไผ่ในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544**. สรีรวิทยาของพืช.** ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สราวุธ สังข์แก้ว อัจฉรา ตีระวัฒนานนท์ และ กิตติศักดิ์ จินดาวงศ์. 2557. **ไผ่ในเมืองไทย**. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์. 2544. **การปลูกไม้ไผ่**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์เกษตรสาสน์, นนทบุรี.

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์. 2535. **ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ain, Q.U., S.I. Malik and M.I.U. Haq. 2016. Comparison of the effects of soil water deficit on root and shoot traits of maize genotypes. **Soil Environ**. 35: 216-223.

Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S.M.A. Basra. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. **Agron. Sustain. Dev**. 29: 185-212.

Goh, W., S. Sarawood, T. Atchara, O. Dieter, N. Xia, K.S. Chan, Y.X. How and K.M. Wong. 2018. The hybrid origin of Phai Liang, a bamboo of recent introduction into horticulture in southeast asia, and a new nothogenus, x *Thyrsocalamus* (bambuseae: Bambusinae). **Phytotaxa.** 362: 271 – 281.

Kleinhenz, V., K. Walsh, J. Milne and D.J. Midmore. 2003. A case study on the effects of irrigation and fertilization on soil water and soil nutrient status, and on growth and yield of bamboo (Phyllostachys pubescens) shoots. **J. Bamboo Rattan**. 2: 281-293.

Karcher, D.E., M.D. Richardson, K. Hignight and D. Rush. 2008. Drought tolerance of tall fescue populations selected for high root/shoot ratios and summer survival. **Crop Sci**. 48: 771-777.

Leksungnoen, N. 2017. Physiological traits contributing to carbon storage variation in Monastery bamboo and Pai Liang in northeastern Thailand. Songklanakarin **J. Sci. Technol**. 39: 215-223.

McDowell, N.G. 2011. Mechanisms linking drought, hydraulics, carbon metabolism, and vegetation mortality. **Plant Physiol**. 155(3): 1051–1059.

Nemenyi, A., Z. Pek, A. Percze, C. Gyuricza, P. Miko, Z. Nagy, R. Higashiguchi and L. Helyes. 2017. The effect of water availability on shoot and culm properties of a developing Phyllostachys iridescens grove. **Appl. Ecol. Environ**. Res. 15: 25-38.

Robredo, A., U. Perez-Lopez, J. Miranda-Apodaca, M. Lacuesta, A. Mena-Petite and A. Munoz-Rueda. 2011. Elevated CO2 reduces the drought effect on nitrogen metabolism in barley plants during drought and subsequent recovery. **Environ. Exp. Bot**. 71(3): 399–408.

Sharp, R. E., V. Poroyko, L. G. Hejlek, W. G. Spollen, G. K. Springer, H. J. Bohnert and H. T. Nguyen. 2004. Root growth maintenance during water deficits: physiology to functional genomics. **J. Exp. Bot**. 55: 2343–2351.

Sicher, R. C., D. Timlin and B. Bailey. 2012. Responses of growth and primary metabolism of water stressed barley roots to rehydration. **J. Plant Physiol**. 169(7): 686–695.

Singh, D. and A. Laxmi. 2015. Transcriptional regulation of drought response: a tortuous network of transcriptional factors. **Front. Plant Sci**. 6: 1-11.

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่

The Relationship between Plant Functional Trait Composition and Carbon Stock of Forest Stand in Mae Khum Mee Watershed Area, Phrae Province

แหลมไทย อาษานอก[1*] และ รุ่งรวี ทวีสุข[1]

Lamthai Asanok[1*] and Rungrawee Taweesuk[1]

[1] สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[1]Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus

Corresponding author; E-mail: **lamthainii@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ โดยการวางแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 10 x 10 ตารางเมตร ในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ พร้อมกับเก็บข้อมูลองค์ประกอบพันธุ์พืช ควบคู่ไปกับลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่าลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ขนาดพื้นที่ใบ สัดส่วนมวลต่อพื้นที่ใบ ความหนาใบ สัดส่วนมวลแห้งของใบ ความหนาของเปลือก และความสูงสูงสุด ส่วนลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ความจุใบ ความอิ่มน้ำของใบ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ และความอิ่มน้ำของเนื้อไม้ ดังนั้นการใช้องค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชสามารถบ่งชี้ถึงความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ได้

คำสำคัญ: พื้นที่หย่อมป่า ลักษณะเชิงหน้าที่ การจัดการลุ่มน้ำ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ABSTRACT

This study investigated the relationship of plant functional traits composition and carbon stock of forest stand in dry deciduous forest and mixed deciduous forest in Mae Khum Mee Watershed area, Phrae Province. The results of this study would be applied in further study on amount of carbon storage of the forest stand. 30 permanent plots of 10 x 10 m^2 were established in each forest stand of both forest types. The species composition data together with plant functional traits were recorded. The results showed that plant functional trait composition ,which had positive correlation with carbon stock of forest stand, were leaf area, leaf mass per area, leaf thickness, leaf dry matter content, bark thickness, and maximum height. Contrastingly, the plant functional trait composition, which had negative correlation with carbon stock of the forest stand, were leaf succulence, leaf water content, wood density, and wood moisture content. Therefore, this study suggested that plant functional trait composition could be an indicator of carbon stock of forest stand.

Keyword: forest patch; functional trait; watershed management; climate change

คำนำ

ปัจจุบันปัญหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะการเกิดสภาวะโลกร้อน (global warming) นับเป็นปัญหาสำคัญระดับโลกที่ทุกประเทศต้องตระหนักและหาทางป้องกันอย่างเร่งด่วน ทรัพยากรป่าไม้ถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีบทบาทสำคัญในการเก็บกักคาร์บอน เนื่องจากต้นไม้มีหน้าที่สำคัญคือจับยึดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ซึ่งเป็นหนึ่งในมลภาวะทางอากาศที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก อันเป็นสาเหตุให้เกิดสภาวะโลกร้อน (FAO, 2011) ดังนั้นหากสามารถรักษาสภาพป่าไม้ให้คงอยู่ได้ย่อมช่วยให้บรรเทาจากผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าว จึงได้มีการตรวจสอบความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศป่าไม้ เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่อย่างไรก็ตามการตรวจสอบการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้นั้นมักทำได้อย่างยากลำบาก เพราะแต่ละสังคมพืชมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนแตกต่างกัน จึงได้มีการนำแนวคิดเกี่ยวกับการนำลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชมาเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนของหมู่ไม้ ซึ่งลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช (plant functional trait) เป็นลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology) ลักษณะทางสรีรวิทยา (physiology) และ ชีพลักษณ์ (phenology) ที่บ่งบอกถึงกลยุทธ์การจับยึด (capture) หรือการใช้ทรัพยากรทางนิเวศวิทยา รวมถึงการแสดงออกของพรรณพืชแต่ละชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลกระทบต่อระดับของการบริโภค (trophic levels) และคุณลักษณะของระบบนิเวศ (Lavorel and Garnier, 2002) นอกจากนั้นความแปรผันของลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชแต่ละชนิดในสังคม ยังบ่งบอกถึงอิทธิพลของกระบวนการกลั่นกรองโดยปัจจัยสิ่งแวดล้อม (environment filtering) ในสังคมนั้นๆ ส่งผลให้สังคมพืชมีความแตกต่างกันภายใต้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งการศึกษาความแปรผันของลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชได้รับการยอมรับแล้วว่า สามารถใช้เพื่อการติดตามและตอบปัญหาทางนิเวศวิทยาได้มากมายโดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานและงบประมาณที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ (Wrigth *et al.*, 2004)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ตรวจสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืช (plant functional trait composition) กับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของแต่ละหมู่ไม้ ในพื้นที่ป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ บริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชเพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บข้อมูล

การคัดเลือกพื้นที่วางแปลงตัวอย่างและการเก็บข้อมูล คัดเลือกพื้นที่วางแปลงตัวอย่างบริเวณป่าเบญจพรรณ และ ป่าเต็งรัง ที่กระจายอยู่ในเขตลุ่มน้ำแม่คำมี แล้วทำการวางแปลงขนาด ขนาด 10 เมตร x 10 เมตร จำนวน 30 แปลง ในแต่ละชนิดป่า รวมทั้งสิ้น จำนวน 60 แปลง เก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชของไม้ยืนต้นในทุกๆ แปลง โดยการบันทึกข้อมูลไม้ต้น (tree) คือ ไม้ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูง 1.30 เมตร มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง พร้อมกับทำการจำแนกชนิด

ทำการเก็บข้อมูลลักษณะเชิงหน้าที่ของพืช (plant functional trait) โดยทำการเลือกลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีบทบาทต่อศักยภาพในการเจริญเติบโต 10 ลักษณะดังนี้ 1) สัดส่วนมวลต่อพื้นที่ใบ (Leaf mass per area: LMA) 2) พื้นที่ใบ (leaf area: LA) 3) ความหนาของใบ (leaf thickness: LT) 4) ความจุของใบ (leaf succulence: Ls) 5) ความอิ่มน้ำของใบ (leaf water content: LWC) 6) ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (wood density: WD) 7) ความหนาของเปลือก (bark thickness: BT) 8) ความอิ่มน้ำของเนื้อไม้ (wood moisture content: WMC) 9) สัดส่วนมวลแห้งของใบ (leaf dry matter content: LDMC) และ 10) ความสูงสูงสุดของลำต้น (maximum height: H_{max}) โดยทำการสุ่มเก็บข้อมูลไม้ทุกชนิดๆ ละ 3 ต้น ตามวิธีการของ Cronelissen *et al.* (2003) โดยต้นที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างต้องเป็นต้นที่มีความสมบูรณ์ไม่เป็นโรคและเป็นต้นเต็มวัย (mature tree)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนและคาร์บอนไดออกไซด์

1) การวิเคราะห์หาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground biomass) โดยคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพของป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณโดยใช้สมการแอลโลเมตรีของ Ogawa et al. (1965) มีสมการดังนี้

$$W_S = 0.0396\ (D^2H)^{0.9326}$$
$$W_B = 0.00349\ (D^2H)^{1.0270}$$
$$W_L = ((28/(WS+WB+0.025))^{-1}$$
$$W_T = W_S + W_B + W_L$$

โดย WS = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กิโลกรัม)
WB = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กิโลกรัม)
WL = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กิโลกรัม)
WT = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)
D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)
H = ความสูงของต้นไม้ถึงปลายยอด (เมตร)

2) การประเมินมวลชีวภาพใต้ดินของชนิดไม้ในแต่ละชนิดป่า คำนวณโดยใช้ค่าสัดส่วนน้ำหนักแห้งของรากต่อต้น โดยชนิดพรรณไม้ทั่วไปคิดร้อยละ 27 ของมวลชีวภาพเหนือดิน จากการศึกษาของ IPCC (2006) ดังนี้

มวลชีวภาพใต้ดิน (กิโลกรัม) = มวลชีวภาพเหนือดิน (กิโลกรัม) x 0.27

3) การประเมินการกักเก็บคาร์บอน โดยยึดตามวิธีการของ IPCC (2006) คือ ค่าสัดส่วนคาร์บอน (carbon fraction: CF) ของไม้ยืนต้นทุกชนิดมีค่าร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพ

2. ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืช โดยใช้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของสังคม (community-level weighted mean : CWM) (Mouchet *et al.*, 2010) เพื่ออธิบายถึงองค์ประกอบของลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชในแต่ละสังคมโดยค่า CWM คำนวณได้จาก CWM = ∑pi lntrait i เมื่อ pi = ความมากมายของไม้ชนิดที่ i และ Trait i = ค่าลักษณะเชิงหน้าที่ของไม้ชนิดที I หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า CWM ของแต่ละลักษณะเชิงหน้าที่ระหว่างสังคมพืชป่าเต็งรังกับป่าเบญจพรรณ โดยใช้ สถิติทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน (two Independent Samples) คือ *t*-test (Independent) ด้วยโปรแกรม R version 3.4.1

3. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยน้ำหนักของลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ในแต่ละสังคมพืช โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (linear regression) ด้วยวิธี Generalize Linear Mixed Model (GLMM) ด้วยโปรแกรม R version 3.4.1

ผลและวิจารณ์

1. การสะสมคาร์บอนของหมู่ไม้

หมู่ไม้ในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ มีการสะสมคาร์บอนในปริมาณที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ มีการสะสมคาร์บอนของหมู่ไม้ เท่ากับ 186.29 และ 158.82 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Duangthip *et al.* (2016) ที่ศึกษาปริมาณคาร์บอนของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ในป่าเบญจพรรณพื้นที่ อพ.สธ. เขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่า มีปริมาณคาร์บอนรวม เท่ากับ 16,874.93 กิโลกรัมต่อไร่ (105.47 ตันต่อเฮกตาร์) และ การศึกษาของ Boonsang and Arunpraparat (2011) พบว่า ป่าเบญจพรรณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่น จังหวัดตาก มีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน เท่ากับ 80.16 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์จะเห็นได้ว่ามีค่าการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ในป่าเบญจพรรณของพื้นที่ทั้งสองมีน้อยกว่าป่าเบญจพรรณบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมี ในทำนองเดียวกันป่าเต็งรังบริเวณลุ่มน้ำแม่คำมีพบว่ามีการกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าป่าเต็งรังในพื้นที่สวนป่ามัญจาคีรี อำเภอมัญจาคีรี ที่กักเก็บคาร์บอนได้เพียง 22.17 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ (Jundang *et al.*, 2010) อาจเป็นเพราะหมู่ไม้ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำมีมีความหนาแน่นและขนาดพื้นที่หน้าตัดในปริมาณมากกว่าก็เป็นได้ เนื่องจากปริมาณการสะสมคาร์บอนของหมู่ไม้มีความแปรผันในทางตรงกับจำนวนและขนาดความโตของไม้ต้นในแต่ละหมู่ไม้ (Satienperakaul *et al*., 2011)

2. องค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืช

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ พบว่าองค์ประกอบของลักษณะเชิงหน้าที่ที่ปรากฏอยู่มากอย่างมีนัยสำคัญในป่าเต็งรัง ได้แก่ ปริมาณสัดส่วนมวลต่อพื้นที่ใบ (LMA) ความหนาของใบ (LT) ความจุของใบ (Ls) และ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD) (Table 1) ซึ่งลักษณะเชิงหน้าที่ที่แสดงออกดังกล่าวบ่งบอกว่าสังคมพืชป่าเต็งรังมีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงต่ำเจริญเติบโตช้า มีอายุยืนยาวต้องใช้ทรัพยากรด้านปัจจัยแวดล้อมต่างๆ จำนวนมากเพื่อการเจริญเติบโตและส่งผลไปถึงความสามารถในการหมุนเวียนธาตุอาหารต่ำ (Cronelissen *et al.*, 2003) ดังนั้นชนิดพืชในสังคมพืชป่าเต็งรังจึงเป็นชนิดพืชต้นทุนสูง (high cost species) (Wright *et al*., 2004) ในขณะลักษณะเชิงหน้าที่ที่แสดงออกอย่างมีนัยสำคัญในป่าเบญจพรรณ คือ ความหนาของเปลือก (BT) และความอิ่มน้ำของเนื้อไม้ (WMC) (Table 1) ซึ่งลักษณะเชิงหน้าที่ที่แสดงออกบ่งบอกถึงชนิดไม้ในป่าเบญจพรรณมีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดีมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วสามารถหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศได้เร็ว (Cronelissen *et al.*, 2003) จึงถือว่าเป็นชนิดต้นทุนต่ำ (low cost species) (Wright *et al.*, 2004)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะเชิงหน้าที่ของพันธุ์พืชกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน พบว่าลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ขนาดพื้นที่ใบ (LA) สัดส่วนมวลต่อพื้นที่ใบ (LMA) ความหนาใบ (LT) สัดส่วนมวลแห้งของใบ (LDMC) ความหนาของเปลือก (BT) และความสูงสูงสุด (H_{max}) หมายถึงถ้าชนิดที่แสดงออกลักษณะเชิงหน้าที่เหล่านี้มาก เช่น จะสามารถกักเก็บคาร์บอนได้มาก ส่วนลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ความจุใบ (LS) ความอิ่มน้ำของใบ (LWC) ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (WD) และความอิ่มน้ำของเนื้อไม้ (WMC) หมายถึงชนิดที่แสดงออกลักษณะเชิงหน้าที่เหล่านี้สูงแสดงว่ามีความสามารถในการกักเก็บได้น้อย (Table 2) แสดงค่า CWM ของการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Conti and Díaz (2013) ที่รายงานว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักของสังคม (CWM) ของลักษณะเชิงหน้าที่ของไม้ยืนต้นสามารถใช้อธิบายความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ได้ ซึ่งปริมาณการกักเก็บคาร์บอนนอกจากจะขึ้นอยู่กับความหลากหลายของพืชแล้วลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชก็ยังเป็นตัวบ่งบอกได้อีกทาง

หนึ่งเช่นกัน เนื่องจากลักษณะเชิงหน้าที่เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพการปรับตัวของไม้ยืนต้นในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

Table 1 The comparing means of the values for community-level weighted mean of functional traits were leaf mass per area (LMA), leaf area (LA), leaf thickness (LT), leaf succulence (Ls), leaf water content (LWC), wood density (WD), bark thickness (BT), wood moisture content (WMC), and maximum height (H_{max}) between dry deciduous Forest (DDF) and mixed deciduous forest (MDF) at Mae Kham Mee Watershed. The significant (Sig.) were *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001.

Functional Trait	DDF	MDF	Sig
LA	236.660 ± 94.711	287.859 ± 144.577	NS
LMA	103.136 ± 11.582	83.414 ± 13.076	***
LT	0.276 ± 0.040	0.220 ± 0.031	***
Ls	0.012 ± 0.002	0.009 ± 0.001	***
LWC	1.268 ± 0.160	1.213 ± 0.251	NS
LDMC	460.306 ± 28.106	479.967 ± 50.505	NS
BT	13.216 ± 10.077	38.714 ± 57.624	*
WD	0.580 ± 0.134	0.406 ± 0.170	***
WMC	52.721 ± 9.961	62.665 ± 16.754	***
H_{max}	12.393 ± 1.078	12.470 ± 1.1370	NS

Table 2 The results of GLMMs showing the functional traits relating to the carbon storage of forest stand at Mae Kham Mee Watershed. *P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001.

Functional Trait	Estimate	Std. Error	z value	Sig
LA ; cm^2	0.001	0.000	3.667	***
LMA ; gm^{-2}	0.002	0.001	2.025	*
LT ; mm	1.672	0.571	2.926	**
Ls ; gcm^{-2}	-51.445	9.947	5.172	***
LWC ; %	-0.73	0.09	-8.119	***
LDMC ; mgg^{-1}	3182.437	434.663	7.322	***
BT ; mm	0.002	0.001	3.613	***
WD ; gcm^{-3}	-0.653	0.12	-5.442	***
WMC ; %	-0.017	0.002	-9.006	***
H_{max} ; m	0.457	0.019	23.78	***

สรุป

การใช้องค์ประกอบลักษณะเชิงหน้าที่ของพืชสามารถที่จะบ่งบอกถึงความสามารถการกักเก็บคาร์บอนของหมู่ไม้ได้ โดยลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ขนาดพื้นที่ใบ สัดส่วนมวลต่อพื้นที่ใบ ความหนาใบ สัดส่วนมวลแห้งของใบ ความหนาของเปลือก และความสูงสูงสุด หมายถึงชนิดที่แสดงออกลักษณะเชิงหน้าที่เหล่านี้มากจะสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ดี ส่วนลักษณะเชิงหน้าที่ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ได้แก่ ความจุใบ ความอิ่มน้ำของใบ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ และความอิ่มน้ำของเนื้อไม้ หมายถึงชนิดที่แสดงออกลักษณะเชิงหน้าที่เหล่านี้สูงแสดงว่ามีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Boonsang, S. and W. Arunpraparat. 2011. Estimation of above-ground carbon sequestration of forest using remote sensing techniques in Mae Tuen Wildlife Sanctuary, Tak Province. **Thai J. For.** 30 (3) : 14-23 (in Thai).

Coint, G. and S. Díaz. 2013. Plant functional diversity and carbon storage – an empirical test in semi-arid forest ecosystems. **J. of Ecology**. 101: 18-28.

Cornelissen, J.H.C., S. Lavorel, E. Garnier, S. Diaz, N. Buchmann, D.E. Gurvich, P.B. Reich, H. T. Steege, H.D. Morgan, M.G.A. van der Heijden, J.G. Pausas, H. Poorter. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Aust. J. Bot.** 51: 335–380.

Duangthip, N., P. kaiwijit and S. Pampasit. 2016. The Carbon Storage in Protection Area of Plant Genetic Conservation Project Under the Royal Initiation of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn (RSPG) at Sirikit Dam, Uttaradit Province. **Naresuan Research No. 21: Research Innovation and Country Development.** (in Thai).

FAO. 2011. **Climate change, water and food security**. Food and Agriculture Organization of the United Nations Viale delle Terme di Caracalla 00100 Rome, Italy.

IPCC. 2006. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 4 Forestland**. National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.

Jundang, W., L. Puangchit and S. Diloksumpun. 2510. Carbon storage of dry dipterocarp forest and Eucalypt plantation at Mancha Khiri Plantation, Khon Kaen Province. **Thai J. For.** 29 (3) : 36-44 (in Thai).

Lavorel, S. and E. Garnier. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. **Functional Ecology** 16: 545–556.

Mouchet M.A., S. Villeger, N.W.H. Mason, D. Mouillot. 2010. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. **Functional Ecology** 24: 867–876.

Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1965. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. **Nature and life in SE Asia** 1: 21-157.

Satienperakul, K., K. Khamyong, N. Anongrak and K. Sri-ngemyuang. 2011. Valuated on wood production and carbon stock in aboveground biomass of montane forest at Doi Inthanon, Chiang Mai Province. **Naresuan University Journal** 19 (3): 27-37.

Wright, I.J., P.B. Reich, M. Westoby, D.D. Ackerly, Z. Baruch, F. Bongers, J. Cavender-Bares, T. Chapin, J.H.C. Cornelissen, M. Diemer, J. Flexas, E. Garnier, P.K. Groom, J. Gulias, K. Hikosaka, B.B. Lamont, T. Lee, W. Lee, C. Lusk, J.J. Midgley, M.L. Navas, U. Niinemets, J. Oleksyn, N. Osada, H. Poorter, P. Poot, L. Prior, V.I. Pyankov, C. Roumet, S.C. Thomas, M.G. Tjoelker, E.J. Veneklaas and R. Villar. 2004. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature** 428: 821–827.

สัตว์ป่ามีกระดูกสันหลังที่ถูกรถชนตายบนทางหลวงหมายเลข 12 ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว
Vertebrate's Roadkill on Highway 12 in Nam Nao National Park

ภัณฑิญา อุตสาห์[1] วุฒิศักดิ์ คุ้มหมู่[1] ประทีป ด้วงแค[1] อุทัย ชาญสุข[2] และ **จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์[1*]**

Pantiya Utsa[1] ,Wuttisak Kummoo[1] ,Prateep Duengkae[1] ,Uthai Chansuk[2] and **Jiraporn Teampanpong[1*]**

[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว เพชรบูรณ์ 67260

[2]Nam Nao National Park, Phetchabun 67260

*Corresponding Author; E-mail: **jiraporn.tea@ku.th**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เปรียบเทียบชนิดและจำนวนของสัตว์ป่ามีกระดูกสันหลัง และปัจจัยที่สัมพันธ์กับการถูกรถชนตายบนทางหลวงหมายเลข 12 ผ่านพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว สำรวจโดยใช้รถจักรยานยนต์ความเร็วไม่เกิน 30 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2561 – กุมภาพันธ์ 2562 รวม 20 วัน แบ่งการสำรวจเป็นช่วงเช้า (06.00 - 10.00 น.) และ ช่วงบ่าย (14.30 - 18.00 น.) ผลการศึกษาพบสัตว์ป่าถูกรถชนตาย 730 ตัว หรือ 1.278 ± 0.228 ตัว/กิโลเมตร/วัน เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมากที่สุด รองลงมาคือสัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและนก คิดเป็นร้อยละ 44.52, 35.21, 12.60 และ 7.67 ตามลำดับ โดยสัตว์ป่าแต่ละกลุ่มที่ถูกรถชนตายมากที่สุดคือ กบอ่อง (*Sylvirana nigrovittata*) 81 ตัว กิ้งก่าหัวแดง (*Calotes versicolor*) 34 ตัว หนูท้องขาว (*Rattus rattus*) 7 ตัว และ นกกางเขนดง (*Copsychus malabaricus*) นกเค้ากู่ (*Otus lettia*) นกเค้าแมว (*Glaucidium cuculoides*) และนกปลอดคอลาย (*Pycnonotus finlaysoni*) ชนิดละ 3 ตัว จำนวนของสัตว์ป่าแต่ละกลุ่มที่ถูกรถชนตายสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับปัจจัย ได้แก่ ช่วงกลางคืน วันหยุด ถนนทางตรงที่ไม่มีสิ่งกีดขวางข้างถนน หน้าผา หรือเหว และสองข้างถนนเป็นลาดเขาปกคลุมด้วยป่าเบญจพรรณ สัตว์ป่าแต่ละกลุ่มถูกรถชนตายบนถนนที่มีระยะห่างของขอบป่ากับขอบถนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{(3,726)} = 3.765$, $P < 0.05$) หรือเฉลี่ย 2.49 ± 0.03 เมตร จึงควรจัดการระยะระหว่างขอบป่าและถนนมากกว่า 2.5 เมตร และเพิ่มสิ่งกีดขวางข้างถนนเพื่อลดโอกาสเกิดสัตว์ป่าถูกรถชนตาย

คำสำคัญ: ทางหลวงหมายเลข 12 สัตว์ป่ามีกระดูกสันหลังถูกรถชนตาย อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว

ABSTRACT

This research showed the result on the vertebrate's roadkill and its associated biophysical factors, from Highway 12 in Nam Nao National Park. The survey was done by making observation on a motorcycle with limited speech of 30 km/hour, between August 2018 and February 2019 for 20 days in the morning (06.00 - 10.00 am.) and afternoon (2.30 – 6.00 pm.). 730 carcasses of all four vertebrate groups were found dead on the roads with a density of 1.278 ± 0.228 carcasses/ kilometer/day. The dominant carcasses were amphibians (44.52%), followed by reptiles (35.21%), mammals (12.60%) and birds (7.67%), respective. The species most frequently hit on road classified by vertebrate groups were 81 Dark sided frogs (*Sylvirana nigrovittata*), 34 Oriental garden lizards (*Colotes versicolor*), and seven Roof rat (*Rattus rattus*). In addition the three-carcasses of the each bird group were found, namely, White-rumped shama (*Copsychus malabaricus*), Collared scops owl (*Otus lettia*), Asian barred owlet (*Glaucidium cuculoides*), and Stripe-throated bulbul (*Pycnonotus finlaysoni*). The numbers of carcasses of each vertebrate group were significantly associated ($P <$

0.05) with the following factors: night time, holiday, straight road sections without barrier, cliff or abyss, and the locations of roads along hillside covered by mix deciduous forest. Each vertebrate group was collided on the road with a significantly different distance between the forest edge and the roadside ($F(3,726) = 3.765$, $P < 0.05$) with an average of 2.49 ± 0.03 meters. Our findings suggest that to reduce the risk of roadkill incidents, more barriers should be built along the road; and maintain the distance from the roadside to the forest edge at least 2.5 meters.

Keywords: Highway 12, vertebrate’s roadkill, Nam Nao National Park

ความหลากหลายของชนิดแมลงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของบางสวนป่าภายใต้การดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย

Species Diversity of Insects in Conservation Forest Area of Forest Plantations under Forest Industry Organization in Northern and Northeastern of Thailand

ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์[1] ภูวสิทธิ์ ภู่นุช[1] นครินทร์ สุวรรณราช[2] จาตุรงค์ คำหล้า[2] สุธีระ เหิมฮึก[3]
วิชญ์ภาส สังพาลี[3] ลักษณา สัมมานิธิ[5] ขนิษฐา เสถียรพีระกุล[4] สายสมร ลำยอง[2] และ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง[5]
Piyawan Suttiprapan[1*] Puvasit Poonoot[1] Nakarin Suwannarach[2] Jaturong Kumla [2] Sutheera Hermhuk[3]
Witchaphart Sungpalee[3] Luxana Summaniti[5] Kanitta Satienperakul[4]
Saisamorn Lumyong[2] and Kriangsak Sri-ngernyuang[5]
[1]ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200
[3]คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[3]Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290
[4]คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[4]Faculty of Economic, Maejo University, Chiang Mai 50290
[5]คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University, Chiang Mai, 50290
* Corresponding Author; E-mail: **piyawanss43@gmail.com**

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากหลายชนิดของแมลงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของ 4 สวนป่า ภายใต้การดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้ดำเนินการศึกษาในแต่ละพื้นที่โดยสุ่มเลือกและวางแปลงขนาด 20 เมตร x 50 เมตร พื้นที่ละจำนวน3 แปลง สุ่มสำรวจตามกิ่ง ลำต้น ใบไม้ พุ่มไม้ ตามพื้นดิน ใต้ต้นไม้ รวมทั้งบริเวณที่มีซากพืชและซากสัตว์ และสุ่มเก็บตัวอย่างแมลงอย่างน้อย 2 ครั้ง ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในสวนป่าแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ สวนป่าแม่มาย และสวนป่าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และสวนป่าขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ตั้งแต่กุมภาพันธ์ 2557 – สิงหาคม 2561 นำแมลงที่รวบรวมได้จัดรูปร่างและอบให้แห้งก่อนการวิเคราะห์จำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกจนถึงระดับชนิด ผลการศึกษาพบแมลงทั้งหมด 135 ชนิด 38 วงศ์ ใน 12 อันดับ คือ Blattodea Coleoptera Diptera Hemiptera Hymenoptera Isoptera Lepidoptera Mantodea Neuroptera Odonata Orthoptera และ Phasmatodea โดยอันดับของแมลงที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดและพบได้ทุกพื้นที่ศึกษาคือ อันดับ Hymenoptera แมลงจำพวกมด วงศ์ Formicidae พบจำนวนชนิดมากที่สุดรวม 44 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 32.59 โดยพบมดแดง *Oecophylla smaragdina* และมดฮี้สกุล *Crematogaster* ในทุกพื้นที่ศึกษา รองลงมาคืออันดับ Lepidoptera ซึ่งส่วนใหญ่ที่พบเป็นผีเสื้อกลางวันพบจำนวนชนิดรวมทั้งหมด 38 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 28.15 โดยพบผีเสื้อกะลาสีธรรมดา ผีเสื้อหางตุ้มจุดชมพู และผีเสื้อเณรธรรมดาในทุกพื้นที่ศึกษา แมลงที่สำรวจพบสามารถจำแนกบทบาทในระบบนิเวศและมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งใช้เป็นตัวบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ และเป็นแมลงกินได้ บางชนิดอาจสามารถนำมาต่อยอดเพื่อเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ได้

คำสำคัญ: แมลง ความหลากหลายชนิด ระบบนิเวศ พื้นที่ป่าอนุรักษ์ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

ABSTRACT

Survey of insect species diversity in conservation forest area of 4 forest plantations under the Forest Industry Organization in north and northeast of Thailand, was conducted using simple random sampling method. Three of 20 m x 50 m subplots were established in each of the forest plantations, namely, Mae Chaem Forest Plantation in Chiang Mai Province, Mae Mai Forest Plantation and Mae Moh Forest Plantation of Lampang Province and Khun Han Forest Plantation in Si Sa Ket Province. The survey and sample collection of each study area were done at least from February 2014 – August 2018. We found a total of 135 insect species in 38 families of 12 orde, such as, Blattodea Coleoptera Diptera Hemiptera Hymenoptera Isoptera Lepidoptera Mantodea Neuroptera Odonata Orthoptera and Phasmatodea. Among these, a total of 44 ant species (Family Formicidae: Order Hymenoptera) (32.59 %) was collected. Weaver ants, *Oecophylla smaragdina* and *Crematogaster* sp. were the most common ant found in all the study areas. The second common insect group was butterfly (Order Lepidoptera) with 39 species (30.47%). The results suggested that *Neptis hylas* (Nymphalidae), *Pachliopta aristolochiae* (Papilonidae) and *Eurema hecabe* (Pieridae) were the most common butterflies found in all the study areas. Furthermore, insects found in this study were divided according to their roles in ecosystem and potential.

Key words: insect, species diversity, ecosystem, conservation forest area, Forest Industry Organization

การค้นพบเห็ดชนิดใหม่และการรายงานใหม่ในประเทศไทยจากพื้นที่สวนป่าบางแห่งภายใต้องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Discovery of New Species and New Record of Mushroom from Thailand's Forest Plantation Area of the Forest Industry Organization in Northern and Northeastern Regions

นครินทร์ สุวรรณราช[1,2] จตุรงค์ คำหล้า[1,2] ขนิษฐา เสถียรพีระกุล[3] วิชญ์ภาส สังพาลี[4]
สุธีระ เหิมฮึก[4] ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์[5] ลักษณา สัมมานิธิ[6] เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง[6] และ **สายสมร ลำยอง**[1,2*]
Jaturong Kumla[1,2] Nakarin Suwannarach[1,2] Kanitta Satienperakul[3] Wichaphart Sungpalee[4]
Sutheera Hermhuk[4] Piyawan Suttiprapan[5] Luxana Summaniti[6] Kriangsak Sri-Ngernyuang[6]
and **Saisamorn Lumyong**[1,2*]

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, 50200
[2]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายของจุลินทรีย์และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[2]Center of Excellence in Microbial Diversity and Sustainable Utilization, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200
[3]คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[3]Faculty of Economics, Maejo University, Chiang Mai, 50290
[4]คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[4]Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, 50290
5ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[5]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200
[6]คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290
[6]Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University, Chiang Mai, 50290
* Corresponding Author; E-mail: **scboi009@gmail.com, saisamorn.l@cmu.ac.th**

บทคัดย่อ

เห็ดจำนวนทั้งหมด 83 ชนิดได้มาจากการสำรวจพื้นที่สวนป่า 3 แห่ง (สวนป่าแม่มาย จังหวัดลำปาง, สวนป่าแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และสวนป่าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง) ในภาคเหนือ และ 1 แห่ง (สวนป่าขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ข้อมูลการเก็บรวบรวมในพื้นที่สวนป่าแม่มาย สวนป่าแม่แจ่ม สวนป่าแม่เมาะ และสวนป่าขุนหาญในปี 2557, 2558, 2559 และ 2561 ตามลำดับ การบ่งบอกชนิดเห็ดอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา และอณูชีววิทยาในส่วนลำดับของยีน internal transcribed spacer, large subunit, translation elongation factor และ RNA polymerase II subunit เป็นที่น่าสนใจว่าจำนวนเห็ด 14 ชนิด ในสกุล *Amanita, Favolaschia*, *Ganoderma*, *Marasmius*, *Pleurotus*, *Pterula*, *Scleroderma*, *Trametes*, *Trichaptum*, *Tylopilus* และ *Xanthagricus* คาดว่าเป็นสายพันธุ์ใหม่ โดยจำนวนเห็ดที่คาดว่าเป็นชนิดใหม่มีจำนวนมากที่สุด (6) ในสวนป่าขุนหาญ ตามด้วยสวนป่าแม่เมาะ (5), สวนป่าแม่แจ่ม (2) และสวนป่าแม่มาย (1) เห็ด *Xanthagricus* sp. ได้รับการตีพิมพ์เป็น *Xanthagaricus thailandensis* sp. nov. เห็ดจำนวน 2 สองชนิด คือ *Gymnopilus dilepis* และ *Sulzbacheromyces yunnanensis* เป็นการรายงานใหม่ในประเทศไทย

คำสำคัญ: ความหลากหลายของเห็ด ชนิดใหม่ รายงานใหม่ อนุกรมวิธาน สวนป่า ประเทศไทย

ABSTRACT

A total of 83 mushroom species were obtained from three forest plantations (Mae-my forest plantation, Lampang Province; Mae Cham forest plantation, Chiang Mai Province; and Mae Moh forest plantation, Lampang Province) in northern Thailand and one forest plantation (Khun Han forest plantation, Sisaket Province) in northeastern Thailand. Data were collected from Mae-my, Mae Cham, Mae Moh and Khun Han forest plantations in 2014, 2015, 2016 and 2018, respectively. Sample identification was based on morphological characteristics and molecular data of internal transcribed spacer, large subunit, translation elongation factor and RNA polymerase II subunit genes. Interestingly, 14 mushroom species in the following genus: *Amanita*, *Favolaschia*, *Ganoderma*, *Marasmius*, *Pleurotus*, *Pterula*, *Scleroderma*, *Trametes*, *Trichaptum*, *Tylopilus* and *Xanthagricus* were expected as new species. The highest number of the expected new mushroom species was found in Khun Han forest plantation (6 species), followed by Mae Moh (5 species), Mae Cham (2 species) and Mae-my (1 species) forest plantations. *Xanthagricus* sp. was published as *Xanthagaricus thailandensis* sp. nov. Moreover, two mushroom species namely, *Gymnopilus dilepis* and *Sulzbacheromyces yunnanensis* were reported as the new records in Thailand.

Keywords: Diversity of mushroom, New species, New record, Taxonomy, Plantation forest, Thailand

การพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอที่จำเพาะกับแหล่งที่มาของไม้พะยูงในประเทศไทย
Development of DNA Markers Specific to *Dalbergia cochinchinensis* Populations in Thailand

สุจิตรา จางตระกูล[1]* พนิดา รุ่งรัตนกุล[1] และ กิตติยา สิงห์ทอง[1]
Suchitra Changtragoon[1*], Panida Roongrattanakul[1] and Kittiya Singthong[1]
[1]สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 61 Phaholyothin, Bangkok, 10900
*Correspoing Author; Email: **suchitra.changtragoon@gmail.com**

บทคัดย่อ

ในการพัฒนาเครื่องหมายดีเอ็นเอในคลอโรพลาสต์จีโนมเพื่อศึกษาพันธุกรรมที่ระบุแหล่งทางภูมิภาคของไม้พะยูง (*Dalbergia cochinchinenesis*) โดยได้มีการถอดลำดับนิวคลีโอไทด์และคัดเลือกตำแหน่งดีเอ็นเอในคลอโรพลาสต์ จีโนม มากกว่า 30 ตำแหน่ง จากตัวอย่างใบในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่ามีดีเอ็นเอ 3 ตำแหน่ง ได้แก่ trnS-trnG, trnV-trnM และ trnC-petN1R สามารถใช้ในการศึกษาความหลากหลายของรูปแบบดีเอ็นเอที่มีความผันแปรของลำดับนิวคลีโอไทด์ในประชากรไม้พะยูงได้ ดังนั้นจึงได้มีการเก็บตัวอย่างใบของไม้พะยูงในพื้นที่อนุรักษ์ 18 ประชากร ใน 9 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 ประชากรใน 1 จังหวัดภาคกลาง และ พื้นที่ป่าปลูก 2 ประชากร (จังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดตรัง) ทั้งนี้ดีเอ็นเอจากตัวอย่างดังกล่าวข้างต้นได้ถูกถอดลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ 3 ในคลอโรพลาสต์ดีเอ็น เพื่อศึกษาความหลากหลายของรูปแบบดีเอ็นเอ จากผลการศึกษาพบว่ามี 13 รูปแบบดีเอ็นเอ โดยพบว่าไม้พะยูงในภาคกลางจังหวัดสระบุรีมี 2 รูปแบบดีเอ็นเอ คือรูปแบบดีเอ็นเอที่ 3 และ 5 ในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามี 11 รูปแบบดีเอ็นเอ (รูปแบบดีเอ็นเอที่ 1, 2, 4, 6, 7, 8, 11, 11, 11, 12 และ 13) จึงสรุปได้ว่าประชากรไม้พะยูงในป่าธรรมชาติของจังหวัดสระบุรีมีรูปแบบดีเอ็นเอต่างจากรูปแบบดีเอ็นเอของไม้พะยูงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นอกจากนี้ยังพบว่ารูปแบบดีเอ็นเอในป่าปลูกของจังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดตรังมีความคล้ายคลึงกับรูปแบบดีเอ็นเอของประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลทางพันธุกรรมสำหรับการตรวจสอบแหล่งกำเนิดไม้พะยูงที่ถูกลักลอบตัดอย่างผิดกฎหมายได้ว่าอย่างน้อยที่สุดมาจากพื้นที่อนุรักษ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคกลาง

คำสำคัญ: ไม้พะยูง เครื่องหมายดีเอ็นเอ คลอโรพลาสต์ดีเอ็นเอ รูปแบบของดีเอ็นเอ แหล่งที่มา

ABSTRACT

In order to develop DNA markers in Chloroplast genome for phylogeographical study in Siamese rosewood (*Dalbergia cochinchinenesis*), over 30 Chloroplast DNA regions were sequenced and screened in leaf samples from the central and northeastern parts of Thailand. The results suggested that three DNA regions namely trnS-trnG, trnV-trnM and trnC-petN1R could be selected for haplotype diversity study across Siamese rosewood populations, since there were nucleotide variation in those regions. Leaf samples of Siamese rosewood were collected from 18 populations in protected areas in 9 Northeastern provinces, 2 populations in 1 Central province and 2 populations in forest plantations of Kampaengpetch and Trang provinces. The DNA from those

samples were sequenced for the 3 DNA regions for haplotype diversity investigation. The results shows that there were 13 haplotypes. Specifically, the haplotypes of Siamese rosewood trees from the Central region, Saraburi province, had 2 forms (haplotype form 3 and 5), while haplotypes of the trees from the northeastern region consisted of 11 form (haplotype form 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 and 13). Therefore, it can be concluded that the Siamese rosewood in natural population from Saraburi Province had different haplotypes to those originated from the northeastern region. In addition, it was also found that the haplotypes of trees from the forest plantations in the Kamphaeng Phet and Trang provinces were similar to the haplotypes of the northeastern region populations. The results of this study can be used as a primary source of genetic information for Siamese rosewood to verify tree origin and identify illegal logging, at least to identify whether the trees are originated in the protected areas of the northeastern or central regions.

Keywords: Siamese rosewood, *Dalbergia cochinchinensis*, Molecular markers, chloroplast DNA, haplotype

นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า
และความหลากหลายทางชีวภาพ
ภาคโปสเตอร์

ความหลากชนิดของทรัพยากรชีวภาพและการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่อิงฝั่งขวา และป่าแม่งาว จังหวัดเชียงราย

Species Diversity and Economic Valuation of Natural Bioresouces in Mae Ing Fang Khwa and Mae Ngao National Reserved Forests, Chiang Rai Province

อภิวัฒน์ เอื้ออารีเลิศ[1*] ขวัญชัย เจริญกรุง[1] และ ณิชา แข่งขัน[1]

Apiwat Uaareeleat[1*], Khwanchai Charoenkrung[1] and Nicha Khangkhan[1]

[1]ส่วนความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Biodiversity Division, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **Apiwat_68@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดพืช สัตว์ แมลง เห็ดรา และไลเคน รวมไปถึงการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่อิงฝั่งขวา และป่าแม่งาว ภายในเขตตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย โดยใช้การสำรวจตามเส้นทาง และวางแปลงตัวอย่าง กระจายตามชนิดป่า และระดับความสูงจากน้ำทะเล จากนั้นทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์หาความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละด้าน โดยกลุ่มพืชพบจำนวน 95 วงศ์ 243 สกุล 328 ชนิด สามารถจำแนกเป็นชนิดพืชใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 4 ชนิด ชนิดพืชมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 9 ชนิด และชนิดพืชหายาก จำนวน 11 ชนิด กลุ่มสัตว์และแมลงสำรวจพบ 193 วงศ์ 416 สกุล 520 ชนิด เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 จำนวน 147 ชนิด มีสถานภาพถูกคุกคามในประเทศไทย จำนวน 47ชนิด และมีสถานภาพการถูกคุกคามของสหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ จำนวน 229 ชนิด และมีสถานภาพตามอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 1 ชนิด ด้านเห็ดรา สำรวจพบ 31 วงศ์ 55 สกุล 112 ชนิด สามารถจำแนกตามลักษณะความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ หรือบทบาททางนิเวศได้ดังนี้ กลุ่มซาโปรไฟต์ 73 ชนิด กลุ่มซิมไบโอซิส 6 ชนิด และกลุ่มไมคอร์ไรซา 33 ชนิด ซึ่งทั้งหมดเป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 26 ชนิด เห็ดพิษ 1 ชนิด และเห็ดที่ไม่มีข้อมูลว่ารับประทานได้ 85 ชนิด ด้านไลเคน สำรวจพบ 11 วงศ์ 22 สกุล 35 ชนิด เป็นกลุ่มฝุ่นผง 25 ชนิด และกลุ่มแผ่นใบ 10 ชนิด ส่วนการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์จากความหลากหลาย ทางชีวภาพด้วยการเก็บหาของป่าจากชุมชนรอบโดยป่า 390 ครัวเรือน จาก 4 ชุมชน พบว่า มีมูลค่าการเก็บหา 4,989,270 บาทต่อปี หรือคิดเป็นรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือน 12,793 บาทต่อปี โดยมีการพึ่งพิงทรัพยากร ความหลากหลายทางชีวภาพ ไม่น้อยกว่า 68 ชนิด สำหรับการใช้ประโยชน์ทางอ้อมพบว่าป่าแม่อิงฝั่งขวาและป่าแม่งาวสามารถกักเก็บน้ำปริมาณ 113.14 ล้านลูกบาศก์เมตร และสามารถสะสมปริมาณคาร์บอนทั้งหมด 3,635,178 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นมูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทางอ้อมจากป่า เท่ากับ 2,884.54 ล้านบาท

คำสำคัญ: ความหลากชนิดของทรัพยากรชีวภาพ ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่อิงฝั่งขวาและป่าแม่งาว มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านป่าไม้

ABSTRACT

This study was part of activities aiming to develop database of forest biodiversity in the the Mae Ing Fang Khwa and Mae Ngao National Reserved Forests, Chiang Rai Province. The purpose of this research was to investigate biodiversity and estimated economic values of plant, wildlife, fungus and lichen in the National Reserved Forests. Trail survey and temporary sampling plot by forest types were conducted. Data were analyzed to access the importance of biodiversity. There were 328 species, 243 genera, 95 families of plants recorded in this study. The species were according to the conservation status, namely,

4 endangered species, 9 vulnerable species and 11 rare species. Regarding animals and insects, 520 species 416 genera 193 families were recorded. 147 species were protected according to the Wild Animal Reservation and Protection Act, B.E.253. 229 species were classified as threatened species in Thailand while 47 species were categorized as threatened species according to the IUCN Red List of Threatened Species. 1 species was listed as endangered species according to the Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. For fungus, 112 species, 55 genera, 31 families were identified consisting of 73 saprophytic species, 6 symbiosis species and 33 mycorrhiza species. Among these, there were 26 edible species and 1 poisonous species. It was found there was no information weather 85 species of the mushroom were eatable. For lichen, 35 species, 22 genera, 11 families were recorded. There were 25 species of crustose and 10 species of foliose. Information on economical valuation based on 390 households in 4 communities around the forests who made their living by collecting non-timber forest products (NTFP) estimated that NTFPs of at least 68 species collected from the forest by all the households cost 4,989,270 bath. In other words, NTFPs cost 12,793 bath/household. Furthermore, indirect benefit of the forests were estimated from water storage and carbon storage capacity. It was reported that the forest could store approximately 113.14 m^3 of water and 3,635,178 Mtco2e of carbon. This economical values of water and carbon storage were estimated about 2,884.54 million bath.

Keywords: biodiversity, National Reserved Forest, forest economical evaluation

คำนำ

กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในราชอาณาจักร กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ชี้ว่า ประเทศไทยกำลังเผชิญกับการลดลงของพื้นที่ป่าไม้อย่างต่อเนื่อง ปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยเคยมีพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 53.3 ของพื้นที่ทั้งหมด ถึงปี พ.ศ. 2551 พื้นที่ป่าลดลงเหลือเพียงร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ทั้งหมด การลดลงของพื้นที่ป่าทำให้เกิดความเสี่ยงในการสูญเสียระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ปัจจุบันการจัดการ ความหลากหลายทางชีวภาพ ได้มุ่งเน้นการใช้ประโยชน์ควบคู่กับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุลและยั่งยืนโดยแนวทางดังกล่าวได้ให้ความสำคัญต่อบทบาทของชุมชนท้องถิ่นในการมีส่วนร่วมบริหารจัดการ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. 2562 ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้ชุมชนได้มีส่วนร่วมกับรัฐในการอนุรักษ์ ฟื้นฟู จัดการ บำรุงรักษา และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนจากทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุลและยั่งยืน (รายงานคณะกรรมการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม, 2559) จาก พ.ร.บ. ดังกล่าวทำให้องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นซึ่งใกล้ชิดประชาชน เข้าใจ และรับรู้สภาพปัญหาในพื้นที่เป็นอย่างดี ต้องเข้ามามีบทบาทในการช่วยผลักดันให้เกิดการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ที่รวมไปถึงความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าให้สำเร็จเป็นรูปธรรม การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ ซึ่งประกอบด้วย ฐานข้อมูลกลุ่มพืช สัตว์ เห็ดรา ไลเคน ภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่เกี่ยวข้องและมูลค่าจากการพึ่งพิงทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนรอบป่า ไว้ให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นข้อมูลเพื่อบริหารจัดการป่าไม้ในพื้นที่ของตนต่อไป โดยการศึกษาครั้งนี้ได้เลือก ตำบลครึ่ง เป็นพื้นที่ตัวอย่างในการศึกษา เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้เข้ามามีบทบาท และประสบความสำเร็จในการจัดการป่า มีการดำเนินกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ป่ามาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งที่ผ่านมาชุมชน ได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าที่ได้ช่วยกันดูแล หากแต่ยังขาดข้อมูลความหลากหลาย

ทางชีวภาพที่มีความสำคัญในการเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของการบริหารจัดการป่าทั้งในเรื่องของความหลากหลายของชนิด ชนิดที่หายากใกล้สูญพันธุ์ และผลประโยชน์ในรูปของมูลค่าจากการช่วยกันอนุรักษ์ป่า ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ จะมีความสำคัญในการวางแผนการใช้ประโยชน์และอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

ดำเนินการศึกษาโดยการสำรวจ เก็บข้อมูลความหลากชนิดของทรัพยากรทางชีวภาพ 5 ด้าน ได้แก่ พืช สัตว์ เห็ดรา และไลเคน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านพืช ทำการสำรวจตามเส้นทางเก็บหาของป่า และวางแปลงสำรวจสังคมพืช ขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 16 แปลง กระจายตามสัดส่วนสังคมพืชและระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ซึ่งประกอบด้วย สังคมพืชป่าเต็งรัง จำนวน 6 แปลง สังคมพืชป่าเบญจพรรณ จำนวน 4 แปลง สังคมพืชป่าดิบแล้ง จำนวน 4 แปลง และสังคมพืชป่าดิบเขา จำนวน 2 แปลง โดยข้อมูลจากการวางแปลงจะนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสำคัญ (important value index :IVI) ของไม้ที่ปรากฏในพื้นที่ป่า นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในเนื้อไม้ และปริมาณการกักเก็บน้ำของพื้นที่ป่า

2) ด้านสัตว์ กลุ่มสัตว์ทำการสำรวจทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยการสำรวจทางตรง คือการพบเห็นตัว รอยเท้า กองมูล เสียงร้อง รัง ซาก ตามเส้นทางการสำรวจ ส่วนการวางกับดัก ใช้ 4 วิธี คือ (1) กับดักข่ายเวหา สำหรับสำรวจสัตว์มีปีก (2) กับดักกรง สำหรับสำรวจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก (3) กับดักหลุม สำรวจกลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กบางชนิด เช่น หนูผี และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่หากินตามพื้นดิน (4) ตาข่ายดักปลา ใช้จับปลาตามเส้นทางน้ำ ส่วนการสำรวจทางอ้อม คือการสอบถามจากชาวบ้านซึ่งอาศัย หรือปฏิบัติงานอยู่ในพื้นที่นั้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมด้านการใช้ประโยชน์จากสัตว์ของผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่โดยรอบ และกลุ่มแมลงแมลง แบ่งการสำรวจออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มผีเสื้อกลางวันใช้สวิงจับตามเส้นทางสำรวจในช่วงเวลา 10.00 – 12.00 น. เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นเวลาออกหาอาหารและบินอยู่ในระดับต่ำจึงสามารถใช้สวิงจับได้ง่าย จากนั้นทำให้ผีเสื้อสลบโดยการบีบบริเวณส่วนอก แล้วบรรจุใส่ซองที่พับเป็นรูปสามเหลี่ยม (2) กลุ่มปลวก ใช้วิธีการเดินตามเส้นทางสำรวจโดยทำการสังเกตบริเวณจอมปลวกบนพื้นดิน ใต้ดิน ใต้ใบไม้ผุ และตามบริเวณบนต้นไม้ บันทึกข้อมูลปลวกที่พบ เลือกเก็บตัวอย่างปลวกวรรณะทหาร ประมาณ 20 ตัวต่อการพบปลวก 1 ครั้ง เก็บตัวอย่างปลวกลงในขวดแก้วใสที่บรรจุแอลกฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 75 (3) กลุ่มแมลงกลางคืน ใช้การตั้งกับดักโดมและแสงจากหลอดไฟแสงจันทร์พร้อมผ้าฉากขาว โดยเลือกบริเวณที่มีการเปิดโล่งแสงจากหลอดแสงจันทร์สามารถส่องกระจายได้ทั่วพื้นที่ป่า โดยช่วงเวลาในการสำรวจเริ่มเปิดไฟตั้งแต่เวลา 18.00 – 06.00 น. และเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 20.00-22.00 น. และ 06.00 น (4) กลุ่มแมลงอื่นๆ ใช้วิธีการเดินตามเส้นทางสำรวจ ซึ่งสามารถพบได้ตามพื้นดินโดยด้วงที่มีขนาดใหญ่เก็บด้วยวิธีห่อกระดาษไขแบบท๊อฟฟี่ ส่วนแมลงอื่นๆ จับใส่ขวดน๊อคแมลง

3) ด้านเห็ดรา ทำการสำรวจโดยการเดินสุ่มสำรวจตามเส้นทางเก็บหาของป่า ทำการบันทึกภาพ จดบันทึกรายละเอียดที่พบเห็ด และรายละเอียดส่วนต่างๆ ของเห็ด เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหมวก ลักษณะหมวก ครีบ สี ความสูงของก้าน เป็นต้น แล้วนำไปตัดเนื้อเยื่อเพื่อตรวจดูลักษณะภายใน เช่นจุดกำเนิดสปอร์ รูปร่างลักษณะ ขนาด สีของสปอร์ แล้วนำตัวอย่างเห็ดไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 40-45 องศาเซลเซียส หรือดองในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำกลับมาจำแนกอนุกรมนิธานเพื่อหาชื่อวิทยาศาสตร์ต่อไป

4) ด้านไลเคน ทำการสำรวจโดยการเดินสุ่มสำรวจตามเส้นทางเก็บหาของป่า ทำการบันทึกภาพ จดบันทึกรายละเอียดบริเวณพบไลเคน เช่น ตำแหน่งทิศที่พบ ชนิดพืชที่พบไลเคนขึ้น อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งการจำแนกชนิดพันธุ์ไลเคน เริ่มจากการสังเกตโครงสร้างที่เรียกว่า แทลลัส (thallus) ด้วยตาเปล่า ซึ่งสามารถจำแนกไลเคนออกเป็นกลุ่มตามโครงสร้างแทลลัส ได้แก่ กลุ่มฝุ่นผง (Crustose) กลุ่มแผ่นใบ (Foliose) กลุ่มเส้นสาย

(Fruticose) กลุ่มต้นไม้เล็ก (Squamulose) และกลุ่มพลาคอยด์ (Placoid) ส่วนลักษณะสำคัญอื่นๆ เช่น สีที่ปรากฏบนส่วนต่างๆ ของไลเคน โครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ ใช้แว่นขยายในการสังเกต ส่วนคุณลักษณะของสปอร์ราในแอสโคมาตาใช้กล้องจุลทรรศน์ในการสังเกต

2. การศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ

ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถจำแนกออกเป็น 6 สาขาคือ 1) สาขาการดำรงชีพและโภชนาการพื้นบ้าน 2) สาขาการดูแลสุขภาพพื้นบ้าน 3) สาขาเทคโนโลยีพื้นบ้าน 4) สาขาการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ 5) สาขาประเพณี พิธีกรรม 6) สาขาคติ ความเชื่อ หลักปฏิบัติ ซึ่งการสืบค้นหาภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยการจัดเวทีชุมชนเพื่อให้เกิดการพูดคุยแลกเปลี่ยนจนนำไปสู่การคัดเลือกภูมิปัญญาและผู้รู้ที่ชุมชนยอมรับ จากนั้นจึงดำเนินการสัมภาษณ์ผู้รู้พร้อมทั้งถ่ายภาพและจดบันทึก จากนั้นจึงวิเคราะห์บทบาทของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อการใช้ประโยชน์ทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

3. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ทั้งหมดของทรัพยากรป่าไม้ (total economic value of forest resource) ซึ่งสามารถแบ่งมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรป่าไม้ ออกเป็น 2 ประเภท คือมูลค่าการใช้ประโยชน์ (use value) และมูลค่าไม่ได้ใช้ประโยชน์ (non-use value) (สันติ 2552) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ จะทำการประเมินมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางตรง (direct use value) เช่น การเก็บของป่าเพื่อจำหน่ายหรือบริโภคในครัวเรือน เป็นต้น และมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางอ้อม (indirect use value) เช่น การเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร แหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น สำหรับวิธีการประเมินมูลค่า (สันติ 2549) ที่เป็นที่นิยมมี 5 วิธี คือ 1) ใช้มูลค่าตลาด (Market Value) 2) ใช้มูลค่าที่คาดหมาย (Expectation Value) 3) ใช้มูลค่าต้นทุน (Cost Value) 4) ใช้การประเมินมูลค่าโดยใช้ตลาดตัวแทน (Surrogate Market Approaches) 5) ใช้การประเมินมูลค่าโดยการสมมติเหตุการณ์ให้ประมาณค่า (Contingent Valuation Method; CVM) ทั้งที่มีราคาตลาด และไม่มีราคาตลาดจากการใช้ประโยชน์ทางตรง ด้วยการประเมินมูลค่าของผลผลิตในรูปแบบของป่าที่ชุมชนรอบป่าได้เก็บหามาใช้ประโยชน์ ซึ่งการสำรวจได้ใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์เฉพาะผู้ที่เก็บหาของป่าโดยทำการสุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากรตามหลักการทางสถิติ แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการประเมินมูลค่าโดยวิธีใช้ราคาตลาดหรือราคาสินค้าทดแทน

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิดกลุ่มพืช

ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่อิงฝั่งขวา และป่าแม่งาว มีพื้นที่ที่ยังคงสภาพเป็นป่า จำนวน 206,617.34 ไร่ ประกอบด้วยสังคมพืชป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา สำรวจพบชนิดพืชในกลุ่มมีท่อลำเลียง จำนวน 328 ชนิด 95 วงศ์ โดยพบพืชในวงศ์ ORCHIDACEAE มากที่สุดจำนวน 37 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์ FABACEAE จำนวน 29 ชนิด วงศ์ MALVACEAE จำนวน 18 ชนิด และวงศ์ RUBIACEAE จำนวน 16 ชนิด ตามลำดับ ซึ่งในการสำรวจครั้งนี้สามารถจำแนกเป็นชนิดพันธุ์พืชใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ชิงชัน (*Dalbergia oliveri*) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) เถาไม้ดิบ (*Cyrtosia nana*) และเอื้องม้าลายเสือ (*Phalaenopsis cornucervi*) ชนิดพืชมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) ปรงเขา (*Cycas pectinata*) มณีนิล (*Acilepis principis*) เข็มขาว (*Vanda lilacina*) สามปอยนก (*Vanda liouvillei*) เอื้องเขาแกะ (*Rhynchostylis coelestis*) เอื้องคำ (*Dendrobium chrysotoxum*) เอื้องพวงมาลัย (*Aerides multiflora*) และเอื้องสามปอยดง (*Vanda denisoniana*) ชนิดหายาก ประกอบด้วย 11 ชนิด ได้แก่ เขือง (*Wallichia caryotoides*) ว่านหัวสืบ (*Disporum calcaratum*) ตำลึงหนู (*Zehneria tenuispica*) กำเบ้อต้น (*Schizomussaenda henryi*) กระพี้จั่น

(*Millettia brandisiana*) เอื้องกุหลาบเดือยไก่ (*Aerides odorata*) เอื้องกุหลาบแดง (*Aerides crassifolia*) เอื้องกุหลาบพวง (*Aerides falcata*) เอื้องกุหลาบไอยราวรรณ (*Aerides rosea*) เอื้องกุหลาบอินทจักร (*Vanda flabellata*) และ *Flemingia ferruginea* สำหรับข้อมูลจากการวางแปลงสังคมพืช พบว่า สังคมพืชป่าเต็งรัง มีพรรณไม้เด่น คือ รัง (*Shorea siamensis*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) ซึ่งมีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาเท่ากับ 77.69 42.70 และ 41.49 ตามลำดับ สังคมพืชป่าเบญจพรรณ มีพรรณไม้เด่น คือ ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) ก่อเดือย (*Castanosis acuminatissima*) และมะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) ซึ่งมีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาเท่ากับ 45.07 36.91 และ 32.90 ตามลำดับ สังคมพืชป่าดิบแล้ง มีพรรณไม้เด่น คือ ก่อขาว (*Lithocarpus thomsonii*) กระทุ่มเนิน (*Mitiagyna rotundifolia*) และกร่าง (*Ficus altissima*) ซึ่งมีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาเท่ากับ 53.16 15.90 และ 15.83 ตามลำดับ และสังคมพืชป่าดิบเขา มีพรรณไม้เด่น คือ ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) มังตาน (*Schima wallichii*) และมะไฟ (*Baccaurea ramiflora*) ซึ่งมีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาเท่ากับ 47.96 39.98 และ 35.69 ตามลำดับ โดยข้อมูลจากการวางแปลงสามารถคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในเนื้อไม้และปริมาณการกักเก็บน้ำในพื้นที่ป่าทั้งหมด 206,617.34 ไร่ ได้เท่ากับ 3,635,178 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และ 113.14 ล้านลูกบาศก์เมตร

2. ความหลากชนิดด้านสัตว์

สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพด้านสัตว์ป่าและแมลงพบ 520 ชนิด 416 สกุล 193 วงก์ โดยสามารถจำแนกเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 19 ชนิด 10 วงศ์ สัตว์ปีก 134 ชนิด 48 วงศ์ สัตว์เลื้อยคลาน 24 ชนิด 9 วงศ์ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 18 ชนิด 6 วงศ์ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 69 ชนิด 36 วงศ์ กลุ่มปลา 42 ชนิด 17 วงศ์ กลุ่มแมลง 214 ชนิด 67 วงศ์ ซึ่งการสำรวจครั้งนี้พบสัตว์ป่าและแมลงที่มีสถานภาพการอนุรักษ์ ดังนี้ สัตว์ป่าและแมลงคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 จำนวน 147 ชนิด สถานภาพการถูกคุกคามในประเทศไทย (Thailand Red Data) จำนวน 47 ชนิด และสถานภาพการถูกคุกคามสหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ (The IUCN Red List) จำนวน 229 ชนิด โดยมีเต่าปูลู (*Platysternon megacephalum*) และผีเสื้อหางยาวสี่ตาปีกลายตรง (*Actias selene*) เป็นชนิดที่มีสถานภาพเป็นสัตว์คุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 นอกจากนี้ยังพบปลาจาด (*Poropuntius deauratus*) และแมลงจำนวน 5 ชนิด คือ แมลงปอยักษ์รีทีหนา (*Gynacantha basiguttata*) แมลงปอเข็มน้ำตกใหญ่จีน (*Neurobasis chinensis*) แมลงปอบ้านใหญ่กลม (*Neurothemis fulvia*) แมลงปอบ้านไร่ปีกทองเปื้อน (*Rhyothemis variegate*) และแมลงปอบ้านใหม่กิ่งปีกดำ (*Neurothemis tullia*) ซึ่งจัดอยู่ในสถานภาพการถูกคุกคามของสหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ (The IUCN Red List) และปลาค้อลายบั้ง (*Schistura desmotes*) ซึ่งเป็นสัตว์ป่าชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่น ตามสถานภาพ Thailand Red Data รวมทั้งพบ ผีเสื้อถุงทองธรรมดา (*Troides aeacus*) ซึ่งจัดอยู่ในสถานภาพตามอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ (CITES)

3. ความหลากชนิดด้านเห็ดรา

สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพด้านเห็ดรา พบ 112 ชนิด 55 สกุล 31วงศ์ โดย สามารถจำแนกตามลักษณะความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ หรือบทบาททางนิเวศได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มซาโปรไฟต์ (Saprophyte) เป็นกลุ่มเห็ดที่ย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้วและอินทรีย์วัตถุเป็นอาหาร ซึ่งพบ 73 ชนิด กลุ่มซิมไบโอซิส (Symbiosis) เป็นกลุ่มเห็ดที่อยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่นแบบพึ่งพาอาศัยกันซึ่งพบ 6 ชนิด ซึ่ง 3 ชนิดเป็นเห็ดโคนที่ต้องอาศัยอยู่ร่วมกับปลวกโดยเส้นใยของเห็ดโคนจะเป็นอาหารของปลวก ส่วนปลวกสร้างอาหารเลี้ยงเห็ดโคน เห็ดโคนที่พบได้แก่ เห็ดโคนปลวกสีส้ม (*Termitomyces aurantiacus*) เห็ดโคนปลวกจิก (*Termitomyces clypeatus*) และเห็ดโคน (*Termitomyces globulus*) และกลุ่มไมคอร์ไรซา (Mycorrhiza) เป็นกลุ่มเห็ดที่อาศัยอยู่กับรากฝอย

ของพืช ดึงอาหารและน้ำให้กับพืชและป้องกันรากพืชไม่ให้เชื้อราและแบคทีเรียเข้าทำลาย ส่วนเห็ดได้รับอาหารจากพืชเพื่อเติบโต ซึ่งพบเห็ดกลุ่มนี้ 33 ชนิด โดยชนิดที่มีการเก็บหาจำนวนมากโดยชุมชนรอบป่าได้แก่ เห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha* subsp. Javanica) และเห็ดระโงกขาว (*Amanita princeps*) เมื่อพิจารณาตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของชุมชนพบเห็ดกินได้ 26 ชนิด เห็ดไม่มีข้อมูลว่ากินได้ 85 ชนิด และเห็ดพิษ 1 ชนิด คือ เห็ดระโงกหิน (*Amanita verna*)

4. ความหลากชนิดด้านไลเคน

สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพด้านไลเคน พบ 35 ชนิด 22 สกุล 11 วงศ์ ไลเคนคือสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกันระหว่างรา (Fungi) และสาหร่าย (Algae) โดยสามารถจำแนกไลเคน ออกเป็น 5 กลุ่ม คือกลุ่มฝุ่นผง (Crustose) กลุ่มแผ่นใบ (Foliose) กลุ่มเส้นสาย (Fruticose) กลุ่มต้นไม้เล็ก (Squamulose) และกลุ่มพลาคอยด์ (Placoid) โดยการสำรวจครั้งนี้พบเพียง 2 กลุ่มคือ กลุ่มฝุ่นผง จำนวน 25 ชนิด และกลุ่มแผ่นใบ จำนวน 10 ชนิด การสำรวจพบไลเคนสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศเนื่องจากไลเคนไม่มีผิวเคลือบภายนอก จึงมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและหากในอากาศมีมลพิษไลเคนก็จะมีการเติบโตที่ผิดปกติหรือตายในที่สุด

5. ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์และอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

การศึกษาครั้งนี้สามารถสืบค้นหาองค์ความรู้เรื่องภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 5 เรื่อง สามารถจำแนกตามกลุ่มสาขาของภูมิปัญญาได้ดังนี้

1) สาขาการดำรงชีพและโภชนาการพื้นบ้าน ได้แก่ ภูมิปัญญาการแปรรูปบุก โดยภูมิปัญญาดังกล่าวได้รับการสืบทอดภายในชุมชนชาวไทยลื้อ ซึ่งจะใช้บุกหัวหยอ (*Amorphophallus muelleri*) โดยบุกชนิดดังกล่าวเก็บหาจากป่าแม้จะมีการทดลองปลูกไว้ในบริเวณบ้านแล้วแต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จเนื่องจากโตช้าไม่ทันต่อความต้องการ

2) สาขาการดูแลสุขภาพพื้นบ้าน ได้แก่ สูตรยาสมุนไพรพื้นบ้าน โดยเฉพาะสูตรยาสมุนไพรสำหรับสตรีหลังคลอดบุตร สำหรับการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนจากสมุนไพรชุมชนได้มีการรวบรวมพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญมาทดลองปลูกในบริเวณบ้าน ซึ่งปัจจุบันสมุนไพรหลายชนิดไม่จำเป็นต้องเก็บหาในป่า

3) สาขาเทคโนโลยีพื้นบ้าน ได้แก่ การสร้างฝายชะลอน้ำและดักตะกอน เป็นภูมิปัญญาที่ดำเนินการต่อเนื่องมาตั้งแต่บรรพบุรุษและสืบทอดจนถึงปัจจุบันด้วยการสร้างฝายดักตะกอนเป็นประจำทุกปี โดยจะสร้างฝายขวางแนวร่องน้ำที่มีความลาดชันเพื่อดักดินตะกอนจากที่ลำน้ำพัดมาทำให้บริเวณดังกล่าวมีการสะสมของหน้าดินและการฟื้นตัวของพืชหน้าดิน การลดลงของตะกอนในอ่างเก็บน้ำทำให้ลดต้นทุนในการขุดลอกและยืดอายุการใช้งานอ่างเก็บน้ำของชุมชน

4) สาขาบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ พบภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องจำนวน 2 เรื่องดังนี้

(1) การบริหารจัดการน้ำตามแบบเหมืองฝาย ที่มีแก่เหมืองเป็นผู้นำของชุมชนผู้ใช้น้ำตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ โดยแก่เหมืองจะกำหนดกฎระเบียบในการใช้น้ำ รวมไปถึงการกำหนดพื้นที่ป่าต้นน้ำและป่าริมลำธารให้เป็นเขตอนุรักษ์ห้ามตัดไม้ทำลายป่าโดยเด็ดขาด

(2) การบริหารจัดการพื้นที่แบบวนเกษตร ในอดีตชุมชนมีการจัดจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเพาะปลูกที่สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ โดยพื้นที่ลุ่มใช้สำหรับทำนา พื้นที่เนินเขาหรือที่ดอนใช้สำหรับปลูกพืชไร่ ส่วนพื้นที่ลาดชันมีหินโผล่มีการรักษาไม้ยืนต้นที่ขึ้นตามธรรมชาติพร้อมทั้งปลูกพืชสมุนไพรและพืชอาหารหลากหลายชนิดแทรกเข้าไปในพื้นที่ป่าเดิมจนกลายเป็นแหล่งหาของป่าใกล้บ้านที่เรียกว่า ป่าหัวไร่ปลายนา

6. ลักษณะของการพึ่งพิงทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ และมูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ

ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มตัวอย่างครัวเรือนที่มีการเก็บหาของป่า จำนวน 210 ครัวเรือน จากประชากรทั้งหมดที่เก็บหาของป่า 390 ครัวเรือน พบลักษณะการพึ่งพิงทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพเป็นการเก็บหาของป่าเพื่อนำมาบริโภคภายในครัวเรือน และจำหน่าย โดยของป่าที่มีการเก็บหาพบว่ามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์จำนวนไม่น้อยกว่า 68 ชนิด แบ่งเป็น กลุ่มพืชผักสมุนไพรไม่น้อยกว่า 28 ชนิด กลุ่มเห็ดไม่น้อยกว่า 10 ชนิด กลุ่มสัตว์ไม่น้อยกว่า 30 ชนิด สำหรับมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพโดยการเก็บหาของป่าของชุมชนรอบแม่อิงฝั่งขวา และป่าแม่งาว พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการเก็บหาคิดเป็นมูลค่ารวมทั้งหมดเท่ากับ 2,686,527 บาทต่อปี หรือคิดเป็น 12,793 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ดังนั้น มูลค่าของป่าแม่อิงฝั่งขวาและป่าแม่งาวในพื้นที่ตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย จึงมีมูลค่าจากการเก็บหาของป่าเท่ากับ 4,989,270 บาทต่อปี สำหรับการพิจารณามูลค่าการเก็บหาของป่าของกลุ่มตัวอย่างเฉพาะกลุ่มทรัพยากร พบว่า กลุ่มเห็ด มีมูลค่าการเก็บหาสูงสุด คือ 1,693,822 บาทต่อปี ตามมาด้วยกลุ่มสัตว์ และกลุ่มพืชผักสมุนไพร ซึ่งมีมูลค่าการเก็บหาเท่ากับ และ 607,144 และ 385,561 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) กลุ่มเห็ด พบว่าเห็ดเครื่องซึ่งหมายถึงกลุ่มเห็ดหลายๆ ชนิดรวมกัน เช่น เห็ดหน้าม่อย เห็ดถ่าน เห็ดน้ำข้าว เห็ดหาด เห็ดขมิ้น เป็นต้น มีมูลค่าการเก็บหาสูงสุดเท่ากับ 398,061 บาทต่อปี โดยมีปริมาณการเก็บหา 3,884 กิโลกรัม และราคาเฉลี่ยที่กิโลกรัมละ 102 บาท ตามมาด้วยกลุ่มเห็ดระโงก (ทั้งระโงกขาวและระโงกเหลือง) มูลค่าการเก็บหา 367,900 บาทต่อปี ด้วยปริมาณการเก็บหา 2,823 กิโลกรัม โดยมีราคาขายเฉลี่ยที่กิโลกรัมละ 130 บาท และเห็ดด่าน มูลค่าการเก็บหา 322,391 บาทต่อปี โดยปริมาณการเก็บหาเท่ากับ 2,887 กิโลกรัม มีราคาขายโดยเฉลี่ยอยู่ที่กิโลกรัมละ 112 บาท สำหรับเห็ดชนิดที่น่าสนใจ ได้แก่ เห็ดแดงน้ำหมาก และเห็ดผอบ ซึ่งมีปริมาณการเก็บหามากถึง 2,115 และ 822 กิโลกรัมต่อปี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากป่าสงวนฯ ในเขตตำบลครึ่งประกอบด้วยป่าเบญจพรรณและเต็งรังเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเหมาะกับการเกิดของกลุ่มดังกล่าว โดยสรุปแล้วมีการเก็บหาเห็ดทั้งหมดมากกว่า 10 ชนิด ปริมาณการเก็บหารวม 13,160 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 1,693,822 บาท

2) กลุ่มพืชผักสมุนไพร พบว่า หน่อไม้ไผ่ไร่มีมูลค่าการเก็บหาสูงสุดคือ 263,507 บาทต่อปี ปริมาณการเก็บหา 13,305 กิโลกรัมต่อปี ราคาขายเฉลี่ย กิโลกรัมละ 20 บาท รองลงมาคือหน่อไม้ไผ่ซาง มีมูลค่าการเก็บหา 25,060 บาท มีปริมาณการเก็บหา 1,432 กิโลกรัม ราคาจำหน่ายเฉลี่ยกิโลกรัมละ 18 บาท ส่วนลำไม้ไผ่บงมีมูลค่าการเก็บหา 15,867 บาท ราคาจำหน่ายลำละ 13 บาท สำหรับพืชอาหารอื่นๆ ที่น่าสนใจ ได้แก่ ดอกหญ้าดอกกงที่นำมาทำไม้กวาดดอกหญ้า มีมูลค่าการเก็บหา 13,000 บาท มีปริมาณการเก็บหา 130 กิโลกรัม ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 100 บาท ยอดตำว มูลค่าการเก็บหา 10,827 บาท ปริมาณการเก็บหา 116 กิโลกรัม ราคาเฉลี่ยที่กิโลกรัมละ 93 บาท และผักกูดมีมูลค่าการเก็บหา 10,387 บาท โดยมีปริมาณการเก็บหากว่า 155 กิโลกรัม และราคาจำหน่ายโดยเฉลี่ย 67 บาทต่อกิโลกรัม สรุปแล้วมีการเก็บหาพืชจากป่าไม่น้อยกว่า 28 ชนิด มีมูลค่าการเก็บหารวม 385,561 บาทต่อปี

3) กลุ่มสัตว์ พบว่าน้ำผึ้งหลวงมีมูลค่าการเก็บหาสูงสุดคือ 133,400 บาทต่อปี โดยการจำหน่ายน้ำผึ้งจะบรรจุขวดขนาด 700 มิลลิลิตรรวมทั้งสิ้น 288 ขวดหรือเท่ากับ 201,600 ลิตร ราคาจำหน่ายโดยเฉลี่ยขวดละ 288 บาท รองลงมาเป็นกบนามีมูลค่าการเก็บหาสูงสุดคือ 101,600 บาทต่อปี โดยมีปริมาณการเก็บหา 752 กิโลกรัม มีราคาขายเฉลี่ยที่ กิโลกรัมละ 135 บาท ตามมาด้วยกลุ่มสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ได้แก่ อึ่งอ่างและเขียดซึ่งมีมูลค่าการเก็บหา 74,177 และ 44,273 บาทต่อปี ปริมาณการเก็บหา 654 และ 371 กิโลกรัม โดยมีราคาจำหน่ายเฉลี่ย 113 และ 119 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ และกลุ่มแมลงมีการเก็บรังต่อมีมูลค่า 71,400 บาท มีปริมาณการเก็บหา 112 กิโลกรัม โดยมีราคาขายเฉลี่ยสูงถึงกิโลกรัมละ 638 บาท ตามมาด้วยการเก็บหาจิ้งหรีด ที่มีมูลค่าการเก็บหา 38,000 บาท โดยมีปริมาณการเก็บหา 152 กิโลกรัม ราคาขายโดยเฉลี่ย 250 บาทต่อกิโลกรัม โดยสรุปแล้วมีมูลค่าการเก็บหาสัตว์และแมลงจากป่าไม่น้อยกว่า 30 ชนิด ซึ่งมีมูลค่ารวม 607,144 บาทต่อปี

7. ความสำคัญความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่อิงฝั่งขวาและป่าแม่งาว ในพื้นที่ตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย

จากการผลการศึกษาข้างต้น จะเห็นได้ว่าพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่อิงฝั่งขวา และป่าแม่งาว ในเขตพื้นที่ตำบลครึ่ง ที่มีระบบการจัดการป่าแบบองค์รวม มีการจัดตั้งคณะทำงานป่าชุมชนทั้งในระดับตำบลและหมู่บ้าน การดำเนินการด้านอนุรักษ์ป่าได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 จนถึงปัจจุบัน จากสภาพป่าเสื่อมโทรม เกิดน้ำป่าไหลหลาก และภัยแล้ง กลับคืนสู่ป่าที่อุดมสมบูรณ์ โดยข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพที่สำรวจพบเป็นตัวชี้วัดถึงความสำเร็จของชุมชนในตำบลครึ่งแห่งนี้ โดยเฉพาะการสำรวจพบความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิตหายากใกล้สูญพันธุ์ และชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่นในพื้นที่เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ ข้อมูลการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพในรูปแบบของการเก็บหาของป่ายังสะท้อนให้ชุมชนเห็นถึงความสำคัญของการดูแลรักษาป่าเพื่อเป็นแหล่งอาหารและรายได้ที่สำคัญของชุมชน นำไปสู่การวางแผนบริหารจัดการพื้นที่ป่าเพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนรอบป่าอย่างเป็นระบบและยั่งยืนต่อไป

สรุป

การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ การสืบค้นหาภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ และการประเมินมูลค่าการพึ่งพิงทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่อิงฝั่งขวาและป่าแม่งาว สามารถสะท้อนถึงคุณค่าและมูลค่าจากการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน ด้วยการนำข้อมูลการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงตัวชี้วัดความสำเร็จของชุมชนรอบป่าที่เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการป่า มูลค่าของการพึ่งพิงป่าสะท้อนให้ชุมชนรอบป่าเห็นคุณค่าของป่าและนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการบริหารจัดการพื้นที่ป่าเพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนบนพื้นฐานของความยั่งยืนของทรัพยากร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กำนันปัญญา เป้าพรหมมา กำนันตำบลครึ่ง อาสาสมัครชุมชนบ้านม่วงชุม บ้านครึ่งเหนือ บ้านหลวง และบ้านตองเก้า ตำบลครึ่ง อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ทีมงานหน่วยป้องกันรักษาป่าที่ ชร.8 (หาดไคร้) และทีมงานส่วนความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่สนับสนุนการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะกรรมาธิการขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศด้านสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม สภาขับเคลื่อนการปฏิรูปประเทศ. 2559. **เรื่อง”การจัดระเบียบการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้และการเพิ่มพื้นที่ป่าของประเทศ และร่างพระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. .”.** สำนักกรรมาธิการ 3 สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, กรุงเทพฯ

สันติ สุขสอาด. 2552. ประเมินมูลค่าทรัพยากรป่าไม้. **วารสารการจัดการป่าไม้** 3(6) : 122-133

สันติ สุขสอาด. 2549. **ประเมินมูลค่าป่าไม้**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ผลของยาต้านจุลชีพต่อความปลอดเชื้อของหัวอุตพิดเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
Effects of Antibiotics on Sterilization of *Typhonium trilobatum* (L.) Schott Incubated in *In Vitro* Culture

เจตนรินทร์ ตาปิง[1] ดวงใจ ศุขเฉลิม[1] และ **พฤทธิ์ ราชรักษ์[1*]**
Jetnarin Taping[1], Duangchai Sookchaloem and **Phruet Racharak[1*]**
[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Biological Science, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **fforprr@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการฟอกฆ่าเชื้อทำความสะอาดชิ้นส่วนตัวอย่างตายอดและหัวของอุตพิด โดยออกแบบวิธีการฟอกฆ่าเชื้อโดยใช้สารฟอกฆ่าเชื้อคลอร็อกซ์ร่วมกับยาต้านจุลชีพ เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต และเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความปลอดเชื้อและความมีชีวิตเมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 3 และ 6 วัน ผลการศึกษาพบว่า การนำชิ้นส่วนตายอดมาล้างในน้ำประปาสะอาดและแช่ในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 20 วินาที จากนั้นนำชิ้นตัวอย่างมาแช่ในยาต้านจุลชีพ Tetracycline ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Povidone-iodine (Betadine) ความเข้มข้น 1 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร ระยะเวลา 60 นาที และนำไปฟอกฆ่าเชื้อ (sterilization) ด้วยสารฟอกฆ่าเชื้อคลอร็อกซ์ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 15 นาที และล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง และเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 6 วัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความปลอดเชื้อมากที่สุด 80 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างและชิ้นตัวอย่างมีความมีชีวิตสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ที่ไม่ได้ใช้ยาต้านจุลชีพร่วมกับสารฟอกฆ่าเชื้อ

คำสำคัญ: อุตพิด การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การฟอกฆ่าเชื้อ

ABSTRACT

This research aimed to explore the most suitable method to sterilize axillary buds and tubers of *Typhonium trilobatum*. A surface sterilization method was designed using mixed sodium hypochlorite (Clorox) with antibiotics. The axillary buds and tubers were cultured in MS medium without growth regulators. Percentages of sterilization and survival rate were recorded after culturing for 3 days and 6 days. The result showed that the sterilization method developed in this study were very effective with 80% of sterilized culture. The Sterilization steps were cleaning axillary buds with sterilized water; soaking them in 95% alcohol for20 sec.; soaking them in a mixed solution of 2 mg/L Tetracycline and 1 µl/ml Povidone-iodine (Betadine) for 60 min; further sterilizing the axillary buds in 20% Clorox for 15 min; rinsing the axillary buds with sterilized water 3 times; and then culturing them in MS medium for 6 days. In addition, it was found that the explants treated with the sterilization method from this study had higher survival rate than other methods which did not use antibiotics and Clorox.

Keywords: *Typhonium trilobatum*, Tissue culture, Surface sterilization

คำนำ

อุตพิด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Typhonium trilobatum* Schott. จัดเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Araceae มีลักษณะเป็นไม้ล้มลุก มีหัวเป็นเหง้าอยู่ใต้ดินหรือเป็นแบบเถาเลื้อย พืชวงศ์นี้มักจะขึ้นอยู่บริเวณที่มีความชื้น ลักษณะของใบมีหลากหลายรูปแบบ เช่น รูปหัวใจ รูปไข่แกมรูปหัวใจ เป็นต้น ดอกเป็นช่อดอกเดี่ยว แบบช่อเชิงลดมีกาบ ผลมีลักษณะอ่อนนุ่ม มีเนื้อหลายเมล็ด (Sookchaloem, 1995) พืชวงศ์นี้จัดอยู่ในกลุ่มของไม้พื้นล่าง ซึ่งมีความสำคัญกับระบบนิเวศป่าไม้และได้มีการนำหัวของอุตพิดมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน อาทิเช่น รักษาหรือแก้พิษงู รักษาโรคริดสีดวงทวาร มีคุณสมบัติช่วยสมานแผล และยังมีการนำอุตพิดมาใช้ประโยชน์ในการทำอาหาร (สมหมาย และคณะ, 2535; สุธิรา, 2556) ส่วนหัวของอุตพิดมีรายงานการค้นพบสารประกอบทุติยภูมิจากลำต้นใต้ดินที่สะสมอาหารที่สำคัญหลายกลุ่มด้วยกัน เช่น สาร alkaloind (Kandhasamy and Arunachalam, 2008) สาร terpenoids (Jasoswi *et al*., 2015) นอกจากนี้ยังพบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการต่อต้านยับยั้งเชื้อราแบคทีเรียที่ก่อโรค (Roy *et al*., 2012; Shahriar *et al*., 2015) ทำให้ในปัจจุบันเริ่มมีการเพาะปลูกขยายพันธุ์เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งเป็นวิธีการขยายพันธุ์วิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณต้นกล้าได้จำนวนมากและตรงตามสายพันธุ์ที่คัดเลือก รวมทั้งยังเป็นการช่วยเตรียมตัวอย่างในการสกัดสารประกอบทุติยภูมิ (secondary metabolite) ที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยแปลงปลูกซึ่งอาจเกิดขึ้นในอนาคต แต่ข้อควรคำนึงที่สำคัญในกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อคือ การทำให้ชิ้นตัวอย่างปลอดเชื้อเพื่อเตรียมตัวอย่างในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Smith, 2013) โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นตัวอย่างที่มีส่วนขยายพันธุ์อยู่ใต้ดิน เช่น หัวใต้ดิน เหง้า หรือรากสะสมอาหาร จำเป็นต้องมีกระบวนการเพิ่มเติมจากวิธีการมาตรฐานในการฟอกกำจัดฆ่าเชื้อเพื่อเตรียมตัวอย่างปลอดเชื้อ การใช้ยาต้านจุลชีพจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีรายงานความสำเร็จในพืชหลากหลายชนิด โดยเฉพาะพืชที่มีส่วนขยายพันธุ์ใต้ดิน รวมทั้งพืชที่มีการติดเชื้อภายในลำต้น (internal contamination) (Das *et al*., 1999)

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของยาต้านจุลชีพต่อความปลอดเชื้อของหัวอุตพิดเพื่อการเตรียมตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพและเป็นการเพิ่มความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออุตพิดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พืชตัวอย่าง

นำหัวอุตพิด (*T. trilobatum*) อายุ 4 เดือน มาเพาะด้วยวัสดุเพาะชำเป็นระยะเวลา 7 วัน เพื่อกระตุ้นการแตกตาและยอดใหม่ (axillary bud) จากนั้นนำหัวอุตพิดที่แตกยอดใหม่ทั้งหัวและหัวอุตพิดที่ถูกตัดแบ่งเฉพาะส่วนตายอดขนาดประมาณ 1-3 เซนติเมตร มาทดลองฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารฟอกฆ่าเชื้อคลอร็อกซ์ (Sodium hypochlorite) เพียงอย่างเดียวและที่มีส่วนผสมของยาต้านจุลชีพ (antibiotic) โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนก่อนการฟอกฆ่าเชื้อ การฟอกฆ่าเชื้อและหลังการฟอกฆ่าเชื้อ รวมทั้งหมด 8 วิธี

2. ขั้นตอนก่อนการฟอกฆ่าเชื้อ (Pre-sterilization)

ขั้นตอนก่อนการฟอกฆ่าเชื้อ โดยวิธีที่ 1 ถึง 4 ล้างทำความสะอาดหัวอุตพิดทั้งหัวด้วยน้ำประปาสะอาดไหลแรงแล้วฉีดพรมหัวอุตพิดด้วย 95% แอลกอฮอล์ ให้ทั่วชิ้นตัวอย่าง วิธีการที่ 5 และ 6 ล้างทำความสะอาดอุตพิดเฉพาะส่วนตายอดด้วยน้ำประปาสะอาดไหลแรง จากนั้นฉีดพรมด้วย 95% แอลกอฮอล์ ให้ทั่วชิ้นตัวอย่าง วิธีการที่ 7 และ 8 ทำการล้างทำความสะอาดอุตพิดเฉพาะส่วนตายอดด้วยน้ำประปาสะอาดไหลแรง จากนั้นนำไปแช่ใน 95% แอลกอฮอล์ เป็นระยะเวลา 20 วินาที และนำไปแช่ต่อในยาต้านจุลชีพ 2 mg/L Tetracycline ร่วมกับ 1 µl/ml Povidone-iodine (Betadine) (วิธีที่ 7) และ 4 mg/L Tetracycline ร่วมกับ 2 µl/ml Povidone-iodine (วิธีที่ 8) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นนำตัวอย่างไปฟอกฆ่าเชื้อในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อ (Sterilization)

จากตัวอย่างในขั้นตอนก่อนการฟอกฆ่าเชื้อ นำชิ้นตัวอย่างมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกันร่วมกับสารชำระล้าง (Detergent) จำนวน 2 หยด โดยวิธีการที่ 1 และ 2 ใช้คลอร็อกซ์ความเข้มข้น 10% ระยะเวลาการฟอก 10 และ 15 นาที ตามลำดับ วิธีการที่ 3 และ 4 ใช้คลอร็อกซ์ความเข้มข้น 15% ระยะเวลาการฟอก 10 และ 15 นาที ตามลำดับ วิธีการที่ 5 ใช้คลอร็อกซ์ความเข้มข้น 10% ระยะเวลาการฟอก 10 นาที วิธีการที่ 6 ใช้คลอร็อกซ์ความเข้มข้น 10% ระยะเวลาการฟอก 15 นาที และวิธีการที่ 7 และ 8 ใช้ คลอร็อกซ์ความเข้มข้น 20% ระยะเวลาการฟอก 15 นาที จากนั้นนำตัวอย่างไปขั้นตอนหลังการฟอกฆ่าเชื้อ

4. ขั้นตอนหลังการฟอกฆ่าเชื้อ (Post-sterilization)

นำชิ้นตัวอย่างจาก 8 วิธีการข้างต้น ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อจำนวน 3 ครั้ง หรือจนกว่าฟองจากสารชำระล้างจะหมด จากนั้นทำการตัดแต่งชิ้นตัวอย่างให้มีขนาดเหมาะสมและย้ายชิ้นตัวอย่างลงเลี้ยงในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เลี้ยงในห้องปลอดเชื้อ ความเข้มแสง 2,500-3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความปลอดเชื้อของชิ้นตัวและความมีชีวิตโดยสังเกตจากอาการแห้ง เหี่ยว หรือชิ้นตัวอย่างมีการเปลี่ยนสี เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 3 วัน และ 6 วัน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) ออกแบบการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's multiple rang test (DMRT) ที่ $p<0.05$ และหาค่า Standard error (±SE)

ผลและวิจารณ์

1. ผลการฟอกด้วยสารฟอกฆ่าเชื้อคลอร็อกซ์เพียงอย่างเดียว

จากวิธีการทดลองฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์เพียงอย่างเดียวในวิธีการที่ 1-6 ซึ่งแบ่งออกเป็นการฟอกทั้งหัวอุตพิด (วิธีการที่ 1-4) และฟอกเฉพาะส่วนตายอด (วิธีที่ 5-6) พบว่า ชิ้นส่วนตัวอย่างที่ฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 10% ชิ้นตัวอย่างมีความมีชีวิตสูง มีสีขาวอมเขียว และไม่แสดงอาการเหี่ยวหรือไหม้ดำ แต่ชิ้นตัวอย่างมีอาการติดเชื้อราและแบคทีเรีย (contamination) รวดเร็วตั้งแต่ 3 วันแรก และพบติดเชื้อสูงเพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นตัวอย่างที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 15% พบว่า ในช่วง 3 วันแรกพบการติดเชื้อลดลง แต่ชิ้นตัวอย่างมีอาการไหม้และสีคล้ำลงอันเนื่องมาจากความเข้มข้นของคลอร็อกซ์ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะชิ้นตัวอย่างตายอดที่มีขนาดเล็ก ทำให้ความมีชีวิตของชิ้นตัวอย่างลดลง และชิ้นตัวอย่างจะติดเชื้อเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 วัน (Table 1)

เมื่อพิจารณาเวลาที่ใช้ในการฟอกฆ่าเชื้อ 10 และ 15 นาที พบว่า เวลาที่ใช้ในการฟอกสัมพันธ์กับความเข้มข้นของคลอร็อกซ์ที่ใช้ กล่าวคือ เมื่อใช้ระยะเวลาการฟอกฆ่าเชื้อที่นาน (15 นาที) ร่วมกับความเข้มข้นสารฟอกฆ่าเชื้อสูง (15% คลอร็อกซ์) มีแนวโน้มทำให้ชิ้นตัวอย่างไหม้ดำและติดเชื้อราแบคทีเรียจนชิ้นตัวอย่างตาย ส่งผลให้ความมีชีวิตของชิ้นตัวอย่างลดลง แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของสารฟอกฆ่าเชื้อที่สูงในระยะเวลาการฟอกที่นาน มีแนวโน้มทำให้ชิ้นตัวอย่างปลอดเชื้อมากกว่าระยะเวลาการฟอกที่สั้น (10 นาที) ในความเข้มข้นของสารฟอกฆ่าเชื้อต่ำ (10% คลอร็อกซ์) ถึงแม้ความเข้มข้นของสารฟอกฆ่าเชื้อที่ต่ำจะทำให้ชิ้นตัวอย่างมีความมีชีวิตสูงก็ตาม (Table 1 และ Figure 1) ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ ภพเก้า และคณะ (2011) ซึ่งทดลองฟอกฆ่าเชื้อหัวว่านสี่ทิศเพื่อเตรียมตัวอย่างในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า การฟอกฆ่าเชื้อหัวว่านสี่ทิศด้วยคลอร็อกซ์ความ

เข้มข้นใน 20% ทำให้ชิ้นตัวอย่างรอดชีวิตไม่มีการปนเปื้อน 57.15 % แต่ชิ้นตัวอย่างมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลและตาย และคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 30% พบว่าชิ้นส่วนพืชตายทั้งหมดโดยมีลักษณะหัวเป็นสีน้ำตาล

จากการทดลองฟอกฆ่าเชื้อข้างต้นโดยใช้ชิ้นตัวอย่างทั้งหัวอุตพิดและแยกเฉพาะส่วนตายอด ในความเข้มข้นของคลอร็อกซ์และเวลาที่ใช้เดียวกัน พบว่า ขนาดของชิ้นตัวอย่างส่งผลต่อการติดเชื้อและความมีชีวิตแตกต่างกัน ในชิ้นตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่มีแนวโน้มมีความมีชีวิตสูงและทนต่อสารฟอกฆ่าเชื้อได้ดีกว่าชิ้นตัวอย่างตายอดที่มีขนาดเล็ก แต่ชิ้นตัวอย่างขนาดใหญ่มีแนวโน้มการติดเชื้อสูงและรวดเร็วกว่าชิ้นตัวอย่างขนาดเล็ก โดยพบว่าการทดลองวิธีการที่ 5 และ 6 ในช่วง 3 วันแรกไม่พบการติดเชื้อ มีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อสูง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 วัน พบการติดเชื้อเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ (Table 1 และ Figure 1) ซึ่งผลการทดลองนี้ชี้ชัดได้ว่า สารฟอกฆ่าเชื้อคลอร็อกซ์เพียงอย่างเดียวไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนตัวอย่างอุตพิดซึ่งเป็นชิ้นส่วนตัวอย่างที่สัมผัสดินโดยตรงให้เพิ่มสูงขึ้นได้ โดยชิ้นตัวอย่างอาจยังมีเชื้อราและแบคทีเรียหลงเหลืออยู่ในส่วนใดส่วนหนึ่งของชิ้นตัวอย่างและเมื่อระยะเวลาผ่านไปเชื้อสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Smith, 2013)

2. ผลการฟอกด้วยสารฟอกฆ่าเชื้อคลอร็อกซ์ร่วมกับยาต้านจุลชีพ

ผลการทดลองฟอกฆ่าเชื้อในวิธีการที่ 7 และ 8 ซึ่งเป็นวิธีการที่มีการใช้ยาต้านจุลชีพ Tetracycline และ Povidone-iodine ที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกันในขั้นตอนก่อนการฟอกฆ่าเชื้อร่วมกับการฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 20% ระยะเวลา 15 นาที โดยใช้เฉพาะชิ้นส่วนตายอด พบว่า ชิ้นตัวอย่างของทั้งสองวิธีการเมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 3 วัน พบชิ้นตัวอย่างมีอาการไหม้ ดำคล้ำ เนื่องจากความเข้มข้นของคลอร็อกซ์ที่สูงประกอบกับระยะเวลาในการฟอกฆ่าเชื้อที่นาน แต่มีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อสูงถึง 90% และ 70% ในวิธีการที่ 7 และ 8 ตามลำดับ โดยในชิ้นตัวอย่างที่มีอาการไหม้ไม่มีการติดเชื้อราและแบคทีเรียเพิ่มในบริเวณที่มีการไหม้และพบว่าชิ้นตัวอย่างที่มีอาการไหม้ดำสามารถฟื้นตัวได้ตามปกติเมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 วัน และพบเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อ 80% และ 50% ในวิธีการที่ 7 และ 8 ตามลำดับ (Table 1 และ Figure 1 และ 2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ยาต้านจุลชีพเชื้อราและแบคทีเรีย Tetracycline และ Povidone-iodine ก่อนการฟอกฆ่าเชื้อช่วยส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ไม่ได้ใช้ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อต่ำเนื่องจากการใช้สารฟอกฆ่าเชื้อเพียงอย่างเดียวไม่สามารถยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งมีรายงานการใช้ยาต้านจุลชีพหลายชนิดกับชิ้นตัวอย่างที่มีหัวใต้ดินหรือเกิดการติดเชื้อภายใน (internal contamination) ซึ่งยาต้านจุลชีพสามารถลดการติดเชื้อซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญต่อกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Prashanta *et al*., 2003) ในวิธีการที่ 8 ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ยาต้านจุลชีพที่มีความเข้มข้นของ Tetracycline และ Povidone-iodine สูงกว่าในวิธีการที่ 7 แต่พบมีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อลดลง ทั้งนี้ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด อาจเนื่องมาจากการติดเชื้อภายนอกจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถพบได้ในห้องเลี้ยงตัวอย่างที่ติดเชื้อจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากความชื้นในอากาศที่ค่อนข้างสูงอันเนื่องมาจากฤดูกาล ซึ่งเป็นตัวกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของเชื้อราและแบคทีเรียให้มีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอภิศักดิ์ (2549) ได้รายงานเกี่ยวกับช่วงของฤดูกาลที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการฟอกฆ่าเชื้อที่มีความแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาล กล่าวคือ ในช่วงเดือนมีนาคม ถึง พฤษภาคม จะให้ผลการปลอดเชื้อมากที่สุดคือ 76.1-82.0 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเดือนมิถุนายน ถึง ตุลาคม จะให้ผลการปลอดเชื้อ 32.5-67.5 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวให้ผลการปลอดเชื้อต่ำที่ 63.3 เปอร์เซ็นต์

Table 1 Explants sterilization percentage of T. trilobatum after culture within 3 and 6 days with mean ±standard error.

Treatment	Explant sterilization (%) (3 Days)[1]	Explant sterilization (%) (6 Days)[1]
1	50d	10±0.01d
2	20f	0±0.00e
3	40e	20±0.02c
4	50d	20±0.03c
5	100a	50±0.01b
6	100a	50±0.02b
7	90b	80±0.01a
8	70c	50±0.01b

Remarks: [1]Values represent mean ±standard error. Values followed by the same letter(s) in each column are not significantly different ($P<0.05$)

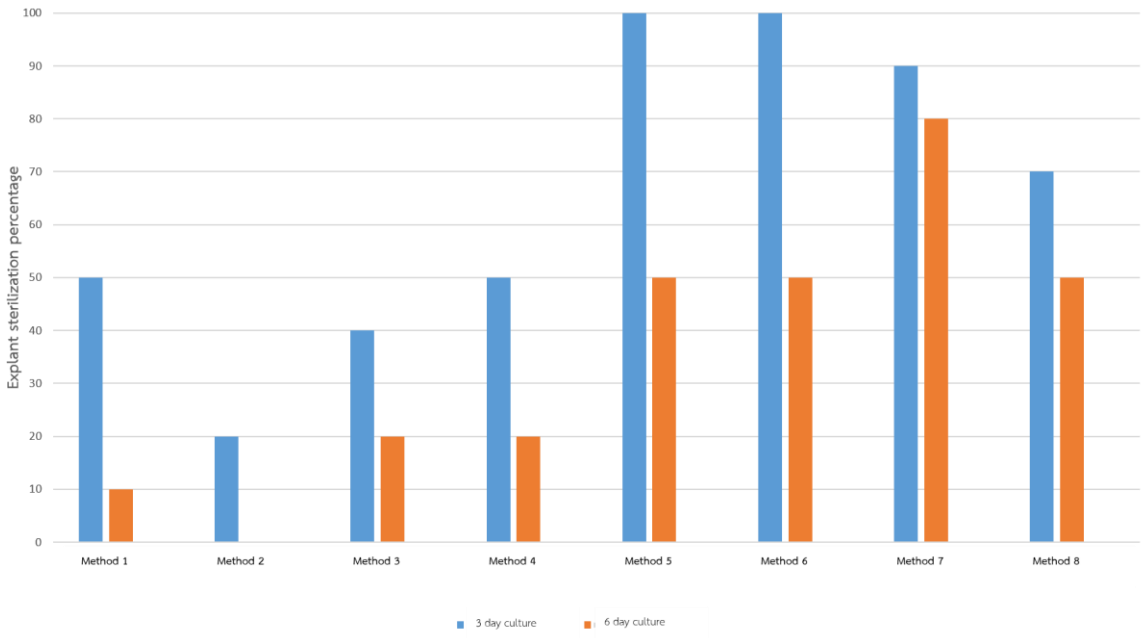
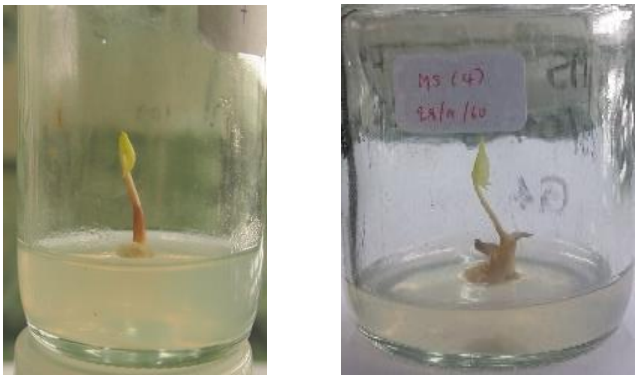


Figure 1 Explant sterilization percentage of *T. trilobatum* in different disinfection methods after culture within 3 and 6 days.



(A) (B)

Figure 2 Plantlet cultured in 3 (A) and 6 (B) days after sterilization with 20% clorox and 15 min, with 2 mg/L Tetracycline and 1µl/ml Povidone-iodine antibiotic condition (Method 7).

สรุป

การทดสอบการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นตัวอย่างหัวอุตพิดร่วมกับยาต้านจุลชีพ พบว่า ยาต้านจุลชีพ 2 mg/L Tetracycline และ 1 µl/ml Povidone-iodine มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นตัวอย่างอุตพิด ซึ่งเป็นพืชที่มีหัวอยู่ใต้ดิน 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ไม่ได้ใช้ยาต้านจุลชีพ ขนาดและชนิดของชิ้นตัวอย่างมีผลต่อความสำเร็จในการฟอกฆ่าเชื้อ โดยชิ้นตัวอย่างตายอดขนาดเล็กง่ายต่อการทำความสะอาด แต่มีความสามารถทนทานต่อสารฟอกฆ่าเชื้อได้น้อยจึงจำเป็นต้องฟอกฆ่าเชื้อร่วมกับยาต้านจุลชีพเพื่อป้องกันการติดเชื้อในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากสารฟอกฆ่าเชื้อความเข้มข้นสูง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ดวงใจ สุขเฉลิม ในการสนับสนุนตัวอย่างงานวิจัยและภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการและสนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ภพเก้า พุทธรักษ์, วารุต อยู่คง และ มณฑล สงวนเสริมศร. 2554. การขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ. **วารสารนเรศวรพะเยา** 4(3): 17-21.

สุธิรา เพชรชูช่วย. 2556. **ความหลากหลายของพืชวงศ์บุกบอน (Araceae) ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง บริเวณอำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

สมหมาย กระจ่างลิขิต, สมศักดิ์ โชคนุกูล, ประดิษฐ์ ตั้งสกุล, นิสากร รักษ์ศรี และอุบลวรรณ อุโพธิ์. 2535. **พืชสมุนไพรบำบัดพิษสัตว์**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, สงขลา.

อภิศักดิ์ ดวงมณี. 2549. **การขยายพันธุ์ไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Das, P., S.K. Palai, A. Patra, S. Samantaray and G.R. Rout. 1999. *In vitro* somatic embryogenesis in *Typhonium trilobatum* Schott. **Plant growth regulation** 27(3): 195-199.

Jasoswi, R., A. Prusty and L. Maharana. 2015. Study of Antidiabetic activity of *Typhonium trilobatum* in glucose loaded & alloxan induced hyperglycemic and normoglycemic rats. **Pharmacophore** 6(5): 233-242.

Kandhasamy, M. and K.D. Arunachalam. 2008. Efficacy of *Typhonium trilobatum* (L.) Schott. **Electronic Journal of natural Science** 3: 1-7.

Prashanta, K.G., B.N. Sathyanarayana, D. Mathew and S.N. Sondur. 2003. *In vitro* callus induction and plantlet regeneration in roseapple (*Syzygium jambos* L.). **J. Plant Biol.** 30(1): 99-102.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiol. Plant.** 15: 473-479.

Roy, S.K., K.M. Pratyush, N. Subhangkar and K.P. Viren. 2012. Assessment of antimicrobial activity of *Typhonium trilobatum* (L.) Schott. **Plant. Int J Pharm** 2(3): 625-630.

Shahriar, M., N.A. Tithi, R. Akhter, S. Kamal, S.N. Narjish and M.A. Bhuiyan. 2015. Phytochemical and pharmacological investigation of the crude extract of *Typhonium trilobatum* (L.) Schott. **World J. Pharm. Res.** 4(2): 167-188.

Smith, R.H. 2013. **Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments**. 3th ed. Academic Press, California, USA.

Sookchaloem, D. 1995. *Typhonium* (Araceae) in Thailand. **Thai For. Bull (Bot.)** 23: 18-39.

ช่วงเวลาการแบ่งเซลล์ที่เหมาะสมสำหรับเก็บปลายรากเพื่อนับจำนวนโครโมโซมของพะยูงและชิงชัน

Suitable cell cycle period to collect root tips for chromosome counting in *Dalbergia cochinchinensis and Dalbergia oliveri*

พฤทธิ์ ราชรักษ์[1*] และ ภาวินี หังษา[1]

Phruet Racharak[1*] and Pawinee Hungsa[1]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **fforprr@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บปลายรากพะยูงและชิงชันที่ได้จากการเพาะเมล็ด อายุ 1 สัปดาห์ ในช่วงเวลา 05.00 - 11.00 น. ด้วยวิธีการโครโมโซมสควอชเพื่อนำไปนับจำนวนโครโมโซม ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างปลายรากพะยูงมีการแบ่งเซลล์ระยะอินเตอร์เฟสมากที่สุด พบได้ช่วงเวลาตั้งแต่ 05.00 - 11.00 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 96.69 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแบ่งเซลล์ระยะโพรเฟสเริ่มพบตั้งแต่ช่วงระยะเวลา 05.00 - 05.30 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 2.30 เปอร์เซ็นต์ ระยะเมทาเฟสพบได้ในช่วงเวลา 07.00 - 07.30 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.61 เปอร์เซ็นต์ ระยะแอนนาเฟสและระยะเทโลเฟสพบได้ในเวลาเดียวกัน 08.00 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.15 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนผลการเก็บตัวอย่างปลายรากของชิงชัน พบว่า มีการแบ่งเซลล์ระยะอินเตอร์เฟสในช่วงเวลา 07.00 - 11.00 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 90.67 เปอร์เซ็นต์ การแบ่งเซลล์ระยะโพรเฟสเริ่มพบการแบ่งเซลล์ในช่วงระยะเวลา 07.30 - 09.00 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 8.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะเมทาเฟสสามารถพบได้ในช่วงเวลา 09.00 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะแอนนาเฟสและระยะเทโลเฟสพบได้ในช่วงระยะเวลา 09.00 น. และ 09.30 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.22 เปอร์เซ็นต์ และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากพะยูงคือช่วงเวลา 07.00 - 07.30 น. และช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากชิงชัน คือเวลา 09.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่พบการแบ่งเซลล์ระยะเมทาเฟส ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมในการศึกษาโครโมโซมพืชมากที่สุด

คำสำคัญ: พะยูง ชิงชัน การแบ่งเซลล์ การนับจำนวนโครโมโซม

ABSTRACT

The research aimed to determine suitable time periods, during 05.00h.- 11.00h, to collect 1 week old -root tips of *Dalbergia cochinchinensis* and *D. oliveri* for chromosome counting based on chromosome squash method. The results showed that most of *D. cochinchinensis* cells, accounting for 96.69%, were in interphase during 05.00h to 11.00 h., while, 2.30% of the cells were in prophase, during 05.00h to 05.30 h. It was found that 0.61% of the cells were in metaphase during 07.00h- 07.30 h. The study displayed that the cells were in anaphase and telophase, at the same time (8.00 h) with the proportion of 0.15% and 0.23%, respectively. For *D. oliveri*, the results revealed that 90.67% of the cells were in interphase during 07.00h - 11.00 h, while 8.67% of cells were in prophase during 07.30h to 09.00 h. At 09.00 h, 0.22%, of the cells were in metaphase. Furthermore, 0.22% of the cells were in anaphase and 0.22% of the cells were telophase during 09.00-09.30 h. Therefore, the study suggested that the suitable periods of time for collecting root tips of *D. cochinchinensis* and *D. oliveri* were 07.00 - 07.30 h. and 09.00 h., respectively as at these times most of the cells were in metaphase which represent the best cell stage for determining number of chromosome in plants.

Keywords :*Dalbergia cochinchinensis*, *Dalbergia oliveri*, cell cycle, chromosome counting

คำนำ

ไม้ยืนต้นในสกุล *Dalbergia* วงศ์ย่อย Faboideae วงศ์ Fabaceae หลายชนิดมีความสำคัญต่อประเทศไทยทั้งทางด้านเศรษฐกิจและวัฒนธรรม ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องเรือน รวมทั้งเครื่องดนตรีต่างๆ เนื่องจากเนื้อไม้มีลวดลายสีสันสวยงามและมีความคงทน โดยพะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) และ ชิงชัน (*D. oliveri*) เป็นหนึ่งในสมาชิกสกุล *Dalbergia* ที่มีความสำคัญและมีมูลค่าสูง ซึ่งในปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับไม้ทั้งสองชนิดนี้กันมากมายหลายด้าน แต่ทางด้านโครโมโซมวิทยาซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับลักษณะจำเพาะทางโครโมโซมและเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการจัดจำแนก โดยเป็นวิธีการที่ค่อนข้างง่ายไม่ซับซ้อนและค่าใช้จ่ายต่ำยังมีการศึกษากันน้อย ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างในการศึกษาอาจยังไม่มีความเหมาะสม โดยเฉพาะไม้ป่ายืนต้นที่มีโครโมโซมขนาดเล็กและมีระยะการแบ่งตัวยังไม่เป็นที่แน่ชัด ทำให้การศึกษาโครโมโซมในไม้ป่ายืนต้นยังไม่เป็นที่แพร่หลาย การศึกษาโครโมโซมในสกุล *Dalbergia* มีรายงานในไม้หลายชนิดซึ่งไม่พบในประเทศไทย เช่น กลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 20 ประกอบด้วย *D. cearense*, *D. nigra*, *D. violaceae*, *D. latifolia*, *D. sissoo*, *D. sissoides*, *D. lanceolaria*, *D. paniculata*, *D.melanoxylon*, *D. spinosa*, *D. volubilis*, *D. borrida*, *D. rubiginosa* และ *D. malabarica* กลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 22 ประกอบด้วย *D. glabra* และ *D. indica* กลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 24 ประกอบด้วย *D. heterophylla* และ *D. crista* และกลุ่มที่มีจำนวนโครโมโซม 2n = 26 ประกอบด้วย *D. ramiflora* (Bandel, 1974; Hiremath and Nagasampige, 2004; Jena *et al*., 2004) ซึ่งช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างปลายรากเพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมของชนิดไม้ในสกุล *Dalbergia* ดังกล่าวอยู่ในช่วง 07.00 - 12.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไม่แน่นอน มีโอกาสพบการแบ่งเซลล์ในระยะเมทาเฟสซึ่งเป็นระยะที่นิยมใช้ศึกษาจำนวนโครโมโซมเนื่องจากโครโมโซมจะมีการจัดเรียงตัวกึ่งกลางเซลล์น้อย โดยพบประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ (Srisuwan, 2003) และจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวอย่างจำนวนมากในการทดลองสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาโครโมโซม ซึ่งไม่เหมาะกับชนิดที่หายากและให้จำนวนเมล็ดต่อปีน้อย

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากพะยูงและชิงชันที่ได้จากการเพาะเมล็ด เพื่อหาความเหมาะสมของระยะเวลาที่พบระยะการแบ่งเซลล์แบบเมทาเฟสมากที่สุด และเพื่อเป็นการเพิ่มเปอร์เซ็นต์การพบการแบ่งเซลล์ ลดเวลาในการทำงานเนื่องจากไม่จำเป็นต้องสุ่มเก็บตัวอย่างทุกช่วงเวลา ลดจำนวนเมล็ดตัวอย่างที่จะต้องจัดเตรียม ในกรณีเมล็ดตัวอย่างหายากและขาดแคลนหรือเป็นหมัน รวมทั้งเป็นการเตรียมตัวอย่างที่มีคุณภาพเพื่อการศึกษาจำนวนโครโมโซมของพะยูงและชิงชันต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมเมล็ดตัวอย่าง

เมล็ดพะยูงและเมล็ดชิงชันได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ หมายเลขชุดเมล็ดพะยูง 16-0012 และหมายเลขชุดเมล็ดชิงชัน 15-0042 หลังจากได้เมล็ดมาแล้วทำความสะอาดเมล็ดและแช่เมล็ดทิ้งไว้ในน้ำเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นย้ายเมล็ดตัวอย่างลงในจานเพาะที่รองพื้นด้วยกระดาษทิชชู่จำนวน 50 เมล็ดต่อจานเพาะ จำนวน 14 ซ้ำ รวมชนิดละ 700 เมล็ด คลุมเมล็ดตัวอย่างด้วยทิชชู่อีกชั้นและพรมน้ำให้พอชุ่ม ปิดฝาจานเพาะและนำไปเพาะในตู้เพาะเลี้ยงควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 7 วัน

2. การเก็บตัวอย่างปลายราก

เก็บตัวอย่างปลายรากพะยูงและชิงชันที่ได้จากการเพาะเมล็ดให้มีความยาว 2-3 มิลลิเมตร โดยทำการตัดปลายรากพะยูงตั้งแต่เวลา 05.00 น. ถึง 11.00 น. (จากผลการศึกษาช่วงเวลาเบื้องต้น) และตัดปลายรากชิงชันตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 11.00 น. (Srisuwan, 2003) โดยทั้ง 2 ชนิด จะทำการเก็บตัวอย่างปลายรากทุกๆ 30 นาที จากนั้นนำปลายรากแช่ในน้ำยาคงสภาพ (FAA) ทันทีในหลอดทดลอง เก็บที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

3. การเตรียมสไลด์ตัวอย่าง

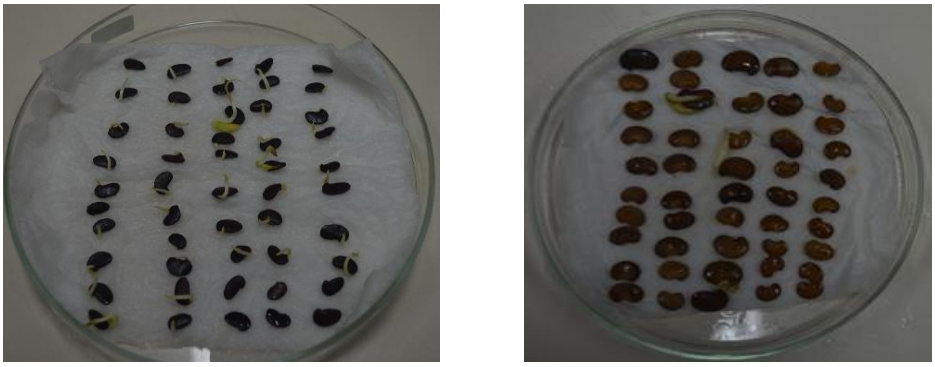
ดูดน้ำยาคงสภาพออกจากหลอดทดลอง จากนั้นใส่แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จนท่วมชิ้นตัวอย่าง คีบปลายรากออกมาแช่น้ำสะอาดและนำไปวางบนสไลด์แล้วหยดไฮโดรคลอไรด์ 5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 หยดทิ้งไว้ 5 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น จากนั้นหยดสีอะซิโตคามีน 2 หยดบนปลายราก ใช้เข็มเขี่ยแบ่งออกเป็นชิ้นเล็กๆ นำสไลด์ไปลนไฟพออุ่น ซับสีส่วนเกินออกด้วยทิชชู่ หยดกลีเซอรอล 1 หยด จากนั้นปิดด้วยแผ่นปิดสไลด์ ใช้ด้ามปากคีบเคาะบดที่แผ่นปิดสไลด์เบาๆ และใช้น้ำยาเคลือบเล็บทาบริเวณขอบแผ่นปิดสไลด์ จากนั้นนำไปตรวจหาการแบ่งเซลล์ในระยะต่างๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ด้วยการสุ่มเลือกจำนวน 50 เซลล์ต่อ 1 จุด ทำการศึกษาจำนวน 3 จุดต่อสไลด์ และทำการทดลอง 3 ซ้ำ ถ่ายรูประยะการแบ่งตัวของเซลล์ด้วยกล้องไมโครสโคป และวิเคราะห์ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอก ช่วงเวลาที่พบการแบ่งเซลล์และเปอร์เซ็นต์การแบ่งตัวของเซลล์ในระยะต่างๆ

ผลและวิจารณ์

1. การงอกของเมล็ด

การเพาะเมล็ดพะยูงและเมล็ดชิงชันด้วยกระดาษทิชชูในตู้เพาะเลี้ยงควบคุมอุณหภูมิระยะเวลา 7 วัน พบว่าเมล็ดพะยูงมีอัตราการงอกเฉลี่ย 71.28±0.24 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการงอกสูงสุด 96 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเท่ากับ 52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดชิงชันมีอัตราการงอกเฉลี่ย 8.14±0.59 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการงอกสูงสุด 16 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1A) โดยการงอกของเมล็ดพะยูงให้ผลสอดคล้องกับรายงานผลการทดลองของ Bhodthipuks (1999) ที่พบว่า เมล็ดพะยูงสามารถงอกได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 9 วัน และไม่จำเป็นต้องผ่านการขลิบเมล็ดเพื่อช่วยให้เมล็ดงอกซึ่งจะส่งผลให้เมล็ดบางส่วนเสียหายและสอดคล้องกับรายงานของประพันธ์ และคณะ (2557) ที่พบว่าเมล็ดพะยูงมีเปอร์เซ็นต์การงอกถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 14 วัน และไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการเร่งการงอกด้วยวิธีการใด

ส่วนอัตราการงอกของเมล็ดชิงชันค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับอัตราการงอกของเมล็ดพะยูง เนื่องจากเมล็ดชิงชันส่วนใหญ่ความมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ (Bhodthipuks, 1999) การเก็บรักษาและอายุของเมล็ดมีผลต่อการงอก ดังนั้นควรหาวิธีการแก้ไขโดยการเพิ่มเวลาในการแช่เมล็ดให้นานขึ้นหรือเพิ่มอุณหภูมิในการเพาะให้สูงขึ้นให้อยู่ในช่วง 28-30 องศาเซลเซียส และควรทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดก่อนการเพาะเพื่อเพิ่มอัตราการงอกให้สูงมากขึ้น (Figure 1B)



(A) (B)

Figure 1 Seed Germination of Dalbergia cochinchinensis (A) and D. oliveri (B) on tissue paper under control environment.

2. การแบ่งเซลล์ของพะยูง

จากการเก็บตัวอย่างปลายรากพะยูงที่ได้จากการเพาะเมล็ดทุก 30 นาที ตั้งแต่เวลา 05:00 น. ถึง 11:00 น. พบว่า แนวโน้มการพบเซลล์ในแต่ละระยะมีความแตกต่างกัน โดยพบเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟสตั้งแต่ช่วงเวลา 05.00 น. และพบเพิ่มขึ้นจนคงที่ในช่วงเวลา 06.00. ถึง 11.00 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 96.69 เปอร์เซ็นต์ ในระยะนี้พบนิวเคลียสขยายใหญ่ สามารถเห็นนิวคลีโอลัส (nucleolus) ชัดเจน และเริ่มพบเส้นใยบางๆ ของโครมาทิน (chromatin) สานกันเป็นร่างแหทำให้เห็นเซลล์เข้มขึ้น (Figure 2A) จากนั้นพบการแบ่งเซลล์ระยะโพรเฟสสูงสุดในช่วงระยะเวลา 05.00 น. ซึ่งพบมากควบคู่กับการพบการแบ่งเซลล์ระยะอินเตอร์เฟส หลังจากนั้นพบการแบ่งเซลล์มีแนวโน้มลดลงจนถึงช่วงเวลา 06.00 น. และพบคงที่จนถึง 11.00 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 2.30 เปอร์เซ็นต์ โดยนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสจะเล็กลงหรือหายไป โครมาทินหดสั้นลง (Figure 2B) การแบ่งเซลล์ระยะเมทาเฟสพบในช่วงเวลา 06.30 น. ถึง 07.30 น. ซึ่งเป็นเวลาต่อเนื่องจากการแบ่งเซลล์จากระยะอินเตอร์เฟสและโพรเฟส โดยมีแนวโน้มพบมากขึ้นในช่วงเวลา 07.00 น. ถึง 07.30 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.61 เปอร์เซ็นต์ โดยโครโมโซมจะเคลื่อนตัวไปเรียงตามแนวกึ่งกลางของเซลล์ (Figure 2C) และในช่วงเวลาดังกล่าว การแบ่งเซลล์ระยะโพรเฟสมีการแบ่งเซลล์ลดลง หลังจากนั้นในช่วงเวลา 08.00 น. พบเซลล์ระยะแอนนาเฟสและระยะเทโลเฟส คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.15 เปอร์เซ็นต์ และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งโครมาติด 2 เส้นที่เคยอยู่ด้วยกันจะแยกจากกันไปยังขั้วตรงข้าม เริ่มเห็นนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสและมีการสร้างเซลล์เพลต (cell plate) เพื่อแบ่งเซลล์ (Figure 2D และ 2E) ซึ่งเป็นระยะที่พัฒนาต่อมาจากการแบ่งเซลล์ระยะเมทาเฟส โดยที่ในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 11.00 น. มีแนวโน้มพบเซลล์ระยะอินเตอร์เฟสเพิ่มขึ้นเนื่องจากเซลล์มีการพัฒนาต่อไปเป็นระยะต่างๆ จนสมบูรณ์ เกิดเป็นเซลล์ระยะอินเตอร์เฟสที่พร้อมแบ่งตัวตัวต่อไป ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่จะเก็บปลายรากของพะยูง เพื่อนำมานับจำนวนโครโมโซม คือ เวลา 07:00 น. ถึง 07:30 น. เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่พบการแบ่งเซลล์ระยะเมทาเฟสสูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ (Figure 3) ซึ่งโครโมโซมจะมีการจัดเรียงตัวกึ่งกลางเซลล์เหมาะสมต่อการศึกษาจำนวนโครโมโซม

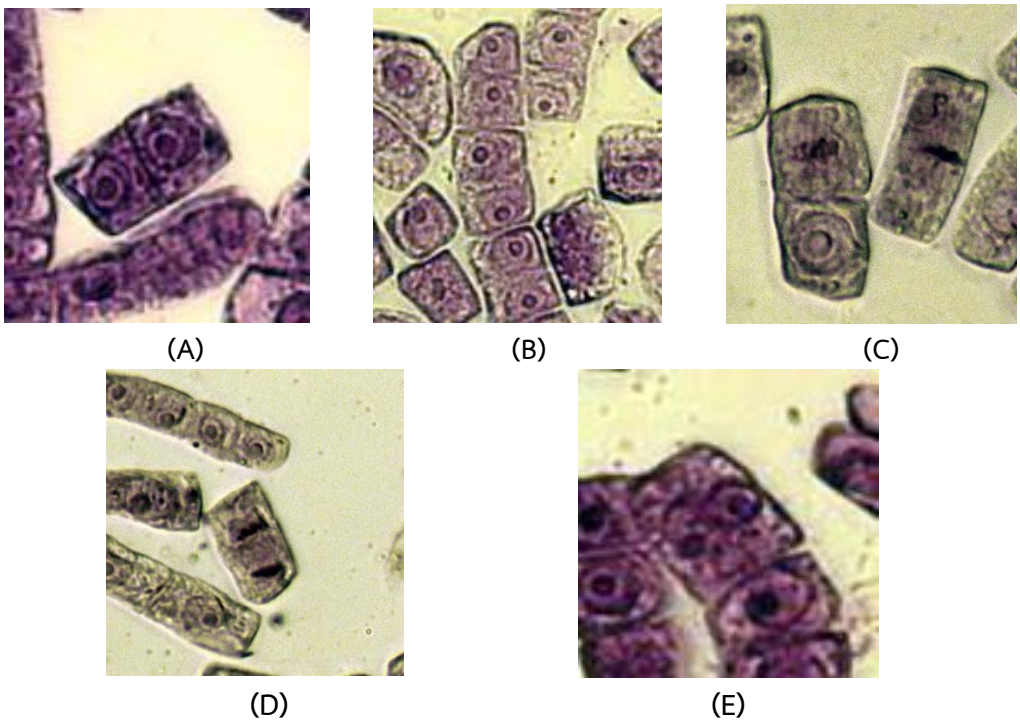


Figure 2 Cell cycle of *D. cochinchinensis* A) Interphase B) Prophase C) Metaphase D) Anaphase and E) Telophase.

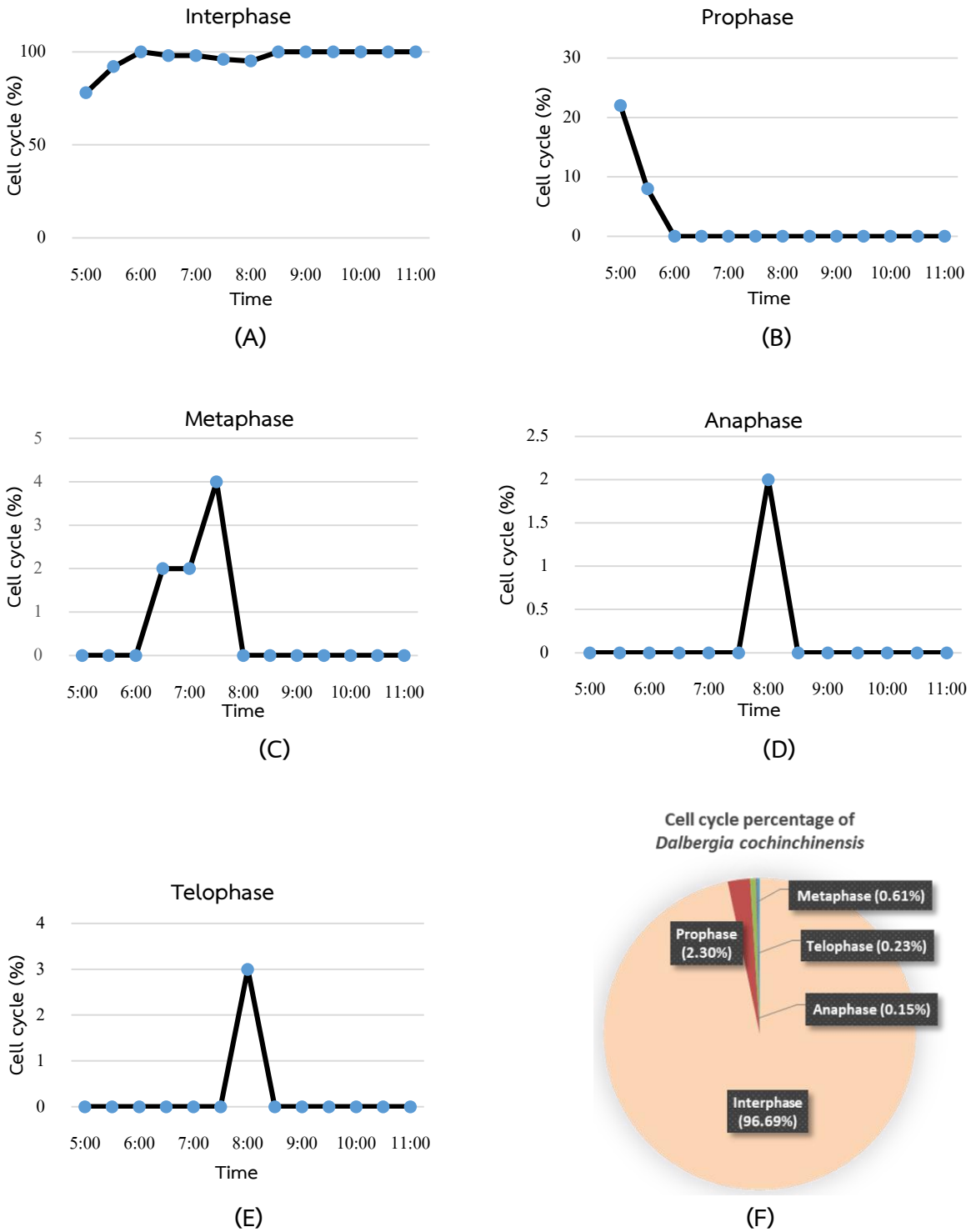


Figure 3 Cell cycle (A-E) and percentage of cell cycle average (F) of *D. cochinchinensis* from 05.00 to 11.00 h.

3. การแบ่งเซลล์ของชิงชัน

การแบ่งเซลล์ของชิงชันเมื่อเก็บตัวอย่างปลายรากที่ได้จากการเพาะเมล็ดทุกๆ 30 นาที ตั้งแต่เวลา 07:00 น. ถึง 11:00 น. พบการแบ่งเซลล์ระยะอินเตอร์เฟสได้ทุกช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 07:00 น. ถึง 11:00 น. โดยมีแนวโน้มการแบ่งตัวลดลงจนถึงช่วงเวลา 08:30 น. และเพิ่มขึ้นจนคงที่ตั้งแต่เวลา 09:00 น. ถึง 11:00 น. โดยสังเกตพบเซลล์มีนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสใหญ่และสายโครมาทินเริ่มหดตัวขดสานกันไปมา (Figure 4A) คิดเป็นพบเฉลี่ย 90.67 เปอร์เซ็นต์ การแบ่งเซลล์ระยะโพรเฟสเริ่มพบเมื่อระยะเวลา 07:30 น. ถึง 09:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่พบการแบ่งเซลล์ระยะอินเตอร์เฟสลดลง โดยเซลล์มีขนาดนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสเล็กลงและสายโครมาทินเริ่มหดสั้นขึ้น (Figure 4B) คิดเป็นพบเฉลี่ย 8.67 เปอร์เซ็นต์ และพบการแบ่งเซลล์ในระยะเมทาเฟสต่อมาจำนวนมากในเวลา 09:00 น. ซึ่งพบต่อจากระยะโพรเฟสที่ลดลงจนคงที่ที่เวลา 09:30 น. และในเวลา 09:00 น. สามารถพบการแบ่งเซลล์ระยะแอนาเฟสจำนวนมากได้เช่นกัน ซึ่งเป็นระยะที่ใช้เวลาน้อยที่สุด (อมรา, 2540) ดัง Figure 4C และ 4D ซึ่งสามารถสังเกตได้จากสายโครมาทินขดตัวแน่นและเรียงตัวกึ่งกลางเซลล์ จากนั้นแยกตัวออกจากกันไปอยู่ที่ขั้วเซลล์ คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.22 เปอร์เซ็นต์ ทั้งสองระยะการแบ่งเซลล์ การแบ่งเซลล์ระยะเทโลเฟสพบได้มากต่อมาที่เวลา 09:30 น. โดยพบเซลล์มีการแบ่งเซลล์เพลตแยกออกเป็นสองเซลล์ คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.22 เปอร์เซ็นต์ ดัง Figure 4E และ Figure 5 ดังนั้นช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากชิงชัน คือ ช่วงเวลา 09.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่พบการแบ่งเซลล์ระยะเมทาเฟสสูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ

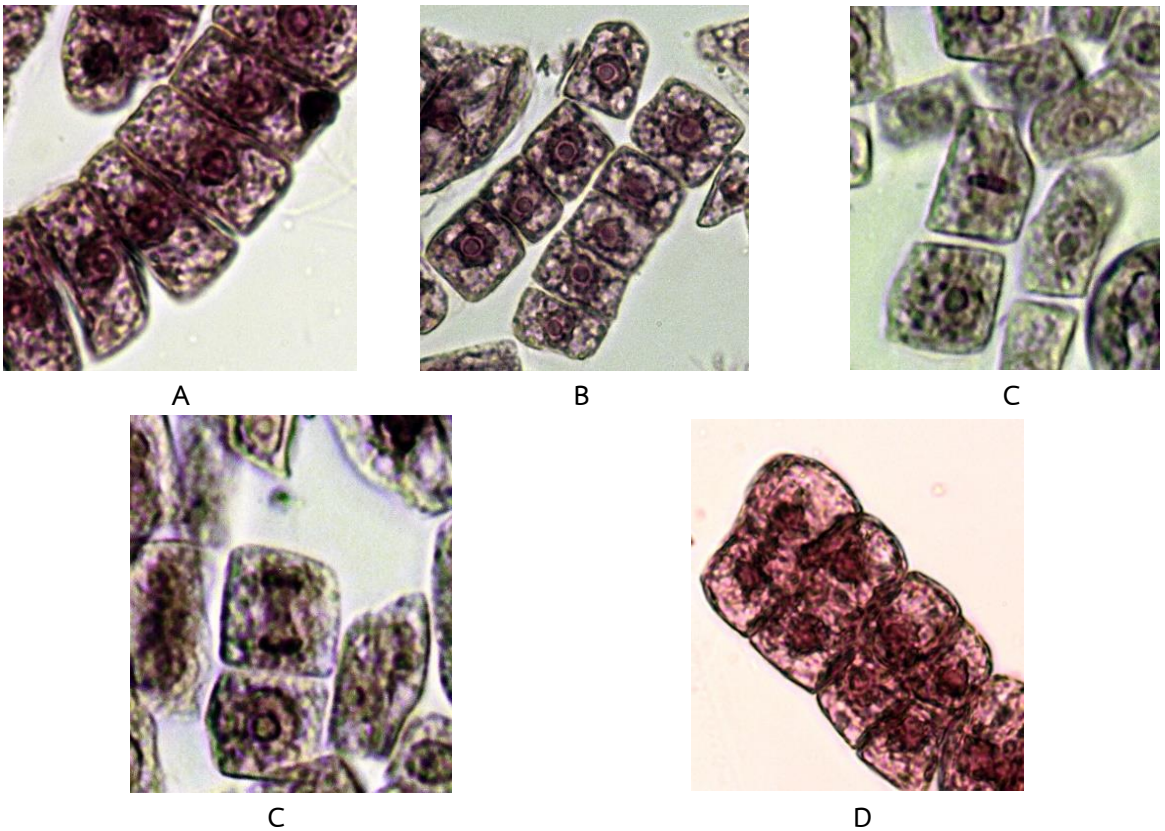


Figure 4 Cell cycle of *D. oliveri* A) Interphase B) Prophase C) Metaphase D) Anaphase and E) Telophase.

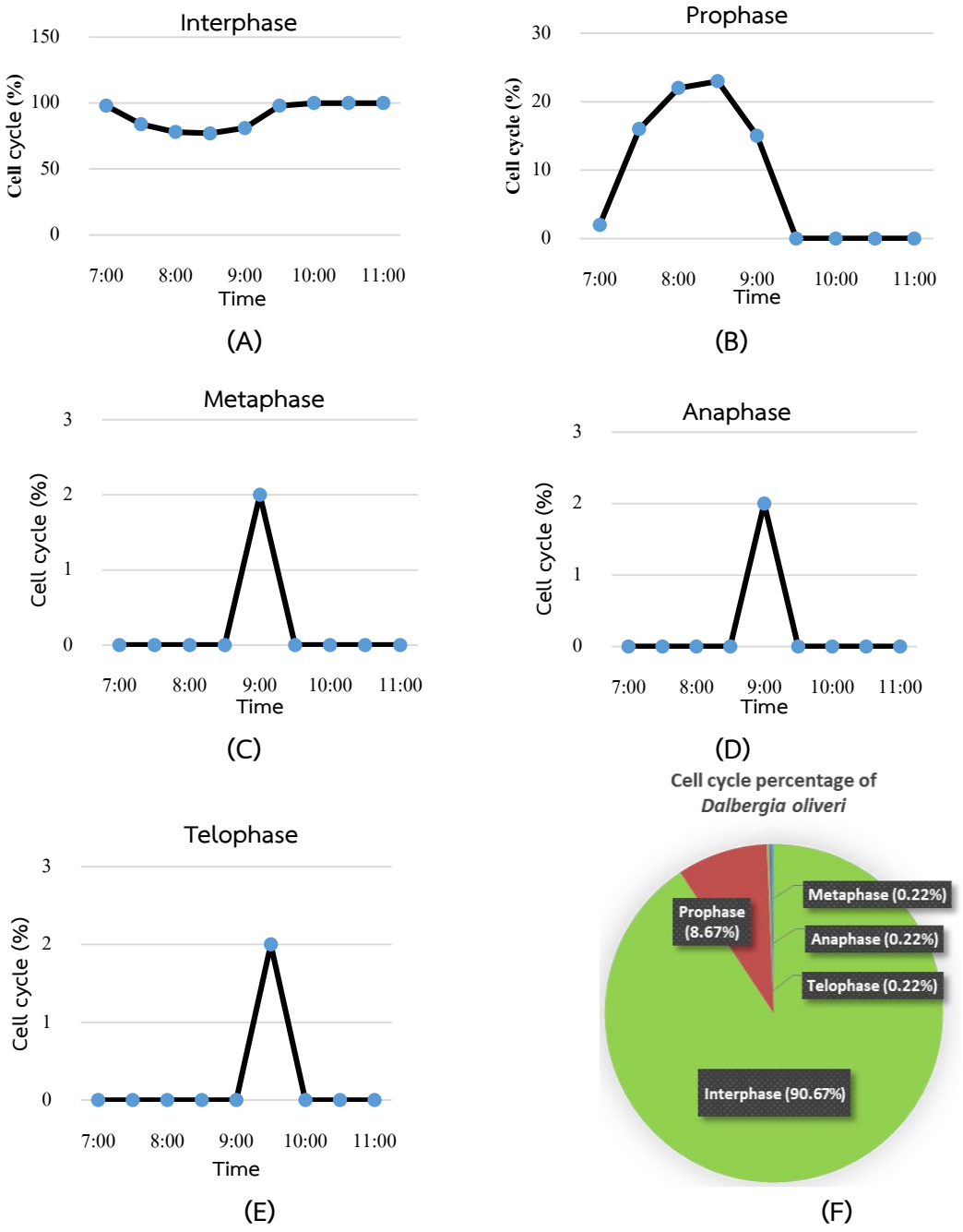


Figure 5 Cell cycle (A-E) and percentage of cell cycle average (F) of *D. oliveri* from 07.00 to 11.00 h.

สรุป

เตรียมตัวอย่างปลายรากจากการเพาะเมล็ดพะยูงและชิงชันพบว่า สามารถเตรียมตัวอย่างปลายรากจากเมล็ดพะยูงได้ดี เนื่องจากเมล็ดพะยูงมีอัตราการงอกเฉลี่ยสูง 71.28±0.24 เปอร์เซ็นต์ และไม่จำเป็นต้องมีวิธีเร่งการงอกใดๆ ส่วนเมล็ดชิงชันมีการงอกต่ำคิดเป็นอัตราการงอกเฉลี่ย 8.14±0.59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต้องหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพการงอก การแบ่งเซลล์ของพะยูงจากช่วงเวลาที่ศึกษาพบว่า เซลล์มีกิจกรรมสูงในช่วง 06:00 น. ถึง 08:30 น. และพบการแบ่งเซลล์ระยะเมทาเฟสสูงในช่วงเวลา 07.00 - 07.30 น. คิดเป็นพบเฉลี่ย 0.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแบ่งเซลล์ของชิงชันพบว่าจากช่วงเวลาที่ศึกษา 07:00 น. ถึง 11:00 น. เซลล์มีกิจกรรมสูงในช่วงระยะเวลา 07:00 น. ถึง 09:30 น. พบการแบ่งเซลล์ระยะเมทาเฟสสูงในเวลา 09.00 น. ซึ่งเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากเพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมของชิงชัน และที่ช่วงเวลา 07.00 - 07.30 น. เป็นช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างปลายรากเพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมของพะยูง เนื่องจากระยะเมทาเฟสเป็นระยะที่โครโมโซมขดตัวกันแน่นและจัดเรียงตัวกึ่งกลางเซลล์ นิยมศึกษาจำนวนโครโมโซมและหาความแตกต่างของลักษณะโครโมโซมได้ชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพะยูงและเมล็ดชิงชัน และภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการและสนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ประพันธ์ ผู้กฤตยาคามี, สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ, จรัส ช่วยนะ, พวงพรรณ ยงรัตนา, สุชาติ นิ่มพิลา, จิรพงษ์ เอกวานิช และ นรินทร์ เทศสร. 2557. **การทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูงเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ**. แผนการพัฒนาพันธุ์ไม้พะยูงสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าไม้เศรษฐกิจ, ส่วนวนวัฒนวิจัย, กรมป่าไม้.

อมรา คัมภิรานนท์. 2540. **พันธุศาสตร์ของเซลล์**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ.

Bandel, G. 1974. Chromosome numbers and evolution in the Leguminosae. **Caryologia** 27(1): 17-32.

Bhodthipuks, J. 1999. **Physical and Physiological Characteristics of Phayuung (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) Seeds in Thailand**. M.S. Thesis, Kasetsart University.

Hiremath, S.C. and M.H. Nagasampige. 2004. Genome size variation and evolution in some species of *Dalbergia* Linn. f. (Fabaceae). **Caryologia** 57(4): 367-372.

Jena, S., P. Sahoo, S. Mohanty and A.B. Das. 2004. Identification of RAPD markers*, in situ* DNA content and structural chromosomal diversity in some legumes of the mangrove flora of *Orissa*. **Genetica** 122(3): 217-226.

Srisuwan, A. 2003. **Chromosome Number of Dessert Type, Processing Type Guava (*Psidium guajava* L.) and Hybrid**. M.S. Thesis, Kasetsart University.

ความหลากชนิดและมูลค่าทางเศรษฐกิจของเห็ดกินได้ในพื้นที่สวนป่าสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี
Species Diversity and Economic Value of Edible Mushrooms in Forest Plantation, Surat Thani Silvicultural Research Station

ปฏิญญา มั่นหมาย[1*] อภิวดี รสิตานนท์[1] วรัญญู ราษฎร์เจริญ[1] จรัสลักษณ์ เพชรวัง[2]
วิภาวี คำฟอง[2] และ ณัฐฑิวัส คชการ[2]
Patinya Manmai[1*] Apiwadee Rasitanont[1] Waranyu Ratcharoen[1] Jaraslak Pechwang[2]
Wipawee Khomfong[2] and Nattiwat Kotchakan[2]
[1]สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1]Surat Thani Silvicultural Research Station, Silvicultural Division, Bureau of Forest Research and Development, Royal Forest Department, Bangkok 10900
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
[2]Major of Science and Agricultural Technology, Faculty of Science and Industrial Technology,
Prince of Songkla University Surat Thani Campus 84000
[*]Corresponding author E-mail: **waranyurat@yahoo.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากชนิดและมูลค่าทางเศรษฐกิจของเห็ดกินได้ในพื้นที่สวนป่าสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการเก็บ ความหลากชนิด มูลค่าทางเศรษฐกิจ ปริมาณเห็ดกินได้บางชนิด และเพื่อประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของเห็ดกินได้ซึ่งเป็นผลิตผลจากสวนป่าสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี โดยดำเนินการบันทึกข้อมูลผู้เก็บเห็ดในสถานีฯ ชนิด และปริมาณเห็ดที่เก็บได้ ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562

ผลการศึกษา พบว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเห็ดมากที่สุด คือ เดือนพฤษภาคม รองลงมาคือ เดือนกันยายน มิถุนายน และสิงหาคม ตามลำดับ พบเห็ดกินได้ทั้งหมด 23 ชนิด เป็นเห็ดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ 6 ชนิด เห็ดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงที่สุด ได้แก่ เห็ดโคน (*Termitomyces fuliginosus* Heim.) มีมูลค่า 500 บาท/1,000 กรัม รองลงมาคือเห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *Javanica* Cor. & Bas.) มีมูลค่า 260 บาท/1,000 กรัม เห็ดระโงกขาว (*Amamita princeps* Corner & Bas.) และเห็ดเสม็ด (*Boletus griseipurpureus* Corner) มีมูลค่า 250 บาท/1,000 กรัม เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica* (Schaeff.) Pers.) มีมูลค่า 150 บาท/1,000 กรัม และเห็ดไส้เดือน (*Amanita vaginata* var. *vaginata* (Bull. & Fr.) Vitt.) มีมูลค่า 100 บาท/1,000 กรัม ตามลำดับ เห็ดที่เก็บได้ปริมาณมากที่สุดคือเห็ดระโงกขาว 36,486 กรัม รองลงมาคือเห็ดระโงกเหลือง 19,950 กรัม เห็ดเสม็ด 15,450 กรัม เห็ดแดงน้ำหมาก 6,300 กรัม เห็ดโคน 3,956 กรัม และเห็ดไส้เดือน 700 กรัม และเมื่อประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจทั้งหมดของเห็ดซึ่งเป็นผลิตผลจากสวนป่าสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานีจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,023.43 บาท/ปี

คำสำคัญ : ความหลากชนิด เห็ดกินได้ มูลค่าทางเศรษฐกิจ สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี

ABSTRACT

The Species Diversity and Economic Value of Edible Mushrooms in Forest Plantation, Surat Thani Silvicultural Research Station Project aimed to study the suitable period of collection, species diversity, economic value and amount of some edible mushrooms which were non-wood forest-

products from Surat Thani Silvicultural Research Station. The data of mushroom collectors, mushroom species and the quantity of mushrooms collected were recorded during June 2012-May 2019.

The results showed that the most suitable times for mushrooms collection were May, followed by September, June and August, respectively. There were 23 species of edible mushrooms identified during the study period. Six species were economic valuable species. The highest economic valuable species was *Termitomyces fuliginosus* Heim, with market price of 500 baht/1,000 g, followed by *Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas. with the price of 260 baht/1,000 g, *Amamita princeps* Corner & Bas.and*Boletus griseipurpureus* Cor.with the price of 250 baht/1,000 g, *Russula emetica* (Schaeff.) Pers. with the price of 150 baht/1,000 g, and *Amanita vaginata* var. *vaginata* (Bull. & Fr.) Vitt. with the price of 100 baht/1,000 g,. The amount of mushrooms collected during the study were 36,486 g. of *Amamita princeps* Corner & Bas.; 19,950 g of *Amanita hemibapha* (Berk. &Br.) Sacc.subsp. *javanica* Cor. & Bas.; 15,450 g. of *Boletus griseipurpureus* Cor.; 6,300 g. of *Russula emetica* (Schaeff.) Pers., 3,956 g. of *Termitomyces fuliginosus* Heim; and 700 g. of *Amanita vaginata* var. *vaginata* (Bull. & Fr.) Vitt. The average economic value of the edible mushrooms which were the non-wood forest-products of the Surat Thani Silvicultural Research Station plantation was estimated at 3,023.43 baht/year.
Keyword: species diversity, edible mushrooms, economic value, Surat Thani Silvicultural Research Station

คำนำ

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ใน Kingdom Fungi เป็นกลุ่มราที่มีเส้นใยซึ่งสามารถรวมตัวเกิดเป็นโครงสร้างหรือดอก (fruiting body) ขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า (อนงค์ และคณะ, 2551) สามารถหยิบจับสัมผัสได้ และเป็นทรัพยากรธรรมชาติกลุ่มหนึ่งที่มีบทบาทหน้าที่สำคัญในการรักษาสมดุลในระบบนิเวศป่าไม้ (บารมี และคณะ, 2553) สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามบทบาทและหน้าที่ ได้แก่ เห็ดผู้ย่อยสลายอินทรียวัตถุ (saprophytic mushroom) เห็ดที่อยู่ร่วมกันกับสิ่งมีชีวิตอื่นแบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis mushroom) ได้แก่ เห็ดที่มีการอยู่ร่วมกับรากของพืชในลักษณะพึ่งพาอาศัยกัน (ectomycorrhizal mushroom) และเห็ดที่อยู่ร่วมกับปลวกแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (termite mushroom) และเห็ดปรสิต (parasitic mushroom) ประโยชน์ของเห็ดนอกจากจะรับประทานได้แล้วบางชนิดยังมีคุณสมบัติเป็นยารักษาโรค (medicinal mushroom) ใช้ย้อมสี (dyeing mushroom) ใช้เป็นสิ่งประดับตกแต่งในอุปกรณ์ต่างๆ (decorated mushroom) (บารมี, 2549) และใช้ในการควบคุมโรคพืช เช่น การใช้เห็ดเรืองแสงควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม เป็นต้น (วีระศักดิ์, 2556) เห็ดหลายชนิดมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ไม่ว่าจะเป็นเห็ดที่นำมาบริโภคโดยการประกอบอาหารหรือเห็ดที่มีคุณสมบัติควบคุมโรค และยิ่งเป็นเห็ดที่มีคุณสมบัติเป็นสมุนไพรช่วยในการรักษาทางการแพทย์แล้วยิ่งมีราคาที่สูงขึ้นไปตามลำดับ เช่น เห็ดหลินจือ เห็ดถั่งเช่า เห็ดหอม เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดแครง เห็ดโคน เป็นต้น

ปัจจุบันประชาชนในพื้นที่ตำบลมะขามเตี้ยและพื้นที่ใกล้เคียงเข้ามาเก็บหาของป่ากันเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเห็ด ทั้งเพื่อบริโภคในครัวเรือน ลดค่าใช้จ่าย และจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้แก่ครัวเรือน เนื่องจากพื้นที่สวนป่าของสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานีมีสภาพป่าเป็นป่าดิบแล้ง มีดินที่อุดมสมบูรณ์ และมีต้นไม้หลากหลายชนิด โดยเฉพาะไม้ในวงศ์ยาง และไม้สกุลกระถิน จึงทำให้พบเห็ดในกลุ่มไมคอร์ไรซาหลากหลายชนิด และมีจำนวนมาก แต่มีประชาชนบางส่วนไม่ทราบว่าเห็ดชนิดใดสามารถรับประทานได้ สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานีได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในเรื่องนี้จึงได้ทำการศึกษาความหลากชนิดของเห็ดกินได้ในพื้นที่สวนป่าสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี เพื่อเผยแพร่ความรู้ให้แก่ประชาชนทั้งในพื้นที่และพื้นที่ใกล้เคียงที่เข้ามาเก็บผลิตผลจากป่าจำพวกเห็ด และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการนำเห็ดไปบริโภคหรือจำหน่ายสืบต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่เก็บตัวอย่าง

สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่ที่หมู่ที่ 5 ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี สภาพป่าเป็นป่าดิบชื้น มีสภาพอากาศร้อนชื้น ส่วนใหญ่จะมีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี สถานีฯ มีแปลงทดลองปลูกประมาณ 19 แปลง ส่วนใหญ่จะเป็นไม้วงศ์ยาง เช่น ยางนา เคี่ยม พะยอม ตะเคียนทอง ไข่เขียว และสักเขา เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีแปลงทดลองไม้ชนิดอื่น ๆ เช่น กระถินลูกผสม กระถินเทพา ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า ไม้รักใหญ่ ไม้รักเวียดนาม และกฤษณา เป็นต้น มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 500 ไร่

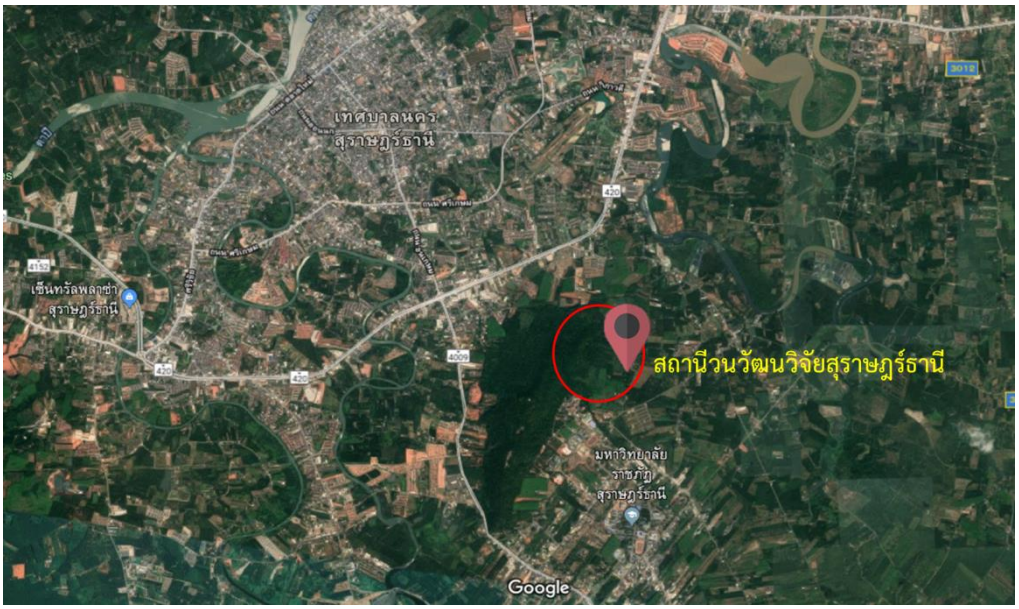


Figure 1 Location of Surat Thani Silvicultural Research Station.

2. การเก็บตัวอย่างเห็ด สำรวจและเก็บตัวอย่างเห็ดที่พบในสวนป่าของสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานีโดยสัมภาษณ์ประชาชนที่เข้ามาเก็บเห็ด ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562

3. การจำแนกชนิดเห็ด นำตัวอย่างเห็ดที่เก็บได้มาทำการจำแนกชนิด โดยอาศัยคู่มือการจำแนกชนิดของเห็ด เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย ฉบับ ราชบัณฑิตยสถาน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539)

4. การเก็บข้อมูลการใช้ประโยชน์ของเห็ด บันทึกข้อมูลจากการสอบถามผู้ที่เข้าเก็บหาของป่าในสถานีฯ โดยบันทึกข้อมูลเบื้องต้น เช่น วัน/เดือน/ปี ในการเข้ามาเก็บเห็ด ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ปัจจุบัน จำนวนผู้เข้ามาเก็บหาของป่าในแต่ละครั้ง ยี่ห้อ และหมายเลขทะเบียนยานพาหนะที่นำเข้ามา ปริมาณและราคาเห็ดที่เก็บได้ และการนำไปใช้ประโยชน์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน ศึกษามูลค่าทางเศรษฐกิจ และประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจทั้งหมดของผลผลิตจากสวนป่าของสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี

ผลและวิจารณ์ผล

ผลผลิตจากสวนป่า

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลผลผลิตของป่าในสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี โดยดำเนินการสัมภาษณ์ประชาชนที่เข้ามาเก็บเห็ด ตั้งแต่เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2555 ถึงเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2562 พบว่า มีผลผลิตจากสวนป่าที่เป็นเห็ดกินได้ทั้งหมด 23 ชนิด คือ เห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. Subsp. *Javanica* Cor. & Bas) เห็ดระโงกขาว (*Amamita princeps* Corner & Bas.) เห็ดไส้เดือน (*Amanta vaginata var.*

vaginata (Bull. & Fr.) Vitt.) เห็ดแดงน้ำหมาก (*Russula emetica* (Schaeff.) Pers.) เห็ดเสม็ด (*Boletus griseipurpureus* Corner) เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) เห็ดตะไคลเขียว (*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.) เห็ดข้าวตอก (*Termitomyces microcarpus* (Berk. & Br.)) เห็ดแครง (*Schizophyllum commune* Fr.) เห็ดจาวมะพร้าว (*Calvatia craniiformis (Schw.) Fr.*) เห็ดจวักงูสีอบเชย (*Amauroderrm rugosum (Blume and T. Nees) Torrend*) เห็ดปากหมู (*Galiella rufa* (schweinitz) Nannfeldt & korf), เห็ดพายทอง (*Dacryopinax spathularia* (schwein.) G.W. Martin) เห็ดฟานน้ำตาลแดง (*Lactarius volemus* (Fr.) Fr.) เห็ดปะการังยอดเขากวาง (*Scytinopogon angulisporus* (Pat.) Cor.) เห็ดขอนขาว (*Lentinus squarrosulas* Mont.) เห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst.) เห็ดขมิ้นน้อย (*Craterellus aureus* Berk. & Curt.) เห็ดหล่มพุงลาย (*Russula senecis* Imai.) เห็ดหูหนู (*Auricularia auricula-judae* (Hooker) Underw.) เห็ดร่างแหกระโปรงยาวสีเหลือง (*Dictyophora multicolor* Berk. & Broome) เห็ดร่างแหกระโปรงยาวสีขาว (*Dictyophora indusiata* (Vent.) Desv.) และเห็ดโคน (*Termitomyces fuliginosus Heim.*) (Figure 2) โดยมีเห็ดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ 6 ชนิด คือ เห็ดระโงกเหลือง เห็ดระโงกขาว เห็ดเสม็ด เห็ดไส้เดือน เห็ดโคน และเห็ดแดงน้ำหมาก

จากการศึกษาพบว่า เห็ดระโงกขาวจะพบมากในเดือนพฤษภาคม รองลงมาคือ เดือนกันยายน และมิถุนายน ตามลำดับ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 120 – 160 มิลลิเมตร เห็ดระโงกเหลืองจะพบมากในเดือนพฤษภาคม รองลงมา คือ เดือนตุลาคม และกุมภาพันธ์ ตามลำดับ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 20 – 140 มิลลิเมตร เห็ดเสม็ดจะพบมากในเดือนพฤษภาคม รองลงมาคือ เดือนสิงหาคม และธันวาคม ตามลำดับ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 140 – 160 มิลลิเมตร เห็ดโคนจะพบมากในเดือนกันยายน รองลงมาคือ เดือนพฤษภาคม และเดือนเมษายน ตามลำดับ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 60 – 160 มิลลิเมตร เห็ดแดงน้ำหมากจะพบมากในเดือนมิถุนายน รองลงมาคือ เดือนธันวาคม และสิงหาคม ตามลำดับ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 120 – 160 มิลลิเมตร และเห็ดไส้เดือนจะพบมากในเดือนมิถุนายน และเดือนตุลาคม ตามลำดับ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 120 – 140 มิลลิเมตร (Figure 3 และ Figure 4) ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งต่อปริมาณของเห็ด โดยเฉพาะเห็ดระโงก แต่ปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นนอกฤดูก็มีส่วนทำให้เกิดเห็ดระโงกได้เช่นกัน (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2560) จึงทำให้สามารถพบเจอเห็ดระโงกนอกฤดูได้ แต่อย่างไรก็ตามการที่จะเกิดดอกเห็ดได้นั้นจะต้องอาศัยปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น กฤษชนะ, พิทยารัตน์ และเชิดชัย (ม.ป.ป.). ได้ทำการทดลองควบคุมปัจจัยปริมาณความชื้น ปริมาณแสง และความหนาแน่นของชั้นฮิวมัส พบว่า มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดระโงก (ลัดดาวัลย์ และคณะ, 2561) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการเก็บและทัศนคติการอนุรักษ์เห็ดเสม็ดของชาวบ้านในพื้นที่ อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง พบว่า ปริมาณของเห็ดที่เก็บได้ในฤดูหนึ่งจะผันแปรไปตามความอุดมสมบูรณ์ของดิน สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ (2552) ได้ทำการศึกษาเห็ดโคนกับปลวกและการเพาะเลี้ยงเห็ดโคน พบว่า อุณหภูมิ 30 – 35 องศา ค่า pH ของดินประมาณ 6.2 – 6.5 ลักษณะดินเป็นดินเหนียว ดินเหนียวปนดินร่วน หรือดินเหนียวปนดินทราย มีความเหมาะสมต่อการเกิดเห็ดโคน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นอาจส่งผลให้ในบางเดือนอาจจะพบหรือไม่พบการเจริญเติบโตของเห็ดบางชนิดได้

จากการศึกษา พบว่า เห็ดที่มีการพบและนำมาบริโภคมากที่สุด คือ เห็ดระโงกขาว มีจำนวน 36,486 กรัม รองลงมา คือ เห็ดระโงกเหลือง มีจำนวน 19,950 กรัม เห็ดเสม็ด มีจำนวน 15,450 กรัม เห็ดแดงน้ำหมาก มีจำนวน 6,300 กรัม เห็ดโคน มีจำนวน 3,956 กรัม และเห็ดไส้เดือน มีจำนวน 700 กรัม ตามลำดับ (Table 1)

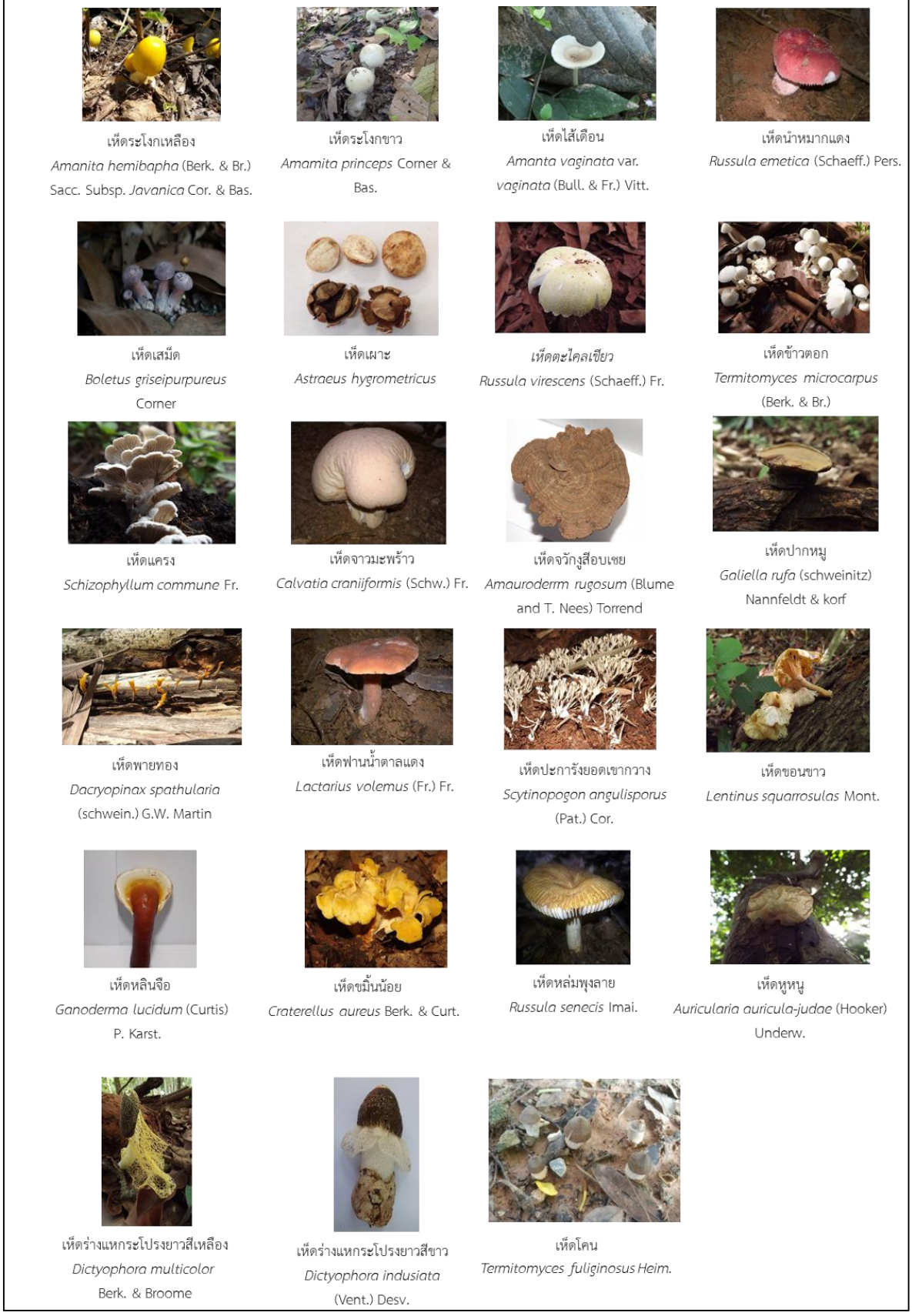


Figure 2 23 species of edible mushrooms founded in Surat Thani Silvicutural Research Station plantation.

Table 1 The amount of collected economic value edible mushrooms.

month/year	Species and weight (g)					
	Amanita princeps Corner & Bas.	*Amanita hemibapha* (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.	*Russula emetica* (Schaeff.) Pers.	*Termitomyces fuliginosus Heim*	*Boletus griseipurpureus* Corner	*Amanita vaginata* var. *vaginata* (Bull. & Fr.) Vitt.
March 2012	280					
June 2012	500		500		500	
August 2012	1,500					
September 2012	1,556			1,556		
December 2012	2,500		1,500		1,000	
May 2013	500					
June 2013	2,000					
October 2013						200
August 2014	2,000				1,500	
September 2014	2,000	1,500		1,700		
October 2014					1,000	
November 2014	1,500					
May 2015	2,500	2,200			1,000	
June 2015	3,400		2,400			500
August 2015			1,400		1,700	
September 2015		300			1,000	
November 2015	2,500	500				
February 2016		2,500				
March 2016					1,000	
May 2016					1,500	
June 2016	950	1,250			750	
July 2016					1,000	
September 2016		500		100		
April 2017	500			200	500	
May 2017		1,000				
October 2017		500				
December 2017					1,000	
May 2018	1,000	2,500				
June 2018	500					
July 2018			500			
August 2018	300					
September 2018	4,000				1,000	
October 2018	500	1,000				
December 2018	1,000	700				
January 2019	1,000					
May 2019	4,000	5,500		400	1,000	
Total weigth (gram)	**36,486**	**19,950**	**6,300**	**3,956**	**15,450**	**700**

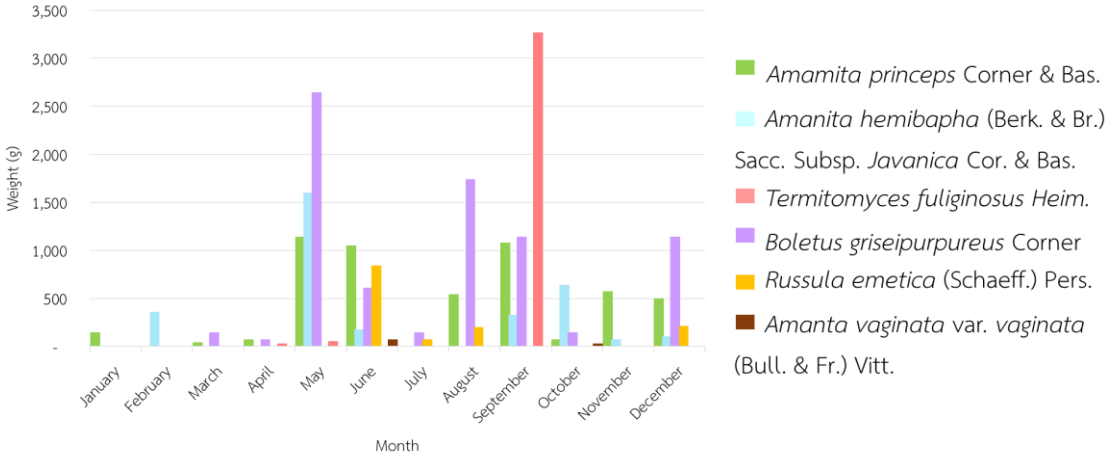


Figure 3 The average amount of mushrooms in each month.

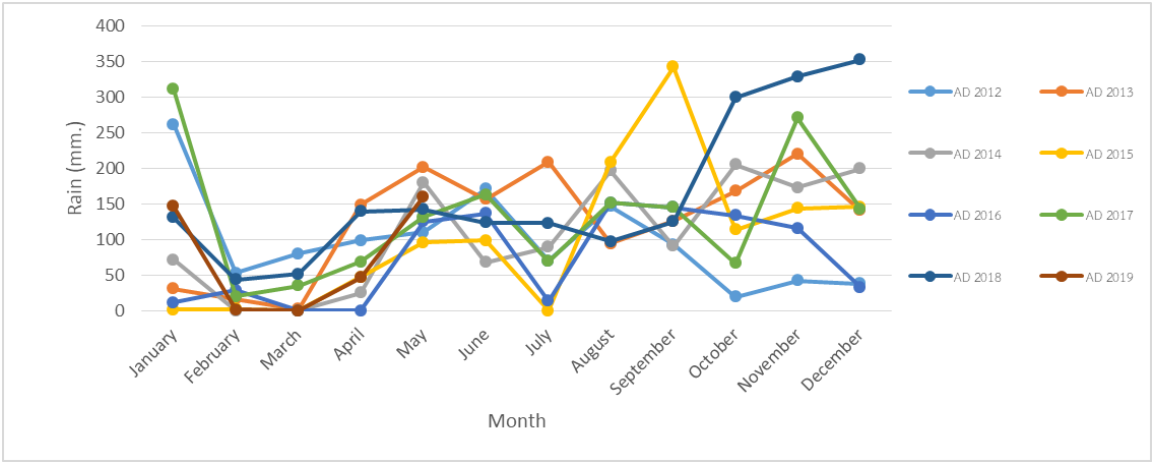


Figure 4 Average annual rainfalls of years 2012 - 2019 in Surat Thani province.

Table 2 The number of mushrooms specimens in each year.

Species	Number of collector								Total	Average
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Amanita princeps Corner & Bas.	*11*	*13*	*9*	*19*	*11*	*8*	*20*	*7*	***98***	***13***
Amanita hemibapha (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.	*0*	*0*	*7*	*24*	*12*	*8*	*16*	*7*	***74***	***10***
Boletus griseipurpureus Corner	*3*	*0*	*4*	*11*	*15*	*5*	*4*	*3*	***45***	***6***
Russula emetica (Schaeff.) Pers.	*3*	*0*	*0*	*9*	*0*	*0*	*3*	*0*	***15***	***2***
Termitomyces fuliginosus Heim	3	0	2	0	2	2	0	1	**10**	**1**
Amanita vaginata var. *vaginata* (Bull. & Fr.) Vitt.	*0*	*2*	*0*	*8*	*0*	*0*	*0*	*0*	***10***	***1***
Total									*252*	

Table 3 The amount and economic value of mushrooms in each year.

Species	Weight (g)								economic value (baht /1,000 g)	Total		Average	
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		W	E	W	E
Amanita princeps Corner & Bas.	6,336	2,500	5,500	8,400	950	500	8,300	4,000	250	36,486	9,121.5	5,212.29	1,303.1
Amanita hemibapha (Berk. & Br.) Sacc.Subsp. *Javanica* Cor. & Bas.	-	-	1,500	3,000	4,250	1,500	4,200	5,500	260	19,950	5,187	2,850	741
Boletus griseipurpureus Cor.	1,500	-	2,500	3,700	4,250	1,500	1,000	1,000	250	15,450	3,863	2,207.14	551.79
Russula emetica (Schaeff.) Pers.	2,000	-	-	3,800	-	-	500	-	150	6,300	945	900	135
Termitomyces fuliginosus Heim	1,556	-	1,700	-	100	200	-	400	500	3,956	1,978	565.14	282.57
Amanita vaginata var. *vaginata* (Bull. & Fr.) Vitt.	-	200	-	500	-	-	-	-	100	700	70	100	10
									Total	82,842	21,164.5		

Remarks: *** W = weight (g) and E = Economic value (baht/kg)

จากการศึกษา พบว่า มีประชาชนเข้ามาเก็บเห็ดระโงกขาวมากที่สุด โดยเฉลี่ย 13 คน/ปี รองลงมาคือ เห็ดระโงกเหลือง เฉลี่ย 10 คน/ปี เห็ดเสม็ด เฉลี่ย 6 คน/ปี เห็ดแดงน้ำหมาก เฉลี่ย 2 คน/ปี เห็ดโคนและเห็ดไส้เดือน เฉลี่ย 1 คน/ปี ตามลำดับ (Table 2) การที่เห็ดระโงกทั้งสองชนิดนี้ได้รับความนิยมในการเก็บหามากที่สุด เนื่องมาจากเป็นเห็ดที่ประชาชนรู้จักกันอย่างแพร่หลาย และเป็นเห็ดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ประกอบกับแปลงทดลองของสถานีฯ ส่วนใหญ่จะเป็นไม้วงศ์ยาง ซึ่งเห็ดระโงกจัดเป็นราไมคอร์ไรซา (mycorrhizas) ที่มีความสัมพันธ์กับไม้วงศ์ยางในลักษณะการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยกัน (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2560) จึงทำให้พบเจอได้ง่าย ส่วนเห็ดโคนจัดเป็นเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับปลวกแบบพึ่งพาอาศัยกัน การที่เห็ดโคนจะเจริญเติบโตได้นั้นต้องมีองค์ประกอบหลายประการ เช่น ปลวกที่เพาะเลี้ยงเชื้อราและสร้างรังอยู่ใต้ดิน อุณหภูมิ 30 – 35 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด – ด่างของดินประมาณ 6.2 – 6.5 ลักษณะดินเป็นดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย หรือดินเหนียวปนดินร่วน ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศประมาณ 85 – 90 เปอร์เซ็นต์ และที่สำคัญต้องเป็นช่วงฤดูฝนเท่านั้น (สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, 2552) จึงทำให้พบเจอเห็ดชนิดนี้น้อยในสวนป่าของสถานีฯ ส่วนเห็ดไส้เดือนที่มีประชาชนเข้ามาเก็บหาน้อย เนื่องมาจากเห็ดชนิดนี้มีประชาชนจำนวนน้อยนักที่รู้จัก หรือไม่ทราบว่าสามารถนำไปบริโภคได้ จึงส่งผลให้มีประชาชนเก็บหาเห็ดชนิดนี้น้อย

จากการศึกษามูลค่าทางเศรษฐกิจ พบว่า เห็ดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สูงที่สุด คือ เห็ดโคน มีมูลค่า 500 บาท/กิโลกรัม รองลงมา คือ เห็ดระโงกเหลือง เห็ดระโงกขาว เห็ดเสม็ด เห็ดแดงน้ำหมาก และเห็ดไส้เดือน มีมูลค่าเท่ากับ 260, 250, 250, 150 และ 100 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 3) ส่วนเห็ดที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจตามปริมาณที่เก็บได้มากที่สุด คือ เห็ดระโงกขาว มีมูลค่าเท่ากับ 1,303.07 บาท/ปี หรือ เฉลี่ย 100.24 บาท/คน/ปี รองลงมาคือ เห็ดระโงกเหลือง สร้างมูลค่าเท่ากับ 741 บาท/ปี เฉลี่ย 74.10 บาท/คน/ปี เห็ดเสม็ดสร้างมูลค่าเท่ากับ 551.79 บาท/ปี เฉลี่ย 92 บาท/คน/ปี เห็ดแดงน้ำหมาก สร้างมูลค่าเท่ากับ 135 บาท/ปี เฉลี่ย 67.50 บาท/คน/ปี เห็ดโคน สร้างมูลค่าเท่ากับ 282.57 บาท/ปี เฉลี่ย 282.57 บาท/คน/ปี และเห็ดไส้เดือน สร้างมูลค่าเท่ากับ 10 บาท/ปี เฉลี่ย 10 บาท/คน/ปี ตามลำดับ ซึ่งเมื่อประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจทั้งหมดของผลผลิตจากสวนป่าจะมีจำนวนเท่ากับ 3,023.43 บาท/ปี (Table 4 and Figure 5)

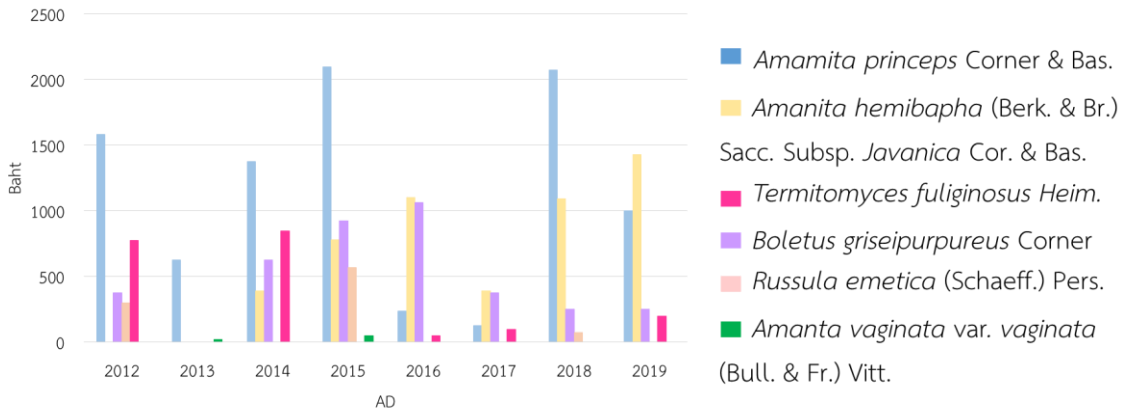


Figure 5 The economic value in each year of each species.

Table 4 The economic value per person per year.

Species	Average Weight (g/year)	Average weight/person/year (g/person/year)	economic value (baht / 1,000 g)	economic value/person/year (baht/person/year)	Total economic value/ year (baht/year)
Amanita princeps Corner & Bas.	5,212.29	400.95	250.00	100.24	1,303.07
Amanita hemibaph (Berk. & Br.) Sacc. subsp. *javanica* Cor. & Bas.	2,850.00	285.00	260.00	74.10	741.00
Boletus griseipurpureus Corner	2,207.14	367.86	250.00	92.00	551.78
Russula emetic (Schaeff.) Pers.	900.00	405.00	150.00	67.50	135.00
Termitomyces fuliginosus Heim	565.14	565.14	500.00	282.57	282.57
Amanita vaginata var. *vaginata* (Bull. & Fr.) Vitt.	100.00	100.00	100.00	10.00	10.00
Total	11,834.57	2,123.95	-	626.41	3,023.43

สรุป

จากการศึกษาความหลากชนิดและมูลค่าทางเศรษฐกิจของเห็ดกินได้ในพื้นที่สวนป่าของสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี พบว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บเห็ดระโงกขาว, เห็ดระโงกเหลือง และเห็ดเสม็ดมากที่สุด คือ เดือนพฤษภาคม ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บเห็ดโคนมากที่สุด คือ เดือนกันยายน และช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บเห็ดแดงน้ำหมาก และเห็ดไส้เดือน คือ เดือนมิถุนายน โดยพบเห็ดทั้งหมด 23 ชนิดที่สามารถกินได้ และพบเห็ด 6 ชนิดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ได้แก่ เห็ดระโงกขาว เห็ดระโงกเหลือง เห็ดเสม็ด เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดโคน และเห็ดไส้เดือน เห็ดที่เก็บได้ปริมาณมากที่สุด คือ เห็ดระโงกขาว เห็ดที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจมากที่สุด คือ เห็ดโคน ส่วนเห็ดที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจตามปริมาณที่เก็บได้คือ เห็ดระโงกขาว สร้างมูลค่าเท่ากับ 1,303.07 บาท/ปี หรือเฉลี่ย 100.24 บาท/คน/ปี และเมื่อประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจทั้งหมดของผลผลิตจากสวนป่าสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานีมีค่าเท่ากับ 3,023.43 บาท/ปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณวรัญญู ราษฎร์เจริญ หัวหน้าศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคใต้ และหัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี ที่ให้คำปรึกษาด้านวิชาการ พนักงานฯ เจ้าหน้าที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานีทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการศึกษานี้ ดร. จรัสลักษณ์ เพชรวัง ผู้ให้ความรู้ ตำรา และคำแนะนำในการจำแนกชนิดเห็ด และทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดีและเป็นประโยชน์แก่ประชาชน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษชนะ นิสสะ, พิทยารัตน์ มูลจินดา และ เชิดชัย โพธิ์ศรี. (ม.ป.ป.). **ไม้วงศ์ยางกับเห็ดระโงก**. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n16/v_7-aug/korkui.html., 9 กรกฎาคม 2562.

บารมี สกลรักษ์. 2549. **ความหลากหลายของเห็ดในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ:

บารมี สกลรักษ์, กิตติมา ด้วงแค, จันจิรา อายะวงศ์, วินันท์ดา หิมะมาน และ กฤษณา พงษ์พานิช. 2553. **ความหลากหลายเละการใช้ประโยชน์ของเห็ดราในอุทยานแห่งชาติแม่ปิง.** แหล่งที่มา : hattp:// www.dnp.go.th, 2 พฤษภาคม 2562

ระบบฐานข้อมูลทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน. 2553. **เห็ดน้ำหมาก ข้อมูลทรัพยากรชีวภาพท้องถิ่น**. แหล่งที่มา: http://www.bedo.or.th/lcdb/biodiversity/view3.aspx?id=10390, 9 กรกฎาคม 2562.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. **เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย**. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

ลัดดาวัลย แก่วสงแสง, เตือนใจ ปยัง, สุวิทย จิตรภักดี, สุดคนึง ณ ระนอง, พิณทิพย จันทรเทพ และ อมรรัตน อังอัจฉะริยะ. 2561. พฤติกรรมการเก็บและทัศนคติการอนุรักษเห็ดเสม็ดของชาวบานในพื้นที่อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง. **วารสารวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี** 20 (2): 194 -196.

วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์. 2556. ความหลากชนิดของเห็ดราขนาดใหญ่ในเขตอนุรักษ์พันธุกรรมเขื่อนสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี. **วารสารแก่นเกษตร** 41(1): 513 – 520.

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค). 2560. **เห็ดระโงกกับไม้วงศ์ยาง เพื่อสนองแนวพระราชดำริ กิจกรรมสร้างป่าสร้างรายได้**. แหล่งที่มา: http://www.biotec.or.th/th/images/media/2017/Q4/Press_release_mushroom.pdf., 9 กรกฎาคม 2562.

สุรางค์ เธียรหิรัญ และคณะ. 2554. **ความหลากหลายของเห็ดราในพื้นที่ภาคใต้ เล่มที่ 1**. สำนักงานความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ . 2562. **เห็ดโคนกับปลวกและการเพาะเลี้ยงเห็ดโคน**. แหล่งที่มา: http://www forprod.forest.go.th/forprod/ebook/เห็ดโคนกับปลวก/เห็ดโคนกับปลวก.pdf, 9 กรกฎาคม 2562.

อนงค์ จันทร์ศรีสกุล และคณะ. 2551. **ความหลากหลายของเห็ดราขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนงค์ จันทร์ศรีสกุล. 2553. **เห็ดเมืองไทย**. ไทยวัฒนาพาณิชจำกัด, กรุงเทพฯ..

การเปรียบเทียบโครงสร้างและองค์ประกอบชนิดพันธุ์ไม้ป่าดิบชื้น ในระบบนิเวศหลักและระบบนิเวศแบบหย่อมป่า

Comparison on Structure and Species Composition of Flora in Moist Evergreen Forest between Main Forest and Fragmented Forest

พรธวัช เฉลิมวงศ์[1*]

Pornthawat Chalermwong[1*]

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

*Coresponding Autor; E-mail: **chalerrmwong_p58@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบโครงสร้างและองค์ประกอบพันธุ์ไม้ ดัชนีความหลากหลายและดัชนีความคล้ายคลึง รวมทั้งโครงสร้างด้านตั้งและการแบ่งชั้นเรือนยอดในพื้นที่ป่าดิบชื้นที่ถูกตัดขาดจากระบบนิเวศผืนหลักว่าความหลากหลายทางชีวภาพของสังคมสูญหายไปเท่าไหร่ โดยทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 100 x 100 เมตร (1 ha) ใน 2 อุทยานแห่งชาติของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งอยู่ในแนวละติจูดที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่ อุทยานแห่งชาติแก่งกรุง เป็นตัวแทนระบบนิเวศหลัก และอุทยานแห่งชาติธารเสด็จ-เกาะพะงัน เป็นตัวแทนระบบนิเวศแบบหย่อมป่า มีระยะทาง (ระยะขจัด) ระหว่างแปลงห่างกันประมาณ 125 กิโลเมตร ทำการเก็บข้อมูลทางนิเวศวิทยาของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร มาทำการวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติแก่งกรุง พบพันธุ์ไม้จำนวนทั้งสิ้น 1,034 ต้น 182 ชนิด 128 สกุล 51 วงศ์ ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ 5 อันดับแรก ได้แก่ ไข่เขียว (*Parashorea stellata*) ทังใบยาว (*Litsea machilifolia*) ตะขบนก (*Aporosa penangensis*) เคียนทราย (*Shorea gratissima*) และกอกเขา (*Dacryodes rostrata*) มีค่าเท่ากับ 12.62, 10.36, 10.08, 9.62 และ 7.04 % ตามลำดับ แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติธารเสด็จ-เกาะพะงัน พบพันธุ์ไม้จำนวนทั้งสิ้น 1,030 ต้น 101 ชนิด 73 สกุล 38 วงศ์ ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ 5 อันดับแรก ได้แก่ มะปริง (*Bouea oppositifolia*) ยางปาย (*Dipterocarpus costatus*) ไข่เขียว (*Parashorea stellata*) เคียนทราย (*Shorea gratissima*) และสักเขา (*Vatica harmandiana*) มีค่าเท่ากับ 32.52, 28.79, 25.85, 19.75 และ 18.92 % ตามลำดับ ส่วนค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด ทั้งตามวิธีของ Simpson (D) วิธีของ Fisher (α) และวิธีของ Shannon-Wiener (H') นั้น มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยแปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติแก่งกรุง มีค่าดัชนีสูงกว่าในทุกวิธี เท่ากับ 0.987, 64.033 และ 4.659 ตามลำดับ โดยมีค่าความสม่ำเสมอตามวิธีของ Pielou (E) อยู่ที่ 0.895 ขณะที่แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติธารเสด็จ-เกาะพะงัน มีค่าดัชนี 0.946, 27.714 และ 3.544 ตามลำดับ โดยมีค่าความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.768 เมื่อเปรียบเทียบดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคม ตามวิธีของ Sorensen (1948) พบว่ามีค่าดัชนีอยู่ที่ 22.61 % มีจำนวนชนิดที่เหมือนกัน 22 ชนิด จากจำนวนรวม 252 ชนิด ซึ่งเป็นตัวเลขที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคมป่าดิบชื้นที่สมบูรณ์ ซึ่งควรจะอยู่ในช่วง 30-50 % ส่วนรูปแบบการกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางคล้ายกันมาก คือจะลดลงในลักษณะ log-linear หรือแบบ L-shape โดยต้นไม้ที่มีขนาดเล็กจะมีจำนวนมาก หรือมีความหนาแน่นต่อพื้นที่สูงกว่าต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่กว่า กล่าวคือ ช่วงชั้นแรกหรือช่วงชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง >4.5-10 ซม. มีสัดส่วนความหนาแน่น 47 และ 50 % ช่วงชั้น >10-20 ซม. มีสัดส่วนความหนาแน่น 29 และ 27 % ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของหมู่ไม้ที่มีสูงในทั้ง 2 แปลง ส่วนการแบ่งชั้นเรือนยอดคล้ายกันทั้ง 2 แปลง พบว่าพันธุ์ไม้วงศ์ Dipterocarpaceae มีความโดดเด่นที่สุดในเรือนยอดชั้นเหนือเรือนยอดชั้นบน และเรือนยอดชั้นบน ส่วนเรือนยอดชั้นกลาง และชั้นล่างมีความโดดเด่นต่างกันไป ได้แก่ วงศ์ Phyllanthaceae และ Burseraceae แปลงแก่งกรุง และ Anacardiaceae และ Clusiaceae ในแปลงเกาะพะงัน

คำสำคัญ : ป่าดิบชื้น หย่อมป่า โครงสร้างและองค์ประกอบพันธุ์ไม้ แปลงถาวร อุทยานแห่งชาติ

ABSTRACT

This study aimed to compare structure, species composition, species diversity index, similarity index and canopy layer of flora in moist evergreen forest between the fragmented forest area and the main ecosystem in order to access biodiversity lost from forest fragmentation. Two of 100 x 100 m permanent plots (base on a census of all trees ≥4.5 cm dbh.) were established in two national parks (one plot in each national park) in Suratthani Province: Kang Krung National Park, representing the main forest and Than-Sadet - Ko Pha Ngan National Park representing the fragmented ecosystem. The distance between the plots of was approximately 120 km. The ecological data in the plots were collected during 2018 – 2019.

The results showed that Kang Krung plot consisted of 1,034 trees (182 species 128 genera 51 families). The top five species with highest important species value were *Parashorea stellata*, *Litsea machilifolia*, *Aporosa penangensis*, *Shorea gratissima*, and *Dacryodes rostrata* with the values of 12.62, 10.36, 10.08, 9.62 and 7.04 %, respectively. On the other hand, 1,030 trees (101 species 73 genera 38 families) were recorded in Sadet - Ko Pha Ngan plot. The top five species with highest important species value were *Bouea oppositifolia*, *Dipterocarpus costatus*, *Parashorea stellata*, *Shorea gratissima*, and *Vatica hamandiana* with the values of 32.52, 28.79, 25.85, 19.75 and 18.92 %, respectively. The species diversity index calculated in this study were Simpson method (D), Fisher method (α) and Shannon-Wiener method (H/). It was suggested that all index calculated for Kang Krung plot had higher values than the values in Than-Sadet - Ko Pha Ngan. D, α and H/ , values of Kang Krung plots were 0.987, 64.033 and 4.659, respectively. The Pielou evenness index (E) of Kang Krung was 0.895. On other hand, D, α and H/ values of Than-Sadet - Ko Pha Ngan plot were 0.946, 27.714 and 3.544, respectively. E index of Than-Sadet - Ko Pha Ngan was 0.768. In addition, the similarity index comparison between the two plots which calculated by Sorensen method (1948) was 22.61%. This indicated that there were 22 same species from 252 total species between the two plots. The similarity index from this study was relatively lower than the similarity index of other healthy rainforests which ranged approximately 30-50%.

Furthermore, this study showed that the dbh class distribution patterns were similar between the two plots as they were distributed in negative exponential or L-shape. The density ratio comparison of dbh class interval suggested that the development of plant communities was high in both sites, in other words, smaller trees occurred in higher density than larger trees. We found that density ratio of the first diameter class (diameter range >4.5-10 cm) were 47% and 50%, while the ratio of >10-20 cm diameter class were 29% and 27%. Regarding the canopy layer classification, samples from both plot had four canopy layers. The results also revealed that Dipterocarpaceae family was the most dominant tress in the emergent and top canopy while the other canopy layers were dominated by various other families such as Phyllanthaceae and Burseraceae were dominant in Kang Krung plot; and Anacardiaceae and Clusiaceae were dominant in Than Sadet - Ko Pha Ngan plot.

Keywords: Moist evergreen forest, Fragmented ecosystem, Structure and species composition, Permanent plot, National park

วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้

ภาคบรรยาย

ปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ภายหลังการตัดทั้งหมดของไม้สัก อายุ 37 ปี ในพื้นที่สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

The Volume of Logging Residue after Clear-cutting of 37 years old Teak Plantation in Thong Pha Phum Forest Plantation, Kanchanaburi Province

ต่อลาภ คำโย[1*] จันทวรรณ ณ นคร[1] กันตพงศ์ เครือมา[1] ธิติ วานิชดิลกรัตน์[2] และ ธรรมรัตน์ อยู่จงดี[3]

Torlarp Kamyo[1*] Jantawan Na Nakhon[1] Kunthaphong Krarma[1] Thiti Wanishdilikratn[2] and Thammarat Yujongdee [3]

[1]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แพร่เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[1]Department of Agroforestry, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140

[2]สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แพร่เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[2]Department of Forest industry technology, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140

[3]สวนป่าทองผาภูมิ กาญจนบุรี 71180

[3]Thong Phapoom Plantation, Kanchanaburi 71180

*Corresponding Author; E-mail: **torlarp66@yahoo.com**

บทคัดย่อ

ปริมาตรเศษไม้ภายหลังการตัดทั้งหมดภายในแปลงสัก อายุ 37 ปี ในพื้นที่สวนป่าทองผาภูมิ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี สุ่มต้นสักจากพิกัดในแผนที่ให้กระจายทั่วทั้งแปลง เนื้อที่ 560 ไร่ โดยสุ่มต้นสักจำนวน 20 ต้น คิดเป็นร้อยละ 0.17 ทำการเก็บข้อมูลเศษไม้ปลายไม้ของต้นไม้ที่ตัดโค่น เพื่อศึกษาปริมาตรและมูลค่าของเศษไม้ปลายไม้สักที่ถูกตัดทิ้งไปโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์

พบว่ามีเศษไม้ปลายไม้ทั้งหมด 621 ท่อน มีปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ที่ถูกตัดทิ้งรวมทั้งหมด 4.78 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจากการหาปริมาตรเศษไม้ปลายไม้สามารถนำมาคำนวณเป็นมูลค่าของเศษไม้ปลายไม้ที่สูญเสียไปได้ โดยนำไปคิดราคาเป็นไม้ท่อนมีปริมาตรทั้งหมด 0.26 ลูกบาศก์เมตรต่อต้น คิดเป็นเงิน 425.15 บาท เมื่อคิดกับไม้ทั้งแปลงจำนวน 11,654 ต้น จะได้ปริมาตรทั้งหมด 116.54 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นเงิน 2,477.64 บาท ส่วนที่เป็นไม้ฟืนโดยคิดราคาเปรียบเทียบกับไม้ฟืนในสวนยางพารา ราคาตันละ 1,000 บาท มีปริมาตร 4.52 ลูกบาศก์เมตร หรือ 2.93 ตัน คิดเป็นเงิน 2,930 บาท เมื่อเทียบกับไม้ทั้งแปลงจำนวน 11,654 ต้น จะได้ปริมาตรไม้ฟืนทั้งหมด 2,633.80 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 1,711.97 ตัน คิดเป็นเงินที่ได้จากไม้ฟืนทั้งหมด 1,711,972.60 บาท รวมทั้งแปลงเนื้อที่ 560 ไร่ จะได้เศษไม้ปลายไม้ทั้งที่เป็นไม้ท่อนและไม้ฟืนทั้งหมด 2,750.34 ลูกบาศก์เมตร รวมเป็นเงินทั้งหมด 1,714,450.24 บาท ทั้งนี้ถ้ามีการเก็บเศษไม้เหล่านี้มาใช้ประโยชน์หรือนำไปจำหน่ายก็จะทำให้ทางสวนป่ามีรายได้เพิ่มขึ้น และเป็นการใช้ไม้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ การตัดทั้งหมด ไม้สักอายุ 37 ปี สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

ABSTRACT

Volume of logging residue was investigated in a 37 years old Teak Plantation in Thong Pha Phum Forest Plantation, Kanchanaburi Province after clear-cutting. Twenty teaks, accounting for 0.17% of the trees, were randomly selected from a total area of 560 rai. Data of logging residue were recorded in order to assess the volume and the value of unused teak residues.

The results showed that a total number of logging residue was 621 pieces with a volume of 4.78 m^3. This residue's volume was then used for calculating lost value of the unused teak part. For cost estimation, the log volume was 0.26 m^3 per tree, costing 425.15 baht. Therefore, the cost of the whole plantation, 11,654 trees with a total volume of 116.54 m^3, would cost 2,477.64 baht. In addition, small

pieces of teak which could be used as firewood would cost 1,000 baht per ton assuming that the price would be similar to price of firewood from the rubber plantation. Firewood from teak residues had volume of 4.52 m^3 or 2.93 tons, costing 2,930 baht. Therefore, the total volume of firewood from 11,654 trees, in the whole plantation, was 2,633.80 m^3 or 1,711.97 tons, costing 1,711,972.60 baht. In conclusion, the whole plantation with an area of 560 rai could provide logging residues and firewood with a total volume of 2,750.34 m^3, costing 1,714,450.24 baht. The study suggested that utilization of logging residues and firewood could generate incomes and promote sustainable uses of wood.

Keywords: logging residue, clear cutting, teak aged 37 years, Thong Pha Phum plantation, Kanchanaburi

คำนำ

การทำไม้สัก ได้ชื่อว่ามีระเบียบเข้มงวดมากโดยเฉพาะข้อสันนิษฐานว่าการปลูกง่าย การตัดทำได้ยาก จึงทำให้การส่งเสริมการปลูกไม้สักสำหรับประชาชนทั่วไปไม่ได้สำเร็จมากนัก ขณะที่องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ในฐานะรัฐวิสาหกิจที่มีหน้าที่สร้างสวนป่าเพื่อเศรษฐกิจ จึงต้องยึดระเบียบการขึ้นทะเบียนสวนป่าไม้สักที่ตัดทุกต้นจะต้องตีตราขึ้นทะเบียนกำกับด้วย การทำไม้แต่ละครั้งนั้นเมื่อโค่นไม้ลงแล้ว ก่อนที่จะลำเลียงไม้ออกจากแปลงต้องทำการลิดกิ่งออก แล้วตัดไม้ตามความโตที่สามารถทำเป็นสินค้าได้ เพื่อสะดวกต่อการลำเลียงออกจากแปลง เคลื่อนย้ายขึ้นรถจากแปลงปลูกไปไว้ยังหมอนไม้ จากนั้นจะนำไปวัดเพื่อตัดทอนให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ ในขณะที่เศษไม้ปลายไม้ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ถูกตัดทิ้งไว้ในแปลงให้ผุพังหรือเผาไป ไม้ที่เป็นเศษไม้ปลายไม้เหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “ไม้ต่ำกว่ามาตรฐาน” แต่เดิมเป็นไม้ที่ไม่สามารถนำออกมาจำหน่ายเป็นสินค้าได้ จำเป็นต้องทิ้งไว้ในป่า เพราะค่าใช้จ่ายในการทำและการลากขนมีราคาสูงไม่คุ้มกับราคาขายของไม้ขนาดนั้น ๆ พร้อมทั้งมีระเบียบวิธีปฏิบัติและกฎหมายควบคุมมากจนไม่สามารถกระทำได้เป็นเหตุให้ไม้ประเภทนี้ถูกไฟไหม้ผุพังทิ้งไปอย่างน่าเสียดาย ความเป็นจริงแล้วไม้ประเภทนี้ยังมีทางที่พอจะใช้ทำประโยชน์ แต่ค่าใช้จ่ายในการทำและขนส่งนั้นสูงกว่าราคาขาย การที่จะนำไม้เหล่านี้ออกมาสู่ตลาดใช้ประโยชน์ได้ก็จะต้องหาวิธีลดต้นทุนในการทำและขนส่งลง (อรพรรณ และ สันติ, 2556)

สวนป่าทองผาภูมิเป็นหนึ่งในสวนป่าในสังกัดองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ปัจจุบันมีพื้นที่จำนวน 20,913.511 ไร่ ซึ่งมีแปลงปลูกสักจำนวน 15,378.491 ไร่ สวนป่าทองผาภูมิมีเป้าหมายในการทำไม้ออกแต่ละปีประมาณ 2,000 ลูกบาศก์เมตร และเศษไม้ปลายไม้ที่โดนตัดทิ้งก็มีจำนวนมากที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ปล่อยทิ้งไปอย่างน่าเสียดาย การหาปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ที่ถูกตัดทิ้งไว้ภายในแปลงหากการทำไม้ระบบตัดหมด (Clear cutting system) มีปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ที่ถูกตัดทิ้งมาก จะคุ้มกับการลงทุนในการเก็บไม้เหล่านั้นออกมาจำหน่ายสู่ท้องตลาดหรือนำมาแปรรูป (เสาวลักษณ์ และ คณะ, 2550)

ดังนั้นจึงมีการศึกษาเพื่อหาปริมาตรของเศษไม้ปลายไม้ที่ถูกตัดทิ้งไปโดยที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ เพื่อทำให้ทราบถึงปริมาตรของเศษไม้ปลายไม้ที่ถูกตัดทิ้งไปว่า มีปริมาตรมากพอที่จะลงทุนเก็บไม้เหล่านั้นออกมาแปรรูปหรือนำมาจำหน่ายสู่ท้องตลาด และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับสวนป่าทองผาภูมิและองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. วัสดุและอุปกรณ์

1. เทปวัดระยะ
2. สายวัด
3. แบบฟอร์มและปากกาจดบันทึก
4. กล้องถ่ายรูป
5. คอมพิวเตอร์
6. โปรแกรม LV.

2. วิธีการดำเนินการศึกษา

2.1 ทำการสุ่มเก็บข้อมูลไม้สัก แปลงปี พ.ศ. 2525 ซึ่งมีอายุ 37 ปี มีไม้สักทั้งหมด 11,654 ต้น โดยเลือกสุ่มต้นสักจากพิกัดในพื้นที่ให้กระจายทั่วทั้งแปลง เนื้อที่ 560 ไร่ สุ่มเลือกจำนวน 20 ต้น คิดเป็นร้อยละ 0.17

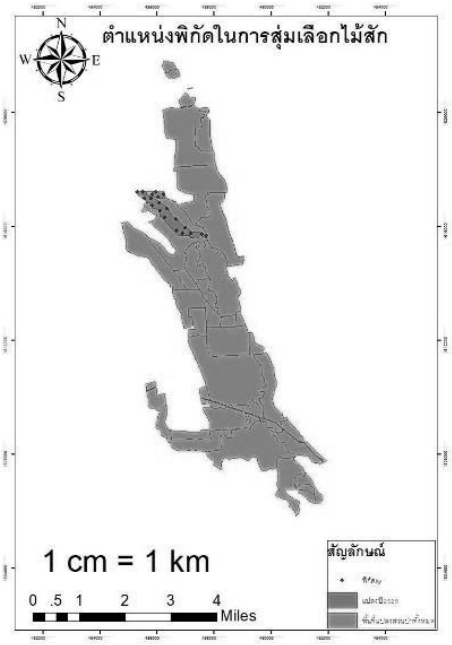


Figure 1 Position for random points

1) นำพิกัดที่สุ่มเลือกไปเดินหาตำแหน่งต้นสักที่สุ่มแล้วทำการพ่นสีหมายวัดคัดเลือก

2) ทำการโค่นต้นที่สุ่มเลือกไว้จากนั้นทำการลิดกิ่งออก โดยกิ่งที่ตัดออกนั้นเป็นไม้ที่มีความโตต่ำกว่ามาตรฐาน คือ มีขนาดเส้นรอบวงน้อยกว่า 30 เซนติเมตร หรือเป็นไม้ที่มีลักษณะที่ไม่สามารถนำไปเป็นสินค้าได้ เช่น คดงอ เป็นโพรง และแตก จึงถูกตัดทิ้งเป็นเศษไม้

3) วัดความยาวของเศษไม้ปลายไม้จากโคนท่อนถึงปลายท่อน และวัดความโตที่กึ่งกลางท่อน โดยวัดทุกท่อนที่เป็นเศษไม้ที่มีขนาดต่ำกว่ามาตรฐาน ขนาดเล็กสุดที่วัด คือ เส้นรอบวง 5 เซนติเมตร และวัดไม้ที่มีลักษณะคดงอ เป็นโพรง หรือแตก ไม่สามารถนำไปจำหน่ายได้ จดบันทึกข้อมูล

4) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาตรเศษไม้ปลายไม้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาตรเศษไม้ปลายไม้

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณหาปริมาตรและราคา ดังนี้

1) การหาปริมาตร

จากข้อมูลเศษไม้ปลายไม้ที่วัดมา ซึ่งมีข้อมูลความยาวและขนาดความโตเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อนสามารถนำข้อมูลเศษไม้ปลายไม้ความยาว (เซนติเมตร) และความโตหรือเส้นรอบวง (เซนติเมตร) จำนวน 20 ต้น ที่วัดได้กรอกลงในโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดค่ามาตรฐานตามองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ สำหรับคิดปริมาตรและมูลค่าไม้ (งานสวนป่าทองผาภูมิ, 2558)

2) การแบ่งช่วงความยาวและความโตของเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อนของเศษไม้ปลายไม้

การแบ่งช่วงความยาวและความโตเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อนของเศษไม้ปลายไม้ เป็นการแบ่งเพื่อให้เห็นว่าแต่ละช่วงความยาวและความโตเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อน มีจำนวนและร้อยละเศษไม้ปลายไม้

3) การคำนวณราคา

ในการศึกษาการหาปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ ได้ข้อมูลความโตของเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อนของเศษไม้ปลายไม้ โดยมีความโตของเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อนตั้งแต่ 5-36 เซนติเมตร ซึ่งเศษไม้ปลายไม้ที่มีความโตของเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อนขนาด 5-29 เซนติเมตร เป็นเศษไม้ปลายไม้ไม้ที่มีขนาดเล็ก จึงจัดให้อยู่ในไม้ฟืน แต่เนื่องจากไม้สักเป็นไม้หวงห้ามในการจะทำไม้ออกจำหน่ายต้องมีการตีตราก่อนทุกท่อน ในการที่จะเก็บเศษไม้ปลายไม้มาตีตรานั้นทำได้ยาก เพราะเศษไม้ปลายไม้มีปริมาณจำนวนมากไม่คุ้มกับค่าแรงที่จะทำ จึงไม่มีใครนำเศษไม้ปลายไม้ของไม้สักมาทำฟืน ทำให้ไม่มีราคาไม้ฟืนของไม้สัก ทำการหาน้ำหนักโดยการเทียบปริมาตรไม้สักออกมาเป็นกิโลกรัมโดยไม้สัก 1 ลูกบาศก์เมตร มีน้ำหนัก 650 กิโลกรัม (ส่วนพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, 2547) ในการเทียบราคาไม้ฟืนในการศึกษาครั้งนี้จึงนำราคาไม้ฟืนของไม้ยางพารามาอ้างอิงเนื่องจากในพื้นที่ใกล้เคียงมีการขายไม้ยางพาราเพื่อนำไปใช้เป็นฟืน โดยไม้ฟืนที่ได้จากไม้ยางพารามีราคาตันละ 1,000 บาท (การยางแห่งประเทศไทย, 2561) ส่วนเศษไม้ปลายไม้ที่มีขนาดความโตของเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อน 30-36 เซนติเมตร สามารถนำมาเทียบราคากับราคาไม้สักขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ได้ โดยการนำราคาไม้สัก (ไม้ท่อน) ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้มาลดร้อยละ 50 เพื่อใช้เป็นราคาของเศษไม้ปลายไม้เนื่องจากไม้มีขนาดเล็กแต่ก็ยังสามารถนำไปทำเป็นสินค้าบางชนิดได้

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาตรเศษไม้ปลายไม้

ไม้สักที่ทำการสำรวจ 20 ต้น พบว่ามีเศษไม้ปลายไม้ที่ถูกตัดทิ้งทั้งหมด 621 ท่อน มีปริมาตรทั้งหมด 4.78 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการทำไม้แบบตัดหมด ในพื้นที่ 560 ไร่ มีไม้สักทั้งหมด 11,654 ต้น จะมีจำนวนเศษไม้ปลายไม้ทั้งหมดประมาณ 361,274 ท่อน และมีปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ทั้งหมดประมาณ 2,785.31 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นพื้นที่ 4.97 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

2. การแบ่งช่วงความยาวของเศษไม้ปลายไม้

สามารถแบ่งตามช่วงความยาวของเศษไม้ได้ 4 ช่วง ได้แก่ ความยาวน้อยกว่า 2 เมตร, 2 ถึงน้อยกว่า 4 เมตร, 4 ถึงน้อยกว่า 6 เมตร และมากกว่า 6 เมตรขึ้นไป แต่ละช่วงความยาวมีจำนวนเศษไม้เท่ากับ 208, 334, 66 และ 13 ท่อน คิดเป็นร้อยละ 33, 54, 11 และ 2 ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Total Length of logging residue.

Logging residue length		Total Length of logging residue (%)
Length (m)	Number (section)	
< 2 m	208	33
2 - < 4 m	334	54
4 - <6 m	66	11
> 6 m	13	2
Total	621	100

3. การแบ่งช่วงความโตเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อนของเศษไม้ปลายไม้

สามารถแบ่งช่วงความโตของเศษไม้ได้ 5 ช่วง ได้แก่ ความโตน้อยกว่า 10, 10-19, 20-29, 30-34 และ 35-39 เซนติเมตร (ไม้ที่โตมากกว่า 30 เซนติเมตร เป็นไม้ที่มีตำหนิ คดงอ หรือแตก จึงไม่สามารถนำไปเป็นสินค้าได้) แต่

ละช่วงความโตมีจำนวนเศษไม้เท่ากับ 78, 406, 127, 9 และ 1 ท่อน คิดเป็นร้อยละ 13, 65, 20 และ 1 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Total GBH of logging residue.

Logging residue		**Total GBH of logging residue** (%)
GBH (cm)	**Number (section)**	
< 10 cm	78	13
10-19 cm	406	65
20-29 cm	127	20
30-34 cm	9	1
35-39 cm	1	0
Total	621	100

4. จำนวนเศษไม้ปลายไม้ในแต่ละช่วงความยาวและความโต

สามารถแบ่งช่วงเศษไม้ปลายไม้ในช่วงความโตและความยาวต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละช่วงความโตสามารถแบ่งความยาวออกเป็น 4 ช่วงคือ ต่ำกว่า 2 เมตร, 2 ถึง ต่ำกว่า 4 เมตร, 4 ถึงต่ำกว่า 6 เมตร และมากกว่า 6 เมตรขึ้นไป ช่วงความโตน้อยกว่า 10 เซนติเมตร เท่ากับ 50, 26, 2, 0 ท่อน ตามลำดับ ช่วงความโต 10-19 เซนติเมตร มีจำนวนท่อน เท่ากับ 133, 249, 23 และ 1 ท่อน ตามลำดับ ช่วงความโต 20-29 เซนติเมตร มีจำนวนท่อน เท่ากับ 23, 54, 38 และ12 ท่อน ตามลำดับ ช่วงความโต 30-34 เซนติเมตร มีจำนวนท่อน เท่ากับ 2, 4, 3 และ 0 ตามลำดับช่วงความโต 35-39 เซนติเมตร มีจำนวนท่อน เท่ากับ 0, 1, 0, และ 0 ตามลำดับ (Table 3) ปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ที่ถูกตัดทิ้งไปโดยไม่ได้ใช้ประโยชน์ ในพื้นที่สวนป่าทองผาภูมิ พบว่า เศษไม้ปลายไม้มีความยาวเฉลี่ย 249.55 ± 124.55 เซนติเมตร มีความโตเฉลี่ย 15.43 ± 5.50 เซนติเมตร มีปริมาตรรวมทั้งหมด 4.78 ลูกบาศก์เมตร

Table 3 Length and GBH division of logging residue.

GBH (cm)	**length (m) / section**				**Number of section**
	< 2 m	**2 - <4 m**	**4 - <6 m**	**> 6 m**	
< 10 cm	50	26	2	0	78
10-19 cm	133	249	23	1	406
20-29 cm	23	54	38	12	127
30-34 cm	2	4	3	0	9
35-39 cm	0	1	0	0	1
Total	**208**	**334**	**66**	**13**	**621**

5. ปริมาตรของเศษไม้ปลายไม้ในแต่ละช่วงความยาวและความโต

เศษไม้ปลายไม้ในช่วงความโต 10-19 เซนติเมตร มีช่วงยาวต่ำกว่า 2 เมตร, 2 ถึงต่ำกว่า 4 เมตร มีปริมาตรไม้มากที่สุด เท่ากับ 1.551 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณรวม เท่ากับ 2.358 ลูกบาศก์เมตร และช่วงความโต 34-39 เซนติเมตร เป็นช่วงที่มีปริมาตรน้อยที่สุด มีปริมาตรไม้เท่ากับ 0.045 ลูกบาศก์เมตร (Table 4)

Table 4 Volume of Logging residue

GBH (cm)	length (m) / volume of logging residue (m^3)				Total of the volume
	< 2 m	2- < 4 m	4- <6 m	> 6 m	
< 10 cm	0.054	0.052	0.006	0	0.112
10-19 cm	0.51	1.551	0.275	0.022	2.358
20-29 cm	0.123	0.66	0.778	0.493	2.054
30-34 cm	0.021	0.1	0.09	0	0.211
35-39 cm	0	0.045	0	0	0.045
Total	0.708	2.408	1.149	0.515	4.78

6. การคำนวณราคา

เศษไม้ปลายไม้ที่ขายเป็นไม้ท่อนได้มีปริมาตร 0.26 ลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยต้นละ 0.01 ลูกบาศก์ คิดเป็นมูลค่าของเศษไม้ปลายไม้โดยคิดลดลงร้อยละ 50 จากราคาไม้สักขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ คิดเป็นเงินเท่ากับ 425.15 บาท เฉลี่ยต้นละ 21.26 บาท ส่วนเศษไม้ปลายไม้ที่มีความโตเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อน 5-29 เซนติเมตร จัดให้เป็นไม้ฟืนโดยนำมาเทียบกับราคาไม้ฟืนที่ได้จากไม้ยางพารา ราคาตันละ 1,000 บาท ซึ่งเศษไม้ปลายไม้ที่เป็นไม้ฟืนมีปริมาตรทั้งหมด 4.52 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นน้ำหนัก 2.93 ตัน เฉลี่ยต้นละประมาณ 0.226 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นเงินทั้งหมด 2,938 บาท เฉลี่ยต้นละ 146.9 บาท (Table 5)

7. การเทียบราคากับไม้ที่หากทำการตัดหมดทั้งแปลง

เศษไม้ปลายไม้ที่ขายเป็นไม้ท่อนได้มีปริมาตร 0.226 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นมูลค่าของเศษไม้ปลายไม้โดยคิดลดลงร้อยละ 50 จากราคาไม้สักขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ คิดเป็นเงินเท่ากับ 425.15 บาท ถ้าไม้สักทั้งหมด 11,654 ต้นจะได้เศษไม้ปลายไม้ที่มีขนาดเป็นไม้ท่อนเท่ากับ 116.54 ลูกบาศก์เมตร เป็นเงินทั้งหมด 2,477.64 บาท ส่วนเศษไม้ปลายไม้ที่มีความโตเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อน 5-29 เซนติเมตร จัดให้เป็นไม้ฟืนโดยนำมาเทียบกับราคาไม้ฟืนที่ได้จากไม้ยางพารา ราคาตันละ 1,000 บาท เศษไม้ปลายไม้ที่เป็นไม้ฟืนมีปริมาตรทั้งหมด 4.52 ลูกบาศก์เมตร หรือเท่ากับ 2.938 ตัน คิดเป็นเงิน 2,938 บาท ถ้าไม้สักทั้งหมด 11,654 ต้น จะได้ไม้ฟืนทั้งหมด 2,633.80 ลูกบาศก์เมตร หรือ 1,711.97 ตัน คิดเป็นเงิน 1,711,972.60 บาท รวมทั้งแปลงเนื้อที่ 560 ไร่ มีไม้สักจำนวน 11,654 ต้น จะได้เศษไม้ปลายไม้ทั้งที่เป็นไม้ท่อนและไม้ฟืนทั้งหมด 2,633.80 ลูกบาศก์เมตร รวมเป็นเงินทั้งหมด 1,714,450.24 บาท (Table 5)

Table 5 Volume and price of logging residue.

Type of Logging residue	Volume of 20 trees random (m^3)	price (Baht)	Volume of total trees (m^3)	Total of price (Baht)
Firewood	4.52 (2.93 tan)	2,938	2,633.80 (1,711.97 tan)	1,711,972.60
Logging residue sold as logs	0.26	425.15	116.54	2,477.64
Total	4.78	3,363.15	2,750.34	1,714,450.24

สรุป

การหาปริมาตรเศษไม้ภายหลังการตัดทั้งหมดภายในแปลงสัก อายุ 37 ปี ในพื้นที่สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยมีการศึกษาปริมาตรของเศษไม้ปลายไม้ที่เหลือที่ถูกตัดทิ้ง สรุปผลการศึกษาดังนี้

1. ปริมาตรของเศษไม้ปลายไม้

มีเศษไม้ปลายไม้ทั้งหมด 621 ท่อน มีปริมาตรเศษไม้ปลายไม้ที่ถูกตัดทิ้งรวมทั้งหมด 4.78 ลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยแล้วมีเศษไม้ต้นละ 0.239 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งในแปลงปลูกปี พ.ศ. 2525 มีพื้นที่ทั้งหมด 560 ไร่ มีต้นไม้ทั้งหมด 11,654 ต้น หากทำไม้แบบตัดหมด (Clear cutting system) มีเศษไม้ที่ถูกตัดทิ้งทั้งหมดประมาณ 2,750.34 ลูกบาศก์เมตร

2. ช่วงความยาวและความโตและจำนวนท่อนของเศษไม้ปลายไม้

เศษไม้ทั้งหมด 621 ท่อน พบว่าจำนวนเศษไม้ปลายไม้ช่วงความยาวมากที่สุด คือ 2 ถึงต่ำกว่า 4 เมตร จำนวน 334 ท่อน คิดเป็นร้อยละ 54 ของเศษไม้ปลายไม้ทั้งหมด ส่วนช่วงความโตเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อนที่พบมากที่สุดคือ 10-19 เซนติเมตร จำนวน 406 ท่อน คิดเป็นร้อยละ 65 ของเศษไม้ปลายไม้ทั้งหมด พบมากที่สุดคือ เศษไม้ปลายไม้ที่อยู่ในช่วงความยาว 2 ถึงต่ำกว่า 4 เมตร มีความโตเส้นรอบวงกึ่งกลางท่อน 10-19 เซนติเมตร จำนวน 249 ท่อน

3. การคำนวณราคา

เศษไม้ปลายไม้ที่นำไปคิดราคาเป็นไม้ท่อนมีปริมาตรทั้งหมด 0.26 ลูกบาศก์เมตร โดยเทียบราคาจากราคาไม้สักขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้โดยคิดลดลงจากราคาเดิม 50% คิดเป็นเงิน 425.15 บาท เมื่อคิดกับไม้ทั้งแปลงจำนวน 11,654 ต้น จะได้ปริมาตรทั้งหมด 116.54 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นเงิน 2,477.64 บาท ซึ่งการคำนวณราคาเศษไม้ที่เป็นท่อนเพื่อปริมาณปริมาตรของเศษไม้ท่อนไว้สำหรับใช้เป็นฐานข้อมูลของไม้ที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นเล็กได้ในอนาคตเมื่อถึงเวลาที่มีความต้องการใช้ไม้มากขึ้น ส่วนเศษไม้ปลายไม้ที่มีขนาดเล็กไม่สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กก็นำมาคำนวนเป็นไม้ฟืน โดยเทียบราคาไม้ฟืนที่ได้จากไม้ยางพารา ราคาตันละ 1,000 บาท ซึ่งไม้ 1 ตันของสัก มีค่าประมาณ 0.65 ตัน เศษไม้ปลายไม้ที่เป็นไม้ฟืนมีปริมาตร 4.52 ลูกบาศก์เมตร หรือ 2.938 ตัน คิดเป็นเงิน 2,938 บาท เมื่อเทียบกับไม้ทั้งแปลงจำนวน 11,654 ต้น จะได้ปริมาตรไม้ฟืนทั้งหมด 2,633.80 ลูกบาศก์เมตร หรือ 1,711.97 ตัน คิดเป็นเงินที่ได้จากไม้ฟืนทั้งหมด 1,711,972.60 บาท รวมทั้งแปลงเนื้อที่ 560 ไร่ มีไม้สักจำนวน 11,654 ต้น จะได้เศษไม้ปลายไม้ทั้งที่เป็นไม้ท่อนและไม้ฟืนทั้งหมด 2,633.80 ลูกบาศก์เมตร รวมเป็นเงินทั้งหมด 1,714,450.24 บาท

ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้จำนวนต้นสักที่ศึกษาให้มากขึ้นเพื่อที่จะได้ข้อมูลเศษไม้ที่ครอบคลุมทุกขนาดช่วงชั้นของสวนสักจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำมากขึ้น

2. ควรมีการศึกษาปริมาตรของเศษไม้ที่เหลือจากการตัดทอนไม้ที่หมอนไม้ด้วย เพราะเศษไม้ที่ถูกตัดทิ้งในระหว่างการทอนไม้ถือว่าเป็นเศษไม้และถูกตัดทิ้งไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์

3. ควรพิจารณาหาวิธีการพัฒนาเศษไม้ปลายไม้ทำเป็นผลิตภัณฑ์อย่างอื่นที่มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ส่วนพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้. 2547. **คุณลักษณะของไม้ไทย**. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

งานสวนป่าทองผาภูมิ. 2558. **เอกสารเผยแพร่การจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืน งานสวนป่าทองผาภูมิ**. แหล่งที่มา: fio.co.th/stfs/doc_standard/59/59tpp.pdf, 6 พฤษภาคม 2562.

เสาวลักษณ์ รุ้งตะวันเรืองศรี, โรจนัจฉริย์ ด่านสวัสดิ์ และประภาพรรณ กำภู. 2550. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านเนื้อไม้ของป่าเขาหัวช้าง ตำบลตะโหมด อำเภอตะโหมด จังหวัดพัทลุง. **วารสารเศรษฐศาสตร์ธรรมศาสตร์** 25(1) : 106-129.

อรพรรณ ปานขาว และ สันติ สุขสอาด. 2556. การผลิตและการตลาดของผลิตภัณฑ์ไม้สักในตำบลน้ำชำ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่. **วารสารวนศาสตร์** 33 (1) : 28-35.

การยางแห่งประเทศไทย. 2561. **ราคาประกาศรับซื้อ ณ. โรงงาน**. แหล่งที่มา: http://www.rubber.co.th/rubber2012/web/service9.php, 6 พฤษภาคม 2

การศึกษาอัตราการแตกหน่อจากรากของไม้พะยูง จากการตัดรากของกล้าไม้ค้างปีที่งอกลงดิน

Study of Sprouting Rate from *Dalbergia cochinchinensis* Pierre's Root which Grew into the Soils since the previous Years

อดิศร คงคิด[1*] และ ศิริญา ศรีแสง[1]

Adisorn Kongkid[1*] and Siriya srisamg[1]

[1] สถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ศูนย์ป่าไม้สุราษฎร์ธานี สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 11 (สุราษฎร์ธานี)

Ban Ta Khun, Surat Than, Silvicultural Research Station, Forestry centersuratthani, Forest Mangement Bureau No.11 (Surat Tani Province)

*Corresponding Author; E-mail: **Kongkid89@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราการแตกหน่อจากรากของไม้พะยูง อายุ 7 ปี ที่รากงอกลงดินในระยะเวลา 2 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดำเนินการเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยวิธีการตัดราก และวิธีการตัดรากที่เหมาะสมต่ออัตราการแตกหน่อของไม้พะยูง โดยใช้รูปแบบวิธีการตัดราก 3 วิธี คือ 1) ตัดรากเหนือพื้นดิน ไม่แทงราก 2) ตัดรากเหนือพื้นดิน แทงรากรอบต้นเป็นวงกลมลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร และ 3) ไม่ตัดรากเหนือพื้นดิน แต่แทงราก รอบต้นเป็นวงกลม ลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร โดยใช้การทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 3 ซ้ำ ใน 3 การทดลอง และศึกษาอัตราการเติบโตหลังจากย้ายหน่อลงถุงดินเมื่ออายุ 120 วัน

ผลการศึกษา พบว่า หน่อไม้พะยูงที่ไม่ตัดรากเหนือพื้นดิน แต่แทงรากรอบต้นเป็นวงกลมลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร มีอัตราการแตกหน่อสูงที่สุด อัตราการแตกหน่อของไม้พะยูงเฉลี่ย 6.00 หน่อ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือการตัดรากเหนือพื้นดิน แทงรากรอบต้นเป็นวงกลมลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร อัตราการแตกหน่อของไม้พะยูงเฉลี่ย 4.33 หน่อ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และวิธีการตัดรากเหนือพื้นดิน ไม่แทงราก มีอัตราการแตกหน่อต่ำที่สุด อัตราการแตกหน่อของไม้พะยูงเฉลี่ย 1.00 หน่อ โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ภายหลังการย้ายหน่อของไม้พะยูงลงถุง 120 วัน หน่อไม้พะยูงมีอัตราการรอดตายร้อยละ 32.35 ทั้งนี้หน่อไม้พะยูงไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านความโตแต่มีความสูงเพิ่มขึ้นประมาณ 2.54 เซนติเมตร

คำสำคัญ: ตัดราก การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แตกหน่อ พะยูง บ้านตาขุน สุราษฎร์ธานี

ABSTRACT

Sprouting rate of tree from 2 years-developed root was investigated in 7 years old *Dalbergia cochinchinensis* Pierre, Ban Ta Khun in Surat Thani Silvicultural Research Station. The project aimed to study vegetative propagation by root cutting method; and explore suitable root cutting methods appropriate for sprouting of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre. Three root cutting methods were used in this study: 1) cutting root above ground without digging the soil around the root; 2) cutting root above ground, and digging the soil (15 cm in depth) around the root in 2 circles with 5 cm radius and 15 cm radius; and 3) digging the soil around root similar to the second method but without cutting the root. Completely Randomized Design (CRD) was used in the experiments. Three replications in 3 experiments were conducted. Growth rates were calculated 60 days after moving the shoots into the nursery bags.

The study found that sprouting rates of Dalbergia cochinchinensis Pierre of tree from Method 3 was the highest followed by Method 2 and Method 1, respectively. The statistical analysis reveal that sprouting rates of the three root cutting methods were no significantly different. The Average sprouting rate of Method 3, Method 2, and Method 1 were 6 branches, 4.33 branches, and 1 branch, respectively.

Survival rate of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre. calculated after 120 days of transferring the plant to nursery bag was 32.35 percent.

Keywords: Rooting, vegetative propagation, sprouting, *Dalbergia cochinchinensis* Pierre,

คำนำ

พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) เป็นไม้อยู่ในวงศ์ LEGUMINOSAE- PAPILIONOIDEAE เป็นชื่อพื้นเมืองทางการของไม้ชนิดนี้ แต่ก็มีการเรียกขานที่แตกต่างกันไป ตามท้องถิ่นต่าง ๆ เช่น กระยง กระยุง (เขมร – สุรินทร์) ขะยุง (อุบลราชธานี) ประดู่ลาย (ชลบุรี) พะยูงไหม (สระบุรี) ประดู่เสน (ตราด) ประดู่ตม (จันทรบุรี) หีวสีเมาะ (จีน) เป็นต้น มีชื่อทางการค้าในตลาดต่างประเทศว่า Siamese Rosewood หรือ Thailand Rosewood พะยูงเป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงถึง 25 เมตร มีช่วงลำต้น 10-15 เมตร ปัญหาและข้อจำกัด เช่น โตช้า ขาดแคลนกล้าไม้ที่มีคุณภาพตลอดจนเมล็ดพันธุ์ และคุณภาพของเมล็ดที่ใช้ทำเป็นแหล่งแม่ไม้พันธุ์ดีมีจำกัด มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย พม่า กัมพูชา ลาว และเวียดนาม (ชัยสิทธิ์, 2552) พะยูงจัดว่าเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และยังเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่มีราคาแพงที่สุด ชนิดหนึ่งในตลาดต่างประเทศอีกด้วย

เพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากการปรับปรุงพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพ การคัดเลือกแม่ไม้และขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ ซึ่งทำให้ต้นไม้มีลักษณะเหมือนต้นแม่ไม้ จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเก็บรวบรวม แม่ไม้พันธุ์ดีมาจัดทำเป็นสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการแตกหน่อ จากราก และวิธีการตัดรากที่เหมาะสมกับการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยวิธีการตัดรากของกล้าไม้พะยูงอายุ 7 ปี ที่รากงอกลงดินในระยะเวลา 2 ปี ที่แตกต่างกัน 3 วิธี และเพื่อศึกษาอัตราการรอดตายหลังย้ายหน่อจากรากของไม้พะยูงใส่ถุง สำหรับการผลิตกิ่งพันธุ์ดีเพื่อการปลูกสร้างสวนป่า ตลอดจนศึกษาเทคนิคการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศของไม้พะยูงที่ได้ผลดี เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่ตรงตามแม่ไม้ที่ต้องการมีความเหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งสามารถนำไปส่งเสริมให้กับเกษตรกร หรือผู้ที่สนใจต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กล้าไม้พะยูงพันธุ์ดีจากต้นแม่ไม้กิ่งปักชำ (Figure 1)
2. จอบ เสียม เลื่อยโค้ง พร้า กรรไกรตัดกิ่ง ไม้บรรทัด ปากกา ฟิวเจอบอร์ด สายยาง ดินสอ



Figure 1 *Dalbergia cochinchinensis* Pierre seedlings from the cuttings.

3. ไม้ไผ่
4. ตลับเมตร เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
5. ถุงใส่ดินขนาด 4“x 6”
6. ดินผสม ดินผสมขุยมะพร้าว ในอัตราส่วน 1:1

วิธีการ

คัดเลือกกล้าไม้พะยูงอายุ 7 ปี ไม่มีการตัดรากและเคลื่อนย้ายกล้าไม้มาก่อนเป็นเวลา 2 ปี มีความสมบูรณ์และมีรากลงดิน ยาว ลึก และแน่น ดำเนินการตามวิธีการที่ได้วางแผนการทดลองไว้ 3 วิธี โดยใช้การทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งเป็น 3 ซ้ำ ใน 3 การทดลอง ดังนี้

1. ตัดรากเหนือพื้นดิน ไม่แทงราก จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น (Figure 2-3)



Figure 2 Above ground root cut and no soil drilling.

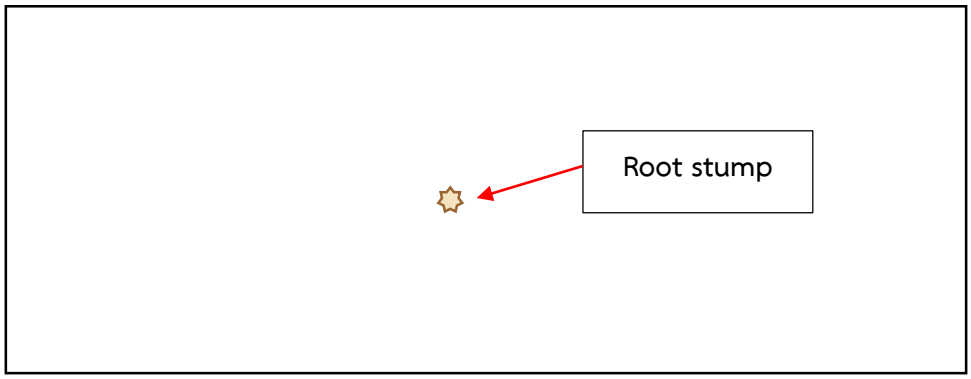


Figure 3 *Dalbergia cochinchinensis* Pierre.

2. ตัดรากเหนือพื้นดิน แทงรากรอบต้นเป็นวงกลมลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น (Figure 4-7)



Figure 4 Above ground root cutting.



Figure 5 Soil drilling of 5 cm radius from the root stump and 15 deep.



Figure 6 Soil drilling of 15 cm radius from the root stump and 15 deep.

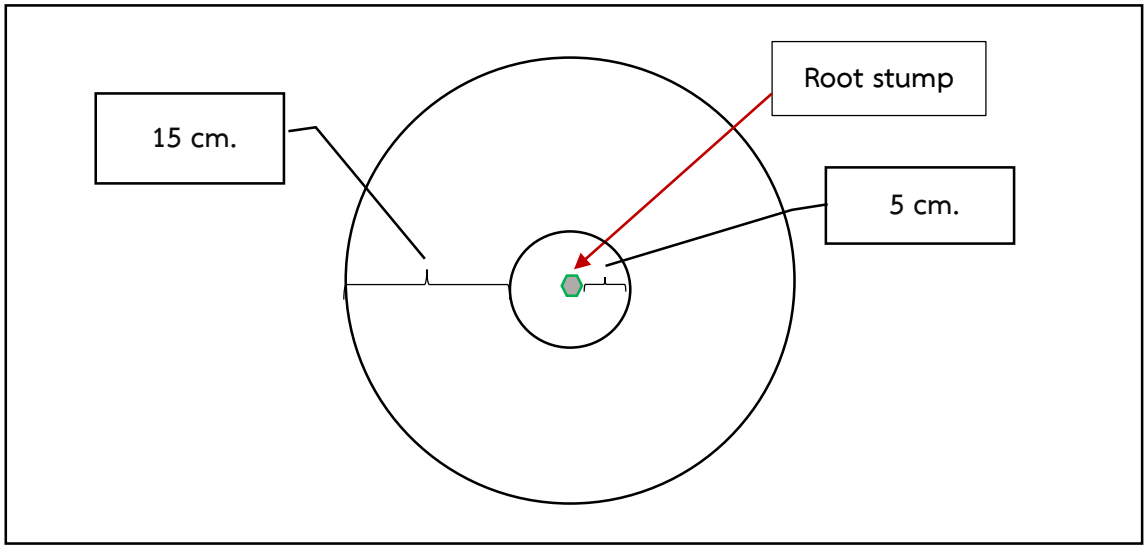


Figure 7 Cut the roots above the ground stab round in a circle.

3. ไม่ตัดรากเหนือพื้นดิน แต่แทงรากรอบต้นเป็นวงกลม ลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น (Figure 8-12)



Figure 8 No above ground root cutting.



Figure 9 Soil drilling of 5 cm radius from the root stump and 15 deep.



Figure 10 Soil drilling of 15 cm radius from the root stump and 15 deep.

หลังจากตัดรากแล้วให้น้ำทุกๆ 2 วัน โดยให้น้ำครั้งละ 20 นาที ด้วยสปริงเกอร์ สังเกตการณ์แตกหน่อทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 50 วัน ในแต่ละระยะของแต่ละวิธี และบันทึกข้อมูลการเติบโตทางด้านความโต และความสูงจนครบ 50 วัน

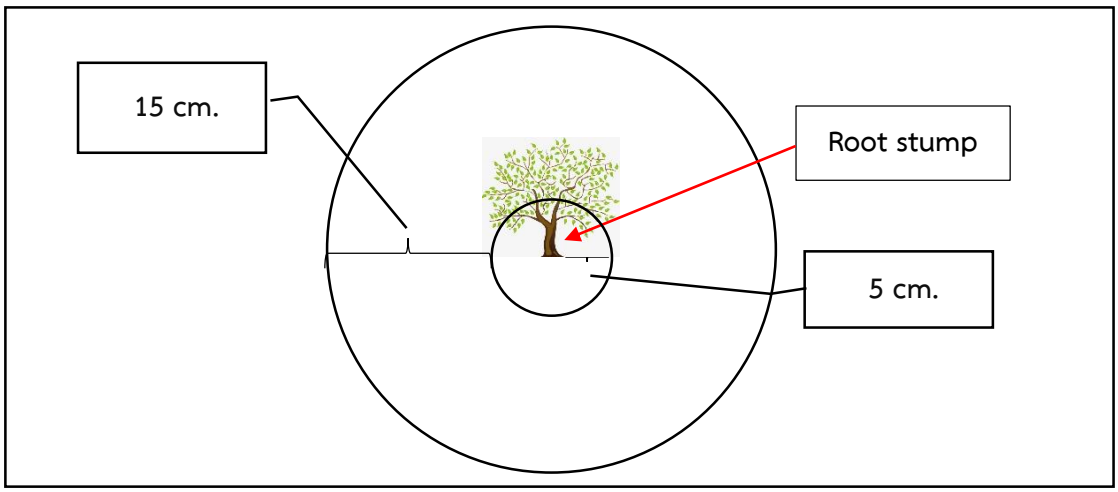


Figure 11 No above ground root cutting but circular soil drilling.

ย้ายหน่อลงถุงดิน ขนาด 4 นิ้ว x 6 นิ้ว บันทึกข้อมูลการเติบโต ทั้งความโต ความสูง และอัตราการรอดตาย หลังย้ายปลูกต่อไปอีก 120 วัน โดยในช่วง 30 วัน บันทึกข้อมูลทุกๆ 7 วัน จากนั้นบันทึกข้อมูล 30 วันครั้ง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบอัตราการรอดตาย และอัตราการเติบโต ของหน่อจากวิธีการแทงรากทั้ง 3 วิธี โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ยอัตราการรอดตาย และอัตราการเติบโตทางด้านความโต และความสูง



Figure 12 Shoots transplanting into the soil bag, size 4 "x 6"

ผลและวิจารณ์

ภายหลังการตัดรากไม้พะยูง โดยวิธีการแทงรากของกล้าไม้พะยูงค้างปีที่รากงอกลงดิน ทั้ง 3 รูปแบบ มีลักษณะการเกิดหน่อดังนี้

1. ตัดรากเหนือพื้นดิน ไม่แทงราก (Figure 13-14)

Table 1 Form of sprouting above ground root cut and no soil drilling.

อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระยะน้อยกว่า 5 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R1T1	✓	1	1	0.32	17.7
	R1T2	✓	1	1	0.42	63.3
	R1T3	✓	1	1	0.37	31.2
อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระยะระหว่าง 5-15 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R1T1	✗				
	R1T2	✗				
	R1T3	✗				
อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระยะมากกว่า 15 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R1T1	✗				
	R1T2	✗				
	R1T3	✗				



Figure 13 Form of sprouting.



Figure 14 Cut the roots above the ground without stab the roots.

2. ตัดรากเหนือพื้นดิน แทงรากรอบต้นเป็นวงกลมลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร (Figure 15-16)

Table 2 Form of sprouting above ground root cutting. Soil drilling of 5 cm radius from the root stump and 15 deep. Soil drilling of 15 cm radius from the root stump and 15 deep

อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระยะน้อยกว่า 5 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R2T1	✓	1	1	0.51	68.7
	R2T2	✓	1	1	0.51	76.2
	R2T3	✓	1	1	0.22	35.7
อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระหว่าง 5-15 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R2T1	✓	1	1	0.28	28.5
	R2T2	✓	2	1	0.17	22.5
				2	0.12	13.4
	R2T3	✓	2	1	0.25	20.8
				2	0.14	9.7
อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระยะมาก 15 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R2T1	✗				
	R2T2	✗				
	R2T3	✓	5	1	0.04	1.5
				2	0.03	1.3
				3	0.05	1.4
				4	0.05	1.6
				5	0.03	1.7



Figure 15 Form of sprouting.



Figure 16 Shoots from above ground cutting and soil drilling

3. ไม่ตัดรากเหนือพื้นดิน แต่แทงรากรอบต้นเป็นวงกลม ลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร (Figure 17-18)

Table 3 Form of sprouting no above ground root cutting. Soil drilling of 5 cm radius from the root stump and 15 deep. Soil drilling of 15 cm radius from the root stump and 15 deep

อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระยะน้อยกว่า 5 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R1T1	✖				
	R1T2	✖				
	R1T3	✖				

อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระหว่าง 5-15 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R1T1	✓	3	1	0.45	52.2
				2	0.12	18.2
				3	0.08	4.7
	R1T2	✓	7	1	0.64	83.4
				2	0.23	37.5
				3	0.2	19.1
				4	0.16	18.5
				5	0.03	0.6
				6	0.03	0.7
				7	0.03	0.6
	R1T3	✓	1	1	0.21	19.2

อายุ (วัน)	การทดลอง	การแตกหน่อจากราก ในระยะมาก 15 ซม.				
		แตกหน่อ	จำนวน	หน่อที่	โต (ซม.)	สูง (ซม.)
50	R1T1	✓	4	1	0.02	1.4
				2	0.03	1.3
				3	0.04	1.4
				4	0.04	1.5
	R1T2	✓	1	1	0.04	4.9
	R1T3	✓	3	1	0.03	4.8
				2	0.03	3.1



Figure 17 Form of sprouting.



Figure 18 Shoots from above ground no cutting and soil drilling

ผลจากการศึกษาอัตราการแตกหน่อจากวิธีการตัดรากของกล้าไม้พะยูง อายุ 7 ปี ที่รากงอกลงดินในระยะเวลา 2 ปี ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งวิธีการทั้ง 3 วิธีนั้นมีการแตกหน่อแตกต่างกันดังนี้ วิธีการไม่ตัดรากเหนือพื้นดิน แต่แทงรากรอบต้นเป็นวงกลม ลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร มีอัตราการแตกหน่อมากที่สุด รองลงมาคือการตัดรากเหนือพื้นดิน แทงรากรอบต้นเป็นวงกลม ลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร ส่วนวิธีการตัดรากเหนือพื้นดิน ไม่แทงราก มีอัตราการแตกหน่อต่ำที่สุด โดยมีอัตราการแตกหน่อเฉลี่ย 6.00 หน่อ 4.33 หน่อ และ 1.00 หน่อ ตามลำดับ

Table 4 Data analysis by ANOVA of of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre

ANOVA					
Yield					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38.889	2	19.444	3.365	.105
Within Groups	34.667	6	5.778		
Total	73.556	8			

การศึกษาอัตราการแตกหน่อและการเจริญเติบโตของไม้พะยูงหลังจากการย้ายหน่อลงถุง 120 วัน พบว่าหน่อไม้พะยูงที่ย้ายลงถุงมีอัตราการรอดตายคิดเป็นร้อยละ 32.35 ทั้งนี้หน่อไม้พะยูงไม่มีการเปลี่ยนแปลงด้านความโต แต่มีความสูงเพิ่มขึ้นประมาณ 2.54 เซนติเมตร (Figure 19)

Table 5 Rate Transplanted shoots of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre

อัตราการรอดตายของไม้พะยูงจากการย้ายลงถุง (%)								
อายุ (วัน) / **การทดลอง**	**1 วัน**	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**30 วัน**	**60 วัน**	**90 วัน**	**120 วัน**
R1	100.00	100.00	100.00	100.00	66.67	33.33	33.33	33.33
R2	100.00	100.00	84.62	84.62	76.92	38.46	23.08	23.08
R3	100.00	100.00	94.44	88.89	77.78	55.56	38.89	38.89
รวม	100.00	100.00	91.18	82.35	64.71	47.06	32.35	32.35



Figure 19 Transplanted shoots of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre

ผลจากการย้ายหน่อไม้พะยูงลงถุงหลังจากการตัดรากของกล้าไม้พะยูง อายุ 7 ปี ที่รากงอกลงดินในระยะเวลา 2 ปี ทั้ง 3 รูปแบบ ในระยะเวลา 120 วัน พบว่า อัตราการรอดตายจากวิธีการไม่ตัดรากเหนือพื้นดิน แต่แทงรากรอบต้นเป็นวงกลม ลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร มีอัตรารอดตายมากที่สุด รองลงมาคือวิธีการตัดรากเหนือพื้นดิน ไม่แทงราก ส่วนวิธีการตัดรากเหนือพื้นดิน แทงรากรอบต้นเป็นวงกลมลึก 15 เซนติเมตร ใน 2 ระยะ คือ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร มีอัตราการรอดตายต่ำที่สุด โดยมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 38.89 หน่อ, 33.33 หน่อ และ23.08 หน่อ ตามลำดับ

สรุป

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสามารถขยายพันธุ์ไม้พะยูงแบบไม่อาศัยเพศ โดยวิธีการตัดรากของกล้าไม้พะยูงอายุ 7 ปี ที่รากงอกลงดินในระยะเวลา 2 ปี ได้สำเร็จ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้การแตกหน่อยังคงมีปริมาณที่แตกต่างกัน จากการแทงรากทั้ง 3 วิธี ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้สำหรับการขยายพันธุ์ไม้พะยูงที่เหมาะสำหรับการคัดเลือกเป็นแม่ไม้ โดยสามารถใช้วิธีแทงรากนี้เพื่อให้เกิดต้นใหม่นำไปสู่การปักชำ ติดตา ตอนกิ่ง หรือเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต่อไป ซึ่งไม้พะยูงหากเกิดบาดแผลที่รากหรือรากขาดก็สามารถเกิดต้นใหม่ขึ้นมาได้ ซึ่งเห็นได้จากการแทงรากเว้นออกเป็น 2 ระยะ โดยไม้พะยูงจะหน่อจากจุดที่รากขาด ทั้งนี้บริเวณใกล้ต้นจะมีการเติบโตได้เร็วกว่าบริเวณปลายราก สำหรับการย้ายหน่อไม้พะยูงลงถุงดินนั้นต้องมีการดูแล และควบคุมความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายให้สูงขึ้น ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์ไม้เนื้อแข็งที่มีค่าทางเศรษฐกิจต่อยอดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสถานีวนวัฒนวิจัยบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่สนับสนุนสถานที่ในการวิจัย นายถาวร เกยุระ พนักงานราชการ ตำแหน่งผู้ช่วยเจ้าหน้าที่การเกษตร และนางสาวรัตนาวดี ลิ้มเหล็ก พนักงานราชการ ตำแหน่งผู้ช่วยเจ้าหน้าที่การเกษตร ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนมาโดยตลอด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จินตนา บุพบรรพต สมภพ รัตนประชา จิณณา เผือกนาง และพงษ์ศักดิ์ พลเสนา. 2556. **การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติกับความอยู่รอดของพะยูงในป่าอนุรักษ์**. แหล่งที่มา : http://www.dnp.go.th/DNPResearch1/Files/Publication/25560912/%E0%B8%88%E0%B8%B8%E0%B8%A5%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%B5%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%885%E0%B8%89%E0%B8%9A%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%883.pdf, 1 พฤษภาคม 2562.

ชัยสิทธิ์ เลี้ยงศิริ. 2552. **พะยูง**. เอกสารส่งเสริมการปลูกป่า กองบำรุง, กรมป่าไม้.

ดวงเดือน ศรีโพทา พรเทพ ท้วมสมบุญ สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ อุทารัตน์ ภู่ไพบูลย์ และสุจิตรา จางตระกูล. 2558. **คู่มือการตรวจพิสูจน์เนื้อไม้พะยูง**. กลุ่มวิจัยอนุสัญญาไซเตสด้านพืช สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ประพันธ์ ผู้กฤตยาคามี สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ จรัส ช่วยนะ พวงพรรณ ยงรัตนา สุชาติ นิ่มพิลา จิรพงษ์ เอกวานิช และนรินทร์ เทศสร. 2557. **การทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยูงเพื่อการปลูกป่าเชิง เศรษฐกิจ.** กลุ่มงานวนวัฒนวัจ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

พนิดา รุงรัตนกุล และสุจิตรา จางตระกูล. 2558. **สถานภาพไม้พะยูงในประเทศไทย.** ส่วนพัฒนาและเผยแพร่องค์ความรู้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

พรรษชล หนูเทพ. 2561. **การเติบโต รูปทรงและสัดส่วนแก่นของไมพะยูง.** ในแปลงทดสอบลูกหลาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มักเลาะ. 2554. **ไม้พะยูง (1)**. แหล่งที่มา : http://www.lookforest.com/00_newlook/article_person.php?id_send=637, 1 พฤษภาคม 2562.

วรัญญู ชัยรพ และ นิวัฒ เสนาะมือง. 2559. โรคของกล้าไม้พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre ex Laness) และเชื้อราที่เกี่ยวข้องกับโรคใบจุดกลมสีน้ำตาล**. แก่นเกษตร** 44 (ฉบับพิเศษ 1): 977-982.

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ. 2557. **พะยูง: แนวทางการอนุรักษและจัดการทรัพยากรพันธุกรรม.** สำนักวิจัยและพัฒนาการปาไม กรมปาไม, กรุงเทพฯ.

อดิศร คงคิด และ วรัญญู ราษฎร์เจริญ. 2558. การศึกษาวิธีการควบคุมความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการตัดชำไม้เคี่ยมและไม้ยางนา, น. 45-51. *ใน* **รายงานวนวัฒนวิชาการครั้งที่ 48**. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้.

การทดสอบถิ่นกำเนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลน 4 ชนิด ในจังหวัดสตูล
Provenance Trial of 4 Mangrove Tree Species in Satun Province

ประนอม ชุมเรียง
Pranom Chumriang
ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีทรัพยากรป่าชายเลนที่ 6 (สตูล) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
ม.3 ต.ตำมะลัง อ.เมือง จ.สตูล 91000
Satun Mangrove Forest Research Center, Department of Marine and Coastal Resources
TambonTammalang, Amphoemueang, Satun province 91000
Corresponding Author; Email : **Meldec05@gmail.com**

บทคัดย่อ

ผลการทดสอบถิ่นกำเนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลน จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ไม้โกงกางใบเล็ก (Rhizophora apiculata Blume), พังกาหัวสุมดอกแดง (Bruguiera gymnorrhiza (L.) Savigny), ถั่วขาว และโปรงแดง (Ceriops tagal (Perr.) C. B. Rob.) จาก 4 ถิ่นกำเนิด คือ จังหวัดสตูล, พังงา, ชุมพรและตราด ในท้องที่อำเภอเมือง จังหวัดสตูล โดยแปลงปลูกมีสภาพเป็นดินเลนแข็ง น้ำท่วมถึงไม่สม่ำเสมอ ใช้ระยะปลูก 1.5 x 1.5 เมตร ตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 ถึง 2562 พบว่ากล้าไม้จะตั้งตัวและรอดตายค่อนข้างคงที่เมื่อผ่านระยะปลูก 2 ปีขึ้นไป และรอดตายคงที่เมื่ออายุ 5 ปีเป็นต้นไป ไม้โปรงแดงและถั่วขาวมีอัตราการรอดตายสูงกว่า ไม้พังกาหัวสุมดอกแดงและโกงกางใบเล็ก ไม้จากถิ่นกำเนิดจังหวัดพังงามีอัตราการรอดตายของทั้ง 4 ชนิดไม้ สูงกว่าถิ่นกำเนิดอื่นๆ การเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับคอราก (รอยต่อระหว่างลำต้นกับฝัก) และความสูง พบว่าไม้พังกาหัวสุมดอกแดงและถั่วขาวเติบโตได้ดีกว่าไม้โกงกางใบเล็กและโปรงแดง ไม้จากถิ่นกำเนิดจังหวัดพังงามีการเติบโตทางด้านความโตใกล้เคียงกับจังหวัดสตูล การเติบโตทางด้านความสูงไม้จากถิ่นกำเนิดจังหวัดพังงามีค่าสูงสุด ค่าความโตและความสูงของทุกชนิดไม้เมื่ออายุ 10 ปี มีค่าอยู่ระหว่าง 2-13 เซนติเมตร และ 1.5-7 เมตร ตามลำดับ พันธุ์ไม้ที่มีความทนทานไม่ตายแต่ไม่โตในสภาพพื้นที่ไม่เหมาะสมได้ดีคือไม้โปรงแดงและพังกาหัวสุมดอกแดง ระยะเวลาการออกดอกและผลของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนทั้ง 4 ชนิด พบว่า ไม้ถั่วขาวและพังกาหัวสุมดอกแดงออกดอกและผลค่อนข้างเร็ว ใช้ระยะเวลา 2-4 ปี ส่วนไม้โกงกางใบเล็กและโปรงแดงออกดอกและผลค่อนข้างช้า ใช้ระยะเวลา 4-6 ปี โดยถิ่นกำเนิดที่ออกดอกและผลเร็วกว่าไม้ท้องถิ่นจังหวัดสตูล คือ จังหวัดพังงาและจังหวัดชุมพร ถิ่นกำเนิดที่ออกดอกและผลช้ากว่าไม้ท้องถิ่นคือ จังหวัดตราด

คำสำคัญ : พันธุ์ไม้ป่าชายเลน ถิ่นกำเนิด ดินเลนแข็ง ความทนทาน การออกดอกและผล

ABSTRACT

The results of this study were obtained from data collections of provenance trial of 4 mangrove species including *Rhizophora apiculata* Blume, *Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Savigny, *Bruguiera cylindrica* (L.) Blume and *Ceriops tagal* (Perr.) C. B. Rob. originate from 4 provinces (Satun, Phungnga, Chumphon and Trat) planting in mangrove planting plots from 2009-2019. Mangrove planting plots in Muang district, Satun Province were characterized with hard mud and not regularly inundated. The mangrove trees were planted in plant spacing of 1.5 x 1.5 m. The results showed the constant rates of seedling growth and survival after the trees were 2 years old. In addition, the survival rate was steady after 5 years. The survival rate of two species including *C. tagal* and *B. cylindrica* were higher than R. *apiculate* and *B. gymnorrhiza*. Regarding provenance trial, all species originated from Phangnga province showed the highest survival rate. In terms of growth rate, diameter at root collar and average height, it was found that these parameters of *B. gymnorrhiza*

and *B. cylindrica* were higher than those of *R. apiculata* and *C. tagal*. In addition, the study suggested that the diameter of tree from Phangnga Province was similar to those from Satun Province. However, an average height of tree from Phangnga Province was the highest. Average DBH and height of ten years old trees were between 2-13 centimeters and 1.5-7 meters, respectively. The experiment suggested that *C. tagal* and *B. gymnorrhiza* could service in the poor condition site but their growth rates were quite low. Moreover, it was found that flowering and fruiting period of *Bruguier sp*. were between 2-4 years old while *R. apiculata* and *C. tagal* were between 4-6 years old. In this study, flowering and fruiting period of trees from Phangnga and Chumphon provinces were faster than trees from Satun province (Native species). Finally, trees from Trat Province showed the slowest flowering and fruiting time.

keyword: Mangrove species, Provenance, hard mud, flowering and fruiting

วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้
ภาคโปสเตอร์

การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้ตะเคียนทองอายุ 19 ปี
Stem Volume and Biomass Estimation of 19-Year-old *Hopea odorata* Plantation

ประพาย แก่นนาค[1] **อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์**[1*] สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล[1] และ สมชาย นองเนือง[1]
Prapai Kannak[1], **Ampai Pornleesangsuwan**[1*], Saroj Wattanasuksakul[1] and Somchai Nongnuang[1]
[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900
[*]Corresponding author, e-mail address. **p.ampai44@gmail.com**

บทคัดย่อ

การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าตะเคียนทอง ที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้สมการ allometric equations ที่สร้างขึ้นจากตัวแทนต้นไม้ในแปลงจำนวน 12 ต้น พบว่า สวนป่าไม้ตะเคียนทอง อายุ 19 ปี มีความสูงเฉลี่ย 15.26 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 20.33 เซนติเมตร มีความเพิ่มพูนรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.80 เมตรต่อปี และ 1.07 เซนติเมตรต่อปี ปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 12.09 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 0.64 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี มีมวลชีวภาพ 15,482 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในมวลชีวภาพ 86.29 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ เท่ากับ 7,349 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์เท่ากับ 26.95 ตันต่อไร่

คำสำคัญ: ปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ ไม้ตะเคียนทอง อายุ 19 ปี

ABSTRACT

Stem volume and biomass estimation of 19-year-old *Hopea odorata* plantation was conducted at Kamphaeng Phet Silvicultural Research Station, Kamphaeng Phet province. The stem volume and biomass were estimated based on allometric equations derived from 12 representative trees in the plantation. The result revealed that the average height and average diameter at breast height of the 19-year-old *Hopea odorata* plantation were 15.26 m and 20.33 cm., respectively. It was also reported that the annual increment of height and diameter were 0.80 $m.yr^{-1}$ and 1.07 $cm.yr^{-1}$, respectively. In addition, it was calculated that inner bark of stem volume was 12.09 $m^3.rai^{-1}$ representing 0.64 $m^3.rai^{-1}.yr^{-1}$ of the annual increment of stem volume. There were 15,482 $kg.rai^{-1}$ of biomass and 86.29 $kg.rai^{-1}$ of Nitrogen storage. Finally, it was estimated that Carbon accumulation in biomass was 7,349 $kg.rai^{-1}$ which account for 26.95 $ton.rai^{-1}$ of CO_2 absorption.

Keywords: stem volume, biomass, *Hopea odorata*, 19-year-old

คำนำ

ไม้ตะเคียนทอง มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Hopea odorata* Roxb. อยู่ในวงศ์ DIPTEROCARPACEAE มีชื่อทางการค้าว่า Ironwood (เต็ม, 2557) เป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบขนาดใหญ่ เนื้อไม้มีสีเหลืองหม่นหรือสีน้ำตาลอมสีเหลือง มักมีเส้นสีขาวหรือเทาขาวผ่านเสมอ ซึ่งเป็นท่อน้ำมันหรือยาง เนื้อไม้มีความละเอียดปานกลาง เสี้ยนมักสน ไม้แข็ง เหนียว ทนทาน และเด้งตัวได้มาก เป็นไม้ในป่าดงดิบที่มักขึ้นเป็นหมู่กระจัดกระจายอยู่ตามที่ราบ หรือในที่ค่อนข้างราบใกล้ฝั่งแม่น้ำ พบที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-800 เมตร

ไม้ตะเคียนทอง จัดเป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศ เพราะเนื้อไม้มีความทนทาน ทนปลวกดี เลื่อย ไสกบ ตกแต่งและชักเงาได้ดีมาก นิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน เฟอร์นิเจอร์ตกแต่งบ้าน

เครื่องเรือน หน้าต่าง วงกบประตู ทำพื้นกระดาน ฝ้าหลังคา รั้วไม้ หีบใส่ของ ด้ามเครื่องมือกสิกรรมต่าง ๆ พานท้าย และรางปืน หรือใช้ทำสะพาน ต่อเรือ ทำเรือมาด เรือขุด เรือแคนู เสาโป๊ะ กระโดงเรือ ทำรถลาก ทำหมอนรองราง รถไฟ ตัวถังรถ กังหัน เกวียน หูกทอผ้า ทำไม้ฟืน ฯลฯ ไม้ชนิดนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานไม้ได้ทุกอย่างที่ต้องการความแข็งแรงทนทาน (บรรดิษฐ์, 2530) เนื้อไม้ตะเคียนทองมีความแข็งพอดี มีสีออกเหลืองทองแต่จะกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มเมื่อถูกแสงแดด ดังนั้นหากเลือกใช้ไม้ตะเคียนในบริเวณที่จะต้องมีการสัมผัสต่อแสงแดดและสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงบ่อยนั้น อาจเกิดปัญหาความไม่เสมอกันของสีไม้ตะเคียนได้ เนื่องจากไม้ตะเคียนทำปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงสีเนื้อไม้กับแสงแดดและสภาพแวดล้อม สำหรับตัวเนื้อไม้ตะเคียนนั้นมีคุณสมบัติการยืดหดตัวน้อยมาก จึงเหมาะกับการทำวงกบเป็นที่สุด หรือจะใช้เป็นไม้พื้น ฝาบ้าน และไม้ระแนงต่างๆ ก็ได้ เนื่องจากมีความทนทานต่อปลวกและแมลงกัดกินเนื้อไม้ได้เป็นอย่างดี (ปิยะพันธ์, 2558)

ใบตะเคียนมีสารแทนนินอยู่ประมาณ 10% โดยน้ำหนักแห้ง ส่วนในเปลือกต้นก็มีสารประกอบนี้อยู่ด้วยเช่นกัน โดยคุณสมบัติของแทนนินที่ได้จากไม้ตะเคียนทองนี้ เมื่อนำมาใช้ฟอกหนังจะช่วยทำให้แผ่นหนังแข็งขึ้นกว่าเดิม จึงเหมาะกับการนำมาใช้เฉพาะงานได้เป็นอย่างดี ชันจากไม้ตะเคียนใช้ทำน้ำมันชักเงาตบแต่งเครื่องใช้ในร่ม ใช้ผสมกับน้ำมันทาไม้ยาแนวเรือ หรือใช้ผสมกับวัสดุอื่นๆ เพื่อใช้ในงานต่างๆ เช่น ใช้สำหรับทาเคลือบเรือเพื่อช่วยรักษาเนื้อไม้และป้องกันเพรียงทำลาย เป็นต้น นอกจากนี้ การปลูกเป็นสวนป่าหรือปลูกตามสวนสมุนไพรเพื่อเป็นไม้บังลม ให้ร่มเงา และช่วยรักษาสมดุลทางธรรมชาติ เนื่องจากตะเคียนทองเป็นไม้ไม่ผลัดใบ มีใบเขียวชอุ่มตลอดปี จึงช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เป็นอย่างดี (เจษฎา และ รัตนะ, 2536)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้ตะเคียนทอง อายุ 19 ปี ซึ่งปลูกที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าไม้ตะเคียนทองต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16^0 33́ 43.6" เหนือ และเส้นแวงที่ 99^0 33́ 37.5" ตะวันออก ณ พิกัด 47 Q 0554447 UTM 1831036 ห่างจากตัวเมืองกำแพงเพชร 10 กิโลเมตร มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.0 ^{0}C และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.3 ^{0}C มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,033 มิลลิเมตร โดยจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยต่อปี 76 วัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 76% ความสูงของพื้นที่ประมาณ 95 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบและเนินเตี้ยๆ มีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ สภาพดินเป็นดินทรายร่วน (Loamy sand) มีค่า pH เท่ากับ 5.0 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สภาพป่าเดิมเป็นป่าเต็งรังประกอบด้วยเหียง พลวง พะยอม เต็ง รัง ตะเคียนทอง ประดู่ และไม้กระยาเลยชนิดอื่นๆ

แปลงปลูกไม้ตะเคียนทอง มีเนื้อที่ 5.25 ไร่ ระยะปลูก 4 x 4 ตารางเมตร โดยมีวิธีการศึกษา ดังนี้

1. เก็บข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับ 1.3 เมตร จากพื้นดิน (DBH) และความสูงของต้นไม้ทุกต้น

2. จัดชั้นความสูงและความโตของต้นไม้ เพื่อทำการสุ่มตัวแทนต้นไม้ที่มีขนาดต่างๆ กัน ทั้งขนาดเล็ก กลาง และขนาดใหญ่ จำนวน 8 ต้น เพื่อใช้ศึกษาปริมาตรและมวลชีวภาพของไม้ตะเคียนทอง โดยวัดมิติ (dimension) ต่างๆ ของตัวแทนต้นไม้ที่คัดเลือกไว้ทุกต้น ได้แก่ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (total height, H) ความสูงถึงระดับกิ่งสดกิ่งแรก (H_B) ซึ่งปกติมักจะถือว่าระดับของเรือนยอดของต้นไม้จะลงมาถึงระดับใต้กิ่งสดกิ่งแรกนี้โดยประมาณ ดังนั้น ความลึกของเรือนยอด (crown depth) จึงเท่ากับ $H - H_B = H_k$ วัดความกว้างของเรือนยอด (R) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน (D_0) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ($D_{0.3}$) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับสูงเพียงอก (diameter at breast height, DBH) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆ ตั้งแต่ความยาว 0.3, 1.3, 2.3,.... เมตร ไปตลอดความยาวของลำต้น เพื่อสร้างสมการปริมาตรไม้

ทำการตัดทอนลำต้นออกตามช่วงต่างๆ ตั้งแต่ความยาว 0.3, 1.3, 2.3,.... เมตร ไปตลอดความยาวของลำต้น ชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่างๆ ตามลำดับ เพื่อศึกษาปริมาณการกระจายของมวลชีวภาพของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ตามระดับความสูงของลำต้นไม้ โดยใช้วิธีการศึกษาแบบ stratified clip technique (พงษ์ศักดิ์, 2538) เก็บตัวอย่างย่อยของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ มาทำการอบให้แห้งด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 80-90 ^{0}C เพื่อเปลี่ยนน้ำหนักสด (fresh weight) ของต้นไม้ในแปลงให้เป็นน้ำหนักแห้ง (oven-dried weight) เพื่อหามวลชีวภาพ (biomass) แต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง และใบ) ของต้นไม้แต่ละต้น ซึ่งใช้เป็นตัวแทนในการสร้างสมการมวลชีวภาพ เพื่อนำไปประมวลหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ทั้งแปลง

3. สุ่มตัวอย่างไม้ที่ตัดฟัน 3 ขนาด ได้แก่ ใหญ่ กลาง และเล็ก จำนวนทั้งหมด 3 ต้น ทำการขุดรากของตัวอย่างแต่ละต้น เพื่อศึกษาระบบรากและมวลชีวภาพของราก

4. การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพจากสมการยกกำลัง (power equation) ที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สมการการถดถอยโดยวิธีการแปลงค่า จะก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนทางลบขึ้น (Snowdon, 1991) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับแก้ค่าที่ได้จากการประเมิน ซึ่งค่าปรับแก้นั้นสามารถสร้างได้โดยใช้สัดส่วนระหว่างค่าจริงของตัวอย่างกับค่าประมาณที่ได้จากสมการที่จัดสร้างขึ้นของต้นไม้ตัวอย่างนั้นๆ (สมบูรณ์ และ สมหมาย, 2537) ค่าปรับแก้ที่ได้สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดในการประมาณปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพ เช่น อาจจะใช้ค่าปรับแก้ที่ได้นี้ในการประมาณค่าปริมาตรของลำต้นและมวลชีวภาพรายต้น โดยการคูณค่าปรับแก้นี้เข้ากับค่าปริมาตรและมวลชีวภาพรายต้นที่ได้จากสมการ หรืออาจจะทำการปรับแก้เมื่อได้ค่าผลผลิตในรูปของปริมาตรและมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่แล้ว โดยคูณค่าปรับแก้นี้เข้ากับผลผลิตที่ประมาณได้

5. ศึกษาคาร์บอนที่กักเก็บในมวลชีวภาพของไม้ตะเคียนทอง โดยสุ่มตัวอย่างชิ้นส่วนของไม้ตะเคียนทองแยกออกเป็น ลำต้น กิ่ง ใบ และราก เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในเนื้อเยื่อพืช ด้วยเครื่อง CN Corder MT 700 โดยวิธี Dumus method ความเข้มข้นของคาร์บอนในตัวอย่างที่วัดได้มีหน่วยเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้ง (percent carbon by dry weight)

6. ประเมินการดูดซับกาซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าไม้ตะเคียนทอง จากสูตร (คณะวนศาสตร์, 2554)

ตัน CO_2 = ตันคาร์บอน x 44/12

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโตของไม้ตะเคียนทอง

จากการวัดการเติบโตของต้นตะเคียนทองอายุ 19 ปี พบต้นไม้ทั้งหมดจำนวน 276 ต้น (53 ต้น/ไร่; รอดตาย 52.57%) มีความสูงเฉลี่ย 15.26 $\pm$ 4.65 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 20.33 $\pm$ 6.39 เซนติเมตร มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.80 เมตรต่อปี และ 1.07 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ มีความกว้างเรือนยอดเฉลี่ย 4.38 $\pm$ 1.94 เมตร ความลึกของเรือนยอดเฉลี่ย 9.51 $\pm$ 3.74 เมตร โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ดังนี้

$$H = 6.5832 \ln(DBH) - 4.9847 \qquad R^2 = 0.9754$$

เมื่อ H = ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

2. ปริมาตรไม้ของสวนป่าตะเคียนทอง

สมการปริมาตรไม้ตะเคียนทองที่สร้างจากตัวแทนต้นไม้ 12 ต้น เพื่อนำไปประมวลหาปริมาตรของต้นไม้ทั้งแปลง (Figure 1) คือ

$V_{over\ bark} = 0.0002(DBH)^{2.2757}$ $R^2 = 0.9931$

$V_{under\ bark} = 0.0001(DBH)^{2.3601}$ $R^2 = 0.9945$

เมื่อ $V_{over\ bark}$ = ปริมาตรเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตร)

$V_{under\ bark}$ = ปริมาตรใต้เปลือก (ลูกบาศก์เมตร)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

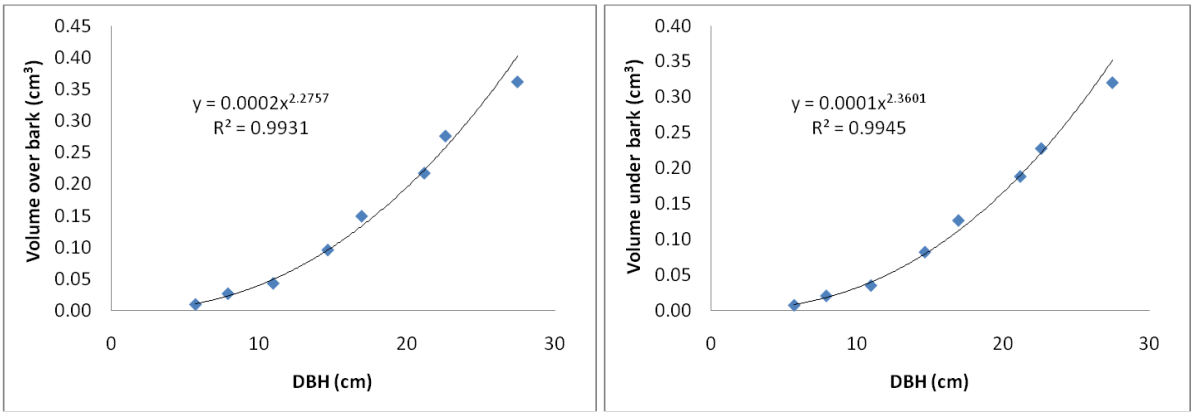


Figure 1 The relation between tree volume and DBH of *Hopea odorata* by using a power equation.

จากสมการปริมาตรไม้ สามารถคำนวณหาปริมาตรไม้ทั้งแปลงของตะเคียนทองได้ โดยคิดเป็นปริมาตรไม้เหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือก เท่ากับ 13.04 และ 8.49 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งมีค่าปรับแก้ 1.0741 และ 1.4233 ดังนั้น หลังจากปรับแก้แล้วพบว่าปริมาตรไม้เหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือกเฉลี่ย 14.01 และ 12.09 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 0.64 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี ส่วนใหญ่ต้นไม้มีขนาดเส้นรอบวง 50-100 เซนติเมตร (Table 1)

Table 1 Wood production of *Hopea odorata* with different stem-girth classes in plantation.

GBH_Calss (cm)	Volume over bark (m^3)		Volume under bark (m^3)	
	1 rai	1 ha	1 rai	1 ha
<30	0.060	0.38	0.036	0.22
30-50	0.841	5.25	0.523	3.27
50-100	10.929	68.31	7.118	44.49
100-150	1.210	7.56	0.817	5.11
Total volume	13.04	81.50	8.49	53.09
Adjust value	1.0741		1.4233	
Adjust volume	14.01	87.54	12.09	75.56
Mean annual increment	0.74	4.61	0.64	3.98
Mean annual increment per tree	0.0140		0.0121	

3. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของสวนป่าตะเคียนทอง

สมการมวลชีวภาพของแต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง และใบ) ที่สร้างจากตัวแทนต้นไม้ 12 ต้น และสมการมวลชีวภาพของราก ที่สร้างจากตัวแทนต้นไม้ 3 ต้น เพื่อนำไปประมวลหามวลชีวภาพของไม้ตะเคียนทองทั้งแปลง (Figure 2) คือ

$W_S = 0.1073\ (DBH)^{2.2021}$ $R^2 = 0.9331$

$W_B = 0.0035\ (DBH)^{3.2029}$ $R^2 = 0.9000$

$W_L = 0.0232\ (WS)^{1.2503}$ $R^2 = 0.9105$

$W_R = 0.0446\ (DBH)^{2.3701}$ $R^2 = 0.9890$

เมื่อ W_S = มวลชีวภาพลำต้น (กิโลกรัม)

W_B = มวลชีวภาพกิ่ง (กิโลกรัม)

W_L = มวลชีวภาพใบ (กิโลกรัม)

W_R = มวลชีวภาพราก (กิโลกรัม)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

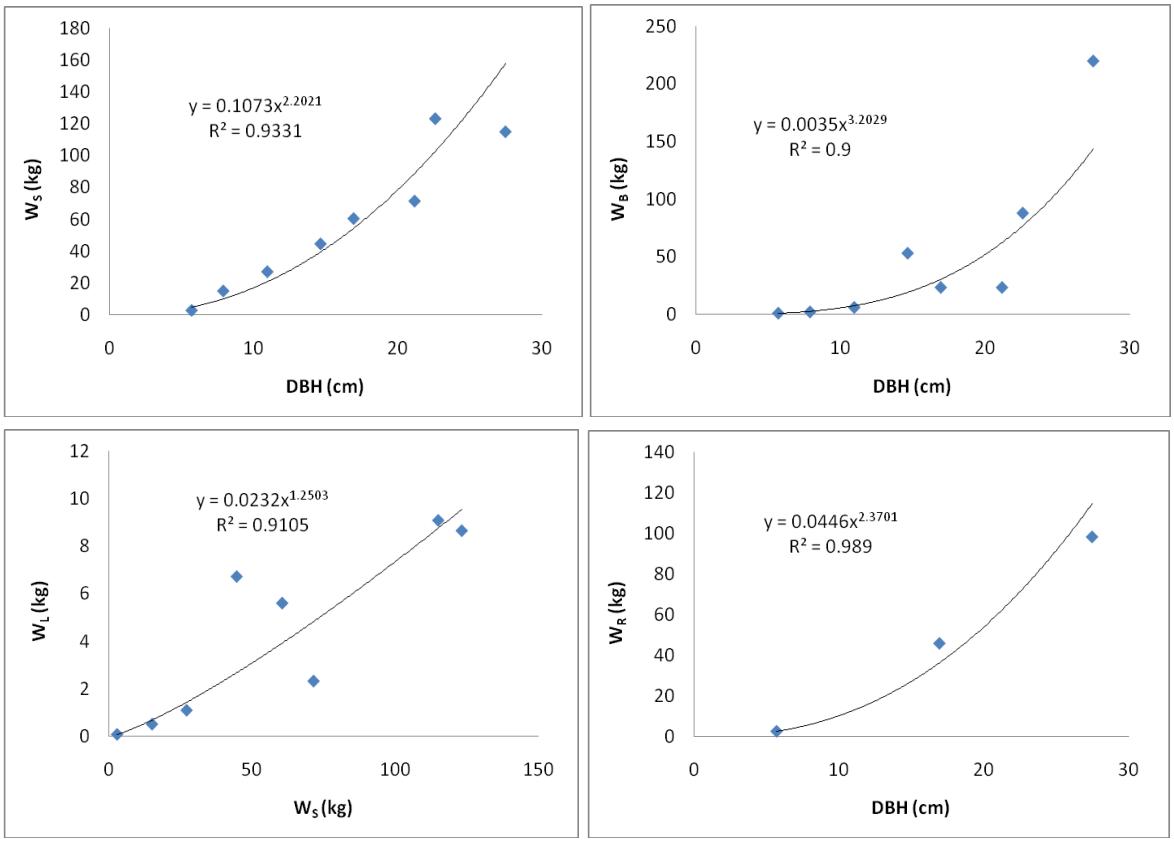


Figure 2 Allometric equations of above-ground biomass of *Hopea odorata*

การคำนวณหามวลชีวภาพของไม้ตะเคียนทองทั้งแปลงจากสมการมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง ใบ และรากที่สร้างขึ้น และคูณค่าปรับแก้แล้วพบว่า มวลชีวภาพของไม้ตะเคียนทองเท่ากับ 15,482 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 5,798, 5,055, 501 และ 4,128 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพเท่ากับ 814.9 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี โดยมีการสะสมไนโตรเจนในมวลชีวภาพ 86.29 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 2)

เมื่อคำนวณค่าคาร์บอนในมวลชีวภาพ โดยใช้ความเข้มข้นของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง ใบ และรากเท่ากับร้อยละ 47.31, 46.78, 48.31 และ 48.43 ตามลำดับ พบว่า สวนป่าไม้ตะเคียนทองมีการกักเก็บคาร์บอน 7,349 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 2,743, 2,365, 242, และ 1,999 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์คิดเป็น 26.95 ตันต่อไร่ (Table 2)

เมื่อเปรียบเทียบสวนป่ายูคาลิปตัสคามาลดูเลนซีส อายุ 15 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร พบว่ามีความสูงเฉลี่ย 19.70 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 21.57 เซนติเมตร มีความเพิ่มพูนรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1.31 เมตรต่อปี และ 1.44 เซนติเมตรต่อปี ปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 22.31 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 1.49 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี มีมวลชีวภาพ 25,962 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเท่ากับ 12,111 กิโลกรัมต่อไร่ (ประพายและคณะ, 2558) ไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซีสจัดเป็นไม้โตเร็ว แม้ว่ามีอายุน้อยกว่าตะเคียนทอง แต่มีการเติบโตปริมาตร มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่า

Table 2 Carbon and Nitrogen storages in biomass of *Hopea odorata* in plantation

Status	Stem	Branch	Leaf	Root	Total
Biomass (kg.rai^{-1})	5,557	4,288	418	3,909	14,172
Adjust value	1.0433	1.1790	1.2005	1.0559	
Adjust biomass (kg.rai^{-1})	5,798	5,055	501	4,128	15,482
Mean annual increment (kg.rai^{-1}.yr^{-1})	305.2	266.1	26.4	217.3	814.9
Mean annual increment (kg.individual^{-1}.yr^{-1})	5.80	5.06	0.50	4.13	15.50
Nitrogen content (%)	0.40	0.75	2.06	0.36	
Nitrogen storage (kg.rai^{-1})	23.19	37.91	10.33	14.86	86.29
Carbon content (%)	47.31	46.78	48.31	48.43	
Carbon storage (kg.rai^{-1})	2,743	2,365	242	1,999	7,349
Carbon storage (kg.rai^{-1}.yr^{-1})	144.4	124.5	12.7	105.2	387
Carbon storage (kg.individual^{-1}.yr^{-1})	2.75	2.37	0.24	2.00	7.36
				CO_2 absorbtion (ton.rai^{-1})	26.95

สรุป

สวนป่าตะเคียนทอง ที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร อายุ 19 ปี มีอัตราการเติบโตค่อนข้างช้า โดยมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.80 เมตรต่อปี และ 1.07 เซนติเมตรต่อปี มีความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 0.64 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี อย่างไรก็ตาม ในด้านประโยชน์ทางนิเวศน์ สวนป่าตะเคียนทองมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย 7,349 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์คิดเป็น 26.95 ตันต่อไร่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะวนศาสตร์. 2554. **คู่มือศักยภาพของพรรณไม้ สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เจษฎา เหลืองแจ่ม และ รัตนะ ไทยงาม. 2536. ตะเคียนทอง, น. 82-87. *ใน* **การปลูกไม้ป่า.** โครงการพัฒนาป่าชุมชน สำนักวิชาการป่าไม้ และ สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557. สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง. 2530. **ไม้วงศ์ยางและไม้วงศ์ถั่วที่มีค่าบางชนิดเพื่อพัฒนาปลูกป่าไม้เศรษฐกิจ.** ปัญหาพิเศษชีววิทยาป่าไม้ 598. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประพาย แก่นนาค, บพิตร เกียรติวุฒินนท์ และ อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์. 2558. **การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่ายูคาลิปตัสคามาลดูเลนซีส อายุ 15 ปี.** ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ปิยะพันธ์ มั่นคง. 2558. **เรื่องพื้นพื้นของคนรักไม้.** แหล่งที่มา : https://www.scgbuildingmaterials.com/th/HomeConsult/Blog/new-home/เรื่องพื้นพื้นของคนรักไม้.aspx, 1 กุมภาพันธ์ 2562.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2538. **ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 557 น.

สมบูรณ์ กีรติประยูร และ สมหมาย นามสวาท. 2537. เทคนิคบางอย่างในการประมาณผลผลิตของสวนป่า II. การประมาณมวลชีวภาพของส่วนของลำต้นที่มีขนาดจำกัด, น. 124-137. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ประจำปี 2537: การปลูกป่าเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม.** ระหว่างวันที่ 21-25 พฤศจิกายน 2537 ณ โรงแรมวังใต้ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

Snowdon, P. 1991. A ratio estimator for bias correction in logarithmic regression. **Canadian Journal of Forest Research** 21(5): 720-724.

การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้แดงอายุ 29 ปี
Stem Volume and Biomass Estimation of 29-Year-old *Xylia xylocarpa* Plantation

อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์[1*] ประพาย แก่นนาค[1] สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล[1] และ สมชาย นองเนือง[1]
Ampai Pornleesangsuwan[1*], Prapai Kannak[1], Saroj Wattanasuksakul[1] and Somchai Nongnuang[1]
[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900
[*]Corresponding author, E-mail address. **p.ampai44@gmail.com**

บทคัดย่อ

การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้แดง ที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้สมการ allometric equations ที่สร้างขึ้นจากตัวแทนต้นไม้ในแปลงจำนวน 12 ต้น พบว่าสวนป่าไม้แดง อายุ 29 ปี มีความสูงเฉลี่ย 13.89 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 20.77 เซนติเมตร มีความเพิ่มพูนรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.48 เมตรต่อปี และ 0.72 เซนติเมตรต่อปี ปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 6.87 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 0.24 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี มีมวลชีวภาพ 8,479 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการสะสมไนโตรเจนในมวลชีวภาพ 61.30 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ 4,139 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์เท่ากับ 15.18 ตันต่อไร่

คำสำคัญ: ปริมาตรไม้ มวลชีวภาพ ไม้แดง อายุ 29 ปี

ABSTRACT

Stem volume and biomass of 29-year-old *Xylia xylocarpa* plantation at Kamphaeng Phet Silvicultural Research Station, Kamphaeng Phet Province were estimated. The stem volume and biomass estimation was based on allometric equations derived from 12 representative trees in the plantation. The result showed that average height and average diameter at breast height were 13.89 m and 20.77 cm, respectively. The annual increment of height and diameter were 0.48 $m.yr^{-1}$ and 0.72 $cm.yr^{-1}$, respectively. The inner bark of stem volume was 6.87 $m^3.rai^{-1}$ accounting for the annual increment of stem volume of 0.24 $m^3.rai^{-1}.yr^{-1}$. It was found that there was 8,479 $kg.rai^{-1}$ of biomass and 61.30 $kg.rai^{-1}$ of nitrogen storage. Carbon accumulations in biomass was 4,139 $kg.rai^{-1}$ which equivalent to 15.18 $ton.rai^{-1}$ of CO_2 absorption.

Keywords: stem volume, biomass, *Xylia xylocarpa*, 29-year-old

คำนำ

ไม้แดง เป็นไม้ผลัดใบประเภทโตช้าและมีค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Xylia xylocarpa* (Roxb.) W. Theob. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) I. C. Nielsen อยู่ในวงศ์ FABACEAE มีชื่อทางการค้าว่า Ironwood (เต็ม, 2557) ไม้แดงมีการกระจายพันธุ์ในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังตามภาคเหนือ ภาคกลาง และพบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 600 เมตร ส่วนใหญ่พบที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 400-500 เมตร (สรายุทธ, 2525) ไม้แดงเป็นไม้ที่ค่อนข้างแข็งแรง มีความทนทานต่อการกระแทกสูง เพรียงและปลวกไม่ค่อยทำลาย และเป็นไม้ที่ทนไฟในตัว การใช้ประโยชน์จากไม้แดงจึงนิยมนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน เช่น ใช้ทำเสาบ้าน รอด ตง ขื่อ ไม้ปาร์เก้ กระดานพื้น ฝา ฯลฯ หรือใช้ทำด้ามเครื่องมือต่างๆ งานแกะสลัก ทำเครื่องเรือนและไม้บุผนังให้มีความสวยงาม (พงศ์ และคณะ, 2516) ไม้แดงยัง

มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการทำเป็นถ่านและไม้ฟืนได้ดี เพราะมีกิ่งก้านมากพอสมควร โดยถ่านจากไม้แดงจะให้ค่าความร้อนสูงถึง 7,384 แคลอรีต่อกรัม (บุญฤทธิ์ และ สมพร, 2529)

นอกจากการใช้ประโยชน์เนื้อไม้ทางเศรษฐกิจแล้ว การปลูกสร้างสวนป่าไม้แดงยังเป็นการปรับปรุงสภาพแวดล้อม เพราะจะช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นและช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน ช่วยชะลอการพังทลายของหน้าดินโดยเฉพาะดินร่วน ดินทราย เนื่องจากไม้แดงมีระบบรากลึกและแผ่กว้าง นอกจากนี้ ยังเหมาะในการนำมาปลูกเพื่อปรับปรุงสภาพป่าเสื่อมโทรม วนเกษตร ในป่าชุมชนดั้งเดิมและป่าปลูกใหม่ เนื่องจากไม้แดงเป็นพืชตระกูลถั่ว ใบที่ร่วงหล่นลงดินจึงเป็นปุ๋ยที่ดี ปัจจุบันไม้แดงยังไม่ได้รับความสนใจที่จะปลูกมากนัก เพราะให้ผลตอบแทนช้าเมื่อเปรียบเทียบกับไม้โตเร็วชนิดอื่นๆ ข้อมูลด้านการเติบโต ปริมาตรและมวลชีวภาพจึงมีน้อยมาก

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้แดง อายุ 29 ปี ซึ่งปลูกที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าไม้แดงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16^0 3$\acute{3}$ 43.6" เหนือ และเส้นแวงที่ 99^0 3$\acute{3}$ 37.5" ตะวันออก ณ พิกัด 47 Q 0554447 UTM 1831036 ห่างจากตัวเมืองกำแพงเพชร 10 กิโลเมตร มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.0 ^{0}C และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.3 ^{0}C มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,033 มิลลิเมตร โดยจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยต่อปี 76 วัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 76% ความสูงของพื้นที่ประมาณ 95 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบและเนินเตี้ยๆ มีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ สภาพดินเป็นดินทรายร่วน (Loamy sand) มีค่า pH เท่ากับ 5.0 ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สภาพป่าเดิมเป็นป่าเต็งรังประกอบด้วยเหียง พลวง พะยอม เต็ง รัง แดง ประดู่ และไม้กระยาเลยชนิดอื่นๆ

แปลงปลูกไม้แดง มีเนื้อที่ 11.52 ไร่ ระยะปลูก 4 x 4 ตารางเมตร โดยมีวิธีการศึกษา ดังนี้

1. เก็บข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับ 1.3 เมตร จากพื้นดิน (DBH) และความสูงของต้นไม้ทุกต้น

2. จัดชั้นความสูงและความโตของต้นไม้ เพื่อทำการสุ่มตัวแทนต้นไม้ที่มีขนาดต่างๆ กัน ทั้งขนาดเล็ก กลาง และขนาดใหญ่ จำนวน 12 ต้น เพื่อใช้ศึกษาปริมาตรและมวลชีวภาพของไม้แดง โดยวัดมิติ (dimension) ต่างๆ ของตัวแทนต้นไม้ที่คัดเลือกไว้ทุกต้น ได้แก่ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (total height, H) ความสูงถึงระดับกิ่งสดกิ่งแรก (H_B) ซึ่งปกติมักจะถือว่าระดับของเรือนยอดของต้นไม้จะลงมาถึงระดับใต้กิ่งสดกิ่งแรกนี้โดยประมาณ ดังนั้น ความลึกของเรือนยอด (crown depth) จึงเท่ากับ H - H_B = H_k วัดความกว้างของเรือนยอด (R) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน (D_0) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ($D_{0.3}$) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับสูงเพียงอก (diameter at breast height, DBH) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆ ตั้งแต่ความยาว 0.3, 1.3, 2.3,.... เมตร ไปตลอดความยาวของลำต้น เพื่อสร้างสมการปริมาตรไม้

ทำการตัดทอนลำต้นออกตามช่วงต่างๆ ตั้งแต่ความยาว 0.3, 1.3, 2.3,.... เมตร ไปตลอดความยาวของลำต้น ชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่างๆ ตามลำดับ เพื่อศึกษาปริมาณการกระจายของมวลชีวภาพของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ตามระดับความสูงของลำต้นไม้ โดยใช้วิธีการศึกษาแบบ stratified clip technique (พงษ์ศักดิ์, 2538) เก็บตัวอย่างย่อยของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ มาทำการอบให้แห้งด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 80-90 ^{0}C เพื่อเปลี่ยนน้ำหนักสด (fresh weight) ของต้นไม้ในแปลงให้เป็นน้ำหนักแห้ง (oven-dried weight) เพื่อหามวลชีวภาพ (biomass) แต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง และใบ) ของต้นไม้แต่ละต้น ซึ่งใช้เป็นตัวแทนในการสร้างสมการมวลชีวภาพ เพื่อนำไปประมวลหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ทั้งแปลง

3. สุ่มตัวอย่างไม้ที่ตัดฟัน 3 ขนาด ได้แก่ ใหญ่ กลาง และเล็ก จำนวนทั้งหมด 3 ต้น ทำการขุดรากของตัวอย่างแต่ละต้น เพื่อศึกษาระบบรากและมวลชีวภาพของราก

4. การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพจากสมการยกกำลัง (power equation) ที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สมการการถดถอยโดยวิธีการแปลงค่า จะก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนทางลบขึ้น (Snowdon, 1991) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับแก้ค่าที่ได้จากการประเมิน ซึ่งค่าปรับแก้นั้นสามารถสร้างได้โดยใช้สัดส่วนระหว่างค่าจริงของตัวอย่างกับค่าประมาณที่ได้จากสมการที่จัดสร้างขึ้นของต้นไม้ตัวอย่างนั้นๆ (สมบูรณ์ และ สมหมาย, 2537) ค่าปรับแก้ที่ได้สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดในการประมาณปริมาตรลำต้นและมวลชีวภาพ เช่น อาจจะใช้ค่าปรับแก้ที่ได้นี้ในการประมาณค่าปริมาตรของลำต้นและมวลชีวภาพรายต้น โดยการคูณค่าปรับแก้นี้เข้ากับค่าปริมาตรและมวลชีวภาพรายต้นที่ได้จากสมการ หรืออาจจะทำการปรับแก้เมื่อได้ค่าผลผลิตในรูปของปริมาตรและมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่แล้ว โดยคูณค่าปรับแก้นี้เข้ากับผลผลิตที่ประมาณได้

5. ศึกษาคาร์บอนที่กักเก็บในมวลชีวภาพของไม้แดง โดยสุ่มตัวอย่างชิ้นส่วนของไม้แดง แยกออกเป็น ลำต้น กิ่ง ใบ และราก เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในเนื้อเยื่อพืช ด้วยเครื่อง CN Corder MT 700 โดยวิธี Dumus method ความเข้มข้นของคาร์บอนในตัวอย่างที่วัดได้มีหน่วยเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้ง (percent carbon by dry weight)

6. ประเมินการดูดซับกาซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าไม้แดง จากสูตร (คณะวนศาสตร์, 2554)

ตัน CO_2 = ตันคาร์บอน x 44/12

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโตของไม้แดง

จากการวัดการเติบโตของต้นแดงอายุ 29 ปี พบต้นไม้ทั้งหมดจำนวน 316 ต้น (27 ต้น/ไร่; รอดตาย 27.43%) มีความสูงเฉลี่ย 13.89 $\pm$ 3.31 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 20.77 $\pm$ 6.80 เซนติเมตร มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.48 เมตรต่อปี และ 0.72 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ มีความกว้างเรือนยอดเฉลี่ย 5.99 $\pm$ 2.72 เมตร ความลึกของเรือนยอดเฉลี่ย 12.40 $\pm$ 4.43 เมตร โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ดังนี้

$H = 7.1931 \ln(DBH) - 5.5225$ $R^2 = 0.8299$

เมื่อ H = ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

2. ปริมาตรไม้ของสวนป่าไม้แดง

สมการปริมาตรไม้แดงที่สร้างจากตัวแทนต้นไม้ 12 ต้น เพื่อนำไปประมวลหาปริมาตรของต้นไม้ทั้งแปลง (Figure 1) คือ

$V_{over\ bark} = 0.0003\ (DBH)^{2.2085}$ $R^2 = 0.9672$

$V_{under\ bark} = 0.0002\ (DBH)^{2.3415}$ $R^2 = 0.9680$

เมื่อ $V_{over\ bark}$ = ปริมาตรเหนือเปลือก (ลูกบาศก์เมตร)

$V_{under\ bark}$ = ปริมาตรใต้เปลือก (ลูกบาศก์เมตร)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

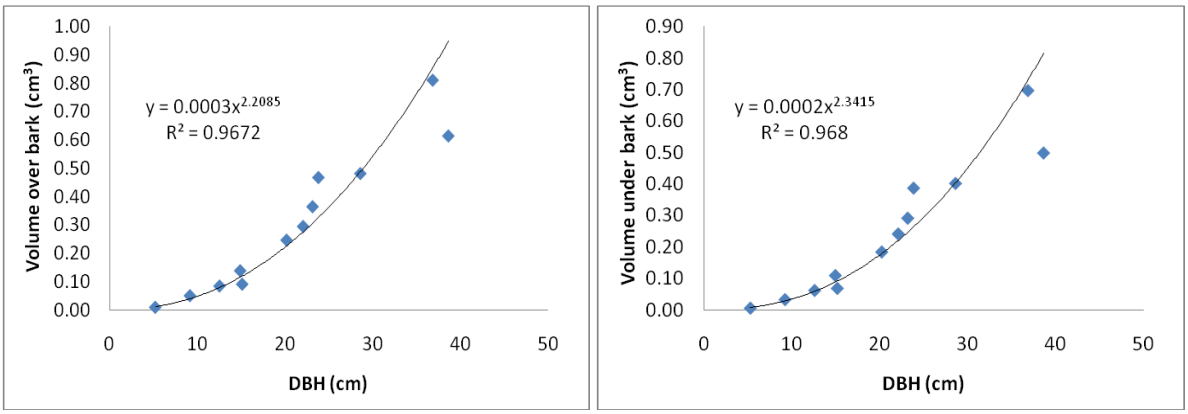


Figure 1 The relationship between tree volume and DBH of *Xylia xylocarpa* by using a power equation

จากสมการปริมาตรไม้ สามารถคำนวณหาปริมาตรไม้ทั้งแปลงของแดงได้ โดยคิดเป็นปริมาตรไม้เหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือก เท่ากับ 8.38 และ 8.53 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งมีค่าปรับแก้ 1.0161 และ 0.8050 ดังนั้น หลังจากปรับแก้แล้วพบว่าปริมาตรไม้เหนือเปลือกและปริมาตรใต้เปลือกเฉลี่ย 8.51 และ 6.87 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 0.24 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี ส่วนใหญ่ต้นไม้มีขนาดเส้นรอบวง 50-100 เซนติเมตร (Table 1)

Table 1 Wood production of *Xylia xylocarpa* with different stem-girth classes in plantation.

GBH_Calss (cm)	Volume over bark (m^3)		Volume under bark (m^3)	
	1 rai	1 ha	1 rai	1 ha
<30	0.028	0.17	0.025	0.15
30-50	0.571	3.57	0.539	3.37
50-100	6.461	40.38	6.545	40.91
100-150	1.164	7.28	1.247	7.79
150-200	0.153	0.96	0.172	1.08
Total volume	8.38	52.36	8.53	53.30
Adjust value	1.0161		0.8050	
Adjust volume	8.51	53.20	6.87	42.91
Mean annual increment	0.29	1.83	0.24	1.48
Mean annual increment per tree	0.0107		0.0086	

3. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของสวนป่าไม้แดง

สมการมวลชีวภาพของแต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง และใบ) ที่สร้างจากตัวแทนต้นไม้ 12 ต้น และสมการมวลชีวภาพของราก ที่สร้างจากตัวแทนต้นไม้ 3 ต้น เพื่อนำไปประมวลหามวลชีวภาพของไม้แดงทั้งแปลง (Figure 2) คือ

$W_S = 0.1358\ (DBH)^{2.2785}$ $R^2 = 0.9638$

$W_B = 0.0111\ (DBH)^{2.7375}$ $R^2 = 0.9120$

$W_L = 0.0142\ (DBH)^{2.0162}$ $R^2 = 0.9299$

$W_R = 0.0984\ (DBH)^{2.0154}$ $R^2 = 0.9894$

เมื่อ W_S = มวลชีวภาพลำต้น (กิโลกรัม)

W_B = มวลชีวภาพกิ่ง (กิโลกรัม)

W_L = มวลชีวภาพใบ (กิโลกรัม)

W_R = มวลชีวภาพราก (กิโลกรัม)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

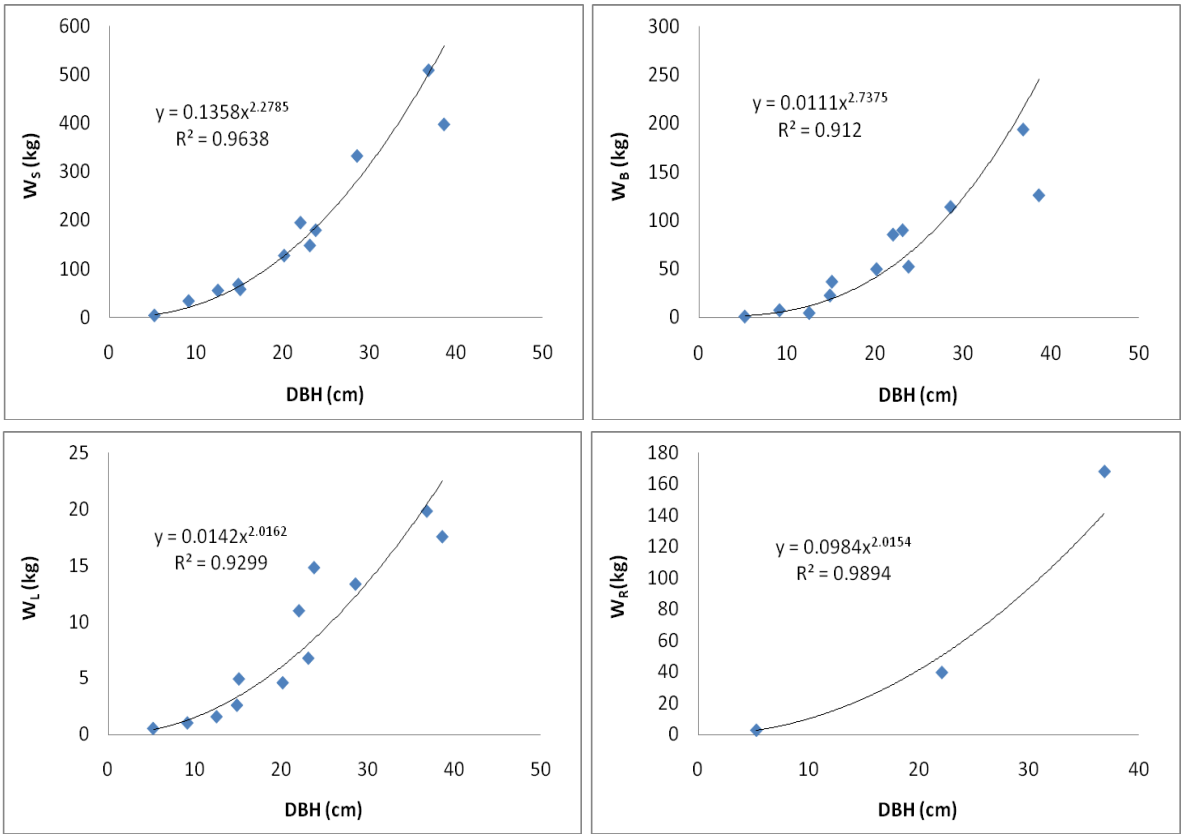


Figure 2 Allometric equations of above-ground biomass of *Xylia xylocarpa.*

การคำนวณหามวลชีวภาพของไม้แดงทั้งแปลงจากสมการมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง ใบ และรากที่สร้างขึ้น และคูณค่าปรับแก้แล้วพบว่า มวลชีวภาพของไม้แดงเท่ากับ 8,479 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง ใบ และรากเท่ากับ 4,878, 1,862, 226 และ 1,512 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของมวลชีวภาพเท่ากับ 292.4 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี โดยมีการสะสมไนโตรเจนในมวลชีวภาพ 61.30 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 2)

เมื่อคำนวณค่าคาร์บอนในมวลชีวภาพ โดยใช้ความเข้มข้นของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง ใบ และรากเท่ากับร้อยละ 48.24, 47.98, 53.22 และ 51.03 ตามลำดับ พบว่า สวนป่าไม้แดงมีการกักเก็บคาร์บอน 4,139 กิโลกรัมต่อไร่ แยกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 2,353, 893, 120, และ 772 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์คิดเป็น 15.18 ตันต่อไร่ (Table 2)

เมื่อเปรียบเทียบกับสวนป่าไม้สนคาริเบีย อายุ 29 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยดงลาน จังหวัดขอนแก่น มีความสูงเฉลี่ย 28.65 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 30.63 เซนติเมตร คิดเป็นอัตราความเพิ่มพูนด้านความสูง 0.99 เมตรต่อปี และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.06 เซนติเมตรต่อปี ปริมาตรใต้เปลือก 74.68 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เฉลี่ย 2.58 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี มีมวลชีวภาพ 69,131 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ 39,209 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์เท่ากับ 143.77 ตันต่อไร่ (อำไพ และคณะ, 2558) ไม้แดงเป็นไม้โตช้าจึงมีการเติบโต ปริมาตร มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนต่ำกว่าสนคาริเบียซึ่งโตเร็วกว่า อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นของไม้แดงเท่ากับ 27 ต้นต่อไร่ ซึ่งเหลือต้นไม้น้อยมากเมื่อเทียบกับสนคาริเบียที่มีความหนาแน่น 85 ต้นต่อไร่

Table 2 Carbon and Nitrogen storages in biomass of *Xylia xylocarpa* in plantation.

Status	Stem	Branch	Leaf	Root	Total
Biomass (kg.rai^{-1})	4,738	1,685	216	1,490	8,129
Adjust value	1.0296	1.1050	1.0494	1.0146	
Adjust biomass (kg.rai^{-1})	4,878	1,862	226	1,512	8,479
Mean annual increment (kg.rai^{-1}.yr^{-1})	168.2	64.2	7.8	52.1	292.4
Mean annual increment (kg.individual^{-1}.yr^{-1})	6.13	2.34	0.28	1.90	10.66
Nitrogen content (%)	0.57	0.97	2.81	0.60	
Nitrogen storage (kg.rai^{-1})	27.80	18.06	6.36	9.07	61.30
Carbon content (%)	48.24	47.98	53.22	51.03	
Carbon storage (kg.rai^{-1})	2,353	893	120	772	4,139
Carbon storage (kg.rai^{-1}.yr^{-1})	81.1	30.8	4.2	26.6	143
Carbon storage (kg.individual^{-1}.yr^{-1})	2.96	1.12	0.15	0.97	5.20
				CO_2 absorbtion (ton.rai^{-1})	15.18

สรุป

สวนป่าไม้แดง ที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร อายุ 29 ปี มีอัตราการเติบโตช้า โดยมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 0.48 เมตรต่อปี และ 0.72 เซนติเมตรต่อปี ความเพิ่มพูนของปริมาตรไม้ใต้เปลือกเท่ากับ 0.24 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี อย่างไรก็ตาม ในด้านประโยชน์ทางนิเวศน์ สวนป่าไม้แดงมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย 4,139 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์คิดเป็น 15.18 ตันต่อไร่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะวนศาสตร์. 2554. **คู่มือศักยภาพของพรรณไม้ สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557. สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

บุญฤทธิ์ ภูริยากร และ สมพร ไชยจรัส. 2529. **โครงการปลูกไม้ใช้สอยชุมชนตามแผนพัฒนาชนบทยากจนปี 2527-2529.** กรมป่าไม้ และ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พงศ์ โสโน, สายัณห์ จารุคม, สุชาติ ไทยเพชร และสมหมาย เอื้อเจริญ. 2516. **กลสมบัติของไม้ไทย.** กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ เลขที่ ร. 144 กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2538. **ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สมบูรณ์ กีรติประยูร และ สมหมาย นามสวาท. 2537. เทคนิคบางอย่างในการประมาณผลผลิตของสวนป่า II. การประมาณมวลชีวภาพของส่วนของลำต้นที่มีขนาดจำกัด, น. 124-137. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2537: การปลูกป่าเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม.** ระหว่างวันที่ 21-25 พฤศจิกายน 2537 ณ โรงแรมวังใต้ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน. 2525. การวิเคราะห์สังคมพืชป่าเบญจพรรณในประเทศไทย. *ใน* **รายงานการประชุมการป่าไม้ สาขาชีววิทยา พ.ศ. 2525.** กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, บพิตร เกียรติวุฒินนท์, สมชาย นองเนือง, พงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ, วิโรจน์ ครองกิจศิริ, วรพจน์ คำใบ และอนันต์ ประทุมชาติ. 2558. ผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในมวลชีวภาพสวนป่าสนคาริเบีย, น. 252-263. *ใน* **ผลงานวิชาการป่าไม้ การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2558: ป่าไม้ไทย...ใครกำหนด.** ระหว่างวันที่ 22-26 เมษายน พ.ศ. 2558 ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Snowdon, P. 1991. A ratio estimator for bias correction in logarithmic regression. **Canadian Journal of Forest Research** 21(5): 720-724.

การประมาณน้ำหนักแห้งและการกักเก็บคาร์บอนของสักในสวนป่าของประเทศไทย
Estimation of biomass and carbon stock of Teak in Thailand's plantation

วรพรรณ หิมพานต์[1*] และ เรอิจิ โยเนะดะ[2]

Woraphun Himmapan[1*] and Reiji Yoneda[2]

[1]ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]SilviculturalResearch Division, Forest Research and Development Bureau, The Royal Forest Department, Bangkok, 10900

[2]ส่วนการป่าไม้ ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติ แห่งประเทศญี่ปุ่น ประเทศญี่ปุ่น

[2]Forestry Division, Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Japan

*Corresponding Author; E-mail: **woraphun0901@gmail.com**

บทคัดย่อ

น้ำหนักแห้งและการกักเก็บคาร์บอนของสักในสวนป่าได้ ทำการประมาณโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของต้นไม้ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูง) กับน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ (ลำต้น กิ่ง ใบ และราก) ในรูปแบบของสมการแอลโลเมตรี ต้นสักจำนวน 96 ต้น จาก 17 พื้นที่ ที่มีคุณภาพพื้นที่และสภาพอากาศแตกต่างกัน จากอายุ 5-33 ปี ได้ถูกนำมาใช้ในการประเมินน้ำหนักแห้งส่วนเหนือพื้นดินและส่วนใต้ดิน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกับน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง ส่วนเหนือพื้นดิน จากสมการแอลโลเมตรีในแต่ละพื้นที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์สูง คือ 0.94-0.99 ในขณะเดียวกันความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกกับน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินก็ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์สูงเช่นกัน (0.90) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสมการแอลโลเมตรีที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้เพียงค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเป็นตัวแปรสามารถนำไปใช้ประมาณน้ำหนักแห้งของส่วนลำต้น กิ่ง ส่วนเหนือพื้นดิน และส่วนใต้ดินของสักในสวนป่าได้ ทั้งนี้ตารางน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักในประเทศไทยได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อให้เกษตรกรเจ้าของสวนสักอีกด้วย

คำสำคัญ: สัก สวนป่า น้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอน การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ABSTRACT

Biomass and carbon stock of teak in plantation were estimated from allometric relationships between tree size parameters (diameter at breast height (DBH) and tree height) and tree part biomass (stem, branch leaf and root). Above ground biomass and below ground biomass, of 96 teak-trees, 5-33 year-old, from 17 sites representing different site index values and climate condition, were estimated. The correlation coefficients based on the relationships between DBH and biomass (stem, branch and above ground) were high, ranking from 0.94-0.99, while relationship between DBH and below ground biomass was also high (0.90). The results indicated that with the allometric equations derived from this study, DBH data alone could be used for estimating other above ground biomass (stem and branch) and below ground biomass in Teak plantation. Furthermore, a table of dry weight, carbon stock and CO_2 absorption in teak plantation in Thailand were developed for teak farmers.

Keywords: teak, plantation, biomass, dry weight, carbon stock, CO_2 absorption

คำนำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) นับเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณมากที่สุดในบรรยากาศเมื่อเปรียบเทียบในบรรดาก๊าซเรือนกระจกด้วยกัน WMO จัดทำรายงานเรื่องก๊าซเรือนกระจกฉบับล่าสุดโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับก๊าซเรือนกระจก ซึ่งรวมถึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ จากสถานีวิจัยที่ตั้งอยู่ใน 51 ประเทศทั่วโลก โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ CO_2 ในชั้นบรรยากาศเมื่อปี 2016 วัดได้ที่ 403.3 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เพิ่มขึ้นจากเมื่อปี 2015 ซึ่งวัดได้ที่ 400 ppm (BBC, 2562) และจากรายงานของ NOAA/ESRL (2018) พบค่าปริมาณความเข้มข้นของ CO_2 ในชั้นบรรยากาศเมื่อปี 2018 เท่ากับ 408.52 ppm

ระบบนิเวศป่าไม้ เป็นระบบที่มีการสะสมคาร์บอนมากที่สุดถึง ร้อยละ 75 เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของพืชคือคาร์บอน (ร้อยละ 47) โดยการดูดซับ CO_2 และเปลี่ยนสภาพให้อยู่ในรูปของมวลชีวภาพผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง พรรณไม้แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการดูดซับ CO_2 หรือการสังเคราะห์แสงที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีอิทธิพลร่วมของปัจจัยที่เกี่ยวข้องระหว่างต้นไม้กับสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน และแม้กระทั่งในต้นไม้ต้นเดียวกัน อัตราการสังเคราะห์แสงก็ยังมีความแปรผันทั้งในรอบวันและในแต่ละฤดูกาล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณ CO_2 ความชื้นในดิน มลพิษ ตลอดจนโรค และแมลง ซึ่งปัจจัยแวดล้อมเหล่านี้ก่อให้เกิดความแปรผันดังกล่าวข้างต้น ตามสภาพสิ่งแวดล้อมของพื้นที่นั้น (Kozlowski and Pallardy 1997) โดยผลผลิตขั้นสุดท้ายที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของต้นไม้ก็คือการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพของต้นไม้นั้น ซึ่งสมดุลของการสังเคราะห์แสง และการหายใจจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณคาร์บอนที่พืชสามารถใช้ในการเติบโตซึ่งเป็นผลจากการดูดซับ CO_2 ในระดับเรือนยอดไม้นั่นเอง

การประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้และป่าและการกักเก็บคาร์บอนจะทำโดยการพัฒนาสมการแอลโลเมตริกระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ กับตัวแปรของขนาดของต้นไม้ เช่น ความสูง และความโต เพื่อหลีกเลี่ยงการตัดทำลายต้นไม้ และยังสามารถประมาณในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้ด้วย (Brown 1997; Chave *et al.*, 2005) สักเป็นชนิดไม้ที่มีความนิยมปลูกเป็นสวนป่ากันอย่างมาก เนื่องจากเป็นไม้พื้นเมืองที่มีค่าสำคัญของประเทศไทย รวมทั้งยังนับว่าเป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงในวงการด้านป่าไม้อีกด้วย การเติบโตของสักจะดีมากเมื่อสักเติบโตในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีประมาณ 1,250-3,750 มิลลิเมตร และมีช่วงแล้งประมาณ 3-5 เดือน อุณหภูมิต่ำสุด 13-17°C และสูงสุด 39-43°C (Pandey and Brown 2000) การประมาณมวลชีวภาพของสวนป่าสักมีการศึกษาเพื่อพัฒนาสมการแอลโลเมตริกในหลายประเทศ (Kraenzel *et al.*, 2003; Pérez Cordero and Kanninen 2003; Hase and Foelster 1983; Nwoboshi 1983; Ola-Adams 1993; Buvaneswaran *et al.*, 2006; Negi *et al.*, 1995; Singh *et al.*, 1980; Jha 2015; Purwanto and Shiba 2005) รวมถึงในประเทศไทย แต่ในประเทศไทยการประมาณมวลชีวภาพของสักในสวนป่าส่วนใหญ่จะทำในภาคเหนือและภาคตะวันตก (ชิงชัยและกันตินันท์ 2546; ทศพร และคณะ 2548; Hiratsuka *et al.*, 2005; Meunpong *et al.*, 2010) เนื่องจากสภาพดินจะเหมาะสมต่อการเติบโตของสัก และจะมีกระจายอยู่ในภาคอื่นๆ บ้าง (Kaosa-ard 1989) เพื่อลดการแปรผันของข้อมูลและให้สมการมีความถูกต้องแม่นยำมากจึงสร้างสมการเฉพาะแต่ละพื้นที่ แต่เพื่อความสะดวกของผู้นำมาใช้ สมการที่จะใช้ประมาณมวลชีวภาพของสักควรทำการเก็บข้อมูลจากในแหล่งที่หลากหลายทั้งในด้านพื้นที่และสภาพอากาศและนำมาสร้างเป็นสมการที่ใช้ได้ง่าย ในขณะเดียวกันในเขตร้อนมีการศึกษาเกี่ยวกับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจำนวนมาก แต่มีการศึกษามวลชีวภาพใต้ดินมีไม่มากนัก เนื่องจากการเก็บข้อมูลทำได้ลำบาก (Niiyama *et al.*, 2010: Ziegler *et al.*, 2012) แม้ว่าจะมีรายงานการศึกษามวลชีวภาพใต้ดินของสักในประเทศอินเดียและอเมริกากลาง (Kraenzel *et al.*, 2003; Negi *et al.*, 1995; Prasad and Mishra 1984) และประเทศไทย (Hiratsuka *et al.*, 2005, Meungpong *et al.*, 2010, Takahashi *et al.*, 2011) แต่รายงานมวลชีวภาพใต้พื้นดินของสักก็ยังมีไม่เพียงพอ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการสำหรับใช้ประมาณน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของสัก ซึ่งได้จากการเก็บข้อมูลจากในแหล่งที่หลากหลายทั้งในด้านพื้นที่และสภาพอากาศและนำมาสร้างเป็นสมการที่ใช้ได้ง่าย โดยการใช้ค่าความโตหรือขนาดเส้นรอบวงเพียงอกของต้นสักหรือขนาด

เส้นรอบวงที่ระดับความสูง 1.3 เมตร จากพื้นดิน ซึ่งเป็นค่าที่สามารถวัดได้โดยคนทั่วไปและเครื่องมือทั่วไป ที่มีความง่ายและมีความถูกต้องแม่นยำสูงเพียงตัวแปรเดียว เพื่อให้แก่ผู้ปลูกสามารถทราบข้อมูลว่าต้นไม้สักแต่ละต้นของตนเองนั้นสามารถช่วยลดภาวะโลกร้อนจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่าไร

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลจาก 14 สวนป่า ใน 6 จังหวัด มีอายุระหว่าง 5-33 ปี ประกอบด้วยสวนสักในสวนป่าเกริงกระเวีย ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 4 ชั้นอายุ สภาพอากาศของพื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตร้อนชื้น มีฤดูฝนในเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน และมีฤดูแล้งจากเดือนตุลาคมถึงเมษายน อุณหภูมิเฉลี่ย 27 °C ปริมาณน้ำฝนรายปีแตกต่างกันในแต่ละภาค เช่น ภาคตะวันตก ที่อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีประมาณ 1,650 มิลลิเมตร (Marod *et al*., 2002) สวนป่าของเอกชนและเกษตรกรที่จังหวัดลพบุรี อุตรดิตถ์ หนองบัวลำภู และขอนแก่น มีปริมาณน้ำฝนรวมรายปีประมาณ 1,200 มิลลิเมตร ลักษณะภูมิประเทศของสวนป่าขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชัน ส่วนสวนป่าของภาคเอกชนหรือเกษตรกรเป็นพื้นที่ราบเป็นส่วนใหญ่

การเก็บข้อมูลภาคสนามในแต่ละพื้นที่ศึกษา วางแปลงตัวอย่างขนาด 40x40 ม. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่าง คัดเลือกต้นไม้ในแปลงทดลอง จำนวน 3-10 ต้น ที่มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกแตกต่างกันและเป็นตัวแทนของต้นไม้ในหมู่ไม้นั้น ต้นที่เลือกเป็นตัวอย่างจะต้องมีลักษณะตามปกติ กล่าวคือ เรือนยอดหรือลำต้นไม่ถูกทำลายหรือมีสภาพผิดปกติ เช่น เรือนยอดหัก หรือ ลำต้นคดงอ เป็นต้น ตัวอย่างต้นไม้ที่เลือกมีจำนวน 96 ต้น ทำการตัดต้นไม้ และทำการวัดค่าต่างๆ ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับพื้นดิน (D_0) และความสูง (H) แยกส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบออก ทำการชั่งน้ำหนักทั้งหมดเป็นน้ำหนักสดในพื้นที่ และทำการเก็บตัวอย่างแต่ละส่วนประมาณร้อยละ 5 ของทั้งหมดนำกลับไปที่ห้องปฏิบัติการ เพื่อทำการอบที่อุณหภูมิ 85°C จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ทำการชั่งน้ำหนักแห้ง หาค่าความชื้นของแต่ละส่วนของตัวอย่าง และคำนวณหาค่าน้ำหนักแห้งทั้งหมดของส่วนต่างๆ ต่อไป ทำการเก็บมวลชีวภาพใต้ดินเพียง 71 ต้น เนื่องจากข้อจำกัดบางประการในพื้นที่ทำการขุดรากโดยใช้ทั้งแรงงานคนและเครื่องจักรพยายามขุดรากให้ออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ ทำความสะอาดหรือแยกดินออกให้หมด ชั่งน้ำหนักสด เก็บตัวอย่างเพื่อนำไปอบหาค่าความชื้น และคำนวณหาน้ำหนักแห้งของรากทั้งหมดต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการทดลองสร้างสมการแอลโลเมตริก โดยใช้ DBH และ H เป็นตัวแปรอิสระ ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้สมการ Power-form ($y=ax^b$ โดย y คือ น้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน x คือค่าขนาด a และ b คือ coefficients) เนื่องจากผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเป็นรูปแบบสมการที่ง่ายและเป็นมาตรฐาน (Ogawa *et al*., 1961; Buvaneswaran *et al*., 2006) เพื่อหาสมการสำหรับการประมาณค่าน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วน โดยใช้ตัวแปรอิสระ 3 ค่า ได้แก่ DBH (cm), H (m) และ DBH^2xH (cm^2.m) ส่วนน้ำหนักแห้งใต้พื้นดินหรือราก (W_R) ใช้เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับพื้นดิน (D_0) ด้วย

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะของต้นสักในพื้นที่ศึกษา

ต้นสักในแปลงตัวอย่างมีค่า DBH อยู่ในช่วง 6.3-31.3 เซนติเมตร และความสูงอยู่ในช่วง 4.3-22.6 เมตร ค่าเฉลี่ยของ DBH และความสูงจะแตกต่างกันแม้ว่าจะมีอายุเท่ากันก็ตาม ตัวอย่างเช่นในสวนป่าทองผาภูมิ (TPP) และสวนป่าน้ำหมี (NM) ซึ่งมีอายุ 33 ปี เท่ากัน เนื่องจากอายุและปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ ระยะปลูกตั้งแต่เริ่มต้น การตัดขยายระยะและอัตราการตายของต้นไม้ในสวนป่า เมื่อพิจารณาถึงชั้นคุณภาพของพื้นที่จากความสูงของไม้เด่น (Vacharanglura, 2012) พบว่าพื้นที่ศึกษาอยู่ในชั้นคุณภาพพื้นที่ที่ 12-28 จากต้นไม้ตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 96 ต้น พบว่า มีขนาด DBH และความสูงอยู่ในช่วง 3.0-43.9 เซนติเมตร และ 2.9-26.7 เมตร ตามลำดับ (Table 1)

2. สมการแอลโลเมตริก

ผลการศึกษาเมื่อนำข้อมูลมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ มาสร้างสมการแอลโลเมตริกกับตัวแปรทั้งสามตัว ได้แก่ DBH H และ DBH^2xH ให้ค่าทางสถิติ $p<0.01$ และเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่า การใช้ตัวแปร DBH จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R^2) สูงที่สุดและค่าใกล้เคียงกับการใช้ตัวแปร DBH^2xH ส่วนสมการที่ใช้ตัวแปร H ตัวแปรเดียวจะให้ค่าต่ำที่สุด การประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สมการแอลโลเมตริกสำหรับประมาณใบ (W_L) จะมีค่า R^2 ต่ำกว่า (R^2=0.33-0.55) สมการที่ใช้ประมาณส่วนลำต้น (W_S, R^2=0.90-0.98) และกิ่ง (W_B, R^2=0.71-0.94) สมการที่ใช้ประมาณส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมด คือ รวมส่วนที่เป็นใบ ลำต้นและกิ่ง (W_{Top}) ที่ใช้ตัวแปรทั้งสามก็มีค่า R^2 สูงเช่นกัน กล่าวคือ DBH, DBH^2xH และ H มีค่า R^2 เท่ากับ 0.99, 0.98 และ 0.85 ตามลำดับ สำหรับการประมาณมวลชีวภาพใต้ดิน (W_{Top}) แสดงค่า R^2 สูงที่สุดเมื่อใช้ตัวแปร DBH ส่วนสมการโดยใช้ค่าตัวแปร D_0, DBH^2xH และ H มีค่าต่ำกว่า (R^2 = 0.69-0.73)

การศึกษาที่ผ่านมาใช้ค่า DBH^2xH เป็นตัวแปรในสมการ (Hase and Foelster 1983; ชิงชัยและกันตินันท์ 2546) ทั้งนี้เนื่องจาก Watanabe *et al.* (2009) รายงานว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่อความสูงและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสักทำให้ต้นสักมีความสูงแตกต่างกันแม้ว่าจะมีขนาดความโตเท่ากันก็ตาม อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าตัวแปร DBH ตัวเดียวมีอิทธิพลกับค่ามวลชีวภาพอย่างมาก แม้ว่าสักที่มีขนาดความโตเท่ากันจะมีความสูงแตกต่างกันก็ตาม จากผลของการศึกษาในครั้งนี้ยืนยันว่าความสัมพันธ์ระหว่าง H ต่อ DBH และอัตราส่วนระหว่าง W_B และ W_{TOP} เป็นไปในทางลบ ทำให้ต้นสักที่มีความสูงมากกว่าจะมี W_B น้อยกว่าต้นสักที่มีความสูงต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกันในต้นสักที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ดังนั้น W_{TOP} จะมีค่าใกล้เคียงกันแม้ว่าต้นไม้ที่ขนาดความโตเท่ากันแต่มีความสูงแตกต่างกัน ในขณะเดียวกันได้มีการศึกษาที่รายงานว่าตัวแปร DBH มีอิทธิพลต่อมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสักเช่นกัน (Negi *et al.*, 1995; Kraenzel *et al.,* 2003; Pérez Cordero and Kanninen 2003) (Table 2) นอกจากนี้ยังมีการรายงานการศึกษาในต้นไม้ในเขตร้อนชนิดอื่นๆ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Basuki *et al.,* 2009; Kenzo *et al.*, 2009a, Kenzo *et al.*, 2009b) สำหรับมวลชีวภาพใต้ดิน (W_R) นั้น ตัวแปร DBH มีอิทธิพลต่อมวลชีวภาพมากกว่า DBH^2xH หรือ D_0 แต่การที่จะทำการวัด D_0 ในต้นสักที่มีขนาดใหญ่ให้มีความถูกต้องสูงนั้นทำได้ยาก เนื่องจากโคนต้นจะมีการพัฒนาของพูพอนทำให้มีรอยบวมบริเวณชิดพื้นดิน ดังนั้นควรใช้ตัวแปร DBH ในการประมาณ W_R ด้วยเช่นกัน จากการวิเคราะห์ค่าความชันของเส้นสมการแต่ละเส้นที่ได้จากในแต่ละพื้นที่ศึกษาพบว่าไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.0001$) ทำให้สมการที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประมาณมวลชีวภาพของสักที่มีอายุน้อย (น้อยกว่า 33 ปี) ทั่วทั้งประเทศไทยได้ แม้ว่าจะมีความแตกต่างกันในเรื่องชั้นคุณภาพพื้นที่ ระยะปลูก และภูมิภาค

3. น้ำหนักแห้งของหมู่ไม้และการกักเก็บคาร์บอนของสัก

เมื่อทำการคำนวณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดินรายต้นในแปลงและนำมารวมกัน จากนั้นทำการคำนวณต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์ ผลปรากฏว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีค่าอยู่ระหว่าง 2.5–133.5 ตัน/เฮกตาร์ และมวลชีวภาพส่วนใต้ดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.8–27.5 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งมวลชีวภาพที่ได้จากสมการในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการประมาณจากสมการที่มีการศึกษาอื่นๆ (Table 3) โดยสมการที่ทำการศึกษาในประเทศอื่นๆ จะมีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงกว่า 1.25-1.61 เท่า ส่วนมวลชีวภาพใต้ดินที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าผลจากการศึกษาโดย Buveneswaran *et al*. (2006) และ Negi *et al.* (1995) แต่มีค่าสูงกว่าการศึกษาโดย Kraenzel *et al.* (2003) (Table 4) ซึ่งสมการเหล่านี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นจากการศึกษาในประเทศอินเดีย ปานามา อินโดนีเซีย และคอสตาริก้า ในขณะที่มวลชีวภาพจากการใช้สมการที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย โดย ชิงชัยและกันตินันท์ (2546) ที่ได้จากการเก็บข้อมูลจาก 8 สวนป่า ใน 4 จังหวัด (สุโขทัย กาญจนบุรี เชียงใหม่ และลำปาง) มีค่าสูงกว่าจากการศึกษาครั้งนี้ 1.06 เท่า ซึ่งข้อมูลไม่ได้รวมถึงสวนป่าสักที่มีอายุน้อยกว่า 10 ปี Chave *et al.* (2005) ได้รายงานไว้ว่าการพัฒนาสมการรูปแบบ regression ควรทำการวัดต้นไม้ที่มีขนาดตั้งแต่เล็กถึงใหญ่ การที่มวลชีวภาพจากการศึกษาของ ชิงชัยและ

กันตินันท์ (2546) สูงกว่าเล็กน้อยอาจเนื่องมาจากไม่ได้รวมข้อมูลจากสวนป่าที่มีอายุน้อย อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ก็มีความแตกต่างจากผลของการศึกษาครั้งนี้น้อยกว่าผลของการศึกษาในประเทศอื่นๆ

Table 1 Stand age, site index value, planted spacing, initial and present tree density, mean diameter at breast height (DBH), and tree height in each site.

Research site	Age (year)	Site index	Planted spacing (m)	Tree density (trees.rai^{-1})		DBH (cm) mean±sd	H (m) mean±sd
				Initial	Present		
Kanchanburi province							
Dan Makham Tia District (NP)	20	21	2 x 4	200	132	14.9 ± 3.7	14.9 ± 1.9
Thong Pha Phum District (KKV1)	27	28	4 x 4	100	82	24.0 ± 6.5	21.5 ± 4.0
Thong Pha Phum District (KKV2)	21	22	4 x 4	100	69	20.8 ± 6.5	15.8 ± 3.4
Thong Pha Phum District (KKV3)	10	25	4 x 4	100	77	10.3 ± 4.5	10.1 ± 4.4
Thong Pha Phum District (KKV4)	14	32	4 x 4	100	81	19.8 ± 4.0	19.5 ± 3.5
Thong Pha Phum District (TPP)	33	24	4 x 4	100	41	31.3 ± 5.2	22.6 ± 2.1
Khon Kaen							
Ban Had District (BH)	6	12	4 x 4	100	44	6.3 ± 2.4	4.3 ± 1.8
Loei							
Na Doung District (ND)	31	23	2 x 8	96	26	34.7 ± 5.2	21.5 ± 2.7
Nong Bua Lam Phu							
Mueang District (NB)	21	10	2.5 x 2.5	256	152	8.3 ± 2	6.5 ± 2.0
Suwannakhuha District (SK)	15	27	2 x 3	264	49	15.8 ± 4	16.8 ± 2.8
Lopburi							
Chi Badan District (CB)	11	27	3 x 3	174	95	17.2 ± 2.2	16.2 ± 1.1
Khok Charoen District (KC)	19	27	3 x 3	174	110	19.0 ± 3.5	19.3 ± 2.0
Uttaradit							
Mueang District (DD)	10	25	4 x 4	100	98	15.2 ± 2.6	14.3 ± 1.2
Mueang District (UT)	5	28	2 x 4	200	177	10.2 ± 1.9	11.6 ± 1.5
Thong San Khan District (DKT)	12	21	2 x 4	200	97	11.6 ± 1.6	11.7 ± 1.1
Thong San Khan District (NM)	33	14	2 x 3	264	92	15.1 ± 3.1	12.9 ± 1.5
Thong San Khan District (TSK)	19	22	2 x 4	200	121	15.8 ± 4.3	15.0 ± 2.7

Table 2 Equations to estimate above-ground biomass (AGB) and below-ground biomass (BGB) for teak in each study site, mean annual precipitation (MAP, $mm.y^{-1}$) and mean annual temperature (MAT, °C).

	Study site	Equation	MAP ($mm.y^{-1}$)	MAT (°C)
Present study	Thailand (6 Provinces)	$AGB = 0.0647 \times DBH^{2.5715}$ $BGB = 0.0453 \times DBH^{2.1839}$	1,200-1,650	27
Viriyabuncha and Peawsa-ad (2003)	Thailand (6 Provinces)	$AGB = 0.0346 \times (D^2H)^{0.9501}$	-	-
Negi *et al*. (1995)	India (Uttar Pradesh)	$AGB = 0.0982 \times DBH^{2.5873}$ $BGB = 0.0241 \times DBH^{2.4532}$	1,300-1,650	-
Buvaneswaran *et al.* (2006)	India (Tamil Nadu)	Southern Tamil Nadu $AGB = 0.0904 \times DBH^{2.551}$ $BGB = 0.0970 \times DBH^{2.023}$ Western Tamil Nadu $AGB = 0.0785 \times DBH^{2.578}$ $BGB = 0.185 \times DBH^2 - 3.747 \times DBH + 51.498$	1,100	31-38
Kraenzel *et al.* (2003)	Panama (Panama Province)	$Log(AGB) = -1.042 + 2.575\ Log\ (DBH)$ $Log(BGB) = -1.671 + 2.399\ Log\ (DBH)$	2.300-3,000	23-30
Purwanto and Shiba (2005)	Indonesia (East Java)	$D_B = 0.9258 \times DBH^{0.9524}$ $W_L = 0.0660 \times (D_B^2)^{0.8759}$ (1) $W_B = 0.0058 \times (D^2H)^{1.0380}$ (2) $Ws = 0.0287 \times (D^2H)^{0.9586}$ (3) AGB = (1) + (2) + (3)	1,900	28.8
Perez Cordero and Kanninen (2003)	Costa Rica (4 States)	$Log_{10}\ (AGB) = -0.815 + 2.382\ Log_{10}\ (DBH)$	1,659-4,107	25.9-27.1

Remark: D_B = Diameter at the lowest major living branch or at the base of crown

Table 3 Estimated above-ground biomass (ton ha^{-1}) in each research site using equations from the present study and other studies.

Site	Present study	Viriyabuncha and Peawsa-ad (2003)	Negi *et al.* (1995)	Buvaneswaran *et al.* (2006)		Kraenzel *et al.* (2003)	Purwanto and Shiba (2005)	Perez Cordero and Kanninen (2003)
				South	West			
NP	55.49	63.02	87.89	73.35	68.52	78.60	81.85	78.70
KKV1	117.44	137.21	187.42	153.74	145.46	166.62	181.91	152.18
KKV2	68.40	65.65	108.91	89.80	84.64	96.99	86.55	91.07
KKV3	12.53	12.60	19.72	16.68	15.43	17.72	16.34	19.05
KKV4	70.70	85.67	112.49	92.92	87.46	100.25	112.43	95.02
TPP	116.24	119.15	186.29	151.34	144.23	165.08	160.36	143.24
BH	2.02	1.26	3.16	2.72	2.48	2.86	1.76	3.38
ND	96.10	87.66	154.26	124.85	119.31	136.52	118.65	116.12
NBL	14.19	10.85	22.27	18.99	17.46	20.06	14.46	22.49
SK	23.95	29.31	37.97	31.62	29.59	33.93	38.09	33.60
CB	57.77	64.50	91.71	76.14	71.39	81.86	84.22	79.73
KC	86.40	106.57	137.37	113.64	106.85	122.48	139.58	117.02
DD	43.36	46.73	68.71	57.30	53.55	61.43	60.81	61.27
UT	28.08	32.42	44.21	37.41	34.59	39.72	41.78	42.79
DKT	21.41	22.86	33.78	28.45	26.39	30.30	29.59	31.84
NM	40.02	39.28	63.41	52.89	49.42	56.69	51.23	56.62
TSK	59.14	64.99	93.77	78.09	73.06	83.79	84.62	82.96

Remarks: NP = Dan Makham Tia District; KKV1, KKV2, KKV3, KKV4 and TPP = Thong Pha Phum District; BH = Ban Had District ND = Na Doung District; NB = Mueang Nong Bua Lam Phu District; SK = Suwannakhuha District; CB = Chi Badan District; KC = Khok Charoen District; DD and UT = Mueang Uttaradit District; NM and TSK = Thong San Khan District

Table 4 Estimated below-ground biomass (ton ha^{-1}) in each research plot using equations from the present study and other studies.

Site	Present study	Negi *et al*. (1995)	Buvaneswaran *et al.* (2006)		Kraenzel *et al.* (2003)
			South	West	
NP	13.64	15.02	18.91	30.31	11.48
KKV1	23.99	30.04	30.81	34.92	22.38
KKV2	14.77	17.79	19.41	23.11	13.36
KKV3	3.55	3.54	5.23	15.66	2.76
KKV4	15.56	18.50	20.61	25.22	13.93
TPP	21.42	28.81	26.36	29.59	21.16
BH	0.69	0.61	1.10	9.69	0.49
ND	17.02	23.53	20.59	23.44	17.18
NBL	4.38	4.12	6.66	31.49	3.25
SK	5.75	6.44	7.90	11.78	4.91
CB	13.43	15.37	18.19	24.81	11.66
KC	19.32	22.72	25.76	32.37	17.14
DD	10.57	11.71	14.61	22.84	8.94
UT	7.99	7.95	11.78	35.98	6.20
DKT	5.80	5.97	8.37	19.95	4.62
NM	9.78	10.81	13.54	21.33	8.26
TSK	14.21	15.89	19.51	29.10	12.11

Remarks: NP = Dan Makham Tia District; KKV1, KKV2, KKV3, KKV4 and TPP = Thong Pha Phum District; BH = Ban Had District ND = Na Doung District; NB = Mueang Nong Bua Lam Phu District; SK = Suwannakhuha District; CB = Chi Badan District; KC = Khok Charoen District; DD and UT = Mueang Uttaradit District; NM and TSK = Thong San Khan District

การแปลงค่าเพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนในสัก ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ default value ของ IPCC (2006) ซึ่งกำหนดให้ปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพมีค่าร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง (คณะวนศาสตร์, 2554) การกักเก็บคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินกับส่วนใต้ดินของสวนป่าสักในการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 1.2-63.6 ตัน/เฮกตาร์ และ 0.4-14.2 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ Table 5 แสดงค่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของสักในการศึกษาครั้งนี้และในการศึกษาอื่นๆ ในประเทศไทย เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการกักเก็บคาร์บอนของส่วนเหนือพื้นดินและส่วนใต้ดินกับการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดพบว่าอยู่ระหว่าง ร้อยละ 73-85 และ ร้อยละ 15-27 ตามลำดับ โดยการกักเก็บคาร์บอนส่วนใต้ดินจะมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาอื่นๆ ที่ทำในประเทศไทย (Hiratsuka *et al.*, 2005) แต่มีบางการศึกษาที่มีค่าต่ำกว่า (Jha, 2015) ทั้งนี้อาจเนื่องจากใช้วิธีการเก็บรากที่แตกต่างกัน เช่น เก็บจากดินที่ขุดเป็น block หรือการใช้วิธีการหาสัดส่วนของ root:shoot ของ Mokany *et al.* (2006) การศึกษายังพบอีกว่าสักที่มีขนาดเล็กจะมีร้อยละสัดส่วนของการกักเก็บคาร์บอนส่วนใต้ดินต่อทั้งหมดสูงกว่าสักที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับการศึกษาอื่นๆ ในเขตร้อนและเขตอบอุ่น (Cairns *et al.*, 1997; Mokany *et al.*, 2006; Kenzo *et al.*, 2010; Jha 2015)

Table 5 Estimated above-ground and below-ground biomass and above-ground and below-ground carbon (C) stock of teak plantation in various site in Thailand.

Research Site	Age	Stand density [trees ha^{-1}]	Mean DBH [cm]	Mean Height [m]	Biomass (ton ha^{-1}) Above ground	Biomass (ton ha^{-1}) Below ground	C stock (ton ha^{-1}) Above ground	C stock (ton ha^{-1}) Below ground	Sources
West Thailand									
Kanchanaburi Province									
NP	20	825	14.9	14.9	55.5	13.6	26.1	6.4	present study
KKV1	27	513	24.6	22.1	117.4	24.0	55.2	11.3	present study
KKV2	21	431	20.8	16.1	68.4	14.8	32.1	6.9	present study
KKV3	10	481	10.3	10.3	12.5	3.6	5.9	1.7	present study
KKV4	14	506	19.8	19.5	70.7	15.6	33.2	7.3	present study
TPP	33	256	31.3	22.6	116.2	21.4	54.6	10.1	present study
Prachuap Khiri Khan Province									Meunpong
Kui Buri District	15		11.8	13.4	92.9	30.2	43.7	13.8	*et al.* (2010)
North-east Thailand									
Khon Kaen Province									
BH	6	275	5.1	4.3	2.0	0.7	1.0	0.3	present study
Loei Province									
ND	31	163	34.8	21.5	96.1	17.0	45.2	8.0	present study
Nong Bua Lamphu Province									
NBL	21	950	8.3	6.5	14.2	4.4	6.7	2.1	present study
SK	15	306	16.0	16.4	24.0	5.8	11.3	2.7	present study
Central Thailand									
Lopburi Province									
CB	11	594	17.2	16.2	57.8	13.4	27.1	6.3	present study
KC	19	688	19.0	19.3	86.4	19.3	40.6	9.1	present study

Table 5 (Continued)

Research Site	Age	Stand density [trees ha^{-1}]	Mean DBH [cm]	Mean Height [m]	Biomass (ton ha^{-1}) Above ground	Biomass (ton ha^{-1}) Below ground	C stock (ton ha^{-1}) Above ground	C stock (ton ha^{-1}) Below ground	Sources
North Thailand									
Uttaradit Province									
DD	10	613	15.2	14.3	43.4	10.6	20.4	5.0	present study
UT	5	1106	10.8	10.6	28.1	8.0	13.2	3.8	present study
DKT	12	606	11.6	11.7	21.4	5.8	10.1	2.7	present study
NM	33	575	15.1	12.9	40.0	9.8	18.8	4.6	present study
TSK	19	756	15.8	15.0	59.1	14.2	27.8	6.7	present study
Lampang Province									
Mae Mo District	17	844	14.4		71.1	18.2	35.5	9.1	Hiratsuka *et al.*
Mae Mo District	22	544	18.4		82.4	16.4	41.2	8.2	(2005)

Remarks: NP = Dan Makham Tia District; KKV1, KKV2, KKV3, KKV4 and TPP = Thong Pha Phum District; BH = Ban Had District ND = Na Doung District; NB = Mueang Nong Bua Lam Phu District; SK = Suwannakhuha District; CB = Chi Badan District; KC = Khok Charoen District; DD and UT = Mueang Uttaradit District; NM and TSK = Thong San Khan District

สรุป

จากการศึกษาบทบาทของการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าสัก พบว่าจากการเก็บข้อมูลสักที่มีอายุน้อย (5-33 ปี) จาก 17 พื้นที่สวนป่า สมการแอลโลเมตริกที่พัฒนาเพื่อใช้ประมาณมวลชีวภาพสักทั้งส่วนต่างๆ ได้แก่ ลำต้น ใบ และกิ่ง รวมทั้งส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมด และส่วนใต้ดินหรือราก สามารถใช้ตัวแปรขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) เพียงตัวแปรเดียว และเมื่อนำมาคำนวณหาการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าสักที่ทำการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีการกักเก็บคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินเท่ากับ 0.95-55.2 ตัน/เฮกตาร์ และส่วนใต้ดินเท่ากับ 0.33-13.80 ตัน/เฮกตาร์ ตามลำดับ สมการที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ตัวแปรคือ DBH เพียงตัวแปรเดียวนี้สามารถนำไปใช้ในการประมาณมวลชีวภาพของสักได้แม้ว่าจะอยู่ในพื้นที่ที่มีชั้นคุณภาพของพื้นที่หรือสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันเพื่อความสะดวกสำหรับเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปที่ทำการวัดความสูงของต้นสักได้ยาก เนื่องจากขาดเครื่องมือวัดและค่าที่ได้อาจมีความถูกต้องน้อย

จากการศึกษาที่เก็บข้อมูลจากสักอายุ 5-33 ปี จำนวนตัวอย่างของแต่ละชั้นอายุและพื้นที่ศึกษายังไม่ครอบคลุมทุกจังหวัดที่มีสวนป่าสัก การเก็บตัวอย่างเพิ่มมากขึ้นในสวนป่าสักที่มีอายุมากหรือน้อยกว่า รวมถึงพื้นที่อื่นๆ จะทำให้ทราบว่าสมการที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนและสักที่ขึ้นในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ได้หรือไม่อีกด้วย เพื่อให้สามารถนำสมการที่ได้ไปใช้ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในไม้สักได้ทุกพื้นที่ทั่วประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เจ้าของสวนป่าสักทั้งเกษตรกรและบริษัทเอกชน ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาและให้การสนับสนุนการเก็บข้อมูล ขอบคุณเจ้าหน้าที่ของฝ่ายวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า และเจ้าหน้าที่ของส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้กับศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติ แห่งประเทศญี่ปุ่น (Japan International Research Center for Agricultural Sciences : JIRCAS)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะวนศาสตร์. 2554. **คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ชิงชัย วิริยะบัญชา และ กันตินันท์ ผิวสอาด. 2546. **การประมาณผลผลิตด้านปริมาตรของลำต้นและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสวนป่าไม้สัก**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ทศพร วัชรางกูร, ชิงชัย วิริยะบัญชา และ กันตินันท์ ผิวสอาด. 2548. การประเมินปริมาณการสะสมของคาร์บอนในต้นไม้ ในสวนป่าเพื่อการอุตสาหกรรมในประเทศ ไทย, น. 137-157. *ใน* **รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทางด้านป่าไม้ "ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต", 4-5 สิงหาคม 2548 ณ โรงแรมมารวย การ์เด้น**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

Basuki, T.M., P.E. Van Laake, A.K. Skidmore and Y.A. Hussin. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. **For. Ecol. Manage**. 257: 1684-1694.

BBC. 2562. **คาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศโลกปี 2016 แตะระดับสูงสุดในรอบ 8 แสนปี**. แหล่งที่มา: https://www.bbc.com/thai/international-41801817, 19 เมษายน 2562.

Brown, S. 1997. **Estimating biomass and biomass change in tropical forests**. A primer. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Buvaneswaran, C, M. George, D. Perez and M. Kanninen. 2006. Biomass of teak plantations in Tamil Nadu, India and Costa Rica compared. **J. Trop. For. Sci.** 18: 195-197

Cairns, M.A., S. Brown, E.H. Helmer and G.A. Baumgarder. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. **Oecologia** 111: 1-11

Chave, J, C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riéra and T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia** 145: 87-99.

Hase, H and H. Foelster. 1983. Impact of plantation forestry with teak (*Tectona grandis*) on the nutrient status of young alluvial soils in west Venezuela. **For. Ecol. Manag**. 6: 33-57.

Hiratsuka M., C. Viriyabuncha, K. Peawsa-ad, S. Janmahasatien, A. Sato, Y. Nakayama, C. Matsunami, Y. Osumi and Y. Morikawa. 2005. Tree biomass and soil carbon in 17- and 22-year-old stands of teak (*Tectona grandis* L.f.) in northern Thailand. **TROPICS** 14: 377-382.

IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. International Panel on Climate Change**. IGES, Japan.

Jha K.K. 2015. Carbon storage and sequestration rate assessment and allometric model development in young teak plantations of tropical moist deciduous forest, India. **J. For. Res. - China.** 26: 589-604.

Kaosa-ard, A. 1989. Teak (*Tectona grandis* Linn. f): Its natural distribution and related factors. **nat. Hist. Bull. Siam Soc.** 29: 55-74.

Kenzo, T., R. Furutani, D. Hattori, J.J. Kendawang, S. Tanaka, K. Sakurai, and I. Ninomiya. 2009a. Allometric equations for accurate estimation of above-ground biomass in logged-over tropical rainforests in Sarawak, **Malaysia. J. For. Res.** 14: 365-372.

Kenzo, T., T. Ichie, D. Hattori, T. Itioka, C. Handa, T. Ohkubo, J.J. Kendawang, M. Nakamura, M. Sakaguchi, N. Takahashi, M. Okamoto, A. Tanaka-Oda, K. Sakurai, and I. Ninomiya. 2009b. Development of allometric relationships for accurate estimation of above- and below-ground biomass in tropical secondary forests in Sarawak, **Malaysia. J. Trop. Ecol.** 25: 371–386.

Kenzo, T., T. Ichie, D. Hattori, J.J. Kendawang, K. Sakurai and I. Ninomiya. 2010. Changes in above- and belowground biomass in early successional tropical secondary forests after shifting cultivation in Sarawak, Malaysia. **For. Ecol. Manag.** 260(5): 875-882.

Kozlowski, T.T. and S.G. Pallardy. 1997. **Physiology of Woody Plant. 2nd ed**. Academic Press, San Diego.

Kraenzel, M., A. Castillo, T. Moore and C. Potvin. 2003. Carbon storage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama. **For. Ecol. Manag**. 173: 213-225.

Marod, D., U. Kutintara, H. Tanaka and T. Nakashizuka. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecol.** 161: 41-57.

Meunpong, P., C. Wachrinrat, B. Thaiutsa, M. Kanzaki and K. Meekaew. 2010. Carbon pools of indigenous and exotic tree species in a forest plantation, Prachuap Khiri Khan, Thailand. **Kasetsart J. (Natural Science)** 44: 1044-1057.

Mokany, K., R.J. Raison and A.S. Prokushkin. 2006. Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes. **Glob. Change Biol.** 12: 84-96.

Negi, M.S., V.N. Tandon and H.S. Rawat. 1995. Biomass and nutrient distribution in young teak (*Tectona grandis*) plantation in Tarai Region of Uttar Pradesh. **Indian For. 121**: 455-463.

Niiyama, K., T. Kajimoto, Y. Matsuura, T. Yamashita, N. Matsuo, Y. Yashiro, A. Ripin, A.P. Kassim and N.S. Noor. 2010. Estimation of root biomass based on excavation of individual root systems in a primary dipterocarp forest in Pasoh Forest Reserve, Peninsular Malaysia. **J. Trop. Ecol**. 26: 271-284.

Nwoboshi, L.C. 1983. Growth and nutrient requirements in a teak plantation age series in Nigeria. I. Linear growth and biomass production. **For. Sci. 29**: 159-165.

NOAA/ESRL. 2018. **CO_2 and other Greenhouse Gas Emissions** by Hannah Ritchie and Max Roser. Available Source: https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions, 19 April, 2019.

Oechel, W.C. and G.L. Vourlitis. 1994. The effect of climate change on land-atmosphere feedback in arctic tundra regions. **Tree** 9: 324-329.

Ola-Adams, B.A. 1993. Effects of spacing on biomass distribution and nutrient content of *Tectona grandis* Linn.f. (teak) and *Terminalia superba* Engl. & Diels. (afara) in south-western Nigeria. **For. Ecol.Manag**. 58: 299-319.

Ogawa, H., K.Yoda and T. Kira. 1961. Preliminary survey on the vegetation of Thailand. **Nat. Life Southeast Asia** 1: 21-157.

Pandey, D. and C. Brown. 2000. Teak: A Global Overview. **Unasylva** 51: 3-12.

Pérez Cordero, L.D. and M. Kanninen. 2003. Aboveground biomass of *Tectona grandis* plantation in Costa Rica. **J. Trop. For. Sci**. 15: 199-213.

Prasad, R. and G.P. Mishra. 1984. Standing biomass of various plant parts in selected tree species of dry deciduous teak forest in M.P. **Indian For.** 110: 765-782.

Purwanto, R.H. and M. Shiba. 2005. Allometric equations for estimating above ground biomass and leaf area of planted teak (*Tectona grandis*) forests under agroforestry management in East Java, Indonesia. **For. Res. Kyoto.** 76: 1-8.

Singh, A.K., V.N. Pandey and K.N. Misra. 1980. Stand composition and phytomass distribution of a tropical deciduous teak (*Tectona grandis*) plantation of India. **J. Jap. For. Soc.** 62: 128-137.

Takahashi, M., K. Hirai, P. Limtong, C. Leaungvutivirong, S. Panuthai, S. Suksawang, S. Anusontpornperm and D. Marod. 2011. Topographic variation in heterotrophic soil respiration in a tropical seasonal forest in Thailand. **Soil Sci. Plant Nut**. 57: 452-465.

Vacharangkura T., 2012. Variable density yield model for teak plantations in the Northeast of Thailand. **JIRCAS Working Rep**. 74: 33-40.

Ziegler, A.D., J. Phelps, J.Q. Yuen, E.L. Webb, D. Lawrence, J.M. Fox, T.B. Bruun, S.J. Leisz, C.M. Ryan, W. Dressler, O. Mertz, U. Pascual, C. Padoch and L.P. Koh. 2012. Carbon outcomes of major land-cover transitions in SE Asia: great uncertainties and REDD+ policy implications. **Global Change Biol**. 18: 3087-3099.

ความยาวของกิ่งที่เหมาะสมต่อการเกิดรากของต้นรวงผึ้ง
The Suitable Branch's Length for Rooting of Yellow Stars

น้ำฝน พลอยนิลเพชร[1*] สมบูรณ์ บุญยืน[2] วรัญญู ราษฎร์เจริญ[1] อิงอร คงบุญ[1] ยินดี ถิระผะลิกะ[1] และ อภิสรา ใจหาญ[1]
Namfon Ployninpet[1*] Somboon Boonyuen[2] Waranyu Ratcharoen[1] Ingon Kongboon[1]
Yindee Thiraphalika[1] and Apisara Chaihaan[1]
[1]ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคใต้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ 90110
[1]Southern Silvicultural Research Center, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department 90110
[2]ส่วนพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรมป่าไม้ 10900
[2]Technology Development and Transfer Division, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department 10900
* Corresponding Author; E-mail: **Namfon@hu.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาความยาวของกิ่งที่เหมาะสมต่อการเกิดรากของต้นรวงผึ้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดของกิ่งที่เหมาะสมต่อการปักชำกิ่งต้นรวงผึ้ง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design 5 ซ้ำๆ ละ 20 กิ่ง โดยความยาวของกิ่งที่ใช้ในการปักชำซึ่งเป็นกิ่งส่วนยอดแบ่งเป็น 5 ขนาด ได้แก่ 10 เซนติเมตร 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 25 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ในการปักชำประกอบด้วยทรายหยาบ:ขุยมะพร้าว (อัตราส่วน 3:1) ระยะเวลาในการปักชำ 60 วัน

ผลการศึกษาพบว่า 1) กิ่งรวงผึ้งที่มีขนาดความยาว 30 เซนติเมตร เกิดรากมากที่สุด 90% รองลงมาคือกิ่งที่มีขนาดความยาว 25, 15, 20 และ 10 เซนติเมตร คือเกิดราก 81, 77, 75 และ71% ตามลำดับ 2) กิ่งรวงผึ้งที่มีความยาว 30 เซนติเมตร เหมาะสมต่อการปักชำต้นรวงผึ้งมากที่สุด 3) ขนาดความยาวของกิ่งรวงผึ้งที่แตกต่างกันมีการเกิดรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 4) ปัจจัยด้านความยาวของกิ่งรวงผึ้งมีผลต่อการเกิดรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คำสำคัญ: ต้นรวงผึ้ง ความยาวของกิ่ง การเกิดราก

ABSTRACT

The suitable branch's length for rooting of Yellow Star Project aimed to study the suitable length of Yellow Star branches for propagation by cuttings. The Completely Randomized Design with 5 replications of 20 top branches was applied in this study. The length of the cuttings used in this experiment were 10, 15, 20, 25 and 30 centimeters. The cuttings were planted in mixed coarse sand: coconut husk in 3:1 ratio for 60 days.

The results revealed that 1) the cuttings with 30 centimeter length had the highest number of branches with developed root, accounting for 90% of the total branch number, followed by 25, 15, 20 and 10 centimeter branches with 81%, 77%, 75% and 71% of cuttings with root, respectively; 2) the branches with 30 centimeters in length was the most appropriate size of the Yellow Star for cuttings; 3) different lengths of Yellow Star branches could differently developed root, with statistical significance at the level of 0.05; and 4) lengths of cutting affected root development, significantly at the level of 0.01.

Keywords: Yellow Star, branch length, rooting

คำนำ

ต้นรวงผึ้ง *Schoutenia glomerata* King subsp. *peregrina* (Craib) Roekm. มีชื่อสามัญว่า Yellow Star เป็นพืชในวงศ์ MALVACEAE เป็นไม้หอมมีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย พบมากในป่าทางภาคเหนือ สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000-1,100 เมตร จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางและขนาดใหญ่ ทนทานต่อสภาพแวดล้อม ลักษณะเรือนยอดเป็นพุ่มมน ลำต้นแตกกิ่งต่ำ กิ่งค่อนข้างเล็ก ใบเดี่ยวเรียงสลับ ผิวใบด้านบนสีเขียว ด้านล่างสีน้ำตาลอมนวล ดอกสีเหลือง มีกลิ่นหอมมีช่อดอกดกที่เกิดตามซอกใบเป็นช่อสั้น โคนกลีบเลี้ยงเชื่อมติดกัน ปลายแยกออกเป็น 5 แฉกคล้ายรูปดาว ไม่มีกลีบดอก มีเกสรตัวผู้จำนวนมาก ดอกรวงผึ้งจะเบ่งบานในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ผลิดอกได้นาน 7-10 วัน ส่วนผลของต้นรวงผึ้งมีลักษณะเป็นทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ผลแห้ง ไม่แตกและมีขน (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2560)

ปัจจุบันนี้ต้นรวงผึ้งเป็นที่ต้องการของประชาชนและหน่วยงานต่างๆ เป็นจำนวนมาก แต่เนื่องจากปริมาณต้นรวงผึ้งในธรรมชาติมีจำนวนน้อย ติดเมล็ดน้อย การขยายพันธุ์ด้วยการเพาะจากเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ ทำให้ปริมาณต้นรวงผึ้งมีไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด ส่งผลให้ราคาต้นรวงผึ้งในท้องตลาดมีราคาสูง ประชาชนและหน่วยงานต่างๆ มาขอรับการสนับสนุนต้นรวงผึ้งจากหน่วยงานของกรมป่าไม้จำนวนมาก ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคใต้ จังหวัดสงขลา ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ จึงได้ทำการศึกษาการขยายพันธุ์ต้นรวงผึ้งแบบไม่อาศัยเพศด้วยวิธีการปักชำ ซึ่งการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปักชำสามารถทำได้และให้ปริมาณกล้าไม้รวงผึ้งจำนวนมาก ทั้งนี้เพื่อให้ได้กล้าไม้รวงผึ้งเพียงพอต่อความต้องการของประชาชนและหน่วยงานต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัดกิ่งรวงผึ้ง โดยเลือกตัดจากยอดของกิ่ง (กิ่งกระโดง) ขนาดไม่อ่อนและไม่แก่จนเกินไป ให้มีความยาวของกิ่ง 10, 15, 20, 25 และ 30 เซนติเมตร โดยใช้ระดับความยาวละ 100 กิ่ง รวมทั้งหมด จำนวน 500 กิ่ง

2. นำกิ่งที่ตัดแยกแต่ละระดับความยาวไปแช่ฮอร์โมนเร่งรากเป็นระยะเวลา 60 นาที โดยใช้ฮอร์โมนเร่งราก จำนวน 20 ซีซี ต่อน้ำ 10 ลิตร

3. ผสมวัสดุที่ใช้ปักชำ ซึ่งประกอบด้วยทรายหยาบ 3 ส่วน ต่อ ขุยมะพร้าว 1 ส่วน แล้วนำไปใส่เตรียมในถาดปักชำ และรดน้ำให้ชุ่ม

4. นำกิ่งรวงผึ้งปักในถาดปักชำ โดยปักเรียงต่อกันตามขนาดความยาวของกิ่งรวงผึ้ง 5 ซ้ำๆ ละ 20 ต้น เรียงสลับกันไปจนครบ 500 กิ่ง (Figure 1)



Figure 1 The Yellow Star cuttings.

5. รดน้ำให้ชุ่ม แล้วนำพลาสติกใสคลุมกระโจมให้มิดชิด (Figure 2)



Figure 2 The tents used in cuttings are completely closed.

6. ปิดกระโจมเป็นระยะเวลา 60 วัน

7. การให้น้ำโดยการฉีดพ่นน้ำภายนอกกระโจม เช้า – บ่าย หรือเมื่อละอองน้ำภายในกระโจมลดน้อยลง

8. เปิดกระโจมออก แล้วนำกล้ารวงผึ้งออกจากถาดปักชำ (ต้องใช้ความระมัดระวังเพื่อให้รากได้รับการกระทบกระเทือนน้อยที่สุดเพื่อป้องกันการขาดของราก) สังเกตรากที่งอกออกจากกิ่งปักชำในแต่ละกิ่งและแต่ละระดับความยาวของกิ่ง บันทึกข้อมูลการงอกของรากในแต่ละระดับความยาวของกิ่งรวงผึ้ง

ผลและวิจารณ์

1. จำนวนกิ่งที่เกิดราก

ผลการศึกษากิ่งรวงผึ้งที่มีระดับความยาวต่างกัน พบว่า กิ่งรวงผึ้งความยาว 10 เซนติเมตร เกิดราก 75% กิ่งรวงผึ้งความยาว 15 เซนติเมตร เกิดราก 77% กิ่งรวงผึ้งความยาว 20 เซนติเมตร เกิดราก 75% กิ่งรวงผึ้งความยาว 25 เซนติเมตร เกิดราก 81% และกิ่งรวงผึ้งความยาว 30 เซนติเมตร เกิดราก 90% (Table 1 and Figure 3)

Table 1 Number of branches that have roots.

Length branches	Rooted branches (%)					Average
	Rep.1	Rep.2	Rep.3	Rep.4	Rep.5	
10 cm.	15 (75%)	12 (60%)	18 (90%)	12 (60%)	14 (70%)	71%
15 cm.	17 (85%)	13 (65%)	17 (85%)	15 (75%)	15 (75%)	77%
20 cm.	19 (95%)	15 (75%)	14 (70%)	14 (70%)	13 (65%)	75%
25 cm.	14 (70%)	18 (80%)	15 (75%)	18 (90%)	16 (80%)	81%
30 cm.	15 (75%)	18 (90%)	20 (100%)	19 (95%)	18 (90%)	90%

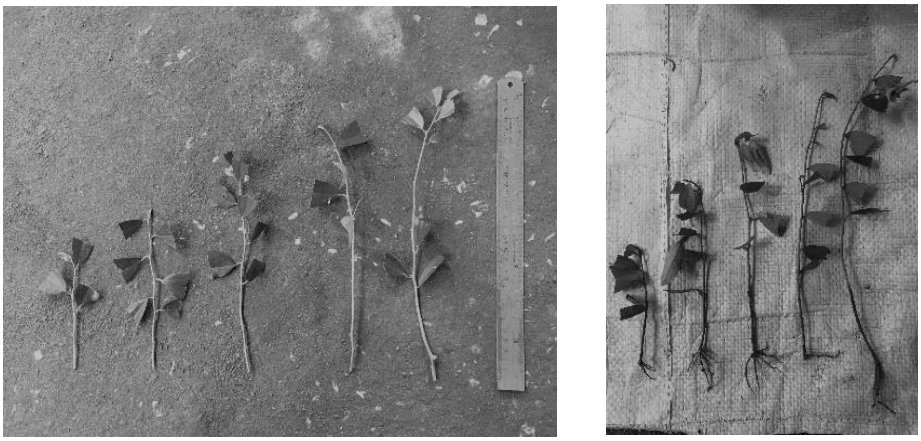


Figure 3 Branch length and root formation of Yellow star.

2. ความยาวของกิ่งที่เหมาะสมต่อการปักชำ

จากผลการศึกษากิ่งรวงผึ้งที่มีระดับความยาวต่างกัน พบว่า กิ่งรวงผึ้งที่มีความยาว 30 เซนติเมตร เป็นความยาวที่เหมาะสมต่อการปักชำมากที่สุด เนื่องจากมีจำนวนกิ่งที่เกิดรากมากที่สุด ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าจะได้ต้นกล้าที่สูงกว่าความยาวระดับอื่นๆ ทำให้ไม่เสียเวลาในการบำรุงดูแลรักษาในการเติบโต สามารถแจกจ่ายให้กับประชาชนและหน่วยงานต่างๆ ได้ในระยะเวลาอันสั้น

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวกิ่งกับการเกิดราก

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวของกิ่งรวงผึ้งกับการเกิดราก พบว่า กิ่งรวงผึ้งที่มีขนาดความยาวแตกต่างกันมีการเกิดรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Table 2)

Table 2 compare the average branches length of the Yellow Star to rooting.

		SS	df	MS	F	Sig.
Rooting	Between Groups	2.088	4	.522	3.173	.014*
	Within Groups	81.440	495	.165		
	Total	83.528	499			

Remarks: Significantly at the level of 0.05

เมื่อพิจารณารายคู่ค่าเฉลี่ยความยาวของกิ่งรวงผึ้งกับการเกิดราก พบว่า กิ่งรวงผึ้งที่มีขนาดความยาว 10, 15 และ 20 เซนติเมตร มีการเกิดรากน้อยกว่ากิ่งรวงผึ้งที่มีขนาดความยาว 30 เซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001, 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ ส่วนกิ่งรวงผึ้งที่มีขนาดความยาว 25 เซนติเมตร มีการเกิดรากไม่แตกต่างกันกับกิ่งรวงผึ้งที่มีขนาดความยาว 30 เซนติเมตร (Table 3)

Table 3 pair comparison the average branches length of the Yellow Star rooting.

Length branches		10 cm.	15 cm.	20 cm.	25 cm.	30 cm.
	$\bar{x}$	.71	.77	.75	.81	.90
10 cm.	.71	-	-.060	-.040	-.100	-.190***
15 cm.	.77		-	.020	-.040	-.130*
20 cm.	.75			-	-.060	-.150**
25 cm.	.81				-	.057
30 cm.	.90					-

Remarks: Significantly at the level of 0.05, 0.01 and .001

4. ปัจจัยด้านความยาวของกิ่งรวงผึ้งที่มีผลต่อการเกิดราก

จากการศึกษาปัจจัยด้านความยาวของกิ่งรวงผึ้งที่มีผลต่อการเกิดราก พบว่า ปัจจัยด้านความยาวของกิ่งรวงผึ้งมีผลต่อการเกิดรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Table 4)

Table 4 the branches length factor that affect the rooting.

Model		SS	df	MS	F	Sig.
1	Regression	35.280	1	35.280	8.890	.007**
	Residual	91.280	23	3.969		
	Total	126.560	24			

Remarks: Significantly at the level of 0.01

การศึกษาความยาวของกิ่งที่เหมาะสมต่อการเกิดรากของต้นรวงผึ้งในครั้งนี้ใช้ปัจจัยขนาดความยาวของกิ่งรวงผึ่งเพียงปัจจัยเดียว เนื่องจากกิ่งรวงผึ้งที่นำมาศึกษาวิจัยมีจำนวนจำกัดและเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยก่อนหน้านี้ทางหน่วยงานได้ทำการศึกษาวัสดุที่ใช้ในการปักชำ 2 ชนิด คือ แกลบเผา และทรายหยาบผสมขุยมะพร้าว ผลการศึกษาพบว่า กิ่งรวงผึ้งในวัสดุปักชำทรายหยาบผสมขุยมะพร้าวเกิดราก 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวัสดุปักชำแกลบเผาเกิดราก 5 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาด้านการปักชำพืชส่วนใหญ่เป็นการศึกษาระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเร่งรากและวัสดุที่ใช้ในการปักชำ เช่น ปิยะณัฏฐ์ และอนงค์ภัทร (2558) ศึกษาผลของ NAA IBA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสบู่ดำ โดยการตัดแบ่งกิ่งกึ่งอ่อนกึ่งแก่ของสบู่ดำออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนปลายกิ่ง กลางกิ่ง และโคนกิ่ง ร่วมกับการใช้ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0 1,000 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร และร่วมกับการใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 0 1,000 2,000 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปักชำในกระบะพ่นหมอกเป็นเวลา 30 วัน ผลการศึกษาพบว่า ส่วนกิ่งโคนร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากมากที่สุด และการใช้ส่วนโคนร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากและน้ำหนักสดรากมากที่สุด เจนจิรา และคณะ (2557) ศึกษาผลของ IBA และ NAA ต่อการเกิดรากและการแตกยอดในกิ่งปักชำหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60 โดยใช้ระดับความเข้มข้น 500 1,000 2,000 และ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า IBA และ NAA ทุกความเข้มข้นมีอัตราการเกิดรากไม่แตกต่างกัน (88.89 – 100 เปอร์เซ็นต์) IBA ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากเฉลี่ยต่อกิ่งสูงสุด (69.50 ราก) IBA ความเข้มข้น 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด (11.67 เซนติเมตร) และ เสวกและสุวรรณี (2558) ศึกษาการใช้สาร IBA ความเข้มข้นต่างกันมีผลต่อการออกรากของฝรั่ง โดยใช้กิ่งปักชำยาว 30 เซนติเมตร จุ่มลงในสารละลาย IBA ความเข้มข้น 3 ระดับ 1,000 1,500 และ 2,000 เป็นเวลานาน 5 วินาที เปรียบเทียบกับไม่ใช้สารเร่งราก นำไปปักชำในกระบะแบบพ่นหมอก โดยใช้ขี้เถ้า แกลบและทรายเป็นวัสดุชำ ผลการศึกษาพบว่า กิ่งชำฝรั่งที่ใช้สารเร่งราก IBA

ความเข้มข้น 3 ระดับ และไม่ใช้สารเร่งราก มีการออกรากเฉลี่ยครบร้อยเปอร์เซ็นต์ทุกวิธีการทดลอง และไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนตรชนก และชวนพิศ (2555) รชต และคณะ (2557) ศึกษาผลของวัสดุปักชำต่อการเกิดไรโซมและรากจากการปักชำแผ่นใบกวักมรกตในวัสดุปักชำ 4 ชนิด คือ 1) ทรายผสมถ่านแกลบ (1:1 โดยปริมาตร) 2) ทรายผสมขุยมะพร้าว (1:1 โดยปริมาตร) 3) ขุยมะพร้าวผสมถ่านแกลบ (1:1 โดยปริมาตร) และ 4) พีทมอส พบว่าแผ่นใบที่ปักชำในวัสดุทั้ง 4 ชนิด เกิดไรโซมและรากใหม่ 100% ภายใน 60 วัน หลังจากปักชำ แผ่นใบที่ปักชำในพีทมอส และ ทรายผสมถ่านแกลบ ให้คะแนนคุณภาพรากที่ดี มีขนาดไรโซมใหญ่ใกล้เคียงกัน และมีค่ามากกว่าแผ่นใบที่ปักชำใน ขุยมะพร้าวผสมถ่านแกลบ และทรายผสมขุยมะพร้าว ตามลำดับ

ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการปักชำ ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนเร่งรากและการใช้กิ่งสองในการปักชำ เพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการเกิดรากมากที่สุด เพื่อจะได้นำข้อมูลมาใช้ในการปักชำกิ่งรวงผึ้งภายในหน่วยงานและเผยแพร่ภายนอกหน่วยงาน เพื่อให้การปักชำกิ่งรวงผึ้งเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและมีจำนวนที่เพียงพอกับความต้องการของประชาชนและหน่วยงานต่างๆ

สรุป

ปัจจัยด้านความยาวของกิ่งรวงผึ้งมีผลต่อการเกิดรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยขนาดความยาวของกิ่งรวงผึ้งที่แตกต่างกันมีการเกิดรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่ากิ่งรวงผึ้งที่มีความยาว 30 เซนติเมตร มีจำนวนกิ่งที่เกิดรากมากที่สุด ดังนั้นการปักชำต้นรวงผึ้งจึงควรเลือกกิ่งรวงผึ้งที่มีความยาว 30 เซนติเมตร จึงจะได้จำนวนต้นรวงผึ้งที่เกิดรากมากกว่าความยาวของกิ่งรวงผึ้งที่ระดับความยาวอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคใต้และสถานีวนวัฒนวิจัยสงขลาที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการศึกษานี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เจนจิรา ชุมภูคำ, พรรณวิภา อรุณจิตต์ และอารยา อาจเจริญ เทียนหอม. 2557. ผลของ IBA และ NAA ต่อการเกิดรากและการแตกยอดในกิ่งปักชำหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ 60. **แก่นเกษตร** 42(ฉบับพิเศษ 3): 162-167.

ปิยะณัฏฐ์ ผกามาศ และอนงค์ภัทร เหมลา. 2558. ศึกษาผลของ NAA IBA และชนิดของกิ่งต่อการออกรากของกิ่งปักชำสบู่ดำ. **วารสารเกษตร** 31(3): 251-258.

รชต สินทนะโยธิน กฤษณา กฤษณพุกต์ และลพ ภาภูตานนท์. 2557. าผลของวัสดุปักชำต่อการเกิดไรโซมและรากจากการปักชำแผ่นใบกวักมรกต. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** 3(1): 17-25.

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. 2560. ต้นรวงผึ้ง : พรรณไม้ประจำพระองค์ รัชกาลที่ 10. **สาระสังเขปบทความวารสาร.** ฉบับที่ 2 กุมภาพันธ์ 2560. กลุ่มงานห้องสมุด สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

เสวก สานา และสุวรรณี จันทร์ตา.2558. **การศึกษาการใช้สาร IBA ความเข้มข้นต่างกันมีผลต่อการออกรากของฝรั่ง**. แหล่งที่มา: http://www.aggiefac.lpru.ac.th/web2018/, 13 กรกฎาคม 2562.

ผลผลิตไม้รอบตัดฟันสั้นเพื่อพลังงานในพื้นที่ดินเค็มชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ
Productivity of Short-Rotation Plantation in Coastal Saline Soil for Energy Production, Samut Sakhon Province

เอกพงษ์ ธนะวัติ[1] อรชา แซ่ตัน[1] มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์[1] กันย์ กังวานสายชล[2] เทพา ผุดผ่อง[1] และ เกษม หฤทัยธนาสันติ์[1]

Eakpong Tanavat[1], Orracha Sae-Tun[1], Maliwan Haruthaithanasan[1*], Kunn Kangwansaichon[2], Tepa Phudphong[1] and Kasem Haruthaithanasan[1]

[1]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 10900

[1]Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, Bangkok, 10900

[2]สถาบันวิจัยและเทคโนโลยี บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), วังน้อย, อยุธยา, 13170

[2]PTT Research and Technology Institute, PTT Public Company Limited, Wangnoi, Ayutthaya, 13170

* Corresponding author; e-mail address: **aapept@ku.th**

บทคัดย่อ

ความไม่แน่นอนทางความมั่นคงด้านพลังงานเป็นปัญหาหนึ่งของประเทศไทย พลังงานชีวมวลจากไม้รอบตัดฟันสั้นเป็นหนึ่งในแหล่งการผลิตพลังงานทดแทน เนื่องจากการแข่งขันด้านที่ดิน พื้นที่ที่ไม่เหมาะสมในการปลูกพืชเกษตรเนื่องจากมีปัญหาด้านการเติบโตของพืชและให้ผลผลิตต่ำ เช่น พื้นที่ดินเค็ม จึงถูกนำมาใช้ปลูกไม้พลังงานได้ โดยมีงานวิจัยต่างๆ ที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับแนวทางการจัดการพื้นที่ดินเค็มให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติได้แก่ การปลูกพืชทนเค็ม หรือการปลูกไม้โตเร็ว ซึ่งการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการเติบโต ผลผลิตและคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของไม้พลังงานที่มีรอบตัดฟันสั้น ซึ่งปลูกบนพื้นที่ดินเค็มชายฝั่งทะเล ลักษณะการเติบโตของไม้ทั้งสี่ชนิดจะถูกประเมินจากแปลงทดลองที่จังหวัดสมุทรสาคร ประเทศไทย มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและคุณสมบัติด้านพลังงานของไม้แต่ละชนิดจะถูกทดสอบเมื่ออายุ 24 เดือน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าไม้โตเร็วนั้นมีอัตราการรอดตายมากกว่าร้อยละ 90 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก (DBH) 7-9 เซนติเมตร และมีความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ชีวมวลส่วนที่นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ของ *Casuarina* hybrid (CH) นั้นมีความปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 44.95 ตันต่อแฮกตาร์ (p<0.05) *Acacia ampliceps* (AA) มีชีวมวลส่วนของกิ่งและใบสูง เมื่อเทียบกับชีวมวลทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่คุณสมบัติด้านพลังงานของไม้แต่ละชนิดนั้นคล้ายคลึงกัน ยกเว้นความหนาแน่น โดยมีปริมาณสารระเหยร้อยละ 80 ปริมาณคาร์บอนคงตัวร้อยละ 13 ปริมาณเถ้าน้อยกว่าร้อยละ 2 ปริมาณไนโตรเจนและกำมะถันต่ำ ปริมาณไฮโดรเจนร้อยละ 6 คาร์บอนร้อยละ 45 และมีค่าความร้อนต่ำเท่ากับ 4,100-4,200 cal g^{-1} ไม้ *Eucalyptus camaldulensis* (EC) มีความหนาแน่นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) รองลงมาคือ *Casuarina* hybrid (CH) ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงศักยภาพทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของไม้โตเร็วเพื่อพลังงานที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็มชายฝั่ง ซึ่ง *Casuarina* hybrid (CH) เป็นไม้โตเร็วที่มีความเหมาะสมในการปลูกบนพื้นที่ดินเค็มชายฝั่ง

คำสำคัญ : พื้นที่ดินเค็มชายฝั่ง ไม้รอบตัดฟันสั้น มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

ABSTRACT

Uncertainty of Energy security is a problematic issue in Thailand. One of potential alternative sources of energy in the country is woody biomass from short-rotation plantation. Due to land competition, land with saline soil is used for biomass feedstock to energy production as the saline soil land is not suitable for agriculture because of it can produce low productivity and has plant growth restriction. This study aimed to determine growth, yield and fuel properties of woody biomass from the short-rotation tree plantation in coastal saline soil. Growth performances of four

tree species were evaluated from the experimental plots in Samut Sakhon Province, Thailand. Aboveground biomass and fuel properties of woody biomass were determined in all species at the age of 24 month old. The results revealed that more than 90% of short-rotation tree species could survive in coastal saline soil. The short-rotation tree species had DBH ranged between 7-9 cm, and were significantly different in height (p<0.05). Available biomass fuel production from *Casuarina* hybrid (CH) was the highest at 44.95 ton ha^{-1} (p<0.05). *Acacia ampliceps* (AA) significantly produced higher biomass in twigs and leaves than the total biomass. Most of fuel properties of wood from all the short-rotation tree species were similar, except for particle density. The wood had approximately 80% volatile matter, 13% fixed carbon, less than 2% ash content, low N and S contents, 6% H, 45% C, and low heath value (4,100-4,200 cal g^{-1}). Regarding particle density, the result suggested that *Eucalyptus camaldulensis* (EC) had the highest particle density (p<0.05), followed by CH. This study indicated that the short-rotation plantation in coastal saline soil had high potential for energy production in both quantity and quality of woody biomass. CH was recommended as a short-rotation tree species appropriate for energy crop plantation in the coastal saline soil.

Key words: coastal saline soil, fast-growing tree, aboveground biomass, fuel properties

INTRODUCTION

Due to a raise of energy demand, fossil fuel dependency environmental concern in Thailand, renewable energy increases and its role in Thailand energy sector (DEDE, 2015). Woody biomass is one of potential sources for energy production. In fact, a large demand of biomass feedstock for energy production can create land competition with food production area.

Saline soil cover more than three Mha of Thailand, terrestrial area (Kheoruenromne, 2007). The area is targeted to be used to relieve the stress of land competition. Despite restriction of soil salinity to plant growth, salt-tolerant species can survive and grow in this soil. Proper selection of short-rotation species tree to be grown over saline soil can potentially supply woody biomass for energy production in the country. Thus, this study aimed to determine growth, yield and fuel properties of four selected short-rotation tree species on moderate saline soil.

MATERIALS AND METHODS

1. Study site and site preparation

The experiment was conducted on coastal saline soil in Samut Sakhon Land Development Station, Samut Sakhon province, Thailand, during 2011-2013. The land was typically flat lowland, flooded by brackish water with electrical conductivity (EC) 10-15 mS cm^{-1}. The soil was fertile and moderately saline. It originated from deposition of brackish and seawater sediment over seawater flooded land in the past. Sub-layer of the soil consisted of non-degraded organic matter approximately by 50%vol. The surface soil (0-30 cm depth) was sampled for general soil property analyses, four samples were collect from experiment plot. Its properties were shown in Table 1. Due to clayey and flooded soil, soil was amended with rice husk and ridged for planting. One kg of compost was applied at the bottom of each pit before planting.

Table 1 General soil properties in the study site at Samut Sakhon Land Development Station, Samut Sakhon province.

Soil depth (cm)	Soil texture	Bulk density (g cm^{-3})	pH	BS (%)	CEC ($cmol_c$ kg^{-1})	OM (%)	Avai.P (mg kg^{-1})	Exch.K (mg kg^{-1})	EC (mS cm^{-1})
0-30	Clay	0.74	7.29	>75	31.87	1.18	255.95	872	5.07

Remarks: BS = base saturation; CEC = cation exchange capacity; OM = organic matter; Avai.P = available phosphorus; Exch.K = exchangeable potassium; EC = electrical conductivity

2. Experimental design

The experimental plots were arranged in a randomized complete block design (RCBD) with four tree species (treatments): *Eucalyptus camaldulensis* (EC), *Acacia ampliceps* (AA), *Melaleuca leucadendra* (ML) and *Casuarina* hybrid (*C. junghuhniana x C. equisetifolia*, CH) and three replicates (Fig.1). Seedling's tall 40-60 cm and 5 mouths of ages. Thirty trees were planted in each experimental plot (replicate) with 2 m x 1.5 m spacings in August 2011.

EC	AA	CH	ML	Rep 1
AA	CH	ML	EC	Rep 2
ML	EC	AA	CH	Rep 3

Remarks: : EC - *Eucalyptus camaldulensis* , AA - *Acacia ampliceps*, CH - *Casuarina* hybrid, ML - *Melaleuca leucadendra*

Figure 1 The experimental plots (RCBD) with four tree species and three replicates

3. Aboveground biomass assessment

Survival rate, diameter at breast height (DBH) and total height (H) were measured every three months until the age of 24 months. Fresh and dry mass of eight trees from each treatment were determined in December 2013 when the trees reached 24 months years old for aboveground biomass assessment. Collected 10 trees from each species by 5 class of DBH. Aboveground biomass production for each part and each tree species was estimated separately by algometric equation as power equation shown (1) and linear regression with r^2>0.7. The equations for biomass assessment were shown in Table 2. Total biomass was a sum of available biomass fuel comprising stem and branches with diameter greater than 2.5 cm (if applicable), twigs and leaves.

$$Y_i = aX^b \qquad (1)$$

When Y_i = estimated biomass of each part of the tree (kg): available biomass fuel, twigs and leaves

a, b = constant

X = independent variable

4. Fuel property analyses

Wood sample were collected from four species, nine trees from each species. The wood were bulked and sampled for each tree species. The woody samples were analyzed for calorific value with bomb calorimeter model C5000 control.

For other property test, the wood samples were ground to pass through a 0.25 mm sieve. Moisture content was determined by drying the samples at 105 ± 2 ºC until they reached a constant weight (ISO 18134: 2015). The samples were then burnt at 900 ± 10 ºC with inert condition for 7 min (ISO 18123: 2015) to determine volatile matter content. Ash content was determine after burning in a muffle furnace at 550 ± 10 ºC to constant weight (ISO 18122: 2015) using an automated proximate analyzer (LECO TGA-701). Fixed carbon content was estimated by subtracting the sum of moisture content, volatile content and ash content from 100%.

The elemental parameters (carbon, hydrogen, nitrogen, sulfur) were determined using automated CHN analyzer (LECO- CHN-628) and detected error, experiments were repeated three times (i.e. they were treated as three replicates) and mean values were calculated.

5. Statistical analysis

Survival rate, growth data, estimated biomass production and fuel properties were analyzed for influence of tree species by analysis of variance (ANOVA) and compared mean by least significant difference (LSD) at 0.05 Probability level. All analyses were performed on Microsoft Excel 2007 and SPSS 15.

Table 2 Biomass estimation equations for each part of each tree species at Samut Sakhon Land Development Station, Samut Sakhon province.

Species	Parts of tree	Biomass estimation equation	r^2
EC	Available biomass fuel	$Y = 36.377(DBH^2H)^{0.9181}$	0.986
	Twigs	$Y = 4.656(DBH^2H) - 216.1$	0.861
	Leaves	$Y = 311.77e^{0.0033(DBH^2H)}$	0.919
AA	Available biomass fuel	$Y = 313.40(DBH^2H)^{0.607}$	0.891
	Twigs	$Y = 157.60(DBH^2H)^{0.677}$	0.702
	Leaves	$Y = 13.72(DBH^2H)^{1.301}$	0.841
ML	Available biomass fuel	$Y = 166.31(DBH^2H)^{0.5781}$	0.988
	Twigs	$Y = 85.836DBH + 129.04$	0.700
	Leaves	$Y = 301.44(DBH^2H)^{0.2641}$	0.871
CH	Available biomass fuel	$Y = 49.377(DBH^2H)^{0.8858}$	0.966
	Twigs	$Y = 3.4798(DBH^2H)^{1.1271}$	0.953
	Leaves	$Y = 147.96DBH^2 – 881.28$	0.721

Remarks: Y = estimated biomass (tons); DBH and H in cm

RESULTS AND DISCUSSION

1. Survival rate and growth of short-rotation trees

After 24 months of the field experiment, survival rate and growth of short-rotation trees was shown in Table 3. High survival rate of all tree species revealed their salt- and water logging tolerance. Based on ANOVA, blocking had a very significant effect on DBH (p<0.01) whereas no significant difference was observed among tree species. The trees on saline soil had average DBH at 7-8.5 cm. Total height was significantly different among tree species. *Casuarina* hybrid performed the best in height growth. Multiple stems and low branching of *A. ampliceps* could result in its lower height.

Table 3 Survival rate, diameter at breast height (DBH) and total height (H) of short-rotation tree species at the age of 24 months at Samut Sakhon Land Development Station, Samut Sakhon province.

Species	Survival rate (%)	DBH (cm)	H (m)
EC	74.44±13.52	7.60±0.58	6.41^{b}±0.88
AA	97.78±1.11	8.17±0.30	3.28^{d}±0.13
ML	100.00±0.00	8.14±0.63	4.63^{c}±0.32
CH	96.67±1.92	8.30±0.54	8.09^{a}±0.36
mean	92.22	8.05	5.60

Remarks: Valuesin mean±standard error of mean; different letters within column in dicated statistical significance (p<0.05).

2. Aboveground biomass

Based on biomass production estimation at the age of 24 months, *Casuarina* hybrid was significantly produced the highest available biomass fuel (p<0.05) as shown in Table 4. *A. ampliceps* had significantly the highest twig, leaf and total biomass (p<0.05).It indicated multiple stems with a number of twigs of *A. ampliceps*. According to biomass ratio of each part to the total, it was found that stem biomass of *E. camaldulens* is contributed to 70% of its total biomass while which of *A. ampliceps*did at 24%. Ratios of twigs for all tree species were less than 0.20 whereas *A. ampliceps*produced the largest proportion of leaves at more than 50%. The ratio of available biomass fuel of *E. camaldulensis*was slightly less than what on degraded land (Haruthaithanasan*et al.*, 2010). It indicated negative effect of saline soil on woody biomass production of *E. camaldulensis*.

Table 4 Aboveground biomass production of short-rotation tree species at the age of 24 months at Samut Sakhon Land Development Station, Samut Sakhon province.

Species	Available biomass fuel (tons ha^{-1})	Twigs (tons ha^{-1})	Leaves (tons ha^{-1})	Total (tons ha^{-1})
EC	24.82^{b}±10.02	4.80^{c}±2.15	5.61^{c}±3.32	35.24^{c}±15.47
AA	28.35^{b}±0.76	21.20^{a}±0.67	69.97^{a}±6.20	119.52^{a}±7.47
ML	15.49^{b}±2.00	2.77^{c}±0.18	4.53^{c}±0.26	22.78^{c}±2.44
CH	44.95^{a}±7.46	15.03^{b}±3.10	30.83^{b}±4.61	90.81^{b}±15.16

Remarks: Values in parentheses represented standard error of mean;
different letters within column indicated statistical significance (p<0.05).

3. Fuel properties

According to a result of proximate and ultimate analysis, woody biomass from different short-rotation tree species had similar fuel properties (Table 5). Volatile matter of the woody biomass was 80% with 13% fixed carbon and ash ranged between 1-1.30%. Quality wood as fuel for combustion is basically related to high volatile matter with high percentage of fixed carbon whilst low ash and moisture contents (Demirbas, 2004). Concentration of N, C and H and lower heating value (LHV) among the four tree species were in the same range. Percentage of H in the short-rotation tree wood at 6% was in accordance with Ragland *et al.* (1991). Low concentration of nitrogen (<0.05%) and negligible sulfur of woody biomass fuel from short-rotation tree species related to less nitrogen oxides (NO_x) and sulfur oxides (SO_x) emissions. Furthermore, sulfur and nitrogen compounds are transformed into acidifying substances. When these substances reach the ground, they case acidification of the soil and water, resulting in acid soil (Sardans *et al*., 2015). This phenomenous is important cause damage to aquatic environment and may severely impair the life of plant and animal species.

LHV of short-rotation wood in this study was slightly higher than 4,000 cal g^{-1}. However, particle densities were statistical significantly different (p<0.05) among them. EC had the highest particle density indicating its greater fuel property. Woody biomass from the short-rotation plantation on saline soil was basically suitable for being used for energy production due to its fuel properties.

Table 5 Fuel properties of woody biomass from short-rotation plantation at the age of 24 months in Samut Sakhon Land Development Station, Samut Sakhon province.

Properties	Species			
	EC	AA	ML	CH
Volatile matter (%)	81.4	77.8	78.7	79.9
Fixed carbon (%)	13	14	13	12
Ash (%)	1.30	1.30	1.10	1.00
Moisture content (%)	4.30	7.10	7.50	6.70
Nitrogen (%)	0.36	0.34	0.49	0.29
Carbon (%)	44	45	46	46
Hydrogen (%)	6.25	6.52	6.89	6.50
Sulfur (%)	ND[2/]	ND[2/]	ND[2/]	ND[2/]
Lower heating value (cal g^{-1})	4,176	4,151	4,094	4,168
Particle density (g cm^{-3})	0.80[a1/]	0.65[b1/]	0.72[ab1/]	0.74[a1/]

Remarks: [1/]Different letters within a property indicated statistical significance ($p<0.05$);
[2/]ND indicated no detectable due to a negligible amount.

CONCLUSION

Coastal saline soil was a potential land for short-rotation plantation for energy production. CH was recommended to be promoted for energy crop plantation due to its productivity and fuel properties. However, further study about silvicultural practice and management should be conducted to optimize soil productivity and prevent negative effect of salt expansion.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support from PTT Public Company Limited was gratefully acknowledged.

REFERENCES

Demirbas, A. 2004.Combustion characteristics of different biomass fuels. **Progress in Energy and Combustion Science** 30: 219–230.

Department of Alternative Energy Developmentand Efficiency (DEDE). 2015. **Alternative Energy Development Plan: AEDP2015**. DEDE, Ministry of Energy, Thailand.

Haruthaithanasan, M., K. Haruthaithanasan, E. Thanawat, S. Phromlert, and A. Baysangchan.2010. The potential of *Leucaena leucocephala*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia mangium* and *Acacia spp.* (*mangium x auriculiformis*) as plantation crops for energy. pp. 579-586. *In* **The Proceedings of 48thKasetsart University Annual Conference**. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

Kheoruenromne, I. 2007. **Saline soil in Thailand**. Kasetsart University, Thailand.

Ragland, K. W., D. J. Aerts and A. J. Baker. 1991. Properties of wood for combustion analysis. **Bioresource Technology** 37: 161-168.

Sardans, J., I. A. Janssens, R. Alonso, S. D. Veresoglou, M. C. Rillig, T. Sanders, J. Carnicer, I. Filella, G. Farre-Armengol and J. Peñuelas. 2015. Foliar elemental composition of European forest tree species associated with evolution traits and present environment and competitive conditions. **GLOBAL ECOL BIOGEOGR**. 24: 240-255.

การคัดเลือกแม่ไม้พะยูงพันธุ์ดีในแปลงทดสอบลูกหลาน อายุ 29 ปี
Superior Trees Selection from 29 year-old *Dalbergia cochinchinensis* Pierre Progeny Test

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ[1*] พรรษชล หนูเทพ[2] และ ดุริยะ สถาพร[3]
Suwan Tangmitcharoen[1*] Patsachon Nhutep[2] and Duriya Sathaporn[3]
[1] สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้[1]
Forest Plantation Promotion Bureau, Royal Forest Department, Bangkok, 10900
[2]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]Facultry of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900
[3]ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้
[3]Silvicultural Research Division, Forest Research and Development Bureau,
Royal Forest Department, Bangkok, 10900
*Corresponding Author; E-mail: **suwantang@hotmail.com**

บทคัดย่อ

พะยูงเป็นไม้เศรษฐกิจที่มีความสำคัญทั้งด้านอนุรักษ์และเศรษฐกิจ ปัจจุบันมีผู้สนใจปลูกกันอย่างกว้างขวาง กรมป่าไม้ได้ดำเนินการรวบรวมและพัฒนาพันธุ์ไม้ชนิดนี้โดยจัดสร้างแปลงด้านการปรับปรุงพันธุ์แปลงนี้เป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2530 ณ สถานีวนวัฒนวิจัยหมูสี จังหวัดนครราชสีมา สำหรับพะยูง แก่นเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัว มีความสำคัญในเชิงการค้าและความสวยงาม เกณฑ์ในการคัดเลือกสายต้นพะยูงของการศึกษานี้จึงให้ความสำคัญกับปริมาณแก่นด้วยนอกเหนือจากลักษณะลำต้นใหญ่ เปลาตรง ความสำคัญของแต่ละเกณฑ์แตกต่างกันดังนั้น การให้คะแนนสูงสุดในแต่ละเกณฑ์จึงมีค่าไม่เท่ากัน การศึกษาการทดสอบลูกหลานพะยูง อายุ 29 ปี ก่อนหน้านี้ได้ทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ในการคัดเลือกทีละคู่ โดยใช้วิธี paired comparison ได้ค่าอัตราส่วนของเกณฑ์ที่ใช้คัดเลือก คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ร้อยละ 35 สัดส่วนปริมาณแก่น ร้อยละ 35 ความสูงของต้น ร้อยละ 20 ความยาวของช่วงแกนลำต้น ร้อยละ 5 และความตรงของลำต้น ร้อยละ 5 การศึกษานี้ ถือเป็นการสานต่อจากผลการทดสอบลูกหลานดังกล่าว ซึ่งคัดเลือกแฟมิลี่ไว้ได้ 19 แฟมิลี่ (DL1 DL5 DL6 DL7 DL 9 DL10 DL11 DL12 DL14 DL 16-20 KH8 MS2 MS16 SRKH8 SRM3) จาก 85 แฟมิลี่ของ 7 ถิ่นกำเนิด คือ มวกเหล็กใน-ML (15) เขาใหญ่–KH (9) เมืองศรีสะเกษ SRM (5) ขุขันธ์-SRK (12) ขุนหาญ-SRKH (5) มหาสารคาม-MS (19) ดงลาน-DL (20) วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) แบ่งเป็น 4 บล็อก แต่ละ family เก็บข้อมูลตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกด้านทุกต้น รวม 4,880 ต้น แต่สำหรับการศึกษาแก่น สุ่มเจาะ family ละ 20 ต้น (block ละ 5 ต้น) รวม 380 ต้น

ผลการศึกษา สามารถคัดเลือกแม่ไม้ได้ 22 แม่ไม้ ตามลำดับดังนี้ MS2t12 DL14t3 DL19t16 SRKH8t7 MS16t5 DL10t7 DL17t12 KH8t6 DL10t22 DL20t4 DL20t24 DL11t3 DL7t7 DL19t24 DL1 9t1 DL1t19 MS2t3 DL11t6 DL1t8 DL11t20 DL9t6 DL16t4 โดยมีสัดส่วนแก่น (คิดเป็นร้อยละ) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (ซม.) ตามลำดับดังนี้ 62 54 47 57 58 61 60 63 48 57 64 64 48 48 42 48 48 53 47 51 37 47 และ 53.8 56 51.1 43.2 45.5 34 40.9 39 35.8 46.1 31.1 48.3 36.2 33.5 43 36.8 43.4 43.3 29.3 29.8 39 37.1 ซึ่งแม่ไม้ดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมที่ดีในการผลิตกล้า การขยายพันธุ์สู่เกษตรกร และเป็นฐานพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ขั้นสูงต่อไป

คำสำคัญ: พะยูง ทดสอบลูกหลาน การคัดเลือกแม่ไม้ การเติบโต แก่น

ABSTRACT

Dalbergia cochinchinensis is one of the major valuable tree species in conservation and economy. Recently, the tree species are planted expansively. The first breeding program of the tree species was established in 1987 at Moo-sri Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province. Heartwood of the tree species has unique properties which are significantly considered for wood trade. Therefore, this study used heartwood proportion as a criteria for breed selection along with trunk size and straightness. Due to different significant levels of each criteria, the highest score of each criteria was assigned unequally. Progeny tests of 29 year-old *Dalbergia cochinchinensis* in a previous study developed ratio of criteria selection using paired comparison technique; and suggested that appropriate of diameter at breast height (DBH), heartwood proportion, height of trees, clear bole, straightness were 35%, 35%, 20%, 5%, 5%, respectively. This study built up on the previous study on progeny tests. Nineteen tree families, namely, DL1, DL5, DL6, DL7, DL 9, DL10, DL11, DL12, DL14, DL16-20, KH8, MS2, MS16, SRKH8, SRM3 were selected from a pool of 85 families originated from Muaklek-nai -ML (15) Khaoyai–KH (9) Mueng Sikaket SRM (5) Ku Khan-SRK (12) KhunHan-SRKH (5) Mahasarakam-MS (19) Donglan-DL (20).

The randomized complete block design (RCBD, 4 blocks, was applied in the experiment. Information on five criteria were collected from all trees with a total of 4,880 trees while heartwood proportion were collected from 20 trees (5 trees/block) of each family with a total of 380 trees.

Results suggested twenty-two superior trees which were MS2t12, DL14t3, DL19t16, SRKH8t7, MS16t5, DL10t7, DL17t12, KH8t6, DL10t22, DL20t4, DL20t24, DL11t3, DL7t7, DL19t24, DL19t1, DL1t19, MS2t3, DL11t6, DL1t8, DL11t20, DL9t6, DL16t4. The percentage heartwood of the trees were 62, 54, 47, 57, 58, 61, 60, 63, 48, 57, 64, 64, 48, 48, 42, 48, 48, 53, 47, 51, 37 and 47, respectively. The diameter at breast height (cm.) of the trees were 53.8, 56, 51.1, 43.2, 45.5, 34, 40.9, 39, 35.8, 46.1, 31.1, 48.3, 36.2, 33.5, 43, 36.8, 43.4, 43.3, 29.3, 29.8, 39 and 37.1, respectively. These superior trees can be used as for producing high quality seedlings and distributed to farmers. Furthermore, the superior trees can be used as genetic base in advanced breeding program of this species in the future.

Keywords: *Dalbergia cochinchinensis*, progeny test, superior tree, growth, heartwood

เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์

ภาคบรรยาย

การปรับปรุงคุณสมบัติการดูดซับของถ่านกะลามะพร้าวโดยใช้เทคนิคการเผาถ่านแบบหลายขั้นตอน
Improvement of Adsorption Properties of Coconut Shell Charcoal Made by Multistep Carbonization

พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์[1*] นฤภัทร สงอุปการ[1] นัฐลิกาณ์ สุขบัวแก้ว[1] และ อภิญญา วิสุทธิอมรกุล[2]
Pongsak Hengniran[1*], Naruphat Songupakarn[1], Nattalika Sukbuakaew[1] and Apinya Wisutiamonkul
[1]ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Products, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
[2]Expert Center of Innovative Agriculture, Thailand Institute of Scientific and Technological Research 12120
* Corresponding Author; E-mail: **fforpsh@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคในการผลิตถ่านไม้เพื่อใช้ในการดูดซับกลิ่นให้มีค่าการดูดซับไอโอดีนเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.180/2560 คือไม่น้อยกว่า 150 mg_{iodine}/g กระบวนการปรับปรุงเริ่มจากการศึกษาวิธีการผลิตถ่านกะลาแบบดั้งเดิมตามภูมิปัญญาชาวบ้าน แก้ไขเตาเผาถ่านที่ดัดแปลงจากถังน้ำมัน 200 ลิตร ร่วมกับเทคนิคการควบคุมสภาวะในการผลิตให้เป็นไปตามหลักวิชาการ กะลามะพร้าวที่ใช้ในการศึกษาจะถูกลดความชื้นลง บดย่อย และคัดขนาด แล้วนำมาผ่านกระบวนการผลิตถ่านตามเทคนิคที่ได้กำหนดไว้ ถ่านกะลาที่ผลิตได้จะนำมาทดสอบคุณภาพเปรียบเทียบกับถ่านกะลาที่ได้จากเทคนิคการผลิตดั้งเดิม ประกอบด้วย การทดสอบค่าแบบประมาณ ค่าพลังงานความร้อน การดูดซับเมทิลีนบลู และการดูดซับค่าไอโอดีน ตามลำดับ ผลการทดสอบพบว่าค่าการทดสอบแบบประมาณของถ่านกะลาหลังการปรับปรุงมีค่าร้อยละคาร์บอนเสถียรเพิ่มขึ้นเป็น 76.34 จากเดิมที่ 63.05 ส่วนค่าพลังงานความร้อนเพิ่มเป็น 7,297.3 cal/g จากค่าเดิมที่ 6,907.9 cal/g สำหรับค่าการดูดซับค่าเมทิลีนบลู (Methylene Blue) เพิ่มขึ้นเป็น 930 mg/g ขณะที่ค่าการดูดซับไอโอดีนถ่านหลังการปรับปรุงผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งถ่านกะลาและถ่านกะลาอัดแท่ง โดยมีค่าอยู่ที่ 324 mg/g และ 646 mg/g ตามลำดับ

คำสำคัญ: ถ่านไม้ ดูดกลิ่น การดูดซับไอโอดีน การผลิตถ่านไม้

ABSTRACT

The aim of this research was to improve the technique to produce charcoal as odors deodorizer which meet Thailand Community Product Standards TISI 180/2560 (Iodine Number > 150 mg_{iodine}/g). The initially step of this project was tried to study charcoal production according to folk wisdom. After that, the new charcoal kiln from 200-liters oil drum and modified carbonization condition according to the standard pyrolysis principle were improved. Coconut shells were dehumidified, grinded, and selected for appropriated size. Then, they were processed according to the determined technique. The qualities of charcoal produced by traditional technique and the modified procedure were compared. These properties were approximate analysis, calorific value, methylene blue number, and iodine number. The value from the approximate analysis indicated that fixed carbon of the charcoal produced from the modified technique reached 76.34% while this parameter in the charcoal from the traditional process was 63.05%. Calorific value from charcoal made by the new method was also higher than the value of charcoal produced by old technique with the values of 7,297.3 cal/g and 6,907.9 cal/g, respectively. Moreover, it was found that new technique produced charcoal with better methylene blue number

(930 $mg_{metyleneblue}/g$). Finally, the iodine number of the improved charcoal passed the standard criteria for both charcoal and charcoal briquette with the values of 324 and 646 mg_{iodine}/g, respectively.
Keywords: charcoal, odor deodorizer, iodine number, carbonization

คำนำ

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่ากระบวนการผลิตถ่าน (Carbonization Process) ที่ดีจะประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน คือ 1) การไล่ความชื้น (Dehydration) 2) การเปลี่ยนจากไม้เป็นถ่าน (Carbonization) 3) การทำให้ถ่านบริสุทธิ์ (Refinement) และ 4) การทำให้เย็น (Cooling) ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับการควบคุมอุณหภูมิภายในเตาและอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเตา (จิระพงษ์, ม.ป.ป.; มูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง (ภาฯ) ยามยาก, ม.ป.ป.; สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี, ม.ป.ป.; นิคม และ อัจฉริยะ, 2550) แต่ในการผลิตถ่านให้ได้คุณภาพสูง (Premium Grade) นั้นมีเทคนิคพิเศษอื่น ๆ อีก และมักไม่ปรากฏในเอกสารงานวิจัย จากงานทดลองด้านการผลิตถ่านไม้คุณภาพสูงของทีมผู้วิจัยที่ผ่านมา สรุปได้ว่า การผลิตถ่านคุณภาพสูงนั้น ต้องควบคุมตั้งแต่วัตถุดิบไม้ที่เลือกใช้ การเตรียมวัตถุดิบ เช่น การลดความชื้นในไม้ก่อนเผาให้เหมาะสม การเลือกขนาดไม้ที่จะเผา การเรียงไม้ภายในเตา รวมไปถึงการเลือกเตาเผาถ่านที่จะใช้และกระบวนการเผาถ่านที่นำมาประยุกต์ใช้ในระหว่างการผลิตถ่าน (พงษ์ศักดิ์, 2559; นิคม และ พงษ์ศักดิ์, 2559; พงษ์ศักดิ์, 2560; ศุภลักษณ์ และ สมพิศ, 2550) เทคนิคการควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการเผาถ่านก็มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ความรู้ในการเผาถ่านและเตาที่เลือกใช้ก็มีส่วนในการควบคุมสภาพภายในเตาว่าจะทำได้ตามที่ต้องการหรือไม่ การหมุนเวียนกระแสลมร้อนที่ดีภายในเตาร่วมกับการใช้ปล่องควันที่เหมาะสมก็จะทำให้ได้ถ่านไม้ที่ดีตรงตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน (พงษ์ศักดิ์, 2559; นิคม และ พงษ์ศักดิ์, 2559; พงษ์ศักดิ์, 2560)

ถ่านไม้คุณภาพดีสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายนอกเหนือจากใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม เช่น ใช้เป็นสารดูดซับความชื้นหรือดูดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เป็นต้น (อัจฉริยะ, 2552; ดรุณี และคณะ, 2548) เนื่องจากถ่านไม้เป็นวัสดุที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะค่อนข้างสูงจากความพรุนที่เกิดขึ้นในตัวของถ่านไม้เอง อย่างไรก็ตาม จำนวนรูพรุนที่เกิดขึ้นและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุนที่แตกต่างกันจะส่งผลโดยตรงต่อคุณสมบัติการดูดกลิ่นของถ่าน โดยถ่านไม้ที่มีรูพรุนขนาดเล็ก (micropores) ที่มีรัศมีของรูพรุนไม่เกิน15 นาโนเมตร (nm) จำนวนมากมักจะมีความสามารถในการดูดซับแก๊สหรือไอระเหยที่ดีกว่า (สุพัฒน์, 2555) จากงานวิจัยของ Wan Mohd Ashri Wan Daud *et al.* (2001) พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการคาร์บอนไนเซชั่นหรืออุณหภูมิสูงสุดในการเผาถ่านที่สูงขึ้นจะทำให้มีปริมาตรในการดูดซับของรูพรุนขนาดเล็กมีค่ามากขึ้น ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้อุณหภูมิสูงสุดในการผลิตถ่านจะเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ทางคณะผู้วิจัยให้ความสำคัญ และในการวิจัยในครั้งนี้ยังเลือกใช้กะลามะพร้าวมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านไม้เนื่องจากมีรายงานว่าถ่านกะลามีคุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นที่ดีและถูกเลือกใช้เป็นถ่านดูดกลิ่นในหลายงานวิจัยรวมถึงการที่ถ่านกะลาถูกนำไปกระตุ้นให้เป็นถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon/Charcoal) เพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดูดซับกลิ่นและสี (สุพัฒน์, 2555; กฤติยา, 2542; ซูไฮณี, 2554; เพ็ญจันทร์, 2553)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ Sensor วัดอุณหภูมิแบบ Thermocouple Type K และ Data Logger ยี่ห้อ Testo รุ่น 175-T3 เพื่อติดตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเตาเผา ร่วมกับการติดตามการกระจายความร้อนภายในเตาเผาถ่าน โดยใช้อุปกรณ์ Thermo Scan ของ FLIR รุ่น ONE PRO

2. ศึกษากระบวนการผลิตถ่านกะลาแบบดั้งเดิม

ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลของการผลิตถ่านกะลาเพื่อใช้ในเป็นถ่านดูดกลิ่นแบบดั้งเดิมของผู้ผลิตถ่านกะลาใน จ. ลพบุรี จ. ราชบุรี และ จ. ประจวบคีรีขันธ์

3. ศึกษาการผลิตถ่านไม้โดยใช้เตา 200 ลิตร แบบต่าง ๆ

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ทางทีมผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการเผาถ่านกะลาโดยใช้เตาเผาถ่านที่ดัดแปลงจากเตา 200 ลิตร แบบต่าง ๆ คือ เตารหัส S1 / SS / S ของ ศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ กรมป่าไม้ จังหวัดสระบุรี (สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม, 2549) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงเตาเผาถ่านและกระบวนการผลิตถ่านไม้ต่อไป

4. ปรับปรุงเตาเผาถ่านไม้และกระบวนการผลิตถ่านไม้

นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1 และข้อ 2 มาใช้ในการปรับปรุงเตาเผาถ่านไม้และปรับปรุงกระบวนการผลิต ทั้งนี้จากกระบวนการผลิตที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นใหม่นี้ จะขอเรียกว่า Multistep Carbonization

5. ทดสอบคุณสมบัติของถ่านกะลาที่ผลิตได้

นำถ่านกะลาที่ได้ในแต่ละกระบวนการผลิตมาเปรียบเทียบคุณสมบัติดังนี้ 1) Approximate Analysis โดยแบ่งเป็นการหาร้อยละความชื้น (ASTM D 3173-95) ร้อยละสารระเหย (ASTM D 3175-95) ร้อยละขี้เถ้า (ASTM D 3174-95) และ ร้อยละคาร์บอนเสถียร (100-ร้อยละความชื้น-ร้อยละสารระเหย-ร้อยละขี้เถ้า 2) ค่าความร้อน Calorific Value (ASTM E 711) 3) Methylene Blue Number (Nunes and Guerreiro, 2011) และ 4) Iodine Number (ASTM D4607-94) ตามลำดับ

ผลและวิจารณ์

1. ผลของการศึกษากระบวนการผลิตถ่านไม้

จากการศึกษาพบว่าการเผาแบบภูมิปัญญาดั้งเดิมจะเติมกะลามะพร้าวเข้าไปในเตาเผาแบบเปิดเป็นระยะเมื่อกะลาที่ใส่ก่อนหน้านั้นติดไฟและเริ่มกลายเป็นถ่าน โดยจะทำแบบนี้จนกว่าจะได้ปริมาณถ่านกะลาภายในเตาเผาตามที่ต้องการ ผลที่ตามมาคือ ความร้อนภายในเตาจะขึ้น ๆ ลง ๆ (Figure 1) ทำให้ได้ถ่านที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ จาก Figure 2 (Left) ซึ่งเป็นภาพถ่าย Thermo Scan จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในเตาเผาถ่านจะสูงที่บริเวณด้านล่างของเตา ในขณะที่เตาที่ได้รับการปรับปรุงกระบวนการผลิตซึ่งเป็นการเผาในระบบปิดจะมีการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเตาเผาสม่ำเสมอกว่า (Figure 2 (Right)) และเมื่อติดตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเตาเผาพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสามารถควบคุมได้ดีกว่าก่อนการปรับปรุง (Figure 1) อย่างไรก็ตามเนื่องจากเตาที่ทดลองเป็นเตาเผาทรงตั้ง (Vertical) ทำให้ยังมีความแตกต่างของอุณหภูมิตามความสูงของถังอยู่

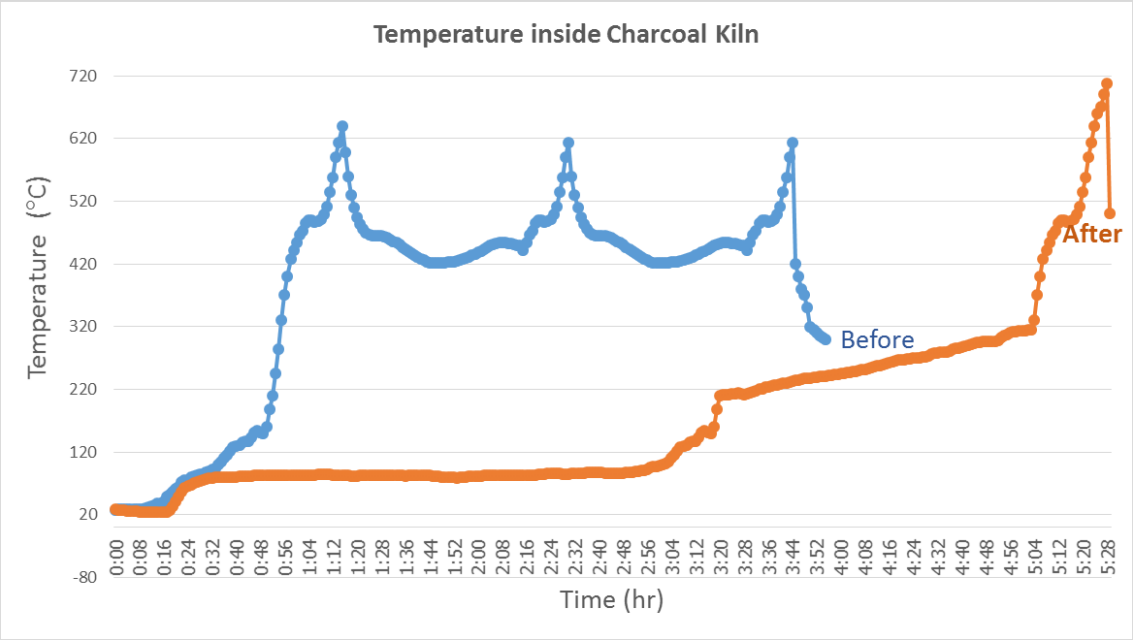


Figure 1 Comparison of heating rate inside charcoal kiln during carbonization process between before and after improvement in this study.

จาก Figure 2 (Right) เนื่องจากข้อจำกัดของเตาเผาถ่านดัดแปลงที่เลือกใช้จึงยังคงทำให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Gradient) จากด้านล่าง ไปยังด้านบนของเตาเผาถ่านอยู่ ดังนั้นเทคนิคการคัดขนาดไม้การจัดเรียงไม้เข้าเตาเผาจึงยังคงมีความสำคัญและไม่ควรถูกมองข้ามไป ควรเรียงให้ชิ้นไม้ขนาดเล็กควรอยู่ด้านล่าง

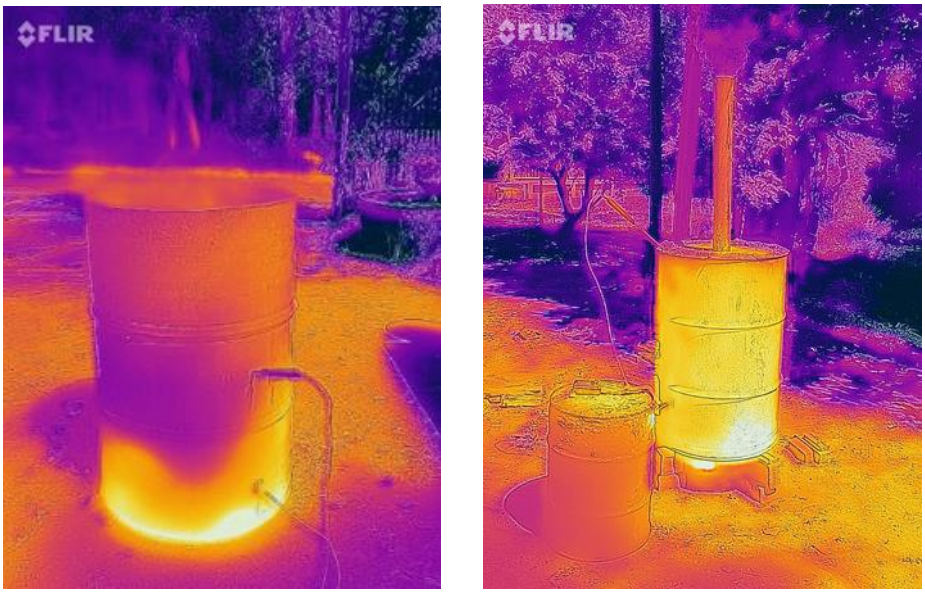


Figure 2 The difference of temperature gradient inside charcoal kilns made from 200-liters drum by applying thermos-can IR-camera (left) traditional charcoal kiln (right) modified charcoal kiln in this study

นอกจากนี้รูปแบบของเตาเผายังส่งผลโดยตรงต่อการหมุนเวียนความร้อนภายในเตาและอุณหภูมิสูงสุดในการเผาถ่านที่เตาสามารถทำได้ จากการทดลองพบว่า เตาเผาถ่านแบบ SS สามารถทำอุณหภูมิได้สูงกว่าเตาเผาถ่าน

แบบอื่น ๆ ก็เนื่องมาจากเตาประเภทนี้มีฉนวนความร้อนทำให้ความร้อนภายในเตาเผามีการสูญเสียสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกน้อยกว่าเตาเผาถ่านแบบอื่น ๆ ส่วนเตาเผาถังเดี่ยว-ปรับปรุง S-Modified เป็นการนำเอาข้อด้อยของเตาเผาถังเดี่ยว S มาแก้ไข ทำให้สามารถควบคุมสภาวะในการเผาถ่านได้ง่ายขึ้นและทำอุณหภูมิสูงสุดในการเผาถ่านได้ดีขึ้น (Table 1)

Table 1 Maximum carbonization temperature inside different charcoal kilns in this study

Type of Charcoal Kiln	Maximum carbonization temperature (°C)
Traditional Charcoal Kiln	553
“SS” type Charcoal Kiln	820
“S1” type Charcoal Kiln	628
“S” type Charcoal Kiln	675
“S-Modified” type Charcoal Kiln	708

2. การควบคุมสภาวะในการเผาถ่าน

ถ่านไม้จะมีคุณสมบัติที่ดีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่ต้องการได้หรือไม่นั้น นอกจากจะขึ้นกับไม้วัตถุดิบที่เลือกใช้แล้ว การควบคุมสภาวะในการเผาถ่านก็มีความสำคัญด้วยเช่นกัน จากการศึกษาทดลองพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเตาเผาถ่าน (Heating Rate) มีความสำคัญมาก โดยในการควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิควรเป็นไปตามภาพที่ 3 กล่าวคือ ในช่วง A คือเริ่มตั้งแต่เริ่มเผาจนอุณหภูมิภายในเตาเผาสูงถึง 180 °C ควรเพิ่มขึ้นด้วยอัตราการเพิ่มที่ช้า ๆ เพื่อระเหยน้ำออกจากไม้วัตถุดิบอย่างค่อยเป็นค่อยไป ลดการแตกร้าวของถ่านจนเกิดเป็นถ่านป่น ทำให้ถ่านสุกทั่วทั้งเตา และมีคุณภาพสม่ำเสมอทั้งเตา ในช่วง B ให้หยุดใส่ฟืนหน้าเตา ช่วงนี้ไม้จะเริ่มกลายเป็นถ่าน และคายความร้อนออกมา เราสามารถปรับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิให้สูงกว่าในช่วงแรก และช่วง C เป็นช่วงการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงเท่าที่จะทำได้ ทำให้ถ่านบริสุทธิ์ ในช่วงนี้จะมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นมากมาย หลังจากช่วง C ไปสู่ ช่วง D จะเป็นช่วงของการปิดเตาหลังจากที่ทำอุณหภูมิได้สูงเท่าที่จะทำได้แล้ว (ขึ้นอยู่กับแบบของเตาที่ใช้) ในช่วงนี้สิ่งที่ควรระวังคืออย่าให้มีรอยรั่วจนอากาศเข้าไปในเตาเพราะจะทำให้ถ่านกลายเป็นขี้เถ้า ผลจากการปรับปรุงกระบวนการแบบ Multistep Carbonization นี้ทำให้สามารถควบคุมสภาวะในการเผาถ่านได้ดีขึ้น ดังข้อมูลที่แสดงไว้ใน Figure 1

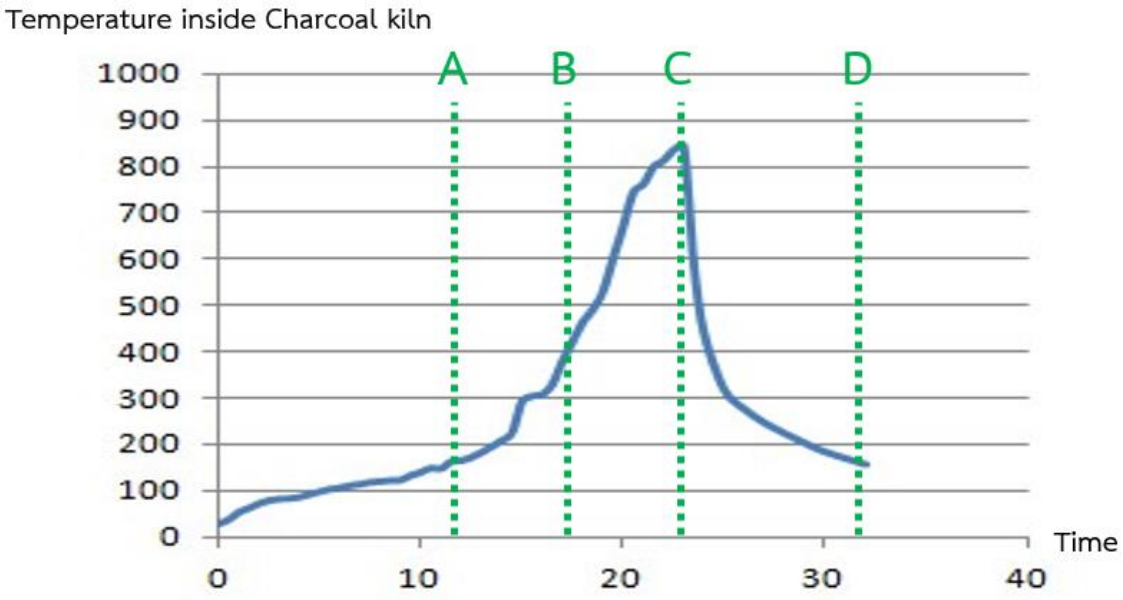


Figure 3 The controlled heating rates and maximum temperatures in each carbonization steps according to pyrolysis principle called “Multistep Carbonization”

3. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของถ่านกะลาที่ผลิตได้

ผลการปรับปรุงแสดงให้เห็นว่าถ่านกะลามะพร้าวภายหลังการปรับปรุง โดยใช้การเผาแบบปิดในเตาเผาถ่านดัดแปลงจากถังน้ำมัน 200 ลิตร แบบต่าง ๆ ให้ค่าร้อยละคาร์บอนเสถียร (%FC) ค่าพลังงานความร้อน (CV) การดูดซับเมทิลีนบลู (MBN) และการดูดซับค่าไอโอดีน (IDN) ที่สูงขึ้น ดังแสดงใน Table 2 ด้านล่างนี้ และภายหลังจากการปรับปรุงคาดว่า รูพรุนขนาดกลาง (Mesopore) ส่วนหนึ่งได้ถูกความร้อนทำให้สลายตัวกลายเป็นรูพรุนขนาดเล็กเพิ่มขึ้น โดยสังเกตจากค่า MBN และ IDN ของเตาเผาถ่านถังเดี่ยวแบบ S และ S-Modified เปรียบเทียบกัน (Table 2)

Table 2 Properties of Coconut Shell Charcoal before and after improvement in this study

Samples of Coconut Shell Charcoal	%FC (% w/w)	CV (cal/g	MBN (mg/g)	IDN (mg/g)
Traditional Charcoal Kiln	63.05	6,907.9	763.49	132.41
“SS” type charcoal kiln	78.51	7,223.6	1,147.02	421.60
“S1” type Charcoal Kiln	64.66	6,689.6	943.09	291.73
“S1” type Charcoal Kiln	67.24	7,048.6	1,443.93	324.22
“S-Modified” type Charcoal Kiln	76.34	7,297.3	930.36	536.39

Remarks: 1. %FC ≡ Percent of Fixed Carbon by weight
2. CV ≡ Calorific Value (energy density)
3. MBN ≡ methylene blue number
4. IDN ≡ iodine number

สรุป

ในการผลิตถ่านไม้เพื่อใช้ในการดูดกลิ่นไม่พึงประสงค์ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มผช.180/2560 คือ ต้องมีค่า Iodine Number ไม่น้อยกว่า 150 mg_{iodine}/g นั้น สามารถทำได้โดยการเลือกวัตถุดิบและกระบวนการผลิตถ่านไม้ที่เหมาะสม การควบคุมอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและอุณหภูมิสูงสุดในการเผาถ่านส่งผลโดยตรงต่อค่าร้อยละคาร์บอนเสถียร ค่าพลังงานความร้อน การดูดซับเมทิลีนบลู และการดูดซับค่าไอโอดีน ของถ่านไม้ที่ได้ ทั้งนี้ควรควบคุมสภาวะในการเผาถ่านให้เป็น Multistep Carbonization เพื่อลดความแตกต่างของ Temperature gradient ภายในเตาเผาถ่านลง ร่วมกับการทำอุณหภูมิสูงสุดในการเผาให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อเพิ่มรูพรุนขนาดเล็กที่ส่งผลต่อความสามารถในการดูดซับก๊าซ/กลิ่นของถ่านไม้ ทั้งนี้ความยากง่ายในการควบคุมสภาวะนี้นอกจากความเข้าใจถึงหลักของการควบคุมอากาศแล้วแบบของเตาเผาถ่านที่เลือกใช้ก็มีความสำคัญต่อการควบคุมกระบวนการเผาถ่านด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) และ ศูนย์วิจัยพลังงานจากไม้ กรมป่าไม้ จังหวัดสระบุรี ที่กรุณาสนับสนุนจนงานศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามที่ตั้งเป้าหมายเอาไว้ และขอขอบคุณภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับความอนุเคราะห์การใช้งานห้องปฏิบัติการ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จิระพงษ์ คูหากาญจน์, ม.ป.ป. **เตาเผาถ่าน**. แหล่งที่มา: forprod.forest.go.th/forprod/.../4.%20เอกสารเผยแพร่เตาเผาถ่าน.pdf, 29 มกราคม 2557.

มูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง (ภาฯ) ยามยาก. ม.ป.ป. **คู่มือการผลิตถ่านอนามัยและน้ำส้มควันไม้สำหรับประชาชน.** สภากาชาดไทย; ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส); มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักถ่ายทอดและเผยแพร่เทคโนโลยี. ม.ป.ป. **คู่มือการผลิตและการใช้งานเตาเผาถ่านแบบถัง 200 ลิตร**. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน.

นิคม แหลมสัก และอัจฉริยะ โชติขันธ์. 2550. **การผลิตและสมบัติของน้ำส้มไม้และถ่านจากไผ่และไม้ตัดขยายระยะที่อ่างขางโดยใช้เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ**. วารสารวนศาสตร์. ปีที่ 26 ฉบับพิเศษ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 8 น.

พงษ์ศักดิ์ เฮงนันดร์. 2559. **การผลิตถ่านคุณภาพสูงจากไผ่บนที่สูง**. โครงการวิจัย.

นิคม แหลมสัก และ พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์. 2559. **โครงการผลิตถ่านไม้คุณภาพสูงเชิงพาณิชย์**. โครงการวิจัย.

พงษ์ศักดิ์ เฮงนันดร์. 2560. **การผลิตถ่านคุณภาพสูงจากไม้ต่างถิ่นในสวนป่าสาธิตสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง**. โครงการวิจัย.

ศุภลักษณ์ แป้นเพชร และ สมพิศ เดชทอง. 2550. **ผลของกรดควันไม้ (Pyroligneous acid) ที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัสสำหรับปราบหอยเชอร์รี่**. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์. 85-120 น.

อัจฉริยะ โชติขันธ์. 2552**. อิทธิพลของการปิดเตาผลิตถ่านที่อุณหภูมิการผลิตต่างกันต่อสมบัติของถ่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดรุณี โชติษฐยางกูร, จิระศักดิ์ ผุยมูลตรี, สุปราณี ทับสกุล และ สุชาดา อินทะศรี. 2548. **การศึกษาการใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้สำหรับการเกษตรอินทรีย์**. สมาคมเทคโนโลยีที่ เหมาะสม.

สุพัฒน์ เพ็งพันธ์. 2555. ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ Escherichia coli บนถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกะลามะพร้าวและชิ้นไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กฤติยา เสือสีนาค. 2542. **การดูดซับแก๊สโพรเพนด้วยตัวดูดซับชนิดถ่านที่เตรียมจากกะลามะพร้าวโดยการกระตุ้นด้วยซิงก์คลอไรด์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ซูไฮณี บินเยาะ. 2554. **การดูดซับเมทานอลในกลีเซอรอลด้วยถ่านกัมมันต์เชิงพาณิชย์จากกะลามะพร้าว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญจันทร์ คำบาง. 2553. **การกำจัดฟอร์มัลดีไฮด์ในสารละลายด้วยถ่านกกกลมและถ่านกะลามะพร้าวเชิงพาณิชย์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. 2549. **คู่มือเตาเผาถ่าน 200 ลิตร**. โครงการส่งเสริมการผลิตถ่าน และการจัดการทรัพยากรไม้อย่างมีประสิทธิภาพ, สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม.

Nunes, C.A. and M.C. Guerreiro. 2011. Estimation of surface area and pore volume of activated carbons by methylene blue and iodine numbers. **Quim. Nova** 34(3): 472-476.

Wan Mohd Ashri Wan Daud, Wan Shabuddin Wan Ali, and Mohd Zaki Sulaiman. 2001. Effect of carbonization temperature on the yield and porosity of char produced from palm shell. **Journal of Chemical Technology and Biotechnology** 76: 1281-1285

ความผันแปรของชนิดและปริมาณองค์ประกอบทางเคมีน้ำมันหอมระเหย จากตะไคร้ต้น (*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.) ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย

Variations of Volatile Oil Quantity and Chemical Composition of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. from Northern Thailand

พนิดา รุ่งรัตนกุล[1] และ ลดาวัลย์ พวงจิตร[2]

Panida Roongrattanakul[1] and Ladawan Puangchit[2]

[1]กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

[1]Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900

[2]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

Corresponding Author; E-mail: **panidha@gmail.com**

บทคัดย่อ

ตะไคร้ต้น (*Litsea cubeba* (Lour.) Pers.*)* เป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ในธุรกิจสุวคนธบำบัด ผลผลิตจากสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีจากน้ำมันหอมระเหยของตะไคร้ต้นถูกนำไปใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์กลิ่นซิทราล (Citral) และรสส้มโดยมีประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศในทวีปยุโรปแถบตะวันตก และประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศผู้ส่งออกรายใหญ่ของโลก สำหรับประเทศไทยตะไคร้ต้นพบการกระจายพันธุ์ในพื้นที่ป่าดิบเขาระดับต่ำที่ระดับ 1,100 เมตร จากระดับน้ำทะเล

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดขององค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการต้มกลั่น (Hydro distillation) ตัวอย่างผลตะไคร้ต้นที่ใช้ศึกษาเก็บจาก 7 แหล่งภาคเหนือ ประกอบด้วย 6 แหล่งจากท้องที่จังหวัดเชียงใหม่ และ 1 แหล่งจากจังหวัดพิษณุโลก นำไปวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค Gas chromatography/Mass spectroscopy (GC/MS) ผลพบว่าน้ำมันจากผลตะไคร้ต้นทุกแหล่งมีองค์ประกอบหลักทางเคมี 12 ชนิด โดยเรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากปริมาณมากไปหาน้อย ดังนี้ citral 70.95%, D-limonene 3.59%, linalool 1.76%, polegone 1.39%, citronella 1.32%, 6-methyl 5 hepten -2- one 0.81%, β-myrcene 0.63%, sabinene 0.61%, eucalyptol 0.46%, geraniol 0.39%, α- pinene 0.31%, caryophyllene 0.29% เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารองค์ประกอบชนิดต่างๆ จำนวน 75 ตัวอย่าง โดยวิธีทดสอบค่าเฉลี่ยแต่ละแหล่ง และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) พบว่าแต่ละแหล่งมีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลดังกล่าวนอกจากจะทำให้ทราบว่าแต่ละแหล่งมีศักยภาพในการเป็นแหล่งผลิตสารสำคัญที่เป็นวัตถุดิบที่เฉพาะเจาะจงกับการใช้ในอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันไปแล้ว และยังนำไปใช้ในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ตะไคร้ต้นเพื่อผลิตน้ำมันหอมระเหยที่ให้ปริมาณสารสำคัญตามเป้าหมายการผลิตตามต้องการ โดยแหล่งเด่นหญ้าขัด และ ภูหินร่องกล้ามีปริมาณซิทราล สูงที่สุด (85% และ 80% ตามลำดับ) แหล่งดอยอินทนนท์ มีปริมาณ D- limonene สูงที่สุด 9% และยังให้ปริมาณสาร linalool สูงสุด 4.7% ดังนั้น แหล่งสำคัญดังกล่าวจึงควรอนุรักษ์ไว้เป็นแหล่งสำหรับคัดเลือกแม่ไม้ ในการปรับปรุงพันธุกรรมตะไคร้ต้นเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงการค้าและยังเป็นพันธุ์ไม้ปลูกฟื้นฟูพื้นที่อนุรักษ์ไปพร้อมกับช่วยยกระดับรายได้ให้เกษตรกรและลดการชะล้างพังทลายหน้าดินโดยการนำไปส่งเสริมการปลูกทดแทนการปลูกพืชเกษตรหมุนเวียนในพื้นที่สูงลาดชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : *Litsea cubeba,* citral, D-limonene, linalool, polegone, citronella, Highland, plus tree.

ABSTRACT

Litsea cubeba (Lour.) Pers. is known as an aromatherapy plant. Volatile oil from fruit has been used commercially as a citral source. The major global importers of volatile oil are the United States, Western European countries and Japan.

This study evaluated chemical composition and variation of the volatile oil in *Litsea cubeba* collected from the lower montane forest in northern Thailand. 74 fruit samples were harvested from seven locations, six locations in Chiang Mai Province and one location in Phitsanulok Province. Hydro distillation was used for fruit oil extraction. Gas chromatography/mass spectroscopy (GC/MS) were used to determine and characterized the components of the volatile oil. Analysis of the composition of samples from different locations revealed 12 main compounds as follow: citral, 70.95%; D-limonene, 3.59%; linalool, 1.76%; polegone, 1.39%; citronella, 1.32%; 6-methyl 5 heptane-2-one, 0.81%; ß-myrcene, 0.63%; sabinene, 0.61%; eucalyptol, 0.46%; geraniol, 0.39% and caryophyllene, 0.29%.

Comparisons of the volatile oil contents among the locations showed significant differences. Specifically, Citral-rich sources were from Den Ya Khad in Chiang Mai (85%) and Phu Hin Rongkla, Phitsanulok (80%). Moreover, *L. cubeba* from Doi Inthanon provided high D-limonene (9%) as well as high linalool (4.7%). Thus, locations should be considered in order to select plus trees for future breeding program of this species. An advantage for conservation and utilization of *L. cubeba* should be to the hill tribes for planting it as an economic tree crop instead of annual crops. The results from the present study can be used for future conservation planning and breeding programs of *L. cubeba*, especially for the specific volatile oil constituent.
Keywords: *Litsea cubeba*, chemical composition, variation, citral, GC/MS

เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์
ภาคโปสเตอร์

การศึกษาคุณสมบัติของน้ำยางสน ประสิทธิภาพด้านพลังงาน และคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์จากเนื้อไม้สน 5 ชนิด

Study on the Oleoresin Properties, Energy Efficiency and Activated Carbon Properties of Wood from Five Pine Species

นฤมล ภานุนำภา[1*] จันไท จิตรจักร[1] และ สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์[1]

Narumol Panunumpa[1*], Chanthai Chitchak[1] and Siriluk Tatayanon[1]

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **maleepanu@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติของน้ำยางสน ประสิทธิภาพด้านพลังงานและคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์จากเนื้อไม้สน 5 ชนิด คือ สนคาริเบีย สนเทคูนูมานี่ สนสองใบ สนสามใบ และสนโอคาร์ปา ได้ทำการเก็บตัวอย่างไม้จากแปลงปลูกไม้สนที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และเก็บน้ำยางสนที่สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบงและแม่สะนาม อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ นำน้ำยางดิบมากลั่นด้วยน้ำเพื่อแยกน้ำมันสนและชันสน หาอัตราผลผลิตและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีที่สัมพันธ์กับฤดูกาล สำหรับเนื้อไม้นำมาเผาเป็นถ่านหุงต้ม ถ่านทอริไฟด์ และถ่านกัมมันต์ เพื่อทดสอบหาผลผลิต ประสิทธิภาพการใช้งาน การทำเชื้อเพลิงอัดเม็ดแบบทอริไฟด์ การผลิตน้ำมันชีวภาพ และการทำถ่านกัมมันต์เพื่อมาบำบัดน้ำเสีย ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตและคุณสมบัติของยางสนแตกต่างกันตามชนิดไม้และฤดูกาล น้ำยางดิบและชันสนให้ผลผลิตสูงสุดในฤดูฝนโดยสนโอคาร์ปาให้ผลผลิตน้ำยางดิบสูงสุด สนสองใบให้ผลผลิตและคุณภาพของชันสนสูงสุด สนสามใบให้ผลผลิตน้ำมันสนสูงสุดในฤดูร้อนและมีคุณภาพของน้ำมันสนดีที่สุด ในด้านการใช้ประโยชน์ไม้สนด้านพลังงานพบว่าค่าความร้อนของไม้สน 5 ชนิดมีค่าระหว่าง 4,075 - 4,632 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ค่าความร้อนของถ่านสน 6,820 – 7,645 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ประสิทธิภาพการใช้งานถ่านสนและไม้ฟืนสนทั้ง 5 ชนิด อยู่ในช่วง 23.22 - 32.63% น้ำมันชีวภาพที่ผลิตจากไม้สนมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำมันเตาและมีปริมาณมากกว่าน้ำมันชีวภาพที่ผลิตจากชีวมวลทางการเกษตร โดยสนโอคาร์ปาให้ปริมาณน้ำมันมากสุดคือ 55.90% สนสามใบให้ปริมาณน้ำมันต่ำสุดคือ 41.55% ค่าความร้อนของน้ำมันชีวภาพและคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดผ่านค่ามาตรฐานสากล ASTM Burner และ PFI Standard ตามลำดับ ถ่านกัมมันต์จากไม้สน 5 ชนิดมีค่าไอโอดีนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 370-412 มิลลิกรัม/กรัม ซึ่งสูงกว่าถ่านไม้สนปกติ 2-3 เท่า เมื่อนำถ่านจากไม้สนทั้ง 5 ชนิดมาดูดซับสารปนเปื้อนในน้ำทิ้งจากชุมชนได้ผลดี โดยถ่านสนคาริเบียสามารถดูดซับแอมโมเนียได้สูงสุดคือ 10.045 มิลลิกรัม/กรัม ดูดซับแคลเซียม 2.37 มิลลิกรัม/กรัม และถ่านกัมมันต์จากสนทั้ง 5 ชนิด สามารถใช้บำบัดน้ำเสียได้ โดยค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเสียลดลง ค่าความเค็มลดลงเล็กน้อย ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: น้ำยางสน พลังงานจากไม้ น้ำมันชีวภาพ ถ่านกัมมันต์

ABSTRACT

The study on the oleoresin properties, energy efficiency, and activated carbon properties of wood from five pine species: *Pinus caribaea* Morelet, *Pinus tecunumanii* Eguiluz & Perry, *Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese, *Pinus kesiya* Royle ex Gordon, and *Pinus oocarpa* Schiede, were conducted at Intakin Silvicultural Research Station, MaeTang District, Chiang Mai Province. The oleoresin of the 5 pine species was stored at Huey-Bong and Mae-Sa-Nam Silvicultural Research Station, HodDistrict, Chiang Mai Province. The sampleswere processed through hydro-distillation to

separate the turpentine and the rosin.The relationship between the chemical properties and seasonal variation was analized. In addition, the pine wood samples were processed in order to access charcoal production, efficient usage with cooking stove, bio-oil **production** and activated carbon production (used for adsorption of contaminant in waste water). Furthermore, torrefied charcoal were grinded and compressed into fuel pellets. The results demonstrated that the properties of rosin varied in among seasons, with its peak in the rainy season. *Pinus oocarpa* generated the highest amount of oleoresin yield while *Pinus merkusii* produced the best quality. *Pinus kesiya* yielded the highest amount and quality of turpentine yields in the summer season. For the energy usage efficiency of the 5 pine species, the heat value of pine wood ranged from 4,075 - 4,632 kcal/kg, and from 6,820 – 7,645 kcal/kg for pine charcoal. The efficiency usage of 5 charcoal and wood varied between 23.22 - 32.63%. Heat value of bio-oil and the quality of fuel pellet exceeded the international standard of ASTM Burner and PFI Standard, respectively. The iodine value of activated carbon from *Pinus caribaea* , *Pinus merkusii* , *Pinus kesiya* , *Pinus tecunumanii* and *Pinus oocarpa* were 412, 389, 370, 400, and 380 milligram/ gram, respectively which wer 2-3 folds e higher than a normal pine chacoal. Regarding the community waste water treatment, it was demonstrated that *Pinus caribaea* could adsorb 10.045 milligrams per gram of ammonia and 2.37 milligrams per gram of calcium. Moreover, activated carbon from the 5 pine species could also be used for wastewater treatment as they could reduce level of electric conductivity and salinity as well as increase the level of dissolved oxygen.

Keywords: oleoresin, wood energy, bio-oil, activated carbon

คำนำ

การศึกษาคุณสมบัติของน้ำยางสน ประสิทธิภาพด้านพลังงานและคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์จากเนื้อไม้สน 5 ชนิด เป็นเรื่องที่สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การวิจัยของกรมป่าไม้ข้อที่ 7 การส่งเสริมการปลูกป่า การใช้ประโยชน์ไม้และอุตสาหกรรมป่าไม้ โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสนทั้ง 5 ชนิด ประกอบด้วยไม้สนท้องถิ่น 2 ชนิด คือสนสองใบ สนสามใบ และไม้สนต่างถิ่น 3 ชนิด คือ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนเทคูนูมานี่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นทางด้านวนวัฒนวิทยา เช่น การปลูก การดูแล การจัดการเมล็ดไม้สน การขยายพันธุ์ และการปรับปรุงพันธุ์ แต่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเคมี ด้านพลังงาน และการทำถ่านกัมมันต์เพื่อบำบัดน้ำเสีย ยังไม่มีการศึกษาแต่อย่างใด

การใช้ไม้เพื่อพลังงานและเพื่อประโยชน์ด้านอื่นๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นส่วนหนึ่งของนโยบายบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมป่าไม้จึงได้ให้ความสำคัญกับงานวิจัยนี้ และส่งเสริมให้มีการนำทรัพยากรธรรมชาติที่หมุนเวียน (renewable resources) คือไม้ (wood) และชีวมวล (biomass) มาใช้ให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเป็นการรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้คงอยู่อย่างยั่งยืน โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลผลิตยางสน องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันสน ชันสน หาประสิทธิภาพด้านการใช้งานเพื่อเป็นพลังงานทดแทน ได้แก่ การทำเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดและการผลิตน้ำมันชีวภาพ รวมถึงการทำถ่านกัมมันต์เพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีวัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย คือ เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตและคุณภาพของยางสนในแต่ละฤดูกาลโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในชันสนและน้ำมันสน ดำเนินการทดสอบหาผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านและฟืนจากกิ่งไม้สน การนำไปทำเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดแบบ torrefied wood pellet และการนำกิ่งไม้สนทั้ง 5 ชนิดมาสกัดหาน้ำมันชีวภาพ รวมถึงการผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้สนเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับสารปนเปื้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างไม้สน ชันสน และน้ำมันสน

ไม้สนที่ใช้ในงานวิจัยด้านเคมีนำมาจากสถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบงและแม่สะนาม อ. ฮอด จ.เชียงใหม่ ไม้สนที่ใช้ศึกษาการใช้ประโยชน์พลังงานและการทำถ่านกัมมันต์นำมาจากสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ชนิดสนที่ใช้ทดลองคือ สนคาริเบีย (*Pinus caribaea* Morelet) สนโอคาร์ปา (*Pinus oocarpa* Schiede) สนสองใบ (*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese.) สนสามใบ (*Pinus kesiya*Royle ex Gordon) และสนเทคูนูมานี่ (*Pinus tecunumanii* Eguiluz & Perry) แปลงปลูกไม้สนดังแสดงใน Figure 1 ทำการคัดเลือกไม้เพื่อการตัดขยายระยะ (Thinning) อายุประมาณ 30 ปี ใช้บริเวณท่อนโคน ตัดทอนให้มีขนาดเล็ก ผึ่งตากให้แห้งแยกเป็นส่วนเพื่อทดลองศึกษา ดังนี้

1.1 เผาเป็นถ่านเพื่อการหุงต้มอาหาร เผาเป็นถ่านด้วยวิธี Torrefation เพื่อทำเชื้อเพลิงอัดเม็ด

1.2 ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการนำมาสกัดทำน้ำมันชีวภาพ

1.3. เผาเป็นถ่านกัมมันต์เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

สำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำยางสน 5 ชนิด มีการวางผังการทดลองการปลูกแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) เก็บตัวอย่างชนิดละ 10 ต้น บันทึกข้อมูลพื้นที่ที่ทำการวิจัย วัดความโตของต้นที่ระดับความสูง 1.30 เมตร เจาะน้ำยางตามฤดูกาลต่าง ๆ



Figure 1 Pine species at Intakin Silvicultural Research Station, Chiang Mai Province.

2. การเจาะเก็บยางสน

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการเจาะต้นสนชุดเดียวกันตลอดการทดลอง และไม่กรีดรอยแผลเพิ่ม โดยเก็บน้ำยางสนตามฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาว (ธันวาคม – มกราคม) ฤดูร้อน (มีนาคม – เมษายน) และฤดูฝน (มิถุนายน – กันยายน) โดยเก็บน้ำยางสน 2–3 วัน/ครั้ง จนกระทั่งน้ำยางหยุดไหล ใช้เวลาประมาณ 20-23 วัน รวบรวมน้ำยางดิบและบันทึกลักษณะน้ำยาง ภาพการเจาะเปลือกเป็นรูปตัว Y ดังแสดงใน Figure 2



Figure 2 Characteristics of the wound, Y-shaped drill, and the harvest of oleoresin**.**

3. การกรองยางสน

ยางสนดิบจะมีสิ่งอื่นเจือปน ดังนั้น จึงต้องกรองเอาสิ่งเจือปนเหล่านั้นออก โดยนำยางสนเทใส่บีกเกอร์ให้ความร้อนด้วยเตาไฟฟ้า (Hot plate) เพื่อให้ยางสนหลอมเหลวแล้วกรองด้วยตะแกรงลวด

4. การกลั่นน้ำยางสน

ใช้วิธีการกลั่นด้วยน้ำ (Hydrodistillation) ด้วยหม้อกลั่นแก้วปากกว้าง ให้ความร้อนด้วยไฟฟ้า อุณหภูมิตลอดการกลั่นที่ 140-150 องศาเซลเซียส อัตราส่วนยางสนต่อน้ำ คือ 10:1 เมื่อยางสนได้รับความร้อนอย่างเพียงพอ น้ำมันสนและน้ำจะกลายเป็นไอรวมกันออกมาตามท่อผ่านท่อควบแน่นที่หล่อเย็นกลายเป็นของเหลวไหลลงไปในชุดภาชนะรองน้ำมัน ซึ่งน้ำมันสนจะแยกอยู่ชั้นบนโดยมีน้ำอยู่ด้านล่าง กลั่นจนกระทั่งน้ำมันหยุดไหล ส่วนที่เหลือจากการกลั่นยางดิบ คือ ชันสน จากนั้น เก็บตัวอย่างน้ำมันสนและชันสน

5. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ

วิธีการวิเคราะห์ปรากฏในเอกสารอ้างอิงของจันไท (2557)

5.1 วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น (Density) ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) และดัชนีหักเหแสง (Refractive index)

5.2 วิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ เถ้า (Ash) สารที่ระเหยได้ (Volatile compound) สารที่ไม่ละลายในโทลูอีน (Toluene insoluble) สารที่ไม่เกิดสบู่ (Unsaponifiable matter) สารที่เกิดสบู่ (Saponifiable matter) จุดอ่อนตัว (Softening point) และค่าความเป็นกรด (Acid number)

5.3 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของชันสนและน้ำมันสนด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟเชื่อมต่อกับเครื่องแมสสเปคโตรเมตรี (GC/MS) ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS จะมีลักษณะเฉพาะ (Mass pattern) ของสารนั้น อยู่อย่างเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ทำให้สามารถแยกสารผสมออกจากกันได้

6. การผลิตเชื้อเพลิงจากไม้สนและการทดสอบประสิทธิภาพ

6.1 การเผาถ่านไม้สน ตัดทอนไม้สนให้มีขนาดเล็ก เพื่อนำเข้าเตาเผาถ่านแบบเตาถังนอนหุ้มด้วยดินเหนียว โดยมีกรรมวิธีการเผา 2 รูปแบบคือ 1) เผาให้เป็นถ่านโดยสมบูรณ์ หาผลผลิตถ่าน วิเคราะห์หาค่าความร้อน และประสิทธิภาพการใช้งานด้านการหุงต้มอาหาร 2) การเผาด้วยวิธีการอบด้วยความร้อน (ไม่ใช่การเผาด้วยเปลวไฟ) และเผาให้เป็นถ่านไม่เต็มร้อยเปอร์เซนต์ เรียกไม้ที่ถูกเผาแล้วนี้ว่า Torrefied wood นำไปบดแล้วอัดเป็นเม็ดเชื้อเพลิงแท่งตะเกียบเรียกว่า Torrefied pellet ลักษณะเตาเผาดังแสดงใน Figure 3



Figure 3 Charcoal production with horizontal single drum covered with clay.

6.2 การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานด้านการหุงต้มอาหาร โดยนำถ่านไม้สนที่เผาได้ทั้ง 5 ชนิดมาสับให้มีขนาดประมาณ 4 นิ้ว และตัดทอนไม้สน 5 ชนิดให้มีขนาดเป็นไม้ฟืน นำถ่านมาทดสอบการต้มน้ำด้วยเตาถ่านทปม. 1 และนำฟืนมาทดสอบการต้มน้ำด้วยเตาปูนอเนกประสงค์รูปแบบกรมป่าไม้ ตามมาตรฐานการทดสอบของ กรมป่าไม้ ด้วยวิธี Boiling Test วิธีการทดสอบปรากฏในเอกสารอ้างอิงของนฤมล (2545)

6.3 การคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้งานของไม้สน ถ่านสน และการวิเคราะห์ค่าความร้อนและการหาองค์ประกอบทางเคมี ปฏิบัติตามเอกสารอ้างอิงของนฤมล (2545)

6.4 การทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด นำเชื้อเพลิงที่สับหยาบ คือมีขนาดอยู่ในช่วง 1 – 5 เซนติเมตรมาผสมกับเชื้อเพลิงสับละเอียด แล้วทำการขึ้นรูป โดยควบคุมความชื้นให้มีค่าประมาณ 10-15% ก่อนเข้าเครื่องขึ้นรูปด้วย

เครื่องอัดเม็ดขนาดทดลอง 10 kw. (ประมาณ 7 แรงม้า) ดังแสดงใน Figure 4 นำเชื้อเพลิงอัดเม็ด (Torrefied pellet) ที่ได้ไปทดสอบคุณสมบัติเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน



Figure 4 Torrefied pellet production.

7. การผลิตน้ำมันชีวภาพ

นำกิ่งไม้สนนำสนทั้ง 5 ชนิดมาตัดทอนให้เล็กลงแล้วนำไปสับบดย่อยด้วยเครื่องย่อยชีวมวลนำมาคัดแยกขนาดโดยใช้เครื่องเขย่าตะแกรงร่อนให้มีขนาด 0.21-0.50 มิลลิเมตร นำเข้าเครื่องผลิตน้ำมันชีวภาพซึ่งเป็นเครื่องไพโรไลซีสแบบเร็วชนิดตกอิสระ (Free-fall fast pyrolysis reactor unit) โดยใช้เครื่องมือของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

8. การหาค่าความร้อน

วิเคราะห์โดยใช้เครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ ค่าที่ได้เป็นค่าความร้อนสูง (Higher heating value, HHV) ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม

9. การหาความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่น คือ น้ำหนักของน้ำมันชีวภาพที่ได้ต่อหน่วยปริมาตร มีหน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร (g/ml) การหาความหนาแน่นของน้ำมันชีวภาพทำได้โดยการใช้ขวดวัดความหนาแน่นที่อุณหภูมิห้องอุปกรณ์นี้เรียกว่า พิคโนมิเตอร์ (Pycnometer) ลักษณะเป็นขวดแก้วมีจุกด้านบน ปริมาตร 25 มล. ชั่งน้ำหนักแห้งของขวดแก้วพร้อมฝาจุกบันทึกไว้ สมมติได้เท่ากับ **n1** จากนั้นใส่ของเหลวซึ่งในที่นี้คือ Bio-oil เข้าไปให้เต็มขวด ปิดฝาจุกเช็ดขวดให้แห้งสนิทนำไปชั่งใหม่ สมมติได้เท่ากับ **n2** นำมาคำนวณหาความหนาแน่นของน้ำมันชีวภาพจากสูตร

$$D = m/v$$

เมื่อ m คือน้ำหนักมวลของน้ำมันชีวภาพ ในที่นี้เท่ากับ n2-n1 ส่วน v คือ 25 มล.

10. การทำถ่านและถ่านกัมมันต์จากไม้สน 5 ชนิด

นำตัวอย่างไม้สน 5 ชนิด ไปเผาเป็นถ่านด้วยเตาอิฐก่อ แล้วนำไปกระตุ้นทางฟิสิกส์โดยนำถ่าน มาทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยมให้มีขนาดประมาณ 1-3 นิ้ว ใส่ในกระบะสี่เหลี่ยมแล้วนำไปเผากระตุ้นในเตาเผาถ่านกัมมันต์ (ที่มีเครื่องฉีดละอองน้ำอยู่ภายใน) ที่อุณหภูมิหัวเผา 400 องศาเซลเซียส แล้วฉีดละอองน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำถ่านกัมมันต์ที่ได้ออกจากเตา แล้วนำไปผึ่ง และอบให้แห้ง ตัวอย่างเตาเผาถ่านและผงถ่านกัมมันต์ดังแสดงใน Figure 5 นำถ่าน กัมมันต์ที่ได้ไปทดสอบความสามารถในการดูดซับไอโอดีน หรือค่าไอโอดีนโดยส่งให้กรมวิทยาศาสตร์บริการทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐานของ ASTM D 4607-94 (Reapproved 2011): Activated carbon, 2014, volume 15.01



Figure 5 Methods of activated carbon preparation from 5 *Pinus* spp.

11. การหาปริมาณสารปนเปื้อน

เทน้ำทิ้งชุมชน จำนวน 50 มิลลิลิตร ลงในภาชนะที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่งถ่านจากไม้สนคาริเบีย จำนวน 2 กรัม ใส่ในภาชนะที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้ววัดค่า pH การนำไฟฟ้า ความเค็ม และสารปนเปื้อน

12. การหาค่าออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO)

เทน้ำทิ้งชุมชน จำนวน 50 มิลลิลิตร ลงในภาชนะที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่งถ่านกัมมันต์จากไม้สนคาริเบีย สนสองใบ สนสามใบ สนเทคูนูมานี่ และสนโอโอคาร์ปา แต่ละชนิด จำนวน 2 กรัม ใส่ลงในภาชนะที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้ววัดค่า pH การนำไฟฟ้า ค่า DO และค่าความเค็ม

ผลและวิจารณ์

1. ผลผลิตน้ำยาง ชันสน และน้ำมันสน

ใน Table ที่ 1 แสดงให้เห็นว่าฤดูกาลมีผลต่อการให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงผลผลิตของยางสนดิบในฤดูฝนและฤดูร้อนที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาไม้สนเขตร้อนต่างถิ่นทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนเทคูนูมานี่ จะให้ผลผลิตน้ำยางสูงกว่าไม้สนเขตร้อนในถิ่นอีก 2 สายพันธุ์ คือ สนสองใบและสนสามใบ สำหรับผลผลิตน้ำยางในฤดูหนาวนั้น ส่วนใหญ่จะน้อยกว่าฤดูอื่น อาจเนื่องมาจากสภาพอากาศลมแรงและอุณหภูมิต่ำ ทำให้น้ำยางไหลช้าและปากแผลกรีดยางสนแห้งเร็ว ในขณะที่สนเทคูนูมานี่ให้ผลผลิตค่อนข้างคงที่แม้สภาพอากาศจะหนาวเย็น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rodrigues and Arthur (2009) ส่วนผลผลิตชันสน ในฤดูร้อน สนคาริเบียให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 74.96 รองลงมา คือ สนเทคูนูมานี่ ร้อยละ 69.28 และสนสองใบ ร้อยละ 57.27 ในฤดูฝน สนสองใบให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 84.00 รองลงมา คือ สนเทคูนูมานี่ ร้อยละ 63.35 และสนคาริเบีย ร้อยละ 50.37 ในฤดูหนาว สนเทคูนูมานี่ให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 66.67 รองลงมา คือ สนโอคาร์ปา ร้อยละ 45.08 และสนคาริเบีย ร้อยละ 42.56 สำหรับผลผลิตของน้ำมันสนในฤดูร้อน สนสามใบให้ผลผลิตสูงสุดร้อยละ 21.67 รองลงมา คือ สนโอคาร์ปา ร้อยละ 20.89 และสนสองใบ ร้อยละ 18.01 ในฤดูฝน สนสองใบให้ผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 14.53 รองลงมา คือ สนสามใบ ร้อยละ 10.01 และสนคาริเบีย ร้อยละ 9.91 ในฤดูหนาว สนโอคาร์ปา ให้ผลผลิตสูงสุด ร้อยละ 9.48 รองลงมา คือ สนคาริเบีย ร้อยละ 8.69 และสนเทคูนูมานี่ ร้อยละ 8.49

Table 1 Oleoresin, rosin and turpentine product yield in various seasons.

Species.	Oleoresin (g)			Turpentine (g)			Rosin (g)		
	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter	Summer	Rainy	Winter
P. kesiya	528.92	493.97	332.03	114.64	49.43	15.10	279.63	191.31	68.85
P. merkusii	697.60	628.22	244.79	125.67	91.31	21.29	399.50	527.73	94.98
P. oocarpa	941.29	989.23	331.84	196.65	47.69	31.45	296.27	382.05	149.59
P. caribaea	806.16	829.43	264.37	109.29	82.18	22.98	604.33	417.80	111.73
P. tecunumanii	450.00	619.37	584.36	54.06	48.55	49.61	311.75	392.39	389.51

2. คุณลักษณะทางกายภาพน้ำยาง ชันสน และน้ำมันสน

การบันทึกลักษณะทางกายภาพในเบื้องต้น ใช้วิธีการตรวจพินิจเพื่อเก็บข้อมูลลักษณะภายนอกที่สังเกตได้ ดังนี้ ลักษณะน้ำยางดิบ ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันในแต่ละฤดู โดยน้ำยางดิบที่เก็บได้ในฤดูร้อน จะมีลักษณะสีเหลืองอ่อน ใส น้ำยางมีลักษณะเหลว มีไขปนเล็กน้อย ฤดูฝนน้ำยางดิบจะมีลักษณะสีขาวขุ่น และมีสิ่งปนเปื้อนมาก เช่น เศษไม้ แมลง และฤดูหนาวน้ำยางดิบมีลักษณะขาวข้น มีลักษณะเป็นยางเหนียวหนืด แสดงดัง Figure 6



Figure 6 Characteristic of Oleoresin.

ลักษณะชันสนจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล โดยในฤดูร้อน สนสามใบ สนสองใบ สนโอคาร์ปา และสนคาริเบีย ให้ลักษณะคล้ายกัน คือ เปราะ แตกง่าย โปร่งใส ให้สีเหลืองอ่อน ขณะที่สนเทคูนูมานี่ ให้สีน้ำตาล ลักษณะนิ่ม ไม่คงรูป ชันสนในฤดูฝนส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน คือ มีสีน้ำตาล จนถึงน้ำตาลเข้ม และส่วนชันสนในฤดูหนาวส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มไปจนถึงดำ ส่วนน้ำมันสนจะมีลักษณะคล้ายกันในทุกตัวอย่างทุกฤดู คือ มีลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อนจนถึงไม่มีสี เป็นของเหลวใส โปร่งแสง มีกลิ่นฉุนแรง เมื่อสัมผัสโดนผิวหนังจะรู้สึกร้อน มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ

3. คุณลักษณะทางเคมีของชันสน

การทราบคุณลักษณะทางเคมี เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมผู้ประกอบการต่อการเลือกวัตถุดิบให้สอดคล้องต่อการนำไปใช้ จึงได้ทำการตรวจสอบคุณลักษณะทางเคมีของชันสนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ มอก. 480 – 2550 ผลการศึกษา พบว่า คุณลักษณะทางเคมีของชันสนในฤดูร้อนทั้ง 5 ชนิดอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานดังกล่าว

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีด้วยเครื่องแก๊ส โครมาโตกราฟ เชื่อมต่อแมส สเปคโตรเมตรี

พิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของชันสนทั้ง 5 ชนิด โดยเลือกการวิเคราะห์ตัวอย่างในฤดูร้อนเนื่องจากมีความบริสุทธิ์ที่เหมาะสมต่อการทดสอบด้วยเครื่อง GC/MS พบว่า ชันสนจากสนทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ปา และสนคาริเบีย ให้สารสำคัญที่พบมากที่สุดชนิดเดียวกัน คือ Dehydroabietic acid ที่ร้อยละ 45.77 – 100 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสนสองใบซึ่งมีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 100 ในขณะที่สนเทคูนูมานี่ มีสารสำคัญที่พบมากที่สุด คือ Longifolene ที่ร้อยละ 43.79 แสดงดัง Table 2

Table 2 GC-MS analysis of composition in rosin from summer.

Compositions	Samples				
	P. kesiya	*P. merkusii*	*P. oocarpa*	*P. caribaea*	*P. tecunumanii*
Dehydroabietic acid	47.39	100.00	45.77	51.39	24.29
Longifolene	25.90	N/A	44.04	N/A	43.79

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำมันสน เปรียบเทียบทั้ง 5 สายพันธุ์ในทุกฤดูกาล องค์ประกอบทางเคมีของ สนสองใบ สนสามใบ สนโอคาร์ปา และสนคาริเบีย ให้สารสำคัญที่พบมากที่สุดชนิดเดียวกัน คือ alpha-Pinene โดยเฉพาะสนสามใบมีความบริสุทธิ์สูงสุดที่ร้อยละ 94.10 – 99.50 ในขณะที่สนเทคูนูมานี่มีองค์ประกอบหลัก คือ delta-3-Carene ร้อยละ 67.29 – 69.27 จากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นถึงความบริสุทธิ์ขององค์ประกอบในน้ำมันสน โดยเฉพาะในสนสามใบมีสารสำคัญที่เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำมันสน คือ alpha-Pinene สูง จึงจัดเป็นน้ำมันสนคุณภาพดี

5. การเผาถ่านไม้สน 5 ชนิดให้เป็นถ่านหุงต้ม

ผลผลิตถ่านไม้สน 5 ชนิดที่ได้จากเตาเผาถ่านรูปแบบเตาถังเดี่ยว ดังแสดงใน Table 3 เมื่อพิจารณาค่าผลผลิตถ่านจะพบว่า สนเทคูนูมานี่ ให้ผลผลิตถ่านมากที่สุด รองลงมาคือ สนสามใบ สนคาริเบีย สนสองใบ และสนโอคาร์ปา ตามลำดับ แม้ว่าจะเผาด้วยเตาเผาถ่านชนิดเดียวกันแต่ผลที่ได้แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากตำแหน่งที่วางไม้ฟืน เพราะการเผาเตาครั้งแรกใส่ไม้ฟืนเข้าเตาสามชนิด และครั้งที่สองใส่ไม้ฟืนสองชนิด โดยใช้ลวดผูกมัดไม้ฟืนไว้ ตำแหน่งที่วางไม้ฟืนอาจมีผลต่อคุณภาพถ่านและผลผลิตถ่าน อย่างไรก็ตาม ค่าผลผลิตถ่านที่ได้ก็มิได้แตกต่างไปจากการเผาไม้ชนิดอื่น ๆ ด้วยเตาถังเดี่ยวแบบนอนนี้

Table 3 Charcoal production with single drum.

Criteria	Samples				
	P.caribaea	*P.tecunumanii*	*P.merkusii*	*P.kesiya*	*P.oocarpa*
Wood weight, kg	11.0	13.5	13.5	11.0	13.0
Moisture content, %	25.5	20.2	24.3	22.4	26.8
Charcoal output, kg	2.2	5.2	2.4	3.0	2.4
Firewood used, kg	4.0	8.3	4	8.9	10.3
Operating time, hr-min.	6.2	12.3	6.2	12.3	6.2
Charcoal yield, %	14.7	23.9	13.7	15.1	10.3

6. การวิเคราะห์ค่าความร้อน

ผลการวิเคราะห์ค่าความร้อนของถ่านสนและไม้ฟืนสนด้วยเครื่องบอมบ์แคลอรี่มิเตอร์ ดังแสดงใน Table 4 ค่าความร้อนของไม้และถ่านสนสามใบมีค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสนอีก 4 ชนิด โดยสนคาริเบียมีค่าสูงรองลงมาตามมาด้วยสนเทคูนูมานี่ สนสองใบ และสนโอคาร์ปาตามลำดับ ส่วนถ่านสนสามใบ สนคาริเบีย สนสองใบ สนโอคาร์ปาและสนเทคูนูมานี่มีค่าความร้อนลดหลั่นกันลงมาตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าความร้อนของไม้และถ่านสนทั้ง 5 ชนิด พบว่าค่าความร้อนของไม้และถ่านมีความผันแปรไม่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยทั่วไปแล้วไม้ที่ให้ค่าความร้อนสูงเมื่อเผาเป็นถ่านก็จะให้ความร้อนสูงเช่นกัน แต่ในการทดลองนี้ถ่านสนเทคูนูมานี่มีค่าต่ำสุด แต่ไม้สนเทคูนูมานี่มีค่าสูงกว่าสนสองใบและสนโอคาร์ปา ทั้งนี้ขั้นตอนการเผาถ่านมีผลอย่างมากต่อคุณภาพถ่านที่ได้

Table 4 Heat contents of Pine charcoal and Pine wood.

Criteria	Samples				
	P.caribaea	*P.tecunumani*	*P.merkusi*	*P.kesiya*	*P.oocarpa*
Pine charcoal, kcal/kg	7,520	6,820	7,405	7,645	7,310
Pine wood, kcal/kg	4,581	4,532	4,464	4,632	4,075

7. การหาประสิทธิภาพการใช้งานด้านการหุงต้มอาหาร

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านไม้สน และฟืนไม้สนด้วยมาตรฐานการต้มน้ำของกรมป่าไม้ (Boiling Test) ดังแสดงใน Table 5 และ Table 6 พบว่าถ่านสนโอคาร์ปาให้ประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด รองลงมาคือ สนสองใบ สนสามใบ สนเทคูนูมานี่ และ สนคาริเบีย ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ของไม้ฟืน พบว่า สนโอคาร์ปาให้ประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด ตามด้วยสนสองใบ สนเทคูนูมานี่ สนสามใบ และสนคาริเบีย เรียงตามลำดับ อย่างไรก็ตามสำหรับไม้ฟืนสนค่าประสิทธิภาพที่ได้ไม่ได้แตกต่างกันอย่างมากมาย แต่สำหรับถ่านมีความแตกต่างกันมากเนื่องจากเทคนิคการเผาหรืออาจเป็นเพราะสมบัติของเนื้อไม้เอง แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับถ่านไม้เศรษฐกิจและไม้โตเร็ว เช่น ถ่านโกงกาง ยูคาลิปตัส สะแก มะขาม กระถินยักษ์ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการใช้งาน 26.87%, 25.28%, 25.98%, 24.30, 27.46% เรียงตามลำดับ (นฤมล, 2560) พบว่าไม้สนส่วนใหญ่มีค่าประสิทธิภาพการใช้งานดีกว่า

Table 5 The efficiency of energy usage of 5 Pine charcoal.

Criteria	Samples				
	P.caribaea	*P.tecunumani*	*P.merkusi*	*P.kesiya*	*P.oocarpa*
Time to boil, min.	22.0	14.0	15.0	13.0	17.0
Burning rate, gm/min.	6.12	7.73	7.33	7.91	6.81
Work done	2.33	2.21	3.15	2.62	3.19
Heat utilization, %	23.22	26.79	31.59	26.80	32.63

Table 6 The efficiency of energy usage of 5 Pine species as wood fuel.

Criteria	Samples				
	P.caribaea	*P.tecunumanii*	*P.merkusii*	*P.kesiya*	*P.oocarpa*
Time to boil, min.	16.5	14.0	14.5	22.5	14.0
Burning rate, gm/min.	18.53	17.07	17.25	13.43	17.90
Work done	1.27	1.42	1.31	1.30	1.26
Heat utilization, %	23.85	25.32	25.47	24.86	27.59

8. การทำเชื้อเพลิงอัดเม็ด (Torrefied pellet)

ผลการทดสอบดังแสดงใน Figure 7 และ Table 7 จาก Table 7 ปริมาณความชื้นและเถ้าของไม้สนอัดเม็ดทั้ง 5 ชนิดมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่รับซื้อ ยกเว้นสนสามใบที่มีปริมาณเถ้าต่ำกว่ามาตรฐาน ส่วนค่าอื่นๆ อยู่ในเกณฑ์ที่รับได้ เมื่อเปรียบเทียบค่าความร้อนของไม้สน 5 ชนิดใน Table 4 เปรียบเทียบกับสนที่เป็นขี้เลื่อยอัดเม็ด (untorrefied pellet) จะพบว่า เมื่อสังเกตค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผ่านการเผาแบบ Torrefied pellet จะพบว่ามีค่าสูงมาก ซึ่งเชื้อเพลิงที่ผ่านกระบวนการนี้จะมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับถ่านหิน ไร้ควัน ไม่ก่อให้เกิดมลพิษและสารตกค้างที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ถ้าอัดเป็นเม็ดแล้วมาผ่านกระบวนการเผาเรียกว่า Pellet Torrefied แต่ถ้าเผาเชื้อเพลิงชีวมวลก่อนแล้วจึงนำมาอัดเป็นเม็ดเรียกว่า Torrefied Pellet กระบวนการเผาแบบ Torrefy นี้คือการเผาชีวมวลในที่อับอากาศที่อุณหภูมิ 250-300 องศาเซลเซียส (ถ้าเผาให้เป็นถ่านหุงต้มจะใช้อุณหภูมิประมาณ 270-400 องศาเซลเซียส) การทำ Pellet Torrefied หรือ Torrefied Pellet เป็นการปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงให้มีคุณสมบัติเท่ากับถ่านหิน เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ภาคเอกชนไทยและต่างประเทศให้ความสนใจเป็นอย่างมากในประเทศไทย เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร และคณะวนศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำลังทำการศึกษาเรื่องนี้ มีการใช้เงื่อนไขอุณหภูมิการเผาที่แตกต่างกัน เวลาในการปิดหน้าเตา และชนิดของชีวมวลที่แตกต่างกัน จะทำให้คุณสมบัติของเชื้อเพลิง ชีวมวลอัดเม็ดมีคุณภาพแตกต่างกัน เป็นต้น

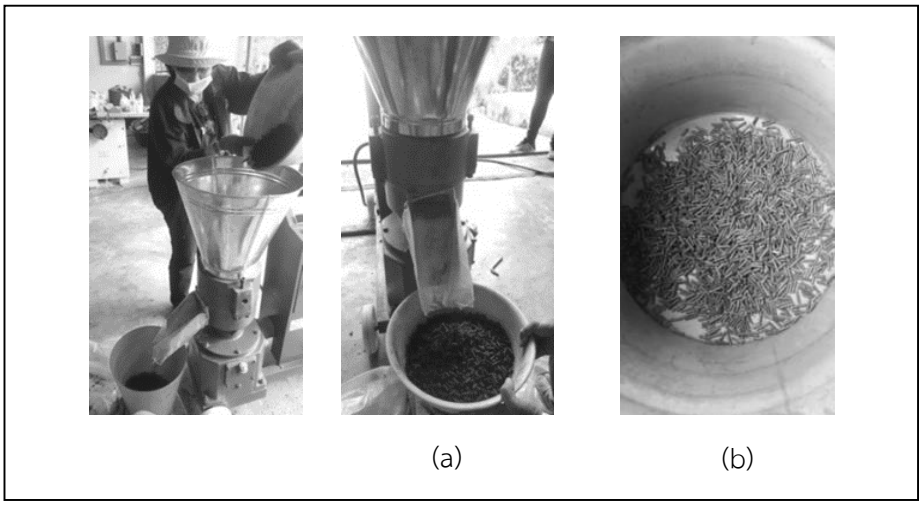


Figure 7 Torrefied pellet (a) and Untorrefied pellet (b).

Table 7 Data properties of 5 Pine untorrefied pellets and torrefied pellets.

Samples	Pellet properties (untorrefied pellet)						
	moisture (%)	Ash (%)	Sulfure (%)	Bulk Density (kg/m^3)	Durability (%)	Heat contentof untorrefied Pellet (kg/kcal)	Heat content of Torrefied pellet (kg/kcal)
P. caribaea	5.91	0.60	0.00	689	97	4,773	7,809
P.	6.27	0.97	0.00	654	97	4,877	6,517
P. merkusii	6.00	0.50	0.00	735	95	4,739	7,769
P. kesiya	5.98	0.76	0.00	678	98	4,884	7,887
P. oocapa	6.42	0.82	0.00	678	98	4,863	7,748
Standard	4-9	≤ 0.6	0.04	650-	-	≥ 4,063	-

9. ผลการการวิเคราะห์น้ำมันชีวภาพ

ผลการทดลองแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

1) การวิเคราะห์คุณสมบัติพื้นฐานของชีวมวล ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์ขั้นต้น (Proximate analysis) การวิเคราะห์ขั้นสูง (Ultimate analysis) และการหาค่าความร้อน (Heating value) การวิเคราะห์ขั้นต้นผลที่ได้ดังแสดงใน Table 8 พบว่าค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 1.46-7.76 เนื่องจากค่าความชื้นมีผลต่อการผลิตน้ำมันชีวภาพจากกระบวนการไพโรไลซีสแบบเร็วคือต่ำกว่าร้อยละ 10 (Pattiya *et al*., 2012) ดังนั้นชีวมวลไม้สนทั้ง 5 ชนิดจึงเหมาะสมหรือผ่านเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการและสามารถใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นโดยไม่จำเป็นต้องผ่านการอบแห้งซึ่งจะเป็นการประหยัดพลังงานการอบแห้งชีวมวล ส่วนปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.57-7.10 ซึ่งมีค่ามากกว่าไม้ยูคาลิปตัสที่มีปริมาณเถ้าร้อยละ 1.0 แต่มีปริมาณเถ้าน้อยกว่าชีวมวลจำพวกวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เหง้า และลำต้นมันสำปะหลัง ที่มีปริมาณเถ้าร้อยละ 11.2 และ 7.1 ตามลำดับ (Pattiya*et al*., 2012) เมื่อ

พิจารณาโดยรวมพบว่าสนทั้ง 5 ชนิดนี้ มีค่าความชื้น สารระเหยและคาร์บอนคงตัว และปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงเดียวกับชีวมวลทั่วๆ ไป

Table 8 Basic properties of 5 Pine species.

Composition	*P.caribaea*	*P.tecunumanii*	*P.merkusii*	*P.kesiya*	*P.oocarpa*
Moisture	6.75	1.46	7.76	5.36	6.57
Volatile and fix carbon	89.47	91.44	89.67	90.98	87.49
Ash	3.78	7.1	2.57	3.66	5.94

2) ผลการผลิตน้ำมันชีวภาพเมื่อนำชีวมวลตัวอย่างไปผ่านกระบวนการไพโรไลซีสแบบเร็วโดยเครื่องปฏิกรณ์แบบตกอิสระที่อุณหภูมิเตาปฏิกรณ์ 500 องศาเซลเซียส น้ำมันชีวภาพที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเกือบเข้ม สนแต่ละชนิดให้น้ำมันชีวภาพที่มีลักษณะและปริมาณแตกต่างกันเล็กน้อยและให้ปริมาณน้ำมันมากกว่าชีวมวลทางการเกษตร โดยภาพรวมแล้ว สนทั้ง 5 ชนิดนี้สามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตน้ำมันชีวภาพด้วยกระบวนการไพโรไลซีสแบบเร็วได้ และน้ำมันชีวภาพที่ได้นี้สามารถนำไปทดแทนน้ำมันเตาได้

นอกจากน้ำมันชีวภาพที่เป็นผลิตภัณฑ์หลักแล้ว ในกระบวนการไพโรไลซีสแบบเร็วยังให้ถ่านชาร์เป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียงด้วย ซึ่งถ่านชาร์คือส่วนของชีวมวลแข็งที่เหลือจากการสลายตัวกลายเป็นไอขององค์ประกอบของชีวมวล ถ่านชาร์มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น นำไปเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนกับระบบ นำไปใช้เป็นสารบำรุงดิน หรือนำไปปรับปรุงเป็นคาร์บอนกัมมันต์ (Activated carbon) จาก Table 9 พบว่าปริมาณผลผลิตของถ่านชาร์เมื่อใช้สนทั้ง 5 ชนิดมีค่าแตกต่างกันอยู่ในช่วงประมาณร้อยละ 17-25 Table 9 ยังแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้อีกอย่างคือแก๊ส ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแก๊สจากกระบวนการไพโรไลซีสแบบเร็วประกอบไปด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และแก๊สไฮโดรคาร์บอน C1-C3 ในระดับอุตสาหกรรมแก๊สเหล่านี้นิยมนำกลับมาใช้เป็นแก๊สพา (Carrier gas) ในกระบวนการและส่วนหนึ่งใช้ในการเผาไหม้เพื่อให้ความร้อนกับกระบวนการ แต่ไม่นิยมนำแก๊สที่ได้ไปใช้อย่างอื่น เนื่องจากแก๊สที่ได้เหล่านี้เป็นการผสมกันของแก๊สหลายชนิดและแต่ละชนิดมีปริมาณเพียงเล็กน้อย ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนในการแยกให้บริสุทธิ์

Table 9 Bio-oil extract from 5 Pine species.

Species	Bio-oil	char	gas
P. caribaea	50.42	17.20	32.38
P. tecunumanii	51.79	23.54	24.67
P. merkusii	41.55	17.27	41.18
P. kesiya	48.52	20.93	30.55
P. oocarpa	55.90	24.15	19.95

3) เมื่อนำสิ่งที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันชีวภาพไปวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานดังแสดงใน Table 9 พบว่าปริมาณของแข็งในน้ำมันชีวภาพที่ได้จากสนเทคูนูมานี่มีค่าต่ำสุดคือร้อยละ 0.15 ในขณะที่สนคาริเบียให้ค่าปริมาณของแข็งสูงที่สุดร้อยละ 0.9 ซึ่งตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ASTM Burner Fuel น้ำมันชีวภาพที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซีสแบบเร็วต้องมีปริมาณของแข็งไม่เกินร้อยละ 2.5 จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าน้ำมันชีวภาพจากสนทั้ง 5 ชนิดผ่านข้อกำหนดดังกล่าว ปริมาณของแข็งในน้ำมันชีวภาพมีความสำคัญต่อการนำไปใช้งาน ถ้ามีปริมาณมาก

โอกาสที่ของแข็งจะอุดตันระบบท่อลำเลียงหรือหัวฉีดก็มีมากด้วย นอกจากนี้ของแข็งคือผงถ่านชาร์ขนาดเล็กเป็นที่กักเก็บเถ้า ดังนั้นหากน้ำมันชีวภาพมีปริมาณของแข็งมากก็แสดงว่าน้ำมันชีวภาพมีปริมาณเถ้าสูงด้วยเช่นกัน เมื่อนำน้ำมันชีวภาพไปผ่านการเผาไหม้เพื่อใช้งาน โอกาสที่เถ้าจะก่อให้เกิดปัญหาก็มีสูงเช่นกัน อย่างไรก็ตามผลการทดลองของสน 5 ชนิด สามารถสรุปได้ว่าการนำน้ำมันชีวภาพไปใช้งานเป็นเชื้อเพลิงน่าจะไม่ก่อให้เกิดปัญหาเนื่องจากปริมาณของแข็งหรือเถ้า ผลการศึกษาวิจัยทั้งหมดสามารถนำมาสรุปไว้ในตารางได้ดังแสดงใน Table 10

Table 10 Summary Priority data of 5 Pine species.

Process	Samples				
	P. caribaea	*P. tecunumanii*	*P. merkusii*	*P. kesiya*	*P. oocarpa*
Charcoal production	3	1	4	2	5
Heating value (HV) of charcoal	2	5	3	1	4
HV of fuel wood	2	3	4	1	5
The efficiency of charcoal	5	4	2	3	1
The efficiency of fuel wood	5	3	2	4	1
HV of untorrefied pellets	4	2	5	1	3
HV of torrefied pellets	2	5	3	1	4
HV of Bio-oil	2	4	1	3	5
Bio-oil extract	3	2	4	3	1
Total summary	28	29	28	19	29

Remarks: 1 is the best or the highest, 5 is the lowest

พิจารณาจาก Table 10 เมื่อนำค่าที่วิเคราะห์ได้มาจัดเรียงค่าจากมากหรือสูงสุด ไปจนถึงค่าน้อยสุดโดยการเรียงลำดับคะแนน ให้ 1 เป็นค่าที่มากสุด รองลงมาคือ 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ พบว่าสนสามใบมีค่าผลรวมของคะแนนทุกด้านน้อยที่สุด แสดงว่าสนสามใบเมื่อเปรียบเทียบทุก ๆ ด้านแล้วมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงานมากที่สุด ส่วนสนอีก 4 ชนิด มีค่าผลรวมลำดับของคะแนนใกล้เคียงกัน จึงมีความเหมาะสมในด้านการใช้ประโยชน์ด้านพลังงานพอ ๆ กัน

10. การหาค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์จากไม้สน 5 ชนิด

ผลของค่าไอโอดีนของถ่านและถ่านกัมมันต์จากไม้สนคาริเบีย, สนสองใบ, สนสามใบ, สนเทคูนูมานี่ และสนโอคาร์ปา ที่ผ่านการกระตุ้น โดยการฉีดละอองน้ำเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปรากฏผลดัง Table 11

Table 11 Iodine value of charcoal and activated carbon from *Pinus* spp.

Type of species	Iodine value (mg/g)	
	Charcoal	Activated carbon
Pinus caribaea	204	412
Pinus merkusii	110	389
Pinus kesiya	112	370
Pinus tecunumanii	250	400
Pinus oocarpa	150	380

11. การหาปริมาณสารปนเปื้อนจากน้ำเสียและการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนด้วยถ่านสนคาริเบีย

จาก Table 12 จะเห็นได้ว่า น้ำเสียชุมชนประกอบด้วยสารปนเปื้อนหลายชนิด เช่น Cl^-, NO_3^-, SO_4^-, PO_4^{2+}, Na^+, NH_4, K, Mg, Ca และ TP โดยเมื่อใส่ถ่านสนคาริเบียเพื่อบำบัดน้ำเสีย พบว่า ถ่านสนคาริเบีย 2 กรัม สามารถดูดซับแอมโมเนีย (NH_4) ได้มากถึง 20.09 มิลลิกรัม ดูดซับแคลเซียม (Ca) ได้ 4.74 มิลลิกรัม ดูดซับแมกนีเซียม(Mg) ได้ 0.24 มิลลิกรัม และดูดซับ TP ได้ 0.03 มิลลิกรัม สำหรับการเลือกนำถ่านสนคาริเบีย ไปบำบัดน้ำเสียชุมชนนั้น ถ่านสนคาริเบีย 1 กรัม สามารถดูดซับแอมโมเนียได้มากถึง 10.045 มิลลิกรัม ดูดซับแคลเซียมได้ 2.37 มิลลิกรัม

Table 12 Volume of contaminant in waste water with charcoal of *Pinus caribaea.*

	Waste water from community	Waste water with charcoal from *Pinus caribaea*
pH	6.89	-
Conductivity	11.59	-
Salinity	0.5	-
Cl^- (mg/l)	60.28	65.84
NO_3^-(mg/l)	-	3.16
SO_4^- (mg/l)	73.22	80.00
PO_4^{2+}(mg/l)	5.44	5.95
Na^+ (mg/l)	51.87	56.89
NH_4 (mg/l)	35.82	15.73
K (mg/l)	13.05	25.21
Mg (mg/l)	8.17	7.95
Ca (mg/l)	34.63	29.89
TP (mg/l)	2.64	2.61

12. การหาค่าออกซิเจนละลายในน้ำทิ้งชุมชนและการใช้ถ่านกัมมันต์จากไม้สน 5 ชนิดบำบัดน้ำเสีย

ค่าอุณหภูมิ และค่า pH ของน้ำทิ้งที่ผ่านถ่านกัมมันต์ไม่มีความแตกต่างจากน้ำทิ้งที่ไม่ผ่านถ่านกัมมันต์ แต่ค่าการนำไฟฟ้า และค่าความเค็มลดลง ส่วนค่าออกซิเจนละลายได้ในน้ำหรือ DO เพิ่มขึ้น ดังแสดงใน Table 13

Table 13 Dissolved Oxygen (DO) of waste water with activated carbon of *Pinus caribaea*

Criteria	Temperature (° C)	pH	Conductivity (µs)	Salinity	DO
Waste water	23	6.9	532	0.3	4.93
Waste water with *P. caribaea* activated carbon	23.7	6.81	456.5	0.2	5.68
Waste water with *P. merkusii* activated carbon	24.2	6.84	479.9	0.2	5.02
Waste water with *P.* kesiya activated carbon	24.0	6.9	446.8	0.2	5.01
Waste water with *P. oocarpa* activated carbon	24.0	6.96	466.1	0.2	4.96
Waste water with *P. tecunumani* activated carbon	24.2	6.98	421.5	0.2	5.10

สรุป

1. เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพของผลผลิตสนทั้ง 5 ชนิด พบว่า ฤดูร้อนเป็นฤดูที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยวยางสน น้ำมันสน และชันสน

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย GC/MS ในชันสน พบสารสำคัญ คือ Dehydroabietic acid รองลงมาได้แก่ Longifolene โดยสนสามใบมีความบริสุทธิ์ของ Dehydroabietic acid มากที่สุด การวิเคราะห์น้ำมันสน พบสารสำคัญ คือ alpha-Pinene ที่พบได้ในน้ำมันสนทั้ง 5 ชนิด และสารอื่น ๆ ที่แตกต่างไปตามสายพันธุ์ โดยสนสามใบมีสารสำคัญ alpha-Pinene มากที่สุด

3. เมื่อนำสนทั้ง 5 ชนิดมาเผาถ่านได้ผลผลิตถ่านสนเทคูนูมานี 23.85% สนสามใบ 15.08% สนคาริเบีย 14.69% สนสองใบ 13.71% และสนโอคาร์ปา 10.3% เมื่อนำมาทดสอบหาค่าความร้อน พบว่าค่าความร้อนถ่านสนสามใบ 7,645 สนคาริเบีย 7,520 สนสองใบ 7,405 สนโอคาร์ปา 7,310 และสนเทคูนูมานี 6,820 หน่วยกิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ ค่าความร้อนไม้ฟืนสนสามใบ 4,632 สนคาริเบีย 4,581 สนเทคูนูมานี่ 4,532 สนสองใบ 4,464 และสนโอคาร์ปา 4,075 หน่วยกิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับ

4. การทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานด้วยเตาถ่านปม.1 และเตาอเนกประสงค์กรมป่าไม้ พบว่าประสิทธิภาพการใช้งานของถ่าน (Heat Utilization,%) สนโอคาร์ปา 32.63 สนสองใบ 31.59 สนสามใบ 26.80 สนเทคูนูมานี 26.79 และสนคาริเบีย 23.22 ตามลำดับ และประสิทธิภาพการใช้งานของไม้ฟืนสนโอคาร์ปา 27.59 สนสองใบ 25.47 สนเทคูนูมานี่ 25.32 สนสามใบ 24.86 และสนคาริเบีย 23.8

5. ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ไม่ผ่านการ Torrefied มีค่าความร้อน 4,739- 4,884 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ส่วนเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผ่านการ Torrefied มีค่าความร้อน 6,516 - 7,887 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม คุณภาพของเชื้อเพลิงอัดเม็ดอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐาน PFI Standard สามารถใช้เป็นพลังงานทดแทนได้

6. การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด โดยใช้วิธี Torrefaction จะได้เชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับถ่านหินและดีกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดทั่วไปที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการนี้ จึงถือได้ว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ผ่านกระบวนการเผาให้เป็นถ่านแบบไม่ร้อยเปอร์เซ็นต์หรือ Torrefaction นี้เป็นพลังงานทางเลือกที่สำคัญและสะอาดกว่าพลังงานจากฟอสซิล

7. การผลิตน้ำมันชีวภาพจากไม้สน 5 ชนิด โดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซีสแบบเร็วชนิดตกอิสระขนาดห้องทดลอง ปริมาณน้ำมันชีวภาพที่ได้เรียงตามลำดับดังนี้ สนโอคาร์ปา 55.9% สนเทคูนูมานี่ 51.8% สนคาริเบีย 50.4% สนสามใบ 48.5% และสนสองใบ 41.6% ค่าความร้อนของน้ำมันชีวภาพสนสองใบ 5,774 สนคาริเบีย 5,569 สนสามใบ 4,081 สนเทคูนูมานี่ 3,565 และสนโอคาร์ปา 3,175 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม พืชตัวอย่างที่ให้ปริมาณน้ำมันชีวภาพสูงที่สุด คือ สนโอคาร์ปา ส่วนสนสองใบให้ปริมาณผลผลิตต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาคุณสมบัติพื้นฐานของน้ำมันชีวภาพที่ผลิตได้ พบว่า ปริมาณของแข็ง ค่าความร้อน ค่าพีเอช ค่าความหนาแน่น และความหนืดของน้ำมันชีวภาพส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ ASTM Burner Fuel ของน้ำมันชีวภาพที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซีสแบบเร็ว ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าสนทั้ง 5 ชนิดสามารถใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตน้ำมันชีวภาพโดยใช้กระบวนการไพโรไลซีสแบบเร็วได้และหากต้องการเพิ่มปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันชีวภาพควรมีการปรับปรุงกระบวนการโดยการทดลองลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 500 องศาเซลเซียส หรือเพิ่มความละเอียดในการกรองน้ำมันชีวภาพให้มากขึ้น

8. ถ่านกัมมันต์จากไม้สนคาริเบีย สนสองใบ สนสามใบ สนเทคูนูมานี่ และสนโอคาร์ปา มีค่าไอโอดีนเฉลี่ยเท่ากับ 412, 389, 370, 400 และ 380 มิลลิกรัมตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าไอโอดีนของถ่านประมาณ 2-3 เท่า

9. ถ่านกัมมันต์จากไม้สน ทั้ง 5 ชนิด สามารถดูดซับสีได้ดีกว่าน้ำ EM

10. ถ่านสนคาริเบีย จำนวน 1 กรัม สามารถช่วยในการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้ โดยดูดซับแอมโมเนียได้มากถึง 10.045 มิลลิกรัม ดูดซับแคลเซียมได้ 2.37 มิลลิกรัม

11. ถ่านกัมมันต์จากไม้สนทั้ง 5 ชนิด ไม่ค่อยมีผลต่อการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทิ้ง แต่มีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำทิ้งลดลง ค่าความเค็มลดลงเพียงเล็กน้อย สำหรับค่า DO จะเพิ่มขึ้น โดยหลอดที่ใส่ถ่านกัมมันต์จากไม้สนคาริเบียจะมีค่า DO เพิ่มขึ้นมากสุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

นฤมล ภานุนำภา. 2545. **การพัฒนาเตาหุงต้มกับการใช้พลังงาน.** สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพ ฯ. 172 น.

นฤมล ภานุนำภา. 2560. **ถ่านไม้มะขาม.** เอกสารทางวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรุงเทพ ฯ.

Pattiya, A., S. Sukkasi and V. Goodwin. 2012. Fast pyrolysis of sugarcane and cassava residues in a free-fall reactor**. Energy.** 44: 1067-1077.

Rodrigues, K. C. S. and F. G. Arthur. 2009. Oleoresin yield of *Pinus elliottii* in a subtropical climate: Seasonal variation and effect of auxin and salicylic acid-based stimulant paste. **Industrial Crops and Products.** 30:316-320.

การมีส่วนร่วมของชุมชน
เพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม
ภาคบรรยาย

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ ในพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยา

Community Participation in Big Tree Conservation Plan Development in the Upper Chaophraya River

ฑีฆา โยธาภักดี[1*] แหลมไทย อาษานอก[2] ต่อลาภ คำโย[2] มณฑล นอแสงศรี[3] ณภัค กรรณสูต[4] สุวิทย์ นะวะคำ[4] และ ชิดชัย แก้วบริสุทธิ์[4]

Teeka Yotapakdee[1*] Lamthai Asanok[2] Torlarp Kamyo[2] Monton Norsangsri[3] Napak Karnasuta[4] Suwit Navakam[4] and Chidchai Kaewborisut[4]

[1]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ 54140

[1]Economics department, Maejo University Phrae Campus, Phrae province 54140

[2]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ 54140

[2]Agroforestry department, Maejo University Phrae Campus, Phrae province 54140

[3]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ 54140

[3]Sciences department, Maejo University Phrae Campus, Phrae province 54140

[4]บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) กทม. 10900

[4]PTT Public Company Limited (PTT), Bangkok 10900

*Corresponding Author; Email: **teekasom@gmail.com**

บทคัดย่อ

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำเจ้าพระยาของประชาชนในจังหวัดนครสวรรค์ พบว่า ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่อยู่ริมน้ำเจ้าพระยามีความเสี่ยงของการถูกทำลายสูง 3 อันดับแรกคือ ตะเคียน โพธิ์ศรีมหาโพ และยางนา ปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากมีดินอัดแน่นบริเวณรากและการเทปูนทับราก ดังนั้น จึงนำไปสู่การหาแนวทางในการแก้ไข เพื่อให้ต้นไม้ขนาดใหญ่อยู่รอด โดยคนในชุมชนได้มีการวางแนวทางในการวางแผนปฏิบัติร่วมกันที่มาจากความต้องการของประชาชนที่แท้จริงที่สามารถเกิดขึ้นได้ในอนาคต ได้แก่ การส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว การมีกฎระเบียบคุ้มครองต้นไม้ขนาดใหญ่ การมีกลุ่มอนุรักษ์ต้นไม้ใหญ่ในชุมชน มีการสำรวจติดตามสุขภาพต้นไม้ใหญ่ทุกปี และการจัดทำฐานข้อมูลต้นไม้ใหญ่ในชุมชน ซึ่งสิ่งที่สะท้อนความต้องการของประชาชนและการหาทางออกร่วมกันในการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ ได้ถูกบรรจุอยู่ในการจัดทำแผนระยะสั้น กลาง ยาว เพื่อให้แต่ละช่วงของการนำแผนไปใช้มีความยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมของผู้นำไปปฏิบัติ

คำสำคัญ ต้นไม้ขนาดใหญ่ การมีส่วนร่วมของชุมชน แผนการอนุรักษ์

ABSTRACT

The study on community participation in big tree conservation plan development in the Upper Chaopraya River, Nakhonsawan Province showed that big tree species along the Chaopraya River had a high risk of death. The top three highest risk species were *Dipterocarpus alatus*, *Hopea odorata*, and *Ficus religiosa*. The key major problems were compacted soil around the root and concrete overlaid over the root. In this regard, the community worked in collaboration to find practical solutions to the problem. The villagers discussed measures and developed participatory action plans for big tree conservation responding to the community needs. These actions included promoting tree plantation to increase green space; determining big tree protection rules; establishing community big tree conservation group; monitoring tree's health annually; and

developing big tree database of the community. These reflections of the community needs and recommendations for big tree conservation were incorporated in the conservation plan for short term, medium term and long term in order to allow flexibility for the implementation as appropriated.

Keywords: big tree, participatory action research, conservation plan

คำนำ

แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย โดยมีจุดกำเนิดอยู่ที่ ต. ปากน้ำโพ อ. เมือง จ. นครสวรรค์ไหลจากทิศเหนือลงสู่อ่าวไทย ผ่านที่ราบภาคกลาง สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันออกในเขตจังหวัดนครสวรรค์และลพบุรีเป็นที่ราบสูงมีเนินเขาเตี้ยๆ เป็นสันปันน้ำกั้นระหว่างลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนทางตอนล่างลงมาซึ่งอยู่ในเขตจ.สระบุรีและฉะเชิงเทราจะเป็นที่ราบลาดเขาลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา และเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลในเขต จ. สมุทรปราการ สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตอนบนเป็นที่ราบและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่มซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับลุ่มน้ำท่าจีนลาดลงไปจรดชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย (บริษัทแอสดีคอนคอร์ปอเรชั่น จำกัด, 2555) ซึ่งทางคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างสังคมพืชสำหรับนิเวศพัฒนาในเขตที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาในปี พ.ศ 2559 พบไม้ยืนต้นทั้งหมด 3,163 ต้น 150 ชนิด จาก 103 สกุล 42 วงศ์ โดยในพื้นที่ป่าลุ่มต่ำลำน้ำเจ้าพระยา สามารถแบ่งสังคมพืชออกได้เป็น 5 สังคมได้แก่ 1) สังคมป่าดิบแล้งยางนาเด่น 2) สังคมป่าดิบแล้งยางนาผสมตะเคียน 3) สังคมป่าดิบแล้งตะเคียนเด่น 4) สังคมป่าบึงน้ำขัง และ 5) สังคมป่าชายเลน โดยสังคมป่าดิบแล้งยางนาเด่นส่วนใหญ่กระจายอยู่ตอนบนของลำน้ำ ส่วนสังคมป่าดิบแล้งยางนาผสมตะเคียนและสังคมป่าดิบแล้งตะเคียนเด่นมีการกระจายตลอดลำน้ำ สังคมป่าบึงน้ำขังส่วนใหญ่กระจายอยู่ตอนกลางและตอนล่างของลำน้ำ ส่วนสังคมป่าชายเลนส่วนใหญ่กระจายอยู่บริเวณปากแม่น้ำและสูงขึ้นไปทางฝั่งตะวันตกของพื้นที่ศึกษา (แหลมไทย และคณะ, 2559) และได้ทำการศึกษานิเวศวิทยาของไม้ขนาดใหญ่เพื่อการอนุรักษ์ในเขตพื้นที่ลุ่มต่ำแม่น้ำเจ้าพระยาในปี พ.ศ. 2560 พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 99 ชนิด 66 สกุล 33 วงศ์ จากจำนวนต้นไม้ทั้งหมด 1,224 ต้น ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่ เช่น ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ตะเคียน (*Hopea odorata*) สะตือ (*Crudia chrysantha*) และโพธิ์ (*Ficus religiosa*) โดยพบไม้ยืนต้นขนาดใหญ่มากที่สุดที่ จ.พระนครศรีอยุธยา และน้อยที่สุดใน จ.นนทบุรี ต้นไม้ส่วนใหญ่มีขนาดความโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกอยู่ระหว่าง 100 - 200 เซนติเมตร เรือนยอดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 20 เมตร โดยยางนา และตะเคียน มีระดับความเสี่ยงสูงโดยเฉพาะในพื้นที่ จ. พระนครศรีอยุธยา ซึ่งความผิดปกติที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ โคนรากมีดินอัดแน่น ลำต้นเอน ทรงพุ่มเบียดกับสิ่งกีดขวาง เมื่อพิจารณาการกระจายจากต้นไม้ทั้งหมด ยางนา มีการกระจายมากที่สุดจำนวน 467 ต้น โดยเฉพาะใน จ. สิงห์บุรี จำนวน 182 ต้น (แหลมไทย และคณะ, 2561) ซึ่งต้นไม้ส่วนใหญ่ที่พบในจังหวัดนครสวรรค์ได้รับความเสียหายคล้ายกับ จ. พระนครศรีอยุธยา เนื่องจากการดูแลที่ไม่ถูกต้อง ทำให้ในอนาคตต้นไม้เหล่านี้อาจล้มตายไป ก่อให้เกิดความสูญเสียทางนิเวศเป็นอย่างมาก เพราะจังหวัดนครสวรรค์เป็นพื้นที่ต้นน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา เมื่อต้นไม้ที่อาศัยอยู่ในลุ่มน้ำพื้นที่ต้นน้ำเจ้าพระยาถูกทำลายส่งผลต่อพื้นที่อื่นๆ ตลอดลำน้ำเจ้าพระยา ดังนั้น คณะนักวิจัยได้มีความสนใจในการจัดทำแผนอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ ด้วยการมีส่วนร่วมของประชาชน ในความต้องการเก็บรักษาต้นไม้ขนาดใหญ่ไว้ และเป็นการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชไม้ดั้งเดิมที่มีคุณค่าให้อยู่คู่กับชุมชนต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย คือ เพื่อศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ และการจัดทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ต้นน้ำของลำน้ำเจ้าพระยาในเขตจังหวัดนครสวรรค์

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ อ.เมือง และอ.พยุหคีรี จังหวัดนครสวรรค์ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่แม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่าน

2. กลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย คือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ริมน้ำเจ้าพระยาในจังหวัดนครสวรรค์ ได้แก่ อ.เมือง และ อำเภอพยุหคีรี และทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรหลายภาคส่วน ทั้งหน่วยงานภาครัฐ นักเรียน นักศึกษา ประชาชนทั่วไป และพระสงฆ์ จำนวน 200 ตัวอย่าง

3. กระบวนการวิจัย คือ การมีส่วนร่วมของประชาชนที่อาศัยอยู่ริมน้ำเจ้าพระยาในจังหวัดนครสวรรค์ ตามแนวคิดและกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research หรือ PAR)

4. ขั้นตอนการทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) รายละเอียดดังนี้

1) การจัดการประชุม การจัดทำแผนอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ของจังหวัดนครสวรรค์

2) การถ่ายทอดความรู้งานวิจัยเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของต้นไม้ใหญ่ สุขภาพของต้นไม้ขนาดใหญ่ และการดูแลรักษาต้นไม้ขนาดใหญ่ของแต่ละชุมชน

3) การประชุมระดมความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่ที่อยู่ริมน้ำเจ้าพระยา และการซักถามการหาแนวร่วมในการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่

4) การใช้แบบสอบถามในการสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติของประชาชนในด้านการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่

5) การเขียนแผนการอนุรักษ์ที่มาจากความต้องการของประชาชน

5. เทคนิคและเครื่องมือในการวิจัย

1) การสัมภาษณ์เชิงลึก ด้วยการกำหนดแนวคำถาม ความเป็นมาของชุมชน วิถีชีวิตของชุมชนริมน้ำเจ้าพระยา

2) การสนทนากลุ่มย่อยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน ปัญหาและอุปสรรคในการดูแลต้นไม้ขนาดใหญ่ ของแต่ละภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

3) การสำรวจทัศนคติของกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสอบถามในด้านการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่

6. วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจะใช้วิธีทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ค่าร้อยละ วิเคราะห์เชิงคุณภาพเป็นการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ของการใช้วิธีการมีส่วนร่วมของประชาชน (PAR)

ผลและวิจารณ์

การมีส่วนร่วมของหลายภาคส่วนในการวิเคราะห์ปัญหาของต้นไม้ขนาดใหญ่ รวมทั้งการจัดการประชุมการจัดทำแผนอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ของจังหวัดนครสวรรค์ จัดขึ้นในวันพุธ ที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2661 มีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 200 คน โดยจากจำนวนทั้งหมดแบ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐ จำนวน 10 คน พระสงฆ์ จำนวน 8 รูป และประชาชน จำนวน 182 คน (Figure 1)

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 60.5 มีอายุเฉลี่ย 25.48 ปี และอาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์เป็นระยะเวลาเฉลี่ย 16.54 ปี ส่วนใหญ่มีสถานะโสดจำนวน 166 คน คิดเป็นร้อยละ 83 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มนักเรียน นักศึกษาจำนวน 147 คน คิดเป็นร้อยละ 73.5 กลุ่มพระสงฆ์จำนวน 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4 และกลุ่มวัยทำงานคิดเป็นร้อยละ 26.5 โดยวัยทำงานประกอบอาชีพ ค้าขาย ข้าราชการบำนาญ ข้าราชการ รับจ้าง ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรีจำนวน 105 คน คิดเป็นร้อยละ 52.5 (Table 1) ซึ่งเป็นการระดมความคิดเห็นในแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน จาก

ประชาชนทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมมิติมุมมองที่ตนเองมีความคิดเห็นและรับผิดชอบในต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ ทั้งฝ่ายเยาวชน พระสงฆ์ ประชาชนทั่วไป และตัวแทนของหน่วยงานภาครัฐ



Figure 1 Participation of community for conservation big trees at Nakhonsawan province.

Table 1 Demographic characteristics of examples at Nakhonsawan province.

List		Average	Frequency	Percent
Female			121	60.5
Age (year)		25.48		
Live at Nakhonsawan province (year)		16.54		
Single			166	83.0
Bachelor degree			105	52.5
Career	Student		147	73.5
	Merchant		2	1.0
	Farmer		11	5.5
	Retired government employee		2	1.0
	Government employee		22	11.0
	Hire		6	3.0
	Monk		8	4.0
	No job		2	1.0

2. ชนิดของต้นไม้ที่มีในชุมชนและถิ่นที่อยู่อาศัยของต้นไม้ใหญ่

ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ 3 อันดับแรก คือ ยางนา โพธิ์ศรีมหาโพ ตะเคียน จำนวน 25 16 13 เรียงตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 30.12 19.28 15.66 เรียงตามลำดับ ส่วนใหญ่ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่พบเจออาศัยอยู่ในวัด พื้นที่สาธารณะ โรงเรียน สวนสาธารณะ และพื้นที่ริมถนน จำนวน 178 80 76 65 62 เรียงตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 89 40 38 32.5 31 เรียงตามลำดับ (Table 2) แสดงให้เห็นถึงต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ปรากฏในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ที่ได้รับการดูแลเอาใจใส่จากชุมชนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยวิธีการอนุรักษ์ของแต่ละชุมชนมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิถีชีวิตริมน้ำเจ้าพระยา ซึ่งต้นไม้ขนาดใหญ่ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่วัด โรงเรียน และได้รับการดูแลจากพระสงฆ์ ครูและนักเรียน เป็นต้น

Table 2 Species and habitats of big trees.

List		Frequency	Percent
Species	Family		
Dipterocarpus alatus	Dipterocarpaceae	25	30.12
Ficus religiosa	Moraceae	16	19.28
Hopea odorata	Dipterocarpaceae	13	15.66
Crudia chrysantha	Fabaceae	5	6.02
Ficus benjamina	Moraceae	3	3.61
Syzygium cumini	Myrtaceae	3	3.61
Shorea roxburghii	Dipterocarpaceae	2	2.41
Mimusops elengi	Sapotaceae	2	2.41
Ficus annulata	Moraceae	1	1.20
Terminalia bellirica	Combretaceae	1	1.20
Maerua siamensis	Capparaceae	1	1.20
Sterculia foetida	Malvaceae	1	1.20
Diospyros decandra	Ebenaceae	1	1.20
Ficus microcarpa	Moraceae	1	1.20
Diospyros rhodocalyx	Ebenaceae	1	1.20
Schleichera oleosa	Sapindaceae	1	1.20
Ficus superba	Moraceae	1	1.20
Diospyros castanea	Ebenaceae	1	1.20
Mangifera caloneura	Anacardiaceae	1	1.20
Mangifera pentandra	Anacardiaceae	1	1.20
Diospyros vera	Ebenaceae	1	1.20
Butea monosperma	Fabaceae	1	1.20
Total		83	100
Habitats of big trees			
Temple area		178	89.0
Public area		80	40.0
School area		76	38.0
Park area		65	32.5
Road side area		62	31.0
Government area		40	20.0
Private area		39	19.5
Abandoned area		34	17.0

3. วิธีการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ของประชาชนในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์

ลักษณะความสมบูรณ์ของต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ พบว่าต้นไม้ขนาดใหญ่ส่วนใหญ่มีสภาพสมบูรณ์ แต่มีบางต้นที่มีลักษณะต้นไม้ที่มีกิ่งแห้งตาย โคนต้นมีการเทปูนทำให้รากเสียหาย และโคนต้นเป็นโพรงเพียงเล็กน้อย โดยแนวทางในการอนุรักษ์ต้นไม้ของชุมชน 5 อันดับแรก คือ การส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว การมีกฎระเบียบคุ้มครองต้นไม้ใหญ่ การมีกลุ่มอนุรักษ์ต้นไม้ใหญ่ในชุมชน การสำรวจติดตาม

สถานภาพต้นไม้ใหญ่ทุกปี และการจัดทำฐานข้อมูล จำนวน 151 134 133 113 79 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 75.5 67 66.5 56.5 39 เรียงตามลำดับ ด้านหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลต้นไม้ขนาดใหญ่ส่วนใหญ่เห็นว่าควรเป็นเจ้าของสถานที่จำนวน 73 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 36.5 และจังหวัดจำนวน 70 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 35 ทัศนคติเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากต้นไม้ขนาดใหญ่ในระดับมากที่สุดคือ การฟอกอากาศให้บริสุทธิ์จำนวน 162 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 81 รองลงมาคือการเป็นแหล่งพักพิงของสัตว์ การเป็นแหล่งเรียนรู้ การช่วยลดฝุ่นละอองบนท้องถนน และการเป็นแหล่งท่องเที่ยว เนื่องจากต้นไม้ขนาดใหญ่มีอายุมาก ทำให้ในอนาคตต้นไม้เหล่านี้อาจจะมีการล้มตาย การหาแนวทางการทดแทนต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ พบว่าควรมีการเพิ่มจำนวนต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ โดยการปลูกทดแทนในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์จำนวน 197 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 98.5 ซึ่งส่วนใหญ่เน้นไปที่การปลูกโดยคนในพื้นที่เพื่อให้เกิดความตระหนักในการอนุรักษ์ต้นไม้ของชุมชน ด้านการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่พบสื่อที่เหมาะสมในการถ่ายทอดองค์ความรู้มากที่สุดคือ การจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้จำนวน 135 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 65.7 สื่อด้านอื่นๆ มีความสำคัญ เช่น การจัดทำสื่อออนไลน์ สื่อสิ่งพิมพ์ และการประชาสัมพันธ์ทางวิทยุท้องถิ่น (Table 3) เนื่องจากการมีกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ ทำให้ได้รับความรู้จากนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการอนุรักษ์ ซึ่งช่วยชี้ช่องทางในการวางแผนการอนุรักษ์และดูแลต้นไม้ได้อย่างเหมาะสม

Table 3 Conservation of big trees at Nakhonsawan province

List	Frequency	Percent
Conservation of big trees		
Support of planting trees for increase green area	151	75.5
Regulation for protecting big trees	134	67.0
Big tree conservation team	133	66.5
Schedule of checking trees every year	113	56.5
Data base of big trees	79	39.0
Responsibility of take care big trees		
Owner area	73	36.5
Government employee	70	35.0
Benefits of big trees is high level	87	43.5
Benefits from big trees are trees clean the air	162	81.0
Compensation planting trees	197	98.5
Knowledge of conservation big trees transfer to community activity	135	65.7

4. การจัดทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในจังหวัดนครสวรรค์

การจัดทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนในจังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานที่พบต้นไม้ขนาดใหญ่จำนวน 83 ต้น โดยมีจำนวนที่พบมาก 3 อันดับแรก คือ ยางนา 25 ต้น โพธิ์ศรีมหาโพ 16 ต้น และตะเคียน 13 ต้น ซึ่งต้นไม้ขนาดใหญ่เหล่านี้ได้มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการถูกทำลาย พบว่าตะเคียน โพธิ์ศรีมหาโพ และยางนา มีความเสี่ยงในการถูกตัดโค่นหรือทำลายในระดับปานกลาง ส่วนการวิเคราะห์สุขภาพของต้นไม้ขนาดใหญ่ พบว่า ราก มีปัญหาเกี่ยวกับดินอัดแน่นบริเวณราก ซึ่งเกิดความผิดปกติกับต้นไม้มากที่สุด จำนวน 53 ต้น รองลงมาคือรากโดนการเทปูนล้อมรอบ และการเทปูนบริเวณพื้นดินที่มีต้นไม้ ที่ทำให้รากต้นไม้มีการหายใจไม่สะดวก ด้านลำต้น พบการที่ต้นไม้เป็นโพรงมากที่สุด จำนวน 29 ต้น รองลงมาคือลักษณะลำต้นเป็นแผล และลำต้นคด ด้านกิ่ง พบกิ่งมีขนาดใหญ่มากที่สุด จำนวน 58 ต้น รองลงมาคือกิ่งแห้ง และกิ่งมีการแตกเป็นง่าม

รูปตัว V และด้านลักษณะทรงพุ่ม พบต้นไม้มีลักษณะทรงพุ่มเบียดกันมากเกินไปซึ่งมากที่สุด จำนวน 57 ต้น รองลงมาคือลำต้นมีทรงพุ่มไม่สมดุล และยอดโดนตัดไม่ถูกวิธี ความต้องการของประชาชนในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขให้ตรงต่อความต้องการของประชาชนที่แท้จริง พบว่า ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ 3 อันดับแรก คือ ยางนา โพธิ์ศรีมหาโพ ตะเคียน ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในวัด พื้นที่สาธารณะ โรงเรียน สวนสาธารณะ และพื้นที่ริมถนน แสดงถึง ต้นไม้ขนาดใหญ่มีการดูแลรักษาจากเจ้าของสถานที่ต่างๆ ทำให้มีปรากฏอยู่คู่กับชุมชน ณ ปัจจุบัน ซึ่งทุกคนมีการพยายามอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ไว้อยู่คู่กับชุมชนอย่างเต็มที่ โดยคนในชุมชนมีแนวทางในการปฏิบัติร่วมกัน ได้แก่ การส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว การมีกฎระเบียบคุ้มครองต้นไม้ใหญ่ การมีกลุ่มอนุรักษ์ต้นไม้ใหญ่ในชุมชน มีการสำรวจติดตามสถานภาพต้นไม้ใหญ่ทุกปี และการจัดทำฐานข้อมูลต้นไม้ใหญ่ในชุมชน โดยหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลต้นไม้ขนาดใหญ่ส่วนใหญ่เห็นว่าควรเป็นเจ้าของสถานที่ร้อยละ 73 เป็นผู้ดูแลเบื้องต้น ด้านการเพิ่มจำนวนต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ คนในชุมชนมีความต้องการอยากให้เพิ่มการปลูกต้นไม้ทดแทนต้นไม้ที่เสื่อมโทรมในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ร้อยละ 97.5 โดยคนในชุมชนมีความยินดีในการร่วมมือกันปลูกในพื้นที่ร้อยละ 65 ซึ่งการส่งเสริมการปลูกมีได้หลากหลาย เช่น การปลูกโดยการจัดกิจกรรมร่วมกันในหลายภาคส่วนในวันสำคัญต่างๆ รวมทั้งการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับต้นไม้ขนาดใหญ่ ควรมีการจัดกิจกรรมถ่ายทอดความรู้ร้อยละ 65.7 รองลงมาคือ สื่อออนไลน์ร้อยละ 42 ส่วนสื่อสิ่งพิมพ์และวิทยุท้องถิ่น ดังนั้นข้อมูลจากการระดมความคิดเห็นในการทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ทำให้เกิดการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำมาสู่การจัดทำแผนใน 3 ระยะ คือ สั้น กลาง ยาว มีรายละเอียดของแผนแต่ละช่วง ดังนี้

แผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ แผนระยะสั้น 1-2 ปี

1) แผนงานการให้ความรู้และความสำคัญของนิเวศวิทยาป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และไม้พื้นถิ่นเดิมแก่ชุมชน เพื่อเป็นทางเลือกชนิดไม้ในการนำมาปลูกในพื้นที่

2) แผนงานการอบรมเชิงปฏิบัติการและการดูแลรักษาต้นไม้ขนาดใหญ่อย่างถูกวิธี แก่เยาวชนในโรงเรียน ประชาชน วัด หน่วยงานราชการ

3) แผนงานพัฒนาผู้นำชุมชนและประชาชนด้านการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการในการจัดการดูแลต้นไม้ขนาดใหญ่ตามแนวทางของรุกขกร

4) แผนงานพัฒนาศักยภาพของชุมชนในการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่

5) แผนงานการเสริมสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่

6) แผนงานพัฒนาการประชาสัมพันธ์ชุมชนในการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่

7) แผนงานการจัดทำแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับต้นไม้ในโรงเรียน วัด สถานที่ราชการ

แผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ แผนระยะกลาง 3-5 ปี

1) แผนงานการสำรวจต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ และจัดทำฐานข้อมูลของต้นไม้ขนาดใหญ่

2) แผนงานพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศทางด้านการดูแลและอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ให้กับผู้นำชุมชนในการดูแลและอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่

3) แผนงานการตรวจสุขภาพประจำปีของต้นไม้ใหญ่

4) แผนงานการสอดแทรกเกี่ยวกับคุณประโยชน์ของต้นไม้ในบทเรียนของนักเรียนในโรงเรียน

5) แผนงานการผลิตนวัตกรรมด้านรุกขกรในการแก้ไขปัญหาด้านต้นไม้ขนาดใหญ่

6) แผนงานการจัดทำหน่วยวิจัยในชุมชน ด้านการพัฒนาและเพิ่มพื้นที่สีเขียวในชุมชน

7) แผนงานการทำความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการกำหนดโจทย์วิจัยในท้องถิ่น

8) แผนงานการประกวดชุมชนสีเขียว

9) แผนงานการให้ความรู้ด้านการจัดการองค์ความรู้และการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยากับหน่วยงานภาครัฐ

แผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ แผนระยะยาว 5-10 ปี

1) แผนงานการสร้างเครือข่ายในการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ เพื่อการออกกฎระเบียบในการคุ้มครองดูแลต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่

2) แผนงานการทำข้อตกลงร่วมมือระหว่างทุกภาคส่วนด้านการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่

3) แผนงานการเพิ่มบทเรียนเกี่ยวกับนิเวศวิทยาป่าไม้และคุณประโยชน์ของต้นไม้

4) แผนงานการจัดทำหน่วยวิจัยเคลื่อนที่ ด้านการให้คำปรึกษาดูแลและอนุรักษ์ต้นไม้

5) แผนงานการออกแบบถนนสายหลักที่คำนึงถึงการรักษาต้นไม้ขนาดใหญ่ให้คงอยู่ และการวางแผนการจัดระบบผังเมืองสีเขียวที่เหมาะสม

6) แผนงานการติดตามประเมินผลสุขภาพของต้นไม้ขนาดใหญ่

7) แผนการวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของต้นไม้ขนาดใหญ่ในการกำหนดมาตรการการลดหย่อนภาษี

8) แผนงานการร่างกฎระเบียบด้านการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่จากหน่วยงานที่รับผิดชอบ

ทำให้วิธีการทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน จังหวัดนครสวรรค์ มีวิธีการนำการมีส่วนร่วมเข้ามาช่วยในการวางแผน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่นเดียวกับงานของประคอง และคณะ (2561) ที่พบว่าการมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นแนวคิดที่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะของการที่ประชาชนได้เข้าไปร่วมกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อประโยชน์สูงสุดของประชาชนส่วนรวมอย่างแท้จริง ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับพื้นฐานของการที่ประชาชนจะต้องมีอิสระทางความคิด ความรู้ ความสามารถในการกระทำและมีความเต็มใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมนั้นๆ เช่นเดียวกับนพวรรณและคณะ (2559) และอุดมศักดิ์ (2558) โดยที่การมีส่วนร่วมของประชาชนต้องมีลักษณะการเข้าร่วมอย่างครบวงจรตั้งแต่ต้นจนถึงสิ้นสุด โดยเริ่มตั้งแต่การเกิดจิตสำนึกในตนเอง การเข้าร่วมคิดถึงปัญหา ร่วมกันวางแผนในการดำเนินงาน โดยสรุปแล้วความสำคัญของการใช้แนวคิดและกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการวางแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตของชุมชน โดยเน้นให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมหรือเกี่ยวข้องในทุกขั้นตอนของการวางแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ การดำเนินการตามแผน การติดตามประเมินผล และการได้รับประโยชน์ สอดคล้องกับงานของจินตวีร์ (2561) ในการสร้างโอกาสที่เอื้อให้สมาชิกทุกคนของชุมชนและของสังคมได้ร่วมกิจกรรม เช่นเดียวกับงานของวันวิสา (2557) ที่การจัดกิจกรรมอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งนำไปสู่และมีอิทธิพลต่อกระบวนการพัฒนาและเอื้อให้ได้รับประโยชน์จากการพัฒนาโดยเท่าเทียมกัน ดังที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชน องค์การสหประชาชาติ ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ เพราะการมีกลุ่มกิจกรรมภายในชุมชนอันมีพื้นฐานมาจากต้นทุนทางสังคมหรือภูมิปัญญาของชุมชนนั้นจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สามารถช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนได้อย่างยั่งยืนและสามารถแสดงให้เห็นถึงการทำงานร่วมกันอย่างเป็นรูปธรรม

สรุป

การจัดทำแผนการอนุรักษ์ต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนในจังหวัดนครสวรรค์ ด้วยแนวคิดและกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research หรือ PAR) โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานที่พบต้นไม้ขนาดใหญ่ 83 ต้น ซึ่งต้นไม้ขนาดใหญ่เหล่านี้ได้มีการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการถูกทำลายสูงในต้นตะเคียน โพธิ์ศรีมหาโพ และยางนา ปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากมีดินอัดแน่นบริเวณราก รองลงมาคือรากโดนการเทปูนล้อมรอบบริเวณพื้นดินที่มีต้นไม้ ที่ทำให้รากต้นไม้มีการหายใจไม่สะดวก ลำต้นเป็นโพรง เป็นต้น จึงนำไปสู่

การหาแนวทางในการแก้ไขให้ตรงต่อความต้องการของประชาชนที่แท้จริง โดยคนในชุมชนมีแนวทางในการปฏิบัติร่วมกัน ได้แก่ การส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว การมีกฎระเบียบคุ้มครองต้นไม้ใหญ่ การมีกลุ่มอนุรักษ์ต้นไม้ใหญ่ในชุมชน มีการสำรวจติดตามสถานภาพต้นไม้ใหญ่ทุกปี และการจัดทำฐานข้อมูลต้นไม้ใหญ่ในชุมชน โดยหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลต้นไม้ขนาดใหญ่ส่วนใหญ่เห็นว่าควรเป็นเจ้าของสถานที่เป็นผู้ดูแลเบื้องต้น มีวิธีการนำการมีส่วนร่วมเข้ามาช่วยในการวางแผน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดตรงตามความต้องการ ได้แก่ การเพิ่มจำนวนต้นไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ คนในชุมชนมีความต้องการอยากให้เพิ่มการปลูกต้นไม้ทดแทนต้นไม้ที่เสื่อมโทรมในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ร้อยละ 97.5 โดยคนในชุมชนมีความยินดีในการร่วมมือกันปลูกในพื้นที่ร้อยละ 65 ซึ่งวิธีการต่างๆ ได้อยู่ในการจัดทำแผนระยะสั้น กลาง ยาว เพื่อให้แต่ละช่วงของการนำแผนไปใช้มีความยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสมของผู้นำไปปฏิบัติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนจากบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ในการสนับสนุนทุนวิจัย รวมทั้งชุมชน หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่ให้ข้อมูลในการทำวิจัยในครั้งนี้ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ให้การสนับสนุนนักวิจัยในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จินตวีร์ เกษมศุข. 2561. แนวคิดการมีส่วนร่วมของประชาชนเพื่อการพัฒนาชุมชนที่ยั่งยืน. **วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์** 26(50): 169-186.

นพวรรณ บุญธรรม, สุรพล ดำรงกิตติกุล และไกรสีห์ พิสิษฐ์กุล. 2559. การพัฒนาระบบและกลไกการมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภคบริโภคของชุมชนรอบพื้นที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ. **วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต** 4(1): 60 - 74.

บริษัทแอสดีคอนคอร์ปอเรชั่นจำกัด. 2555. **การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้งลุ่มน้ำเจ้าพระยา.** สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน).

ประคอง สุคนธจิตต์ สุนันทา งามเดโช และ ดาวพันธ์ เฉลยพงษ์. 2561. การมีส่วนร่วมของประชาชนเกี่ยวกับการบริหารจัดการเศรษฐกิจชุมชน. **วารสารร่มพฤกษ์ มหาวิทยาลัยเกริก** 36(1): 182-200.

แหลมไทย อาษานอก, มณฑล นอแสงศรี, ต่อลาภ คำโย และ ทีฆา โยธาภักดี. 2559. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงสร้างสังคมพืชสำหรับนิเวศพัฒนาในเขตที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา.** สถาบันปลูกป่า บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).

แหลมไทย อาษานอก, มณฑล นอแสงศรี, ต่อลาภ คำโย และ ทีฆา โยธาภักดี. 2561. **รายงานฉบับสมบูรณ์นิเวศวิทยาของไม้ขนาดใหญ่เพื่อการอนุรักษ์ในเขตพื้นที่ลุ่มต่ำแม่น้ำเจ้าพระยา.** สถาบันปลูกป่า บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).

อุดมศักดิ์ สินธิพงษ์. 2558. ชุมชนท้องถิ่นกับการมีส่วนร่วมจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน. **วารสารนักบริหาร** 35(1): 104-113.

วันวิสา เยือกเย็น. 2557. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในเขตเทศบาลเมืองหัวหิน อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. **วารสารวิชาการศรีปทุมชลบุรี** 10(4): 32-38

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่
People Participation in Community Forest Management at Baan Boonjam, Rong Kwang District, Phrae Province

กฤษดา พงษ์การัณยภาส[1*] แหลมไทย อาษานอก[1] สุมัย หมายหมั้น[1] และ วรรณอุบล สิงห์อยู่เจริญ[1]
Kritsada Phongkaranyaphat[1*] Lamthai Asanok[1] Sumai Maiman[1] and Wannaubon Singyoocharoen[1]
[1]สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[1]Program in Agroforestry, Maejo University - Phrae Campus, Phrae 54140
* Corresponding Author; E-mail: **k.phongkaranyaphat@gmail.com**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 123 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธแบบเพียรสัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 46 – 55 ปี จบประถมการศึกษา มีอาชีพเกษตรกรรม รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 2,001 – 4,000 บาท พื้นที่ถือครองที่ดินน้อยกว่า 10 ไร่ ระยะเวลาที่อยู่อาศัยมากกว่า 20 ปี การมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนโดยรวมอยู่ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.5969) โดยมีส่วนร่วมด้านการวางแผนการดำเนินการ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.9695) มีส่วนร่วมในการปฏิบัติ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.0671) มีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.8407) และมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลอยู่ในระดับปานกลาง (Mean = 2.9729) ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชน ได้แก่ การได้รับข้อมูลข่าวสารจาก ผู้ใหญ่บ้าน วิทยุ เพื่อนบ้าน หอกระจายข่าว เฟซบุ๊ค โทรทัศน์ และไลน์

คำสำคัญ: ป่าชุมชน, การจัดการป่าไม้, การมีส่วนร่วม

ABSTRACT

The aims of this research were to 1) study people's participation in community forest management at Baan Boonjam, Rong Kwang District, Phrae Province; 2) to study factors affecting people's participation in community forest management. The data were collected by interviewing 123 villagers; and were analyzed using descriptive statistics such as frequency, percentage, mean, standard deviation and Pearson product-moment correlation coefficient. The results showed that most of the correspondents were female, age between 46 - 55 years in average. They graduated from primary school level, and worked as farmers. Their incomes were 2,001 - 4,000 baht per month. Their land holdings were less than 10 rai. The community had been resettled in the area more than 20 years. The results further suggested that villagers participated in community forest management at a moderate level (mean = 2.5969) while the participation in operation was at a moderate level (mean = 2.9695). It was further noted that the participation in processing was at a moderate level (mean = 3.0671); the participation in gaining benefits from the forest was at a moderate level (mean = 2.8407), and the participation in evaluation was also at a moderate level (mean = 2.9729). Factor affecting people's participation in community forest management was receiving information from data sources and public broadcasting such as village headman, radio, villagers, broadcasting tower, Facebook, television, and Lines.

Keywords: community forest, forest management, participation

คำนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถได้รับการจัดการ ภายใต้ระบบที่เหมาะสมให้เกิดประโยชน์อย่างสม่ำเสมอและอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันกระแสการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติมีเพิ่มมากขึ้น มีการจัดการทรัพยากรธรรมชาติเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน รักษาฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ที่มีอยู่ให้ หลายฝ่ายร่วมมือกันฟื้นฟูและอนุรักษ์อย่างจริงจัง รวมทั้งมีการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้โดยการปลูกป่า บุคคลหลายระดับไม่ว่าจะเป็นผู้บริหารระดับสูง นักวางแผน หรือ กลุ่มผู้ใช้ทรัพยากรได้ให้ความสนใจในการที่จะอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้มากขึ้น หน่วยงาน ของรัฐที่เกี่ยวข้องได้ทำแผนประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้มากขึ้น สื่อมวลชน ทุกแขนงได้ให้ความสนใจและเผยแพร่ข่าวทางโทรทัศน์ วิทยุ เขียนบทความในหนังสือพิมพ์ และได้มีชมรมต่างๆ เกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อมทำการจัดสัมมนาระหว่างผู้ที่มี ส่วนเกี่ยวข้องหลายครั้งเพื่อกระตุ้นให้ผู้มีส่วนร่วมเกี่ยวข้องกับทรัพยากรป่าไม้ได้ตระหนัก ถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ กลุ่มคนที่มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้คือ ประชาชนที่อาศัยและใช้ประโยชน์จากทรัพยากร ป่าไม้ เพราะต้องประสบความเดือดร้อนจากปัญหาตามมาจากความเสื่อมโทรมและการลดลงของป่าไม้ ร่วมถึงภัยธรรมชาติ เป็นต้น โดยการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้

ในช่วงสี่ทศวรรษที่ผ่านมา ป่าชุมชนได้รับการยอมรับมากขึ้นเรื่อยๆ ในฐานะทางเลือกการจัดการทรัพยากรป่าไม้และแก้ไขปัญหาความยากจนของชาวบ้านในชุมชน โดยเฉพาะชาวบ้านที่อยู่ในเขตพื้นที่ป่าของรัฐ นักวิชาการที่สนับสนุนแนวทางป่าชุมชนเชื่อว่าการจัดการทรัพยากรแบบรวมศูนย์อำนาจนอกจากจะไร้ประสิทธิภาพในการคุ้มครองและรักษาทรัพยากรป่าไม้แล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาความไม่เป็นธรรมในการจัดสรรทรัพยากร ซึ่งผู้ที่ได้รับผลกระทบทางตรงมากที่สุดก็หนีไม่พ้นชาวบ้านหรือ “ชุมชนท้องถิ่น” ผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับทรัพยากร ดังนั้น ข้อเสนอของนักวิชาการกลุ่มนี้คือ รัฐต้องกระจายหรือมอบอำนาจในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ให้กับชุมชนท้องถิ่นในรูปแบบป่าชุมชน หากสังคมไทยต้องการคุ้มครองและฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ อีกทั้งยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อยู่ใกล้ป่า เพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (สุรินทร์, 2554) การจัดการป่าชุมชนองค์กรในท้องถิ่น นอกจากจะแสดงให้บุคคลภายนอกให้เห็นการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการทรัพยากรป่าไม้แล้ว ยังสะท้อนให้เห็นถึงพื้นฐานทางวัฒนธรรมของชุมชนที่เกี่ยวข้องระหว่างคนกับป่าไม้ ท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่าง คนและป่าไม้ชุมชน ภายใต้ระบบการจัดการก่อให้เกิดรูปแบบลักษณะการจัดการป่าชุมชนในชนบทที่หลากหลาย และมีความแตกต่างกันได้

ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มีพื้นที่ประมาณ 3,000 ไร่ ได้รับการอนุมัติโครงการจากกรมป่าไม้ ครั้งที่ 1 ตามหนังสือกรมป่าไม้ ที่ ทส 1605.2/170 ลงวันที่ 9 มกราคม พ.ศ.2549 และได้รับการต่ออายุโครงการป่าชุมชนต่อเนื่องครั้งที่ 2 โดยได้รับการอนุมัติโครงการ ตามหนังสือกรมป่าไม้ ที่ ทส 1605.33/6890 ลงวันที่ 11 เมษายน 2554 ซึ่งตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่เต๊ก ป่าแม่ถาง และป่าแม่คำปอง มีลักษณะเป็นแนวเทือกเขาที่ขนานอยู่ระหว่างสองฝั่งแม่น้ำแม่คำปอง เดิมเป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังที่อุดมสมบูรณ์และได้มีการบุกรุกตัดไม้ทำลายป่า สภาพป่าจึงมีการเปลี่ยนแปลงไป ปัจจุบันต้นไม้ที่พบอยู่ในป่าเป็นไม้รุ่นสองที่เกิดจากตอและลูกไม้ โดยจำแนกพื้นที่ป่าบริเวณยอดเขาเป็นป่าเต็งรัง พันธุ์ไม้ที่พบเด่นๆ ได้แก่ เต็ง รัง ป่าบริเวณริมห้วยและลำน้ำแม่คำปอง เป็นป่าเบญจพรรณ พันธุ์ไม้ที่พบเด่นๆ ได้แก่ สัก แดง กระพี้จั่น ประดู่ ไผ่ซาง ไผ่ไร่ ไผ่บง โดยมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ชั้นคือ ป่าชั้นนอก เรียกว่า ป่าเพื่อการใช้สอย มีเนื้อที่ประมาณ 500 ไร่ ป่าชั้นใน เรียกว่า ป่าเพื่อการอนุรักษ์ มีเนื้อที่ 2,500 ไร่

ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม เกิดขึ้นมาได้จากการร่วมแรงร่วมใจของคนในชุมชนที่ช่วยกันปกป้องดูแลรักษาป่าชุมชนอย่างเข้มแข็ง พร้อมร่วมกันปลูกบำรุงฟื้นฟูป่าตามวันสำคัญต่างๆ ของทุกปี จากสภาพที่เคยเป็นป่าโปร่งปัจจุบันสภาพป่าได้กลับฟื้นขึ้นมามีความอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร เป็นแหล่งอาหารจากป่าตามฤดูกาลของคนในชุมชนเพื่อลดรายจ่ายและเพิ่มรายได้ให้แก่ครัวเรือนในชุมชนอย่างพอเพียง เป็นแหล่งไม้ใช้สอย และเป็นแหล่งพืชสมุนไพร การร่วมกันจัดการป่าชุมชนของชาวบ้านบุญแจ่ม ส่งผลให้เมื่อปี พ.ศ.2556 ได้รับรางวัลพระราชทานจาก สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี “คนรักษ์ป่า ป่ารักษ์ชุมชน” และเมื่อ พ.ศ.

2558 ได้รับรางวัลรองชนะเลิศ “ลูกโลกสีเขียว” ซึ่งเป็นที่ยอมรับของสังคมในกระบวนจัดการทรัพยากรป่าไม้ด้วยชุมชน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ร่วมกับการใช้ประโยชน์ของชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ทำการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม หมู่ที่ 1 ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ โดยการสุ่มจากจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 177 ครัวเรือน คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามสูตรของ Yamane (1973) ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 123 ครัวเรือน ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยการจับฉลากตามเลขที่บ้านจนครบจำนวน (กัลยา, 2548)

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ตรวจเอกสารเบื้องต้น โดยตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานราชการ ผู้นำชุมชน สำรวจข้อมูลเบื้องต้นในพื้นที่ศึกษา

2.2 การสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง นำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นหัวหน้าครัวเรือนหรือ ผู้แทนครัวเรือนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการป่าชุมชน สังเกตและประชุมกลุ่มย่อยกับผู้นำชุมชน และคณะกรรมการป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการจัดการป่าชุมชน กฎระเบียบของป่าชุมชน และรูปแบบของกิจกรรมที่ชาวบ้านร่วมกันทำในป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม

3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านเศรษฐกิจสังคมของกลุ่มตัวอย่างและระดับการส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชน โดยสถิติ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Pearson Correlation Analysis มีเกณฑ์การให้คะแนนระดับการมีส่วนร่วม ดังนี้

มีส่วนร่วมทุกครั้ง	4 คะแนน
มีส่วนร่วมบางครั้ง	3 คะแนน
มีส่วนร่วมนานๆ ครั้ง	2 คะแนน
มีส่วนร่วมไม่มีส่วนร่วม	1 คะแนน

กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นเกณฑ์วัดระดับการส่วนร่วม ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.26 – 4.00 หมายถึง มีส่วนร่วมมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.25 หมายถึง มีส่วนร่วมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.76 – 2.50 หมายถึง มีส่วนร่วมน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.75 หมายถึง มีส่วนร่วมน้อยที่สุด

ผลและวิจารณ์

1. สภาพเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างจากการศึกษา พบว่า ส่วนมากเป็นเพศหญิง ร้อยละ 52.8 มีอายุระหว่าง 44- 55 ปี ร้อยละ 41.5 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 59.3 มีอาชีพเกษตรกรรม ร้อยละ 68.3 มีรายได้ต่อเดือน 2,001 – 4,000 บาท ร้อยละ 39.8 มีที่ดินถือครอง น้อยกว่า 10 ไร่ ร้อยละ 56.9 และอาศัยอยู่

ในหมู่บ้านบุญแจ่มมาแล้วมากว่า 20 ปี ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนจาก ผู้ใหญ่บ้าน วิทยุ เพื่อนบ้าน หอกระจายข่าว เฟซบุ๊ค โทรทัศน์ และไลน์ จะเห็นได้ว่าส่วนมาก เพศชายจะออกไปทำงานนอกบ้าน เช่น ไปทำงานในไร่ ในสวน หาปลา เก็บของป่า เป็นต้น เพราะวิถีของชาวชนบทมีอาชีพเกษตรกรรม และอาศัยอยู่ในหมู่บ้านมานานแล้ว ส่วนสภาพเศรษฐกิจ จากการสำรวจพบว่ารายได้ส่วนใหญ่มาจากการขายพืชไร่และการขายผัก ซึ่งชาวบ้านบุญแจ่มทุก ๆ ครัวเรือนบ้านมีการปลูกผักไว้กินเองเมื่อเหลือก็จะรวมกันไปขายที่ตลาดประชารัฐบริเวณหน้าธนาคารเพื่อการเกษตรอำเภอร้องกวางทุก ๆ วันจันทร์และวันศุกร์ แต่อย่างไรก็ตามรายได้ในที่เป็นตัวเงินอาจจะมีไม่มากแต่การใช้ชีวิตความเป็นอยู่ของชาวบ้านบุญแจ่ม สามารถอยู่ได้อย่างพอเพียงและไม่มีหนี้สิน ข้อมูลจากจังหวัดแพร่ พบว่า บ้านบุญแจ่ม ได้รับรางวัลหมู่บ้านตัวอย่างการดำเนินชีวิตตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ระดับภาคเหนือ กระบวนการสื่อสารภายในชุมชนมีส่วนสำคัญมากต่อการพัฒนาหมู่บ้านบุญแจ่ม ซึ่งผู้นำ ชุมชนมีการใช้หอกระจายข่าวของหมู่บ้านเพื่อแจ้งข้อมูลข่าวสารต่างๆ ซึ่งทำให้ชาวบ้านรับรู้และเข้าใจสถานการณ์ต่างๆ ได้ง่ายและรวดเร็ว ถือว่าเป็นแหล่งสื่อสารที่มีประสิทธิภาพของชาวชนบท ประกอบการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตของรัฐเข้าถึงชุมชน ทำให้การเข้าถึงความรู้ข่าวสารได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการจัดการป่าชุมชน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นคนในพื้นที่สามารถนำความรู้มาประยุกต์สำหรับการพัฒนาชุมชนอย่างเหมาะสม

2. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน

ระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนพบว่า การมีส่วนร่วมโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.9569 (Table 1) สามารถจำแนกเป็นด้านต่างๆ ดังนี้

การมีส่วนร่วมในการประชุมวางแผนการดำเนินการ อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.9695 โดยชาวบ้านมีส่วนร่วมในกิจกรรมประชุมเกี่ยวกับงานด้านป่าชุมชน ร่วมกำหนดแนวทางการจัดการป่าชุมชน ร่วมวางแผนในการดูและและฟื้นฟูป่า และร่วมกันตั้งกฎระเบียบในการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน

การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.9932 โดยชาวบ้านมีการร่วมกันเตรียมกล้าไม้ปลูกต้นไม้ในป่าชุมชน ดูแล ร่วมกันทำฝายชะลอน้ำในพื้นที่ป่าชุมชนเพื่อเพิ่มความชุ่มชื่น ร่วมกันทำแนวกันไฟเพื่อป้องกันไฟไหม้ป่า

การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.8407 โดยชาวบ้านได้เก็บของป่า เช่น เห็ด พืชผัก สมุนไพร แมลง ในเขตมีการร่วมกัน ได้หาปลาและมีอาชีพเลี้ยงปลาในกระชังจากอ่างเก็บน้ำแม่กำปอง ซึ่งอยู่ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ได้เก็บฟืนมาเป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน และมีน้ำในในการเกษตรอย่างเพียงพอตลอดมา

การมีส่วนร่วมในการติดตามประเมินผล อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.9729 โดยชาวบ้านมีการผลัดเปลี่ยนกันออกลาดตระเวนสำรวจพื้นที่ป่าชมชุมชน มีการตั้งด่านก่อนเข้าป่าชุมชนและติดตามข่าวสารต่างๆ เพื่อเฝ้าระวังเหตุต่างๆ ในชุมชน

แสดงให้เห็นถึงกระบวนการมีส่วนร่วมได้ผลเชิงประจักษ์ จากการใช้กฎระเบียบในการใช้ป่าชุมชนของคนในพื้นที่และเป็นที่ยอมรับของทุกภาคส่วน

Table 1 Participation level in community forest management. n=123

Participation in community forest management	Mean	S.D.	Participation level
Participation in operation	2.9695	.73523	moderate
Participation in processing	2.9932	.64740	moderate
Participation in benefiting from the forest	2.8407	.80326	moderate
Participation in evaluation	2.9729	.64809	moderate
Average total	**2.9569**	**.56795**	**moderate**

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชน

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แหล่งข้อมูลข่าวสารเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม โดยพบว่า การได้รับข้อมูลข่าวสารจาก ผู้ใหญ่บ้าน วิทยุ เพื่อนบ้าน หอกระจายข่าว เฟซบุ๊ค โทรทัศน์ และไลน์ มีผลต่อการมีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Table 2) จะเห็นได้ว่า สื่อที่ประชาชนได้รับจากส่วนของบุคคล ได้แก่ ผู้นำชุมชน และเพื่อนบ้าน ซึ่งบ้านบุญแจ่ม มีวิถีความเป็นอยู่แบบชนบท ที่มีการพัฒนาตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมจึงส่งผลให้สื่อจากอินเทอร์เน็ต เช่น เฟสบุ๊ค ไลน์ ซึ่งเป็นการง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร จากผลการศึกษา พบว่า เจ้าหน้าที่ป่าไม้ และเจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบล ไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของชาวบ้านบุญแจ่มในการจัดการป่าชุมชน ซึ่งภาครัฐควรมีการทบทวนกระบวนการในการปฏิบัติงานต่อไป

แสดงให้เห็นถึงภาวะความเป็นผู้นำของผู้ใหญ่บ้านบ้านบุญแจ่ม มีศักยภาพในการบริหารจัดการชุมชน สามารถนำชาวบ้าน เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนได้ โดยใช้การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ความเข้าใจร่วมกันและประสานงานกับหน่วยงานภายนอกเพื่อสนับสนุนจนนำไปสู่กระบวนการจัดการป่าชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ

Table 2 Factors affecting people participation in community forest management at Baan Boonjam.

Independent factors	Participation
Sociodemographic characteristics	
Sex	- .137^{ns}
Age	.003 ^{ns}
Education level	-.012 ^{ns}
Occupation	-.109 ^{ns}
Household income	-.020 ^{ns}
Size of land holding	.109 ^{ns}
Resettlement period	.070 ^{ns}
Sources of information about community forest	
Headman	.562**
Radio	.557**
Villagers	.490**
Broadcasting tower	.418**
Facebook	.418**
Television	.374**
Line	.358**
Newspaper	.085 ^{ns}
Forest officer	.001 ^{ns}
Sub-district administration organization officer	.046 ^{ns}

Remarks: ** Correlation is significant at the 0.01 level

ns Not significant

4. การสังเคราะห์การมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชน

1) การมีส่วนร่วมของหมู่บ้านบุญแจ่ม ในการจัดการป่าชุมชนโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ด้านการประชุมวางแผนการดำเนินการ โดยชาวบ้านร่วมกันทำกิจกรรม ประชุมเกี่ยวกับงานด้านป่าชุมชนเพื่อกำหนดแนวทางการจัดการป่าชุมชน ด้านการปฏิบัติ ร่วมกันวางแผนในการดูแลฟื้นฟูป่า ตั้งกฎระเบียบในการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน เตรียมกล้าไม้ปลูกต้นไม้ในป่าชุมชน ทำฝายชะลอน้ำ ทำแนวกันไฟ ด้านการรับผลประโยชน์ ชาวบ้านได้เก็บของป่า เช่น เห็ด พืชผัก สมุนไพร แมลง หาปลาและมีอาชีพเลี้ยงปลาในกระชังในอ่างเก็บน้ำแม่คำปอง ซึ่งอยู่ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม เก็บฟืนมาเป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน และมีน้ำในการเกษตรอย่างเพียงพอ ส่วนด้านการติดตามประเมินผล มีการผลัดเปลี่ยนกันออกลาดตระเวนสำรวจพื้นที่ป่าชมชุมชน มีการตั้งด่านก่อนเข้าป่าชุมชนและติดตามข่าวสารต่างๆ เพื่อเฝ้าระวังเหตุในชุมชน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สกุลศักดิ์ (2550) สุรชัย (2552) จักรพงษ์ และคณะ (2556) และลักษณพร (2559) พบว่า ประชาชนมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนอยู่ในระดับปานกลาง โดยเข้าร่วมกิจกรรมเป็นบางครั้ง ซึ่งการทำกิจกรรมต่างๆ ของชาวหมู่บ้านบุญแจ่มมีวิถีการผลัดเปลี่ยนกันทำงานเพื่อส่วนรวม ชาวบ้านทุกคนไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง แต่จะต้องเข้าร่วมตามลำดับของตารางการทำงานของแต่ละกลุ่ม แสดงให้เห็นได้ว่า ตามวิถีการดำเนินชีวิตของชาวชนบทมีการแลกเปลี่ยนแรงงานกันในชุมชน หรือการลงแขก แม้ว่ารูปแบบการจัดการป่าชุมชนของชาวบ้านบุญแจ่มมีทั้งภาครัฐและเอกชนให้การสนับสนุน แต่กระบวนการในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ชาวบ้านเป็นผู้ดำเนินการผ่านคณะกรรมการป่าชุมชน มีการคัดเลือกคณะกรรมการป่าชุมเพื่อปฏิบัติหน้าที่ร่างระเบียบควบคุมการใช้ประโยชน์จากป่าหรือการอนุรักษ์ฟื้นฟู และเสนอต่อที่ประชาคมหมู่บ้านเพื่อพิจารณาอนุมัติในที่ประชุมเพื่อรับรองกฎระเบียบ ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการป่าชุมชนให้ครอบคลุมกิจกรรมของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการป่าหรือเชื่อมกับประเด็นอื่นๆ เช่น การบริหารการจัดการน้ำและที่ดิน จัดทำกฎกติกา ระเบียบ กำหนดพื้นที่ป่าชุม การจัดทำแนวกันไฟ การป้องกันไฟป่า ตลอดจนดำเนินการพัฒนาองค์ความรู้ของคนในชุมชน นำเสนอแผนการจัดการป่าชุมชนต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขอรับการสนับสนุนงบประมาณดำเนินกิจกรรม เชื่อมโยงกับ เดือนนภา (2561) กล่าวว่า ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนมีผลต่อคุณภาพในการจัดการป่าชุมชนอย่างเห็นเป็นรูปธรรมชัดเจน การดำเนินแนวทางจัดการป่าชุมชน ไม่ได้มีสูตรสำเร็จตายตัวสามรถนำไปใช้ได้ทุกที่เหมือนกัน เพียงแต่การทำงานร่วมกันทั้งภาครัฐและภาคประชาชนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ ให้เหมาะสมกับสภาพสังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรมแต่ละพื้นที่

2) การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนจาก ผู้ใหญ่บ้าน วิทยุ เพื่อนบ้าน หอกระจายข่าว เฟซบุ๊ค โทรทัศน์ และไลน์ มีความสำคัญต่อกระบวนมีส่วนร่วมการจัดการป่าชุมชน สอดคล้องกับ อินทรา (2543) บำรุง (2545) และชุติสรา (2548) กล่าวว่า การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนมีผลต่อการร่วมกันจัดการป่าชุมชนในรูปแบบต่างๆ ตามความถนัดของตน แสดงให้เห็นว่า วิถีของการดำรงชีวิตของชุมชนที่อยู่ใกล้ป่า มีการพัฒนาการสื่อสารและสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน ผ่านความศรัทธาในตัวของผู้นำชุมชนที่มีศักยภาพในการประสานงาน

สรุป

ชาวบ้านบุญแจ่ม มีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนโดยผ่านกระบวนการรับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านป่าชุมชนจากผู้ใหญ่บ้าน ผ่านแหล่งสื่อภายในและภายนอกชุมชน ทำให้มีความรู้ ความเข้าใจถึงคุณค่าของการอนุรักษ์ทรัพยากรท้องถิ่นมากขึ้น จึงเกิดกระบวนมีส่วนร่วมในการวางแผน การปฏิบัติ การกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์และการติดตามประเมินผลการดำเนินงานป่าชุมชน นำไปสู่การจัดการป่าชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนอย่างเชิงประจักษ์ ดังนั้นภาครัฐจึงควรส่งเสริมให้ผู้นำชุมชน มีทักษะในการสื่อสารความรู้เกี่ยวกับการจัดการป่าชุมชน และการใช้ประโยชน์จากป่าอย่างถูกวิธีและเหมาะสม เพื่อสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรท้องถิ่น ให้ประชาชนมีใช้อย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณจิรพัฒน์ แจ่มรัตนโสภิณ ผู้ใหญ่บ้านหมู่บ้านบุญแจ่ม คณะกรรมการป่าชุมชนบ้านบุญแจ่ม ร่วมถึงชาวบ้านบุญแจ่มทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2548. **สถิติสำหรับงานวิจัย**. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จักรพงษ์ พวงงามชื่น, สวิชญา ศุภอุดมฤกษ์ ตรีรัตน์, และนคเรศ รังควัต. 2556. การพัฒนารูปแบบการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน: กรณีศึกษา ป่าทาป่าเปา ตำบลทาปลาดุก อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน. **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ**. 36(2): 215-234.

ชูติสรา ปะกิระตัง, สันติ สุขสอาด และอภิชาต ภัทรธรรม. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของราษฎรในการจัดการป่าชุมชนดงใหญ่ อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม. **วารสารวนศาสตร์** 24 : 132-141.

เดือนนภา ภู่ทอง. 2561. การจัดการป่าชุมชนเพื่อความยั่งยืน โดยการใช้กระบวนการมีส่วนร่วมสาธารณะและจารีตประเพณีท้องถิ่นในพื้นที่ภาคเหนือ. **Journal of Administrative and Management** 6(2): 80-94.

บำรุง แสงพันธุ์. 2545. **ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของราษฎรในการจัดการป่าชุมชนเขาชะอม อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลักษณพร โรจน์พิทักษ์กุล. 2559. การจัดการทรัพยากรป่าชุมชนแควระบม-สียัด ในเขตป่าสงวนแห่งชาติแบบมีส่วนร่วม. **วารสารศึกษาศาสตร์** 27(1): 182-193.

สกุลศักดิ์ ทองแย้ม. 2550. **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน : กรณีศึกษาป่าชุมชนองค์การบริหารส่วนตำบลกันทรอม อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ**. รายงานการศึกษาปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่นวิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรินทร์ อ้นพรม. 2554. ป่าชุมชน: เทคโนโลยีอำนาจ ควบคุมชุมชน**. วารสารสังคมวิทยามานุษยวิทยา** 30(2): 155-177.

สุรชัย เชื้อข้าวซ้อน. 2552. **การศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืนของชุมชนบ้านดินดำ ตำบลท่าก๊อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

อินทิรา สมบัติชัย. 2543. **ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน กรณีศึกษาบ้านสวนพลู (พุต่อ) และบ้านป่าดู ตำบลทัพหลวง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Yamane, T. 1973. **Statistic**: **An Introductory Analysis.** 3rd ed. Tokyo: Harper International.

อิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้สักบริเวณศูนย์เรียนรู้ป่าสักและสวนสมุนไพร สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

Influences of Gas and Particulate Matter on Teak Growth at Teak Forest Learning Center and Herb Garden, Chatuchak, Bangkok

มาตาญาวี นวมทอง[1] **พิชิต ลำใย**[1*] กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ[1] และ ขวัญชัย ดวงสถาพร[1]

Matayawee Naumthong[1], **Pichit Lumyai**[1*], Kritsadapan Palakit[1] and Khwanchai Duangsathaporn[1]

ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Forest Management, Facult of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **fforpcl@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการเติบโตและอิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้สักในศูนย์เรียนรู้ป่าสักและสวนสมุนไพร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยทำการเก็บตัวอย่างไส้ไม้ตัวอย่างจากต้นสักจำนวน 8 ต้น ต้นละ 4 ตัวอย่าง รวม 32 ไส้ไม้ตัวอย่าง และเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์รูปแบบการเติบโตของไม้สักตามหลักการทางรุกขกาลวิทยา รวมถึงการวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของไม้สักกับปริมาณการปลดปล่อยของแก๊สและฝุ่นละอองจากกรมควบคุมมลพิษ

ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการเติบโตของไม้สักจากข้อมูลความกว้างวงปีสามารถอธิบายได้โดยใช้ตัวแบบที่เหมาะสมในรูปแบบสมการเส้นตรง ร้อยละ 25 สมการเอ็กโปเนเชียล ร้อยละ 37.5 สมการโค้งรูปตัว S ร้อยละ 12.5 สมการคิวบิก ร้อยละ 12.5 และสมการควอดาติก ร้อยละ 12.5 เส้นดัชนีวงปีไม้สักถูกสร้างขึ้นจากข้อมูลความกว้างวงปีไม้สักครอบคลุมช่วงเวลา 29 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ถึงปี พ.ศ. 2560 และเมื่อนำเส้นดัชนีวงปีไม้สักมาหาความสัมพันธ์ทางสถิติกับข้อมูลการปลดปล่อยแก๊สและฝุ่นละออง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2558 พบว่าการผันแปรของเส้นดัชนีวงปีไม้สักมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ในเดือนมีนาคม และเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (r= -0.55, -0.615, -0.544, -0.645, -0.599 และ -0.594 ตามลำดับ) โดยเส้นดัชนีวงปีไม้สักมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ในเดือนตุลาคม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ 0.01 (r= -0.694)

คำสำคัญ: แก๊สและฝุ่นละออง การเติบโต ไม้สัก รุกขกาลวิทยา

ABSTRACT

The study aimed to investigate growth patterns and influences of gases and particulate matter on teak's growth at Teak Forest Learning Center and Herb Garden, Chatuchak, Bangkok. Thirty-two sample cores from 8 teak trees (4 cores each trees) were prepared and growth patterns were analyzed using dendrochronology technique. The relationship between teak's growth and amount of gases and particular matters derived from the Pollution Control Department was also analyzed.

The results showed that teak growth patterns from annual ring data could be explained by linear model for 25 percent, exponential model for 37.5 percent, S curve model for 12.5 percent, cubic model for 12.5 percent and quadratic model for 12.5 percent. The results suggested based on ring index of twenty-nine years old teak (1989 – 2017) suggested that the index was related to the emission of gases and particular matters in 2002 to 2015. The statistically analysis revealed that the fluctuation of teak ring index was negatively and significantly correlated with the emission of carbon monoxide in March and May to September (r= -0.55, -0.615, -0.544, -0.645, -0.599 and -0.594

respectively). Furthermore, the study demonstrated that teak ring index was negatively and highly significantly correlated with the emission of carbon monoxide in October (r= -0.694).
Keywords: Gases and Particulate Matters**,** Growth**,** Teak, *Dendrochronology*

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อม เช่น ควันจากท่อไอเสียรถยนต์ การปล่อยแก๊สจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ รวมไปถึงฝุ่นละอองขนาดเล็ก ซึ่งมลพิษทางอากาศเหล่านี้ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนจากปรากฏการณ์ภาวะแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงทำให้เกิดภัยธรรมชาติต่างๆ เช่น ภัยแล้ง ไฟป่า พายุไต้ฝุ่นโซนร้อน น้ำท่วม เป็นต้น และยังก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่อมนุษย์ เช่น กรณีเหตุการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีค่าเกินมาตรฐานจากวันที่ 30 มกราคม 2562 พบ P.M. 2.5 มีค่าเกินมาตรฐานระหว่าง 60 – 143 มคก. ต่อ ลบ.ม. บริเวณพื้นที่ริมถนนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งบริเวณริมถนนคู่ขนานพระราม 2 อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีค่าสูงสุดถึง 143 มคก. ต่อ ลบ.ม. (กรมควบคุมมลพิษ, 2562) มลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยร่วมที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เนื่องจากมีส่วนประกอบของสารเคมีหลายชนิด ทั้งที่เป็นสารระคายเคืองไปจนถึงสารก่อมะเร็ง จึงเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรค ได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหลอดเลือดในสมอง โรคหัวใจขาดเลือด โรคมะเร็งปอด และโรคติดเชื้อเฉียบพลันระบบหายใจ ก่อให้เกิดการตายก่อนวัยอันควรในประเทศไทย ประมาณ 50,000 คนต่อปี (ทศพล, 2562)

ผลกระทบของมลพิษทางอากาศในประเทศไทยส่วนใหญ่เน้นศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ แต่การศึกษาผลกระทบต่อต้นไม้มีน้อยมาก เนื่องจากต้องอาศัยระยะเวลายาวนานและใช้งบประมาณค่อนข้างสูงในการติดตามตรวจสอบผลกระทบ เช่น การวางแปลงตัวอย่างถาวร (Permanent sample plot) ดังนั้นจึงได้นำเทคนิคที่มีความละเอียดถูกต้องในการวัดสูง และใช้เวลาศึกษาไม่นาน ได้แก่ เทคนิคทางรุกขกาลวิทยา (Dendrochronology) (Fritts, 1976) ซึ่งเป็นศาสตร์ว่าด้วยเรื่องเวลาด้วยวงปีไม้ เป็นวิธีทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดอายุด้วยวงปีไม้โดยวิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตของวงปีไม้มาเป็นเทคนิคหลักในการศึกษาวิจัย เนื่องจากวงปีไม้ใช้ในการศึกษาผลกระทบหรือวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษกับการเติบโตต้นไม้ในระยะยาวได้ดี (Macro *et al.,* 2002)

ไม้สัก (*Tectona grandis* Linn) เป็นไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย เนื้อไม้เห็นวงปีชัดเจน (Palakit, 2004; Palakit *et al*, 2015; Buckley *et al*, 2007; Lumyai and Duangsathaporn, 2018) เป็นแหล่งกักเก็บแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ โดยปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเติบโตของไม้สักมีปัจจัยทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสีย อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเติบโตไม้สัก ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการศึกษาวิจัยรูปแบบการเติบโตไม้สักและศึกษาอิทธิพลการปลดปล่อยของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตไม้สักบริเวณศูนย์เรียนรู้ป่าสักและสวนสมุนไพร ตั้งอยู่ภายในซอยวิภาวดีรังสิต 5 แยก 2 แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร เป็นสวนป่าสักแห่งแรกใจกลางกรุงเทพมหานคร

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเลือกพื้นที่และหน่วยตัวอย่าง

1.1 เลือกไม้สักที่มีเรือนยอดสมบูรณ์ ต้นไม้มีขนาดใหญ่ ลำต้นเปลาตรง ไม่มีบาดแผล หรือได้รับผลกระทบจากการระบาดของแมลง

1.2 พื้นที่ศึกษาต้องมีการระบายน้ำได้ดี ไม่มีน้ำขัง และอยู่ห่างจากแหล่งน้ำ

1.3 ใช้ข้อมูลการปลดปล่อยแก๊สและฝุ่นละอองในพื้นที่ศึกษาจากกรมควบคุมมลพิษ โดยใช้ข้อมูลสถานีกรมการขนส่งทางบกซึ่งเป็นสถานีที่ใกล้บริเวณศูนย์เรียนรู้ป่าสักและสวนสมุนไพร สำนักงานเขตจตุจักรมากที่สุด โดยมีข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2558

2. การเก็บไส้ไม้ตัวอย่าง

ใช้สว่านเจาะวัดความเพิ่มพูน (Increment borer) เจาะจากเปลือกไม้จนถึงแก่น (Pith) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดิน จำนวน 8 ต้น ต้นละ 4 ตัวอย่าง บันทึกข้อมูลพื้นฐานของต้นไม้ตัวอย่าง เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก และความสูงทั้งหมดของไม้สัก

3. การเตรียมตัวอย่างและการวัดความกว้างวงปีต้นไม้

3.1 นำไส้ไม้ตัวอย่างในหลอดพลาสติกออกมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไส้ไม้ตัวอย่างไปยึดกับแท่นรองไม้ด้วยกาวโดยให้ด้านตัดขวางตัดขวาง (Transverse section) ตั้งฉากตรงกับแท่นรองไม้ แล้วพันกระดาษกาวเพื่อยึดให้ไม้แน่น ปล่อยทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 2-3 วัน

3.2 นำไส้ไม้ตัวอย่างมาขัดเปิดหน้าไม้ด้วยเครื่องขัดแบบ Belt sander โดยใช้กระดาษทรายเบอร์ 120 จากนั้นขัดต่อด้วยเครื่องขัดแบบ Rotary sander ตั้งแต่เบอร์ 220, 400 และ 600 จนเห็นลักษณะวงปีชัดเจน

3.3 นำไส้ไม้มาวิเคราะห์ความสอดคล้องของรูปแบบการเติบโต จำแนกวงปีปลอม และวงปีหายด้วยเทคนิค Cross-matching และ Crossdating (Fritts, 1976)

3.4 วัดความกว้างวงปีไม้ผ่านกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 4-40 เท่าโดยใช้เครื่องมือวัดความกว้างวงปีไม้ชนิด Kasetsart University Tree Ring Analysis (KU-TRA) ที่มีความละเอียดในการวัด 0.001 มิลลิเมตร

3.5 นำข้อมูลความกว้างวงปีไม้สักมาดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการเติบโตโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป COFECHA (Holmes, 1983)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 นำชุดข้อมูลความกว้างวงปีไม้สักมาวิเคราะห์ค่าสถิติเชิงปริมาณ ซึ่งประกอบด้วยค่าสหสัมพันธ์กับอนุกรมหลัก (Correlation with master) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าเฉลี่ยของความอ่อนไหว (Mean sensitivity) และค่าอัตตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) ของข้อมูลความกว้างวงปี โดยประมวลผลจากโปรแกรมสำเร็จรูป COFECHA

4.2 วิเคราะห์ตัวแบบที่เหมาะสมต่อการเติบโตของไม้สัก

4.2.1 วิเคราะห์รูปแบบสัมพันธ์ของข้อมูลความกว้างวงปีไม้สักกับระยะเวลาที่ไม้สักมีการเติบโต โดยกำหนดให้จำนวนปีที่วัดได้เป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และข้อมูลความกว้างวงปีไม้สักเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) เพื่อได้ตัวแบบการเติบโตที่เหมาะสมกับค่าความกว้างวงปีของไม้สัก เพื่อวิเคราะห์ตัวแบบที่เหมาะสมต่อการเติบโตของไม้สักตามหลักการทางการศึกษาทางรุกขกาลวิทยา

4.2.2 การวิเคราะห์เพื่อจำแนกตัวแบบการเติบโตโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Analysis) และหาตัวแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณ (SE) ค่า F และค่านัยสำคัญทางสถิติ (P-value)

4.3 การสร้างเส้นดัชนีวงปีไม้สัก

การสร้างเส้นดัชนีวงปีไม้เพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลความกว้างวงปีทั้งหมดเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากสามารถลดอิทธิพลของ ปัจจัยต่างๆ ที่ไม่ใช่ด้านภูมิอากาศ เช่น อายุ ออก โดยทำให้ค่าความกว้างวงปีไม้จากเดิมที่มีลักษณะเป็นแบบ Non-stationary ถูกปรับเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของเส้นดัชนีวงปีไม้ (Tree-Ring Index, TRI) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 โดยการนำค่าความกว้างวงปีหารด้วยตัวแบบการเติบโต ซึ่งเส้นดัชนีวงปีไม้ที่ได้จะมีความเหมาะสมในการศึกษาความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ต่อไป

4.4 การวิเคราะห์อิทธิพลการปลดปล่อยของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตไม้สัก

วิเคราะห์ผลของการปลดปล่อยแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้สัก โดยกำหนดให้ข้อมูลปริมาณแก๊สและฝุ่นละอองที่มีการบันทึกโดยจากกรมควบคุมมลพิษ ประกอบด้วย แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ แก๊สไนโตรเจนได

ออกไซด์ แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และฝุ่นละออง PM10 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2558 เป็นตัวแปรอิสระ และข้อมูลเส้นดัชนีวงปีไม้สักถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม และใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation) การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) และการคัดเลือกตัวแปรแบบสเต็บไวส์ (Stepwise Regression) ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้สัก

ผลและวิจารณ์

1. รูปแบบการเติบโตของไม้สัก

1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของปี (พ.ศ.) ที่งปีไม้สักเกิดขึ้น

ข้อมูลความกว้างวงปีไม้จะถูกนำมาทดสอบความถูกต้องของปี (พ.ศ.) ของวงปีไม้โดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป COFECHA ซึ่งกำหนดช่วงเวลาทุก 50 ปี ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้กำหนดค่าต่ำสุดของระดับวิกฤตของสหสัมพันธ์คือ 0.3281 (Holmes, 1983) ผลการศึกษาพบว่า ไส้ไม้ตัวอย่าง 32 ตัวอย่าง พบไส้ไม้ที่ใช้ได้จริงจำนวน 27 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับค่าความกว้างวงปีไม้สูงกว่าระดับวิกฤตของสหสัมพันธ์ โดยมีเพียง 5 ตัวอย่างเท่านั้น ที่มีบางช่วงเวลาที่ค่าความสัมพันธ์มีค่าน้อยกว่าค่าต่ำสุดของระดับวิกฤตของสหสัมพันธ์ในบางช่วงเวลา แต่เป็นค่าที่ดีที่สุดในช่วงเวลาดังกล่าว เมื่อพิจารณาไส้ไม้ตัวอย่างและค่าความกว้างวงปีในช่วงดังกล่าวเป็นวงปีแคบและถี่มาก ซึ่งทำให้มีความผันแปรสูงกว่าตัวอย่างอื่นๆ

1.2 ชุดข้อมูลความกว้างวงปีไม้สัก

จากการวัดความกว้างวงปีที่ได้ผ่านการทดสอบด้วยโปรแกรม COFECHA พบว่า ตัวอย่างไส้ไม้ที่มีอายุมากที่สุด มีความกว้างของวงปีวงสุดท้ายในปี พ.ศ. 2532 ดังนั้นจึงสามารถกำหนดช่วงของความกว้างวงปีได้มากสุด 29 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ถึงปี พ.ศ. 2560 โดยปี พ.ศ. 2533 มีค่าเฉลี่ยความกว้างวงปีมากที่สุด 1.30 เซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ยความกว้างวงปีแคบที่สุดเท่ากับ 0.18 เซนติเมตรในปี พ.ศ. 2545 (Figure 1) โดยค่าทางสถิติที่มีความสำคัญในการวัดความกว้างวงปีไม้แต่ละตัวอย่าง ได้แก่ ค่าสหสัมพันธ์กับอนุกรมหลัก (Correlation with Master) เท่ากับ 0.448, ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เท่ากับ 2.561, ค่าอัตตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation) เท่ากับ 0.293 และค่าของความอ่อนไหว (Mean Sensitivity) เท่ากับ 0.542 โดยเป็นค่าที่บอกถึงการกระจายของความกว้างวงปี ว่าอยู่ในช่วงใดและมีความแปรผันมากเท่าใด ซึ่งยิ่งค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ายิ่งมากนั่นแสดงถึงการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกในแต่ละปีมีความแตกต่างกันนั่นเอง ซึ่งค่าความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือปัจจัยต่อสิ่งเร้าหรือปัจจัยภายนอกได้ดี โดยค่าที่อยู่ช่วงระหว่างและเหมาะสมเพื่อนำมาศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ ได้ดีหรือไม่ โดยระดับของค่าเฉลี่ยความอ่อนไหวมาก มีค่ามากกว่า 0.30 (Mayer, 2001)

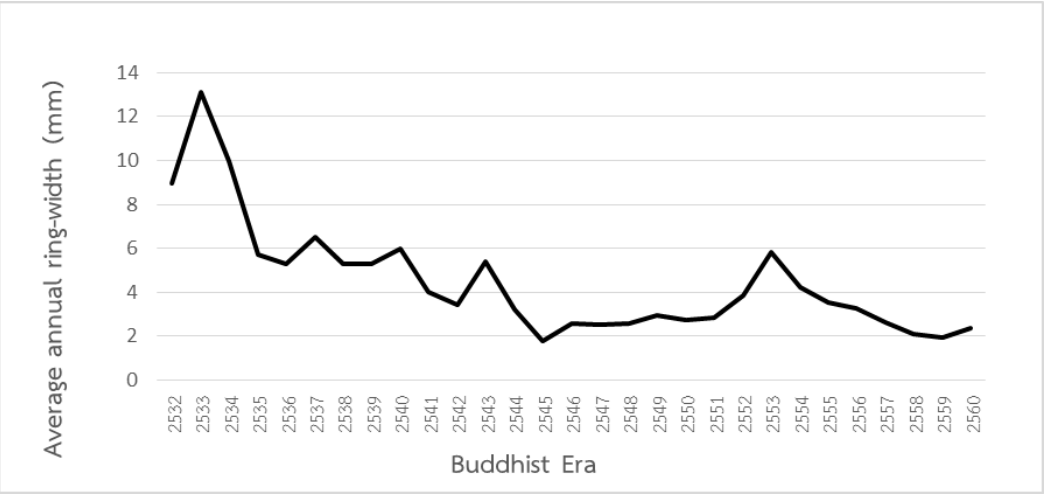


Figure 1 Average annual ring-width of teak during B.E. 2532 to 2560

2. การวิเคราะห์การเติบโต

วิเคราะห์ความเพิ่มพูนรายปี (Current annual increment; CAI) ซึ่งเป็นค่าของความเพิ่มพูนหรือการเติบโตขึ้นในแต่ละปี กับเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) แล้วสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง CAI และ DBH เพื่อศึกษาหาการเติบโตของไม้สักที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีว่าเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด การสร้างกราฟความเพิ่มพูนรายปี (CAI) (Figure 2) พบว่าการเติบโตของไม้สัก มีความเพิ่มพูนรายปีอยู่ในช่วง 0.235 – 2.143 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยของความเพิ่มพูนรายปีเท่ากับ 0.896 เซนติเมตร การเติบโตของไม้สัก ในช่วงปี พ.ศ. 2537 จนถึงช่วง ปี พ.ศ. 2544 การเติบโตเฉลี่ยรายปีของสักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ต่อมาช่วง ปี พ.ศ. 2546 การเติบโตเฉลี่ยรายปีของสักนั้นลดลงต่ำสุด แล้วหลังจากนั้นก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึง ปี พ.ศ. 2554 ที่มีการเติบโตเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้นสูงสุด แล้วค่อยๆ ลดลง ซึ่งไม้สักตัวอย่างมีอัตราการเติบโตค่อนข้างต่ำกว่าไม้สักในที่อื่นๆ เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีสภาพเป็นที่ลุ่มเกิดน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝนและอาจมีภูมิอากาศรวมทั้งสภาพดินไม่เหมาะแก่การเติบโตเมื่อเทียบกับไม้สักในป่าธรรมชาติและสวนป่า ชัดเจน (Palakit *et al*., 2015; Lumyai and Duangsathaporn, 2018; นราพงษ์, 2558)

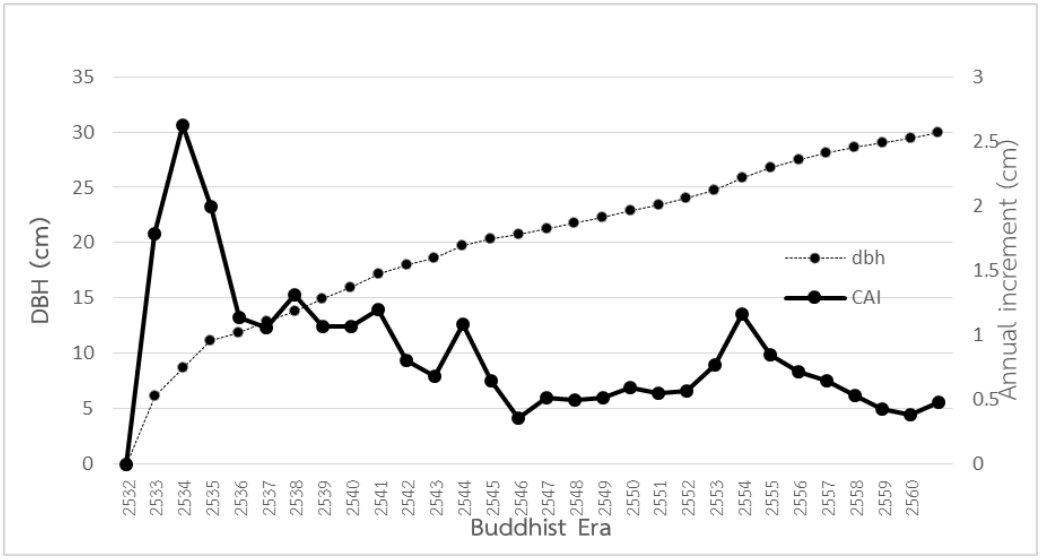


Figure 2 The relationship between the current annual increase (CAI) and the diameter (DBH) of Teak Forest Learning Center and herb garden

3. การสร้างเส้นดัชนีวงปีไม้

3.1 การวิเคราะห์ตัวแบบการเติบโต (Growth Model)

ข้อมูลความกว้างวงปีที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ตัวแบบการเติบโต โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของวงปีกับเวลา (ปี) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ในการสร้างตัวแบบการเติบโตนั้นได้ใช้การวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Analysis) โดยใช้รูปแบบความสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์การเติบโตในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ สมการเชิงเส้น (Linear Equation) สมการเอ็กโปเนเชียล (Exponential Equation) สมการโค้งรูปตัว S (S-Curve Equation) สมการคิวบิก (Cubic Equation) และสมการควอดาติก (Quadratic Equation)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบการเติบโต โดยการเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุดโดยจะมีตัวแบบการเติบโตที่มีความเหมาะสมในแต่ละตัวอย่างไส้ไม้ (Table 1) ซึ่งไส้ไม้ตัวอย่าง 32 ตัวอย่าง จำนวน 8 ต้น มีรูปแบบสมการเส้นตรงจำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 25 สมการเอ็กโปเนเชียลจำนวน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 37.5 สมการโค้งรูปตัว S จำนวน1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.5 สมการคิวบิกจำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.5 และสมการควอดาติกจำนวน 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.5

Table 1 Suitable growth model for each teak tree

Sample code	Model	R^2	SE	F	P-value
TGBK01	$4.677+(-0.491)(X)+(0.08)(X^2)+(-0.003)(X^3)$	0.304	2.057	3.06	0.051
TGBK02	$5.999+(-0.126)(X)$	0.146	2.209	3.753	0.066
TGBK03	$10.674(e^{(-0.066*X)})$	0.581	0.488	37.476	0.000
TGBK04	$5.011+(-0.304)(X)+(0.011)(X^2)$	0.112	1.578	1.389	0.270
TGBK05	$e^{(0.929+(1.194/X))}$	0.469	0.549	23.823	0.000
TGBK06	$3.494(e^{(-0.038*X)})$	0.289	0.479	10.152	0.004
TGBK07	$4.641+(-0.071)(X)$	0.056	2.285	1.420	0.245
TGBK08	$8.737(e^{(-0.063*X)})$	0.715	0.348	67.714	0.000

Remark: x is year

3.2 การสร้างเส้นดัชนีวงปีไม้สัก

เส้นดัชนีวงปีไม้สักที่สร้างขึ้นครอบคลุมช่วงเวลา 29 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ถึงปี พ.ศ. 2560 การเติบโตของไม้สักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ถึงปี พ.ศ. 2543 มีอัตราการเติบโตมากกว่าค่าเฉลี่ย โดยมีค่า 1.035 มิลลิเมตร โดยในปี พ.ศ. 2544 ถึงปี พ.ศ. 2551 การเติบโตมีอัตราการเติบโตน้อยกว่าค่าเฉลี่ย โดยมีค่า 0.741 มิลลิเมตร และปี พ.ศ. 2553 ไม้สักมีการเติบโตที่สูงขึ้นและค่อยๆมีอัตราการเติบโตที่ลดลงจนถึงปีปัจจุบัน (Figure 3)

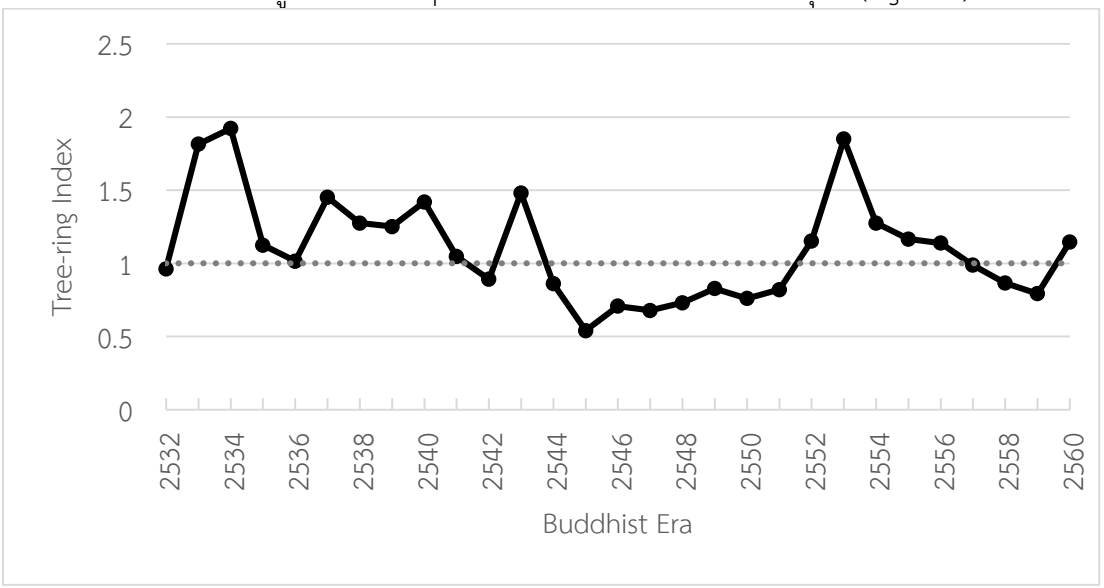


Figure 3 Teak Tree-ring Index

4. วิเคราะห์อิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้สัก

ในการวิเคราะห์อิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้สักโดยใช้ข้อมูลดัชนีวงปีไม้สัก โดยข้อมูลแก๊สและฝุ่นละออง ได้แก่ CO (PPM), NO_2 (PPB), SO_2 (PPB) และ PM10 (มคก.ต่อลบ.ม.) โดย CO มีค่ามากที่สุด 28.2 PPM ในปี พ.ศ. 2546 NO_2 ค่ามากที่สุด 440 PPB ในปี พ.ศ. 2552 SO_2 มีค่ามากที่สุด 92.4 PPB ในปี พ.ศ. 2551 และ PM10 มีค่ามากที่สุด 954.7 มคก. ต่อ ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2547

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเส้นดัชนีวงปีไม้สักบริเวณศูนย์เรียนรู้ป่าสักและสวนสมุนไพรกับการปลดปล่อย CO, NO_2, SO_2 และ PM10 ด้วยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ พบว่าข้อมูลเส้นดัชนีวงปีไม้สักมีความสัมพันธ์ทางสถิติกับ CO เฉลี่ยรายเดือน เดือนมีนาคม เดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม และเดือนกันยายน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.55, -0.615, -0.544, -0.645, -0.599 และ -0.594 ตามลำดับ (Figure 4) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนเดือนตุลาคมมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.694 ที่ระดับนัยสำคัญอย่างยิ่ง 0.01 ดังแสดงสมการที่ 1

$$\text{ดัชนีวงปีไม้} = 1.622 - 0.466(CO),\ R^2 = 0.482 \quad (1)$$

โดย CO = ปริมาณการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ของเดือนตุลาคม (พีพีเอ็ม)

จากสมการแสดงความสัมพันธ์ของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ต่อการเติบโตของไม้สัก พบว่า แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ชนิดเดียวเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อการเติบโตของไม้สัก และมีอิทธิพลในทางลบซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ลดต่ำลงเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเติบโตของไม้สัก ทำให้ความกว้างวงปีเพิ่มขึ้น

โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของนราพงษ์ (2558) พบว่าอิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตไม้สัก พบ CO ชนิดเดียวที่ตรงกัน พบช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมที่มี CO มีค่าที่ค่อนข้างสูง เนื่องมาจากก่อนหน้านี้เป็นช่วงของฤดูฝน อาจทำให้เกิดการการชะล้างของแก๊สต่างๆ แล้วเกิดการฟุ้งกระจายทำให้เกิด CO ค่อนข้างสูงมาก

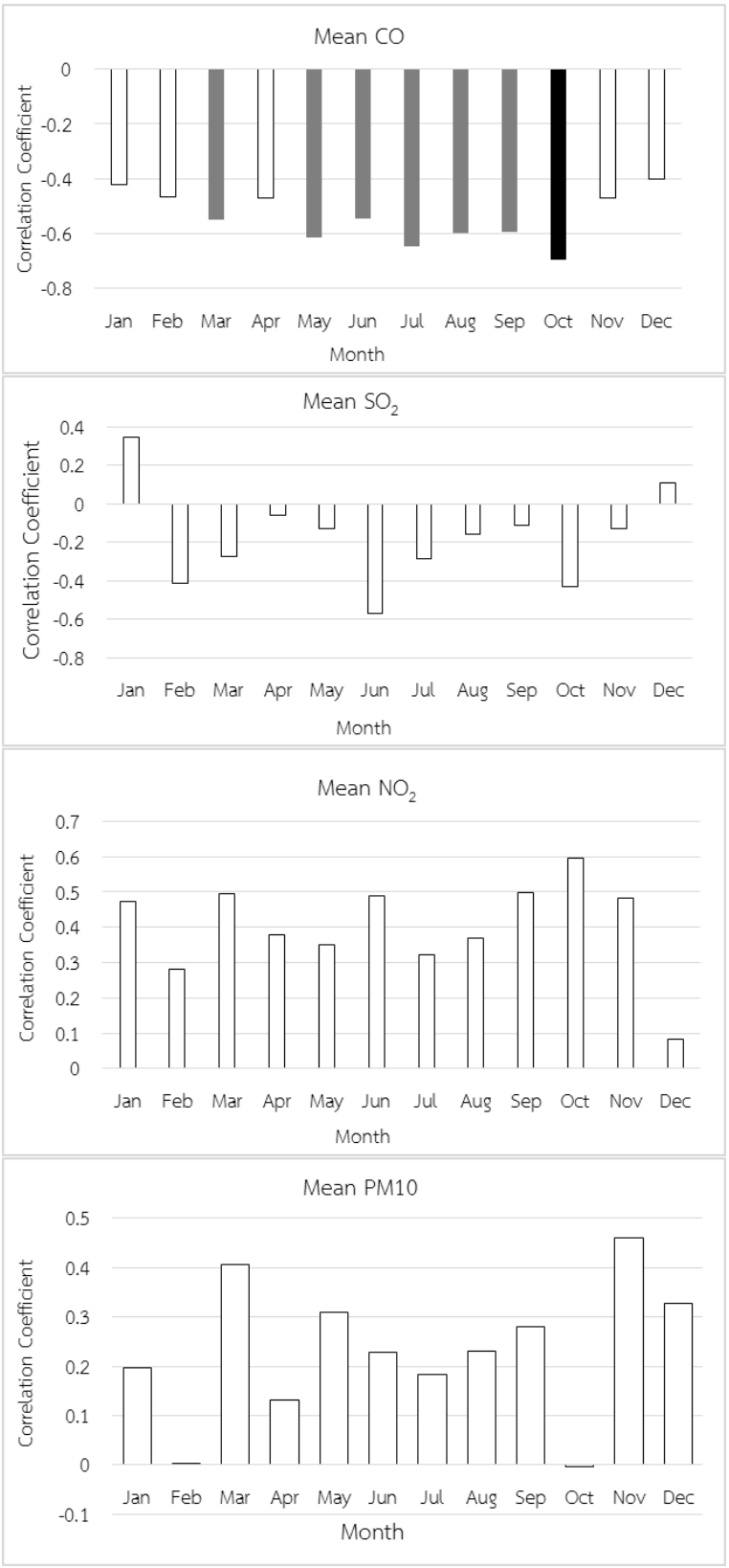


Figure 4 The relationship between the annual ring index and the emission of CO, SO_2, NO_2 and PM10. The gray and black bars indicated the statistical relationship at 0.05 and 0.01 significance level.

สรุป

การเติบโตของไม้สักบริเวณศูนย์เรียนรู้ป่าสักและสวนสมุนไพร สำนักงานเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร มีอายุ 29 ปี ย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 ถึง พ.ศ. 2560 ส่วนใหญ่มีรูปแบบการเติบโตแบบสมการ Exponential ที่มีการเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและค่อยๆลดลงเมื่อต้นสักมีอายุมากขึ้น จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นดัชนีวงปีไม้ที่สร้างขึ้นจากข้อมูลความกว้างวงปีไม้สัก และการปลดปล่อยแก๊สและฝุ่นละออง พบว่า การเติบโตของต้นสักมีความสัมพันธ์ทางสถิติในทางลบกับแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยรายเดือน ในเดือนมีนาคม เดือนพฤษภาคม เดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม ซึ่งจากผลดังกล่าวแสดงว่าการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ส่งผลต่อการเติบโตของต้นไม้ ดังนั้นในเขตเมืองซึ่งแก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ถูกปล่อยจากยานพาหนะเป็นหลักควรมีการรณรงค์ในการตรวจเช็คสภาพเครื่องยนต์เพื่อให้เกิดการสันดาปที่สมบูรณ์ลดการปล่อยแก๊สชนิดนี้ออกสู่บรรยากาศ เพราะมีบางพื้นที่มีการพบว่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซชนิดนี้ยังสูงเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งมีผลต่อการเติบโตของต้นไม้และสุขภาพของมนุษย์และควรมีการศึกษาอิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองต่อการเติบโตของไม้เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการศึกษาน้อยมากในประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการรุกขกาลวิทยาเขตร้อน ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2562. **ฝุ่น PM 2.5 เช็กด่วนพื้นที่ไหนวิกฤตสุด.** แหล่งที่มา: https://news.thaipbs.or.th /content/277366, 10 มีนาคม 2562.

นราพงษ์ แสงราม. 2558. **อิทธิพลของแก๊สและฝุ่นละอองจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าต่อการเติบโตของไม้สักบริเวณรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทศพล ชัยสัมฤทธิ์ผล. 2562. **ฝุ่นแพทย์และนักสิ่งแวดล้อมวิตกไทยไม่ปรับเพดานวัด PM2.5 ตามมาตรฐานโลก.** แหล่งที่มา: https://www.bbc.com/thai/46969830, 10 มีนาคม 2562.

Buckley, B.M., K. Palakit, K. Duangsathaporn, P. Sanguantham and P. Prasomsin. 2007. Decadal scale droughts over northwestern Thailand over the past 448 years: links to the tropical Pacific and Indian Ocean sectors. **Climate Dynamics** 29(9): 63-71.

Fritts, H.C. 1976. **Tree Ring and Climate.** Academic Press, San Francisco.

Holmes, R.L. 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. **Tree-Ring Bull.** 43: 69-78.

Marco F., J.L. Innes, R. Jalkanen, M. Saurur, J. Schaffer, H. Spiecker and K.V. Wilpert. 2002. Air pollution and environmental chemistry – what role for tree-ring studies. **Dendrochronologia** 20(1-2): 159 – 174.

Mayer, D.H. 2001. Evaluating Crossdating Accuracy: a Manual and Tutorial for the Computer Program COFECHA. **TREE-RING RESEARCH** 57(2): 205-221

Lumyai, P. and K. Duangsathaporn. 2018. Climate Reconstruction on the Growth of Teak in Umphang Wildlife Sanctuary, Thailand. **Environment and Natural Resources Journal** 16: 21–30.

Palakit, K. 2004. **Dendroclimatological Studies of Teak (*Tectona grandis* L.): A Case Study in Mae Hong Son Province, Thailand**. M.Sc. Thesis, Mahidol University.

Palakit, K., K. Duangsathporn and S. Siripatanadilok. 2015. Climatic fluctuations trigger false ring occurrence and radial-growth variation in teak (*Tectona grandis* L.f.). **iForest** 9:286-93.

การเปรียบเทียบค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) ที่เหมาะสมในการสำรวจสวนป่าสัก แปลงปลูกปี พ.ศ. 2526 : กรณีศึกษา พื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

Comparison of Basal Area Factor (BAF) in Teak Plantation Inventory Planted in 2526 B.E. : A Case Study of Huai Thak Biosphere Reserve, Ngao District, Lampang Province

กาญจนา โปร่งปรีชา[1] พิชิต ลำใย[1*] กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ[1] และ ปัสสี ประสมสินธ์[1]

Kanjana Prongpreecha[1] Pichit Lumyai[1*] Kritsadapan Palakit[1] Patsi Prasomsin[1]

ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Forest Management, Facult of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: fforpcl@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) ที่แตกต่างกันในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในสวนป่าไม้สัก โดยการวางจุดสุ่มสำรวจจำนวน 5 จุด กระจายทั่วทั้งพื้นที่สวนป่าสักแปลงปลูกปี พ.ศ.2526 พื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปาง ทำการสำรวจพื้นที่หน้าตัดของไม้สักโดยวิธี point sampling ด้วยเครื่องมือ relascope ที่มีขนาด BAF 1 ถึง 10 โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

การสำรวจไม้สักด้วยเครื่องมือ relascope ที่มี BAF7, BAF5 และ BAF9 พบว่า มีพื้นที่หน้าตัดของไม้สักมากที่สุด โดยมีขนาด 21, 20 และ 19.8 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดที่สำรวจได้จากการใช้ BAF 1-10 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.199) โดยมีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 18.78 ตารางเมตรต่อไร่ (16.16 - 21.4 ตร.ม./ไร่) นอกจากนี้ BAF1, BAF3 และ BAF2 มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่า 5.7, 20.7 และ 25.2 ตามลำดับ

BAF1, BAF2 และBAF6 มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยมีค่า 1.07, 2.25, 4.8 ตามลำดับ จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าขนาดของ BAF ที่แตกต่างกันไม่ส่งผลให้พื้นที่หน้าตัดของทรัพยากรไม้สักในสวนป่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การสำรวจโดยใช้ BAF1 ส่งผลให้มีค่าความแปรปรวนและค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

คำสำคัญ: ค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด สวนป่าสัก

ABSTRACT

The objective of this study was to explore the effect of the different Basal Area Factor (BAF) on forest inventory in teak plantation. Five sampling points in teak plantation of Huai Thak Biosphere Reserve, Ngao District, Lampang Province which were planted in B.E. 2526 were randomly selected. Basal areas of teak trees were measured using the point sampling technique with the relascope of BAF 1 to 10. Data were compared and analyzed using One-Way ANOVA.

The results suggested that basal area measured by BAF7, BAF5 and BAF9 relascope were the highest with the values of 21, 20 and 19.8 square meters per rai, respectively. The statistical analysis suggested that the basal areas measured using BAF1-10 illustrated insignificant differences (P = 0.199) with the mean basal area of 18.78 square meters per rai ranging from 16.16 - 21.4 square meters per rai. Moreover, the lowest variances were shown when using BAF1, BAF3 and BAF2 with the values of 5.7, 20.7 and 25.2, respectively.

Minimum error could be found when measured by BAF1, BAF2 and BAF6 with the value of 1.07, 2.25, 4.8, respectively. It could be concluded that different BAF did not significantly affect basal area measurement. However, the inventory of basal area using BAF1 illustrated the lowest variance and error of the measurement.

Keywords: basal area factor, teak plantation

คำนำ

การสำรวจทรัพยากรป่าไม้เป็นการสำรวจเพื่อให้ได้มาทั้งข้อมูลในเชิงปริมาณ และคุณภาพของต้นไม้ (สงคราม, 2531) ในการสำรวจในพื้นที่สวนป่าซึ่งมีบริเวณกว้างขวาง และมีต้นไม้จำนวนมากกระจัดกระจายทำให้ยากต่อการสำรวจนั่นหมายถึงว่าจะต้องใช้ระยะเวลาในการสำรวจ กำลังคน และงบประมาณสูง ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้นักสำรวจทรัพยากรป่าไม้จึงได้ทำการนำเอาหลักการทางสถิตินั้นก็คือ เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง (sampling technique) มาประยุกต์ใช้ในงานด้านการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ เพื่อมาช่วยในการคัดเลือกตัวแทนของข้อมูลของต้นไม้ จึงทำให้เกิดวิธีและเทคนิคในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ที่หลากหลาย ซึ่งทุกวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป ซึ่งสถิตย์ (2525) ได้กล่าวไว้ว่าการที่จะดัดแปลงวิธีการต่าง ๆ ของการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ให้เข้ากับลักษณะภูมิประเทศ ชนิดของป่า เพื่อก่อให้เกิดความคล่องตัว สะดวก เหมาะสมกับกำลังคน เวลา และงบประมาณเป็นสิ่งที่ควรจะพิจารณาอย่างยิ่ง

การสำรวจแบบ point sampling คือการสุ่มเลือกเพื่อให้โอกาสต้นไม้นั้น ๆ ถูกเลือกตามขนาดความผันแปรทางความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ซึ่งทำให้ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่มีโอกาสถูกเลือกเป็นตัวอย่างมากกว่า โดยวิธีนี้เป็นวิธีที่ประหยัดเวลาในการกำหนดขอบเขตของแปลงตัวอย่าง และยังเป็นการประหยัดแรงงาน และงบประมาณได้มากยิ่งขึ้น (ธัญนรินทร์, 2542; ธรรมนูญ 2541) โดยในปัจจุบันสามารถสร้างเครื่องมืออย่างง่าย ๆ สำหรับสุ่มเลือกต้นไม้ตามหลักการข้างต้นนี้ได้ เพื่อที่จะสามารถใช้งานที่ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น นั่นก็คือ Relascope ที่ถูกนำมาใช้ในกรณีศึกษาครั้งนี้ โดยทำการส่องไปรอบ ๆ จุดศูนย์กลางแปลงตัวอย่างแล้วทำการนับต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่ามุมคงที่ที่เกิดจากการมองผ่านช่องว่าง (notch) ที่ปลายไม้ทั้งนี้ถ้าหากเลือก BAF (basal area factor) ของเครื่องมือให้เหมาะสมแล้วจะทำให้สามารถนำมาคำนวณหา พื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้ จำนวนต้น และปริมาตรได้อย่างถูกต้อง และน่าเชื่อถือโดยไม่ต้องวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และกำหนดแปลงตัวอย่าง

ดังนั้นการเลือกขนาดของค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) ที่แตกต่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่สวนป่าให้เหมาะสมจะส่งผลให้การคำนวณหาค่าต่าง ๆ มีความแม่นยำประหยัดเวลา กำลังคน และงบประมาณที่มากขึ้น โดยพื้นที่ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เพื่อจะหาความแตกต่างของค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) โดยทำการสำรวจแปลงปลูกไม้สักปี พ.ศ.2526 เป็นพื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยมีลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบไม้สักเรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบ ลักษณะลำต้นเปลาตรง พื้นที่ค่อนข้างโล่งมีหญ้าประปราย ซึ่งมีพื้นที่ทั้งสิ้น 6.82 ไร่

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการประดิษฐ์เครื่องมือ Relascope ขึ้นโดยใช้เชือกที่มีความยาว 0.3 เมตร ปลายด้านหนึ่งติดด้วยแผ่นพลาสติกที่มีความแข็งซึ่งนำมาตัดเป็นช่องส่อง (notch) ที่สัมพันธ์กับค่า BAF 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ที่มีขนาดกว้าง 1.5, 2.1, 2.6, 3, 3.4, 3.7, 4, 4.2, 4.5, 4.7 เซนติเมตร ตามลำดับ

1. วางแผนการสำรวจ

เลือกจุดเริ่มต้นการสำรวจโดยคำนึงถึงความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ และให้จุดสุ่มสำรวจกระจายทั่วแปลงศึกษาโดยใช้โปรแกรม QGIS ทำการกำหนด ใช้วิธีการวางจุดสุ่มสำรวจโดยกำหนดจุดสุ่มเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสแต่ละด้านห่างกัน 50 เมตร ทุก ๆ ด้านเพื่อให้เกิดจุดตัด และถือเอาจุดตัดเป็นจุดสุ่มสำรวจได้ทั้งสิ้น 5 จุดสุ่ม (Figure 1)

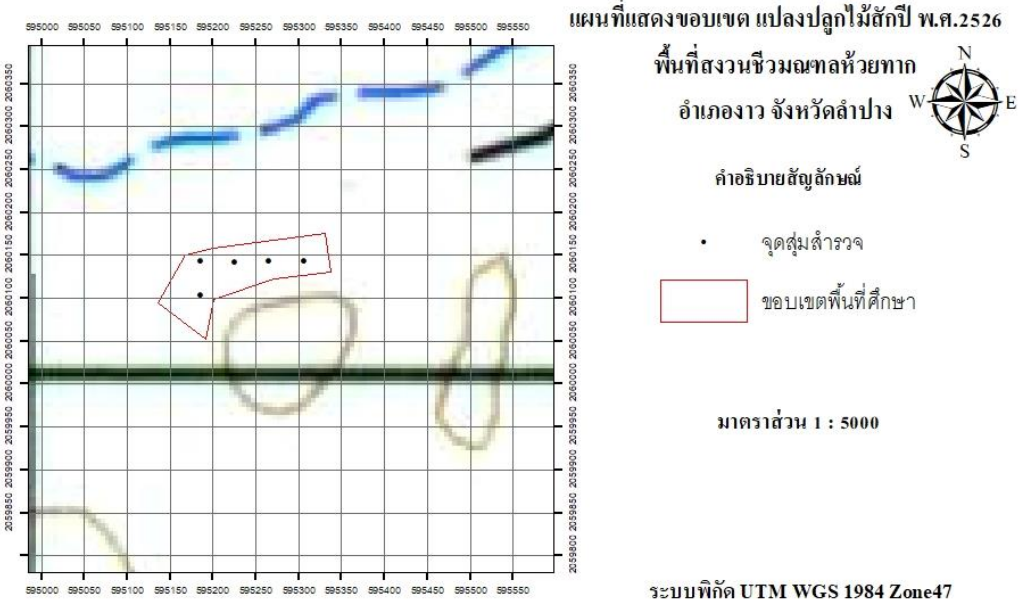


Figure 1 The boundary of teak site planted in B.E. 1983.

2. การสำรวจในภาคสนาม

สำรวจแปลงปลูกสักปี พ.ศ.2526 จังหวัดลำปาง โดยใช้ GPS ที่ทำการบันทึกค่าพิกัดขอบแปลง และจุดสุ่มสำรวจแล้วนำทางไปยังจุดสุ่ม เมื่อถึงจุดสุ่มสำรวจแล้วให้ถือ Relascope อยู่เหนือจุดศูนย์กลางจุดสุ่มสำรวจ ทำการส่อง Relascope ไปที่ต้นไม้ (ที่ระดับความสูงเพียงอก 1.30 เมตร) รอบ ๆ แปลงโดยวนตามเข็มนาฬิกาไปเรื่อย ๆ จนครบรอบ แล้วทำการบันทึกข้อมูลต้นไม้เฉพาะที่สุ่มวัดได้จาก Relascope นับเฉพาะต้นที่มองเห็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่ารอยบากของแผ่นพลาสติกที่ติดอยู่ตรงปลายเชือก ส่วนต้นไม้ใดที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าไม่ต้องทำการนับ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์พื้นที่หน้าตัดต่อไร่ของแต่ละ point sampling ตามวิธีของ ปัสสี และขวัญชัย (2548) วิเคราะห์พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ของแต่ละ point sampling ตามวิธีของ ทวี และสมศักดิ์ (2518) ดังแสดงในสมการ

พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{n} B_i}{n}$$

พื้นที่หน้าตัดต่อไร่ของ point ที่ 1

$$B_i = F \times m_i$$

โดยที่ F = basal area factor (BAF) ของเครื่องมือ

m_i = จำนวนต้นไม้ที่นับได้ใน point ที่ 1

n = จำนวน point ในการสำรวจ

3.2 เปรียบเทียบข้อมูลพื้นที่หน้าตัดแต่ละ BAF ทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

ผลและวิจารณ์

จากการสำรวจแปลงทดสอบแม่ไม้สัก ปีที่ปลูก พ.ศ.2526 พื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปาง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) ที่เหมาะสมในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ข้อมูลทั่วไปที่พบว่ามีต้นสักในพื้นที่ จำนวน 84 ต้น ระยะปลูก 3×3 วางจุดสุ่มสำรวจจำนวน 5 จุด กระจายทั่วทั้งพื้นที่ ในการศึกษาวิธี Point Sampling ที่ใช้ Relascope ขนาด BAF 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ในการสำรวจ ผลการศึกษาปรากฏว่าพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้เป็นตารางเมตรต่อไร่ และพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย ที่ได้จากการสำรวจทั้ง 5 จุด โดยใช้วิธี Point Sampling ที่ใช้ Relascope ขนาดค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) แตกต่างกันมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17.2 ถึง 21 ตารางเมตรต่อไร่ (Table 1)

Table 1 Basal area of BAF at each random point (square meters / rai).

	Basal area (square meters / rai)									
Random point	BAF 1	BAF 2	BAF 3	BAF 4	BAF 5	BAF 6	BAF 7	BAF 8	BAF 9	BAF 10
1	16	16	12	8	10	12	14	8	9	0
2	19	16	15	20	25	30	35	40	45	40
3	14	14	21	28	30	30	28	16	18	20
4	20	26	21	20	15	18	21	24	18	20
5	17	22	12	16	20	6	7	8	9	10
average	17.2	18.8	16.2	18.4	20	19.2	21	19.2	19.8	18

ผลการวิเคราะห์พื้นที่หน้าตัดที่ได้จากการสำรวจโดยใช้วิธี Point Sampling ที่ใช้ Relascope ขนาด BAF แตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบการสำรวจแสดงไว้ดัง Figure 2

โดยที่ BAF 1 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 86 ต้นโดยพบต้นไม้มากที่สุดในจุดสุ่มที่ 4 พบต้นไม้จำนวนต้น 20 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 20 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 2 พบจำนวน 19 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 19 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 5 จำนวน 17 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 17 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 1 พบจำนวน 16 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 16 ตารางเมตรต่อไร่ และ จุดสุ่มที่ 3 พบต้นไม้จำนวนน้อยที่สุด 14 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 14 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 14 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 20 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 17.2 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.39 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 13.88% ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.07 % และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 14.24 - 20.16 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 2 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 47 ต้นโดยพบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 4 จำนวนต้น 13 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 26 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 5 พบจำนวน 11 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 22 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 1 และ 2 พบจำนวน 8 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 16 ตารางเมตรต่อไร่ และ จุดสุ่มที่ 3 พบต้นไม้จำนวนน้อยที่สุด 7 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 14 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับมีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ14 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 26 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 18.8 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.02 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 26.7%ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.25% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 12.57- 25.03 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 3 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 27 ต้นโดยพบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 3 และ4 จำนวนต้น 7 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 21 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 2 พบจำนวน 5 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 15 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 1 และ5 พบต้นไม้จำนวนน้อยที่สุด 4 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 12 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับมีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 12 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 21 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 16.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน 4.55 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 28.09%ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.04% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง10.55 – 21.85 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 4 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 23 ต้น โดยพบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 3 จำนวนต้น 7 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 28 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 2 และ4 พบจำนวน 5 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 20 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 5 จำนวน 4 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 16 ตารางเมตรต่อไร่ และ จุดสุ่มที่ 1 พบต้นไม้จำนวนน้อยที่สุด 2 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 8 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ มีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 8 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 28 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 18.4 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.27 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 93.49% เนื่องจากค่าพื้นที่หน้าตัดในจุดสำรวจที่ 1 มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับจุดอื่นๆ ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.25% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 9.38 - 21.42 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 5 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 20 ต้น โดยพบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 3 จำนวนต้น 6 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 30 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 2 พบจำนวน 5 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 25 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 5 จำนวน 4 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 20 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 4 พบจำนวน 3 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 15 ตารางเมตรต่อไร่ และ จุดสุ่มที่ 1 พบต้นไม้จำนวนน้อยที่สุด 2 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ มีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 10 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 30 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 20 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.91 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 39.53% ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 7.91% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 10.18 - 29.82 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 6 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 16 ต้น โดยพบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 2 และ3 พบจำนวนต้น 5 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 30 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 4 พบจำนวน 3 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 18 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 1 จำนวน 2 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 12 ตารางเมตรต่อไร่ และจุดสุ่มที่ 5 พบต้นไม้จำนวนน้อยที่สุด 1 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 6 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับมีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 6 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 30 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 19.2 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.73 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 55.9% ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 4.8% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 5.87 - 32.53 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 7 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 15 ต้น โดยพบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 2 จำนวนต้น 5 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 45 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 3 พบจำนวน 4 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 28 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 4 จำนวน 3 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 21 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 1 พบจำนวน 2 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 14 ตารางเมตรต่อไร่ และ จุดสุ่มที่ 5 พบต้นไม้จำนวนน้อยที่สุด 1 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 7 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ มีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 7 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 35 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 21 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.07 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 52.7% ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 4.95% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 7.26 - 34.74 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 8 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 12 ต้น โดยพบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 2 จำนวน 5 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 40 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 4 พบจำนวน 3 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 24 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 3 จำนวน 2 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 1 และ5 พบต้นไม้จำนวนน้อยที่สุดจำนวน 1 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 8 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับมีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 8 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 40 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 19.2 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 13.39 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 69.72% ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5.99% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 2.58 - 35.82 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 9 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 11ต้น โดย พบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 2 จำนวนต้น 5 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 45 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 3 และ4 พบจำนวน 2 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 18 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 1 และ5 พบจำนวน 1 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 9 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ มีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 9

ตารางเมตรต่อไร่ ค่าสูงสุด 45 ตารางเมตรต่อไร่ มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 19.8 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.79 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 74.69% ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 6.61% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 1.44 - 38.16 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

BAF 10 พบต้นไม้ทั้งสิ้น 9 ต้น โดยพบต้นไม้มากที่สุดใน จุดสุ่มที่ 2 พบจำนวนต้น 4 มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 40 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมา คือจุดสุ่มที่ 3 และ4 พบจำนวน 2 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 20 ตารางเมตรต่อไร่ จุดสุ่มที่ 5 พบจำนวน 1 ต้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเมตรต่อไร่ และ จุดสุ่มที่ 1 ไม่พบต้นไม้ ตามลำดับ มีค่าพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเท่ากับ 0 ตารางเมตรต่อไร่ค่าสูงสุด 40 ตารางเมตรต่อไร่มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 18 ตารางเมตรต่อไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.83 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร 82.4% ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 6.63% และพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 0.42 - 36.42 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

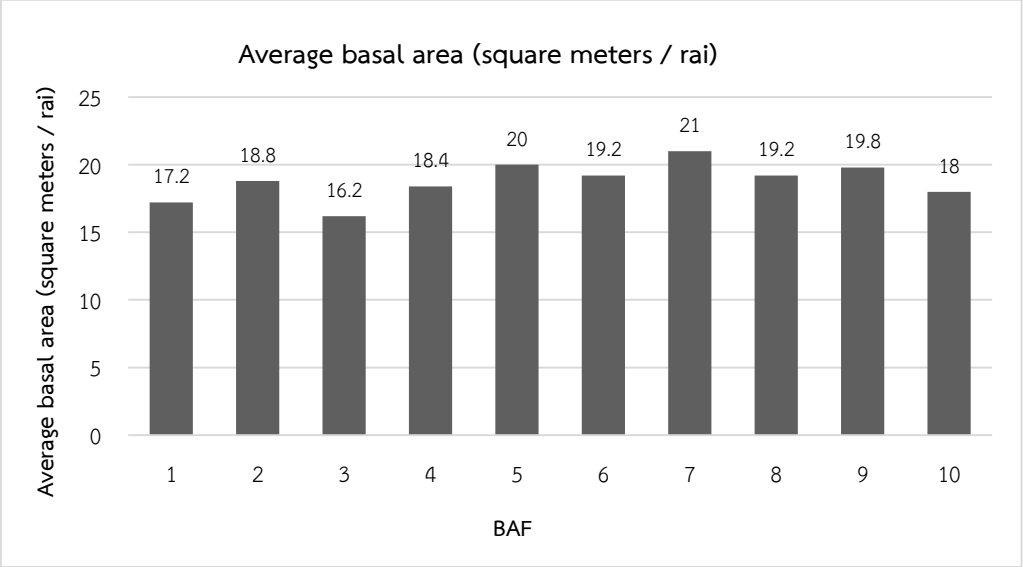


Figure 2 Average of teak basal area in each BAF.

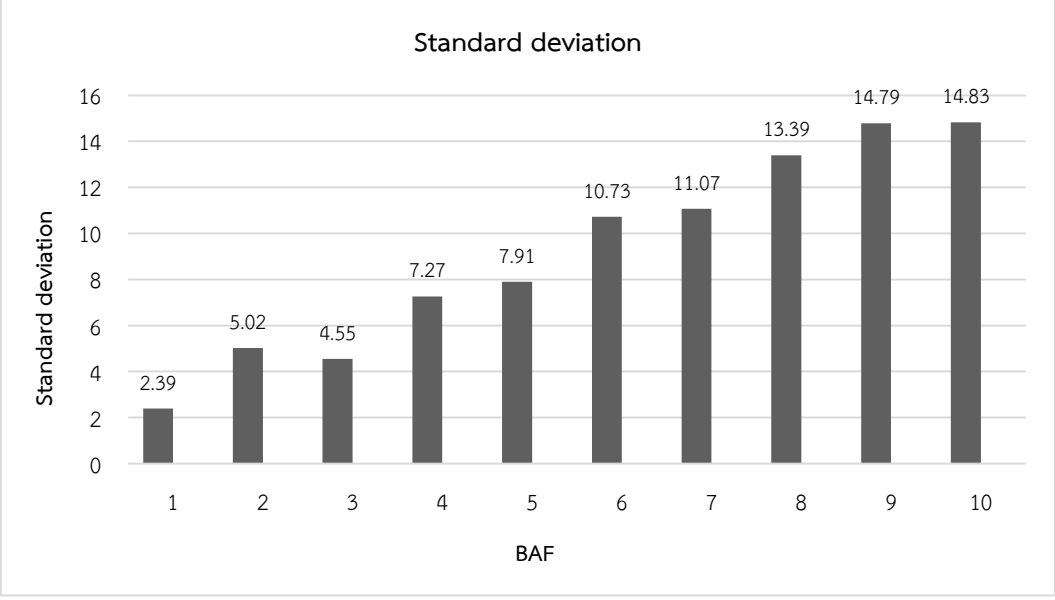


Figure 3 Standard deviation of teak basal area in each BAF.

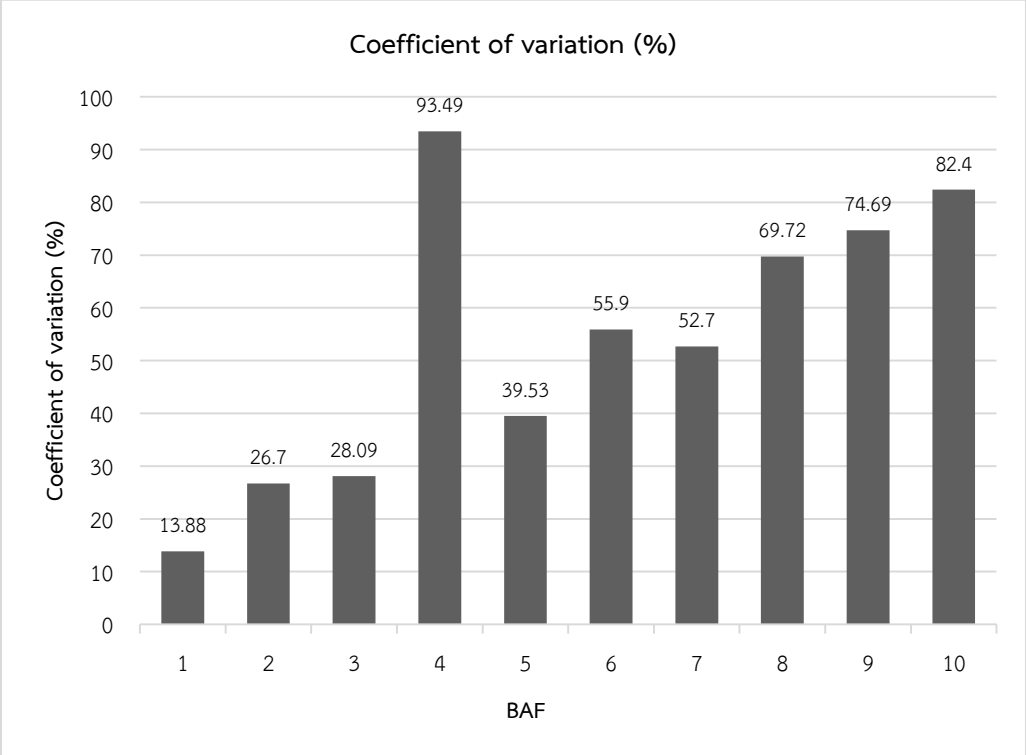


Figure 4 Coefficient of variation (%) of teak basal area in each BAF.

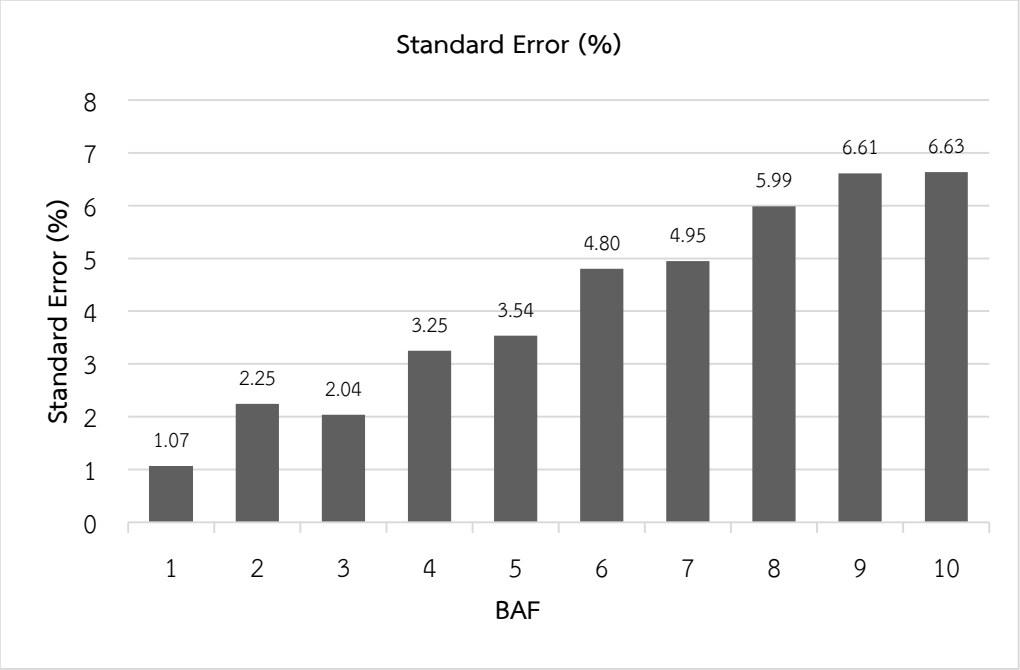


Figure 5 Standard Error (%) of teak basal area in each BAF.

ซึ่งค่า P-value ของพื้นที่หน้าตัดทุก BAF เท่ากับ 0.199 ซึ่งส่งผลให้พื้นที่หน้าตัดในแต่ละ BAF ไม่แตกต่างกัน มีพื้นที่หน้าตัด เฉลี่ยอยู่ที่ 18.78 ตารางเมตรต่อไร่ และมีพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 16.16 - 21.4 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ซึ่งผลการเปรียบเทียบขนาด BAF โดยค่า P-value ได้แสดงให้เห็นว่า BAF ที่มีขนาดแตกต่างกันให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางค่าสถิติที่มีนัยสำคัญดังแสดงใน Table 2

Table 2 BAF size comparison results

P-value									
BAF 1	BAF 2	BAF 3	BAF 4	BAF 5	BAF 6	BAF 7	BAF 8	BAF 9	BAF 10
BAF 1	0.804	0.877	0.852	0.664	0.756	0.556	0.756	0.687	0.901
BAF 2		0.687	0.95	0.852	0.95	0.733	0.95	0.877	0.901
BAF 3			0.733	0.556	0.642	0.457	0.642	0.577	0.78
BAF 4				0.804	0.901	0.687	0.901	0.828	0.95
BAF 5					0.901	0.887	0.901	0.975	0.756
BAF 6						0.78	1	0.926	0.852
BAF 7							0.78	0.852	0.642
BAF 8								0.926	0.852
BAF 9									0.78
BAF 10									

Table 3 Compare the variances of BAF with different sizes.

sizes BAF	variances	sizes BAF	variances
BAF 1	5.7	BAF 6	115.2
BAF 2	25.2	BAF 7	112.5
BAF 3	20.7	BAF 8	179.2
BAF 4	52.8	BAF 9	218.7
BAF 5	62.5	BAF 10	220

โดยค่า P-value ในการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าค่าความแตกต่างของ BAF ขนาดต่าง ๆ นั้นให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางค่าสถิติที่มีนัยสำคัญ Table 2 และค่าความแปรปรวนใน Table 3 ได้ชี้ให้เห็นว่า BAF1 มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุดคือ 5.7 และค่าความคลาดเคลื่อนใน Figure 5 แสดงว่าค่า BAF1 มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.07 ซึ่งส่งผลให้ผลการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่า BAF1 เหมาะสมที่จะนำมาสำรวจทรัพยากรสวนป่าสักแปลงปลูกปี พ.ศ.2526 กรณีศึกษา พื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปางซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธรรมนูญ (2541) ที่ทำการศึกษาเรื่องการใช้ point sampling ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ณ ป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยได้ทำการศึกษาป่าทั้งสิ้นจำนวน 4 ประเภท คือ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง สวนสัก ซึ่งการศึกษาของธรรมนูญ (2541) นั้นชี้ให้เห็นว่าในการสำรวจสวนป่าพบว่าค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยของธรรมนูญ (2541) มีค่าสูงกว่าที่ทำการศึกษาอาจเพราะต้นสักที่ทำการสำรวจอยู่ในหลายชั้นอายุ มีพื้นที่บริเวณมากว่า และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของพื้นที่หน้าตัดแล้ว พบว่าถ้า BAF ยิ่งสูงค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรก็จะยิ่งเพิ่มขึ้นซึ่งไม่สอดคล้องกัน ทั้งนี้น่าจะเกิดจากการที่ขนาดของหน่วยตัวอย่างจะมีขนาดเพิ่มขึ้นหรือลดลงเล็กน้อยตามขนาด BAF ที่เพิ่มขึ้น โดยในการสำรวจแต่ละ BAF มีค่าที่แตกต่างกันทางนัยสำคัญโดย BAF ที่ให้ค่าพื้นที่หน้าตัดใกล้เคียงที่สุดคือ BAF2 ซึ่งทำให้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ ที่สรุปว่า BAF1 เหมาะสมที่จะนำมาสำรวจทรัพยากรสวนป่า เนื่องจาก BAF 1 ของธรรมนูญ (2541) ให้ผลที่แตกต่าง จาก

BAF อื่น อาจเพราะต้นสักที่ทำการสำรวจอยู่ในหลายชั้นอายุ และสวนสักที่ทำการศึกษามีความแปรปรวนของต้นไม้ในบริเวณเดียวกันมาก การกระจายตัวของต้นไม้ในสวนสักยังไม่สม่ำเสมอเท่าที่ควร

สรุป

การเปรียบเทียบค่าคงที่ของพื้นที่หน้าตัด (BAF) ที่เหมาะสมในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของไม้สักแปลงปลูกปี พ.ศ.2526 พื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยใช้ Relascope ที่มี ขนาด BAF 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ในการสำรวจ ผลปรากฏว่า BAF ที่มีพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยมากที่สุดคือ BAF7, BAF5 และ BAF9 โดยมีขนาด 21, 20 และ19.8 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ ค่า P-value ของพื้นที่หน้าตัดทุก BAF เท่ากับ 0.199 ส่งผลให้พื้นที่หน้าตัดในแต่ละ BAF ไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยอยู่ที่ 18.78 ตารางเมตรต่อไร่ และมีพื้นที่หน้าตัดอยู่ในช่วง 16.16 - 21.4 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด คือ BAF1, BAF3 และ BAF2 โดยเท่ากับ 5.7 20.7 และ25.2 ตามลำดับ ซึ่งขนาดของ BAF ที่แตกต่างกันไม่ส่งผลให้พื้นที่หน้าตัดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าความแปรปรวนได้ชี้ให้เห็นว่า BAF1 มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุดเหมาะสมต่อการนำมาสำรวจทรัพยากรสวนป่า กรณีศึกษาสวนป่าสักแปลงปลูกปี พ.ศ.2526 พื้นที่สงวนชีวมณฑลห้วยทาก อำเภองาว จังหวัดลำปาง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานีวนวัฒนวิจัยงาว ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และขอบคุณกำลังใจจากเพื่อนวนศาสตร์รุ่นที่ 81

เอกสารอ้างอิง

ทวี แก้วละเอียด และสมศักดิ์ สุขวงศ์. 2518. **การทดลองสำรวจนับไม้แบบ Point ในป่าเต็งรัง: รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 34.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธัญนรินทร์ ณ นคร. 2542. **การเปรียบเทียบวิธีการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ระหว่าง Plot Sampling และPoint Sampling**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ธรรมนูญ เต็มไชย. 2541. **การใช้ point sampling ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ณ ป่าสาธิตแม่งาว อำเภองาว จังหวัดลำปาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปัสสี ประสมสินธ์ และขวัญชัย ดวงสถาพร. 2548. **คู่มือการศึกษาและฝึกปฏิบัติงานภาคสนาม การคณิตป่าไม้ I**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สงคราม ธรรมิญช. 2531. **เทคนิคการสุ่มตัวอย่างในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้. เอกสารประกอบการบรรยายในการฝึกอบรมหลักสูตรสถิติวิจัยป่าไม้ รุ่น 3**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2525. **การสำรวจทรัพยากรป่าไม้**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ ในตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

Patterns of Land Use Changes and Forest Resources Utilization in Maeka Sub-district, Mueang Phayao District, Phayao Province

รังสรรค์ เกตุอ๊อต[1, 2 *]

Rangsan Ket-ord[1, 2 *]

[1] สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

[1] Geographic Information Sciences Department, Faculty of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao 56000

[2] หน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000

[2] Research Unit of Spatial Innovation Development, Faculty of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao 56000

* Corresponding Author; E-mail: **Rangsank@gmail.com**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา และรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนตำบลแม่กาทั้งในอดีตและปัจจุบัน วิธีการศึกษาประกอบด้วยการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการแปลข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2545 นำมาซ้อนทับ (overlay) กับข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งแปลจากภาพดาวเทียมรายละเอียดสูงโดยกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2555 จากนั้นลงสำรวจข้อมูลภาคสนามโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ระหว่างในอดีตและปัจจุบัน ผลการวิจัยพบว่า 1. พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นเกษตรกรรม จำนวน 6,181.94 ไร่ 2. พื้นที่ป่าไม้เป็นที่อยู่อาศัยและชุมชนจำนวน 305.13 ไร่ 3. พื้นที่เกษตรกรรมเป็นที่อยู่อาศัยและชุมชน 459.01 ไร่ โดยพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมากที่สุดระหว่างปี พ.ศ. 2545 กับ พ.ศ. 2555 ได้แก่ บ้านหม้อแกงทอง บ้านแม่กาโทกหวาก และบ้านแม่ต๋ำน้อย สำหรับรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในปี พ.ศ. 2545 และก่อนหน้าในอดีตพบว่า ไม้ใช้สอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ สัก ประดู่ แดง และมะค่า ในขณะที่ไม้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ได้จากต้นมะขาม ลำไย และลิ้นจี่ที่มีอายุมากและสภาพทรุดโทรมแล้ว ส่วนของป่าที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ หน่อไม้ เห็ด สมุนไพร ผักหวาน น้ำผึ้ง และไผ่ สำหรับแมลงที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ จักจั่น แมงมัน ต่อ และกว่างการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ได้ส่งผลต่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยาที่เคยเป็นแหล่งไม้ใช้สอยและแหล่งเก็บหาของป่าของชุมชน เมื่อมีการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่จึงทำให้ชุมชนไม่สามารถเข้ามาเก็บหาของป่าได้ตามปกติ ในขณะที่แมลงได้เคลื่อนย้ายไปยังบริเวณป่าไม้ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ปลอดภัย และอยู่ห่างไกลจากพื้นที่ชุมชนและเกษตรกรรมที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง จึงพบเห็นได้น้อยลงและชุมชนนำมาใช้ประโยชน์ได้ยากขึ้น

คำสำคัญ: ทรัพยากรป่าไม้ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลแม่กา

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate patterns of land use changes and forest resources utilization in Maeka Sub-district, Phayao Province. The study consisted of the classification of land use by translating data from aerial photographs in 2002, and overlaying them with land use classification data by the Land Development Department which was translated from high resolution satellite images in 2012. Then, field surveys were conducted using questionnaire to collect information on the patterns of forest resources utilization from the past to the present time. The main results of this research were: 1) 6,181.94

rai of forest area was changed to agriculture area; 2) 305.13 rai of forest area was changed to housing and community area; and 3) 459.01 rai of agriculture area was changed to housing and community area. The areas with the most land use changes between 2002 and 2012 were Ban Mo Kaeng Thong, Ban Maeka Thok Wak and Ban Mae Tam Noi. Regarding forest resources utilization in 2002 and in the past, it found that the most utilized woods were teak, burma padauk, reddish and maca, while the most common fuel woods were old and poor condition tamarind, longan and lychee trees. The most utilized non-timber forest products were bamboo shoots, mushrooms, herbs, pak-wan *(Melientha suavis Pierre)*, honey and bamboo. For insect utilization, the most common insects used were cicada, subterranean ants, wasp and siamese rhinoceros beetle. Furthermore, the study indicated that the land use changes had resulted in relatively high utilization of forest resources, especially the area of University of Phayao, which used to be a source of wood and non-timber forest products for the local communities. In addition, it was suggested that insects migrated to other fertile forests which was far from the community and constantly expanded agriculture area. Therefore, insects was found in a low number in these areas.

Keywords: Forest Resources, Land use Changes, Maeka subdistrict

คำนำ

การใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทยได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวของกิจกรรมมนุษย์ ทำให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น การใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละพื้นที่นั้นเป็นพลวัตเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพเศรษฐกิจและประชากรในพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อประชากรเพิ่มขึ้นความต้องการการใช้ประโยชน์ที่ดินก็จะมากขึ้นด้วย ทำให้รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนหรือที่อยู่อาศัย การขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่เกษตรกรรมได้เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ชุมชนอย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองการขยายตัวของเมืองใหญ่ต่างๆ ทั้งนี้หากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอาจก่อให้เกิดปัญหาหรือผลกระทบทางด้านสังคมหรือสิ่งแวดล้อมได้

การเข้ามาจัดตั้งมหาวิทยาลัยพะเยาในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา (ชื่อเดิม มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา) ย่อมส่งผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพและทางสังคมของพื้นที่ในหลายด้าน โดยเฉพาะรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป ตลอดจนส่งผลต่อรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณตำบลแม่กาภายหลังการจัดตั้งมหาวิทยาลัยพะเยาในพื้นที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 เป็นต้นมา รวมทั้งรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ของชุมชน ทั้งนี้เพื่อสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้สนับสนุนการบริหารจัดการพื้นที่ป่าไม้โดยรอบ รองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคตควบคู่ไปกับการดำรงไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของทรัพยากรป่าไม้เพื่อการใช้ประโยชน์ของท้องถิ่นอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล
2. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3. เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ คือ แบบสอบถาม (Questionnaires) สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

การรวบรวมข้อมูล

1. สำรวจข้อมูลพื้นฐานในด้านต่างๆ ของหมู่บ้านในตำบลแม่กา อำเภอเมืองจังหวัดพะเยา ได้แก่ ที่ตั้ง รูปแบบการตั้งถิ่นฐาน การกระจายตัวของชุมชน สภาพภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ

2. รวบรวมข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณตำบลแม่กา ซึ่งตีความหมายจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT โดยกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2555 มาตราส่วน 1:50,000

3. จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยการแปลตีความด้วยสายตาจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสี ปี พ.ศ. 2545 และข้อมูลการแปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงของกรมพัฒนาที่ดินปี พ.ศ. 2555

4. สร้างเครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือ แบบสอบถาม (Questionnaires) ซึ่งจะประกอบด้วยแนวคำถามเกี่ยวกับรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ตำบลแม่กา ระหว่างก่อนและหลังการจัดตั้งมหาวิทยาลัยพะเยาในพื้นที่ และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (Non-Participation Observation) ถึงระดับการรับรู้ของการเปลี่ยนแปลงของผู้ให้ข้อมูลนั้นๆ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 คน ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวิจัย จากนั้นทำการปรับแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

5. กำหนดกลุ่มผู้รับการสอบถาม ซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informant) โดยใช้วิธีการคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลด้วยวิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน 1 คน ปราชญ์ของหมู่บ้าน 1 คน และเกษตรกร 1 คน จำนวน 18 หมู่บ้าน รวมทั้งสิ้น 54 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลแม่กา ระหว่างปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2555 ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยมุ่งศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงใน 3 ลักษณะ คือ

1.1 การเปลี่ยนแปลงจากป่าไม้ เป็น พื้นที่เกษตรกรรม

1.2 การเปลี่ยนแปลงจากป่าไม้ เป็น พื้นที่อยู่อาศัยและชุมชน

1.3 การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่เกษตรกรรม เป็น พื้นที่อยู่อาศัยและชุมชน

2. ลงสำรวจข้อมูลภาคสนามจากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informant) โดยใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นและการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมเกี่ยวกับรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ตำบลแม่กา ทั้งในอดีตและปัจจุบัน

3. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์และแยกประเภทของข้อมูลที่ได้ โดยแบ่งข้อมูลตามประเภทการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ ออกเป็น 2 ประเภท คือ การใช้ประโยชน์จากไม้ใช้สอยและไม้เชื้อเพลิง และการเก็บหาของป่า จากนั้นทำการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนตำบลแม่กา

ผลและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

1.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2545

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลแม่กา ปี พ.ศ. 2545 โดยใช้วิธีการแปลตีความด้วยสายตาจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสี สามารถจำแนกประเภทการใช้พื้นที่ตำบลแม่กา ออกเป็น ประเภท 5 ดัง Table 1 และ Figure 1

Table 1 Land use characteristics of Maeka subdistrict in 2002.

Land use types	Area (rai)	%
Forest	54,098	59.71
Agriculture	27,868	30.76
Urban	4,327	4.78
Water body	2,588	2.86
other	1,741	1.89
Total	90,622	100

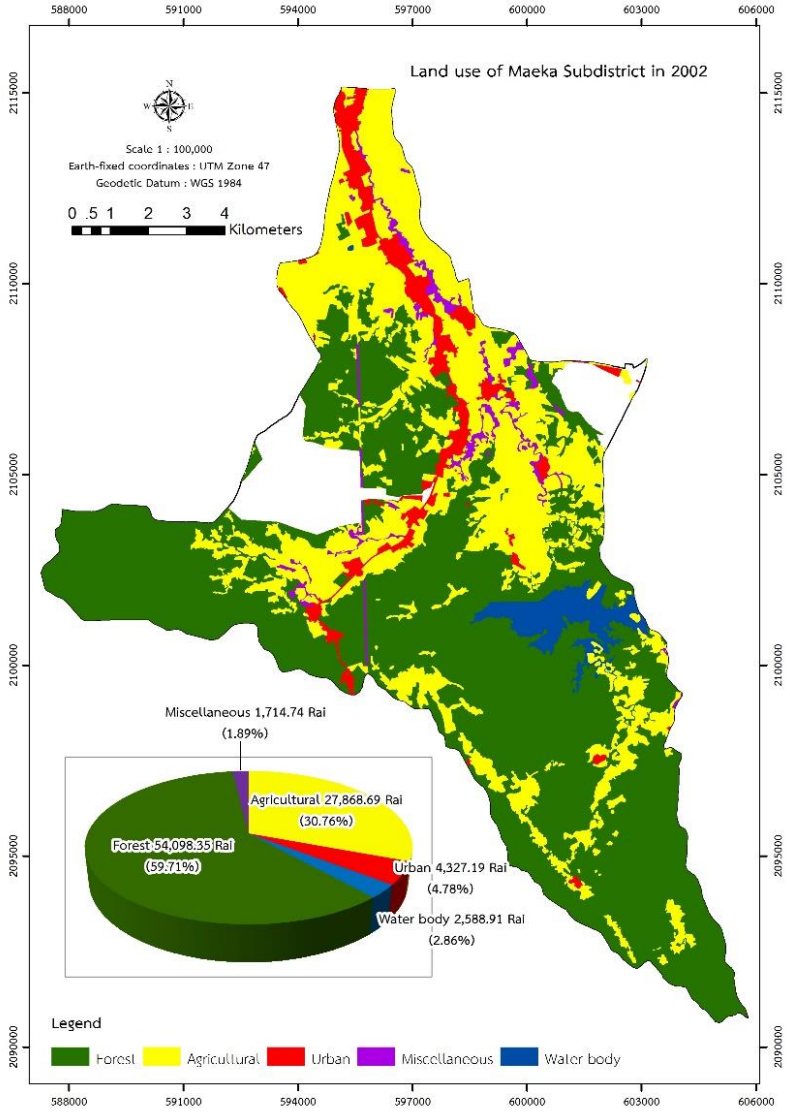


Figure 1 Land use characteristics of Maeka subdistrict in 2002.

1.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2555

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลแม่กา ปี พ.ศ. 2555 โดยใช้ข้อมูลการแปลตีความจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงของกรมพัฒนาที่ดิน สามารถจำแนกประเภทการใช้พื้นที่ตำบลแม่กา ออกเป็น 5 ประเภท ดัง Table 2 และ Figure 2

Table 2 Land use characteristics of Maeka subdistrict in 2012.

Land use types	Area (rai)	%
Forest	47,740	52.69
Agriculture	33,238	36.69
Urban	4,901	5.41
Water body	2,812	3.10
other	1,904	2.10
Total	90,622	100

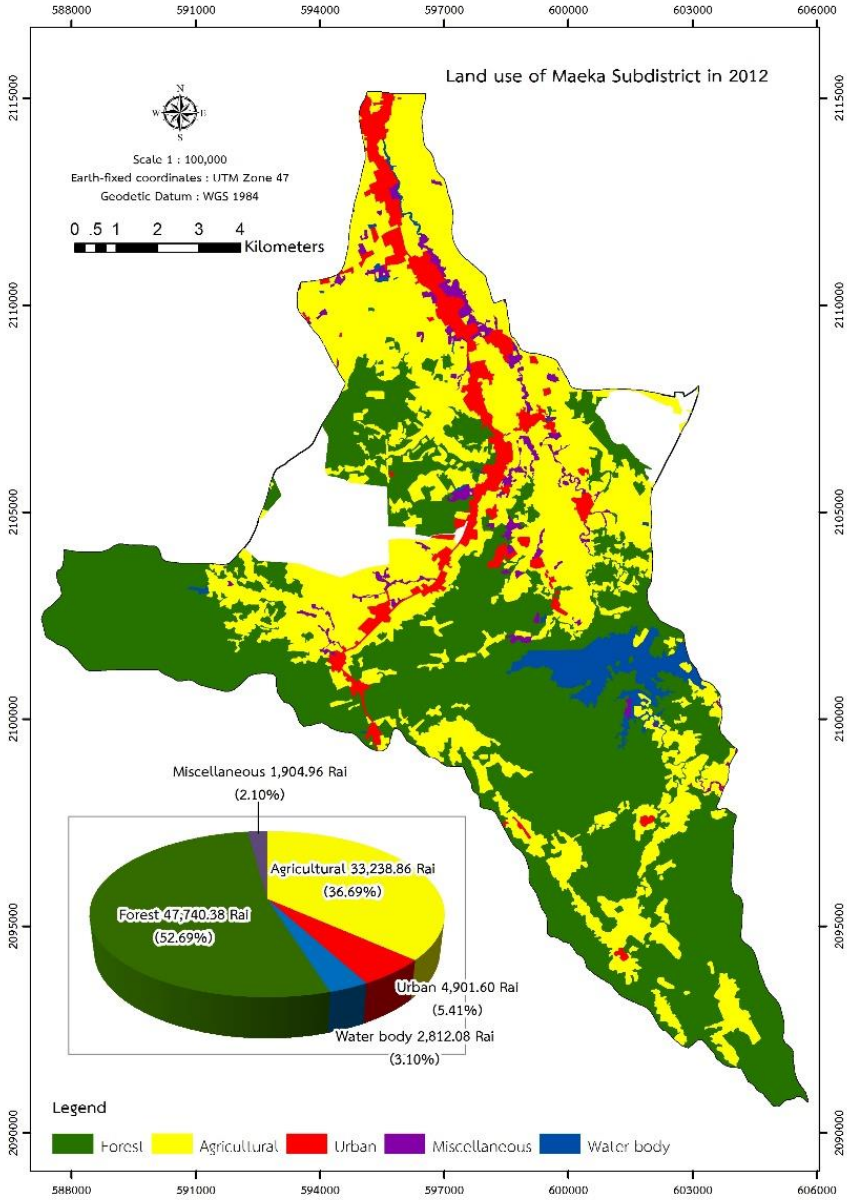


Figure 2 Land use characteristics of Maeka subdistrict in 2012.

1.3 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2555

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับ (overlay) ระหว่างข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2545 และ 2555 โดยใช้โปรแกรมประมวลผลข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่า ป่าไม้มีพื้นที่ลดลง ซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น มีการอพยพของราษฎรเข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำเกษตรกรรมหรือก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย สำหรับพื้นที่เกษตรกรรม พบว่า มีพื้นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการอพยพของประชากรเข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่ ทำให้จำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น และมีการขยายพื้นที่เกษตรกรรมเป็นวงกว้าง ทั้งพืชไร่ พืชสวน และไม้ยืนต้น ได้แก่ ยางพารา ส่วนการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุมชน พบว่า มีพื้นที่เพิ่มขึ้น จากประชากรที่เข้ามาอยู่อาศัยในพื้นที่ ทำให้เกิดการขยายตัวของที่อยู่อาศัย รวมถึงการสร้างอาคารร้านค้า หอพักเพื่อรองรับนิสิตนักศึกษาจากการตั้งมหาวิทยาลัยในพื้นที่

เมื่อพิจารณารูปแบบการเปลี่ยนแปลงใน 3 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าไม้เป็นเกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าไม้เป็นที่อยู่อาศัยและชุมชน และการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่เกษตรกรรมเป็นที่อยู่อาศัยและชุมชน พบว่า พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นเกษตรกรรมมากถึง 6,181.94 ไร่ เนื่องจากการบุกรุกเพื่อทำการเกษตรกรรมและชุมชน พื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นพื้นที่ชุมชน 305.13 ไร่ และพื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนเป็นพื้นที่ชุมชน 459.01 ไร่ โดยพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด ได้แก่ บ้านหม้อแกงทอง บ้านโทกหวาก และบ้านแม่ต๋ำน้อย

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2555 แสดงดัง Figure 3 และ 4

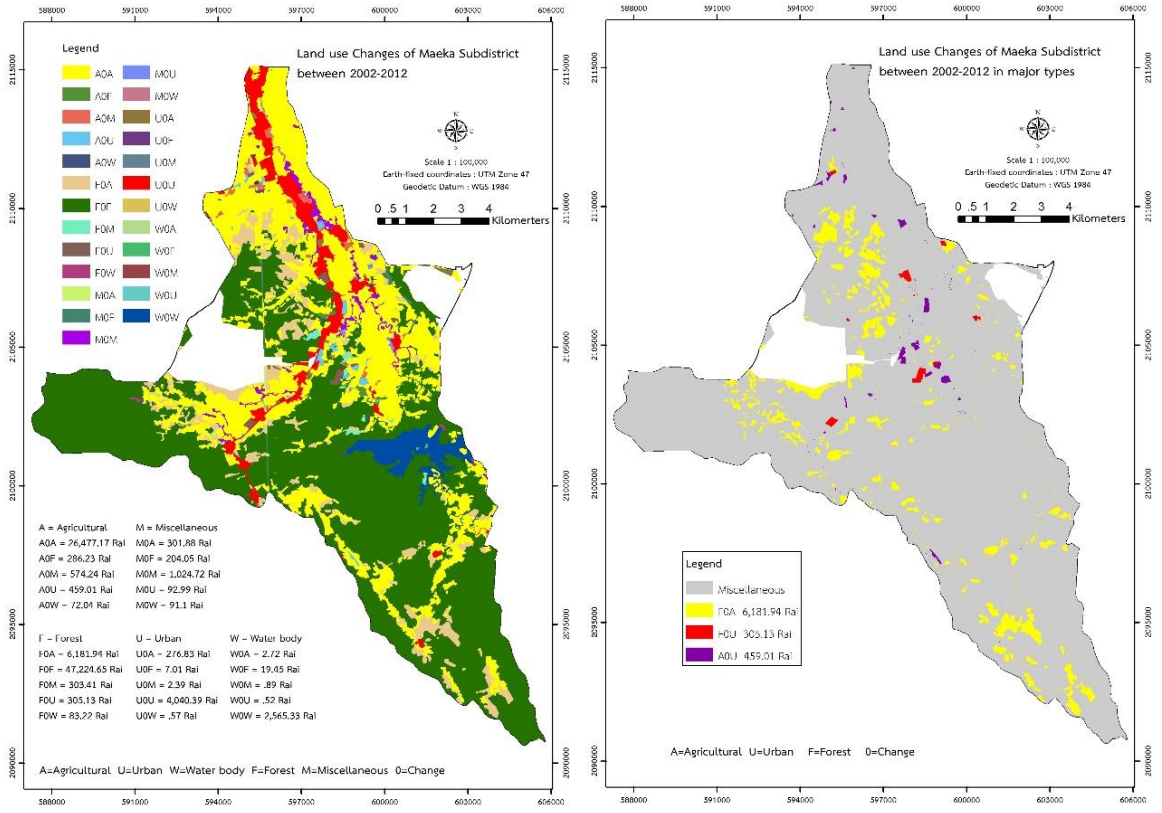


Figure 3 Land use changes of Maeka subdistrict between 2002 and 2012.

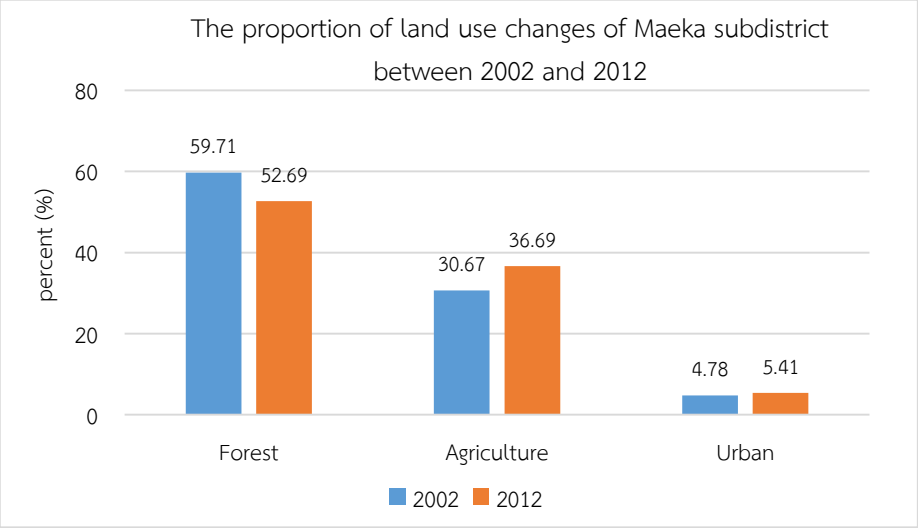


Figure 4 The proportion of land use changes of Maeka subdistrict between 2002 and 2012.

2. รูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนตำบลแม่กา

จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามเกี่ยวกับรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ตำบลแม่กา ระหว่างในอดีตก่อนการจัดตั้งมหาวิทยาลัยพะเยากับการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน จากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ ผู้ใหญ่บ้าน ปราชญ์หรือผู้อาวุโสของหมู่บ้าน และเกษตรกร สามารถแสดงรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ได้ดังนี้

2.1 การใช้ประโยชน์ไม้ใช้สอยและไม้เชื้อเพลิง

จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามหมู่บ้านในตำบลแม่กาทั้ง 18 หมู่บ้าน พบว่า ไม้ใช้สอยจากป่าธรรมชาติที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ สัก ประดู่ แดง และมะค่า โดยมีจำนวนหมู่บ้านที่มีการใช้ประโยชน์ทั้งสิ้นจำนวน 15, 13, 9 และ 8 หมู่บ้าน ตามลำดับ ไม้ใช้สอยที่กล่าวถึงได้แก่ ไม้แปรรูป ไม้เพื่อการก่อสร้าง และเฟอร์นิเจอร์ ในขณะที่ไม้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ได้จากต้นมะขาม ลำไย และลิ้นจี่ที่มีอายุมากและสภาพทรุดโทรมแล้ว โดยมีจำนวนหมู่บ้านที่มีการใช้ประโยชน์ทั้งสิ้นจำนวน 10, 9 และ 7 หมู่บ้าน ตามลำดับ ซึ่งในรอบ 10 ปีที่ผ่านมามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์จากป่าธรรมชาติค่อนข้างมาก โดยเฉพาะไม้ใช้สอยที่อยู่ในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยซึ่งชุมชนไม่สามารถเข้าไปใช้ประโยชน์ได้เหมือนเดิม ส่วนพื้นที่อื่นๆ ได้แก่ บริเวณป่าเสื่อมโทรมที่อยู่ติดกับชุมชนหรือป่าตามหัวไร่ปลายนา ยังคงมีการใช้ประโยชน์อยู่บางส่วน แต่ก็ลดลงด้วยสภาพความอุดมสมบูรณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปและการขยายพื้นที่เกษตรกรรมเข้าไปในเขตป่าไม้มากขึ้น การใช้ประโยชน์ไม้ใช้สอยและไม้เชื้อเพลิง แสดงดัง Table 3 และ Table 4

2.2 การใช้ประโยชน์จากการเก็บหาของป่า

จากการสำรวจข้อมูลภาคสนามหมู่บ้านในตำบลแม่กาทั้ง 18 หมู่บ้าน พบว่า ของป่าที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ หน่อไม้ โดยพบการใช้ประโยชน์จากทั้ง 18 หมู่บ้าน รองลงมาคือ เห็ด จำนวน 17 หมู่บ้าน และสมุนไพร จำนวน 15 หมู่บ้าน ในขณะที่ของป่าประเภท ผักหวาน น้ำผึ้ง และไผ่ มีการใช้ประโยชน์ทั้งสิ้นจำนวน 12, 10 และ 9 หมู่บ้าน ตามลำดับ ซึ่งในรอบ 10 ปีที่ผ่านมามีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์จากการเก็บหาของป่าค่อนข้างมาก โดยเฉพาะพื้นที่มหาวิทยาลัยที่เคยเป็นแหล่งเก็บหาหน่อไม้ เห็ด และผักหวานของชุมชนต่างๆ ทั้งชุมชนที่อยู่ติดกับพื้นที่นี้และชุมชนอื่นๆ ที่เคยเข้ามาใช้ประโยชน์ เมื่อมีการเข้ามาใช้พื้นที่เป็นมหาวิทยาลัยจึงทำให้ชุมชนไม่สามารถเข้ามาเก็บหาของป่าได้ตามปกติ แต่ทั้งนี้ในปัจจุบันชุมชนยังคงมีการเก็บหาของป่าในบริเวณอื่นๆ ได้ตามปกติเมื่อถึงฤดูกาลที่เหมาะสม โดยของป่าที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ หน่อไม้ เห็ด สมุนไพร และผักหวาน โดยพบการใช้ประโยชน์ทั้งสิ้นจำนวน 13, 10, 9 และ 6 หมู่บ้าน ตามลำดับ

Table 3 Utilization of woods and fuel woods in Maeka subdistrict (in 2002 and the past time).

Villages	Woods (Lumber)	Fuel woods
1. Mo Kaeng Thong	Teak, Burma padauk, Reddish	Tamarind, Lychee
2. Huai Kian	Teak, Burma padauk	Lychee
3. Maeka Luang	Teak, Burma padauk, Yang naa	Tamarind
4. Maeka Thok Wak (1)	Teak, Burma padauk, Reddish	Tamarind
5. Mae Tam Boon Yong (1)	Teak, Burma padauk	Tamarind
6. Maeka Rai	Teak, Reddish	Longan
7. Ban Bua	Burma padauk, Maca	Longan, Lychee
8. Mae Tam Boon Yong (2)	Teak, Burma padauk, Maca	Longan, Lychee, Tamarind
9. Mae Tam Boon Yong (3)	Burma padauk, Reddish, Maca	Longan
10. Maeka Tha Kam	Teak, Reddish, Maca	Tamarind
11. Mae Tam Boon Yong (4)	Teak, Maca	Longan, Tamarind
12. Maeka Hua Thung	Teak, Burma padauk, Reddish	Longan, Tamarind
13. Nong Kaew	Teak, Burma padauk, Maca	Longan
14. Maeka Rai Diew	Teak, Burma padauk, Reddish	Lychee, Tamarind
15. Kaset Suk	Teak, Reddish	Longan
16. Maeka Huai Kian	Teak, Burma padauk, Maca	Longan, Lychee, Tamarind
17. Maeka Thok Wak (2)	Burma padauk, Maca	Lychee
18. Mae Tam Noi	Teak, Reddish	Tamarind

สำหรับแมลงที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ จักจั่น แมงมัน ต่อ และกว่าง ซึ่งยังมีการเข้าไปเก็บหานำมาใช้ประโยชน์เพื่อการยังชีพอย่างต่อเนื่อง แต่มีจำนวนหมู่บ้านที่พบการใช้ประโยชน์อย่างเด่นชัดลดลงจาก 8 หมู่บ้าน เหลือเพียง 5 หมู่บ้าน โดยในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา จากการเข้ามาใช้พื้นที่เป็นมหาวิทยาลัย รวมทั้งการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนและเกษตรกรรมอย่างต่อเนื่อง ทำให้แมลงเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณป่าไม้ที่มีความอุดมสมบูรณ์ปลอดภัย และอยู่ห่างไกลจากพื้นที่ชุมชนและเกษตรกรรม จึงพบว่าแมลงมีปริมาณน้อยลงและชุมชนใช้ประโยชน์ได้ยากขึ้น

การใช้ประโยชน์จากการเก็บหาของป่า แสดงดัง Table 5, 6 และ Figure 5, 6

Table 4 Utilization of woods and fuel woods in Maeka subdistrict (in 2012 and present time).

Villages	Woods (Lumber)	Fuel woods
1. Mo Kaeng Thong	Teak, Burma padauk	Tamarind, Lychee
2. Huai Kian	-	Lychee
3. Maeka Luang	Teak, Burma padauk	Tamarind
4. Maeka Thok Wak (1)	Teak	Tamarind
5. Mae Tam Boon Yong (1)	-	Tamarind
6. Maeka Rai	Teak, Reddish	Longan
7. Ban Bua	Burma padauk	Lychee, Longan
8. Mae Tam Boon Yong (2)	Teak	Lychee, Longan
9. Mae Tam Boon Yong (3)	-	Longan
10. Maeka Tha Kam	Teak, Maca	Tamarind
11. Mae Tam Boon Yong (4)	Teak	Tamarind
12. Maeka Hua Thung	Teak	Longan
13. Nong Kaew	Maca	Longan
14. Maeka Rai Diew	Teak, Burma padauk	Tamarind
15. Kaset Suk	Teak	Longan
16. Maeka Huai Kian	-	Lychee
17. Maeka Thok Wak (2)	Burma padauk	Tamarind
18. Mae Tam Noi	Teak, Reddish	Tamarind

Table 5 Utilization of forest products in Maeka subdistrict (in 2002 and the past time).

Villages	mushroom	bamboo shoot	bamboo	Pakwan	herb	honey	insect
1. Mo Kaeng Thong	√	√	√	√	√		
2. Huai Kian	√	√	√	√			√
3. Maeka Luang	√	√	√	√	√	√	√
4. Maeka Thok Wak (1)	√	√		√	√	√	√
5. Mae Tam Boon Yong (1)	√	√			√		√
6. Maeka Rai	√	√	√		√	√	
7. Ban Bua	√	√			√		
8. Mae Tam Boon Yong (2)	√	√		√	√	√	
9. Mae Tam Boon Yong (3)	√	√	√	√	√	√	
10. Maeka Tha Kam	√	√		√	√	√	
11. Mae Tam Boon Yong (4)	√	√		√	√		
12. Maeka Hua Thung	√	√		√	√		
13. Nong Kaew	√	√	√		√		√
14. Maeka Rai Diew	√	√		√		√	√
15. Kaset Suk	√	√	√	√	√		
16. Maeka Huai Kian	√	√	√	√	√	√	√
17. Maeka Thok Wak (2)	√	√			√	√	
18. Mae Tam Noi		√	√			√	√

Table 6 Utilization of forest products in Maeka subdistrict (in 2012 and present time).

Villages	mushroom	bamboo shoot	bamboo	Pak-wan	herb	honey	insect
1. Mo Kaeng Thong	√	√	√	√	√		
2. Huai Kian	√	√	√	√			√
3. Maeka Luang	√	√		√		√	√
4. Maeka Thok Wak (1)		√			√		√
5. Mae Tam Boon Yong (1)		√					
6. Maeka Rai	√	√			√		
7. Ban Bua	√	√			√		
8. Mae Tam Boon Yong (2)							
9. Mae Tam Boon Yong (3)			√				
10. Maeka Tha Kam	√	√		√	√	√	
11. Mae Tam Boon Yong (4)							
12. Maeka Hua Thung	√	√		√	√		
13. Nong Kaew		√	√		√		
14. Maeka Rai Diew	√	√		√		√	
15. Kaset Suk	√	√		√	√		
16. Maeka Huai Kian			√	√			√
17. Maeka Thok Wak (2)	√				√		
18. Mae Tam Noi		√		√		√	√

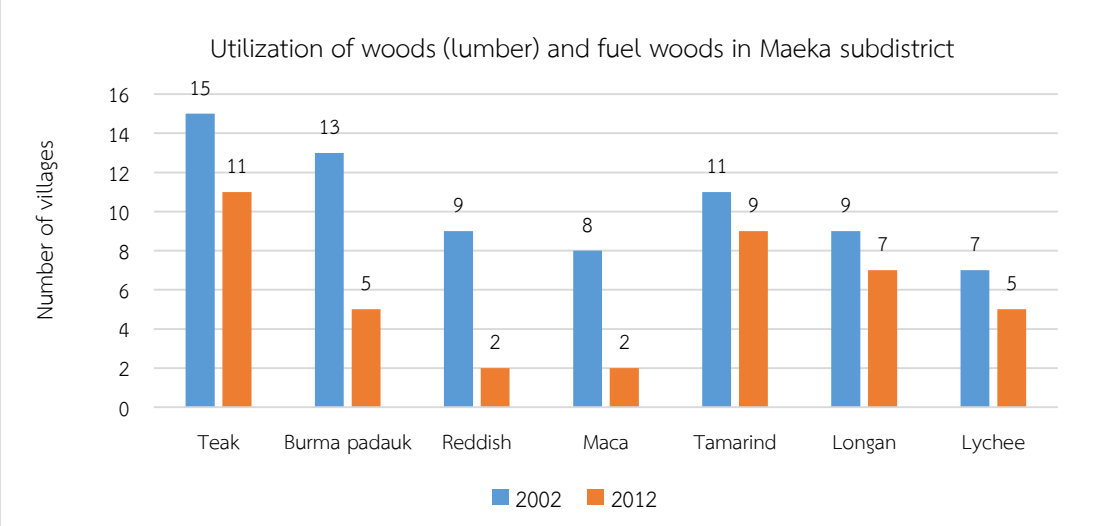


Figure 5 Utilization of woods (lumber) and fuel woods in Maeka subdistrict.

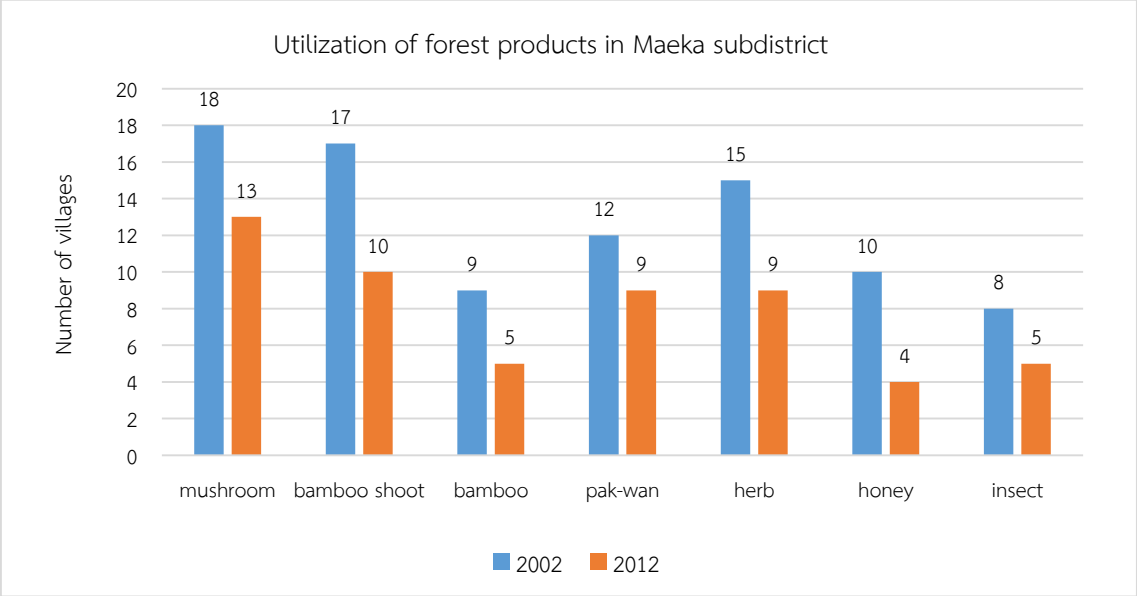


Figure 6 Utilization of forest products in Maeka subdistrict

สรุป

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2545 และปีพ.ศ. 2555 พบว่า มีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้อย่างต่อเนื่อง โดยเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากถึง 6,181.94 ไร่ และเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัยและชุมชนจำนวน 305.13 ไร่ อันเป็นผลมาจากการขยายพื้นที่เกษตรกรรมและการขยายพื้นที่รองรับการขยายตัวของชุมชนโดยรอบมหาวิทยาลัยพะเยา สำหรับรูปแบบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ในอดีตพบว่า ไม้ใช้สอยที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ สัก ประดู่ แดง และมะค่า ในขณะที่ไม้เชื้อเพลิงส่วนใหญ่ได้จากต้นมะขาม ลำไย และลิ้นจี่ที่มีอายุมากและสภาพทรุดโทรมแล้ว ส่วนของป่าที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ หน่อไม้ เห็ด สมุนไพร ผักหวานน้ำผึ้ง และไผ่ สำหรับแมลงที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ จักจั่น แมงมัน ต่อ และกว่าง การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ได้ส่งผลต่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะพื้นที่มหาวิทยาลัยพะเยาที่เคยเป็นแหล่งไม้ใช้สอยและแหล่งเก็บหาของป่าของชุมชน เมื่อมีการเข้ามาใช้ประโยชน์พื้นที่จึงทำให้ชุมชนไม่สามารถเข้ามาเก็บหาของป่าได้ตามปกติ ในขณะที่สัตว์ป่าได้เคลื่อนย้ายไปยังบริเวณป่าไม้ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ปลอดภัย และอยู่ห่างไกลจากพื้นที่ชุมชนและเกษตรกรรม จึงพบเห็นได้น้อยลงและชุมชนนำมาใช้ประโยชน์ได้ยากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมแผนที่ทหารสำหรับภาพถ่ายทางอากาศออร์โธสี ปี พ.ศ. 2545 ขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดินสำหรับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณตำบลแม่กา ปี พ.ศ. 2555 ตลอดจนผู้นำชุมชน ผู้ใหญ่บ้าน ปราชญ์ของหมู่บ้านที่อำนวยความสะดวกและให้การสนับสนุนสำหรับการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

พลอยไพลิน เมืองมูล. 2558. **การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเนื่องจากการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราในอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก**. วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เยาวเรศ จันทะคัต. 2542. **การใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อศึกษาแนวโน้มการใช้ที่ดินเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่และตาก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุทธินี ดนตรี. 2544. **ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจจากระยะไกล**. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สมใจ ธาระพุฒ. 2543. **การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมพร สง่าวงศ์. 2552. **การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมดิน และการประยุกต์.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สถานการณ์และแนวทางการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
The Situations of Haze Pollution and Guidelines for Resolving the Problem in MaeKa Sub-district, Mueang District, Phayao Province

ณัฏฐ์ดนัย ประเทืองบริบูรณ์[1*] พงษ์สนิท คุณนะลา[2] และ วรินยุพา คงสนุ่น[3]
Nathdanai Pratuangboriboon[1*], Pongsanit Koonnala[2] and Warinyupa kongsanoon[3]
[1] คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง 52100
[1]Faculty of Humanities and Social Science, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100
[2]คณะรัฐศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, [3]คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
[2]School of Political and Social Science, University of Phayao. [3]School of Dentistry, University of Phayao. Phayao 56000
* Corresponding Author; E-mail: **nathdanaipg@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาสถานการณ์ปัญหา และแนวทางแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า เป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยากและทวีความรุนแรงมากขึ้นในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนของทุกปี ส่งผลต่อระบบสังคม ระบบเศรษฐกิจ และระบบนิเวศน์ที่ขาดความสมดุลนำไปสู่ภาวะโลกร้อนจนเป็นสาเหตุของภัยธรรมชาติต่างๆ ดังนั้น แนวทางในการแก้ไขปัญหาหมอกควัน จึงประกอบด้วยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาของชุมชนโดยตรง คือ 1) ผู้นำ/สมาชิกชุมชนที่ต้องสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจและมีส่วนร่วมมือและปฏิบัติด้วยความเต็มใจ 2) หน่วยงานรัฐ/เครือข่าย ที่ต้องพิจารณาทรัพยากรที่เกี่ยวข้องและงบประมาณในการขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหา จึงจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม และ 3) กระบวนการจัดการชุมชน ผ่านการเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกของชุมชน เพื่อการหาแนวทางแก้ไขปัญหาและตอบสนองต่อความต้องการได้ตรงตามความเป็นจริงที่สุดด้วยการสร้างปทัสถานของชุมชน
คำสำคัญ: สถานการณ์หมอกควัน ปัญหาหมอกควัน แนวทางการแก้ไขปัญหาหมอกควัน

ABSTRACT

This qualitative research was conducted to investigate situation of haze pollution; explore solutions to solve the problem in MaeKa Sub-district, Mueang District, Phayao Province. It was found that the haze pollution was difficult to resolve; and intensified during February to April every year. Haze pollution affected social, economic and ecological systems. It also contributed to system imbalance, leading to global warming which is the major cause of various natural disasters. Therefore, the guidelines for solving the haze pollution in MaeKa SubDistrict, Mueang District, Phayao Province consisted of factors directly related to and affecting the success of problem solving in the community. These factors were: 1) leader/community member, who must understand the situation and are willing to collaboratively implement relevant guidelines; 2) government agency/network, who must consider and provide appropriate resources and budgets to drive the concrete implementation of the solutions; 3) community management process, which could be facilitate among the community members in order to find proper solution and address the actual community need by developing the community norms.
Key words: Haze situation, Haze pollution, Measure to solve haze pollution

คำนำ

คุณภาพอากาศที่ไม่ดีสามารถฆ่าผู้คนได้ ข้อมูลจากองค์การอนามัยโลกระบุว่า ในปี 2559 คุณภาพอากาศที่ไม่ดีทั่วโลก ก่อให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร 4.2 ล้านคน ซึ่งร้อยละ 90 ของผู้เสียชีวิต อาศัยอยู่ในประเทศที่มีรายได้ต่ำและปานกลาง หมอกควันเป็นภัยคุกคามต่อสุขภาพของคน มลพิษทางอากาศสัมพันธ์กับอัตราที่สูงขึ้นของโรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง และโรคระบบทางเดินหายใจ เช่นโรคหอบหืด ตามการประมาณการของ American Lung Association ระบุข้อมูลผู้คนในสหรัฐอเมริกาเกือบ 134 ล้านคนหรือมากกว่าร้อยละ 40 ของประชากรทั้งหมดมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคและการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเนื่องจากมลพิษทางอากาศ โดยผลกระทบเหล่านั้นเกิดจากการสัมผัสมลพิษทางอากาศเป็นเวลานาน และในระยะเวลาอันสั้นยังสามารถทำให้เกิดปัญหาการจามและไอ การระคายเคืองตา ปวดศีรษะและเวียนศีรษะ อนุภาคของฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (จำแนกเป็น PM_{10} และที่มีขนาดเล็กกว่า $PM_{2.5}$) มีความเสี่ยงต่อสุขภาพเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากสามารถหายใจเข้าไปในส่วนลึกของปอดและอาจข้ามเข้าสู่กระแสเลือดได้ (Nunez, 2019) ขณะที่ Wibulpolprasert and Tunmuntong, (2019) ระบุว่า การเพิ่มมลพิษทางอากาศในประเทศไทย เกิดจากฝุ่นละอองอันตรายที่เรียกว่า $PM_{2.5}$ ทำให้หลายคนตั้งคำถามว่าภัยคุกคามนี้มาจากไหน ตามที่นักวิชาการหลายท่านและกรมควบคุมมลพิษทำการศึกษา พบว่า เกิดขึ้นจากการปล่อยไอเสียรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นหนึ่งในสาเหตุหลัก และอีกประการหนึ่งคือการเผาป่าของผู้ทำการเกษตร โดยที่ $PM_{2.5}$ เป็นหนึ่งในมลพิษหลักที่รวมอยู่ในการวัดดัชนีคุณภาพอากาศที่เป็นภัยต่อสุขภาพ หากมีค่าต่ำกว่า 30 อยู่ในระยะปลอดภัย แต่ถ้ามีค่าสูงกว่า 150 แสดงว่าอยู่ในขั้นวิกฤต ก่อให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในประเทศไทยประมาณ 37,500 คน ในปี พ.ศ. 2558 (อริศรา, 2562) ซึ่งปริมาณมลพิษขนาดเล็กนี้มีจำนวนมากและเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในภาคเหนือของประเทศไทย

เมื่อกล่าวถึงปัญหาหมอกควันในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย นับว่ามีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของประชาชน ซึ่งความรุนแรงของปัญหาโดยทั่วไปปรากฏชัดเจนในช่วงฤดูแล้ง (ห้วงเดือนธันวาคม- เมษายน) และจะวิกฤตที่สุดในเดือนมีนาคมของทุกปี ที่มีสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน เนื่องจากหมอกควันในส่วนใหญ่เกิดจากการเผาพื้นที่ป่าหรือพื้นที่โล่งทั้งในประเทศและประเทศเพื่อนบ้านเพื่อการเกษตรกรรม และลักษณะภูมิประเทศหลายพื้นที่ในภาคเหนือมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ ก่อให้เกิดการสะสมของสารมลพิษที่ไม่สามารถแพร่กระจายได้ รวมไปถึงสาเหตุอื่นๆ เช่นการคมนาคมที่เพิ่มขึ้น การเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และไฟป่า ซึ่งมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ประกอบกับสภาวะอากาศที่นิ่งจึงทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานโดยไม่ตกลงสู่พื้นดิน ทำให้เกิดสภาพฟ้าหลัวซึ่งส่งผลกระทบต่อทัศนวิสัยและสุขภาพ โดยจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากหมอกควัน ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน และพะเยา (เศรษฐ์ และคณะ, 2561) ซึ่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น โดยรายงานของกรมควบคุมมลพิษ (2560) ระบุว่ากลุ่มผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจทุกชนิดซึ่งได้รับผลกระทบจากปัญหามลภาวะทางอากาศในปี 2559 จังหวัดเชียงใหม่มีจำนวนมากที่สุด โดยพบถึง 74,799 ราย และหากคำนวณรวมผู้ป่วยหมดในภาคเหนือจะมีจำนวนสูงถึง 303,498 ราย

จังหวัดพะเยาถือเป็น 1 ใน 9 จังหวัดภาคเหนือ ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควัน ซึ่งจากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศของจังหวัดพะเยา พบว่า ปี พ.ศ. 2559 มีจำนวนวันที่ค่า PM_{10} สูงเกินค่ามาตรฐาน 22 วัน และมีค่าสูงสุดเท่ากับ 210 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รวมทั้งจุดความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2558 โดยในปี พ.ศ. 2559 มีจุดความร้อนในช่วงเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม ทั้งหมด 419 จุด (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) และตามสถิติ ปี 2554-2558 พบว่า พื้นที่อำเภอเมือง มีจำนวนจุดความร้อนมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ตำบลแม่กา มีจำนวนจุดความร้อนมากที่สุด ตำบลแม่กามีจำนวนจุดความร้อนทั้งหมดรวม 79 จุด (คณะทำงานจัดทำแผนปฏิบัติการแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควัน จังหวัดพะเยา, 2555) ทั้งนี้ ตำบลแม่กา มีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่มและที่ราบเชิงเขา ประชาชนส่วนใหญ่มีการทำอาชีพทำการเกษตรเป็นหลัก การเผาต่าง ๆ ส่วนใหญ่เกิดขึ้น ณ พื้นที่ป่าและพื้นที่ทำการเกษตร สาเหตุการเผาเกิดขึ้นมาจากการทำการเกษตรในที่ราบเชิงเขา โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งการปลูกข้าวโพด และการหาของป่า (เทศบาลตำบลแม่กา, 2560) นอกจากนี้เมื่อเกิดไฟป่าในบริเวณที่ราบเชิงเขา อุปสรรคสำคัญ คือ การเข้าไปดับไฟป่า เนื่องจากรถดับเพลิงไม่สามารถเข้าถึงจุดที่เกิดไฟป่าได้ ซึ่งจากสภาพปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาสถานการณ์ปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
2. เพื่อวิเคราะห์การแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา
3. เพื่อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้ จึงมุ่งศึกษาถึงสถานการณ์ของปัญหาหมอกควันเพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุ อุปสรรค และปัญหาที่นำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ได้อย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควันอีกด้วย จึงได้กำหนดวิธีการการวิจัยไว้ดังนี้

เครื่องมือในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อเข้าไปศึกษาสถานการณ์ปัญหาหมอกควันในในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ด้วยแนวคิดการวิเคราะห์สถานการณ์ ดังที่ กุลชลี (2557) ระบุว่า การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมจะเป็นกระบวนการค้นหาข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และการใช้ข้อมูลที่เป็นระบบเพื่อวัตถุประสงค์ในการกำหนดยุทธศาสตร์ รวมทั้งสามารถตรวจสอบสภาพการณ์และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในสังคม เรียกว่า PESTLE Analysis ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ภาพรวม ตลอดจนปัจจัยที่จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ 6 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยด้านการเมือง 2) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ 3) ปัจจัยด้านสังคม 4) ปัจจัยด้านเทคโนโลยี 5) ปัจจัยด้านกฎหมาย และ 6) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เพื่อตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ในส่วนวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ได้นำตัวแบบทางทฤษฎีการนำนโยบายไปปฏิบัติ: ตัวแบบเชิงบูรณาการ ตามแนวคิดของ วรเดช (2551) ที่อธิบายถึงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการของการนำนโยบายไปปฏิบัติด้านต่างๆ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ปัญหาด้านสมรรถนะของหน่วยงานที่นำนโยบายไปปฏิบัติ 2) ปัญหาด้านการควบคุม หรือมาตรฐานในการปฏิบัติงานสอดคล้องกับแนวทางปฏิบัติงานรวมเพียงใด 3) ปัญหาด้านความร่วมมือและการต่อต้านการเปลี่ยนแปลง 4) ปัญหาด้านอำนาจและความสัมพันธ์กับองค์กรอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเน้นการเผชิญหน้า การแสวงหาความสนับสนุน การเจรจาต่อรองในการจัดสรรทรัพยากร หรือผลประโยชน์ระหว่างหน่วยงานหรือองค์กรต่างๆ และ 5) ปัญหาด้านการสนับสนุนและความผูกพันขององค์กรหรือบุคคลสำคัญ นอกจากนี้ ยังใช้วิธีการสนทนากลุ่มเพื่อค้นหาคำตอบตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 โดยนำแนวคิดกระบวนการเรียนรู้ชุมชน ดังที่ วชิรวชัร (2556) อธิบายว่า การเรียนรู้เป็นการเสียสละที่จะทำงานให้กับส่วนรวมโดยการอาสาร่วมงาน การร่วมคิด ริเริ่มสร้างสรรค์ให้กับชุมชน ให้สามารถอยู่รอดและพึ่งตนเองได้ โดยพึ่งพาทรัพยากรท้องถิ่น สอดคล้องกับสมรรถนะของชุมชน การปฏิบัติได้จริง ความสำเร็จจึงจะเกิดขึ้นได้อย่างยั่งยืน องค์ประกอบของการจัดกระบวนการเรียนรู้ในชุมชนประกอบด้วย 1) การรวบรวมคน 2) การระดมสมองเพื่อระดมความคิด 3) รวมพลังการจัดการตามแผนงานและบทบาทหน้าที่กำหนด 4) ร่วมสรุปบทเรียนเพื่อสร้างพลังปัญญาเพื่อนำไปสู่การพัฒนา และ 5) ร่วมรับผลจากการกระทำให้เกิดความภาคภูมิใจและมีความสุขจากการทำงานร่วมกัน

วิธีในการค้นหาคำตอบข้างต้นสามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังภาพต่อไปนี้

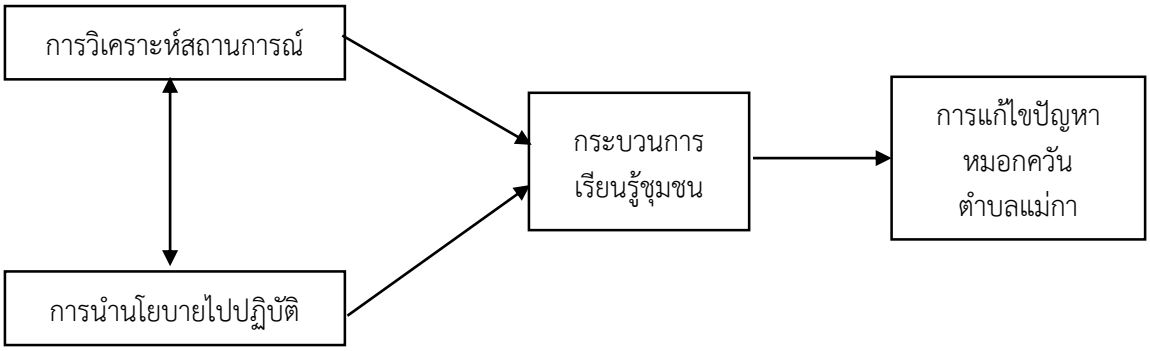


Figure 1 Conceptual Framework

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลัก คือ ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินนโยบายแก้ไขปัญหาหมอกควันในตำบลแม่กา แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ผู้นำชุมชน 18 หมู่บ้าน จำนวน 18 คน 2) ตัวแทนชุมชน จาก 18 หมู่บ้าน หมู่บ้านละ 2 คน จำนวน 36 คน และ 3) ตัวแทนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 8 หน่วยงาน หน่วยงานละ 1 ท่าน ได้แก่ ตัวแทนจากที่ทำการปกครองอำเภอ เทศบาลตำบลแม่กา สำนักงานป่าไม้จังหวัดจังหวัดพะเยา มณฑลทหารบกที่34 สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดพะเยา สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดพะเยา โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลแม่กา และมหาวิทยาลัยพะเยา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาจำแนกหมวดหมู่ตามประเด็นต่างๆ เพื่อหาข้อมูลสำคัญตามข้อเท็จจริงของแต่ละกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักให้ครอบคลุมประเด็นที่จะศึกษาร่วมกับเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสังเคราะห์ร่วมกันในการสนทนากลุ่มจากผู้เกี่ยวข้องที่ไม่ใช่กลุ่มผู้ให้สัมภาษณ์ จำนวน 12 คน เพื่อหาบทสรุปและทางการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ผลและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์ปัญหาหมอกควัน ในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา พบว่าเกิดสถานการณ์ไฟป่าขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมีนาคมของทุกปี ถึงแม้จะสามารถควบคุมไฟในพื้นที่ราบเชิงเขาบริเวณเขตชุมชนไว้ได้ แต่ยังต้องเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด ไม่ให้ลามเข้าเขตชุมชนบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยพะเยา และมหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย (มจร.) วิทยาเขตพะเยา เนื่องจากมีหอพักนักศึกษาและกิจการพาณิชย์อยู่เป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ค่าหมอกควันในพื้นที่ยังคงเกินมาตรฐาน ซึ่งผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจุดตรวจวัดตำบลบ้านต๋อม อำเภอเมือง พบปริมาณฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีค่า 91 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (µg/m3) ค่า pm10 อยู่ที่ 106 ส่วนค่า AQI อยู่ที่ 201 ยังคงอยู่ในระดับสีแดง โดยสาเหตุสำคัญของการเกิดหมอกควันของตำบลแม่กา คือ การเผาป่าทั้งบริเวณสองข้างทาง บริเวณพื้นที่ป่า และพื้นที่ทำการเกษตร ซึ่งการเผาเกิดจากประชาชนในชุมชนเอง แต่ปัญหาที่แก้ไขยาก คือ คนนอกพื้นที่เข้ามาหาของป่าในพื้นที่ของหลายหมู่บ้าน มาเผาหาเห็ดในป่าของหมู่บ้าน ไม่ตระหนักถึงปัญหาที่ตามมา เพราะไม่ใช่คนในหมู่บ้านคนหาของป่าเพื่อนำไปขาย มีความเชื่อที่ว่า การเผาป่าจะทำให้เกิดผักหวาน ทำให้เห็ดมีปริมาณมาก การลักลอบเผาป่าจึงยังคงมีอยู่ และเมื่อเกิดไฟป่าขึ้นแล้วยากที่จะหาตัวผู้ที่กระทำผิด สอดคล้องกับ ดามร (2561) ที่ระบุว่า การจัดการกับผู้ก่อปัญหาในพื้นที่ทำได้ยาก เนื่องจากผู้จุดไฟเผามักจะไม่ปรากฏตัวในที่เกิดเหตุ จึงแทบจะเป็นไปได้ยาก

ในการจับตัวผู้เผา ประกอบกับ หลายหมู่บ้านไม่มีกฎเกณฑ์ในชุมชน และไม่กล้าบังคับใช้ เนื่องจากทุกคนในหมู่บ้านรู้จักกันทั้งหมด หากบังคับใช้อย่างจริงจังเกรงเกิดความขัดแย้งขึ้นในหมู่บ้าน ส่วนการบังคับใช้กฎหมายของภาครัฐ มีการการบังคับใช้แค่ช่วงระยะ 60 วันอันตรายเพียงเท่านั้น ผู้นำชุมชนมักจะเป็นคนกำหนดข้อเสนอในการแก้ไขปัญหา แต่ไม่ได้นำความคิดเห็นของคนในชุมชนที่เสนอในที่ประชุมประชาคมมาปฏิบัติตาม จึงทำให้ในแต่ละครั้งมีผู้เข้าร่วมในกิจกรรมต่างๆ จำนวนน้อย การตัดสินใจแก้ไขปัญหาของผู้นำชุมชนยังทำได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากงบประมาณที่ใช้ดำเนินการด้านต่างๆ ไม่เพียงพอ เช่น การซื้ออุปกรณ์ดับไฟป่า การซื้อเสบียงให้อาสาดับไฟป่า และการจ้างคนในชุมชนมาลาดตระเวนในพื้นที่ป่าชุมชน เป็นต้น แม้ว่าหน่วยงานภาครัฐจะทราบถึงปัญหาดังกล่าว แต่ด้วยงบประมาณที่ได้รับจัดสรรมาอย่างจำกัด ทำให้ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างเต็มกำลังความสามารถ สอดคล้องกับ นภสุพร และสมศักดิ์ (2555) ที่ระบุว่าประชาชนไม่ตระหนักถึงผลกระทบของการเผาที่ทำให้เกิดปัญหาหมอกควัน ดังนั้น ควรปลูกจิตสำนึกและปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ทัศนคติและวิถีการปฏิบัติแบบดั้งเดิมที่เกี่ยวกับการเผา และส่งเสริมให้ผู้นำชุมชนและชุมชนมีระบบบริหาร จัดการได้เองโดยมีส่วนร่วมในการวางแผนการป้องกันและแก้ไขปัญหาหมอกควันกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อีกทั้ง ต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เช่น การจัดตั้งกลุ่มอาสาสมัครพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของแต่ละหมู่บ้านเพื่อตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ในด้านการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยานั้น พบว่า ไม่ได้มีส่วนร่วมในการลงพื้นที่แต่มีส่วนร่วมในการนำนโยบายมาปฏิบัติร่วมกับผู้นำชุมชน ประกอบด้วย 1) สำนักงานทรัพยากร-ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมอบหมายให้ทางอำเภอจัดทำแผ่นซีดีเพื่อมอบให้กับผู้นำชุมชนนำไปประชาสัมพันธ์ ที่ทำการปกครองอำเภอจัดประชุมให้ความรู้ความเข้าใจในปัญหาหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อทุกคนในชุมชน รวมทั้งชี้แจงมาตรการการแก้ไขปัญหาหมอกควันให้แก่ผู้นำชุมชน และให้ชุมชนจัดทำประชาคมโดยมีหน่วยงานที่ร่วมจัดทำประชาคม ได้แก่ ตัวแทนจากหน่วยส่งเสริมการควบคุมไฟป่า ปลัดอำเภอ ตัวแทนจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ตัวแทนจากเทศบาลตำบลแม่กา และตัวแทนจากมหาวิทยาลัยพะเยา ต่างเข้าร่วมประชาคมเพื่อแจ้งถึงผลเสียของการเกิดปัญหาหมอกควันไฟป่า และขอความร่วมมืองดเผาเป็นประจำทุกปีก่อนถึงช่วงวิกฤติไฟป่า ซึ่งการจัดประชาคมร่วมกัน จะอยู่ในช่วง 1-2 เดือน ก่อนวิกฤต 60 วันอันตราย 2) สถานีพัฒนาที่ดินพะเยาได้ส่งเสริมการแก้ไขปัญหาหมอกควัน โดยการอบรมตัวแทน “หมอดิน” ซึ่งก็คือ ผู้นำชุมชนทุกหมู่บ้าน โดยหมอดินลงพื้นที่ให้ความรู้กับเกษตรกรในหมู่บ้าน และเป็นตัวอย่างในการนำเศษวัชพืชมาเป็นปุ๋ยหมัก 3) โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลร่วมกับเทศบาลตำบลแม่กา ส่งเสริมการคัดแยกขยะในชุมชน โดยจัดสรรเอกชนให้มารับขยะที่คัดแยกแล้ว ตามช่วงเวลาที่กำหนด 4) หน่วยส่งเสริมการควบคุมไฟป่า มอบให้ผู้นำชุมชนร่วมกับคนในชุมชนทำแนวกันไฟในพื้นที่เกษตรกรรมของตนเอง และร่วมกันทำแนวกันไฟในป่าชุมชน กิโลเมตรละ 3,000 บาท 5) มหาวิทยาลัยพะเยาร่วมให้ความรู้แก่คนในชุมชนในเรื่องผลเสียของปัญหาหมอกควัน

อย่างไรก็ดี นโยบายจากภาครัฐไม่ได้สนับสนุนให้ประชาสัมพันธ์รณรงค์ให้ความรู้ในการงดเผาตลอดทั้งปี จึงไม่สามารถลบล้างความเชื่อเดิมๆ ของคนในชุมชนบางส่วนได้ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องการให้ผู้นำชุมชนเพิ่มความถี่ในการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี โดยเน้นย้ำบทลงโทษของผู้ที่เผา เพื่อกระตุ้นให้คนในชุมชนร่วมมือกันแก้ไขปัญหาหมอกควัน รวมทั้งมีการติดตามประเมินผลจากการประชาสัมพันธ์ทุกระยะ แต่ปัญหาสำคัญได้แก่ อุปกรณ์ในการประชาสัมพันธ์ของชุมชนชำรุด มีจำนวนน้อย ไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ และถึงแม้ว่าผู้นำชุมชนได้แจ้งความจำเป็นไปทางอำเภอและเทศบาลแล้ว แต่ภาครัฐไม่มีนโยบายจัดสรรงบประมาณในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว สอดคล้องกับ จุฑามาศ (2555) ที่ระบุว่า ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานด้านประชาสัมพันธ์ ได้แก่ อุปกรณ์ปฏิบัติงานไม่เพียงพอ ซึ่งต้องพิจารณาถึงการบริหารงาน งบประมาณ และ บุคคลากร ควบคู่กันไป รวมถึงการวิเคราะห์สภาพปัญหา การประเมินผลของการประชาสัมพันธ์ ล้วนส่งผลต่อปัญหาการประชาสัมพันธ์ทั้งสิ้น เนื่องจากการประชาสัมพันธ์เป็นหัวใจขององค์การที่จะแสวงหาความร่วมมือจากหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกองค์การประกอบกับ คนในชุมชนให้ความสนใจกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาหมอกควันและไฟป่าน้อยกว่าโครงการที่มีการจัดสรรงบประมาณเพื่อมาพัฒนาหมู่บ้าน ทั้งนี้เนื่องจากคนในชุมชนเห็นว่าโครงการที่มีงบประมาณจะเกิด

ประโยชน์ของชุมชนมากกว่า อีกทั้ง เมื่อผู้นำชุมชนเปิดโอกาสให้คนในชุมชนเสนอแนะและตัดสินใจร่วมกันในการแก้ไขปัญหา กลับมีคนเพียงส่วนน้อยคนเดิมๆ ที่แสดงความคิดเห็น เป็นเหตุให้ผู้นำชุมชนเป็นผู้กำหนดข้อเสนอในการแก้ไขปัญหาเองโดยไม่ได้นำความคิดเห็นของคนในชุมชนที่เสนอไว้มาปฏิบัติแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เห็นตรงกันว่า อุปสรรคในการแก้ไขปัญหาหมอกควันเป็นผลมาจากปัจจัยด้านการจัดสรรงบประมาณในการแก้ปัญหาที่ถูกรวมศูนย์อยู่ที่ภาครัฐส่วนกลาง ความไม่กระตือรือร้นที่เพียงพอของผู้นำและสมาชิกชุมชน ตลอดจนการไม่กล้าบังคับใช้กฎของชุมชนในการแก้ไขปัญหา สอดคล้องกับ อัจฉรีย์ (2558) ที่เสนอกระบวนการแก้ไขปัญหาหมอกควันด้วยข้อตกลงผลประโยชน์ของสังคม หรือ Society Benefits Agreements ซึ่งมีลักษณะเป็น การร่วมมือกันของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในลักษณะของการเป็น หุ้นส่วนของสังคมร่วมกันดำเนินงานภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่หรือได้รับ การจัดสรรมาอย่างจำกัด โดยอาศัยการเจรจาเป็นเครื่องมือให้เกิดการประนีประนอมระหว่างประชาชนผู้อยู่อาศัยในแต่ละพื้นที่ ภาคธุรกิจ เกษตรกรรม และตัวแทนจากหน่วยงานของรัฐบาลทั้งในระดับ ท้องถิ่นและระดับภูมิภาค จนกลายเป็นข้อตกลงที่ยอมรับ ยึดถือ และยึดมั่น มีลักษณะเป็นคำมั่นสัญญา (Commitments) ในการปฏิบัติ เพื่อการพัฒนาและการแก้ไขปัญหาร่วมกัน

ในส่วนแนวทางการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา พบว่า ผู้นำและสมาชิกชุมชน ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องการให้รัฐบาลเพิ่มงบประมาณในการแก้ไขปัญหา สร้างความกระตือรือร้นของผู้นำและกรรมการหมู่บ้านต้องลงพื้นที่พูดคุยกับคนในชุมชนเพื่อขอความร่วมมือในการแก้ไขปัญหาร่วมกันมากขึ้น ควรมีการติดตามประเมินผลจากการประชาสัมพันธ์ทุกระยะ เน้นย้ำการบูรณาการและการสร้างเครือข่าย จัดทำประชาคมเพื่อรณรงค์แก้ไขปัญหา จัดทำแผนป้องกันไฟป่ารอบหมู่บ้านของตนเอง กำหนดข้อตกลงในชุมชนโดยบันทึกให้เป็นลายลักษณ์อักษรและต้องบังคับใช้กฎหมายกับผู้ที่เผาอย่างเคร่งครัด โดยเพิ่มความเข้มงวดในการบังคับใช้กฎชุมชน ปลูกจิตสำนึกให้แก่เยาวชน เพื่อกระตุ้นให้เยาวชนหวงแหนพื้นที่ป่าในชุมชน สอดคล้องกับ ปรียวรรณ (2555) ที่ระบุว่า การที่ภาครัฐเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้ว ยังต้องสร้างความรู้ความเข้าใจกับผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน จำเป็นจะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและให้เป็นรูปธรรม โดยมุ่งเน้นการสร้างเครือข่ายให้ กว้างขวางขึ้น พิจารณาในการจัดระเบียบการเผาในระยะแรกที่มีระบบอนุญาต การติดตามตรวจสอบและ ประเมินผลเพื่อลดปัญหามลพิษและหมอกควันในบางช่วงเวลาที่มีการเผาในที่โล่งเป็นจำนวนมาก และต้องดำเนินการในการบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวดและเป็นธรรมอีกด้วย

และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลผ่านการสนทนากลุ่ม พบว่า กิจกรรมที่เสริมสร้างการมีส่วนร่วมและเพื่อปลูกจิตสำนึกให้คนในชุมชน ได้แก่ การจัดทำแนวกันไฟ การคัดแยกขยะ การนำเศษวัชพืชมาทำเป็นปุ๋ยหมัก เป็นกิจกรรมที่คนในชุมชนไม่ได้มีส่วนร่วมในการกำหนดกิจกรรม เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่รัฐกำหนดมาให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้นำชุมชนร่วมกันรณรงค์ให้คนชุมชนปฏิบัติตาม แต่ประชาชนให้ความร่วมมือด้วยดี และเห็นว่าการทำประชาคมเป็นช่องทางการสื่อสารเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเรื่องภัยของหมอกควัน และเป็นช่องทางที่ผู้นำชุมชนสามารถสื่อสารให้คนในชุมชนหันมาร่วมกันแก้ไขปัญหาหมอกควันได้ แต่นโยบายจากภาครัฐที่ดำเนินการรณรงค์ ประชาสัมพันธ์และการบังคับใช้กฎหมายมีเพียงแค่ช่วง 60 วันอันตรายเท่านั้น ซึ่งเป็นเวลาที่สั้นเกินไป ประกอบกับผู้นำชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่สามารถสะท้อนอุปสรรคในการแก้ไขปัญหาหมอกควันในระดับชุมชนกลับไปถึงรัฐบาลเพื่อรับทราบและปรับปรุงนโยบายให้สอดคล้องกับพื้นที่ได้ สอดคล้องกับ ณภัทร (2558) ที่ระบุว่า มีหน่วยงานน้อยมากที่จะเข้ามาผลักดันภารกิจให้สำเร็จลุล่วง ไม่มีการจัดตั้งศูนย์เครื่องจักรกลทางการเกษตรอย่างเป็นรูปธรรม ขาดการปฏิบัติงานด้านการส่งเสริมเกษตรปลอดการเผาอย่างจริงจัง รวมถึงมาตรการ ข้อบังคับ เทศบัญญัติ ยังไม่มีการตราขึ้นมาบังคับใช้อย่างจริงจัง

การใช้ PESTLE Analysis เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ภาพรวม สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ประเด็นในการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
1) ปัจจัยด้านการเมือง (Politic/Policy: P)	ถึงแม้รัฐบาลจะกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการบริหารและจัดการพื้นที่รับผิดชอบของตนเองก็ตาม แต่ผู้บริหารท้องถิ่นไม่กล้าใช้อำนาจในการตัดสินใจในการแก้ไขปัญหาให้หมดสิ้นไป เนื่องจากความสัมพันธ์ทั้งส่วนบุคคลและกลุ่มการเมือง พร้อมทั้งงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด
2) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ (Economy: E)	ตำบลแม่กาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมาแต่ดั้งเดิม ผลผลิตทางการเกษตรจึงเป็นเศรษฐกิจหลัก และการเลี้ยงชีพด้วยวิถีเกษตรแบบดั้งเดิม เป็นเหตุให้การเปลี่ยนแปลงความคิดของเกษตรกรเป็นไปได้ยาก
3) ปัจจัยด้านสังคม (Social: S)	ลักษณะของคนในสังคมมีความเห็นอกเห็นใจในความเป็นเครือญาติ ทำให้การคิดและทำสิ่งใดจะเป็นการคิดและทำตามกัน (Group Thinks) ประกอบกับการปกป้องช่วยเหลือกันในการกระทำความผิด
4) ปัจจัยด้านเทคโนโลยี (Technology: T)	อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานป้องกันและแก้ไขปัญหาขาดความทันสมัยและเกิดการชำรุดอยู่บ่อยครั้ง จึงไม่ทันต่อการจัดการ และการเข้าถึงเป็นไปได้ยาก ล่าช้า เมื่อเกิดเหตุ
5) ปัจจัยด้านกฎหมาย (Legal: L)	การบังคับใช้เป็นเพียงช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ไม่ได้บังคับใช้ทั้งปี และหลายกรณีไม่สามารถหาตัวผู้กระทำความผิดมาลงโทษตามกฎหมายได้ เนื่องจากอุปสรรคในการเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุ รวมถึงโทษของการกระทำความผิดยังไม่รุนแรงเท่าที่ควร
6) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (Environment: E)	ด้วยความเป็นพื้นที่ป่าไม้เป็นส่วนใหญ่ อาชีพในการหาของป่าบางฤดูการที่สร้างรายได้จำนวนมากให้กับกลุ่มคนในพื้นที่ จึงเป็นเหตุจูงใจในการกระทำความผิดโดยไม่ได้คำนึงถึงผลเสียของสภาพแวดล้อมที่จะตามมา

สรุป

การวิจัยครั้งนี้ ทำให้เห็นถึงอุปสรรค เงื่อนไข และข้อจำกัดในการแก้ไขปัญหาหมอกควัน ที่ถึงแม้จะเป็นเพียงการศึกษาเฉพาะในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา แต่จากการค้นคว้าข้อมูลเอกสาร รายงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีสถานการณ์และปัจจัยในการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่อื่นเช่นเดียวกัน จึงนับเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยากและทวีความรุนแรงมากขึ้นในช่วงระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนของทุกปี ส่งผลต่อระบบสังคมที่เกิดจากความเจ็บป่วยของประชาชน ส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจโดยเฉพาะด้านการท่องเที่ยว และส่งผลต่อระบบนิเวศน์ที่ขาดความสมดุลนำไปสู่ภาวะโลกร้อนจนเป็นสาเหตุของภัยธรรมชาติต่างๆ ดังนั้น จึงไม่เพียงแต่ประชาชนในตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เท่านั้นที่ต้องเฝ้าระวังหรือปฏิบัติการแก้ไขปัญหา แต่ต้องเป็นหน้าที่ของประชาชนคนไทยทุกคนในการขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหาให้เกิดเป็นรูปธรรม

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ ได้สังเคราะห์ข้อมูล ความคิดเห็น และองค์ความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จนเกิดเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหมอกควันในพื้นที่ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และส่งผลต่อประสิทธิภาพในการดำเนินโครงการโดยตรง ประกอบด้วย

1) ผู้นำ/สมาชิกชุมชน ที่ต้องสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทั้งภายนอกและภายในชุมชน ซึ่งสังเกตได้ว่า การขับเคลื่อนโครงการใดๆ ให้ประสบความสำเร็จได้นั้น ผู้นำเป็นบุคคลที่มีความตั้งใจในการปรับเปลี่ยนหรือพัฒนาชุมชนของตนเองให้ดียิ่งขึ้น ขณะที่ สมาชิกของชุมชนต้องมีส่วนร่วมครบทุกคนทุกครัวเรือน มีความเข้าใจอย่างแท้จริงในฐานะความเป็นเจ้าของชุมชน ที่ทำให้ทุกคนต้องให้ความร่วมมือและปฏิบัติด้วยความเต็มใจ

2) หน่วยงานรัฐ/เครือข่าย ได้แก่ รัฐบาล ในฐานะผู้กำหนดนโยบาย หน่วยงานภาครัฐในฐานะการนำนโยบายมาปฏิบัติ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในฐานะเจ้าของพื้นที่ สถาบันการศึกษาในฐานะผู้ให้การสนับสนุนเชิง

วิชาการ รวมถึงภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้องในภาคส่วนต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกชุมชน ที่ต้องพิจารณาถึงการให้ความช่วยเหลือ ส่งเสริม สนับสนุน ทรัพยากรที่เกี่ยวข้องและจำเป็น โดยเฉพาะงบประมาณในการขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหา และสร้างความเชื่อมั่นว่าจะนำพาประชาชนไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดีกว่า สร้างความร่วมมือให้เกิดขึ้นจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง และที่สำคัญคือความต่อเนื่องในการปฏิบัติ จึงจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม

3) การจัดการชุมชน การที่ชุมชนมีบริบทที่แตกต่างกัน การจัดการชุมชนด้วยตัวเอง เป็นแนวทางที่ตรงต่อสภาพปัญหาและความต้องการของชุมชน ผ่านการเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิกของชุมชน กำหนดบทบาท หน้าที่ และความรับผิดชอบร่วมกัน เพื่อการหาแนวทางแก้ไขปัญหาและตอบสนองต่อความต้องการได้ตรงตามความเป็นจริงที่สุด ทั้งนี้ การสร้างปทัสถานของชุมชน นับมีความสำคัญอย่างยิ่งที่เป็นเสมือนกฎ กติกา และข้อกำหนดต่างๆ ที่คนในและนอกชุมชนต้องยึดถือปฏิบัติ มาจากการสร้างเงื่อนไขร่วมกันของสมาชิกในชุมชนเอง ขณะที่ต้องมีการประเมินผลของชุมชน เพื่อให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่จะสามารถนำไปแก้ไขปรับปรุง หรือจุดเด่นเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการต่อยอดหรือขยายผลต่อไป แสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

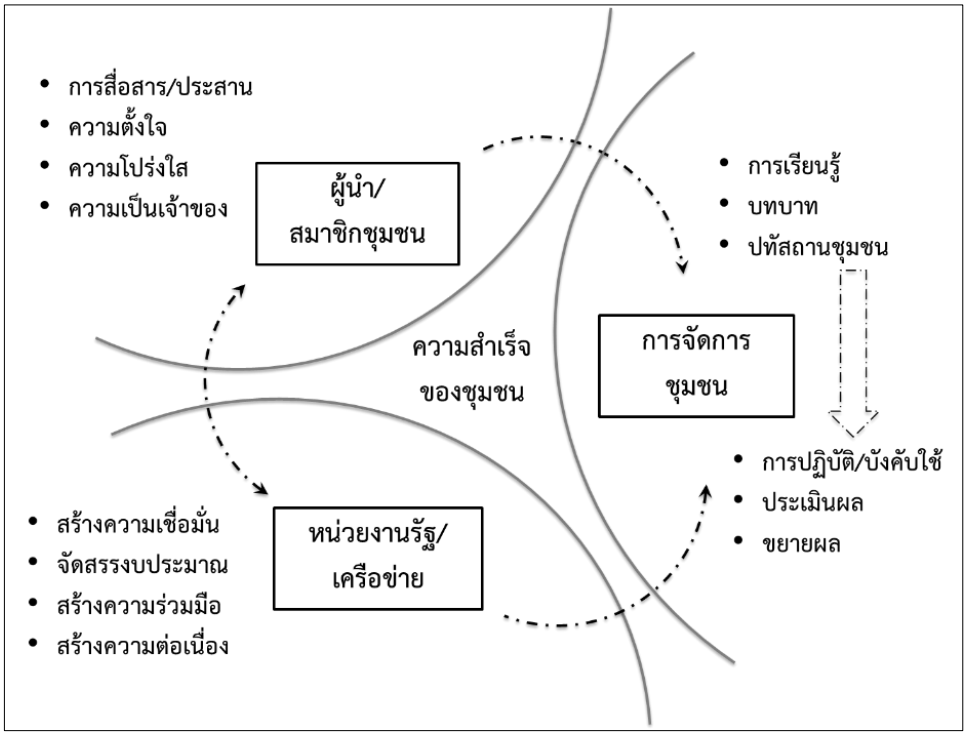


Figure 2 Guidelines for Smog Problems Solution in MaeKa SubDistrict, Muang District, Phayao Province.

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2560. **แผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาหมอกควันภาคเหนือ ปี 2560**. กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ.

กุลชลี จงเจริญ. 2557. **นโยบาย การวางแผน และการพัฒนาคุณภาพการศึกษา.** (หน่วยที่ 6 การพัฒนาคุณภาพการศึกษา). สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, นนทบุรี.

คณะทำงานจัดทำแผนปฏิบัติการแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควัน จังหวัดพะเยา. 2558. **แผนปฏิบัติการแก้ไขหมอกควัน ปี 2558**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

จุฑามาศ เอี่ยมสระศรี. 2555. **การวางแผนและการดำเนินงานประชาสัมพันธ์ของกรมควบคุมมลพิษ.** คณะวารสารศาสตร์และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณภัทร พงษ์เทิดศักดิ์. 2558. ความรู้ความเข้าใจและพฤติกรรมในการป้องกันตนเองในภาวะหมอกควันของประชาชนในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลจันจว้า อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย. **วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย** 8(17): 140-147.

ดามร คำไตรย์. 2561. มลพิษหมอกควันข้ามแดนอาเซียนกับการแก้ไขปัญหาด้วยข้อบังคับระดับท้องถิ่นไทย. **วารสารนิติสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่** 11(1): 87-109.

นภสุพร ทองหล่อ และ สมศักดิ์ ศรีสันติสุข. 2555. การควบคุมควันไฟและฝุ่นละอองจากการเผา: กรณีศึกษาเทศบาลตำบลท่าวังตาล อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่, น. 2,073-2,080**.** *ใน* **รายงานการการประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 9**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ปรียวรรณ สุวรรณสูนย์. 2555. มลพิษจากหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ: ปัญหาและแนวทาง. **เอกสารข่าวสารงานวิจัยและพัฒนา**, **สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร** 11(117): 23-29.

เทศบาลตำบลแม่กา. 2560. **ข้อมูลพื้นฐานเทศบาลตำบลแม่กา**. แหล่งที่มา: https://www.maekalocal.com, 4 กุมภาพันธ์ 2560.

วชิรวชัร งามละม่อม. 2556. **แนวคิดการจัดกระบวนการเรียนรู้ในชุมชน.** แหล่งที่มา: http://file.siam2web.com/trdm/article/2013318_75517.pdf, 27 เมษายน 2562.

วรเดช จันทรศร. 2551. **ทฤษฎีการนำนโยบายสาธารณะไปปฏิบัติ.** พิมพ์ครั้งที่ 3 .กรุงเทพมหานคร. พริกหวานกราฟฟิค

เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล และคณะ. 2561. การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM2.5 และ PM10 ในบรรยากาศด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองไร้สายในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. **วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม** 2(1): 69-83

อริศรา เจริญปัญญาเนตร. 2562. **รายงานการวิเคราะห์เบื้องต้นมลพิษทางอากาศข้ามพรมแดนจากแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน (เมียนมา สปป.ลาว กัมพูชา)**. ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัจฉรีย์ ทิพธนธรณินทร์. 2558. แนวทางการแก้ปัญหาหมอกควัน สำหรับจังหวัดเชียงใหม่. **วารสารด้านการบริหารรัฐกิจและการเมือง** (4)1: 72-105

Nunez, C. 2019. **Climate 101: Air Pollution**. Retrieved February 20, 2019, from https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/pollution/

Wibulpolprasert, W. and S. Tunmuntong. 2019. **Electric cars will help cut smog**. Bangkok Post on Wednesday, February 27, 2019

การใช้วัสดุไม้เพื่อทำลอบหมึกของชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง

Utilization of Wood for Squid Trap in Small Scale Fishing Community of Thab Nuea Village, Kampuan Sub-district, Suksumran District, Ranong Province

วิชาญ เอียดทอง[1*] และ เดชา ดวงนามล[2]

Wichan Eiadthong[1*] and Decha Duangnamon[2]

[1]ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University

[2]สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]Andaman Coastal Research Station for Development, Faculty of Fisheries Kasetsart University

*Corresponding author; E-mial: fforwce@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องการใช้วัสดุไม้เพื่อทำลอบหมึกของชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง ถึงความต้องการทรัพยากรไม้ท่อนแข็งและไม้ไผ่เพื่อประกอบทำลอบหมึก โดยการเก็บข้อมูลครัวเรือนที่ประกอบอาชีพประมง 31 ครัวเรือนจากจำนวนรวมทั้งหมดในชุมชุม 35 ครัวเรือน และ 4 ครัวเรือนที่ประกอบอาชีพด้านอื่น ค่าเฉลี่ยจำนวนลอบที่ได้การถือครองต่อครัวเรือนอยู่ 470 ลูก อายุการใช้งานของลอบเฉลี่ย 1 เดือน กำลังผลิตลอบทั้งหมู่บ้านเฉลี่ย 14,570 ลูกต่อเดือน ค่าการลงทุนในการทำลอบหมึกเฉลี่ย 210 บาทต่อลูก คิดเป็นค่าใช้จ่ายอยู่ 3,059,700 บาทต่อเดือน ปริมาตรไม้ท่อนเล็กเฉลี่ย 9.713 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หรือ 116.607 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ไม้ไผ่ทำโครงลอบจำนวน 43,710 ลำต่อเดือน และ ไม้ไผ่ใช้เป็นเสาธงที่ยาว 2.5- 3 เมตร จำนวน 14,570 ลำต่อเดือน ปัญหาของชาวประมงต่อในการจัดหาวัสดุไม้ คือการขาดแคลนวัตถุดิบ ขาดการจัดการแหล่งผลิตวัสดุไม้ที่จะนำไปทำลอบอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ทรัพยากรป่าไม้อย่างสิ้นเปลือง และไม่มีการรวมกลุ่มกันเพื่อสร้างอำนาจการต่อรองต่อการดำเนินกิจกรรมจัดทำลอบและผลิตภัณฑ์ประมง ประเด็นที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ให้เห็นว่าปลูกไม้เนื้อแข็งท่อนเล็กเพื่อตอบสนองต่อการใช้ในชุมชนประมงพื้นบ้าน นับเป็นการสร้างแหล่งวัตถุดิบใหม่และรายได้ที่น่าสนใจต่อลงทุนปลูกไม้เนื้อแข็งระยะสั้นและเป็นการแก้ปัญหาการตลาดของผลิตผลการเกษตร

คำสำคัญ: การใช้ไม้ ลอบหมึก ประมงพื้นบ้าน จังหวัดระนอง

ABSTRACT

The study on utilization of wood materials to make squid traps by local fishing communities in Ban Thab nuea, Kampuan Sub-district, Suksamran District, Ranong Province, aimed to assess the needs of wooden poles and bamboo to assemble squid trap. The information were gathered from 31 local fishing households (out of 35 total households) and 4 non- fishing households. The results suggested that average number of squid traps held per household was 470 traps. Each wooden squid trap had an average lifetime of 1 month. The average production capacity of wooden squid trap in the community was 14,570 traps per month, representing an average investment of 3, 059,700 baht per month; average small log volume used of 9.713 m^3/month or 116.607 m^3/ year; bamboo used for trap's frame of 43,710 clums /month; and bamboo used for flag pole (2.5 to 3 meters long) of 14,570 clums/ month. The study revealed that the constraints of finding wood supply were insufficient raw material; lack of efficient management of material sources;

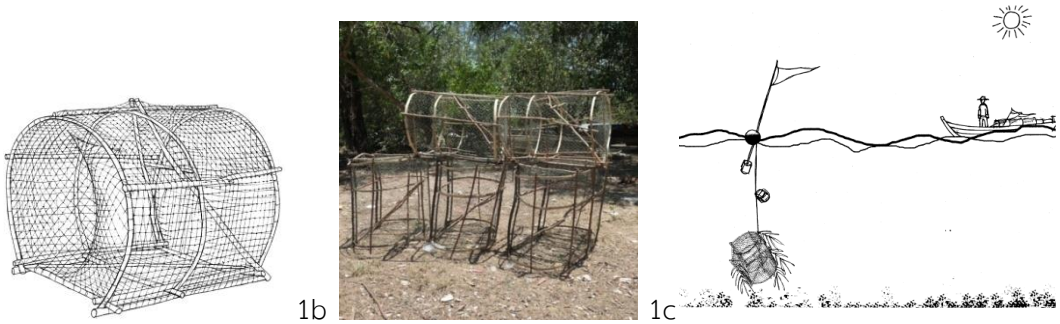
unsustainable use of forest resources; and lack of confederation among the fishermen to gain bargaining power for trap production and fishery product selling. The study implied that planting small hardwoods would response to the local fishing community’s needs. The short-term hardwood planting would be a new material source, income generation mechanism and solution to marketing problem for agricultural products.

Key words: Wood Utilization, Squid Trap, Small Scale Fishing Community, Ranong Province.

คำนำ

อาชีพประมงพื้นบ้าน หมายถึงการประกอบอาชีพการทำประมงในพื้นที่ชายฝั่งทะเลและมีระยะห่างจากชายฝั่งไม่เกิน 3 กิโลเมตร หรือ ตามความสามารถของผู้ประกอบการโดยใช้เรือขนาดเล็กที่ติดเครื่องยนต์อยู่นอกเรือ ใช้เครื่องมือเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน และเลือกจับสัตว์น้ำเฉพาะอย่าง เป็นดำเนินกิจการเพื่อหยังชีพ หาอาหาร หารายได้ และก่อให้เกิดการสร้างงานในท้องถิ่น (เยาวนิจ และคณะ, 2559) อุปกรณ์เครื่องมือประมงพื้นบ้านจึงถูกออกแบบให้มีความเหมาะสมกับการจับสัตว์น้ำแต่ละชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพและที่สำคัญไม่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม (จรูญ, 2541) จากข้อมูลขององค์การความร่วมมือเพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติอันดามัน (2562) ระบุว่า ชาวประมงพื้นบ้านต้องประสพปัญหาที่เกิดจากความเสื่อมโทรมของทรัพยากรประมงและส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตมากขึ้น ไม่ว่า กุ้ง หอย ปู ปลาในทะเลลดน้อยลง มีผลกระทบถึงรายได้และการดำรงชีพในด้านต่างๆ ด้วย**ปัญหาที่สำคัญของความเสื่อมโทรมของทรัพยากรประมงเกิดจาก**การใช้เครื่องมือประมงทำลายตัวอ่อนสัตว์น้ำเพิ่มทวีคูน เช่น อวนรุน อวนลาก เรือไฟปั่นปลากะตัก และการระเบิดปลา การปล่อยน้ำเสียจากโรงงาน ชุมชน และนากุ้งลงสู่ทะเล การทำลายป่าชายเลน ปะการัง หญ้าทะเล ซึ่งเป็นแหล่งเพาะฟักพันธุ์สัตว์น้ำตามธรรมชาติ เมื่อสัตว์น้ำลดลงชาวประมงจับสัตว์น้ำได้น้อยลง รายได้ลด เกิดผลสืบเนื่องคือ ต้องกู้หนี้ยืมสินจากพ่อค้าสัตว์น้ำในหมู่บ้าน(แพปลา)แล้วเอาสัตว์น้ำมาขายชดใช้หนี้ ทำให้ขายได้ราคาต่ำ บางคนเป็นหนี้ยาวนานหลายสิบปี ไถ่ถอน ไม่หมดเพราะจับสัตว์น้ำไม่พอใช้หนี้ นอกจากปัญหาดังกล่าวแล้วชาวประมงพื้นบ้านในบางท้องที่พบว่าการหาวัสดุ อุปกรณ์เพื่อจัดทำเครื่องดักจับสัตว์น้ำจำเป็นต้องลงทุนเพื่อจัดเตรียมสูงขึ้น เป็นปัจจัยกดดันต่อการดำรงชีพเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว

ลอบหมึก (Squid trap) เป็นเครื่องมือประมงที่มีโครงสร้างทำด้วยท่อนไม้เนื้อแข็ง หรือไม้ไผ่ ทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-2.0 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.75 เซนติเมตร) มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกครึ่งซีกขนาดหน้ากว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 110 เซนติเมตร สูง 70 เซนติเมตร (ปริมาตรไม้ต่อท่อน โดยไม้โครงโค้งของลอบทำจากไม้ไผ่ผ่าซีกหรือหวาย เนื้ออวนหุ้มลอบเป็นเนื้ออวน ตาข่ายอวนหุ้มลอบเป็นแผ่นโพลีเอททิลีน 380d/6 หรือ 380d/9 ขนาดตา 5.0 เซนติเมตร งาลอบเป็นแผ่นโพลีเอททิลีน 380d/6 หรือ 380d/9 ขนาดตา 5.0 เซนติเมตร (Figure 1a, 1b) น้ำหนักถ่วงใช้ถุงทราย หรือก้อนหินน้ำหนักประมาณ 20-25 กิโลกรัมถ่วงตัวลอบให้จมลงสู้ท้องทะเล ใช้แท่งโฟมขนาด 12 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผูกติดด้านในของลอบบริเวณด้านบนปากลอบ สายลอบใช้เชือกโพลีเอททิลีนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.0 มิลลิเมตร ขนาดความยาวขึ้นกับความลึกของน้ำ ทุ่นลอยใช้แท่งโฟม รูปสี่เหลี่ยมผูกติดกับคันธงไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.0-4.0 เซนติเมตร ยาว 5-6 เมตร ปลายคันธง ด้านบนผูกธงผ้า ส่วนปลายด้านล่างผูกด้วยแท่งปูน (Figure 1c) (สุชาติ และคณะ, 2559)



1a 1b 1c

Figure 1 Type of squid trap used in the study area of the local fishing community of Ban Thab Nuea, Kampuan subdistrict, Suk samran district, Ranong province.

Remarks: sources: 1a; สุชาติ และคณะ, 2559; 1b; by author and 1c: put up squid trap used in the study area (sources: สุชาติ และคณะ, 2559)

ลอบหมึก เป็นเครื่องมือที่ดัดแปลงมาจากลอบปลาเพื่อจับหมึกหอมและหมึกกระดองเป็นเครื่องมือจับสัตว์น้ำเจาะจงชนิด ลอบหมึกเป็นเครื่องมือขนาดเล็ก ลงทุนน้อย แต่มีความเสี่ยงต่อการสูญหายง่าย ปล่อยลอบไว้นานหลายวันกว่าจะทำการกู้ลอบ ยกเว้นช่วงน้ำขึ้นมาทำความสะอาด ที่มาของวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ 1) เพื่อศึกษาความหลากชนิดไม้ที่ถูกนำใช้ในการจัดทำลอบหมึก และ แหล่งที่ได้มาของไม้ ความเหมาะสมตามคุณสมบัติของชนิดไม้ 2) ต้นทุนในจัดทำลอบหมึกต่อการใช้วัสดุไม้ของชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง

วิธีการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา

ชุมชนบ้านทับเหนือตั้งอยู่บริเวณหาดประพาส หมู่ที่ 2 ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง เป็นชุมชนที่ได้รับการจัดสรรที่อยู่อาศัยใหม่ ภายหลังจากประสบภัยสึนามิในปี พ.ศ. 2547 โดยที่ชุมชนตั้งอยู่บริเวณหาดประพาส ห่างจากตัวจังหวัดระนอง 90 กิโลเมตร และห่างจากถนนเพชรเกษม 4 กิโลเมตรการสำหรับชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง จากแหล่งชุมชน (ชายฝั่ง)ไปยังจุดวางลอบในทะเลห่างจากประมาณ 12 -18 ไมล์ทะเล ที่ระดับความลึกของน้ำ 10 -20 เมตร

2. การเก็บข้อมูล

1. เก็บข้อมูลพื้นฐานชุมชนบ้านทับเหนือด้านต่างๆจากการสัมภาษณ์ทั้งหมดที่ทำอาชีพประมงพื้นบ้านจากทั้งหมด 31 ครัวเรือนในเรื่อง การนับถือศาสนา ระดับการศึกษา รายได้ จำนวนสมาชิกต่อครัวเรือน ปฏิทินการประกอบอาชีพประมงตามฤดูกาล

2. การสำรวจชนิดไม้ ปริมาณท่อนไม้ แหล่งที่มาของวัสดุไม้และพืชที่นำมาใช้ทำโครงสร้างลอบหมึก ในชุมชนบ้านทับเหนือและพื้นที่ใกล้เคียง แล้วนำตัวอย่างไม้และชิ้นส่วนพืชไปจำแนกชนิดตามอ้างอิงของการใช้ชื่อพฤกษศาสตร์และชื่อท้องถิ่นจากหนังสือ ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันทน์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557 (สำนักงานหอพรรณไม้, 2557)

3. สำรวจและสอบถามจากการสัมภาษณ์ของตัวแทนครัวเรือนที่ทำอาชีพประมงพื้นบ้านในค่าใช้จ่าย การลงทุนในการจัดหาและจัดทำลอบหมึก ปัญหาในการจัดหาวัสดุ ตลอดจนสถานที่ที่นำลอบหมึกไปวางและรายได้ที่จะได้รับจากการดำเนินกิจการ ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล ดำเนินการวิจัยเดือนมีนาคม – เมษายน 2562

ผลและวิจารณ์

ข้อมูลพื้นฐานของชุมชนบ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง พบว่า ที่อยู่อาศัยที่ได้รับจัดสรรมีทั้งหมด 53 ครัวเรือน ขณะที่ทำการศึกษามีสมาชิกอาศัยอยู่ทั้งหมด 35 ครัวเรือน 18 บ้านไม่มีผู้อยู่อาศัย ในจำนวนดังกล่าว 31 ครัวเรือนประกอบอาชีพประมงพื้นบ้าน และ 4 ครัวเรือนประกอบอาชีพรับจ้างและลูกจ้างหน่วยรัฐ คณะผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ครัวเรือนประกอบอาชีพประมงพื้นบ้านพบว่ามีผู้ให้สัมภาษณ์เพียง 27 ครัวเรือนและ 4 ครัวเรือนไม่สะดวกต่อการให้การสัมภาษณ์

1. ข้อมูลพื้นฐานของชุมชนประมงพื้นบ้านของบ้านทับเหนือ

จากผู้ตอบแบบสอบถามของครัวเรือนประมงพื้นบ้าน 27 ครัวเรือน ส่วนใหญ่เป็นครัวเรือนที่นับถือศาสนาอิสลาม คิดเป็นร้อยละ 77.7 จบระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย คิดเป็นร้อยละ 44.4 มีรายได้ต่อเดือนประมาณ 5,001-15,000 คิดเป็นร้อยละ 51.9 มีจำนวนสมาชิกในครอบครัว 3-4 คน คิดเป็นร้อยละ 59.3 เป็นครอบครัวเดี่ยว คิดเป็นร้อยละ 74.0 (Table 1-5)

Table 1 Number and percentage classified by religions of 27 sampled households in local fishing community of Ban Thab Nuea, Kampuan subdistrict, Suk samran district, Ranong province.

Religion	No.	%
Buddhism	6	22.2
Isalam	21	77.8
Total	27	100.0

Table 2 Number and percentage classified by education level of 27 sampled households in local fishing community of Ban Thab Nuea, Kampuan subdistrict, Suk samran district, Ranong province.

Education level	No.	%
Not being educated	2	7.4
primary education	8	29.6
Lower secondary school	2	7.4
High secondary school	12	44.4
Bachelor	3	11.1
Total	27	100.0

Table 3 Number and percentage classified by average income per month range of 27 sampled households in local fishing community of Ban Thab Nuea, Kampuan subdistrict, Suk samran district, Ranong province.

Average income per month range (Baht)	No.	%
<5,000	9	33.3
5,001 - 15,000	14	51.9
15,001 - 20,000	1	3.7
>20,000	3	11.1
Total	**27**	**100.0**

Table 4 Number and percentage classified by household members of 27 sampled households in local fishing community of Ban Thab Nuea, Kampuan subdistrict, Suk samran district, Ranong province.

Number of household members (person)	No.	%
1-2	5	18.5
3-4	16	59.3
5-6	4	14.8
7-8	2	7.4
Total	**27**	**100.0**

Table 5 Number and percentage classified by family types of 27 sampled households in local fishing community of Ban Thab Nuea, Kampuan subdistrict, Suk samran district, Ranong province.

Type of family	No.	%
Single family	20	74.1
Extended family	7	25.9
Total	**27**	**100.0**

ปฏิทินกิจกรรมประมงของชุมชนประมงพื้นบ้านบ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนองพบว่าในรอบปีมีกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรมด้วยกันคือ 1) วางอวนปลาหลังเขียว ทำได้ 10 เดือนยกเว้นในเดือนพฤษภาคม และ มิถุนายน 2) วางลอบหมึกทำได้ 7 เดือนยกเว้นในเดือน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน (ช่วงมรสุม) มกราคม และ กุมภาพันธ์ และ 3) อวนลอยกุ้ง ทำได้เพียง 3 เดือนคือเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม กิจกรรมประมงที่ใช้ไม้เป็นวัสดุดิบในการประกอบเครื่องมือมีเพียงกิจกรรมเดียวคือ การทำลอบหมึก ส่วนอุปกรณ์ในการวางอวนปลาและอวนลอยกุ้งใช้ตาข่ายอวยไนล่อนไม่มีการใช้วัสดุไม้ประกอบเป็นอุปกรณ์

2.ประเภทของวัสดุพืชและไม้ที่ใช้ในการทำโครงลอบหมึก

ประเภทของวัสดุพืชและไม้ที่ใช้ในการทำโครงสร้างลอบหมึกพบว่าถูกนำมาใช้อยู่ 2 ลักษณะคือ

2.1 **ไม้ทำโครงลอบ** เป็นท่อนเล็ก กลม ส่วนใหญ่ได้จากส่วนของลำต้น หรือกิ่งของไม้เนื้อแข็ง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.8 -2.5 ซม. โดยที่ขนาดที่เหมาะสมและเป็นที่ต้องการในประกอบทำลอบอยู่ที่ 1.2 ซม. คุณสมบัติของท่อนไม้มีไม้เนื้อไม้แข็ง หรือ ไม้ไผ่ ทนทาน ยาวตรงไม่โค้งงอ ไม่เปราะและไม่หักง่าย ตอกตะปูได้ง่าย พบชนิดไม้ที่ใช้ในการโครงสร้างตัวลอบจำนวน 14 ชนิด (Table 6) โดยที่ชนิดไม้ที่พบถูกใช้มากที่สุดคือสนทะเล (Figure 2 a) รองลงมาเป็นไม้โคลงเคลง และไผ่ผากเพลิง ด้วยสนทะเลเป็นไม้หาได้ง่ายในพื้นที่ ราคาถูก เมื่อนำไปประกอบเป็นลอบหมึกแล้วใช้ได้ทนทานนานถึง 1 เดือน

ขนาดตัวลอบ 80 x 110 x 80 ซม. ต้องใช้ไม้สนทะเล ขนาดความยาว 80 ซม. จำนวน 6 ท่อน (ปริมาตรไม้ 5.42592 $X10^{-4}$ ลูกบาศเมตร) ขนาดความยาว 110 ซม. จำนวน 6 ท่อน (ปริมาตรไม้ 1.24344 $X10^{-4}$ ลูกบาศเมตร) และไม้ไผ่โค้งยาว 150 ซม. จำนวน 3 อัน รวมความยาวท่อนไม้เนื้อแข็งทั้งหมด 11.4 เมตร (หรือปริมาณไม้ท่อนที่ใช้ทำโครงลอบ 12 ท่อน ปริมาตรไม้ท่อนรวม 6.66936 $X10^{-4}$ ลูกบาศเมตร) ความยาวลำไม้ไผ่ทั้งหมด 4.5 เมตร (หรือปริมาณไม้ไผ่ที่ใช้ 3 ลำ) ตามปกติต้นไม้เนื้อแข็งและไม้ไผ่ที่วางขายมีความยาว 2 .5 เมตร มัดละ 20 ต้นซื้อขายกันในราคา 60 บาทต่อมัด ซึ่งมัดไม้เนื้อแข็ง 1 มัดและ ไม้ไผ่ 12 ลำสามารถทำลอบได้ 4 ลูก

ตามปกติแหล่งไม้ท่อนทำโครงสร้างลอบนั้นชาวประมงพื้นบ้านบางรายได้จากการลิดกิ่งไม้สนทะเล ซึ่งทำให้ถูกทำจำกัดด้านความยาวต่อการตัดแบ่งท่อนเพราะเป็นกิ่งที่มีความยาว 1-2 เมตร เมื่อตัดท่อนได้เพียง 1-2 ท่อนต่อ

กิ่งเท่านั้น แม้ว่าในป่าชายหาดที่ตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งชุมชนพบว่าไม้ยืนต้นขึ้นอยู่หลายชนิด แต่ไม่นิยมมาใช้ทำโครงสร้างลอบเพราะบางชนิดมีลำต้น กิ่งก้านคดงอ อย่างชนิดต้น หยีทะเล เป็นชนิดมีเนื้อไม้อ่อน ผุ หรือเสื่อมสภาพเร็ว อย่างเช่น ต้นปอทะเล หูกวาง อะราง นนทรี แสมขาว ลำพู ฯลฯ

อายุการใช้งานของลอบที่ใช้แตกต่างกันไปตามชนิดไม้ที่นำมาทำ เช่น ลอบไม้เนื้อแข็งมากอย่างสักหิน อายุการใช้งาน 60 วัน ลอบไม้ที่ทำมาจากไม้สนทะเล นกนอน ลำบิด ดำตะโก และขวาด อายุการใช้งาน 30 วัน ลอบไม้โคลงเคลงอายุการใช้งาน 15 วัน ลอบไม้เนื้อแข็งปานกลางอย่างไม้กริม พลอง และเหมือดหลวงอายุการใช้งานนาน 20 วัน ขณะที่ไผ่และหวายเป็นส่วนที่นำไปเสริมในส่วนเป็นส่วนโค้งอายุการใช้งานนาน 30 วันจนถึง 60 วันสำหรับลำหวายกำพวน ในอายุการใช้งานแตกต่างไปตามชนิดของวัสดุแล้วทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับการดูแลรักษาลอบของชาวประมงและระดับความรุนแรงกระแสคลื่นในช่วงที่มีลมมรสุมผ่าน ปริมาณตัวเพรียงที่เข้าเกาะไม้โครงสร้างของลอบ

2.2 **วัสดุใช้ปกปิดตัวลอบ** ในการประกอบตัวลอบหมึกของชาวประมงเพื่อพราง และทำซุ้มหลบซ่อนเลียนแบบธรรมชาติด้วยการใช้ใบพืชที่มีขนาดใหญ่บางชนิดมาใช้ ช่วยพรางให้ตัวหมึกเข้าไปหลบภัยและชักจูงใจให้หมึกต่อเข้าลอบ เพื่อเข้าไปวางไข่ภายในลอบ และมีการนำริ้วถุงพลาสติกขาวขุ่นผูกไว้ภายในลอบ เพื่อทำให้ดูคล้ายไข่หมึก หรือ ตัวหมึก เพื่อล่อเข้าไปในลอบ ทั้งในการวางลอบหมึก ไม่มีการใช้เหยื่อล่อแต่อย่างใด ชนิดพืชทั้งหมดเป็นใบของพืชวงศ์ปาล์มได้แก่ ใบต้นเต่าร้าง เป้งทะเล (Figure 2 b) ปาล์มน้ำมัน และมะพร้าว แต่คุณสมบัติของใบของพืชดังกล่าวแตกต่างกันคือ

ใบเต่าร้าง เป็นใบที่ล่อให้ปลาหมึกเข้าลอบได้ดีที่สุด ความอยากง่ายในการจัดหาวัสดุอยู่ในระดับที่หายาก สำหรับข้อเสียของใบเต่าร้างคือ เมื่อนำไปใช้จำเป็นต้องแช่น้ำเป็นเวลานานเมื่อใบเต่าร้างเปื่อยจะสร้างความระคายเคือง และทำให้ผิวหนังชาวประมงเป็นผื่นคัน เพราะในใบเต่าร้างมีปริมาณผลึกคัลเซียมออกซาเลตสูง อายุการใช้งานปานกลาง (7 วัน)

ใบเป้งทะเล เป็นใบที่ล่อให้ปลาหมึกเข้าลอบได้ดีปานกลาง ความอยากง่ายในการจัดหาวัสดุอยู่ในระดับปานกลาง แต่ข้อเสียของใบเป้งทะเล ก้านใบมีหนามแหลม อายุการใช้งานค่อนข้างนาน (30 วัน)

ใบมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน เป็นใบที่ล่อให้ปลาหมึกเข้าลอบต่ำที่สุด ความอยากง่ายในการจัดหาอยู่ในระดับที่ง่ายที่สุด สำหรับข้อเสียของใบมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน คือ เมื่อนำใบของพืชทั้งสองชนิดและเมื่อแช่น้ำแล้วทำให้กลิ่นเปรี้ยว มีกลิ่นทำให้หมึกไม่เข้าลอบ อายุการใช้งานสั้น (5 วัน)

ขณะที่ในบางจังหวัดได้ใช้ใบปาล์มชนิดอื่นมาใช้ อย่างเช่น จันทบุรี (อำเภอแหลมสิงห์) ได้นำใบต้นจากมาปิดตัวลอบแต่ในชุมชนบ้านทับเหนือ ไม่พบการใช้ใบต้นจากดังกล่าว เมื่อปล่อยลอบลงท้องทะเลมีเสาธงใช้ในการระบุตำแหน่ง (Figure 2 c)

3. แหล่งที่มาของวัสดุไม้ที่ใช้ทำลอบ

เมื่อพิจารณาแหล่งที่มาของวัสดุไม้ที่ใช้ทำลอบตามนิเวศป่าไม้พบว่า ได้จากป่าดิบชื้นจำนวน 9 ชนิด จากป่าชายหาด 1 ชนิดคือ สนทะเล ป่าชายเลน 1 ชนิดคือ เป้งทะเล และได้จากป่าทดแทนของป่าดิบชื้นและป่าดิบชื้น 4 ชนิด และได้จากป่าทดแทนอย่างเดียว 1 ชนิดคือ โคลงเคลง แต่พิจารณาระยะห่างของแหล่งที่ได้มาของวัสดุไม้กับชุมชนที่ชาวประมงพักอาศัยอยู่พบว่า ชนิดที่ได้มาของแหล่งไม้ห่างที่ตั้งชุมชนน้อยกว่า 2 กิโลเมตร มี 2 ชนิดคือ สนทะเล และปาล์มน้ำมัน

ชนิดที่ได้มาของแหล่งไม้ห่างที่ตั้งชุมชนมากกว่า 2 กิโลเมตรแต่น้อยกว่า 6 กิโลเมตร มี 8 ชนิดคือ กริม นกนอน มะพร้าวไผ่ผากเพลิง โคลงเคลง พลอง ขวาด

ชนิดที่ได้มาของแหล่งไม้ห่างที่ตั้งชุมชนมากกว่า 6 กิโลเมตร มี 8 ชนิด คือหวายกำพวน ลำบิด ดำตะโก ไผ่ราชวัง เป้งทะเล เหมือดหลวง เหมือดระนาบ และสักหิน

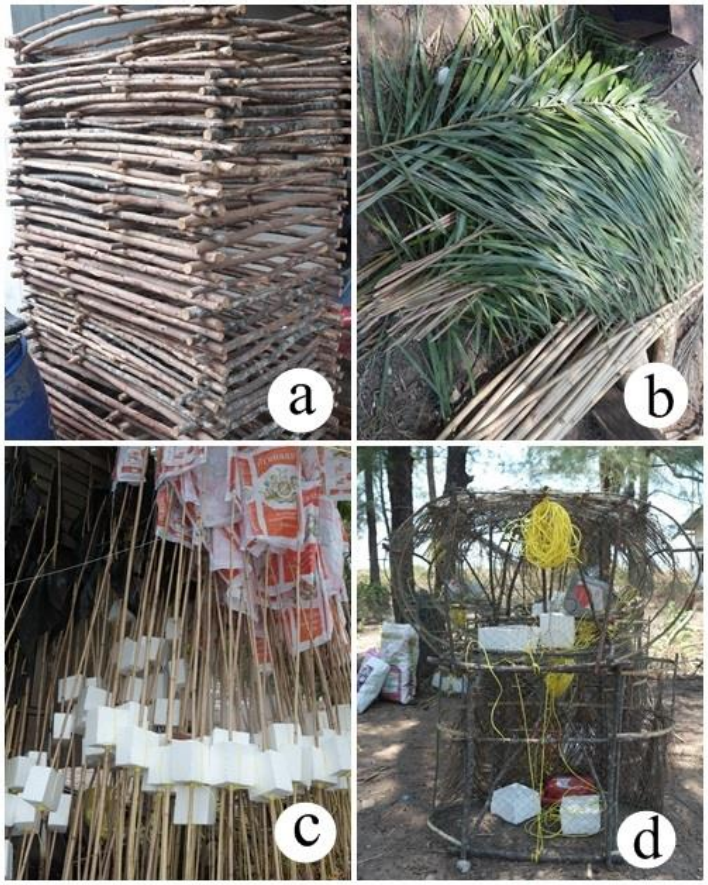


Figure 2 Wood and palnt parts are used for squid trap making in the local fishing community of Ban Thab Nuea, Kampuan subdistrict, Suk samran district, Ranong province : a) *Casuarina equisetifolia* branches for trap structure, b) *Phoenix paludosa* ‘s leaves, c) flagstaffs were made from *Neohouzeana kerriana’s* clums and d) squids traps ready to use.

4. ค่าการลงทุนและรายได้พึงจะได้ของประมงพื้นบ้านที่ลงทุนจับหมึกด้วยลอบ

สำหรับการใช้อุปกรณ์ลอบหมึกที่มาในช่วงแรกชุมชนได้เรียนรู้มาจากชาวประมงพื้นบ้านจากฝั่งอ่าวไทย และได้ดัดแปลงใช้วัสดุไม้ในพื้นที่ ในส่วนของการลงทุนในการจัดลอบหมึก เฉพาะตัวโครงลอบอย่างที่ผ่านการหุ้มตาข่ายอวนเป็นที่เรียบร้อย แต่ไม่นับรวมเสาธงหมายตำแหน่ง สายไนล่อนผูกลอบ ทุ่นลอย และลูกถ่วงให้ลอบจมอยู่ใต้น้ำ ราคาตัวโครงสร้างลอบ อยู่ ที่ 150 บาทต่อลอบหนึ่งลูก หากรวมอุปกรณ์เสริมทุกอย่างครบเพิ่มอีก 60 บาท ดังนั้นราคาการลงทุนต่อลอบหนึ่งลูกอยู่ที่ 210 บาท จากการสุ่มสัมภาษณ์ชาวประมงในช่วงเวลาการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมีนาคม – เมษายน 2562 ในจำนวน 31 ครัวเรือน แม้ว่าจากการเข้าสัมภาษณ์ในแบบสอบถามได้เพียง 27 ครัวเรือน สมาชิกชุมชนที่ไม่ได้ให้ข้อมูลมีการประกอบทำลอบหมึกเช่นเดียวกัน มีจำนวนลอบที่ชาวประมงถือครองอยู่ในช่วง 300 -1,500 ลูกต่อครัวเรือน โดยมีค่าเฉลี่ยของจำนวนลอบที่ถือครองต่อครัวเรือนอยู่ที่ 470 ลูก ดังนั้นค่าลงทุนเฉลี่ยในเตรียมลอบ 98,700 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน ประเมินค่าการลงทุนทั้งชุมชน (จำนวนลอบ 14,570 ลูก) ปริมาตรไม้ท่อนเล็กเฉลี่ยคิด 9.713 ลูกบาศก์เมตร ค่าการลงทุนในการทำลอบเฉลี่ยอยู่ที่ 3,059,700 บาทต่อเดือน จากค่าเฉลี่ยดังกล่าวเมื่อระบุถึงความต้องการใช้ท่อนไม้เนื้อแข็งเพื่อทำลอบคิดเป็น 75,850 ต้นต่อเดือน ในตลาดขายไม้ท่อนขนาดเล็กเพื่อทำลอบนั้น มีการซื้อ-ขายที่ความยาว 2.5 เมตรต่อท่อน ส่วนใหญ่เป็นท่อนที่ได้จาก

ต้นเดียวไม่มีการตัดท่อนให้เป็นหลายท่อนต่อต้นเพราะถูกจำกัดด้วยความเรียวของท่อนไม้ ตามที่วางขายในชุมชน ไม้ไผ่ทำโครงลอบจำนวน 43,710 ลำต่อเดือน และ ไม้ไผ่ใช้เป็นเสาธงที่ยาว 2.5- 3 เมตร จำนวน 14,570 ลำ

รายได้ที่ได้รับในแต่ละวันขึ้นอยู่กับจำนวนลอบที่ชาวประมงถือครองพบว่าลอบจำนวน 470 ลูกได้ปริมาณหมึกกระดองตั้งแต่ 5- 60 กิโลกรัม หายากที่ได้น้อยกว่า 5 กิโลกรัมโดยที่ราคาขายหมึกเฉลี่ยต่อกิโลกรัมอยู่ที่ 200 บาท (150 -250 บาท) ซึ่งราคาแตกต่างไปตามความต้องการของตลาด ชนิดและขนาดตัวหมึก ดังนั้นเมื่อเทียบรายได้เฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 1,000 -12,000 บาท ซึ่งปริมาณที่หมึกเข้าลอบผันแปรไปตามฤดูกาล ลมมรสุม ระดับการขึ้น-ลงของน้ำทะเล และในการกู้ลอบหมึกเปลี่ยนแปลงไปตามปัจจัยดังกล่าว ไม่มีเวลาที่กำหนดที่ตายตัว อาจกู้ลอบอาจทำได้ทั้งภายในวันเดียว หรือ วันเว้นวัน หรือ สามวันครั้ง ส่งการขายหมึกเป็นขายส่งแก่แพปลาที่เป็นขาประจำมากกว่าการขายปลีก ตามปกติช่วงเวลาที่หมึกเข้าได้ดีอยู่ในช่วงน้ำขึ้นสูงคือช่วงวันข้างขึ้น 13 ค่ำจนไปถึงวันข้างแรม 4 ค่ำ ที่มาของรายได้ที่ได้รับจากกิจกรรมประมงอื่นไม่สามารถประเมินรายได้ ด้วยสาเหตุมีหลายปัจจัยที่แตกต่างในแต่ละครัวเรือน ไม่ว่าจำนวนสมาชิกในครอบครัว ทุนทรัพย์ในการลงทุนต่อจัดหาขนาดอวน เรือที่ใช้ในการเดินทาง ปริมาณที่จับได้เป็นช่วงสั้นที่ผันแปรไปฤดูกาล เป็นต้น

5. ประเด็นปัญหาในการจัดหาวัสดุไม้และใบไม้เพื่อใช้ทำลอบ

5.1 ขาดแคลนวัตถุดิบ การเก็บหาวัสดุไม้และใบไม้เพื่อใช้ทำลอบส่วนใหญ่ เก็บหาในพื้นที่ป่าที่ตั้งอยู่โดยรอบชุมชนและห่างแหล่งชุมชนไม่เกิน 5 กิโลเมตร ด้วยที่มีความต้องการใช้วัสดุมากและถี่เกินต่อกำลังผลิตของป่าจากความต้องการใช้ที่เพิ่มขึ้นสูง จนทำให้จัดหาได้ไม่เพียงพอจำเป็นต้องจัดซื้อมาแหล่งนอกชุมชน หรือ ไปเก็บไกลมากขึ้นจากแหล่งชุมชนอื่น ทำให้ต้องแบกภาระค่าการลงทุนต่อการซื้อท่อนไม้และลำไผ่ หรือค่าน้ำมันเชื้อเพลิงขนย้าย หรือจัดหาที่ต้องเดินไกลออกไปจากชุมชน แม้ว่าป่าที่ต้องอยู่ใกล้แหล่งชุมชนมีป่าชายเลนถูกจัดการให้เป็นป่าชุมชน แต่ชนิดไม้ที่ปรากฏไม่เหมาะสมต่อการนำมาทำลอบ

5.2 ขาดระบบการจัดการป่าที่ดีต่อการเก็บหาวัตถุดิบ เพราะในการลิดกิ่งแขนงไม้สนทะเลเพื่อนำมาทำโครงลอบนั้นหากเป็นจำนวนมากทำให้กิ่งแขนงมีน้อยลงในครั้งต่อไปทำให้การปีนขึ้นตัดในครั้งหลังทำให้ลำบากมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการเก็บใบเป้งทะเลมากขึ้นทำให้ปริมาณใบต้นต่อต้นของต้นเป้งน้อยลง ไม่สามารถแทงใบใหม่ไม่ทันอีกทั้งในช่วงที่ราคาซื้อขายหมึกในตลาดรับซื้อเพิ่มขึ้นเป็นแรงชักจูงใจแก่ชาวประมงรายอื่นหันมาลงทุนในการทำลอบเพิ่มขึ้น เป็นสาเหตุอีกด้านหนึ่งที่ผู้ประกอบกิจกรรมจำเป็นตัดต้นไม้เพิ่มขึ้นด้วย

5.3 ปัญหาการรักษาดูแลลอบ ที่ทำให้ลอบมีอายุการใช้งานให้นานขึ้นและเพื่อจะได้ลดปริมาณใช้ทรัพยากรไม้ให้น้อยลงได้ ตามปกติอายุการใช้งานของลอบหมึกอยู่ ที่ประมาณหนึ่งเดือน (โครงไม้สนทะเล) เพราะหากนำลอบแช่น้ำเพื่อดักหมึกเป็นเวลานานทำให้ตัวเพรียงเกาะบนท่อนไม้โครงลอบส่งผลให้มีน้ำหนักลอบมากขึ้นไม่สะดวกต่อการข้นยาย หรือทำให้ไม้ผุง่าย นอกจากนี้ยังพบว่า พื้นที่วางลอบหมึกของชาวประมงพื้นบ้านซ้อนทับกับพื้นที่ชาวประมงผู้ประกอบกิจการอวนลาก อวนรุน เข้าทำลายให้ลอบหมึกบางส่วนเสียหาย ทำให้ปริมาณลอบของผู้ประกอบการลดลงจนเป็นที่มาของการแสวงหาวัตถุดิบเพื่อทำลอบลูกใหม่ขึ้นทดแทนลอบลูกเก่าก่อนเวลาอันควร อีกทั้งชาวประมงเองสมควรนำกลับไม้ท่อนเก่าจากโครงลอบเสียหายมาใช้ใหม่ แม้ว่าสิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่ายขนย้ายลอบเก่ามาซ่อมแซม หรือ นำไม้ท่อนโครงลอบเก่ามาใช้

5.4 ชาวประมงขาดการรวมกลุ่มเพื่อการต่อรอง ราคาซื้อขายต่อการจัดหาวัสดุไม้เพื่อนำไปทำลอบและขายสัตว์น้ำ (หมึก) เพื่อทำให้เป็นการต่อรองราคาซื้อขายวัสดุไม้และค้าขายสัตว์น้ำ (หมึก) ในที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

Table 6 Species list of plant and wood materials were used for squid trap making in local fishing community of Ban Thab nuea, Kamphuan subdistrict, Suk samran district, Ranong province.

Thai name	Botanical name	Plant parts	Trap part	Lifetime (day)	Wood sources distance (km)	Habitat ecology[1)]
กริม	*Aporosa* sp.	stem	main structure	20	3-5	MEF
หวายกำพวน	*Calamus longisetus* Griff.	stem	main structure	60	10	MEF
เต่าร้าง	*Caryota mitis* Lour.	leaves	concealed trap	7	3-5	MEF
สนทะเล	*Casuarina equisetifolia* L.	branches	main structure	30	0.5	BF
นกนอน	*Cleistanthus* sp.	stem	main structure	30	2-3	sEF, MEF
มะพร้าว	*Cocos nucifera* L.	leaves	concealed trap	5	2-3	G
ลำบิด	*Diospyros vera* (Lour.) A.Chev.	stem	main structure	30	7	MEF
ดำตะโก	*Diospyros wallichii* King & Gamble	stem	main structure	30	7	MEF
ปาล์มน้ำมัน	*Elaeis guineensis* Jacq.	leaves	concealed trap	5	0-2	G
ไผ่ผากเพลิง	*Gigantochloa scortechinii* Gamble	stem	main structure	30	5	MEF
โคลงเคลง	*Melastoma malabathricum* L. subsp. *malabathricum*	stem	main structure	15	3-5	sEF
พลอง	*Memecylon* sp.	stem	main structure	20	5	MEF
ไผ่ราชวัง	*Neohouzeana kerriana* S. Dransf., Pattan. & Sungkaew	stem	flagstaff	30	10	MEF
เป้งทะเล	*Phoenix paludosa* Roxb.	leaves	concealed trap	30	8-12	MF
เหมือดหลวง	*Symplocos cochinchinensis* (Lour.) S.Moore	stem	main structure	20	7	sEF, MEF
เหมือดระนาบ	*Symplocos fasiculata* Zoll.	stem	main structure	20	7	sEF, MEF
ขวาด	*Syzygium lineatum* (DC.) Merr. L.M. Perry	stem	main structure	30	3-5	sEF, MEF
สักหิน	*Vatica stapfiana* (King) Slooten	stem	main structure	60	8-10	MEF

Remark: [1)] Habitat ecology**:** MEF= moist evergreen forest**,** MF = mangrove forest, BF= beach forest, s EF = secondary evergreen forest, G = garden or plantation.

สรุป

การศึกษาเรื่องการใช้วัสดุไม้เพื่อทำลอบหมึกของชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านทับเหนือ ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง แม้ว่าเป็นชุมชนขนาดเล็ก แต่มีความต้องการทรัพยากรไม้ท่อนแข็งและไม้ไผ่เพื่อประกอบทำลอบหมึก จำนวน 31 ครัวเรือน ค่าเฉลี่ยจำนวนลอบ 470 ลูกต่อครัวเรือน ค่าเฉลี่ยต่อการผลิตลอบ 14,570 ลูกต่อเดือน ค่าการลงทุนทั้งชุมชนคิดเป็น 3,059,700 บาทต่อเดือน จากค่าเฉลี่ยดังกล่าวเมื่อระบุถึงความต้องการใช้ท่อนไม้เนื้อแข็งเพื่อทำลอบคิดเป็น 75,850 ต้นต่อเดือน โดยไม้ท่อนความยาว 2.5 เมตรตามความยาวที่วางขายในชุมชน ปริมาตรไม้ท่อนเล็กเฉลี่ย 9.713 ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน หรือ 116.607 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ไม้ไผ่ทำโครงลอบจำนวน 43,710 ลำต่อเดือน และ ไม้ไผใช้เป็นเสาธงที่ยาว 2.5- 3 เมตร จำนวน 14,570 ลำต่อเดือน สำหรับประเด็นปัญหาที่ชาวประมงประสพในการจัดหาวัสดุไม้ คือการขาดแคลนวัตถุดิบ ขาดการจัดการแหล่งผลิตวัสดุไม้ที่จะนำไปทำลอบอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้ทรัพยากรป่าไม้อย่างสิ้นเปลือง และไม่มีรวมกลุ่มกันเพื่อสร้างอำนาจการต่อรองต่อการดำเนินกิจกรรมจัดทำลอบและขายสัตว์น้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายสุรินทร์ภรณ์ ศรีอินทร์ หัวหน้าสถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลพื้นฐานของชาวชุมชนพื้นบ้านทับเหนือ และชาวบ้านพื้นบ้านทับเหนือทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ ให้สัมภาษณ์และอำนวยความสะดวกต่อการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

จรูญ นุ้ยปาน. 2541. เครื่องมือประมงพื้นบ้าน: ภูมิปัญญาชาวบ้านจากอ่าวพังงา.**วารสารทักษิณคดี** 5 (1): 73-81

ผกามาศ มูลวันดี. 2559. การใช้ประโยชน์ป่าชุมชนโกรกประดู่ ตำบลโคกกลาง อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์. **Academic Journal of Buriram Rajabhat University** 8 (1): 15-26.

เยาวนิจ กิตติธรกุล, จารุณี เชี่ยววารีสัจจะ และ วิจิตรา อุตะมะมุณีย์. 2559. **รายงานฉบับสมบูรณ์: โครงการกระบวนการพัฒนาธุรกิจการขายสัตว์น้ำที่เป็นมิตรแก่ผู้บริโภค: การศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มประมงพื้นบ้านอ่าวประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์และกลุ่มประมงพื้นบ้านอ่าวท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช**. สำนักวิจัยและพัฒนา, สถาบันทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. แหล่งที่มา: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2016/11137/1/413948.pdf, 30 เมษายน 2562.

สุชาติ แสงจันทร์ วิทยา พันธะกิจ ทัศนีย์ ศุภพฤกษ์ และ เทิดศักดิ์ มิตรวงค์. 2559. **เครื่องมือลอบพื้นบ้านในจังหวัดพังงา.** เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 4/2559, กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง.

สำนักงานหอพรรณไม้. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันทน์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557**. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

องค์การความร่วมมือเพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติอันดามัน. 2562. **ปัญหาชาวประมงพื้นบ้าน และแนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งภาคใต้.** แหล่งที่มา:http://www.wetlandthai.org/data/problem.html, 30 เมษายน 2562.

มูลค่าจากการใช้ประโยชน์ของสวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา
Use Values of Lat Krathing Forest Plantation, Chachoengsao Province

ณรงค์ชัย ชลภาพ[1,2*] สันติ สุขสะอาด[1] และ พสุธา สุนทรห้าว[1]
Narongchai Chonlapap[1,2*], Santi Suksard[1] and Pasuta Sunthornhao[1]
[1]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 10900
[2]องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10100
[2]Forest Industry Organization, Bangkok, 10100
*Corresponding Author; Email address: **chonlapap_n@hotmail.com**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สามารถสร้างสมการน้ำหนักสดไม้ท่อน (MFW) และน้ำหนักสดเศษไม้ (WFW) ที่เป็นสินค้าได้ ที่มีความเหมาะสมของไม้กระถินเทพา ได้แก่ MFW = 63.276-576.681G + 1566.325G^2 (R^2= 0.99) และ WFW = -3.734 + 21.641G - 19.708G^2 (R^2= 0.99) ตามลำดับ โดย G เป็น เส้นรอบวงที่ระดับความสูงเพียงอก มีหน่วยเป็น เมตร

ในปี 2560 พื้นที่ทั้งหมด 20,422.04 ไร่ของสวนป่าลาดกระทิง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ สามารถจำแนกมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ได้เป็น 7 ประเภท และสามารถใช้เทคนิคในการประเมินมูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน แบ่งเป็น โดยวิธีราคาตลาด สามารถประเมินมูลค่าไม้ยืนต้น มูลค่าระบบวนเกษตร มูลค่าของป่าและไม้ฟืน และมูลค่าในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คิดเป็นเงิน 161,983,542 บาท 83,255,388 บาท 208,582 บาท และ 6,038,486 บาท ตามลำดับ โดยวิธีคิดต้นทุนการเดินทางรายบุคคล ใช้ในการประเมินมูลค่างานวิจัยในพื้นที่คิดเป็นเงิน 129,895 บาท และโดยวิธีสมมุติเหตุการณ์เพื่อสอบถามความเต็มใจที่จะจ่าย สามารถประเมินมูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพ และมูลค่าเผื่อจะใช้ คิดเป็นเงิน 3,664,138 บาท และ 317,856 บาท ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อนำมูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทั้ง 7 ประเภทมารวมกัน งานวิจัยชิ้นนี้จึงสามารถประเมินมูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทั้งหมดในพื้นที่สวนป่าลาดกระทิงในปี 2560 คิดเป็นเงิน 255,597,887 บาท

คำสำคัญ: จังหวัดฉะเชิงเทรา มูลค่าจากการใช้ประโยชน์ สวนป่าลาดกระทิง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

ABSTRACT

This research developed equations appropriate for calculating merchantable fresh weight (MFW) and wooden tip fresh weight (WFW) of *Acacia* spp. which were MFW = 63.276-576.681G + 1566.325G^2 (R^2= 0.99) and WFW = -3.734 + 21.641G - 19.708G^2 (R^2= 0.99), respectively; where G = Girth at breast height (m).

In 2017, the use values of 20,422.04 rais area in Lat Krathing Forest Plantation (LKFP), Forest Industry Organization (FIO) was classified into 7 categories. A number of methods could be used for estimation of use value. Market Price Method suggested that values of stumpage, agroforestry, non-timber forest products and carbon dioxide sequestration of LKFT were 161,983,542 baht, 83,255,388 baht, 208,582 baht and 6,038,486 baht, respectively. In addition, Individual Travel Cost Method estimated that research value in the area was 129,895 baht. Moreover, Contingent Valuation Method calculated biodiversity value and option value of 3,664,138 baht and 317,856 baht, respectively. Therefore, a total use values of all 7 use categories of LKFP calculated from this study was 255,597,887 baht in 2017.

Keywords: Chachoengsao Province, Forest Industry Organization, Lat Krathing forest plantation, Use value

การมีส่วนร่วมของชุมชน
เพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม
ภาคโปสเตอร์

การวิเคราะห์แนวทางแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งโดยการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศออนไลน์: กรณีศึกษาการมีส่วนร่วม โดยชุมชนบ้านทุ่งฮ้าง และบ้านแม่จอกฟ้า ตำบลทุ่งผึ้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง

Analysis of guidelines for solving water shortage problems in the dry season using online geoinformatics: Case Studies of Community Participation by Thung Hang and Mae Jok Fah Village Thung Phueng Subdistrict, Chae Hom District, Lampang Province

วชิระ หล่อประดิษฐ์[1*] นราวิชญ์ ความหมั่น[1] ดารารัตน์ ธาตุรักษ์[2] และ สุรพงษ์ เพ็ชร์หาญ[3]

Wachira Lawpradit[1*] Naravit Khwamman[1] Dararat Thatrag[2] and Surapong Petharn[3]

[1]สาขาวิชาระบบสารสนเทศทางธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

[1]Department of Business Information System, Faculty of Business Administration and Liberal Art, Rajamangala Univeristy of Technology Lanna, Lampang

[2]สาขาวิชาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

[2]Department of Management, Faculty of Business Administration and Liberal Art, Rajamangala Univeristy of Technology Lanna, Lampang

[3]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

[3]Department of Computer Science, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang

[*] Corresponding Author; E-mail: **wachira@rmutl.ac.th**

บทคัดย่อ

ปัจจุบันชุมชนต่างๆ ในประเทศไทย ประสบปัญหากับฤดูกาลต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดสภาวะแห้งแล้งในชุมชน ไม่สามารถทำการเกษตรได้ โดยชุมชนบ้านทุ่งฮ้าง และชุมชนบ้านแม่จอกฟ้า ต.ทุ่งผึ้ง อ.แจ้ห่ม จ.ลำปาง เป็นชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้งโดยตรง ทีมนักวิจัยร่วมด้วยประชาชนในชุมชนจึงร่วมกันหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยหลังทำการประชุมกลุ่มร่วมกับชุมชนได้มีการสร้างแนวทางร่วมกัน โดยใช้ระบบประปาภูเขาในการส่งน้ำผ่านท่อน้ำไปยังแหล่งน้ำของชุมชน โดยบ้านทุ่งฮ้างเสนอแหล่งน้ำ 3 แห่ง คือ ห้วยโอ่ง น้ำตกตาดเหมย และห้วยริน ส่งน้ำไปเก็บยังทำนบห้วยห่าง บ้านแม่จอกฟ้าเสนอแหล่งน้ำ 1 แห่ง คือ ต้นน้ำแม่ช่อฟ้า ส่งน้ำไปยังแท้งค์น้ำในบ้านแม่จอกฟ้า และส่งน้ำผ่านท่อไปยังอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์บ้านแม่ช่อฟ้า แต่ไม่สามารถคำนวนระยะทางและแสดงสภาพแวดล้อมได้ จึงได้มีการนำระบบ Google Map เข้ามาใช้งาน และสร้างแผนที่เพื่อประกอบการตัดสินใจ โดยได้ข้อสรุปว่า บ้านทุ่งฮ้างใช้น้ำจากห้วยรินความสูง 448 เมตรจากระดับน้ำทะเล ไปเก็บไว้ในทำนบห้วยห่างความสูง 386 เมตรจากระดับน้ำทะเล ผ่านท่อน้ำขนาด 4 นิ้ว รวมระยะทางทั้งสิ้น 9.7 กิโลเมตร และบ้านแม่จอกฟ้า ใช้น้ำจากต้นน้ำแม่ช่อฟ้าซึ่งมีความสูง 665 เมตรจากระดับน้ำทะเล ส่งไปยังแท้งค์น้ำในในชุมชน และส่งน้ำผ่านท่อน้ำขนาด 4 นิ้ว ไปยังอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์มีความสูง 449 เมตรจากระดับน้ำทะเล รวมระยะทาง 8.2 กิโลเมตร

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์ออนไลน์ น้ำแล้ง การมีส่วนร่วมของชุมชน

ABSTRACT

Several villages in Thailand face climate change's impacts such as drought which negatively affect agricultural communities. Thung Hang village and Mae Jok Fah village, Thung Phueng sub-district, Jae Hom District, Lampang Province are vulnerable communities directly affected by drought. To find the solution to this problem, a participatory approach was applied. The research and the villagers worked together to find solutions to the problem. Based on the consultation meetings among the relevant stakeholders, mountain water supply system and the water pipeline

from the headwater to the water storage in the village were developed. Thung Hang village proposed 3 water source points, namely, Huay Ong waterway, Tat Mei waterfall and Huay Rin waterway, which supply water to the Huay Hang weir. On the other hand, Mae Jok Fah village proposed 1 water source point at the headwater of Mae Sho Fah waterway, which supply water to Mae Jok Fah village water storage tank, and then transport to Mae Sho Fah multi-purpose reservoir. Due to some limitations, the data on distance between the water sources and water storage could not be calculated, and the surrounding areas could not be described. Therefore, Google Map technology was applied to create the valuable maps to assist with decision making. The results showed that Thung Hang village received the water from Huay Rin waterway which located at the elevation of 448 meters above the sea Level. The water was transported via 4 inch in diameter, and 9.7 kilometers long water pipes to Huay Hang weir which located at the elevation of 386 meters above the sea Level. For Mae Jok Fah village, water was transported from headwater of Mae Sho Fah waterway (665 meters above the sea Level) to Mae Jok Fah village water tanks before further transported to Mae Sho Fah multi-purpose reservoir located at 449 meters above the sea Level using water pipeline about 8.2 kilometers long.

Keywords: internet geographic information system, drought, community participation

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะเห็นได้จากฤดูกาลต่าง ๆได้เปลี่ยนแปลงไป มีช่วงฤดูร้อนที่ยาวนานมากยิ่งขึ้น มีฤดูหนาวที่สั้นลง ฝนไม่ตกตามฤดูกาล เกิดภาวะแห้งแล้งที่มีความรุนแรงขึ้นในช่วงฤดูแล้ง เกิดการขาดแคลนน้ำโดยเฉพาะน้ำสำหรับทำการเกษตรที่ส่งผลเสียหายต่อกิจกรรมทางการเกษตร ในประเทศไทยมีการขาดแคลนน้ำเกิดขึ้นในหลาย ๆ พื้นที่ ซึ่งมีสาเหตุมาจากความต้องการใช้น้ำมีมากขึ้น แหล่งกักเก็บน้ำตามธรรมชาติมีไม่เพียงพอ แหล่งน้ำธรรมชาติที่เป็นลำห้วย หนอง คลอง บึง ตื้นเขินเนื่องจากขาดการดูแลเอาใจใส่จากผู้ใช้น้ำ ขาดการเอาใจใส่ต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำและที่สำคัญประชาชนขาดจิตสำนึกในการใช้ประโยชน์จากน้ำ เป็นต้น (ยุทธศาสตร์การวิจัยรายงานประเด็นการจัดการน้ำ วิทยาลัยการปกครอง, 2555-2559)

หมู่บ้านทุ่งฮ้าง และหมู่บ้านแม่จอกฟ้า เป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ในตำบลทุ่งผึ้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง เป็นสองหมู่บ้านที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง โดยบ้านทุ่งฮ้าง ตั้งอยู่ หมู่ 1 ในอดีตสภาพพื้นที่ของหมู่บ้านเป็นที่ราบใกล้เชิงเขามีความแห้งแล้ง มีการใช้น้ำจากน้ำแม่เม้าที่มีระยะห่างไกลจากหมู่บ้านทำให้ชุมชนไม่สามารถนำน้ำมาใช้ในการอุปโภค-บริโภคได้ ประกอบกับชาวบ้านมีการตัดไม้ทำลายป่า ทำไร่เลื่อนลอย โดยการเกษตรส่วนมากเป็นการปลูกข้าวโพดเป็นหลัก จึงเกิดความแห้งแล้งน้ำไม่เพียงพอต่อการอุปโภค-บริโภค อีกทั้งฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ที่สำคัญชาวบ้านทำการเกษตรโดยอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว น้ำจึงไม่เพียงพอทำได้ผลผลิตทางเกษตรจำนวนน้อย ทางผู้นำชุมชนจึงได้มีการนำระบบปะปาภูเขาเข้ามาแก้ปัญหา ถึงแม้หมู่บ้านจะมีน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างเพียงพอจากการร่วมกันแก้ไขปัญหาด้วยประปาภูเขา แต่ในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำมาก กลับพบว่าน้ำในแหล่งพักน้ำจะไหลล้นออกจากระบบประปาไปโดยเปล่าประโยชน์ ผู้นำและชาวบ้านจึงช่วยกันทำการต่อท่อนำน้ำส่วนเกินออกไปกักเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำห้วยห่าง ที่สร้างขึ้นไว้ในพื้นที่สูงทางตอนบนของหมู่บ้าน เพื่อเก็บน้ำที่ไหลล้นไว้นำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร แต่ก็มีปริมาณน้อยมากไม่เพียงพอที่จะใช้สำหรับทำการเกษตรโดยเฉพาะในฤดูแล้ง

บ้านแม่จอกฟ้า เป็นหมู่บ้านสาขาของบ้านแม่ช่อฟ้า หมู่ 5 ซึ่งสมาชิกในหมู่บ้านเป็นกลุ่มชาติพันธ์ปกากะญอเป็นอีกหมู่บ้านหนึ่งในตำบลทุ่งผึ้งที่มีสภาพพื้นที่เป็นถิ่นแห้งแล้งและทุรกันดาร ถนนหนทางไปยังหมู่บ้านเป็นทางขึ้นเขา การเดินทางค่อนข้างลำบาก เป็นหมู่บ้านที่อาศัยอยู่ในเขตป่าต้นน้ำ ซึ่งมีแหล่งน้ำให้หมู่บ้านใช้ในการบริโภค

อุปโภคและทำการเกษตรมาจากฝายกั้นน้ำแม่จอกฟ้าซึ่งอยู่ห่างจากบ้านแม่ช่อฟ้า 7,600 เมตร ไหลผ่านเส้นทางน้ำแม่ฟ้าที่ไหลผ่านหมู่บ้านแม่ช่อฟ้า ในช่วงฤดูฝนจะมีน้ำไหลผ่านในปริมาณที่มากตลอดเส้นทางน้ำ แต่บ้านแม่จอกฟ้า/แม่ช่อฟ้า ไม่ได้มีระบบการบริหารจัดการน้ำหรือทำการกักเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง ยังคงปล่อยให้น้ำไหลผ่านไปโดยเปล่าประโยชน์ แต่พอถึงฤดูกาลทางการเกษตร โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง น้ำจากป่าต้นน้ำจะมีปริมาณของการไหลที่น้อยลง ไม่เพียงพอที่จะใช้สำหรับทำการเกษตร

ทางทีมวิจัยมองเห็นว่าข้อมูลสภาพแวดล้อมของชุมชนมีผลกระทบต่อรูปแบบการจัดการน้ำ จึงได้มีการนำระบบสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้งาน โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย, 2562) เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (graphic) แผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกันจะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาประกอบการตัดสินใจแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ โดยในปัจจุบัน Internet GIS (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2562) เป็นระบบ GIS แบบใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบัน มีรูปแบบการทำงานแบบ 3-teir บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นหลัก โดยผู้ใช้งานจะทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client Side) แล้วส่งคำสั่งร้องขอไปยังเครื่องแม่ข่าย (Sever Side) ผ่าน http protocol ได้

ดังนั้น การบริหารจัดการน้ำให้เพียงพอสำหรับการเกษตรในฤดูแล้งชุมชนบ้านทุ่งฮ้าง และบ้านแม่จอกฟ้า ตำบลทุ่งผึ้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง จึงเป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาที่นำไปสู่การสร้างการเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำและการศึกษานิเวศวิทยาภูมิทัศน์ในพื้นที่เพื่อทั้ง 2 ชุมชนสามารถมีน้ำใช้เพียงพอสำหรับทำการเกษตรสำหรับเป็นฐานของความมั่นคงทางอาหาร ทางเศรษฐกิจ ที่สามารถพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ และเสริมสร้างความคุณภาพชีวิตที่ดีของคนในชุมชนต่อไป โดยทีมวิจัยมีแนวคิดในการแก้ปัญหาน้ำแล้งโดยการนำระบบสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์แบบออนไลน์ (สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดฉะเชิงเทรา, 2558) ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศ สภาพพื้นที่ และข้อมูลแหล่งน้ำสำคัญในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาน้ำแล้งของทั้งสองหมู่บ้าน โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วม

วิธีดำเนินการวิจัย

ในลำดับแรกได้มีการพูดคุยกับทางตัวแทนของชุมชนเพื่อวิเคราะห์ปัญหาของชุมชมด้วยกระบวนการแบบมีส่วนร่วม ได้ข้อมสรุปว่าชุมชนทั้ง 2 หมู่บ้านมีปัญหาในการขาดแคลนน้ำในการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง จึงได้มีการวิเคราะห์หาข้อสรุปในการแก้ปัญหาดังกล่าว และได้ข้อสรุปว่าจำเป็นที่จะ ต้องหาแหล่งน้ำใหม่ในการทำปะปาภูเขา แต่ข้อมูลที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการสรุปวิธีการแก้ปัญหา ทางทีมนักวิจัยและชุมชนจึงได้มีการในการบริหารจัดการข้อมูลพื้นฐานในการลงสำรวจพื้นที่จริง เพื่อนำมาวิเคราะห์และออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหาน้ำแล้งให้กับชุมชนทั้งหมู่บ้านทุ่งฮ้างและบ้านแม่จอกฟ้า ได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านภูมิสารสนเทศเข้ามาประกอบการตัดสินใจในการแก้ปัญหาดังกล่าว



Figure 1 Steps and procedures of the GIS technology application in research.

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย (Figure 1) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ลงพื้นที่ปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมร่วมกับชุมชน ทางทีมวิจัยได้ทำการสังเกต สัมภาษณ์ สอบถาม และชวนพูดคุยตามปกติในสิ่งที่สงสัย และทำการจดบันทึกแบบย่อไว้ กับสิ่งที่สังเกตเห็นและสิ่งที่ได้สอบถามในระหว่างที่มีการลงพื้นที่พบปะแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แล้วนำมาเรียบเรียงเป็นข้อความใหม่ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยทำการรวบรวมข้อมูลปัญหา และข้อมูลสำคัญทางน้ำต่างๆ จากชุมชน (Figure 2, 3) แล้วจึงกำหนดจุดพื้นที่ต้นน้ำเป้าหมายที่คาดว่าจะทำการบริหารจัดการและส่งน้ำมายังแหล่งกักเก็บน้ำในชุมชน เพื่อนำไปใช้ในฤดูแล้ง และจัดทำแผนที่เส้นทางน้ำสำคัญ (Figure 4, 5)

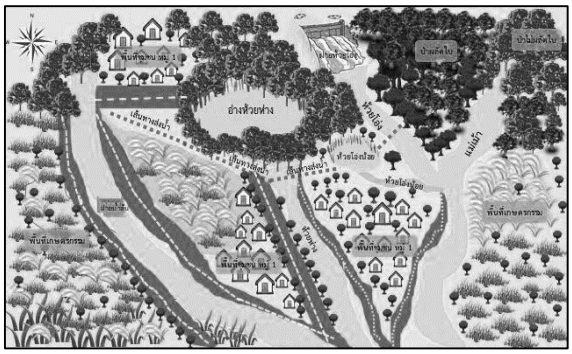


Figure 2 Map of Thung Hang village.

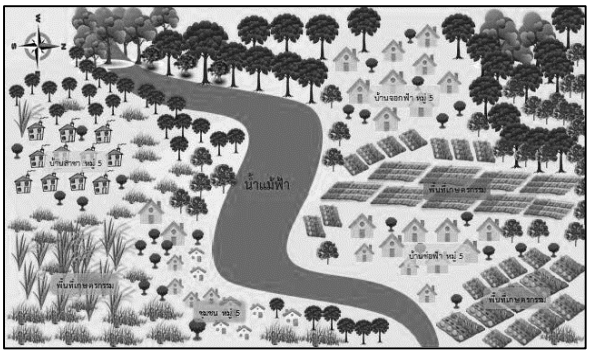


Figure 3 Map of Mae Jok Fah village.

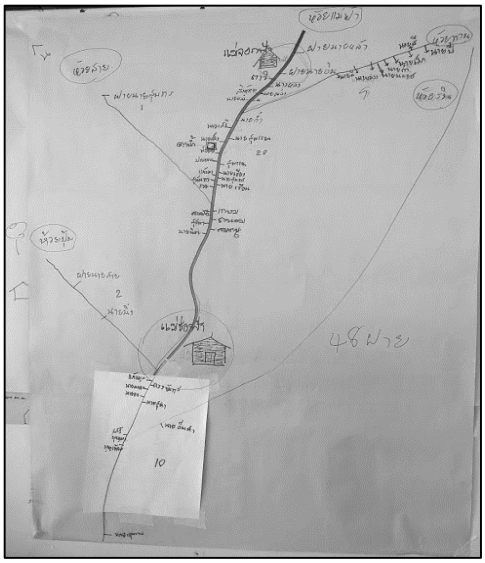


Figure 4 Rivers of Mae Jok Fah village.

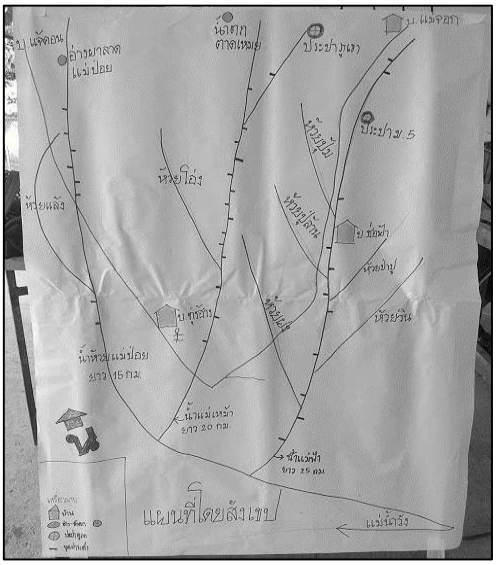


Figure 5 Rivers of Thung Hang village.

2. เมื่อกำหนดพื้นที่เป้าหมายในการแก้ปัญหาแล้ว จึงดำเนินเก็บข้อมูลแหล่งน้ำสำคัญเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพูดคุย และหาข้อสรุปจากชุมชน โดยข้อมูลที่ต้องการได้แก่ พิกัดตำแหน่งบนโลก ระยะทางจากพื้นที่ต้นน้ำไปยังแหล่งกักเก็บน้ำ แผนที่เส้นทาง ความสูงจากระดับน้ำทะเล ลักษณะความลาดเอียงของพื้นที่ ปริมาณการไหลของน้ำ ความกว้างของคลอง และเส้นทางที่คาดว่าจะทำการวางท่อเพื่อใช้ระบบปะปาภูเขาในการส่งน้ำ โดยมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System: GPS) และข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเล โดยใช้เครื่องมือ GPS Garmin eTrek10 ในการเก็บข้อมูล

3. จัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) ซึ่งเป็นข้อมูลที่จัดเก็บตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลเป้าหมายที่ต้องการ บนพื้นโลก โดยนำที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามจากระบบ GPS เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม Garmin Basecamp โดยนำเข้าข้อมูล พิกัดตำแหน่ง ความสูงจากระดับน้ำทะเล เส้นทางที่คาดว่าจะวางท่อส่งน้ำของทั้งสองหมู่บ้าน แล้วบันทึกลงฐานข้อมูลของโปรแกรม

4. เมื่อทำข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) ผ่านโปรแกรม Garmin Basecamp เสร็จสิ้นแล้ว ทีมวิจัยทำการบันทึกไฟล์เป็นนามสกุล .gpx เพื่อเตรียมนำเข้าสู่ระบบของ Google Map โดยระบบนี้ เป็นระบบการทำงานแบบออนไลน์

5. ในการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ Google Map ทีมผู้วิจัยจะต้องมีรหัสผ่านสำหรับเข้าใช้งาน หลังจากนั้นนำไฟล์นามสกุล .gpx ที่ได้จากโปรแกรม Garmin Basecamp เข้าสู่ระบบของ Google Map เพื่อสร้างการเชื่อมโยงข้อมูลสำคัญต่างๆ บนแผนที่จาก Google Map แบบออนไลน์ (Figure 6) หลังจากนั้นผู้วิจัยนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database) ซึ่งเป็นโดยนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database) ซึ่เป็นข้อมูลที่อธิบายถึงคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่เป้าหมาย ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ปริมาณการไหลของน้ำ ความกว้างของพื้นที่ ลักษณะความลาดเอียงของพื้นที่ เป็นต้น

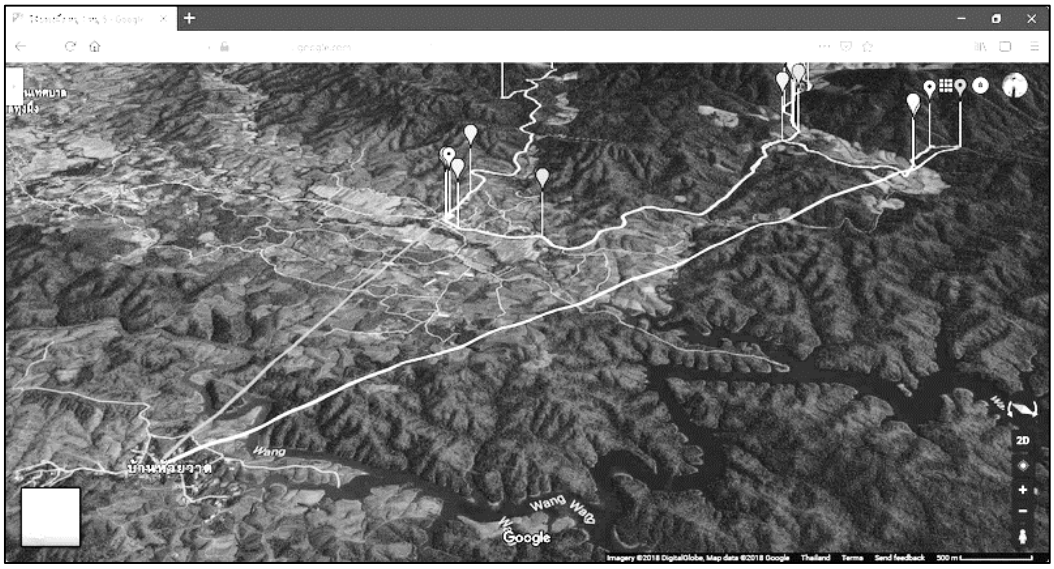


Figure 6 Example of spatial database on Google Map.

6. เมื่อได้แผนที่บน Google Map พร้อมข้อมูลสำคัญแล้ว ทีมวิจัยได้ทำการพิมพ์ภาพออกทางเครื่องพิมพ์ เพื่อสะดวกต่อการนำเสนอข้อมูลให้กับชุมชนเป้าหมาย เพื่อทำการยืนยัน แลกเปลี่ยนข้อมูลแบบมีส่วนร่วม ในการหาข้อสรุป วิธีการและแนวทางแก้ปัญหาน้ำแล้งของทั้ง 2 หมู่บ้าน (Figure 7)



Figure 7 Map and data exchange with population of Mae Jok Fah and Thung Hang village.

ผลและวิจารณ์ผล

1. ฐานข้อมูลแหล่งน้ำ และจุดสำคัญในชุมชนเป้าหมาย

เมื่อทำการประชุมแบบมีส่วนร่วมกับตัวแทนชุมชนบ้านทุ่งฮ้าง และบ้านแม่จอกฟ้า เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมและแนวทางการแก้ปัญหา โดยกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของผู้นำชุมชน ชาวบ้าน และผู้อาวุโสในชุมชน ซึ่งได้รับการนำเสนอพื้นที่ต้นน้ำ 3 แห่งได้แก่ ห้วนโอ่ง น้ำตกตาดเหมย และห้วยริน โดยได้สรุปให้ใช้ห้วยรินเป็นพื้นที่ต้นน้ำเป้าหมาย ทีมวิจัยดำเนินการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามตามจุดเป้าหมายต่างๆ และนำเข้าข้อมูลจากเครื่อง GPS Garmin eTrek10 เข้าสู่โปรแกรม Garmin Basecamp และ Google Map โดยมีการจัดเก็บข้อมูลระยะทาง ความสูง และพิกัดของจุดพื้นที่เป้าหมาย โดยนักวิจัยและชุมชนมีข้อสรุปว่าให้ดำเนินการสร้างฝายแบบกึ่งถาวร โดยมี

ท่อส่งน้ำขนาด 4 นิ้ว ส่งน้ำมายังพื้นที่เก็บน้ำ โดยบ้านทุ่งฮ้างเก็บน้ำ ณ ทำนบห้วยห่าง และบ้านแม่จอกฟ้าส่งน้ำไปยังถังกรองน้ำประจำหมู่บ้าน และส่งน้ำต่อไปยังเก็บน้ำอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ในหมู่บ้านแม่ช่อฟ้าอีกด้วย โดยทั้ง 2 หมู่บ้านมีความเห็นร่วมกันว่าจะใช้ระบบน้ำปะปาภูเขาในการส่งน้ำ โดยมีการกำหนดพื้นที่เป้าหมายของบ้านทุ่งฮ้าง 3 จุด บ้านแม่จอกฟ้า 1 จุด (Figure 8) ในการวิจัยนี้ได้นำเทคโนโลยี GIS เข้ามาใช้งานเพื่อสร้างแผนที่ และฐานข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือให้กับกลุ่มชาวบ้านในชุมชน และสามารถนำมาประกอบการตัดสินใจได้แม่นยำ

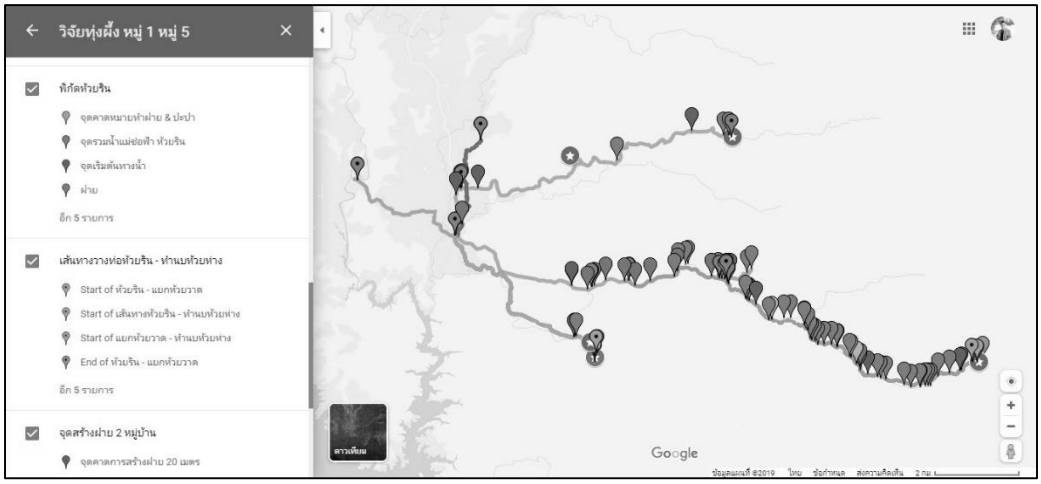


Figure 8 Important water source, weir, water pipe line of Thung Hand and Mae Jok Fah village. Star marks show target areas and the others show important coordinates.

2. ระดับความสูงจากน้ำทะเล และลักษณะการไหลของน้ำ

การประเมินสภาพความเหมาะสมของแหล่งน้ำที่ใช้ในการสร้างฝายส่งน้ำ จะต้องพิจารณาจากความสูงของแหล่งน้ำนั้นๆ รวมถึงปริมาณน้ำว่ามีน้ำไหลผ่านตลอดหรือไม่ โดยอุปกรณ์ GPS Garmin eTrek10 สามารถบันทึกความสูงจากระดับน้ำทะเลได้ โดยเป้าหมายที่จะทำการสำรวจของบ้านทุ่งฮ้าง ได้แก่ ห้วยโอ่ง น้ำตกตาดเหมย และห้วยริน สำหรับบ้านแม่จอกฟ้า สำรวจที่ต้นน้ำแม่ช่อฟ้าแห่งเดียว เมื่อได้ข้อสรุปดังนี้ ทีมวิจัยจึงเดินทางสำรวจความสูงของแต่ละพื้นที่ และได้สังเกตปริมาณน้ำที่ไหลอีกด้วย (Table 1) โดยพื้นที่เก็บน้ำของบ้านทุ่งฮ้างคือทำนบห้วยห่าง สูงจากระดับน้ำทะเล 386 เมตร และพื้นที่เก็บน้ำของบ้านแม่จอกฟ้าคืออ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ สูงจากระดับน้ำทะเล 449 เมตร โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมกับชุนชน เรื่องจากการทำปะปาภูเขาต้องอาศัยหลักการส่งน้ำจากที่สูงกว่า ลงมาสู่ที่ต่ำกว่า ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสูงของพื้นที่ต้นน้ำสูงกว่าแหล่งกักเก็บน้ำของแต่ละหมู่บ้าน จึงสามารถใช้ระบบประปาภูเขาได้ทั้ง 2 หมู่บ้าน

Table 1 Metres above sea level and water flow characteristic.

Target area	Altitude (Metre)	Water flow characteristic
Huay Ong waterway	401	No water in dry season
Tat Mei waterfall	570	Always has water but be in the headwater
Huay Rin 1 waterway	435	Always has water
Huay Rin 2 waterway	448	Always has water
Headwater of Mae Sho Fah waterway	665	Always has water

3. เส้นทางการวางท่อส่งน้ำ

จากการสำรวจระดับความสูงของพื้นที่ และได้นำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนในชุมชนเป้าหมาย จึงได้ข้อสรุปของบ้านทุ่งฮ้างว่า ห้วยรินจุดที่ 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องด้วยระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 448 เมตรสูงกว่าทำนบห้วยห่างที่มีความสูง 386 เมตรจึงสามารถทำประปาภูเขาได้ และสภาพพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง สามารถเก็บน้ำได้ในปริมาณมาก โดยลักษณะของฝายที่จุดนี้จะมีขนาดความกว้าง 16 เมตร ความสูงประมาณ 2 เมตร โดยพื้นที่บริเวณนี้อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท แต่ทางทีมวิจัยได้ทำการปรึกษากับเจ้าหน้าที่ของอุทยานที่เกี่ยวข้องแล้ว สามารถทำการสร้างฝายส่งน้ำแบบกึ่งถาวรได้ แต่ต้องเป็นรูปแบบฝายที่กลมกลืนกับธรรมชาติให้มากที่สุด ส่วนข้อสรุปของบ้านแม่จอกฟ้า คือจุดต้นน้ำแม่ช่อฟ้า เหมาะสมที่สุด เพราะมีระดับความสูง 665 เมตร สูงกว่าอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์ที่มีความสูง 449 เมตรและ สภาพพื้นที่มีบริเวณกว้างขวาง เหมาะแก่การสร้างฝายส่งน้ำแบบกึ่งถาวรเพื่อกักเก็บน้ำ โดยลักษณะของฝายที่จุดนี้จะมีขนาดความกว้าง 16 เมตร ความสูงประมาณ 2 เมตร โดยพื้นที่บริเวณนี้อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติถ้ำผาไท แต่ทางทีมวิจัยได้ทำการปรึกษากับเจ้าหน้าที่ของอุทยานที่เกี่ยวข้องแล้ว แล้ว สามารถทำการสร้างฝายส่งน้ำแบบกึ่งถาวรได้ แต่ต้องเป็นรูปแบบฝายที่กลมกลืนกับธรรมชาติให้มากที่สุดเช่นกัน

จากข้อสรุปดังกล่าวทีมวิจัย และชุมชนจึงทำการสำรวจเส้นทางวางท่อ และนำข้อมูลจัดเก็บลง Google Map ตามกระบวนการที่ได้กล่าวมาแล้ว โดนสรุประยะทางวางท่อ 4 นิ้วของบ้านทุ่งฮ้างจากห้วยริน จนถึงทำนบห้วยห่างเป็นระยะทางทั้งสิ้น 9.7 กิโลเมตร (Figure 9) และระยะทางวางท่อ 4 นิ้วของบ้านแม่จอกฟ้าจากต้นน้ำแม่ช่อฟ้าจนถึงอ้างเก็บน้ำอเนกประสงค์เป็นระยะทางทั้งสิ้น 8.2 กิโลเมตร (Figure 10)

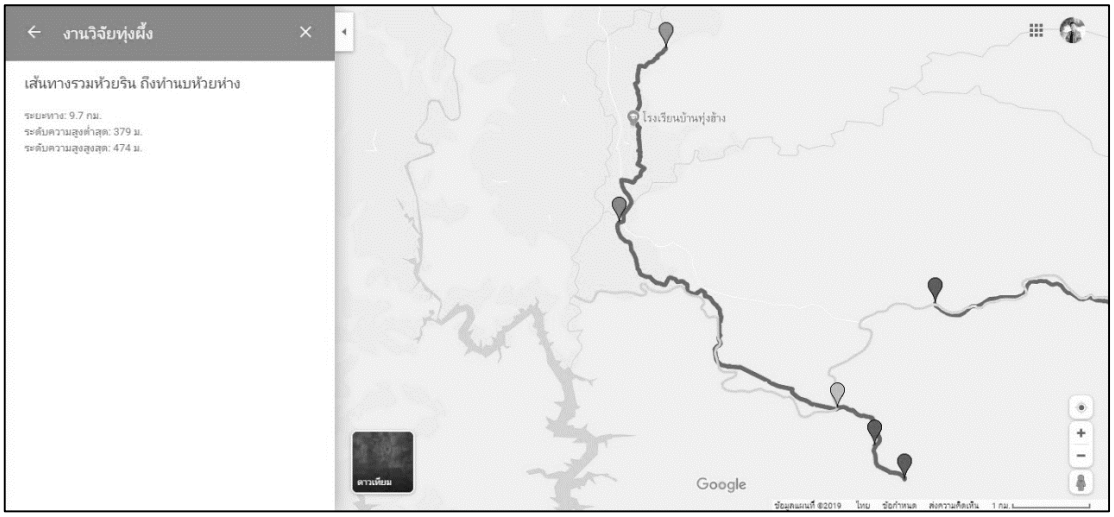


Figure 9 Estimation of water pipe line distance of Thung Hang village.

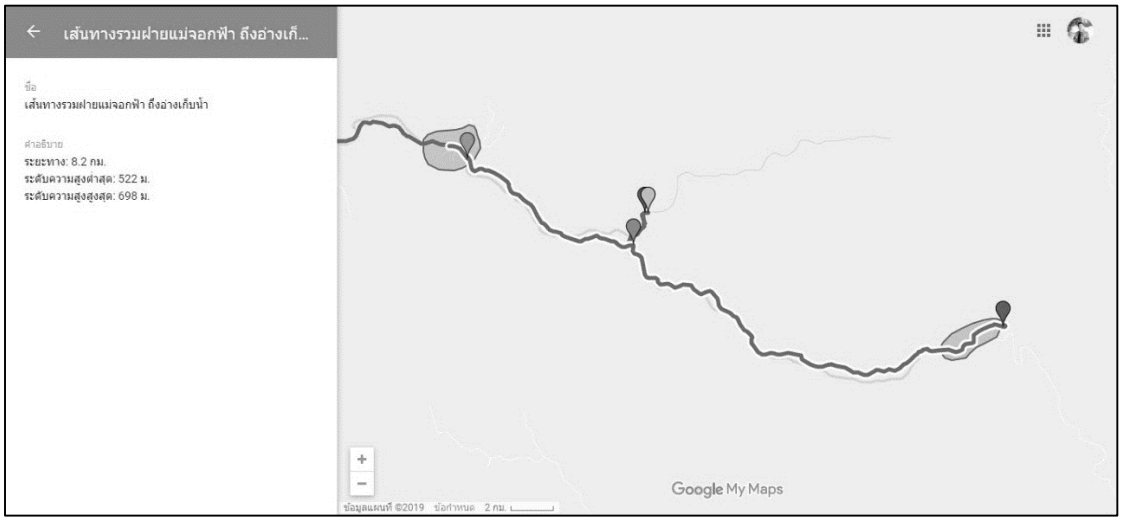


Figure 10 Estimation of water pipe line distance of Mae Jok Fah viallge.

สรุปผล

จากปัญหาน้ำแล้งของบ้านทุ่งฮ้าง และบ้านแม่จอกฟ้าในฤดูแล้ง ทางทีมนักวิจัยและชุมชน ได้ทำการประชุมร่วมกัน เพื่อหาแนวทาง และวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยได้ข้อสรุปว่าบ้านทุ่งฮ้าง จะใช้น้ำจากห้วยริน จากการสำรวจพบว่าอัตราการไหลของน้ำ ในช่วงเดือนมิถุนายน 2562 ประมาณ 0.23 ลูกบาศเมตร/วินาที ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 449 เมตร โดยสร้างฝายแบบกึ่งถาวร ขนาดความกว้าง 16 เมตร ความสูงประมาณ 2 เมตร เพื่อส่งน้ำไปตามท่อส่งน้ำขนาด 4 นิ้ว โดยมีระยะทางทั้งสิ้น 9.7 กิโลเมตรไปยังทำนบห้วยห่างซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 386 เมตร และข้อสรุปของบ้านแม่จอกฟ้า จะใช้น้ำจากต้นน้ำแม่ช่อฟ้า ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 665 เมตรส่งไปยังแท้งน้ำประจำหมู่บ้าน และส่งน้ำไปยังอ่างเก็บน้ำอเนกประสงค์บ้านแม่ช่อฟ้า ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 449 เมตร โดยสร้างฝายแบบกึ่งถาวร ขนาดความกว้าง 16 เมตร ความสูงประมาณ 2 เมตร โดยมีระยะทางทั้งสิ้น 8.2 กิโลเมตร จากการสำรวจพบว่าอัตราการไหลของน้ำ ในช่วงเดือนมิถุนายน 2562 ประมาณ 0.25 ลูกบาศเมตร/วินาที ทั้ง 2 พื้นที่เป้าหมาย มีน้ำไหลตลอดทั้งปี โดยเฉพาะช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำมากเป็นพิเศษ ซึ่งเพียงพอต่อการนำไปใช้ในการเกษตรของแต่ละชุมชน โดยทางทีมจัยได้มีการประยุกต์ใช้ข้อมูลการนำเสนอแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Database) ผ่านโปรแกรม Google Map ได้เป็นอย่างดี เนื่องด้วยสามารถมองเห็นสภาพเชิงพื้นที่ได้ค่อนข้างทันสมัย และสามารถมองภาพในลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติได้ อีกทั้งยังสามารถดูข้อมูลแผนที่ได้หลายรูปแบบเช่น แผนที่ ภาพถ่ายดาวเทียม ภูมิประเทศ เป็นต้น ทำให้ชุมชนสามารถนำแผนที่มาวิเคราะห์สภาพพื้นที่ในการวางแนวท่อว่าสามารถเป็นไปได้หรือไม่ แบบมีส่วนร่วม (Community Participation)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และขอขอบคุณชุมชนบ้านทุ่งฮ้าง บ้านแม่ช่อฟ้า และบ้านแม่จอกฟ้า ตำบลทุ่งผึ้ง อำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง ในการให้ข้อมูลสำคัญ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ยุทธศาสตร์การวิจัย. 2555-2559. **รายงานประเด็นการจัดการน้ำ.** วิทยาลัยการปกครอง.

ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. 2562. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** แหล่งที่มา: http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html. 9 เมษายน 2562.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). 2557. **ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.** แหล่งที่มา: http://www.thaiwater.net/web/index.php/knowledge/130-knowledge/298-igis.html, 12 เมษายน 2562.

สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดฉะเชิงเทรา. 2558. **การสร้างประยุกต์ใช้แอปพลิเคชั่น Maps Google Maps.** แหล่งที่มา: http://chachoengsao.cdd.go.th/wp-content/uploads/sites/9/2019/01/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3-google-map-GIs.pdf, 9 เมษายน 2562.

การสำรวจและการประเมินมูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพบนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของชุมชนรอบป่าสงวนแห่งชาติแม่วงก์-แม่เปิน จังหวัดนครสวรรค์

Survey and Economic Value Estimation of Biodiversity based on Participation of Community around Mae Wong – Mae Poen National Reserved Forest, Nakhonsawan Province

อภิวัฒน์ เอื้ออารีเลิศ[1*] ขวัญชัย เจริญกรุง[1] และ ณิชา แข่งขัน[1]

Apiwat Uaareeleat[1*], Khwanchai Charoenkrung[1] and Nicha Kangkun[1]

[1]ส่วนความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Biodiversity Division, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **Apiwat_68@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมอนุรักษ์และพัฒนาความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ ใช้วิธีการศึกษาเชิงสำรวจและประยุกต์ ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการบริหารจัดการป่าอย่างยั่งยืนและมีส่วนร่วมกับชุมชน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยเทคนิคการประเมินชุมชนอย่างมีส่วนร่วม การใช้แบบสอบถามและ การศึกษาเปรียบเทียบราคาผลิตภัณฑ์จากป่ากับราคาตลาดในพื้นที่ ทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างประชากร จากชุมชนรอบป่าใน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่เปิน อำเภอชุมตาบง และอำเภอแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์ คัดเลือกชุมชนรอบป่า อำเภอละ 3 หมู่บ้าน รวมเป็น 9 หมู่บ้าน คัดเลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย คิดเป็นร้อยละ 26.47 ของชุมชนทั้งหมดรอบป่า 34 หมู่บ้าน จากนั้นใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงครัวเรือนที่เก็บหาของป่า ซึ่งมีทั้งหมด 1,228 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 70.66 ของครัวเรือนทั้งหมด สุ่มตัวอย่างจากครัวเรือนที่เก็บหาของป่าจำนวนทั้งสิ้น 259 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 21 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด ผลการศึกษาพบว่า มูลค่ารวมการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้วยการเก็บหาของป่า มีค่าเท่ากับ 5,970 บาทต่อครัวเรือน หรือคิดเป็น 7,331,160 บาทต่อครัวเรือนทั้งหมด โดยมีการใช้ประโยชน์ จากความหลากหลาย ของชนิดพันธุ์รวมทั้งสิ้น 76 ชนิด จำแนกเป็นกลุ่มพืช 55 ชนิด สัตว์ 7 ชนิด เห็ด 11 ชนิด และแมลง 3 ชนิด ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงการฟื้นตัวของป่าจากการร่วมมือร่วมใจกันของชุมชนรอบป่า เจ้าหน้าที่และทุกภาคส่วน ทำให้ภูเขาที่พื้นที่ป่าถูกทำลายอย่างสิ้นเชิงกลับมาเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ด้วยอาหารและสมุนไพรหลากหลายชนิด ข้อมูลการประเมินมูลค่าดังกล่าวได้นำไปเผยแพร่ให้กับชุมชนรอบป่าได้รับทราบถึงความ อุดมสมบูรณ์ของป่าที่ฟื้นกลับคืนมา นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลสำคัญร่วมกับข้อมูลการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ เพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการพื้นที่ป่าให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: การจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ มูลค่าความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ การมีส่วนร่วม

ABSTRACT

This study was part of activities for forest biodiversity conservation and development. Integrated survey and applied researches were conducted in order to collect quantitative and qualitative data in order to estimate economic value of biodiversity utilization in Mae Wong-Mae Poen National Reserved Forest. The information was applied to the sustainable forest management and community participatory framework. Research tools were community participatory assessment technique, research questionnaires and comparison of forest product price with local market price.

The populations from 3 districts, Mae Wong, Mae Poen and Chum Ta Bong districts in Nakhonsawan Province, were randomly sampled. Three villages located around the forest from each district, with a total number of 9 villages accounting 26.47 percent of the total villages (34 village) were selected. After that, the purposive sampling from households which collect non-timber forest product (NTFP) was conducted. There were 1,228 households under this criteria accounting for 70.66 percent of the total households. A total of 259 households or 21 percent of household collecting NTFP were sampled. Statistical Values of NTFP such as percentage, mean, lowest value and highest value were used for analysis. It was estimated that value of NTFP was 5,970 bath/household or 7,331,160 bath for the total households. The finding showed that 76 species of NTFP were harvested by the communities. Among this, there were 55 plant species, 7 animal species, 11 mushroom species and 3 insect species. The result significantly suggested the forest had recovered from deforestation and habitat degradation due to the cooperation among the government officers, the local communities and all other relevant stokeholds. Furthermore, this research disseminated the information on economic values of biodiversity to the communities surrounded the forest. Additionally, this information was integrated to the biodiversity survey data as the significant information for forest management and sustainable usages of the resources.

Keywords: Biodiversity Management, Forest Biodiversity Value, Community Participatory Process

คำนำ

การลดลงของพื้นที่ป่าไม้เป็นประเด็นสำคัญในระดับโลก เนื่องจากมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ และบริการของระบบนิเวศที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งทางด้านความมั่นคงทางอาหาร สุขภาพ เศรษฐกิจและวิถีชีวิตชุมชน จากการประชุมสมัชชาภาคีอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ สมัยที่ 10 ในปี พ.ศ. 2553 ได้กำหนดวิสัยทัศน์ไว้ว่าภายในปี 2563 ความหลากหลายทางชีวภาพจะต้องได้รับความสนใจ ในคุณค่าและความสำคัญ ได้รับการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และใช้ประโยชน์อย่างชาญฉลาดเพื่อรักษาบริการของระบบนิเวศคงไว้ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ที่ยั่งยืนและอำนวยประโยชน์ต่อมนุษย์

นโยบายด้านการจัดการป่าไม้ของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการปกป้องรักษาทรัพยากรป่าไม้ โดยสนธิกำลังของทุกภาคส่วน อนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืนและแบ่งปันผลประโยชน์อย่างเป็นธรรม รวมทั้งผลักดันแนวทางการประเมินมูลค่าของระบบนิเวศและการสร้างรายได้จากการอนุรักษ์ (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12, 2558)

ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่วงก์-แม่เปิน จังหวัดนครสวรรค์ เป็นพื้นที่เป้าหมายหนึ่งของกรมป่าไม้ในการพัฒนารูปแบบการบริหารจัดการป่าด้วยการบูรณาการองค์ความรู้ และกระบวนการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน เนื่องด้วย มีการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้หลากหลายรูปแบบ เช่น พื้นที่เกษตร ชุมชน อ่างเก็บน้ำ ป่าชุมชน สวนป่า ป่าเสื่อมโทรม และมีพื้นที่ติดต่อกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และอุทยานแห่งชาติแม่วงก์ ดังนั้นป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่วงก์-แม่เปิน จึงมีความสำคัญในการเป็นจุดเชื่อมโยงของความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าสู่พื้นที่การเกษตร และวิถีชีวิตชุมชน ดังนั้นเพื่อการรักษาไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพและการบริการทางนิเวศ จึงจำเป็นต้องมีการ บูรณาการองค์ความรู้และเครื่องมือต่างๆ ในการบริหารจัดการพื้นที่ป่าที่สามารถสะท้อนถึงคุณค่าและมูลค่า จากการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามูลค่าการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนรอบป่า และทำให้ชุมชนเกิดความตระหนักและร่วมกันหาแนวทางการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพและบริการทางนิเวศจากพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติอย่างเหมาะสมและยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ

ดำเนินการศึกษาโดยการสำรวจ เก็บข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ 5 ด้าน ได้แก่ พืช สัตว์ แมลง เห็ด รา และไลเคน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านพืช ทำการสำรวจตามเส้นทางเก็บหาของป่า และวางแปลงสำรวจสังคมพืช ขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 12 แปลง กระจายตามสังคมพืชที่สำรวจพบซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ป่าเบญจพรรณเป็นส่วนใหญ่ จึงกำหนดจำนวนแปลงสังคมพืชป่าเบญจพรรณมากกว่าพื้นที่ป่าอื่นๆ โดยวางแปลงสังคมพืชป่าเบญจพรรณ จำนวน 6 แปลง สังคมพืชป่าเต็งรัง จำนวน 3 แปลง และสังคมพืชป่าดิบแล้ง จำนวน 3 แปลง แล้วนำข้อมูลจากการวางแปลงจะนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสำคัญ (important value index :IVI) ของพันธุ์ไม้ที่ปรากฏในพื้นที่ป่า นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในเนื้อไม้ ตามแบบจำลองเพื่อประเมินมูลค่าป่าต้นน้ำ โดย พงษ์ศักดิ์ และ พิณทิพย์ 2552 และปริมาณการกักเก็บน้ำของพื้นที่ป่า โดยส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

2) ด้านสัตว์ ทำการสำรวจทางตรง โดยการพบเห็นตัว รอยเท้า กองมูล เสียงร้อง รัง ซาก ตามเส้นทางการสำรวจ ส่วนการวางกับดัก ใช้ 4 วิธี คือ 1) กับดักข่ายเวหา สำหรับสำรวจสัตว์มีปีก 2) กับดักกรง สำหรับสำรวจสัตว์ที่หากินตามต้นไม้และพื้นดิน เช่น กระรอก พังพอน เป็นต้น 3) กับดักหลุม สำรวจกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด เช่น หนูผี และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ที่หากินตามพื้นดิน 4) ตาข่ายดักปลา ใช้จับปลาตามเส้นทางน้ำ

3) ด้านแมลง แบ่งการสำรวจออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มแมลงกลางวัน สำหรับผีเสื้อใช้สวิงจับตามเส้นทางสำรวจ ส่วนกลุ่มด้วงและปลวก ใช้วิธีการสังเกตบริเวณพื้นดินที่เป็นแหล่งอาศัย 2) กลุ่มแมลงกลางคืน ใช้การตั้งกับดักโดมและแสงจากหลอดไฟแสงจันทร์พร้อมผ้าฉากขาว โดยเลือกบริเวณที่มีการเปิดโล่ง แสงจากหลอดไฟ แสงจันทร์สามารถส่องกระจายได้ทั่วพื้นที่ป่า

4) ด้านเห็ดรา ทำการสำรวจโดยการเดินสุ่มสำรวจตามเส้นทางเก็บหาของป่า ทำการบันทึกภาพ จดบันทึกรายละเอียดที่พบเห็ด และรายละเอียดส่วนต่างๆของเห็ด เช่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหมวก ลักษณะหมวก ครีบ สี ความสูงของก้าน เป็นต้น

5) ด้านไลเคน ทำการสำรวจโดยการเดินสุ่มสำรวจตามเส้นทางเก็บหาของป่า ทำการบันทึกภาพ จดบันทึกรายละเอียดบริเวณพบไลเคน เช่น ตำแหน่งทิศที่พบ ชนิดพืชที่พบไลเคนขึ้น อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

2. การศึกษาสภาพเศรษฐกิจสังคม

สุ่มตัวอย่างชุมชนรอบป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่วงก์-แม่เปิน ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 34 หมู่บ้านใน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่เปิน อำเภอชุมตาบง และอำเภอแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์ โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย อำเภอละ 3 หมู่บ้าน รวมเป็น 9 หมู่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 26.47 ของชุมชนทั้งหมดรอบป่า 34 หมู่บ้าน จากนั้นใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงครัวเรือนที่เก็บหาของป่า จำนวน 259 ครัวเรือน จากทั้งหมด 1,228 ครัวเรือน หรือคิดเป็นร้อยละ 21

3. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ทั้งหมดของทรัพยากรป่าไม้ (total economic value of forest resource) ซึ่งสามารถแบ่งมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรป่าไม้ ออกเป็น 2 ประเภท คือมูลค่าการใช้ประโยชน์ (use value) และมูลค่าไม่ได้ใช้ประโยชน์ (non-use value) (สันติ 2552) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ จะทำการประเมินมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางตรง (direct use value) เช่น การเก็บหาของป่าเพื่อจำหน่ายหรือบริโภคในครัวเรือน เป็นต้น และมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางอ้อม (indirect use value) เช่น การเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร

แหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น สำหรับวิธีการประเมินมูลค่า(สันติ 2549) ซึ่งเป็นที่ยอมรับมี 5 วิธี คือ (1) ใช้มูลค่าตลาด (Market Value) (2) ใช้มูลค่าที่คาดหมาย (Expectation Value) (3) ใช้มูลค่าต้นทุน (Cost Value) (4) ใช้การประเมินมูลค่าโดยใช้ตลาดตัวแทน (Surrogate Market Approaches) (5) ใช้การประเมินมูลค่าโดยการสมมติเหตุการณ์ให้ประมาณค่า (Contingent Valuation Method: CVM) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีมูลค่าตลาด และการประเมินมูลค่าโดยใช้ตลาดตัวแทน โดยใช้แบบสอบถามประกอบการสัมภาษณ์เฉพาะผู้ที่เก็บหาของป่าโดยทำการสุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากรตามหลักการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเก็บข้อมมูลมูลค่ารวมทางเศรษฐกิจของการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่เก็บหาได้ คิดคำนวณจากสมการ

$$\sum_{Q=1}^{166} \sum_{i=1}^{n} QixPi$$

โดยที่ Qi คือ ปริมาณทรัพยากรชนิดที่ i ที่ชาวบ้านเก็บหา
Pi คือ ราคาตลาดท้องถิ่นของทรัพยากรชนิดที่ i
n คือ จำนวนชนิดของทรัพยากรทั้งหมดที่มีการใช้ประโยชน์
Q คือ จำนวนชาวบ้านที่เก็บหา

โดยราคาท้องถิ่น คำนวณจากการสำรวจราคาซื้อขายโดยไม่ผ่านพ่อค้าคนกลาง และราคาซื้อขายในตลาดนัดชุมชน นำมาหาค่าเฉลี่ยของทรัพยากรแต่ละชนิดเพื่อใช้เป็นราคากลางในการคิดคำนวณมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจ

4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการเรียนรู้การแก้ไขปัญหาและวางแผนในการบริหารจัดการทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพร่วมกันกับชุมชนรอบป่าและเจ้าหน้าที่หน่วยป้องกันรักษาป่า ผ่านการจัดเวทีสะท้อนข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่และถอดบทเรียนผลการปฏิบัติการระหว่างการวิจัย เพื่อทบทวน สรุปผล และวางแผนสำหรับปฏิบัติการที่เหมาะสม (แผนการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพอย่างมีส่วนร่วม)

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าและความหลากหลายทางชีวภาพ

ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่วงก์-แม่เปิน มีพื้นที่ที่ยังคงสภาพเป็นป่า จำนวน 82,445.97 ไร่ จากการวางแปลงสังคมพืช พบว่าสังคมพืชป่าเบญจพรรณ มีพรรณไม้เด่น คือ สวอง *(Vitex limonifolia* wall.) แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. และตะแบกแดง (*Largerstrormia calyculata* Kurz) ซึ่งมีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาเท่ากับ 29.52 25.31 และ18.42 ตามลำดับ สังคมพืชป่าเต็งรัง มีพรรณไม้เด่น คือ แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub.) รัง(*Shorea siamensis* Miq) และเต็ง (*Shorea obtusa* Wall.ex Blume) ซึ่งมีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาเท่ากับ 114.60 83.23 และ54.11 ตามลำดับ และสังคมพืชป่าดิบแล้ง มีพรรณไม้เด่น คือ ชมพู่นก (*Syzygium formosum* (wall.) Masam) โมกมัน (*Wrightia arborea* (Dennst) Mabb.) และสวอง (*Vitex limonifolia* wall.) ซึ่งมีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาเท่ากับ 29.27 25.38 และ25.34 ตามลำดับ โดยข้อมูลจากการวางแปลงสามารถคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในเนื้อไม้ทั้งหมด 886,170 ตันคาร์บอนได

ออกไซด์ และปริมาณการกักเก็บน้ำในพื้นที่ป่า 34 ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่พบชนิดพันธุ์พืชจำนวน 347 ชนิด สัตว์ป่า 249 ชนิด แมลง 202 ชนิด เห็ดรา 91 ชนิด และไลเคน 51 ชนิด

2. บริบทของชุมชนรอบป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่วงก์ - แม่เปิน จังหวัดนครสวรรค์

ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มตัวอย่าง 259 ครัวเรือนจาก 9 หมู่บ้านรอบป่า ซึ่งพบว่าหัวหน้าครัวเรือนแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 215 คน คิดร้อยละ 83 และเพศหญิงจำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 17 และหัวหน้าครัวเรือนมีอายุเฉลี่ย 48 ปี ซึ่งประกอบอาชีพหลักในภาคการเกษตรร้อยละ 94.21 และนอกภาคการเกษตรร้อยละ 5.79 มีรายได้เฉลี่ย 525,224 บาท/ครัวเรือน/ปี มีรายจ่ายเฉลี่ย 253,509 บาท/ครัวเรือน/ปี หรือคิดเป็นรายได้สุทธิเฉลี่ย 271,715 บาท/ครัวเรือน/ปี จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 4 คน ต่อครัวเรือน สำหรับจำนวนสมาชิกในครัวเรือนที่เก็บหาของป่าในรอบปีที่ผ่านมา พบว่ามีจำนวนเฉลี่ย 2 คนต่อครัวเรือน

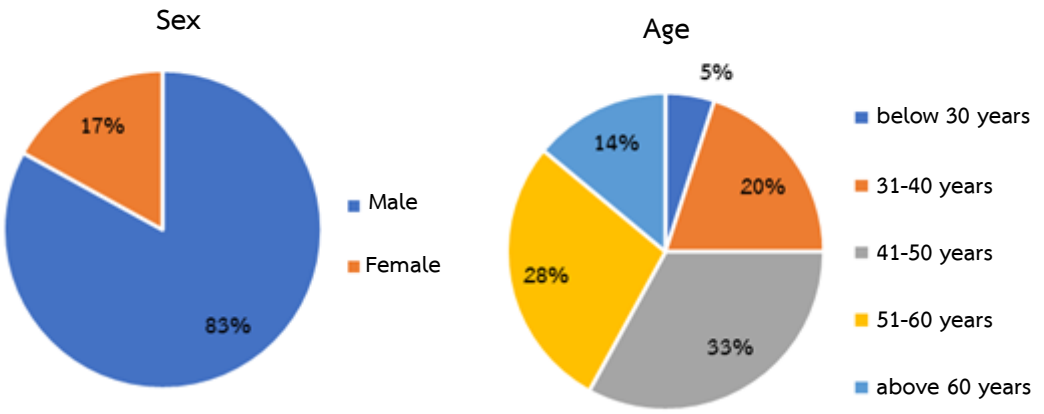


Figure 1 Sex and age of head of family.

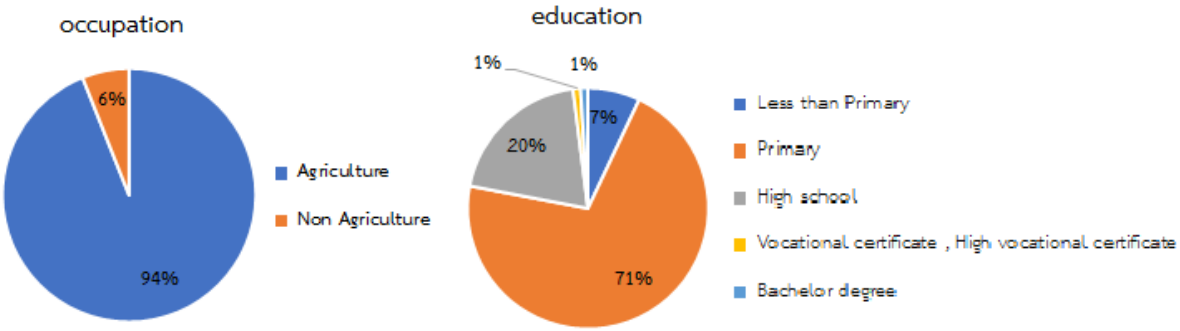


Figure 2 Occupation of family members and education of head of household.

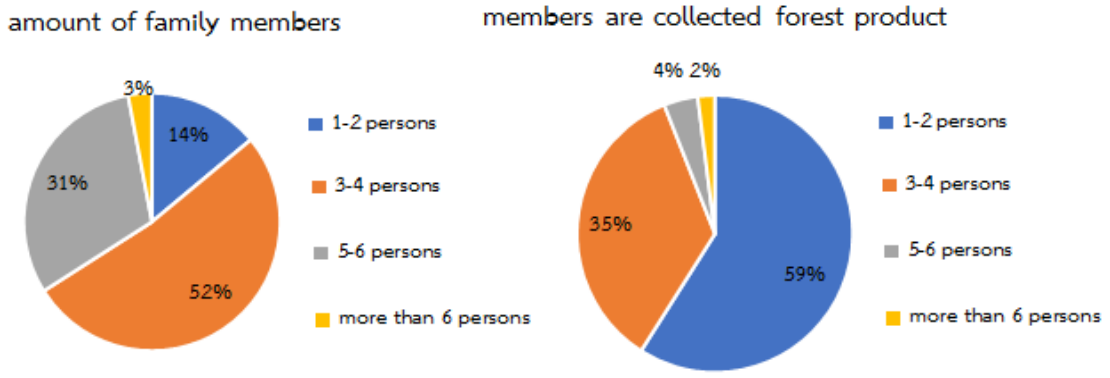


Figure 3 Percent of amount of family members and quantity of members are collected forest product.

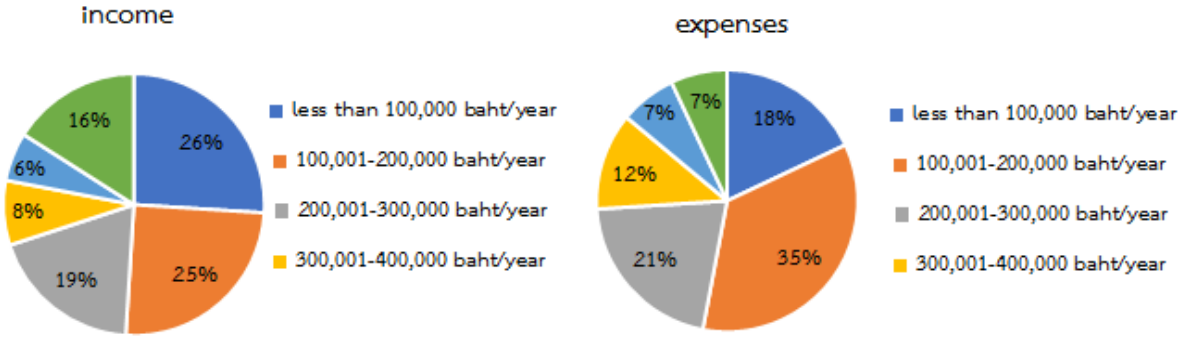


Figure 4 Percent of income and expenses of household.

3. ลักษณะของการพึ่งพิงทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ และมูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ

ลักษณะการพึ่งพิงทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ ของชุมชนเป็นไปในลักษณะของการเก็บหาของป่าเพื่อนำมาบริโภคภายในครัวเรือน และจำหน่าย โดยของป่าที่มีการเก็บหาพบว่ามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์จำนวนไม่น้อยกว่า 76 ชนิด แบ่งเป็น กลุ่มพืชผักสมุนไพรไม่น้อยกว่า 55 ชนิด กลุ่มเห็ดไม่น้อยกว่า 11 ชนิด กลุ่มสัตว์ไม่น้อยกว่า 7 ชนิด และแมลงไม่น้อยกว่า 3 ชนิด โดยบริเวณที่มีการเก็บหาสามารถแบ่งออกเป็น 3 พื้นที่หลักๆ ได้แก่ บริเวณป่าเขาแหลม ป่าเขาอีนวย และป่าเขาแม่กระทู้ ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างเข้าเก็บหาของป่าบริเวณ ป่าเขาอีนวยมากที่สุดจำนวน 417 ครั้ง รองลงมาคือป่าเขาแม่กระทู้ จำนวน 400 ครั้ง และป่าเขาแหลม จำนวน 264 ครั้ง ตามลำดับ

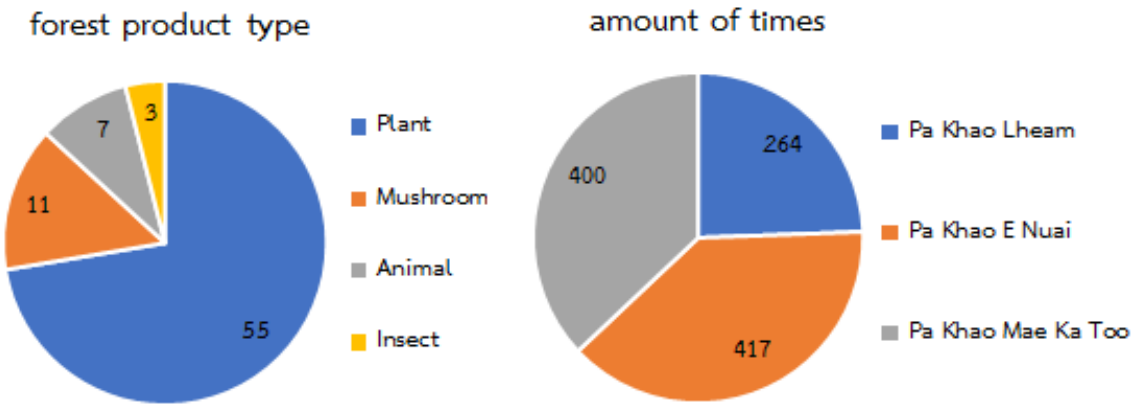


Figure 5 percent of forest product type and amount of times.

สำหรับมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพโดยการเก็บหาของป่าของชุมชนรอบป่าแม่วงก์-แม่เปิน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการเก็บหาคิดเป็นมูลค่ารวมทั้งหมดเท่ากับ 1,546,235 บาทต่อปี หรือคิดเป็น 5,970 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ดังนั้น การมูลค่าของป่าแม่วงก์-แม่เปิน จากการเก็บหาของป่าจากประชากรทั้งหมด 1,228 ครัวเรือน จึงมีค่าเท่ากับ 7,331,160 บาทต่อปี

สำหรับการพิจารณามูลค่าการเก็บหาของป่าของกลุ่มตัวอย่างเฉพาะกลุ่มทรัพยากร พบว่า กลุ่มเห็ด มีมูลค่าการเก็บหาสูงสุด คือ 965,783 บาทต่อปี ตามมาด้วยกลุ่มสัตว์ พืชผักสมุนไพร และแมลง ซึ่งมีมูลค่าการเก็บหาเท่ากับ 300,668 217,192 และ 62,592 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มเห็ด พบว่าเห็ดโคนมีมูลค่าการเก็บหาสูงสุดเท่ากับ 687,218 บาทต่อปี ตามมาด้วยเห็ดระโงก มูลค่าการเก็บหา 116,733 บาทต่อปี และเห็ดดิน มูลค่าการเก็บหา 68,208 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีการเก็บหาเห็ดโคนรวมทั้งสิ้น 1,799 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งบริเวณที่เก็บหาได้มากที่สุดคือเขาแม่กระทู้ จำนวน 1,292 กิโลกรัมต่อปี ตามมาด้วยเขาแหลม และเขาอีนวย จำนวน 276 และ231กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ ส่วนเห็ดระโงกมีปริมาณการเก็บหารวมทั้งสิ้น 699 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งบริเวณที่เก็บหาได้มากที่สุดคือป่าเขาแหลม จำนวน 367 กิโลกรัมต่อปี ตามด้วยป่าเขาอีนวย จำนวน 327 กิโลกรัมต่อปี ส่วนป่าเขาแม่กระทู้เก็บหาได้เพียง 5 กิโลกรัมต่อปี สำหรับเห็ดดิน มีปริมาณการเก็บหารวมทั้งสิ้น 812 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งบริเวณที่เก็บหาได้มากที่สุดคือป่าเขาแหลม จำนวน 459 กิโลกรัมต่อปี ตามด้วยป่าเขาอีนวย จำนวน 315 กิโลกรัมต่อปี ส่วนป่าเขาแม่กระทู้เก็บหาได้เพียง 38 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ

Table 1 Mushroom value.

Type	Price (baht /kg.)	Quantity (kg./year)	value (baht/year)
Termitomyces clypeatus *T. aurantiacus ,* *T. robustus*	382	1,799	687,218
Amanita princepsb *A. hemibapha* *A. ca esarea*	167	699	116,733
Astraeus asiaticus *A. odoratus* *Russula emetica* *R. virescens*	84	812	68,208
Other	188	498	93,624
total		**3,808**	**965,783**

Table 2 Quantity of good produced (Mushroom).

Type	Quantity of good produced (kg./year)			
	Pa Khao Lheam	Pa Khao Enuai	Pa Khao Mae Katoo	total (Kg.)
Termitomyces clypeatus *T. aurantiacus* *T. robustus*	276	231	1,292	1,799
Amanita princepsb *A. hemibapha* *A. ca esarea*	367	327	5	699
Astraeus asiaticus *A. odoratus* *Russula emetica* *R. virescens*	459	315	38	812
Other	122	73	303	498

กลุ่มสัตว์ พบว่าอึ่งมีมูลค่าการเก็บหาสูงสุดคือ 279,300 บาทต่อปี ตามมาด้วยกบ และเขียดซึ่งมีมูลค่าการเก็บหา 4,320 และ 3,800 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีการเก็บหาอึ่งรวมทั้งสิ้น 1,470 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งบริเวณที่เก็บหาได้มากที่สุดคือป่าเขาอีนวย จำนวน 585 กิโลกรัมต่อปี ตามมาด้วยป่าเขาแหลม และป่าเขาแม่กระทู้ จำนวน 579 และ 306 กิโลกรัมต่อปีตามลำดับ ส่วนกบและเขียดมีปริมาณการเก็บหาเพียงเล็กน้อย คือ 36 และ 38 กิโลกรัมต่อปีตามลำดับ

Table 3 animal value.

Type	Price (baht /kg.)	Quantity (kg./year)	Value (baht/year)
Kaloula pulchra	190	1,470	279,300
Fejervarya limnocharis	120	36	4,320
Occidozyga martensii	100	38	3,800
Other	64	207	13,248
Total		**1,751**	**300,668**

Table 4 Quantity of good produced (Animal).

Type	Quantity of good produced (kg./year)			
	Pa Khao Lheam	Pa Khao Enuai	Pa Khao Mae Katoo	Total (Kg.)
Kaloula pulchra	579	585	306	1470
Fejervarya limnocharis	0	3	33	36
Occidozyga martensii	0	1	37	38
Other	54	132	21	207

กลุ่มพืชผักสมุนไพร พบว่าหน่อไม้มีมูลค่าการเก็บหาสูงสุดคือ 83,720 บาทต่อปี ตามมาด้วยพืชสมุนไพรดอกกระเจียว และผักหวานป่า ซึ่งมีมูลค่าการเก็บหา 31,350 30,200 และ 24,450 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีการเก็บหาหน่อไม้รวมทั้งสิ้น 8,372 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งบริเวณที่เก็บหาได้มากที่สุดคือป่าเขาอีนวย จำนวน 4,203 กิโลกรัมต่อปี ตามมาด้วยป่าเขาแหลม และป่าเขาแม่กระทู้ จำนวน 3,157 และ 1,012 กิโลกรัมต่อปี ส่วนพืชสมุนไพร มีปริมาณการเก็บหารวมทั้งสิ้น 249 กิโลกรัมต่อปี ซึ่งบริเวณที่เก็บหาได้มากที่สุดคือป่าเขาแม่กระทู้ จำนวน 203 กิโลกรัม และป่าเขาอีนวย จำนวน 46 กิโลกรัม ส่วนป่าเขาแหลมไม่พบการเก็บหา สำหรับดอกกระเจียวมีปริมาณการเก็บหารวมทั้งสิ้น 302 กิโลกรัมต่อปี โดยพบการเก็บหาที่ป่าเขาแหลมมากที่สุด จำนวน 153 กิโลกรัมต่อปี ตามมาด้วยป่าเขาอีนวย จำนวน 146 กิโลกรัมต่อปี ส่วนป่าเขาแม่กระทู้มีการเก็บหาเพียง 3 กิโลกรัมต่อปี สำหรับยอดผักหวานป่า พบการเก็บหารวมทั้งสิ้น 163 กิโลกรัมต่อปี โดยมีการเก็บหาบริเวณป่าเขาอีนวยมากที่สุดจำนวน 88 กิโลกรัมต่อปี ตามมาด้วยป่าเขาแหลม และป่าเขาแม่กระทู้ ปริมาณการเก็บหาเท่ากับ 46 และ 29 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ

Table 5 Plant value

Type	Price (baht /kg.)	Quantity (kg./year)	value (baht/year)
Bamboo shoot	10	8,372	83,720
herbs	150	249	37,350
Curcuma sp.	100	302	30,200
Melientha suavis	150	163	24,450
Other	64	648	41,472
Total		**9,734**	**217,192**

Table 6 Quantity of good produced (Plant)

Type	Quantity of good produced (kg./year)			
	Pa Khao Lheam	Pa Khao Enuai	Pa Khao Mae Katoo	Total (Kg.)
Bamboo shoot	3,157	4,203	1,012	8,372
herbs	-	46	203	249
Curcuma sp.	153	146	3	302
Melientha suavis	46	88	29	163
Other	33	90	525	648

กลุ่มแมลง พบว่าน้ำผึ้งมีมูลค่าการเก็บหาสูงสุดคือ 54,800 บาทต่อปี ตามมาด้วยการเก็บหาไข่มดแดง และแมงอีนูน ซึ่งมีมูลค่าการเก็บหา 6,792 และ 1,000 บาทต่อปี ตามลำดับ โดยมีการเก็บหาน้ำผึ้งรวมทั้งสิ้น 183 ขวดต่อปี หรือเท่ากับ 137 ลิตร ซึ่งบริเวณที่เก็บหาได้มากที่สุดคือป่าเขาแม่กระทู้ จำนวน 163 ขวดต่อปี หรือเท่ากับ 122 ลิตร ตามมาด้วยเขาอีนวย และเขาแหลม จำนวน 15และ 5 ขวดต่อปี หรือเท่ากับ 11 และ 4 ลิตรต่อปี ส่วนไข่มดแดง และแมงอีนูน มีปริมาณการเก็บหาเพียง 24 และ 5 กิโลกรัมต่อปีเท่านั้น

Table 7 Insect value

Type	Price (baht /kg.)	Quantity (kg./year)	value (baht/year)
Honey	400	137	54,800
Ant eggs	283	24	6,792
Anomola sp.	200	5	1,000
Total		**166**	**62,592**

Table 8 Quantity of good produced (Insect)

Type	Quantity of good produced (kg./year)			
	Pa Khao Lheam	Pa Khao Enuai	Pa Khao Mae Katoo	Total (Kg.)
Honey	4	11	122	137
Ant eggs	6	13	5	24
Anomola sp.	3	2	0	5

4. การนำไปใช้ประโยชน์

จากการผลการศึกษาดังกล่าวได้ถูกนำไปเป็นข้อมูลให้ชุมชน เพื่อใช้ในการวางแผนและตัดสินใจโดยชุมชนได้จัดประชุมเพื่อกำหนดแผนบริหารจัดการป่ากับชุมชนรอบป่าเขาแม่กระทู้ บ้านคล่องบ่วงสามัคคี และบ้านปางชัย ตำบลปางสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งผลการศึกษาได้ถูกนำไปเป็นประเด็นในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ ดังนี้

4.1 การสำรวจพบชนิดพันธุ์ที่มีความสำคัญ ดังนี้

4.1.1 ด้านพืช

พืชหายาก จำนวน 4 ชนิด คือ เขือง (Wallichia caryotoides Roxb.) มะเดาะ (Glyptopetalum sclerocarpum M.A. Lawson) Trigonostemon flavidus Gagnep. และปอเกี๋ยน (Phanera ornate (Kurz) Thoth.var.burmanica)

พืชหายากและพืชถิ่นเดียว จำนวน 2 ชนิด คือ ล่ำตาควาย (Diospyros coaetanea H.R.Fletcher) และ พุดหอมไทย (Rothmannia thailandica Tirveng.)

พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง จำนวน 1 ชนิด คือ กระบกกรัง (Hopea helferi (Dyer) Brandis)

พืชที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 1 ชนิด คือ ปรงเหลี่ยม (Cycas siamensis Miq)

4.1.2 ด้านสัตว์

สัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 จำนวน 154 ชนิด

สถานภาพการคุกคามในประเทศไทย (Thailand Red Data) จำนวน 49 ชนิด

สถานภาพการถูกคุกคามของสหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ (IUCN) จำนวน 190 ชนิด

4.1.3 ด้านแมลง

สถานภาพการถูกคุกคามของสหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ (IUCN) จำนวน 12 ชนิด

สถานภาพตามอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งชนิดพันธุ์สัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ (CITES) บัญชีหมายเลข 2 จำนวน 1 ชนิด คือ ผีเสื้อถุงทองธรรมดา (Troides aracus aeacus (C.&R. Felder))

แมลงห้ามนำเข้าหรือส่งออก ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดชนิดสัตว์ป่าและซากของสัตว์ป่าที่ห้ามนำเข้าหรือส่งออก พ.ศ. 2548 จำนวน 9 ชนิด

จากข้อมูลการสำรวจดังกล่าวทำให้ชุมชนตะหนักถึงคุณค่าของการอนุรักษ์ป่า ซึ่งนอกเหนือจากเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร และแหล่งอาหารแล้ว ป่ายังเป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ชุมชนจะนำไปเป็นข้อมูล เพื่อใช้ในการกำหนดพื้นที่ป่าในการบริหารจัดการต่อไป

4.2 สิ่งมีชีวิตที่ชุมชนให้ความสำคัญ

การสะท้อนข้อมูลในขั้นตอนนี้ ได้ประยุกต์เครื่องมือการให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่สำรวจพบในป่าแม่วงก์-แม่เปิน โดยเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนพิจารณาจากความสำคัญที่มีผลกระทบต่อวิถีชีวิต สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมของชุมชนรอบป่า โดยการพิจารณาครั้งนี้จะนำไปสู่การกำหนดกิจกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ชุมชนร่วมกันกำหนดคือ รักษาป่าเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของชุมชน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 เห็ดโคน เป็นเห็ดที่มีความสำคัญกับชุมชนรอบป่าแห่งนี้มากที่สุดเนื่องจากเป็นเห็ดที่มีราคาแพงและเป็นที่นิยมรับประทานของคนในชุมชน จากการศึกษาการประเมินมูลค่าของทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่วงก์-แม่เปิน พบว่ามีการเก็บหามากถึง 1,799 กิโลกรัมต่อปี เป็นเงิน 688,044 บาท ส่วนข้อมูลการสำรวจความหลากหลายฯ สำรวจพบปลวกมากถึง 10 ชนิด และ 6 ชนิดเป็นปลวกที่สร้างเห็ดโคน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศที่ทำให้เกิดเห็ดโคน แต่ข้อมูลจากชุมชนสังเกตเห็นว่าปริมาณของเห็ดโคนที่พบในป่าแม่วงก์-แม่เปิน มีจำนวนน้อยกว่าทุกปี เนื่องจากประสบกับปัญหาภัยแล้งและไฟป่าที่รุนแรง นอกจากนี้ยังพบว่ามีการนำไม้หมอนนอนไพรออกมาจากป่าเพื่อนำมาเป็นเชื้อเพลิงและเผาถ่านขายเป็นจำนวนมาก

4.2.2 เห็ดดิน เป็นเห็ดที่มีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตและวัฒนธรรมการกินของคนภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นกลุ่มคนส่วนใหญ่ที่อพยพอาศัยอยู่โดยรอบป่าแม่วงก์-แม่เปิน เห็ดดินเป็นเห็ดที่ขึ้นในระบบนิเวศป่าเต็งรัง ซึ่งพบมากในบริเวณป่าเขาแหลมเขาอีนวย ส่วนเขาแม่กระทู้ไม่พบเห็ดกลุ่มนี้เนื่องจากมีระบบ

นิเวศเป็นป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ ทำให้ชุมชนที่อยู่รอบเขาแม่กระทู้ต้องการแบ่งพื้นที่ส่วนหนึ่งทำการทดลองปลูกไม้ในระบบนิเวศป่าเต็งรัง เพื่อเป็นแหล่งเห็ดดินให้คนชุมชนได้เก็บหาบริโภคในครัวเรือน

4.2.3 เห็ดกระด้าง เป็นเห็ดอีกชนิดที่ชุมชนให้ความสำคัญ เนื่องจากข้อสังเกตของชุมชนพบว่าเห็ดชนิดนี้มักขึ้นกับไม้สะเดาปักซึ่งมีมากในอดีตก่อนที่เขาแม่กระทู้จะกลายเป็นเขาหัวโล้น หลังจากฟื้นฟูเขาแม่กระทู้ มามากกว่า10 ปี ก็ยังไม่พบการกลับมาของเห็ดกระด้างบนไม้สะเดาปัก ทั้งนี้อาจเกิดมาจากปริมาณของขอนไม้สะเดาปักที่ผุพังตามธรรมชาติยังมีไม่เพียงพอ ชุมชนจึงมีแนวคิดที่จะปลูกต้นสะเดาปักเสริมในป่าเขาแม่กระทู้ พร้อมกับทำข้อตกลงร่วมกันในชุมชนห้ามเก็บหาไม้ฟืนและไม้หมอนนอนไพรออกมาจากการป่า

4.2.4 หิ่งห้อยยักษ์ สำรวจพบบริเวณป่าต้นน้ำเขาแม่กระทู้ใกล้กับบ้านคลองบ่วงสามัคคี ชุมชนแห่งนี้ได้ให้คะแนนความสำคัญกับแมลงชนิดนี้เนื่องจาก เป็นดัชนีชี้วัดถึงความบริสุทธิของแหล่งต้นน้ำลำธารของหมู่บ้านที่จะมีการพัฒนาเป็นระบบประปาภูเขาต่อไป จากการค้นพบหิ่งห้อยยักษ์ดังกล่าวทำให้ชุมชนมีแนวคิดในการพัฒนาพื้นที่ใกล้เคียงซึ่งเป็นไร่ร้าง ให้กลายเป็นป่าอาหารและป่ากันชนระหว่างป่าต้นน้ำกับพื้นที่เกษตรกรรมเคมี

4.2.5 อึ่ง เป็นสัตว์เศรษฐกิจของป่าแม่วงก์-แม่เปิน จากการศึกษาการประเมินมูลค่าของทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่วงก์-แม่เปิน พบว่ามีการเก็บหาไม่น้อยกว่า 1,469.5 กิโลกรัมต่อปี เป็นเงิน 279,205 บาท ปริมาณของอึ่งมีความสัมพันธ์กับจำนวนแหล่งน้ำสะอาดซึ่งเป็นที่อาศัยวางไข่ ปริมาณของแมลงที่เป็นแหล่งอาหารโดยเฉพาะปลวกซึ่งสำรวจพบจำนวนมากในป่าแห่งนี้ ข้อสังเกตจากชุมชนพบว่าหลังจากได้ร่วมกันสร้างฝายชะลอน้ำหลายแห่งในป่า พบว่ามีอึ่งมาวางไข่เป็นจำนวนมาก แต่จำนวนอึ่งที่จับได้ กลับลดจำนวนลง ทั้งนี้เนื่องจากมีคนบางกลุ่มนิยมรับประทานลูกอ๊อด ส่งผลให้อึ่งลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ชุมชนจึงมีแนวคิดที่จะอนุรักษ์อึ่งด้วยการห้ามเก็บหาลูกอ๊อด และสร้างฝายชะลอน้ำเพื่อให้เป็นแหล่งว่างไข่ของอึ่งเพิ่มขึ้น

จากข้อมูลการสำรวจแสดงให้เห็นว่าผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้พื้นที่ป่าที่ทำการศึกษามีการใช้ประโยชน์และพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ป่า ในรูปแบบของการเก็บหามาจำหน่ายและบริโภคในครัวเรือน ในระยาวควรมีการสร้างความตระหนักในเรื่องของการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรเพื่อการบริโภคอย่างยั่งยืน

สรุป

การบูรณาการองค์ความรู้และเครื่องมือต่างๆ ในการบริหารจัดการพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่วงก์-แม่เปิน สามารถสะท้อนถึงคุณค่าและมูลค่าจากการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน ด้วยการนำข้อมูลการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงตัวชี้วัดความสำเร็จของชุมชนรอบป่าที่เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการป่า มูลค่าของการพึ่งพิงป่าสะท้อนให้ชุมชนรอบป่าเห็นคุณค่าของป่าที่เริ่ม ฟื้นตัวจากความเสื่อมโทรม กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมทำให้ชุมชนทราบถึงสถานการณ์ทรัพยากรของตนเองและนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายในการบริหารจัดการพื้นที่ป่าเพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนบนพื้นฐานของความยั่งยืนของทรัพยากร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาสาสมัครชุมชนบ้านคลองห้วยหวาย บ้านเขาแหลม ตำบลแม่เปิน อำเภอแม่เปิน อาสาสมัครชุมชนบ้านคลองบ่วงสามัคคี ตำบลปางสวรรค์ อำเภอชุมตาบง และอาสาสมัครชุมชนบ้านธารมะยม ตำบลวังซ่าน อำเภอแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์ ทีมงานหน่วยป้องกันรักษาป่าที่ นว.1 (แม่กะสี) และทีมงานส่วนความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ฑีฆา โยธาภักดี. 2557. **การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของของป่าในด้านการใช้ประโยชน์จากป่าในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่**. ใน วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ ปีที่ 6 ฉบับที่ 4 : 24-41

ปาหนัน กันหาสิน. 2554. **การพัฒนาแนวทางการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืนขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองไทร อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์**. ใน วารสารวนศาสตร์ 30(3) : 33-42

ครรชิต พุทธโกษา. 2554. **คู่มือการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

เพ็ญพร เจนการกิจ. 2554. **การดูแลรักษาคุณประโยชน์ระบบนิเวศด้วยกลไก PES กรณีโครงการนำร่องจังหวัดลามดง ประเทศเวียดนาม พ.ศ. 2549-2553**. วินร็อค อินเตอร์เนชันแนล, รัฐอาคันซอ.

แหลมไทย อาษานอก. 2558. **ความหลากหลายทางชีวภาพและการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าเต็งรังมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ**. ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 16 – 17 ธันวาคม 2558. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมบูรณ์ กีรติประยูร. 2556. **นิเวศวิทยาป่าไม้:การได้มาของข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น**. ในเอกสารประกอบการอบรม แนวทางการเก็บข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนและวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพในชุมชน ระหว่างวันที่ 11 – 15 ธันวาคม 2556. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ปทุมธานี.

ส่วนความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้. 2559. **ป่าแม่วงก์-แม่เปิน ความหลากหลายทางชีวภาพของผืนป่าอย่างยั่งยืน**. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ.

สันติ สุขสอาด. 2552. **ประเมินมูลค่าทรัพยากรป่าไม้**. ในวารสารการจัดการป่าไม้ 3(6) : 122-133

สันติ สุขสอาด. 2549. **ประเมินมูลค่าป่าไม้**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร: กรณีศึกษา คลองตาผุด และคลองบ้านบางซอย ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา

Public Participation in the Conservation of Water Onion: Cases study from Khlong Ta Phud and Khlong Baan Bang Soi, Khura Sub-district, Khura Buri District, Phangnga Province

ธิดารัตน์ คำล้อม[1] **นิติญา สังขนันท์**[1*] และ ระวีวรรณ โต๊ะหยอ[1]

Tidarat Kumlom[1], **Nitiya Sangkhanan**[1*] and Ravewan Teoyeo[1]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ภูเก็ต 83000

[1]Department of Environmental Science, Faculty of Science and technology,
Phuket Rajabhat University, Phuket 83000

* Corresponding Author; E-mail: **nitiya.skn@gmail.com**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธารและเพื่อศึกษาถึงปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของประชาชน โดยศึกษาประชากรที่อาศัยอยู่ที่หมู่บ้านคลองตาผุดและคลองบ้านบางซอย ที่มีพลับพลึงธารและประชาชนได้ร่วมกันอนุรักษ์ไว้ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากหมู่บ้านคลองตาผุด จำนวน 118 ครัวเรือนและคลองบ้านบางซอย จำนวน 117 ครัวเรือน รวมเป็น 235 ครัวเรือน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

ผลการศึกษาพบว่า ในหมู่บ้านคลองตาผุด ระดับการมีส่วนร่วมในด้านการติดตามและประเมินผลการอนุรักษ์พลับพลึงธารอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.52) และในหมู่บ้านคลองบ้านบางซอย ระดับการมีส่วนร่วมในด้านการส่งเสริมและพัฒนาการอนุรักษ์พลับพลึงธาร อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.62) สำหรับปัญหาอุปสรรคที่พบมากที่สุด ได้แก่ ประชาชนในพื้นที่ไม่มีเวลาเข้าร่วมกิจกรรม ขาดความรู้ความเข้าใจบางส่วนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร และยังขาดงบประมาณในการสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ตามลำดับ สำหรับข้อเสนอแนะควรมีการฟื้นฟูปรับปรุงพื้นที่พลับพลึงธารอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: การอนุรักษ์ พลับพลึงธาร การมีส่วนร่วมของประชาชน

ABSTRACT

The purpose of this study was to specify level of public participation in, challenges of and suggestions for conservation of water onion. A total of 235 households, comprising of 118 households in Khlong Ta Phud and 117 households in Khlong Baan Bang Soi villages which were habitats of water onion, were studied. The households were selected by purposive sampling method. Questionnaires were used to acquire the information, and statistical values of frequency, percentage, and mean were applied for data analysis.

The results showed that at households in Khlong Ta Phud village had high level of public participation in monitoring and evaluation of the water onion conservation (mean=3.52) while the level of public participation of households in Khlong Baan Bang Soi village in promotion and development of water onion conservation was at the highest level (mean=4.62). The study suggested that the most challenges of water onion conservation were lacking of time, lacking of knowledge and lacking of budgets to support conservation activities. The results recommended that lone-tern continuous plans for restoration and development of water onion habitats should be put in place.

Keywords: conservation of water onion, public participation

คำนำ

พลับพลึงธาร (Phlap phueng than) มีชื่ออื่นว่า “หอมน้ำ” “พลับพลึงน้ำ” ปัจจุบันนิยมเรียกว่า “พลับพลึงธาร” เนื่องจากมีดอกคล้ายพลับพลึงแต่ขึ้นอยู่ในน้ำ มีชื่อสามัญ (Common name) ว่า Onion plant และ Water onion และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Crinum thaianum* (ปกขวัญและสมศักดิ์, 2558) พลับพลึงธารจัดเป็นพันธุ์ไม้น้ำขนาดใหญ่ มีอายุหลายปี เป็นพืชถิ่นเดียวของไทย (Endemic plant) พบได้เพียงแห่งเดียวในโลกที่แถบจังหวัดพังงาตอนบนและระนองตอนล่าง โดยได้รับการยืนยันจากองค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (The International Union for Conservation of Nature: IUCN) (ภาวินี, 2552) พบตามลำธารที่ใสสะอาด มีน้ำไหลตลอดปี ความลึกตั้งแต่ไม่กี่เซนติเมตรไปจนกว่า 2 เมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของแหล่งน้ำ เป็นไม้น้ำที่ให้ดอกขนาดใหญ่ เป็นช่อ ชูเหนือน้ำสวยงามประดับลำธารที่ขึ้นอยู่จนได้รับสมญานามว่า “ราชินีแห่งสายน้ำ” (ปกขวัญและสมศักดิ์, 2558) (Figure 1)



Figure 1 Flower Fruit and Habitat of *Crinum thaianum*.

การทำลายต้นน้ำลำธาร ทำให้สภาพน้ำที่เคยใส ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่เดิมเปลี่ยนสภาพเป็นตะกอนโคลนตม หอมน้ำจึงเป็นพรรณไม้น้ำที่หาได้ยากในปัจจุบันและมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ พลับพลึงธารเป็นพืชที่มีรากยาวและรากมาก จะช่วยยึดเกาะหน้าดินของลำคลองไม่ให้มีการชะล้างพังทลาย แต่ไม่ได้หมายความว่าพลับพลึงธารอย่างเดียวจะป้องกันลำคลองพังทลายได้ แต่หมายถึงว่าพลับพลึงธารเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศแม่น้ำลำคลอง ที่เหมือนกับพืชน้ำชนิดอื่นๆ ต้นไม้ต่างๆ ที่ขึ้นทั้งในลำคลองและตามตลิ่งคลอง ใบพลับพลึงธารมีปริมาณที่มากและเหมาะที่จะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย หลบภัยและวางไข่ของสัตว์น้ำนานาชนิด ที่บริเวณหมู่บ้านคลองตาผุด คลองบ้านบางซอย ชาวบ้านจับปลาน้ำจืดได้มากในบริเวณที่มีพลับพลึงธารมากกว่าที่อื่น บริเวณที่มีพลับพลึงธารขึ้นอย่างหนาแน่นจะช่วยลดความแรงของกระแสน้ำได้ รวมทั้งเป็นที่ดักตะกอนต่างๆ เพื่อให้น้ำมีความใสและสะอาด ดอกพลับพลึงธารเป็นที่หากินของแมลงต่างๆ และมนุษย์สามารถใช้ประโยชน์จากพลับพลึงธารได้ในเรื่องของการท่องเที่ยว (ก่องกานดา, 2545)

ปัจจุบันพลับพลึงธารมีแนวโน้มที่จะมีประชากรลดลงและลดลงอย่างน่าเป็นห่วง สาเหตุของการลดจำนวนลงของพลับพลึงธารดังที่กล่าวมาแล้วเบื้องต้น คือ มีทั้งการทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การขุดลอกแม่น้ำลำคลองโดยเฉพาะในลำคลองที่พบพลับพลึงธาร การขุดหินและทรายตามพื้นคลองไปใช้ประโยชน์ และจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ที่เปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เกษตรดั้งเดิม มาเป็นพื้นที่เกษตรเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะยางพาราและปาล์มน้ำมัน ที่อาจจะส่งผลให้เกิดการไหลบ่าของน้ำแรงและชะล้างพังทลายของหน้าดินสูง ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนดินในแม่น้ำลำคลอง นอกจากนั้นการที่เกิดปัญหาอุทกภัย ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กระแสน้ำไหลแรงพัดพาพลับพลึงธารให้หลุดร่วงไปได้ยิ่งลำคลองที่มีการขุดลอกด้วยแล้วยิ่งทำให้กระแสน้ำไหลแรงและทำให้พลับพลึงธารมีโอกาสหลุดร่วงได้ง่ายขึ้น เป็นต้น และการทำลายชนิดพันธุ์พลับพลึงธารโดยตรง เช่น การขุดหัวพลับพลึงธารเพื่อการจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ อาจจะนำไปสู่การสูญพันธุ์ในอนาคตอันใกล้ (สมศักดิ์, 2556)

จากการที่พลับพลึงธารในชุมชนได้ลดลงไปเป็นจำนวนมาก แต่ยังมีกลุ่มชาวบ้านได้รวมตัวกันอนุรักษ์พลับพลึงธารไว้เพื่อให้กลุ่มคนที่สนใจเข้าไปชมและศึกษา ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการอนุรักษ์พลับพลึงธารและปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในกิจกรรมอนุรักษ์พลับพลึงธาร เพื่อให้ระบบนิเวศของลำคลองยังคงความอุดมสมบูรณ์

และมีความหลากหลายทางทางระบบนิเวศ เพื่อให้เหมาะแก่การใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนและยาวนาน คงความอุดมสมบูรณ์ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธารกรณีศึกษา : คลองตาผุด และคลองบ้านบางซอย ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา เป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ (Survey) โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรเป้าหมายและกลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

การเลือกประชากร คัดเลือกโดยใช้หลักในการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชาชนที่มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร จำนวน 235 คน ได้แก่ หมู่บ้านคลองตาผุด จำนวน 118 คน และคลองบ้านบางซอย จำนวน 117 คน ที่มีพลับพลึงธารในพื้นที่ดังกล่าว ที่จัดเป็นพืชถิ่นเดียวที่พบเฉพาะประเทศไทย

2. เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาวิจัยได้สร้างและดัดแปลงขึ้นโดยอาศัยแนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้ดัดแปลงข้อคำถามจากงานวิจัยของมณฑาทิพย์ (2552) และ สุรยุทธ (2544) ตลอดจนการเรียงลำดับของข้อคำถาม มีลักษณะเป็นคำถามปลายปิด และคำถามปลายเปิด ทำการทดสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) แล้วนำไปทดสอบ (Pre-test) กับบ้านหินลาด ตำบลคุระ อำเภอ คุระบุรี จังหวัดพังงา จำนวน 30 ครัวเรือน จากนั้นทดสอบความความน่าเชื่อถือ (reliability) ของเครื่องมือ โดยวิธี Cronbach's alpha (กัลยา, 2555) กับคำถามด้านการมีส่วนร่วมได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.776 ลักษณะของแบบสอบถามถูกสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งมี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ในหมู่บ้านคลองตาผุด และหมู่บ้านคลองบ้านบางซอย ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา และตอนที่ 2 ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะของประชาชนต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร คลองตาผุด และคลองบ้านบางซอย อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตัวเอง โดยการลงเก็บข้อมูลในพื้นที่โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการสอบถามประชาชน ได้รับแบบสอบถาม จำนวน 235 ชุด จากหมู่บ้านคลองตาผุด และหมู่บ้านคลองบ้านบางซอย ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตัวเอง แล้วนำเสนอในรูปของการพรรณนา โดยการแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) และและค่าเฉลี่ย (Mean) ในการวัดระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร เป็นลักษณะคำถามที่มีคำตอบให้เลือก 5 ระดับ ตามแบบ Likert's scale (ชูศรี, 2553) โดยมีคะแนนเท่ากับ 1-5 (ระดับน้อยที่สุดถึงมากที่สุด) จากนั้นหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละข้อในแต่ด้านของแต่ละครัวเรือน และจัดระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธารแต่ละด้าน โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามความกว้างของอันตรภาคชั้นที่คำนวณได้เท่ากับ 0.80 กำหนดความหมาย ของระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร โดยนำคะแนนคำถามแต่ละด้านของตัวอย่างทุกครัวเรือนมาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเปรียบเทียบกับอันตรภาคชั้นที่กำหนดไว้ โดยแบ่งเป็นช่วงคะแนน ได้แก่ 1.00 – 1.80, 1.81 – 2.60, 2.61 – 3.40, 3.41 – 4.20 และ 4.21 – 5.00 หมายถึง การมีส่วนร่วมน้อยที่สุดถึงมากที่สุดตามลำดับ

ผลและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ในหมู่บ้านคลองตาผุดและคลองบ้านบางซอย ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา

จากการศึกษาระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ผู้ตอบแบบสอบถามบ้านคลองตาผุด จำนวน 118 ครัวเรือน และบ้านบางซอย จำนวน 117 ครัวเรือน แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามโดยจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 1 คน แทน 1 ครัวเรือน ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Levels of participation in conservation of the water onion.

participation in conservation of the water onion	Mean/Participation level	
	Ban Khlong Ta Phut	Ban Bang Soi
1. Participation in Study the conservation of the water onion	3.16 (0.92) Medium	3.52 (1.01) High
2. Participation in the conservation plan for the water onion	2.93 (1.04) Medium	3.40 (1.37) Medium
3. Participation in the conservation of the water onion	2.92 (1.30) Medium	3.55 (1.07) High
4. Participation in monitoring and evaluating the conservation of the water onion	3.52 (1.14) High	3.86 (0.96) High
5. Participate in benefiting from the conservation of the water onion	3.34 (0.89) Medium	3.94 (0.80).. High
6. Participation in promoting and developing the conservation of water onion	2.98 (1.42) Medium	4.62 (0.64) Highest
Total average	**3.09** (1.12) **Medium**	**3.82** (0.98) **High**

ระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ในหมู่บ้านคลองตาผุด ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา ผลการศึกษาพบว่าการมีส่วนร่วมของประชาชนมีค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งในแต่ละด้านต่างๆ คือ (1) การมีส่วนร่วมในการศึกษาการอนุรักษ์พลับพลึงธารอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.16) (2) การมีส่วนร่วมในการวางแผนเรื่องการอนุรักษ์พลับพลึงธารอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.93) (3) การมีส่วนร่วมในการดำเนินการอนุรักษ์พลับพลึงธารอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.92) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สวรรยา และคณะ (2554) ได้ศึกษาการการวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการอนุรักษ์ป่าชายเลน กรณีศึกษา : ชุมชนบ้านสหกรณ์และชุมชนบ้านชายทะเล จังหวัดสมุทรสาคร พบว่า ประชาชนให้ความร่วมมือและเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชายเลน จนเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของและหวงแหนทรัพยากรของท้องถิ่น (4) การมีส่วนในการติดตามและประเมินผลการอนุรักษ์พลับพลึงธารอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.52) (5) การมีส่วนร่วมในการได้รับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์พลับพลึงธารอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.34) (6) การมีส่วนร่วมในการส่งเสริมและพัฒนาการอนุรักษ์พลับพลึงธารอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 2.98)

ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ในคลองบ้านบางซอย ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธารระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.52) คือ ร่วมศึกษาสภาพพื้นที่และสถานการณ์ ของพลับพลึงธาร การมีส่วนร่วมในการวางแผนการอนุรักษ์พลับพลึงธาร การร่วมเป็นผู้ประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ข่าวสารและความรู้เรื่องการอนุรักษ์และการฟื้นฟูพลับพลึงธารปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.40) การมีส่วนร่วมในการดำเนินการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ในการร่วมกันปฏิบัติตามกฎระเบียบ

ด้านการอนุรักษ์พลับพลึงธารมาก (ค่าเฉลี่ย 3.55) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ มณฑล (2553) ได้ศึกษาวิจัย การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีศึกษาตลาดน้ำตลิ่งชัน เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร พบว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมบริเวณตลาดน้ำตลิ่งชัน ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ด้านการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ส่วนด้านอื่นๆ อยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน ดังนี้ คือ ด้านการมีส่วนร่วมในการศึกษาปัญหา ด้านการมีส่วนร่วมในการติดตามประเมินผล และด้านการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษา และปรับปรุงแก้ไข ตามลำดับ และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สบสุข (2543) ได้ศึกษาวิจัย การมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่นต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา : เกาะเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ผลการศึกษาพบว่า ประชาชนท้องถิ่นส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมระดับปานกลาง ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การมีส่วนในการติดตามและประเมินผลการอนุรักษ์พลับพลึงธารมาก (ค่าเฉลี่ย 3.86) การมีส่วนร่วมในการได้รับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์พลับพลึงธาร การมีส่วนร่วมในการขยายพันธ์พลับพลึงธาร ในหมู่บ้าน (ค่าเฉลี่ย 3.94) และการมีส่วนร่วมในการส่งเสริมและพัฒนาการอนุรักษ์พลับพลึงธาร การมีส่วนร่วมในการสร้างความเข้าใจและการส่งเสริมส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร และระบบนิเวศในลำคลองมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.62) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของลักขณาและคณะ (2561) ซึ่งได้ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร(*Crinum thaianum* J. Schulze) บริเวณตำบลนาคา อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง พบว่า ความคิดเห็นของที่มีต่อการอนุรักษ์พลับพลึงธารของประชาชน พบว่าอยู่ในระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย 3.78

จากการศึกษาระดับการมีส่วนร่วม การศึกษาคลองตาผุด ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา ในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร พบว่า มีการอนุรักษ์พลับพลึงธารโดยตัวบุคคล ซึ่งมีคุณเชษฐ์ อายุ 48 ปี เป็นผู้ดูแลพลับพลึงธารเป็นหลัก มีความตั้งใจ และมุ่งมั่นในการดูแลรักษาพลับพลึงธารเป็นอย่างดี และเป็นผู้นำชมพลับพลึงธาร เนื่องจากบริเวณพลับพลึงธารอยู่บริเวณลำคลอง หลังบ้านของท่าน โดยมีพื้นที่ดูแลราว 9 ไร่ อีกทั้งยังให้นักศึกษาที่มาเยี่ยมชมช่วยกันทำฝายชะลอน้ำ เพื่อให้น้ำคงอยู่เมื่อถึงฤดูแล้ง และร่วมกันปลูกพลับพลึงธาร เพื่อเพิ่มจุดชมพลับพลึงธาร คุณเชษฐ์ ยังมีวิธีการในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร โดยให้ลูกหลานบริเวณบ้านใกล้เคียงช่วยทำความสะอาดลำคลอง เพื่อนำกิ่งไม้ที่ทับถมออกจากลำคลองเพื่อความสวยงามในการเที่ยวชมพลับพลึงธาร และยังมีการร่วมประชุมกับเพื่อนบ้านในการดูแลพลับพลึงธารอีกด้วย

นอกจากนี้การศึกษาข้อมูลในพื้นที่พบว่า มีการอนุรักษ์พลับพลึงธารโดยตัวบุคคลอีกแห่ง ได้แก่ คุณเลื่อน อายุ 78 ปี เป็นผู้อนุรักษ์พลับพลึงธาร ในพื้นที่ 15 ไร่ ซึ่งในพื้นที่ดังกล่าว คุณเลื่อน เป็นผู้ดูแลรักษาพลับพลึงธาร ซึ่งพลับพลึงธารอยู่บริเวณสวนของบ้านคุณเลื่อน ทำให้สะดวกในการดูแลตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงและปรับปรุงสวนพลับพลึงธารได้ตลอดเวลา คุณเลื่อน ยังเข้มงวดในเรื่องการงดขุดหัวพลับพลึงธารไปจำหน่าย โดยมุ่งเน้นให้ผู้ที่เข้ามาเยี่ยมชม นักเรียน นักศึกษา ช่วยกันปรับปรุงภูมิทัศน์ โดยมีกลุ่มนักเรียน เด็กๆจากโรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม ช่วยกันขยายพันธุ์พลับพลึงธาร เข้าร่วมกิจกรรมกับเอสซีจีในการขยายพันธุ์ และการอนุรักษ์พลับพลึงธาร และยังเป็นคนนำชมผู้ที่มาเยี่ยมชมพลับพลึงธาร โดยสร้างความตระหนักให้นักท่องเที่ยว ช่วยกันอนุรักษ์พืชน้ำที่หายาก เพื่อเยาวชนรุ่นหลังจะได้ช่วยกันอนุรักษ์ต่อไป

2. ผลการศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของประชาชนต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร บ้านคลองตาผุดและคลองบ้านบางซอย อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา

จากการศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของประชาชนต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ผู้ตอบแบบสอบถามหมู่บ้านคลองตาผุด จำนวน 118 ครัวเรือน และคลองบ้านบางซอย จำนวน 117 ครัวเรือน แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามโดยจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 1 คน แทน 1 ครัวเรือน ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Problems and obstacles of public opinion on participation in conservation of resources there are 235 respondents in the water onion.

No.	Issue & barrier	Ban Khlong Ta Phut	Khlong Ban Bang Soi
1	There is no time to participate in activities, such as attending meetings to conserve the water onion in the community	84.6	84.6
2	People still lack some knowledge and understanding in the conservation of the water onion.	70.1	70.1
3	Lack of budget for organizing various activities To promote conservation of water onion sources	49.6	49.6

จาก Table 2 ปัญหา อุปสรรคของประชาชนที่เกิดขึ้นต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร คลอง ตาผุด และคลองบ้านบางซอย อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา ได้แก่ ประชาชนไม่มีเวลาเข้าร่วมกิจกรรม เช่น การเข้าร่วมประชุมใน การอนุรักษ์พลับพลึงธารในชุมชน มีค่าร้อยละ 84.6 ประชาชนยังขาดความรู้ความเข้าใจบางส่วนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร มีค่าร้อยละ 70.1 ขาดงบประมาณในการจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลับพลึงธาร มีค่า ร้อยละ 49.6 เนื่องจากประชาชนหมู่บ้านคลองตาผุดและคลองบ้านบางซอย ไม่มีเวลาเข้าร่วมกิจกรรม เช่น การเข้าประชุมในการอนุรักษ์พลับพลึงธารในชุมชน ยังขาดงบประมาณในการจัดกิจกรรมที่เข้ามาสนับสนุนให้ความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลับพลึงธาร อีกทั้งผู้ที่ได้รับการฝึกอบรม หรือให้ความรู้เป็นกลุ่มคนกลุ่มเดียวกันเสมอ นอกจากนี้ประชาชนในพื้นที่ไม่ค่อยให้ความสนใจในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ไม่ทราบเป้าหมายของการเข้าไปมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร เจ้าหน้าที่ไม่ได้ทุ่มเทและเสียสละในการทำงานอย่างจริงจัง การมีส่วนร่วมกิจกรรมกับกลุ่มผู้นำชุมชนหรือส่วนร่วมในการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์อย่างขาดความต่อเนื่องทำให้ยากต่อการอนุรักษ์พลับพลึงธาร

สำหรับข้อเสนอแนะ ประชาชนส่วนใหญ่ต้องการให้มีหน่วยงานของภาครัฐมีการสนับสนุนมาช่วยดูแลพัฒนาพลับพลึงธาร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัธท์นริน (2557) พบว่า หน่วยงานภาครัฐควรเข้ามามีบทบาทต่อการส่งเสริมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรให้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากการอนุรักษ์ต้องอาศัยการสนับสนุนหลายอย่างจากภาครัฐ เช่น งบประมาณ เป็นต้น เพื่อเป็นแรงจูงใจให้ประชาชนท้องถิ่นเกิดความตระหนัก และส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติต่อทรัพยากรมากยิ่งขึ้น และมีงบประมาณในการดูแลพลับพลึงธาร ควรมีการกำจัดขยะและต้องมีการเข้าร่วมประชุมบ่อยๆ เพื่อแก้ปัญหาการกำจัดขยะในบริเวณลำคลอง โดยการนำกิ่งไม้ใบไม้ออกจากพื้นที่พลับพลึงธาร โดยจัดทำโครงการอบรมให้ความรู้แก่ประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร จัดให้เป็นแหล่งอนุรักษ์ในชุมชน เพื่อสร้างจิตสำนึกให้เยาวชนช่วยกันอนุรักษ์พลับพลึงธาร ซึ่งสอดคล้องกับงานของวิจัย ศิริพร (2559) พบว่าควรเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้าร่วมกำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์และรวมถึงการจัดให้มีเวทีประชาชนเพื่อให้เสนอและร่วมประชุมพูดคุยในประเด็นปัญหาหรือแนวทางในการอนุรักษ์ และก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของชุมชนท้องถิ่น ควรมีการฟื้นฟูปรับปรุงพื้นที่พลับพลึงธารอย่างต่อเนื่อง ให้สะดวกในการเข้าชมพื้นที่ พื้นที่มีขนาดเล็กคับแคบควรขยายปรับปรุงเส้นทางในการเข้าชมพื้นที่พลับพลึงธาร



Figure 2 Field Survey for Collecting Questionnaires.

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในภาพรวม พบว่า ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธารในหมู่บ้านคลองตาผุด อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.09 และหมู่บ้านคลองบ้านบางซอยอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.82 และในหมู่บ้านคลองตาผุด สำหรับปัญหาอุปสรรคที่พบมากที่สุด ได้แก่ ประชาชนในพื้นที่ไม่มีเวลาเข้าร่วมกิจกรรม ขาดความรู้ความเข้าใจบางส่วนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร และยังขาดงบประมาณในการสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลับพลึงธาร ตามลำดับ สำหรับข้อเสนอแนะควรมีการฟื้นฟูปรับปรุงพื้นที่พลับพลึงธารอย่างต่อเนื่อง

สำหรับข้อเสนอแนะในงานวิจัย ควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หน่วยงานของภาครัฐเข้ามาสนับสนุน มาช่วยดูแลพัฒนาพลับพลึงธาร และมีงบประมาณในการดูแลพลับพลึงธาร ควรมีการกำจัดขยะและต้องมีการเข้าร่วมประชุมบ่อยๆ เพื่อแก้ปัญหาการกำจัดขยะในบริเวณลำคลอง ควรสร้างมีฝายชะลอน้ำที่แข็งแรง 4-5 แห่ง มีมาตรการในการดูแล ตรวจสอบควบคุมคุณภาพน้ำในลำคลอง ให้อยู่ในคุณภาพที่ดีอยู่เสมอ งดการขุดลอกคูคลองที่มีพลับพลึงธาร

2. จัดทำโครงการอบรมให้ความรู้แก่ประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธารเดือนละครั้ง และประชุมกันทุกๆ เดือน จัดให้เป็นแหล่งอนุรักษ์ในชุมชน เพื่อสร้างจิตสำนึกให้เยาวชนช่วยกันอนุรักษ์พลับพลึงธาร และประชาสัมพันธ์ให้นักท่องเที่ยวทราบข้อมูล และให้นักวิชาการชี้แจงให้ประชาชนในพื้นที่ทราบถึงความสำคัญของพลับพลึงธารที่ต้องการและจำเป็นในการอนุรักษ์

3. ควรปรับปรุงพื้นที่พลับพลึงธาร ให้สะดวกในการเข้าชมพื้นที่ พื้นที่มีขนาดเล็ก คับแคบ ควรขยายปรับปรุงเส้นทางในการเข้าชมพื้นที่พลับพลึงธาร ควรเพิ่มการบริการห้องน้ำ เช่น น้ำที่ใช้ในห้องน้ำ จำนวนห้องน้ำให้มีเพียงพอกับความต้องการของนักท่องเที่ยว และควรสนับสนุนให้ประชาชนช่วยกันอนุรักษ์พลับพลึงธารไว้คงเดิมและขยายพันธุ์พลับพลึงธารให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น หากขาดการพัฒนาและดูแลพลับพลึงธาร อาจเกิดการสูญพันธ์ได้ เพื่ออนุรักษ์พลับพลึงธารให้ดียิ่งขึ้น และคงความอุดมสมบูรณ์ตลอดไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณตาเลื่อน มีแสง คุณเชษฐ์ กำลังกาน และประชาชนหมู่บ้านคลองตาผุด หมู่ที่ 6 และคลองบ้านบางซอย หมู่ที่ 7 ตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงาทุกคนที่เสียสละเวลาในการตอบแบบสอบถามและให้ข้อมูลต่างๆเพื่อเป็นประโยชน์กับงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ก่องกานดา ชยามฤต. 2545. **คู่มือจำแนกพรรณไม้. สวนพฤกษศาสตร์ป่าไม้** สำนักวิชาการป่าไม้ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

จุฑามาศ อ่อนวงศ์. 2554. **ความรู้ ความตระหนักและการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการอนุรักษ์ป่าชายเลน กรณีศึกษา บ้านธารน้ำร้อน ตำบลเขาถ่าน อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2552. **สถิติเบื้องต้นและการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่12. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ณัธท์ณริน พูลสวัสดิ์. 2557. ความตระหนักของประชาชนท้องถิ่นในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนศึกษากรณีตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร**. วารสารสังคมศาสตร์บูรณาการ** 1(2): 45-70.

เติมศักดิ์ สุขวิบูลย์. 2552. **ข้อคำนึงในการสร้างเครื่องมือประเภทมาตราประมาณค่า**. แหล่งที่มา: https://www.ms.src.ku.ac.th/schedule/Files/2553/Oct/12170, 10 มิถุนายน 2559

ปกขวัญ หุตางกูรและสมศักดิ์ สุนทรนวภัทร. 2558. **พลับพลึงธาร: *Crinum Thaianum*: พืชน้ำหนึ่งเดียวในโลกของไทยที่ใกล้สูญพันธุ์.** รวมสาส์น, กรุงเทพ.

แพรว ตรีรัตน์. 2551. **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ กรณีศึกษาตำบลบ้านต่อม อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา.** การค้นคว้าแบบอิสระ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ลักขณา แสงอุไรเพ็ญ สมนิมิตร พุกงาม และปิยพงษ์ ทองดีนอก. 2561. ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พลับพลึงธาร (*Crinum thaianum* J. Schulze) บริเวณตำบลนาคา อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง**. วารสารวนศาสตร์** 37 (1): 132-142.

มณฑล เอกอดุลย์พันธ์. 2553. **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีศึกษาตลาดน้ำตลิ่งชัน เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สวรรยา ซื่อเลื่อม ชลธิชา เซี่ยงหลิว และ ภาวิณี บัวเรือง. 2554. **การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการอนุรักษ์ป่าชายเลน กรณีศึกษา : ชุมชนบ้านสหกรณ์และชุมชนบ้านชายทะเล จังหวัดสมุทรสาคร.** คณะวิทยาการจัดการ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สมศักดิ์ สุนทรนวภัทร. 2556. **พลับพลึงธาร: พืชหนึ่งเดียวในโลกที่ใกล้จะสูญพันธ์.** โครงการอนุรักษ์พลับพลึงธาร เครือข่ายอนุรักษ์ลุ่มน้ำอันดามันตอนบน, กรุงเทพฯ.

ศิริพร รักษ์เจริญ. 2559. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดบริการสาธารณะด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อการท่องเที่ยว เชิงนิเวศขององค์การบริหารส่วนตำบลคลองโคน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม. **Veridian E-Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ** 9(2): 1172-1187.

องค์การบริหารส่วนตำบลคุระ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา. 2556. **ข้อมูลประชากร**. จังหวัดพังงา.

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ด้านการใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่า กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

Economical Evaluation of Non-timber Forest Products: A Case Study From Doi Suthep - Pui National Park, Chiang Mai province

กันย์ จำนงค์ภักดี[1*] และ ณัฐวุฒิ อุดมศิริพงษ์[1]

Kan Jumnongpakdi[1*] and Nattawut Udomsiripong[1]

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่

National Parks Research and Innovation Development Center, Chiang Mai Province

* Corresponding Author; E-mail: **tulacom55@yahoo.com**

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้ประโยชน์ทางตรงของผลผลิตจากป่า ทั้ง 3 ด้าน คือ อาหาร (เช่น พืชผักป่า, ผลไม้ป่า, เห็ดป่า, แมลงและผลผลิตจากแมลง, สัตว์ป่า) สมุนไพร และไม้ใช้สอย ซึ่งทำการศึกษาข้อมูลจากประชาชนที่อาศัยในชุมชนรอบเขตอุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ และมีการใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่า ครอบคลุมอยู่ในพื้นที่ 4 อำเภอ 10 ตำบล โดยเก็บข้อมูลแต่ละตำบลด้วยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) จากจำนวนประชากรครัวเรือนที่มีการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่า ซึ่งข้อมูลประชากรได้จากการสัมภาษณ์โดยตรงจากผู้นำชุมชน และทำการคำนวณสัดส่วนครัวเรือนของแต่ละตำบลเพื่อเป็นตัวแทนในการเก็บข้อมูลได้เท่ากับ 400 ครัวเรือนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างแบบปลายเปิด (Open Ended Question) จากตัวแทนครัวเรือนละประมาณ 1 คน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณมูลค่าผลผลิตจากป่าโดยใช้เทคนิคราคาตลาด (Market Price)

ผลการศึกษา พบว่า มูลค่าผลผลิตรองจากป่ามีค่าเท่ากับ 42.60 ล้านบาทต่อปี โดยคิดเป็นมูลค่าจากการบริโภคทั้งสิ้น 24.28 ล้านบาทต่อปี และมูลค่าจากการจำหน่าย 18.32 ล้านบาทต่อปี ซึ่งพบว่ามูลค่าผลผลิตรองจากป่าที่มีมูลค่าการใช้ประโยชน์สูงสุด ได้แก่ เห็ดป่า แมลงและผลผลิตจากแมลง พืชผักป่า ไม้ใช้สอย สัตว์ป่า ผลไม้ป่า และพืชกินหัว โดยมีมูลค่าเท่ากับ 19.79, 10.76, 7.34, 3.26, 0.89, 0.55 และ 13.30 ล้านบาทต่อปี ตามลำดับ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ผลผลิตจากป่าด้านสมุนไพรมีการนำมาใช้ประโยชน์ในปริมาณน้อยที่สุด

คำสำคัญ: การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผลผลิตรองจากป่า อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

ABSTRACT

The objective of this research was to explore and evaluate economical value from direct uses of forest products in 3 categories, namely, food (such as vegetables, fruits, mushrooms, insects and products from insects and wildlife), herbs and usable wood. The study collected information from people who lived in communities surrounding Doi Suthep-Pui National Park, and utilized Non-timber Forest Products (NTFPs). The communities located in 4 districts, 10 sub-districts. Cluster sampling method was applied in the study. A total number of 400 households were interviewed. Quantity and value of NTFPs were calculated by comparing to market prices.

The results showed that value of NTFPs was 42.60 million Baht per year consisting of 24.28 million Baht per year consumption value, and 18.32 million Baht per year sell value. Values of wild mushrooms, insects and products from insects, vegetables, fuel wood, animals, wild fruits and edible plants were 19.79, 10.76, 7.34, 3.26, 0.89, 0.55 and 13.30 million Baht per year, respectively. According to the information from the interview, this study found that forest products with

medicinal properties were used in a small quantity. Therefore, value of herbs from the forest was not included in this report.
Keywords: Economical Evaluation, Non-timber Forest Products, Doi Suthep - Pui National Park

คำนำ

อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นอุทยานแห่งชาติที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีทรัพยากรธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ทั้งพืชพรรณและสัตว์ป่านานาชนิด รวมทั้งเป็นแหล่งต้นน้ำ ลำธารที่สำคัญของประเทศ ก่อให้เกิดแหล่งทรัพยากรป่าไม้และสังคมพืชที่หลากหลาย ซึ่งทรัพยากรป่าไม้ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือสัตว์อื่นๆ เพราะป่าไม้มีประโยชน์ทั้งการเป็นแหล่งวัตถุดิบของปัจจัยสี่ และยังมีประโยชน์ในการรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม การดำเนินชีวิตของมนุษย์จะมีความผูกพันอยู่กับป่าไม้อย่างใกล้ชิด อาจกล่าวได้ว่าประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากป่าจะมีทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากป่าไม้โดยตรงมาจากการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่า ที่สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ ผลิตผลหลัก (Major Products) ได้แก่ ไม้ที่นำมาใช้สอยในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย เครื่องมือเครื่องใช้ในการทำเกษตรกรรม ใช้ทำเครื่องตกแต่งบ้านรวมทั้งเครื่องมืออื่นๆ ที่ทำจากไม้ซึ่งใช้กันอยู่ในบ้านทั่วไป นอกจากนี้ผลผลิตหลักที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ การนำไม้มาใช้เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ ฟืนและถ่าน ที่ใช้ในการหุงต้มภายในครัวเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม แม้ว่ายุคนี้จะมีการนำเอาแร่เชื้อเพลิงมาใช้แล้วก็ตาม แต่ความจำเป็นที่จะนำไม้มาทำเป็นเชื้อเพลิงก็ยังคงมีอยู่มากเช่นกัน และผลผลิตรอง (Minor Products) ได้แก่ ผลผลิตจากป่าชนิดอื่นๆ นอกเหนือจากไม้ (อำนาจ, 2543) ดังนั้นผลผลิตรองจากป่าที่เป็นประโยชน์ทางตรงจึงได้แก่ สิ่งต่างๆ ทั้งหมดที่ได้รับจากป่าที่นำมาใช้ประโยชน์โดยส่วนใหญ่ก็คือเป็นแหล่งอาหาร ยารักษาโรค รวมถึงการสร้างรายได้ให้แก่คนในชุมชนใกล้เคียงจากการจำหน่ายผลผลิตตามฤดูกาลที่พบเห็นได้ในตลาดท้องถิ่นทั่วไป ผลผลิตจากป่าประเภทนี้บางอย่างไม่สามารถระบุมูลค่าที่แน่นอนได้ แต่ก็มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศประมาณการว่ามีประชาชนในชนบทที่อาศัย อยู่บริเวณป่าประมาณ 5 ล้านคน ต้องพึ่งพิงของป่าในการยังชีพและเสริมสร้างรายได้ (กรมป่าไม้, 2552) จะเห็นได้ว่าปัจจุบันผลผลิตจากป่าบางชนิดมีราคาสูง เนื่องจากมนุษย์มีความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ผลผลิตบางอย่างสูญหายไปจนแทบไม่มีให้เห็นจนกลายเป็นของหาได้ยาก ซึ่งทุกคนสามารถนำทรัพยากรเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ได้แบบใครมีความสามารถมากกว่าก็สามารถใช้ประโยชน์ได้มากกว่า เป็นผลให้มีการใช้แบบฟุ่มเฟือยและเกิดความไม่ยั่งยืนของทรัพยากร นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันก็ยังมีการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าเสมอมา ทางหน่วยงานวิจัยได้ตระหนักถึงมูลค่าการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่า จึงได้มีการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในพื้นที่ด้วยเทคนิคราคาตลาด (Market Price) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่นำมาใช้ประเมินอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อันเป็นการสอดรับกับนโยบายป่าไม้ที่รับผิดชอบโดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในการหาแนวทางการจัดการและพัฒนาทรัพยากรป่าไม้ให้มีความยั่งยืน เพื่อให้ประเทศได้ประโยชน์ อย่างคุ้มค่าทางสังคม เศรษฐกิจ ความมั่นคง และสิ่งแวดล้อมมากที่สุดโดยเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนและการบูรณาการเชิงรุก (กรมป่าไม้, 2552) เพื่อประกอบเป็นข้อมูลการวางแผนจัดการหรือใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ให้มีประสิทธิภาพและเป็นแนวทางในการช่วยให้ชุมชนอยู่ร่วมกับป่าไม้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การสำรวจข้อมูลจำนวนครัวเรือนที่มีการเข้าไปใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าได้จากการสัมภาษณ์โดยตรงจากผู้นำชุมชน จำนวนทั้งหมด 106 หมู่บ้าน จาก 10 ตำบล พบว่ามีหมู่บ้านที่เข้าไปใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่า จำนวน 68 หมู่บ้าน ซึ่งเป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่บริเวณติดชิดแนวเขตป่าอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย และหมู่บ้านที่ไม่ได้เข้าไปใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่า จำนวน 38 หมู่บ้าน เนื่องจากเป็นหมู่บ้านที่มีลักษณะเป็นชุมชนเมือง และอยู่ห่างไกลมาก

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนครัวเรือนที่มีการเข้าไปใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าจากผู้นำชุมชนของแต่ละหมู่บ้านทั้งหมด 68 หมู่บ้าน โดยมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 31,766 ครัวเรือน ซึ่งจากการสอบถามผู้นำชุมชนนั้น พบว่ามีครัวเรือนที่ใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่าจำนวน 4,025 ครัวเรือน และมีครัวเรือนที่ไม่ใช้ประโยชน์ผลผลิต รองจากป่า จำนวน 27,741 ครัวเรือน

2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) เลือกจำนวนตัวอย่างในการศึกษาโดยใช้ประชาชนในพื้นที่ศึกษา (ครัวเรือน) เป็นจำนวนประชากรในการสุ่มตัวอย่างตามความน่าจะเป็น (Probability sampling) และเลือกกลุ่มตัวอย่างในแต่ละตำบลด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (สมชาย, 2554) ทำการคำนวณจำนวนตัวอย่างของแต่ละกลุ่มจาก 10 ตำบล (Table 1) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างคำนวณที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้สูตรของ Yamane (1973) ได้ตัวอย่างตัวแทนประชากรทั้งหมด 400 ตัวอย่าง

Table 1 Number of households are used, not used of Non-timber Forest Products and number of samples

District	Sub-district	Village	household			Number of samples
			Total	Used	Not used	
Mueang Chiang Mai	Suthep	10	6,653	94	6,559	8
	Chang Phueak	2	2,027	60	1,967	4
	Mae Hia	4	8,008	165	7,843	16
Mae Rim	Pong Yaeng	10	2,066	903	1,163	88
	Maeram	9	1905	545	1,360	60
Mae Tang	Sanpayang	6	1,266	410	856	40
	Papae	1	178	160	18	16
	Soppoeng	8	1,700	746	954	72
Hang Dong	Nong Kwai	8	6,706	267	6,439	28
	Ban Pong	10	1,257	675	582	68
Total		68	31,766	4,025	27,741	400

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สอบถามข้อมูลการใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่า จะทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างจากตัวแทนครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา และเป็นครัวเรือนที่มีการใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่า จำนวนครัวเรือนละ 1 คน โดยแบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ และข้อมูลการใช้ประโยชน์ของผลผลิตรองจากป่า โดยมุ่งประเด็นสำคัญ คือ ชนิด ช่วงฤดูกาลเก็บหา ปริมาณที่เก็บมาใช้ประโยชน์ และราคาที่จำหน่ายต่อหน่วย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำปริมาณโดยรวมของผลผลิตแต่ละชนิดมาวิเคราะห์ในรูปของร้อยละ ค่าเฉลี่ย และนำมาทำการประเมินมูลค่าโดยวิธีราคาตลาด ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้ (เสาวลักษณ์, 2546)

$$Value = Q \times P \qquad \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ Value คือ มูลค่าทางการตลาดของสินค้าชนิดนั้นๆ
Q คือ ปริมาณผลผลิตจากป่าที่ครัวเรือนนำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมดในรอบปี
V คือ ราคาเฉลี่ยต่อหน่วย

ผลและวิจารณ์

แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไป การใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่า และมูลค่าของผลผลิตรองจากป่า

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า เป็นเพศชาย (ร้อยละ 42.8) และเพศหญิง (ร้อยละ 57.2) มีอายุระหว่าง 50 - 59 ปี (ร้อยละ 29.5) รองลงมาคืออายุระหว่าง 60 – 69 ปี (ร้อยละ 24.5) สถานภาพสมรส (ร้อยละ 84.5) โสด (ร้อยละ 10.8) ระดับการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา (ร้อยละ 48.5) รองลงมาคือไม่ได้ศึกษา (ร้อยละ 20.8) ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป (ร้อยละ 34.8) รองลงมาคือประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 21.5) จำนวนสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่อาศัยร่วมกันจำนวน 4 คนต่อครัวเรือน (ร้อยละ 20.3) รองลงมาคืออาศัยร่วมกันจำนวน 3 คนต่อครัวเรือน (ร้อยละ 18.3) สำหรับรายได้เฉลี่ยรวมต่อครัวเรือนต่อเดือน ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 10,000 บาท (ร้อยละ 43) รองลงมามีรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนระหว่าง 10,001–15,000 บาท (ร้อยละ 24) และจำนวนของผู้เข้าไปเก็บหาของป่าส่วนใหญ่มีการเข้าไปเก็บครัวเรือนละ 1 คน (ร้อยละ 43.5) รองลงมาคือ จำนวน 2 คนต่อครัวเรือน (ร้อยละ 26)

2. การใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่า พบว่า ราษฎรส่วนใหญ่มีการเข้าไปเก็บหาของป่าที่เป็นอาหาร (ร้อยละ 92) เก็บหาไม้ใช้สอย (ร้อยละ 8) และเก็บหาสมุนไพรน้อยมากจึงไม่นำมาคิดคำนวณการใช้ประโยชน์ในการศึกษานี้ ทั้งนี้ผลผลิตรองจากป่าด้านอาหาร แบ่งเป็น 6 ชนิดย่อย ได้แก่ พืชผักป่า พืชกินหัว ผลไม้ป่า เห็ดป่า แมลงและผลผลิตจากแมลง และสัตว์ป่า สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 พืชผักป่า เป็นผลผลิตจากป่าที่ชาวบ้านมีการเก็บหามาใช้ประโยชน์ พบจำนวน 16 ชนิด อาทิเช่น หน่อไม้ ผักกูด ผักหนาม ผักหวาน ปลีกล้วย ดอกต้างหลวง ดอกกระเจียว เพกา เป็นต้น มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 188,031.69 กิโลกรัมต่อปี แบ่งเป็นปริมาณที่นำมาใช้บริโภครวมทั้งสิ้น 92,660.65 กิโลกรัมต่อปี และจำหน่ายจำนวนทั้งสิ้น 95,371.04 กิโลกรัมต่อปี พืชผักป่าที่นำมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคมากที่สุด คือ หน่อไม้ จำนวน 2,757 ครัวเรือนพบในช่วงเดือนมิถุนายน–กันยายน มีปริมาณเฉลี่ย 21.58 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือผักกูด จำนวน 1,369 ครัวเรือน พบในช่วงเดือนกุมภาพันธ์–พฤษภาคม มีปริมาณเฉลี่ย 5.76 กิโลกรัมต่อครัวเรือน ส่วนพืชผักป่าที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการจำหน่ายมากที่สุด คือ หน่อไม้ จำนวน 403 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 159.40 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือผักกูด จำนวน 171 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 31.98 กิโลกรัมต่อครัวเรือน

2.2 พืชกินหัว ชาวบ้านเก็บหามาบริโภคแต่ไม่นิยมจำหน่าย มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 101 กิโลกรัมต่อปี พบจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ขิงป่า จำนวน 20 ครัวเรือน พบได้ตลอดปี ปริมาณเฉลี่ย 2.75 กิโลกรัมต่อครัวเรือน และกระชายป่า จำนวน 40 ครัวเรือน พบได้ตลอดปี ปริมาณเฉลี่ย 1.15 กิโลกรัมต่อครัวเรือน

2.3 ผลไม้ป่า เป็นผลผลิตที่ชาวบ้านมีการเก็บหามาใช้ประโยชน์ พบจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ มะไฟ มะกอกมะม่วงป่า ก่อ มะแฟน ตะคร้อ และมะขามป้อม มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 20,736.38 กิโลกรัมต่อปี แบ่งเป็นปริมาณ ที่นำมาใช้บริโภครวมทั้งสิ้น 14,911.98 กิโลกรัมต่อปี และจำหน่ายจำนวนทั้งสิ้น 5,824.40 กิโลกรัมต่อปี ผลไม้ป่าที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคมากที่สุด คือ มะไฟ จำนวน 1,338 ครัวเรือน พบในช่วงเดือนพฤษภาคม–กรกฎาคม มีปริมาณเฉลี่ย 5.10 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือมะขามป้อม จำนวน 654 ครัวเรือน พบในช่วงเดือนมกราคม–กุมภาพันธ์ มีปริมาณเฉลี่ย 4.24 กิโลกรัมต่อครัวเรือน สำหรับผลไม้ป่าที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการจำหน่ายมากที่สุด คือ มะไฟ จำนวน 101 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 24.40 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือมะขามป้อม จำนวน 60 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย14.24 กิโลกรัมต่อครัวเรือน

2.4 เห็ดป่า เป็นผลผลิตที่ชาวบ้านมีการเก็บหามาใช้ประโยชน์ พบจำนวน 13 ชนิด ได้แก่ เห็ดแดง เห็ดหล่ม เห็ดไข่ห่าน เห็ดไข้เหลือง เห็ดโคน เห็ดลม เห็ดตับเต่า เห็ดขมิ้น เห็ดปลวก เห็ดถอบ เห็ดหูหนู เห็ดขาง และเห็ดฟาน มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 79,457.44 กิโลกรัมต่อปี แบ่งเป็นปริมาณที่นำมาใช้บริโภครวมทั้งสิ้น 48,540.23 กิโลกรัมต่อปี และจำหน่ายจำนวนทั้งสิ้น 30,917.21 กิโลกรัมต่อปี เห็ดป่าที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคมากที่สุดคือ เห็ดโคน จำนวน 2,103 ครัวเรือน พบในช่วงเดือนพฤษภาคม–กันยายน มีปริมาณเฉลี่ย 4.08 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือเห็ดแดง จำนวน 1,801 ครัวเรือน พบในช่วงเดือนพฤษภาคม–สิงหาคม มีปริมาณเฉลี่ย 4.63 กิโลกรัมต่อครัวเรือน สำหรับเห็ดป่าที่ชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการจำหน่ายมากที่สุด คือ เห็ดแดง จำนวน 443 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 1.81 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือเห็ดโคน จำนวน 292 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 33.64 กิโลกรัมต่อครัวเรือน

2.5 แมลงและผลผลิตจากแมลง เป็นผลผลิตรองจากป่าที่ชาวบ้านมีการเก็บหามาใช้ประโยชน์ พบจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ ไข่มดแดง น้ำผึ้ง ตัวอ่อนผึ้ง หนอนรถด่วน จิ้งหรีด แมงมัน ตัวอ่อนต่อ และแมงนูน มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 23,550.52 กิโลกรัมต่อปี แบ่งเป็นปริมาณที่นำมาใช้บริโภครวมทั้งสิ้น 9,767.09 กิโลกรัมต่อปี และจำหน่ายจำนวนทั้งสิ้น 13,783.43 กิโลกรัมต่อปี แมลงและผลผลิตจากแมลงที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคมากที่สุด คือ น้ำผึ้ง จำนวน 1,246 ครัวเรือน พบในช่วงเดือนมีนาคม – พฤษภาคม มีปริมาณเฉลี่ย 2.27 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือไข่มดแดง จำนวน 886 ครัวเรือน พบในช่วงเดือนเมษายน–พฤษภาคม มีปริมาณเฉลี่ย 1.64 กิโลกรัมต่อครัวเรือน สำหรับแมลงและผลผลิตจากแมลงที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการจำหน่ายมากที่สุด คือ น้ำผึ้ง จำนวน 111 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 1.65 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือหนอนรถด่วน จำนวน 70 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 20.21 กิโลกรัมต่อครัวเรือน

2.6 สัตว์ป่า เป็นผลผลิตที่ชาวบ้านมีการเก็บหามาใช้ประโยชน์มีจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ นก กระรอก หมูป่า ไก่ป่า กระแต งู มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 4,440.39 กิโลกรัมต่อปี แบ่งเป็นปริมาณที่นำมาบริโภครวมทั้งสิ้น 4,096.39 กิโลกรัมต่อปี และจำหน่ายจำนวนทั้งสิ้น 344 กิโลกรัมต่อปี สัตว์ป่าที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการบริโภคมากที่สุดคือ กระรอก จำนวน 453 ครัวเรือน พบได้ตลอดปี มีปริมาณเฉลี่ย 2.02 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือไก่ป่า จำนวน 191 ครัวเรือน พบได้ตลอดปี ปริมาณเฉลี่ย 1.39 กิโลกรัมต่อครัวเรือน สำหรับสัตว์ป่าที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการจำหน่ายมากที่สุด คือ ไก่ป่า จำนวน 30 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 5.2 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือกระรอก จำนวน 20 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 2.4 กิโลกรัมต่อครัวเรือน

2.7 ไม้ใช้สอย ไม้ใช้สอยเป็นผลผลิตที่ชาวบ้านมีการเก็บหามาใช้ประโยชน์มีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ไม้สน ไม้ไผ่ กิ่งไม้/ไม้ฟืน และถ่านไม้ มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 1,657,017 กิโลกรัมต่อปี แบ่งเป็นปริมาณที่นำมาใช้สอยเองรวมทั้งสิ้น 1,623,747 กิโลกรัมต่อปี และจำหน่ายจำนวนทั้งสิ้น 33,270 กิโลกรัมต่อปี ไม้ใช้สอยที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ ไม้ไผ่ จำนวน 1,419 ครัวเรือน พบได้ตลอดปี มีปริมาณเฉลี่ย 49 ลำต่อครัวเรือน รองลงมาคือกิ่งไม้/ไม้ฟืน จำนวน 1,288 ครัวเรือน พบได้ตลอดปี มีปริมาณเฉลี่ย 1,162.50 กระสอบต่อครัวเรือน สำหรับไม้ใช้สอยที่มีชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ในการจำหน่ายมากที่สุด คือ กิ่งไม้/ไม้ฟืน จำนวน 30 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 750 กิโลกรัมต่อครัวเรือน รองลงมาคือไม้ไผ่ จำนวน 20 ครัวเรือน มีปริมาณเฉลี่ย 450 ลำต่อครัวเรือน

3. มูลค่าของผลผลิตรองจากป่า พบว่า มีมูลค่ารวมทั้งสิ้น 42,601,314.58 บาทต่อปี โดยแบ่งเป็นมูลค่าพืชผักป่า คิดเป็นจำนวนเงินรวมทั้งสิ้น 7,339,980.89 บาทต่อปี มูลค่าพืชกินหัว คิดเป็นจำนวนเงินรวมทั้งสิ้น 13,300 บาทต่อปี มูลค่าผลไม้ป่า คิดเป็นจำนวนเงินรวมทั้งสิ้น 549,547.64 บาทต่อปี มูลค่าเห็ดป่า คิดเป็นจำนวนเงินรวมทั้งสิ้น 19,790,195.50 บาทต่อปี มูลค่าการใช้ประโยชน์จากแมลงและผลผลิตจากแมลง คิดเป็นจำนวนเงินรวมทั้งสิ้น 10,755,141.95 บาทต่อปี มูลค่าสัตว์ป่าคิดเป็นจำนวนเงินรวมทั้งสิ้น 889,621.60 บาทต่อปี มูลค่าไม้ใช้สอย คิดเป็นจำนวนเงินรวมทั้งสิ้น 3,263,571 บาทต่อปี ทั้งนี้สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.1 มูลค่าการใช้ประโยชน์พืชผักป่าที่ประเมินมูลค่าได้มากที่สุด คือ หน่อไม้ ปริมาณรวมทั้งสิ้น 122,525.3 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัม 33 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 4,043,333.58 บาทต่อปี รองลงมาคือผักกูด ปริมาณรวมทั้งสิ้น 13,354.02 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 55 บาท

3.2 มูลค่าการใช้ประโยชน์พืชกินหัวที่ประเมินมูลค่าได้มากที่สุดคือขิงป่าปริมาณรวมทั้งสิ้น 55 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 200 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 11,000 บาทต่อปี และกระชายปริมาณรวมทั้งสิ้น 46 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 50 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 2,300 บาทต่อปี

3.3 มูลค่าการใช้ประโยชน์ผลไม้ป่าที่ประเมินมูลค่าได้มากที่สุดคือ ก่อ ปริมาณรวมทั้งสิ้น 3,795.80 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 65.80 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 249,763.60 บาทต่อปี รองลงมาคือ มะขามป้อม ปริมาณรวมทั้งสิ้น 3,732.96 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 10 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 37,329.60 บาทต่อปี

3.4 มูลค่าการใช้ประโยชน์เห็ดป่าที่ประเมินมูลค่าได้มากที่สุดคือ เห็ดโคน ปริมาณรวมทั้งสิ้น 18,350.56 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 350 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 6,422,696 บาทต่อปี รองลงมาคือ เห็ดหล่ม ปริมาณรวมทั้งสิ้น 13,830.54 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 250 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 3,457,950 บาทต่อปี

3.5 มูลค่าการใช้ประโยชน์แมลงและผลผลิตจากแมลงที่ประเมินมูลค่าได้มากที่สุดต่อปี คือ ไข่มดแดง ปริมาณรวมทั้งสิ้น 6,491.90 กิโลกรัม ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 700 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 4,543,752 บาทต่อปี รองลงมาคือน้ำผึ้ง ปริมาณรวมทั้งสิ้น 8,837.96 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 300 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 2,651,388 บาทต่อปี

3.6 มูลค่าการใช้ประโยชน์สัตว์ป่าที่ประเมินมูลค่าได้มากที่สุดต่อปี คือ หมูป่า ปริมาณรวมทั้งสิ้น 1,571 กิโลกรัม ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 250 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 392,750 บาทต่อปี รองลงมาคือกระรอก ปริมาณรวมทั้งสิ้น 936.06 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 240 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 231,134.40 บาทต่อปี ส่วนสัตว์ป่าที่ประเมินมูลค่าได้น้อยที่สุดคืองู ปริมาณรวมทั้งสิ้น 63.9 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 200 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 12,780 บาทต่อปี

3.7 มูลค่าการใช้ประโยชน์ไม้ใช้สอยที่ประเมินมูลค่าได้มากที่สุดต่อปี คือ ไม้ไผ่ ปริมาณรวมทั้งสิ้น 78,531 ลำต่อปี ราคาเฉลี่ยลำละ 15 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 1,177,965 บาทต่อปี รองลงมาคือถ่านไม้ ปริมาณรวมทั้งสิ้น 48,250 กิโลกรัมต่อปี ราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 20 บาท คิดเป็นจำนวนเงิน 965,000 บาทต่อปี

สรุป

จากการศึกษาการประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่าของประชาชนที่อาศัยในชุมชนติดชิดแนวเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ตัวแทนประชากรจำนวน 400 ครัวเรือน พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุอยู่ระหว่าง 50–59 ปี มีสถานภาพสมรส ระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษา อาศัยอยู่ร่วมกันจำนวน 4 คนต่อครัวเรือน มีการประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป มีรายได้เฉลี่ยรวมกันต่ำกว่า 10,000 บาทต่อครัวเรือน ในการเข้าไปเก็บหาของป่าจะเข้าไปครัวเรือนละประมาณ 1 คน

การใช้ประโยชน์ผลผลิตรองจากป่า พบว่า ผลผลิตรองจากป่าที่มีครัวเรือนเก็บหามาใช้ประโยชน์มากที่สุด ประเภทพืชผักป่า คือ หน่อไม้ จำนวน 2,757 ครัวเรือน, ประเภทเห็ดป่า คือ เห็ดโคน จำนวน 2,103 ครัวเรือน, ประเภทไม้ใช้สอย คือ ไม้ไผ่ จำนวน 1,419 ครัวเรือน, ประเภทผลไม้ป่า คือ มะไฟป่า จำนวน 1,338 ครัวเรือน, ประเภทแมลงและผลผลิตจากแมลง คือ น้ำผึ้ง จำนวน 1,246 ครัวเรือน, ประเภทสัตว์ป่า คือ กระรอก จำนวน 453 ครัวเรือน และประเภทพืชกินหัว จำนวน 40 ครัวเรือน ส่วนประเภทสมุนไพร ชาวบ้านไม่นิยมนำมาใช้ประโยชน์โดยให้เหตุผลว่า มีการนำใช้ประโยชน์บ้างบางชนิด เช่น รางจืด บอระเพ็ด ฟ้าทะลาย แต่ใช้ในปริมาณเล็กน้อยมากจึงไม่สามารถนำประเมินมูลค่าราคาตลาดได้ ซึ่งปัจจุบันชาวบ้านไม่มีความรู้ด้านสมุนไพรที่สามารถนำมารักษาโรคต่างๆ เหมือนคนสมัยโบราณ และโดยส่วนใหญ่จะนิยมใช้ยารักษาโรคจากสถานบริการสุขภาพใกล้บ้าน เช่น สถานีอนามัยตำบล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล หรือร้านขายยาต่างๆ

มูลค่าจากการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่า พบว่า มีมูลค่ารวมทั้งสิ้น 42,601,314.58 บาทต่อปี (เฉลี่ย 10,584.17 บาทต่อครัวเรือนต่อปี) โดยคิดเป็นมูลค่าจากการบริโภคทั้งสิ้น 24,282,228.52 บาทต่อปี (เฉลี่ย 6,032.85 บาทต่อครัวเรือนต่อปี) และมูลค่าจากการจำหน่าย 18,319,086.06 บาทต่อปี (เฉลี่ย 4,551.33 บาทต่อครัวเรือนต่อปี)

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2552. **การป่าไม้ในประเทศไทย.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. 2554. **ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. อักษรศิลป์การพิมพ์, อุดรธานี.

เสาวลักษณ์ ถิ่นจันทร์. 2546**. การประเมินมูลค่าการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้พื้นที่ป่าชายเลน ประแสร์- พังราด จังหวัดระยอง.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2543**. การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

Yamane, T. 1973. **Statistics: An Introductory Analysis.** Third edition. Harper and Row Publication, New York.

ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน กรณีศึกษาโครงการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริบ้านห้วยขวาก จังหวัดน่าน

Social Return on Investment: A Case Study of Haui Khwak Royal Initiative Forest Development Project, Nan Province

ฐิตานันท์ ปิติเสถียรหิรัญ[1] รัชนี โพธิแท่น[2] และ พสุธา สุนทรห้าว[2]

Dhitananta Pitisatianhirun[1*] Rachanee Pothitan[2] and Pasuta Sunthornhao[2]

[1]สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Resource and Environmental Administration, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

[2]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[2]Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **dhitananta@gmail.com**

บทคัดย่อ

การประเมินมูลค่าทางสังคมจากการดำเนินงานของโครงการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริบ้านห้วยขวาก จังหวัดน่าน โดยใช้การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (Social Return on Investment: SROI) เป็นเครื่องมือในการศึกษาเก็บข้อมูลโดยการสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์เชิงลึก การประชุมกลุ่ม และการใช้แบบสัมภาษณ์ เก็บข้อมูลจากครัวเรือนทั้งหมดจำนวน 58 ครัวเรือนของชุมชนบ้านห้วยขวาก หมู่ที่ 11 ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ผลการศึกษาพบว่า โครงการได้สร้างผลลัพธ์ทางสังคม ได้แก่ การจ้างงานของโครงการเป็นการสร้างรายได้แก่ชุมชน การส่งเสริมอาชีพปลูกกาแฟใต้ร่มเงาเป็นการสร้างรายได้ และเกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ลดการพังทลายของหน้าดิน การสนับสนุน การตั้งกลุ่มแปรรูปกาแฟเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตและเกิดการจ้างแรงงานท้องถิ่น ซึ่งชุมชนมีการนำรายได้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในการซื้ออาหารที่มีประโยชน์สำหรับบริโภค การปลูกฟื้นฟูป่าทำให้ป่าเสื่อมโทรมกลับคืนความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลให้ชุมชนมีความมั่นคงของปัจจัยในการดำรงชีวิต และนอกจากนี้การติดตั้งระบบประปาภูเขาและถังเก็บน้ำเป็นการพัฒนางานด้านสาธารณูปโภคทำให้ราษฎรมีระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานที่ดีขึ้น ซึ่งสามารถนำผลลัพธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นมาคิดมูลค่าทางสังคมได้เท่ากับ 11.85 บาทต่อการลงทุน 1 บาท

คำสำคัญ: การประเมินผลลัพธ์ทางสังคม ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน

ABSTRACT

The social valuation from the implementation of Haui Khwak Royal Initiative Forest Development Project, Nan Province, was conducted using the Social Return on Investment (SROI) tool. Data were gathered through observation, in-depth interviews and focus group meeting from 58 households residing in Ban Haui Khwak Community, Moo 11, Bo Kluea Nua Subdistrict, Bo Kluea District, Nan Province. The results indicated that the Haui Khwak Royal Initiative Forest Development project had contributed to several social outcomes such as employment of the local workers in the project activities and other job opportunities; enhancement of communities income through promoting of coffee plantation; sustainable use of land via water and soil conservation and soil erosion protection; and boosting product values by establishment of coffee processing group. The communities received additional and sustainable incomes and were able to use the incomes for household expenditure and forest restoration. This will ultimately enhance the living conditions and prosperity of the local communities. In addition, mountain water plumbing system and the

water storage tank were installed in order to improve access to fundamental public utilities. The social return on Investment from this project was calculated at 11.85 THB return per 1 THB of investment.

Keywords: social impact assessment, social return on investment

คำนำ

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้จัดตั้งโครงการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริบ้านห้วยขวาก จังหวัดน่าน เพื่อสนองพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยมีการดำเนินงานที่สำคัญ ได้แก่ การจัดระเบียบการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำกัดการใช้พื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตร มีการปลูกฟื้นฟูป่าในพื้นที่ต้นน้ำ และพื้นที่ไร่เหล่าของชาวบ้าน การส่งเสริมและพัฒนาอาชีพโดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกกาแฟใต้ร่มเงา ส่งผลให้ป่าฟื้นตัวกลับคืนความอุดมสมบูรณ์อีกครั้ง ชุมชนมีความมั่นคงทางอาชีพ มีรายได้จากการขายผลผลิตกาแฟ ทำให้ลดการทำไร่หมุนเวียนอันเป็นสาเหตุสำคัญของการพังทลายของดิน

อย่างไรก็ตาม โครงการนี้เป็นการดำเนินงานระยะยาวที่ไม่ได้มุ่งหวังผลกำไรทางการเงิน แต่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา คุณภาพชีวิต ลดการบุกรุกทำลายป่า ฟื้นฟูสภาพป่าและทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ การวัดผลความมสำเร็จของโครงการด้วยการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์เพียงอย่างเดียว อาจจะไม่ครอบคลุมผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน โดยเฉพาะผลลัพธ์ทางสังคม (Social Impact) การประเมินมูลค่าทางสังคมที่เกิดจากการดำเนินงาน เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการประเมินความสำเร็จของโครงการ วิธีการที่นิยมนำมาใช้ในการประเมินมูลค่าทางสังคม ได้แก่ การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (Social Return on Investment : SROI) โดยการนำผลลัพธ์ทางสังคม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนามธรรมมาผ่านกระบวนการแปลงเป็นมูลค่าทางการเงิน แล้วคำนวณผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในรูปของการลงทุน 1 บาทจะให้ผลตอบแทนกลับคืนสู่สังคมเป็นจำนวนเท่าไร ซึ่ง SROI จะช่วยให้ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถพิจารณาผลการดำเนินงานของโครงการได้อย่างชัดเจน และสามารถประเมินได้ว่าโครงการสร้างผลตอบแทนทางสังคมมากน้อยเพียงใด คุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่ และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงการดำเนินงาน หรือการตัดสินใจดำเนินโครงการต่อไปในอนาคต การศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ทางสังคมและประเมินมูลค่าทางสังคมที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ ซึ่งผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนการดำเนินงานของโครงการ และเป็นแนวทางในการประเมินมูลค่าทางสังคมให้แก่โครงการพัฒนาป่าไม้อื่น ๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 การศึกษา และค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับประเมินมูลค่าทางสิ่งแวดล้อม การประเมินมูลค่าการสูญเสียหน้าดิน และการศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชในพื้นที่ศึกษา

1.2 การสังเกตการณ์ (Observation) โดยการร่วมรับฟังการประชุมของชุมชน และกลุ่มแปรรูปกาแฟ ซึ่งจะสังเกต ซักถาม และการจดบันทึกในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับโครงการและความคิดเห็นของชุมชนที่มีต่อโครงการ

1.3 การสัมภาษณ์เชิงลึก (Indepth Interview) กับตัวแทนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ เจ้าหน้าที่โครงการ สมาชิกกลุ่มแปรรูปกาแฟ ราษฎรในชุมชน และข้าราชการจากส่วนราชการในท้องที่ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปพัฒนาเพื่อสร้างแบบสัมภาษณ์เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพต่อไป

1.4 การสัมภาษณ์ด้วยแบบสัมภาษณ์ (Interview Schedule) กับหัวหน้าครัวเรือนทั้งหมดจำนวน 58 ครัวเรือน

1.5 การประชุมกลุ่ม (Focus group) โดยเชิญตัวแทนชุมชน เจ้าหน้าที่โครงการ และข้าราชการจากส่วนราชการในท้องที่ เพื่อร่วมกันสรุปประเด็นผลลัพธ์ทางสังคม และประเมินสัดส่วนผลการดำเนินงานที่เกิดจากโครงการในแต่ละกิจกรรม

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

SROI Network (2012) ได้ให้แนวทางโดยการรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการเพื่อการระบุปัญหา (Define) ด้วยการสร้างทฤษฎีการเปลี่ยนแปลง (Theory of Change) ให้อยู่ในรูปประโยค “ถ้ามีโครงการนี้แล้ว จะทำให้มีผลลัพธ์ทางสังคมอย่างไร” แล้วสรุปประเด็นผลลัพธ์ทางสังคมที่จะศึกษา จากนั้นวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder Analysis) เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย สะท้อนผลลัพธ์ทางสังคมที่ได้รับจากการดำเนินโครงการ โดยใช้เครื่องมือห่วงโซ่คุณค่า (Impact Value Chain) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า (Inputs) กิจกรรม (Activities) ผลผลิต (Outputs) และผลลัพธ์ (Outcomes) ของการดำเนินโครงการ แล้วสร้างตัวชี้วัด (Indicators) ที่เหมาะสมเพื่อประเมินผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งการสร้างตัวชี้วัดดำเนินการร่วมกับกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อหาตัวชี้วัดที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับ รวมทั้งพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดผลลัพธ์ทางสังคมนั้นอยู่แล้วแม้จะไม่มีการดำเนินโครงการเลย การพิจารณากรณีฐาน (Base Case Scenario) จะช่วยทำให้ผลลัพธ์ทางสังคมที่เกิดจากการดำเนินโครงการมีความคลาดเคลื่อนน้อยลง ทั้งนี้ตัวชี้วัดบางตัวมีมูลค่าทางการเงินแล้ว แต่บางตัวยังไม่มีมูลค่าทางการเงิน จึงต้องหาค่าแทนทางการเงิน (Financial Proxy) ที่เป็นที่ยอมรับของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เมื่อได้ค่าแทนทางการเงินสำหรับตัวชี้วัดทุกตัวแล้วสามารถหาค่า SROI โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{SROI} = \frac{\text{มูลค่าของผลลัพธ์ – มูลค่าผลลัพธ์ที่กิจการไม่ได้ก่อ}}{\text{มูลค่าของปัจจัยนำเข้า}}$$

ผลที่ได้จากการคำนวณ SROI จะเป็นผลตอบแทนทางสังคมที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ โดยจะสามารถบอกได้ว่าการลงทุนของโครงการ 1 บาท สามารถให้ผลตอบแทนทางสังคมออกมาเป็นกี่บาท

ผลและวิจารณ์

1. สภาพทั่วไปของชุมชน

1.1 ประวัติการตั้งถิ่นฐานของชุมชน

ในปี พ.ศ. 2520 ราษฎรจำนวน 28 ครัวเรือน จากหมู่บ้านสะเกี้ยง หมู่ที่ 8 ตำบลขุนน่าน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ได้ออกจากหมู่บ้านเดิมเพื่อหาที่ดินทำกินแห่งใหม่ เนื่องจากที่ดินทำกินเดิมไม่เพียงพอ จนมาบริเวณที่ตั้งชุมชนในปัจจุบันพบว่ามีความอุดมสมบูรณ์จึงได้ตั้งถิ่นฐานและทำไร่หมุนเวียนเพื่อปลูกข้าวไร่ไว้บริโภค มีการพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้เพื่อการก่อสร้าง เป็นแหล่งไม้เชื้อเพลิง และพื้นที่เก็บหาของป่า จนกระทั่งปี พ.ศ. 2541 ได้จัดตั้งเป็นบ้านห้วยขวาก หมู่ที่ 11 ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ต่อมาในปี พ.ศ. 2545 กรมอุทยานแห่งชาติฯ ได้สำรวจแนวเขตเพื่อจัดตั้งอุทยานแห่งชาติดอยภูคา และพบว่าหมู่บ้านตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ต้นน้ำชั้น 1A จึงกำหนดให้บริเวณชุมชนเป็นเขตผ่อนปรนสามารถใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยและทำการเกษตรได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ในปี พ.ศ. 2547 มีหน่วยงานของรัฐเข้ามาส่งเสริมอาชีพการปลูกกาแฟ แต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากขาดตลาดรองรับผลผลิต จนกระทั่งปี พ.ศ. 2551 สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงเสด็จฯ มาเยี่ยมชุมชน ทรงมีพระราชดำริให้ส่งเสริมการปลูกกาแฟเพื่อสร้างรายได้อีกครั้ง กรมอุทยานแห่งชาติฯ จึงตั้งโครงการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริบ้านห้วยขวาก จังหวัดน่าน ขึ้นเพื่อสนองพระราชดำริ โดยในปี พ.ศ. 2553 โครงการสามารถส่งเสริมปลูกกาแฟจนครบทุกครัวเรือน และปี พ.ศ. 2555 มีผลผลิตที่สร้างรายได้เป็นปีแรกนับเป็นจุดเริ่มต้นของการปลูกกาแฟใต้ร่มเงาเพื่อสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน

1.2 ข้อมูลด้านทรัพยากรธรรมชาติ

พื้นที่นี้เดิมเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่มีความอุดมสมบูรณ์ แต่มีการขยายพื้นที่เพื่อทำไร่หมุนเวียน ซึ่งเกือบทั้งหมดมีลักษณะลาดชันก่อให้เกิดปัญหาการพังทลายของหน้าดินและดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ แม้จะมีการปล่อยให้พื้นที่มีการพักและฟื้นฟูแต่รอบการหมุนเวียนที่สั้นลง (รอบหมุนเวียน 3 - 5 ปี) ไม่สามารถทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้นนัก ส่งผลให้ผลผลิตลดลงทำให้ต้องขยายพื้นที่เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต นอกจากนั้นการขยายตัวของชุมชนทำให้มีการพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้มากขึ้น จากการสำรวจ พบว่าทุกครัวเรือนมีการพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้ ที่สำคัญได้แก่ ของป่า ไม้ฟืน และน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ (ปัจจุบันใช้ระบบประปาภูเขา) ผลของการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและการสำรวจพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมโดยสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13 (แพร่) เมื่อปี พ.ศ.2553 พบว่าในพื้นที่ความรับผิดชอบของโครงการ 15,153 ไร่ มีพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม 9,125 ไร่ และมีพื้นที่ทำไร่หมุนเวียน 1,430 ไร่

1.3 ข้อมูลด้านด้านสังคม

สมาชิกในชุมชนเป็นชาติพันธุ์ลัวะ วิถีชีวิตเรียบง่าย นับถือศาสนาพุทธ แต่ยังคงมีความผูกพันกับวัฒนธรรม ประเพณีของชนเผ่า แม้นในปัจจุบันจะมีความเจริญในด้านต่าง ๆ เข้ามาสู่ชุมชนมากขึ้น สาธารณูปโภคต่าง ๆ ดีขึ้นกว่าในอดีต เช่น ไฟฟ้า น้ำประปาภูเขา ทั้งนี้ ระบบน้ำประปาภูเขาช่วยลดการใช้แรงงานและเวลาในการนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ในครัวเรือน นอกจากนั้นยังพบว่า ชุมชนยังคงใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงแม้จะมีไฟฟ้าเข้าถึงหมู่บ้านแล้วก็ตาม เยาวชนร้อยละ 44.83 ได้รับการศึกษาสูงสุดในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) ซึ่งไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเนื่องจากรัฐบาลสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษา เมื่อจบการศึกษาแล้วส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างทั้งในเมืองและต่างจังหวัด

1.4 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ

ครัวเรือน ร้อยละ 91.38 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม พืชที่นิยมปลูก ได้แก่ ข้าวไร่ เพื่อใช้บริโภคในครัวเรือน และกาแฟเพื่อเป็นรายได้ ในปี พ.ศ. 2561 ครัวเรือนมีรายได้เฉลี่ย คิดเป็น 27,210 บาท/ครัวเรือน ซึ่งเป็นรายได้จากการปลูกกาแฟใต้ร่มเงา 16,120.69 บาท/ครัวเรือน ส่วนนอกฤดูทำการเกษตรชุมชนจะยึดอาชีพการรับจ้างทั่วไป รายได้ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้สำหรับการซื้ออาหาร เป็นค่าใช้จ่ายในการศึกษาสำหรับบุตรหลาน และค่าลงทุนด้านการเกษตร

2. การดำเนินงานของโครงการพระราชดำริบ้านห้วยขวากฯ

การดำเนินโครงการมีกิจกรรมหลัก ๆ 3 กิจกรรม ได้แก่ 1) กิจกรรมการจัดระเบียบการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการมีส่วนร่วมกับชุมชนในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ของหมู่บ้าน พื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ พื้นที่ป่าไม้ใช้สอย และพื้นที่ทำการเกษตร ทั้งนี้ มีการออกกฎระเบียบข้อบังคับและบทลงโทษของชุมชนเพื่อปฏิบัติร่วมกันในการใช้ประโยชน์พื้นที่ โดยมีเป้าหมายเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้สามารถอำนวยประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมได้อย่างยั่งยืน 2) กิจกรรมการฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้เป็นกิจกรรมที่สำคัญเนื่องจากสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ถูกบุกรุกแผ้วถางเพื่อทำไร่หมุนเวียนส่งผลต่อระบบนิเวศ ที่สำคัญคือ การพังทลายของหน้าดิน ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ และการลดจำนวนลงของพันธุ์พืชและสัตว์ ซึ่งกิจกรรมการฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้มีการจ้างแรงงานภายในชุมชนเพื่อปลูกป่า การทำแนวกันไฟ และการบำรุงรักษาป่า เป้าหมายคือการฟื้นฟูสภาพป่าที่เสื่อมโทรมให้กลับคืนความอุดมสมบูรณ์ และ 3) กิจกรรมการส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเพื่อสร้างรายได้ ได้แก่ การส่งเสริมการปลูกกาแฟใต้ร่มเงา ซึ่งการดำเนินงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 จนถึงปัจจุบันมีการปลูกกาแฟในพื้นที่ไร่เหล่าทั้งสิ้น 120 ไร่ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8.4 ของพื้นที่ทำไร่หมุนเวียนทั้งหมด ทั้งนี้ ในช่วงแรกโครงการได้รับซื้อผลผลิตทั้งหมด แต่ในปี พ.ศ. 2557 ได้มีการจัดตั้งกลุ่มแปรรูปกาแฟเพื่อเพิ่มมูลค่า และบริหารจัดการผลผลิตของชุมชนด้วยตนเอง โดยมีคณะทำงานจำนวน 15 คน และจ้างแรงงานในชุมชนจำนวน 4 คน มีค่าจ้างวันละ 150 บาท/คน โดยกลุ่มจะรับซื้อกาแฟผลสด หรือกาแฟเชอรี่ แล้วนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นกาแฟแห้ง หรือกาแฟกะลา ผลผลิตจำหน่ายให้กับร้านกาแฟในโครงการพระราชดำริ ทั้งนี้เงินที่ได้นำมาจ่ายให้สมาชิกเป็นค่ากาแฟผลสด ค่าจ้างคนงาน และค่าวัสดุ อุปกรณ์ เงินที่เหลือจะเก็บไว้เพื่อเป็น

ค่าใช้จ่ายสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องมือ ปัจจุบันยังไม่มีการปันผลคืนให้แก่สมาชิก เนื่องจากเป็นการดำเนินงานในระยะแรกซึ่งยังมีความจำเป็นที่จะต้องนำผลกำไรมาใช้ในการซื้อเครื่องจักร และปรับปรุงสถานที่

3. การประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (Social Return on Investment; SROI)

3.1 ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลง (Theory of Change) และห่วงโซ่คุณค่า (Impact Value Chain)

จากการศึกษาวัตถุประสงค์และการดำเนินงานของโครงการ รวมถึงการมีส่วนร่วมของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถเขียนทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงได้คือ “ถ้ามีโครงการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริบ้านห้วยขวากจังหวัดน่านแล้ว ราษฎรจะมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และทรัพยากรธรรมชาติจะอุดมสมบูรณ์ขึ้น” โดยมีคำจำกัดความดังนี้ “คุณภาพชีวิตที่ดี” หมายถึง การมีสุขภาพที่ดีจากการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์มีความมั่นคงของปัจจัยในการดำรงชีวิตและได้รับบริการสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน “ทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์” หมายถึง การมีพื้นที่ป่าที่มีความหลากหลายของชนิดพรรณพืชและสัตว์ สามารถอำนวยประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยสามารถที่จะเจริญเติบโตทดแทนและสืบต่อพันธุ์ได้ในอนาคต ซึ่งจากการวิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่าของการดำเนินโครงการร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจะเห็นได้ว่าโครงการใช้ปัจจัยในการดำเนินโครงการทั้งสิ้น 12,852,660 บาท ผ่านกิจกรรมการส่งเสริมปลูกกาแฟใต้ร่มเงา การให้ความรู้ในการแปรรูปกาแฟ การปลูกฟื้นฟูสภาพป่า การสร้างฝายและประปาภูเขาพร้อมแท้งก์เก็บน้ำ เป็นต้น ส่งให้เกิดผลลัพธ์ทางสังคม เช่น ลดการพังทลายของหน้าดิน ทำให้มีป่าที่อุดมสมบูรณ์ ชุมชนมีรายได้จากการจ้างงาน มีระบบสาธารณูปโภคที่ดีขึ้น และมีความมั่นคงของปัจจัยในการดำรงชีวิต เป็นต้น รายละเอียดตาม Table 1

Table 1 Analysis of Impact Value Chain.

Input	Activities	Output	Outcome/Social Impact
Operating budget (6,376,470 bath)	1. Encourage households to cultivate coffee instead of shifting cultivation.	1. There have been changes in land use for soil, water and forest conservation. 2. Households have income from selling product of coffee.	1. Reduce soil erosion. 2. Income from selling coffee products. 3. Using income to improve quality of life.
	2. Providing knowledge about coffee processing.	1. Income after deducting expenses from selling processed coffee. 2. Hiring local workers to process coffee.	1. Profit from selling processed coffee. 2. Income from hiring. 3. Do not go out to hire outside the community. 4. Use income for community
	3. Hiring 4 project employees.	1. Have regular income for local people.	1. Income from hiring 2. Do not go out to hire outside the community.
	4. Nursery for distribution to the community.	1. The community has coffee trees planted in the area of these farms. Without cost.	1. As an incentive for cultivation of coffee under the shade.

Table 1 (Continued)

Input	Activities	Output	Outcome/Social Impact
Investment budget (6,300,660 bath)	1. Hiring workers to forest restoration in degraded forest areas and firebreak.	1. Hiring local workers.	1. Income from hiring 2. Do not go out to hire outside.
	2. Planting local specices in degraded forest areas / watershead areas in order to restore the forest to be abundant.	1. Increase the abundant forest area. 2. Reduce the forestfire 3. Able to collect non timber forest products for consumed throughout the year. 4. Can store firewood for cooking throughout the year. 5. Available of water supply for consumption throughout the year.	1. Abundant forest resources. 2. Households have the security of their lives.
Requesting budget support (90,000 bath)	1. Making check dams.	1. Maintain soil moisture for longer. And slow down the flow of water	1. Encourage more efficient forest restoration. 2. Maintain the water in the creek throughout the year.
	2. Making a mountain plumbing system and cement tank.	1. Reduce time in walking to bring water to the household.	1. The community has better utilities.
Community investment (85,530 bath)	1. The maintenance of the coffee tree fertilizer.	1 Community have to buy fertilizer to be used in the maintenance of coffee gardens.	1. The cost of production.

3.2 ผลลัพธ์ทางสังคม (Social Impacts)

โครงการได้สร้างผลลัพธ์ทางสังคม ได้แก่ การส่งเสริมปลูกกาแฟใต้ร่มเงาทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อนุรักษ์ดินและน้ำ ส่งผลให้การพังทลายของหน้าดินในบริเวณพื้นที่ทำกินลดลง ผลผลิตที่ได้ก่อให้เกิดรายได้ ซึ่งชุมชนนำไปใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น เช่น การซื้ออาหารที่มีประโยชน์บริโภค เป็นต้น อย่างไรก็ตามการส่งเสริมปลูกกาแฟใต้ร่มเงาทำให้เกิดค่าใช้จ่าย ได้แก่ ค่าปุ๋ยเคมี และพบว่าชุมชนมีระบบสาธารณูปโภคที่ดีขึ้นจากการติดตั้งระบบประปาภูเขาและการสร้างถังเก็บน้ำ เป็นผลทำให้ลดการสูญเสียเวลาในการนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้อุปโภคและบริโภคในครัวเรือน แต่น้ำดังกล่าวยังไม่ผ่านกระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค การปลูกฟื้นฟูป่าและการทำแนวกันไฟร่วมกับการออกกฎระเบียบในการจำกัดการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ ก่อให้เกิดการฟื้นตัวอย่างรวดเร็วของพื้นที่ป่าที่เสื่อมโทรม ส่งผลให้ชุมชนมีความมั่นคงของปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินชีวิต ได้แก่ พืชอาหารป่า ไม้ใช้สอย และน้ำ แต่กฎระเบียบในการจำกัดการใช้ประโยชน์นี้ส่งผลให้ชุมชนมีแหล่งเก็บหาของป่าและไม้ฟืนลดลงเช่นกัน และการดำเนินงานของโครงการและกลุ่มแปรรูปกาแฟก่อให้เกิดการจ้างงานในท้องถิ่น คนในชุมชนไม่ต้องออกไปรับจ้างนอกชุมชน และนอกจากนี้ การแปรรูปกาแฟสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิต แต่ในปัจจุบันไม่มีการนำผลกำไรที่ได้มาใช้เพื่อสร้างแรงจูงใจให้เกิดการปลูกกาแฟใต้ร่มเงาเพิ่มขึ้น

3.3 ตัวชี้วัด (Indicators)

การกำหนดตัวชี้วัดผ่านการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อแสดงความคิดเห็นถึงความเหมาะสมมี 8 ประเด็น ได้แก่ 1) รายได้จากการขายผลกาแฟ พ.ศ.2555 – 2561 2) รายได้จากการจ้างงานของโครงการ พ.ศ. 2554 – 2561 และการรับจ้างแปรรูปกาแฟ พ.ศ.2557 – 2561 3) กำไรจากการแปรรูปกาแฟ พ.ศ. 2557 – 2561 4) การนำรายได้ไปใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งงานวิจัยของภัททิยา และสุริยา (2541) ได้กล่าวถึงวัฒนธรรมด้านอาหารของชนเผ่าลัวะที่กินข้าวเหนียว ใช้พริกและเกลือเป็นเครื่องชูรส เนื้อสัตว์จะรับประทานในโอกาสพิเศษหรือเลี้ยงผีเท่านั้น ดังนั้น การบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพจึงมีเพียงบางช่วงเวลาเท่านั้น จึงกำหนดตัวชี้วัด คือ ปริมาณอาหารที่มีประโยชน์ที่ครัวเรือนซื้อมาบริโภค จากการศึกษาพบว่า รายได้ส่วนใหญ่ถูกนำไปซื้ออาหาร ได้แก่ เนื้อปลา เนื้อหมู เนื้อวัว และเนื้อไก่ ปริมาณ 2,808 1,508 676 และ 624 กิโลกรัม/ปี 5) ครัวเรือนมีความมั่นคงของปัจจัยในการดำรงชีวิต โดยมีปริมาณของป่าที่เก็บหาได้ ปริมาณไม้ฟืนที่นำออกจากป่ามาใช้ และปริมาณน้ำที่ใช้บริโภค เป็นตัวชี้วัด ซึ่งพบว่า หน่อไม้และเห็ดป่าเป็นของป่าที่ทุกครัวเรือนได้มีการเก็บหามาบริโภคมีปริมาณ 562 และ 325.50 กิโลกรัม/ปี มีการใช้ไม้ฟืน 325.90 ลูกบาศก์เมตร/ปี และใช้น้ำเพื่อการบริโภค 86,892.00 ลิตร/ปี 6) การมีระบบสาธารณูปโภคที่ดีขึ้น ใช้ระยะเวลาที่ไม่ต้องเสียไปกับการนำน้ำมาใช้ในครัวเรือนเป็นตัวชี้วัด พบว่าตั้งแต่มีระบบประปาภูเขาครัวเรือนไม่ต้องเสียเวลาในการไปนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ในครัวเรือน 6,697.75 ชั่วโมง/ปี 7) การมีป่าที่อุดมสมบูรณ์ โดยมีจำนวนพื้นที่ป่าที่สมบูรณ์เป็นตัวชี้วัด จากการศึกษาของ วรายุ (2560) พบว่า พื้นที่ป่าใช้สอยของชุมชนมีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ เมื่อใช้สมการของ Shannon – Wiener (H') เท่ากับ 3.11 ของ Fisher et al. เท่ากับ 16.443 และดัชนีความหลากหลายของ Simpson เท่ากับ 0.914 และในพื้นที่ป่าอนุรักษ์มีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ เมื่อใช้สมการของ Shannon – Wiener (H') เท่ากับ 3.32 ของ Fisher et al. เท่ากับ 21.3 และดัชนีความหลากหลายของ Simpson เท่ากับ 0.926 แสดงให้เห็นว่าในพื้นที่ที่มีการปลูกฟื้นฟูสภาพป่ามีความหลากหลายของพืชพรรณที่ค่อนข้างสูง แต่ต้องระวังการรบกวนจากมนุษย์ที่มากจนเกินไป รวมถึงการป้องกันไฟป่า ซึ่งปัจจุบันชุมชนได้ออกกฎระเบียบในการใช้ประโยชน์จากป่า และมีการเฝ้าระวังไฟป่าอย่างเข้มงวด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของหน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2551) ที่พบว่าป่าเสื่อมโทรมในพื้นที่ต้นน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ที่มีสภาพถูกบุกรุกแผ้วถางโล่งเตียนจนไม่มีสภาพความเป็นป่าเหลืออยู่ เมื่อได้รับการปลูกและบำรุงดูแลอย่างดีตลอดจนระวังการเกิดไฟป่าทำให้สามารถคืนความอุดมสมบูรณ์ได้ภายใน 6 ปี ดังนั้น สภาพป่าที่มีการปลูกฟื้นฟูของกรมอุทยานฯ มาเป็นระยะเวลากว่า 10 ปี จำนวน 9,125 ไร่ สามารถคืนความอุดมสมบูรณ์ได้ และ 8) ลดการพังทลายของหน้าดิน โดยใช้ปริมาณการสูญเสียหน้าดินเป็นตัวชี้วัด ทั้งนี้ในพื้นที่ศึกษายังไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการสูญเสียหน้าดินที่เกิดจากการทำข้าวไร่ จึงอ้างอิงจากงานวิจัยการสูญเสียหน้าดินจากการปลูกข้าวไร่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันใกล้เคียงกัน จากงานวิจัยของจักรดุลย์และวิรัชชัย (2557) พบว่า การปลูกข้าวไร่ในพื้นที่สูงจะก่อให้เกิดการสูญเสียหน้าดินถึง 673.93 ตัน/เฮคแตร์/ปี และจากการศึกษาของ ประเสริฐ และธีระเดช (2545) พบว่าการปลูกกาแฟภายใต้ร่มเงาเป็นการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งส่งผลให้การชะล้างพังทลายของหน้าดินลดลง ดังนั้นการดำเนินงานของโครงการสามารถเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการทำไร่หมุนเวียนมาปลูกกาแฟใต้ร่มเงาได้ 120 ไร่ จึงสามารถลดการพังทลายของหน้าดินได้ 12,939.46 ตัน/ปี

3.3 มูลค่าของผลลัพธ์ทางสังคม

การหาค่าแทนทางการเงิน (Financial proxy) คือ การแปลงตัวชี้วัดทางสังคมให้อยู่ในรูปมูลค่าทางการเงิน (มีหน่วยเป็นบาท) ซึ่งมูลค่าทางการเงินที่เกิดจากการแปลงตัวชี้วัดแต่ละตัวจะนำมารวมกันเป็นมูลค่าของผลลัพธ์ทางสังคม ซึ่งตัวชี้วัดบางครั้งอยู่ในรูปของมูลค่าทางการเงินแล้ว ไม่จำเป็นต้องนำมาหาค่าแทนทางการเงินอีก ได้แก่ 1) รายได้จากการขายผลกาแฟ พ.ศ.2555 – 2561 จำนวน 4,197,069.50 บาท 2) รายได้จากการจ้างงานของโครงการ พ.ศ. 2554 – 2561 จำนวน 9,785,720 บาท และการรับจ้างแปรรูปกาแฟ พ.ศ.2557 – 2561 จำนวน 270,000 บาท รวมมูลค่าจากการจ้างแรงงานในท้องถิ่น 10,055,720 บาท 3) กำไรจากการแปรรูปกาแฟปี พ.ศ.2557 – 2561

จำนวน 744,246 บาท อย่างไรก็ตามยังมีตัวชี้วัดที่ต้องให้ค่าแทนการเงินเพื่อนำไปใช้ประเมิน SROI ซึ่งจากการพิจารณาค่าแทนทางการเงินร่วมกับกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้กำหนดให้ 1) ราคาในท้องถิ่นของเนื้อสัตว์เป็นค่าแทนทางการเงินสำหรับปริมาณอาหารที่ชุมชนซื้อมาบริโภค ซึ่งพบว่า เนื้อปลา เนื้อหมู เนื้อไก่ และเนื้อวัว มีราคา 65, 160, 100 และ 300 บาท/กิโลกรัม 2) ราคาท้องถิ่นของหน่อไม้ เห็ดป่า ซึ่งมีราคา 50 และ 200 บาท/กิโลกรัม และน้ำบรรจุขวด ราคา 16 บาท/ลิตร เป็นค่าแทนทางการเงินของปัจจัยที่ใช้ในการดำรงชีวิต ทั้งนี้ในส่วนของไม้ฟืนเนื่องจากชุมชนไม่มีการซื้อขายไม้ฟืน แต่มีการรับจ้างตัดไม้ฟืน จึงใช้ราคาของการรับจ้างตัดไม้ฟืน 300 บาท/ลบ.ม. เป็นค่าแทนทางการเงิน 3) ใช้ค่าจ้างแรงงานท้องถิ่น 150 บาท/วัน เป็นค่าแทนทางการเงินสำหรับการมีสาธารณูปโภคที่ดีขึ้นจากการที่ลดระยะเวลาที่สูญเสียจากการนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้ในครัวเรือน 4) ใช้มูลค่าทางสิ่งแวดล้อมซึ่งส่วนวิจัยต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2555) ได้ประเมินมูลค่าทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นบริเวณป่าดิบแล้งมีมูลค่า 64,848 บาท/ไร่ เป็นค่าแทนทางการเงินสำหรับการมีพื้นที่ป่าที่อุดมสมบูรณ์ และ 5) ใช้มูลค่าการสูญเสียหน้าดิน ซึ่งธำรงและคณะ (2558) ใช้ค่าจ้างแรงงานขุดลอกคลอง และค่าปุ๋ยที่ต้องใช้ในการเพิ่มธาตุอาหารในดินนำมาคิดเป็นมูลค่าการสูญเสียหน้าดิน ทั้งนี้ สำนักงบประมาณ (2561) กำหนดค่าจ้างแรงงานขุดลอกคลอง 27.80 บาท และจากแบบสัมภาษณ์ครัวเรือนพบว่ามีค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ในไร่กาแฟ 85,530 บาท/ปี จึงนำมาเป็นค่าแทนทางการเงินสำหรับปริมาณการสูญเสียหน้าดินที่ลดลงจากการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการทำไร่หมุนเวียนเป็นการปลูกกาแฟใต้ร่มเงา ซึ่งมีมูลค่าทางสังคมดัง Table 2

Table 2 Analysis of Financial proxy.

Social Impact	Indicators	Financial proxy	Value (bath)
1. Income from selling coffee products.	Income	-	4,197,069.50
2. Income from hiring			
2.1 Haui Khwak Project	Income	-	9,785,720.00
2.2 Processing coffee group	Income	-	270,000.00
3. Profit from selling processed coffee.	Profit	-	744,246.00
4. Using income to improve quality of life.	The amount of food.	Local prize (Average)	689,000.00
5. Households have the security of their lives.			
5.1 Able to collect NTFP for consumed.	The amount of NTFP that can be collected.	Local prize (Average)	93,200.00
5.2 Can store firewood.	The amount of firewood used	Local labor wages	97,770.00
5.3 Available of water supply for consumption.	The amount of water used	Local prize (Average)	1,390,272.00
6. The community has better utilities.	Hours lost for walking to bring water to the household.	Local labor wages	125,582.81
7. Abundant forest resources.	Forest area increased	Environmental value	591,738,000.00
8. Reduce soil erosion.	The amount of soil loss	Soil loss Value	440,588.78
	Total		**609,551,449.09**

3.3 มูลค่าของผลลัพธ์ทางสังคมที่โครงการไม่ได้ก่อ

3.3.1 มูลค่าที่เกิดจากกิจกรรมขององค์กรอื่น (Attribution) คือ การพิจารณาว่ามีหน่วยงานอื่นทำงานเพื่อสร้างผลลัพธ์ทางสังคมเดียวกันหรือไม่ โดยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกันประเมินผลความสำเร็จของผลลัพธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานของโครงการเป็นค่าร้อยละ เพื่อแสดงให้เห็นว่าผลสำเร็จของผลลัพธ์เหล่านั้นแท้จริงแล้วเกิดขึ้นเพราะการดำเนินงานของโครงการคิดเป็นร้อยละเท่าไร ทั้งนี้ กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ร่วมกันประเมินผลสำเร็จของผลลัพธ์ทางสังคมในด้านการสร้างความมั่นคงของปัจจัยในการดำรงชีวิต ซึ่งมีมูลค่าทางสังคม 1,581,242 บาท เป็นผลจากการดำเนินงานของโครงการร้อยละ 70 ดังนั้นคงเหลือมูลค่าทางสังคม 1,106,869.40 บาท การทำระบบประปาภูเขาพร้อมแท้งก์เก็บน้ำมีมูลค่าทางสังคม 125,582.81 บาท เป็นผลจากการดำเนินงานของโครงการร้อยละ 30 คงเหลือมูลค่าทางสังคม 37,674.84 บาท และการส่งเสริมทำฝายสร้างผลลัพธ์ทางสังคมใน 2 ส่วน ได้แก่ การมีพื้นที่ป่าที่อุดมสมบูรณ์และช่วยให้เกิดความมั่นคงของปัจจัยในการดำรงชีวิตมีมูลค่าทางสังคม 593,319,242 บาท เป็นผลจากการดำเนินงานของโครงการร้อยละ 30 คงเหลือมูลค่าทางสังคม 177,995,772.60 บาท

ในกรณีของการปลูกฟื้นฟูป่าเพื่อให้ป่าเกิดความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งมีมูลค่าทางสังคม 591,738,000 บาท พบว่าโครงการฯ ดำเนินงาน 4,273 ไร่ จากพื้นที่ทั้งหมด 9,125 ไร่ คิดเป็นผลสำเร็จของการดำเนินงานของโครงการร้อยละ 46.83 ดังนั้นคงเหลือมูลค่าทางสังคม 277,110,905.40 บาท

รวมมูลค่าที่เกิดจากกิจกรรมขององค์กรณ์อื่น 456,251,222.24 บาท

3.3.2 มูลค่าที่เคยได้รับอยู่ก่อนแล้ว (Displacement) คือ การพิจารณาว่ากลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเคยได้รับผลลัพธ์ทางสังคมเดียวกันมาก่อนจากที่อื่นหรือไม่ พบว่าปี พ.ศ. 2561 มี 14 ครัวเรือนที่มีรายได้จากเบี้ยยังชีพที่รัฐบาลมอบให้ เป็นเงินทั้งสิ้น 635,000 บาท

3.3.3 มูลค่าจากการดำเนินงานเองของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Deadweight) คือ การพิจารณาว่ากลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้างผลลัพธ์ทางสังคมด้วยตนเอง พบว่าปี พ.ศ. 2561 มี 49 ครัวเรือนที่ประกอบอาชีพรับจ้างมีรายได้เฉลี่ย 252,600 บาท/ปี และมี 8 ครัวเรือน ที่ประกอบอาชีพค้าขายมีรายได้เฉลี่ย 108,000 บาท/ปี รวมมูลค่าจากการดำเนินงานเองของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งสิ้น 360,600 บาท

3.3.4 ค่าอัตราส่วนลด (Drop-off) คือ การพิจารณาถึงความเป็นไปได้ที่ว่าผลลัพธ์ทางสังคมใด ๆ ก็ตามมักจะเกิดขึ้นในปีแรก ๆ ของการดำเนินกิจกรรมมากกว่าในปีท้าย ๆ แต่เนื่องจากโครงการได้รับงบประมาณประจำปีสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมอยู่แล้ว จึงไม่มีการนำค่าอัตราส่วนลดมาใช้ในการวิเคราะห์นี้

รวมมูลค่าผลลัพธ์ที่กิจการไม่ได้ก่อ คิดเป็น 457,246,822.24 บาท

3.4 การหาค่าผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (Social Return on Investment) เป็นการนำมูลค่าผลลัพธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นทั้งหมด (609,551,449.09 บาท) ลบด้วยมูลค่าผลลัพธ์ทางสังคมที่โครงการไม่ได้ก่อ (457,246,822.24 บาท) แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาหารด้วยมูลค่าของปัจจัยนำเข้า (12,852,860.00) ได้ผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน 11.85

แสดงให้เห็นว่าโครงการสามารถสร้างผลตอบแทนคืนสู่สังคม 11.85 บาท จากการลงทุน 1 บาท สมควรได้รับงบประมาณเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของราษฎรให้ดีขึ้น และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติให้มีความอุดมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เพื่อจะได้อำนวยประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมกลับคืนสู่ราษฎร ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Hemmerling *et al.* (2017) ที่ใช้การประเมิน SROI เป็นเครื่องมือในการแสดงให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนงบประมาณทราบถึงมูลค่าทางการเงินที่เกิดขึ้นจากการปลูกป่าบริเวณลุ่มน้ำมิสซิสซิปปี และเพื่อขอรับการสนับสนุนงบประมาณสำหรับการปลูกป่าในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป รวมทั้งการศึกษาของ Social Ventures Australia (2014) ที่ต้องการแสดงให้รัฐบาลและหน่วยงานต่าง ๆ ภายในประเทศ ได้เห็นถึงศักยภาพของสถาบันที่ช่วยสร้างการศึกษาที่ดีขึ้นและเกิดการจ้างงานสำหรับผู้ที่ด้อยโอกาสผ่านการประเมิน SROI ถึงแม้ในปัจจุบันยังไม่สามารถบอกได้ว่าผลที่เกิดขึ้นควรจะเป็นเท่าไรถึงจะเรียกได้ว่าประสบความสำเร็จสูง แต่อย่างน้อยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะสามารถใช้ความพึง

พอใจของตนเองตัดสินใจได้ว่ามูลค่าที่เกิดขึ้นนั้น สมควรแก่การสนับสนุนงบประมาณต่อไปหรือไม่ และหากมีการเก็บข้อมูลเพื่อประเมิน SROI ทุก ๆ 3 ปี 5 ปี หรือ 10 ปี จะทำให้เห็นพัฒนาการของการดำเนินงานว่ามีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นหรือไม่ ซึ่งจะช่วยให้สามารถตัดสินใจสนับสนุนหรือยุติการสนับสนุนงบประมาณได้

จากการศึกษาพบว่าการประเมิน SROI ควรมีการวางแผนก่อนที่จะดำเนินงาน เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์หลากหลายด้าน หากขาดการวางแผนที่ดีจะทำให้ข้อมูลไม่ครบถ้วนซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง และจำเป็นที่จะต้องมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับชุมชนถึงความเหมาะสมของค่าแทนทางการเงิน (financial proxy) เนื่องจากสภาพทางสังคมของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันซึ่งทำให้ในตัวชี้วัดตัวเดียวกันไม่สามารถนำค่าแทนทางการเงินมาใช้ได้เหมือนกันในทุกพื้นที่

สรุป

โครงการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริบ้านห้วยขวาก จังหวัดน่าน ได้สร้างผลลัพธ์ทางสังคม ได้แก่ การส่งเสริมการปลูกกาแฟใต้ร่มเงาทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อนุรักษ์ดินและน้ำส่งผลให้การพังทลายของหน้าดินในบริเวณพื้นที่ทำกินลดลง ผลผลิตที่ได้ก่อให้เกิดรายได้ ซึ่งชุมชนจะนำรายได้ไปใช้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นด้วยการซื้ออาหารที่มีประโยชน์บริโภคในครัวเรือน และการแปรรูปกาแฟทำให้จำหน่ายกาแฟได้ในราคาที่สูงขึ้น ซึ่งปัจจุบันไม่มีการนำผลกำไรที่ได้มาใช้เพื่อสร้างแรงจูงในการขยายพื้นที่ปลูกกาแฟใต้ร่มเงา นอกจากนั้นชุมชนยังมีระบบสาธารณูปโภคที่ดีขึ้นจากการติดตั้งระบบประปาภูเขาและการสร้างถังเก็บน้ำทำให้ลดการเสียเวลาในการนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้อุปโภคและบริโภคในครัวเรือน การปลูกฟื้นฟูป่าและการทำแนวกันไฟร่วมกับการออกกฎระเบียบในการจำกัดการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ ทำให้พื้นที่ป่ามีการฟื้นตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้ราษฎรในชุมชนมีความมั่นคงของปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินชีวิต ได้แก่ พืชอาหารป่า ไม้ใช้สอย และน้ำ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการจ้างงานในชุมชนทำให้ชุมชนไม่ต้องออกไปรับจ้างนอกชุมชน จากการประเมิน SROI พบว่าโครงการได้สร้างผลกระทบต่อชุมชนและทรัพยากรธรรมชาติ คิดเป็นมูลค่า 11.85 บาท ต่อการลงทุน 1 บาท ทั้งนี้โครงการควรนำผลการประเมินดังกล่าวไปเป็นข้อมูลในการวางแผนการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดมูลค่าทางสังคมที่ตอบสนองต่อความต้องการของชุมชน และควรนำผลการศึกษาไปสู่การประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ข้อมูลถึงคุณค่าของการดูแลรักษาป่า และการทำการเกษตรที่สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม ที่ส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จักรดุลย์ ศรีนนท์ และ วิรัชชัย น้อยเอี่ยม. 2557. **การประเมินการสูญเสียดินบนพื้นที่ปลูกข้าวไร่ด้วยสมการการสูญเสียดินสากลอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์**. แหล่งที่มา: http://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/is-PDF/2556/nre_2556_08_FullPaper.pdf, 1 มีนาคม 2562.

ธำรงค์ รื่นสุคนธ์, ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, นิพนธ์ ตั้งธรรม และ เรืองไร โตกฤษณะ. 2558. **การประเมินมูลค่าบริการของระบบนิเวศ บริเวณลุ่มน้ำคลองชุมพรจังหวัดระนอง และจังหวัดชุมพร**. แหล่งที่มา: http://frc.forest.ku.ac.th/frcdatabase/bulletin/fforjournal/20170607_095441.pdf, 1 มีนาคม 2562.

ประเสริฐ คำออน และ ธีระเดช พรหมวงศ์. 2545. ระบบการปลูกกาแฟอราบิก้าร่วมกับพืชอื่นที่มีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติบนที่สูง. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ภัททิยา ยิมเรวัต และ สุริยา รัตนกุล. 2541. **สารานุกรมกลุ่มชาติพันธุ์ลัวะ**. สถาบันวิจัยภาษาและวัฒนธรรมเพื่อพัฒนาชนบท, กรุงเทพฯ.

หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2551. **งานวิจัยเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าเขตร้อน:คู่มือดำเนินการ**. แหล่งที่มา: http://www.forru.org/th/content.php?mid=130, 22 กุมภาพันธ์ 2562.

วรายุ เทียมไธสง. 2560. **การอนุรักษ์พืชอาหารป่าและสัตว์ป่าที่ยั่งยืน โครงการพัฒนาป่าไม้ตามแนวพระราชดำริบ้านห้วยขวาก อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2555. **มูลค่าความเสียหายทางสิ่งแวดล้อมจากการทำลายป่า**. แหล่งที่มา: http://www.dnp.go.th/Watershed/ws_publication.htm, 27 กุมภาพันธ์ 2562.

สำนักงบประมาณ. 2561. **อัตราราคางานต่อหน่วย**. แหล่งที่มา: https://www.yotathai.com/passadu/unit-cost-2561, 1 มีนาคม 2562.

Hemmerling S.A., M. Barra and H.C. Bienn. 2017. **Restore the earth foundation cypress reforestation social return on investment report pointe-aux-chenes wildlife management area.** Available Source: http://www.socialvalueuk.org/report/restore-earth-foundation-reforestation-sroi-report-pointe-aux-chenes-wildlife-management-area/, November 09, 2018.

Social Ventures Australia. 2014. **Helping hand and linking youth forecast social return on investment**. Available Source: https://www.pmc.gov.au/resource-centre/indigenous-affairs/forecast-sroi-analysis-helping-hand-and-linking-youth-program-inverell-shire-council, November 09, 2018.

SROI Network. 2012. **A guide to social return on investment**. Available Source: http://www.socialvalueuk.org/app/uploads/2016/03/The%20Guide%20to%20Social%20Return%20on%20Investment%202015.pdf, November 09, 2018.

วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรม
เพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้
ภาคบรรยาย

อิทธิพลของการสวมใส่ชุดป้องกันขาต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์บางประการในคนงานสวนสัก
The Influence of Wearing Chaps on Some Physiological Properties of Human Body in Teak Plantation Workers

กัญญรัตน์ อินตาพวง[1] ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง[1] และ ปิยวัฒน์ ดิลกสัมพันธ์[1]
Kanyarat Intaphuang[1], Chakrit Na Takuathung[1] and Piyawat Diloksumpan[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail :**Kanyarat.int@ku.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่อง อิทธิพลของการสวมใส่ชุดป้องกันขาต่อคุณสมบัติทางสรีรวิทยาของร่างกายมนุษย์บางประการในคนงานป่าไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของคนงานในขณะที่คนงานสวมใส่และไม่สวมใส่ชุดป้องกันขา และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของคนงาน ทำการศึกษากับคนงานป่าไม้ในสวนสักที่มีการสวมใส่ชุดป้องกันขา จำนวน 4 สวนป่า ในตำแหน่งคนล้มไม้ และคนทอนไม้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อเปรียบเทียบ คือ กลุ่มคนงานป่าไม้ที่ไม่สวมใส่ชุดป้องกันขา และกลุ่มคนงานป่าไม้ที่สวมใส่ชุดป้องกันขา โดยทำการวัดผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย (อัตราการเต้นหัวใจสัมพัทธ์ ความดันโลหิต และอุณหภูมิร่างกาย) และวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน (อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิแผ่รังสี อุณหภูมิกระเปาะเปียก และความชื้นสัมพัทธ์) พบว่า งานล้มไม้มีอัตราการเต้นของหัวใจสัมพัทธ์เฉลี่ย ในกลุ่มคนงานไม่สวมใส่ชุดป้องกันขาและสวมใส่ชุดป้องกันขาเท่ากับ 48.63 และ 56.32 และงานทอนไม้เท่ากับ 42.32 และ 49.17 ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองงาน ส่วนความดันโลหิต และอุณหภูมิร่างกาย มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาวิทยาของคนงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะเปียก มีอิทธิพลต่ออัตราการเต้นหัวใจสัมพัทธ์ และความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว อุณหภูมิอากาศ มีอิทธิพลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ในขณะที่ไม่มีตัวแปรใดมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิร่างกาย

คำสำคัญ: การทำไม้ อุบัติเหตุ ความร้อน สรีรวิทยา ชุดป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ABSTRACT

The study on influence of wearing chaps on some physiological properties of human body in forest workers aimed to compare some physiological properties of workers, fellers and buckers, who wear chaps and those who did not use chaps; and determining workplace factors affecting physiological properties of the workers in 4 teak plantations. Selected physiological properties such a relative heart rate (%HRR), blood pressure and body temperature were monitored, while workplace parameters global temperature, air temperature, wet-bulb temperature & relative humidity) were measured. The results showed that %HRR of fellers without and with leg protection clothing were 48.63 and 56.32 whereas %HRR of buckers were 42.32 and 49.17, respectively. %HRR were significantly different between the workers with and without leg protection clothing in both work functions, while blood pressure and body temperature were not significantly different. The workplace factors significantly affecting physiological properties were wet-bulb temperature

(affecting to %HRR and systolic blood pressure), as well as air temperature (affecting to diastolic blood pressure). Body temperature was not significantly affected by any workplace factors.
Keywords: Logging, Accident, Heat, Physiological, Personal Protective Equipment

คำนำ

อุบัติเหตุเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใดโดยไม่ได้ตั้งใจ ทำให้เกิดการบาดเจ็บ หรืออาจเสียชีวิตได้ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2549; อนามัย, 2553) ซึ่งการทำไม้เป็นอีกงานหนึ่งที่ค่อนข้างอันตรายและทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ ในประเทศไทย มีการเก็บสถิติข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุและการเสียชีวิตจากการทำไม้ พบว่าการทำไม้เป็นงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายค่อนข้างสูง นอกจากนี้ มีการศึกษาถึงผลกระทบต่อร่างกายที่ได้รับความบาดเจ็บจากการทำไม้ โดยพบว่า ขา เป็นอวัยวะที่พบบ่อยที่สุดจากการได้รับบาดเจ็บคิดเป็น 34% ของยอดรวมการรับบาดเจ็บทั้งหมด (Wang *et al.*, 2003) ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการทำไม้ในประเทศไทย คำนึงถึงการทำไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้สวนป่าหลายแห่ง ต้องการได้รับมาตรฐานการรับรองระดับสากล อาทิเช่น FSC (Forest Stewardship Council) เป็นมาตรฐานที่นานาชาติยอมรับและให้ความสำคัญทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม การที่สวนป่าจะได้รับการรับรองนั้น ต่างมีกฎเกณฑ์บังคับหลายประการให้กับทางสวนป่า ในที่นี่คือ การให้คนงานสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protection Equipment : PPE) เพื่อความปลอดภัย ป้องกัน และบรรเทาอันตรายที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆในการทำงานของคนงาน หากสวนป่าได้รับการรับรองจาก FSC จะส่งผลให้สวนป่ามีทางเลือกที่ดี รายได้ดี และคนงานมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

จากเหตุผลดังที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่าการที่คนงานสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลส่งผลดีต่อคนงาน แต่ในปัจจุบันเมื่อคนงานสวมใส่อุปกรณ์เหล่านี้ โดยเฉพาะอุปกรณ์ป้องกันขา ซึ่งมีลักษณะใส่แบบปิดปกป้องเพียงด้านหน้า จากการสอบถามคนงานถึงความรู้สึกในการใส่อุปกรณ์ดังกล่าว พบว่า คนงานรู้สึกอึดอัด ไม่สบายตัว เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน และจากสภาพภูมิอากาศที่ร้อน การสวมใส่อุปกรณ์เหล่านี้ยิ่งทำให้คนงานสัมผัสความร้อนมากขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวไม่ได้ออกแบบมาสำหรับคนงานป่าไม้ในประเทศไทย ซึ่งความร้อนดังกล่าว จะส่งผลให้เกิดอาการต่างๆ เช่น เป็นตะคริว เป็นลม อ่อนเพลีย โรคผิวหนังและเป็นลมแดด (อนามัย, 2553; วันทนี, 2557; กฎกระทรวงแรงงาน, 2559) ไม่เพียงแต่สภาพภูมิอากาศเท่านั้นที่ส่งผลต่ออาการข้างต้น การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาก็ส่งผลต่ออาการเหล่านั้นได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของคนงานในขณะที่คนงานสวมใส่และไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลร่วมกับระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานในประเทศไทย เพื่อศึกษาว่ามีผลกระทบต่อคนงานมากน้อยเพียงใด หากไม่เป็นอันตรายต่อคนงาน อาจเป็นประโยชน์แก่ผู้ประกอบการหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการผลักดันให้คนงานหันมาสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกันมากยิ่งขึ้น เพื่อความปลอดภัยของคนงานเองและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ส่งผลทำให้ผลิตภาพเพิ่มขึ้น ทางสวนป่าได้รับมาตรฐานสากลและเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง

พื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ล้มไม้ในสวนป่าซึ่งมีลักษณะรกคล้ายป่าธรรมชาติ และเข้าในพื้นที่ลำบาก และหมอนไม้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการทอนไม้ มีลักษณะเป็นที่โล่ง กว้างขวาง (Figure 1) ใน 4 สวนป่า ได้แก่ สวนป่าทองผาภูมิ สวนป่าศรีสัชนาลัย สวนป่าไทรโยค 2 และสวนป่าเขากระยาง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ คือ คนงานในสวนป่าที่ทำงานโดยใช้เลื่อยยนต์ แบ่งเป็น คนล้มไม้และคนตัดทอนไม้ในหมอนไม้ สวนละ 2 คน วัดจำนวนเฉลี่ย 4-5 ซ้ำ ทั้งก่อนและหลังการทำงาน โดย 2 งาน เป็นงานที่มีการใช้เลื่อยยนต์เหมือนกัน ซึ่งงานล้มไม้เป็นงานที่ล้มไม้ตามที่มีการหมายไม้ไว้ จากนั้นมีการบากหน้าและลัดหลัง เพื่อเป็นการกำหนดทิศทางในการล้มไม้ ส่วนงานทอนไม้ เป็นงานที่ทอนไม้ตามตำแหน่งที่มีการทำสัญลักษณ์เอาไว้ (Figure 1) ใน

แต่ละงานแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคนงานที่สวมใส่ชุดป้องกันขา และกลุ่มคนงานที่ไม่สวมใส่ชุดป้องกันขา โดยทั้ง 2 กลุ่ม เป็นคนเดียวกัน



(A) (B) (C) (D)

Figure 1 (A) Teak plantations (B) Log landing
(C) Felling worker with chaps (D) Bucking worker with chaps

เลื่อยยนต์ที่ใช้ คือ ยี่ห้อ Stihl รุ่น MS381 กำลัง 5.3 แรงม้า แผ่นบังคับโซ่ความยาว 25 นิ้ว : สวนป่าไทรโยค 2 สวนป่าเขากระยาง สวนป่าทองผาภูมิ และยี่ห้อ Stihl รุ่น MS070 กำลัง 6.5 แรงม้า แผ่นบังคับโซ่ความยาว 25 นิ้ว : สวนป่าศรีสัชนาลัย (Figure 2)

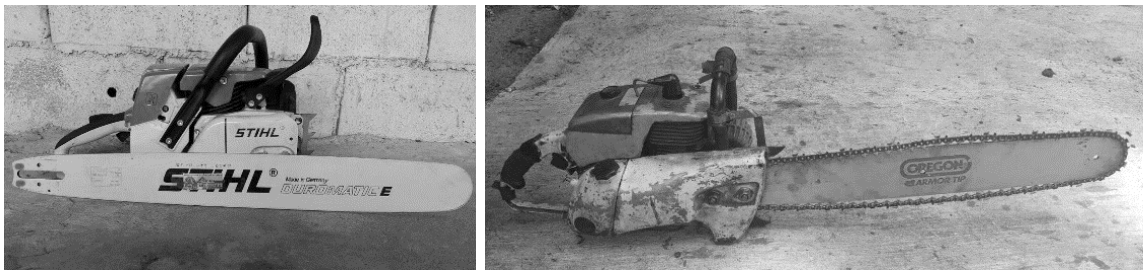


Figure 2 Chainsaw

2. การเก็บข้อมูล เลือกวันที่มีการทำงานโดยใช้เลื่อยยนต์ ดำเนินกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

2.1 วัดผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย จากการสัมผัสพลังงานความร้อนขณะทำงานในขณะที่มีการตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน ดังนี้

2.1.1 วัดอุณหภูมิร่างกาย โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิทางหน้าผาก (Microlife: FR1MF1) ในการวัด อ่านค่าและบันทึกผล (หน่วย: องศาเซลเซียส)

2.1.2 วัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้ เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Wahoo: TICKR X) ในการวัด อ่านค่าและบันทึกผล (หน่วย: ครั้งต่อนาที)

2.1.3 วัดความดันโลหิต โดยใช้ เครื่องวัดความดันโลหิตระบบดิจิตัล (Omron: HEM-6221) ในการวัด อ่านค่าและบันทึกผล (หน่วย: มิลลิเมตรปรอท)

2.2 การตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสภาพปัญหาความร้อนหรือการถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะเปียก อุณหภูมิโกลบ และอุณหภูมิอากาศ (หน่วย: องศาเซลเซียส) และ ความชื้นในอากาศ (หน่วย: เปอร์เซ็นต์) เครื่องวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมที่ใช้ในภาคสนาม (Tenmars: TM-188D)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การคำนวณและการเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน

3.1.1 อัตราการเต้นของหัวใจ คำนวณค่าภาระงานทางกาย โดยใช้สูตรของ Vitalis (1987)

$$\%HRR = \frac{HR_{work} - HR_{rest}}{HR_{max} - HR_{rest}} \times 100$$

เมื่อ %HRR = อัตราการเต้นของหัวใจสัมพัทธ์

HR_{work} = อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยขณะทำงาน (ครั้ง/นาที)

HR_{rest} = อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยขณะพัก (ครั้ง/นาที)

HR_{max} = อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด: 220 – อายุ (ครั้ง/นาที)

และเปรียบเทียบเกณฑ์เดียวกับการศึกษาของ Vitalis (1987) และ Krzysztof and Arkadiusz (2015) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ภาระงานทางกาย 0 – 36% อยู่ระดับเบา(Light) 36 – 78% อยู่ระดับปานกลาง (Medium) 78 – 114% อยู่ระดับหนัก (Heavy) 114 – 150% อยู่ระดับหนักมาก (Very heavy) และมากกว่า 150% อยู่ระดับหนักมากที่สุด (Extremely heavy)

3.1.2 การตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน โดยคำนวณจากสูตร (กฎกระทรวงแรงงาน, 2559; Chen *et al.,* 2003; Ken, 2006; Tejash *et al.*, 2013; Thomas and Ivory, 2015)

$$WBGT\ (นอกอาคาร) = 0.7t_w + 0.2t_g + 0.1t_a$$

เมื่อ tw = อุณหภูมิกระเปาะเปียกธรรมชาติ (°C)

tg = อุณหภูมิโกลบ (°C)

ta = อุณหภูมิอากาศ (°C)

3.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

การวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาครั้งนี้เน้น การเปรียบเทียบอุณหภูมิร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิต ในกลุ่มตัวอย่างที่สวมใส่และไม่สวมใส่ชุดป้องกันขา ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Paired sample t-test เพื่อความแตกต่างทางสถิติ และหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมการทำงานกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของคนงาน ด้วยวิธี Multiple regression analysis

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลทางสรีรวิทยา

งานล้มไม้ และงานทอนไม้ ในกลุ่มคนงานไม่สวมใส่และสวมใส่ชุดป้องกันขา โดยพิจารณาจากค่าอัตราการเต้นของหัวใจสัมพัทธ์ (%HRR) ในขณะที่ความดันโลหิต และอุณหภูมิร่างกาย อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนงาน เมื่อเปรียบเทียบตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (Table 1, 2)

ทั้งงานล้มไม้และทอนไม้ มีระดับภาระงานปานกลาง (Table 1, 2) ซึ่งใกล้เคียงกับงานทำไม้ในหลาย ๆ ประเทศ เช่น งานล้มไม้และปลูกสร้างสวนป่าในประเทศตุรกี (Erhan and Sadik, 2010; Eroglu *et al.,* 2015) และงานตัดแต่งกิ่งไม้ในประเทศนิวซีแลนด์ (Parker *et al.*, 1999) เป็นต้น

Table 1 Physiological properties of human body in felling workers with and without chaps.

Physiological properties of human body	resting	max	without leg protection clothing		with leg protection clothing		standard value (no dangerous)
			working	%HRR	working	%HRR	
Heart rate (pulses/min)	60.75	176.75	117.13	48.63	126.35	56.32	60 - 100 pulses/min
Systolic blood pressure (mm Hg)	107.00	132.00	121.67	-	118.96	-	no more than 120 mm Hg
Diastolic blood pressure (mm Hg)	67.75	93.50	83.04	-	81.00	-	no more than 80 mm Hg
Body temperature (°c)	34.90	36.78	35.99	-	36.15	-	no more than 38 °c

Table 2 Physiological properties of human body in bucking workers with and without chaps.

Physiological properties of human body	resting	max	without leg protection clothing		with leg protection clothing		standard value (no dangerous)
			working	%HRR	working	%HRR	
Heart rate (pulses/min)	63.50	181.75	113.15	42.32	121.08	49.17	60 - 100 pulses/min
Systolic blood pressure (mm Hg)	117.25	142.25	128.07	-	131.32	-	no more than 120 mm Hg
Diastolic blood pressure (mm Hg)	78.00	95.00	89.06	-	85.25	-	no more than 80 mm Hg
Body temperature (°c)	35.15	36.70	36.04	-	36.11	-	no more than 38 °c

Table 3 Paired sample t-test results of physiological properties in forest worker without and with leg protection clothing.

Works	Physiological properties	t-test	p-value
Felling	Heart rate (pulses/min)	-4.06	0.031
	Systolic blood pressure (mm Hg)	0.82	0.420
	Diastolic blood pressure (mm Hg)	0.67	0.411
	Body temperature (°c)	-0.48	0.744
Bucking	Heart rate (pulses/min)	-4.26	0.009
	Systolic blood pressure (mm Hg)	-0.93	0.471
	Diastolic blood pressure (mm Hg)	2.21	0.552
	Body temperature (°c)	-0.36	0.665

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าในงานล้มไม้ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่สวมใส่และสวมใส่ชุดป้องกันขา มีอัตราการเต้นของหัวใจสัมพัทธ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value =0.031) ส่วนความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และอุณหภูมิร่างกาย มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value = 0.420, p-value = 0.411, p-value = 0.744 ตามลำดับ)

สำหรับงานทอนไม้ กลุ่มตัวอย่างที่ไม่สวมใส่และสวมใส่ชุดป้องกันขา เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจสัมพัทธ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value = 0.009) ส่วนความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และอุณหภูมิร่างกาย มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p-value = 0.471, p-value = 0.552, p-value = 0.665 ตามลำดับ) (Table 3)

ทั้งสองงานมีรูปแบบความแตกต่างทางสถิติที่เหมือนกัน ทั้งนี้ความแตกต่างที่เกิดขึ้น อาจเป็นผลเนื่องจากงานล้มไม้และงานทอนไม้ มีการใช้เลื่อยยนต์ที่หนักพอสมควร และมีการยกย้ายไปมา โดยต้องใช้กล้ามเนื้อ และใช้ออกซิเจน การสวมใส่ชุดป้องกันขาอาจทำให้การเดินมีความลำบากมากขึ้น ต้องใช้กล้ามเนื้อทำงานมากขึ้น ซึ่งยิ่งใช้ออกซิเจนมาก ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจมากตามไปด้วย (สิทธิโชค และเกษม, 2542)

2. ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน

การวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน ในสวนสัก 4 สวน มีค่า WBGT outdoor เฉลี่ย 26.58 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 30.39 องศาเซลเซียส อุณหภูมิโกลบเฉลี่ย 34.17 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกระเปาะเปียกธรรมชาติเฉลี่ย (เป็นค่าที่แสดงถึงอุณหภูมิผิวหนัง) 23.87 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 58.94% (Table 4)

เมื่อแปลผลตามวิธีการของวันทนี (2557) ได้ผลดังนี้ ค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกเฉลี่ยน้อยกว่าค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยมาก แสดงว่า เหงื่อสามารถระเหยได้ ในขณะเดียวกัน ค่าอุณหภูมิโกลบเฉลี่ยมากกว่าค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย แสดงว่า มีความร้อนจากการแผ่รังสี ซึ่งการแปลผลของทั้งสองค่า เห็นได้ว่า สถานที่ล้มไม้ และทอนไม้ มีความเหมาะสมกับคนงาน เนื่องจาก การทำงานในสถานที่ดังกล่าว มีอากาศถ่ายเทสะดวก มีลมพัดในระหว่างการทำงาน ทำให้เหงื่อที่ถูกขับออกมาสามารถระเหยได้ และมีความร้อนจากการแผ่รังสีเล็กน้อย ส่งผลให้คนงานทำงานได้อย่างสะดวกสบาย โดยที่ไม่เกิดความกังวลใจกับสภาพอากาศที่ร้อน สอดคล้องกับความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีค่าที่เหมาะสมอยู่ที่ 70-60 % หากสูงกว่านี้จะทำให้รู้สึกว่าอากาศชื้นและอบอ้าว เหงื่อแห้งช้า และถ้าต่ำกว่านี้จะรู้สึกว่าผิวแห้ง คัน และไม่สบายตัว

Table 4 Environmental parameters of workplace (Teak plantation).

Teak plantations	Workplace parameters			WBGT outdoor	Relative humidity (%)
	Air temperature (°c)	Global temperature (°c)	Wet-bulb temperature (°c)		
Thong Pha Phum	28.05	30.28	24.60	26.08	75.62
Sri Satchanalai	31.38	37.39	25.92	28.76	66.16
Sai Yok 2	29.10	32.87	20.91	24.12	48.05
Kao Kra Yang	33.04	36.13	24.05	27.37	45.93
Average	30.39	34.17	23.87	26.58	58.94

จากค่า WBGT outdoor ข้างต้น พบว่า สถานที่ล้มไม้ และทอนไม้ มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ตามเกณฑ์ของประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2546) กฎกระทรวงแรงงาน (2559) และประกาศกรมสวัสดิการและ

คุ้มครองแรงงาน (2561) ซึ่งอาจถือได้ว่าระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานของการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้มีอิทธิพลรบกวนค่าสรีรวิทยาของคนงานที่มากจนไม่สามารถศึกษาผลกระทบจากการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันขาได้

3. ความสัมพันธ์ของระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานและข้อมูลทางสรีรวิทยา

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อข้อมูลทางสรีรวิทยา จากทั้งหมด 4 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิแผ่รังสี อุณหภูมิกระเปาะเปียก และความชื้นสัมพัทธ์ จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ โดยวิธี Stepwise พบว่า อุณหภูมิกระเปาะเปียกธรรมชาติส่งผลต่อร้อยละอัตราการเต้นหัวใจสัมพัทธ์ ($F=5.979$, p-value=0.016, $R^2=0.063$) และความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ($F=12.453$, p-value=0.001, $R^2=0.123$) ในขณะที่อุณหภูมิอากาศส่งผลต่อความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว ($F=18.145$, p-value=0.000, $R^2=0.169$) สอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่พบว่าการทำงานอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง ติดต่อกันเป็นเวลานาน จะส่งผลทำให้อัตราการเต้นหัวใจ และความดันโลหิตสูงขึ้น (ลลิตา และคณะ, 2559; Glen *et al.*, 2010; Moumita and Subhashis, 2014) ในขณะที่ไม่มีปัจจัยใดเลยที่ส่งผลต่ออุณหภูมิร่างกาย (Table 5)

Table 5 Multiple linear regression analysis (Stepwise selection) results revealing factors affecting physiological properties of human body.

Dependent variable	Independent variable	B	SE	t	sig.
%HRR [1]	(constant)	20.530	11.204	1.832	0.070
	Wet-bulb temperature (°c)	1.171	0.479	2.445	0.016
Systolic blood pressure (mm Hg) [2]	(constant)	176.038	14.575	12.078	0.000
	Wet-bulb temperature (°c)	-2.198	0.623	-3.529	0.001
Diastolic blood pressure (mm Hg) [3]	(constant)	126.156	9.991	12.627	0.000
	Air temperature (°c)	-1.373	0.322	-4.260	0.000

Remarks: Level of significance = 0.05

[1] R^2 = 0.063, SEE = 9.639, F = 5.979, sig. = 0.016

[2] R^2 = 0.123, SEE = 12.539, F = 12.453, sig. = 0.001

[3] R^2 = 0.169, SEE = 13.226, F = 18.145, sig. = 0.000

สรุป

คุณสมบัติทางสรีรวิทยาของคนงานที่สวมใส่และไม่สวมใส่ชุดป้องกันขา มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉพาะค่าอัตราการเต้นหัวใจสัมพัทธ์ ในขณะที่ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานมีผลต่ออัตราการเต้นหัวใจสัมพัทธ์ และความดันโลหิตเท่านั้น ไม่มีตัวแปรใดที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิร่างกาย ซึ่งเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ภาระงานแล้ว ทั้งงานล้มไม้และทอนไม้ มีอัตราการเต้นของหัวใจสัมพัทธ์ ในกลุ่มคนงานไม่สวมใส่และสวมใส่ชุดป้องกันขา ล้วนมีภาระงานทางกายอยู่ระดับปานกลาง เมื่อเทียบกับความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น ผู้ประกอบการ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรผลักดันให้คนงานหันมาสวมใส่ชุดป้องขามากยิ่งขึ้น เพื่อความปลอดภัยของคนงานเอง และการได้การรับรองมาตรฐานการจัดการสวนป่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าสวนป่าและผู้ช่วยสวนป่า สวนป่าทองผาภูมิ สวนป่าไทรโยค 2 จ.กาญจนบุรี สวนป่าศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย และสวนป่าเขากระยาง จ.พิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการเก็บข้อมูล อำนวยความสะดวก ดูแลเป็นอย่างดี และขอบคุณพี่ๆ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาในการเก็บข้อมูลครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. 2549. **คู่มือการฝึกอบรม หลักศูตรเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับบริหาร**. บริษัทเรียงสยามกราฟฟิคดีไซน์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

กฎกระทรวง เรื่องกำหนดมาตรฐานการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2559. (2559,17 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 133 ตอนที่ 91 ก. หน้า 48-54.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ .ศ.2546. เล่ม 120 ตอนพิเศษ 138ง. หน้า 1-11.

ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่องหลักเกณฑ์ วิธีการดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการ ระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ. (2561,1 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 135 ตอนพิเศษ 57 ง. หน้า 11-16.

ลลิตา วันลิโก, ปวีณา มีประดิษฐ์ และทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข. 2557. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาจากการสัมผัสความร้อนของ คนงานเผาถ่านชนิดเตาเผาแบบดั้งเดิมในเขตจังหวัดชลบุรี, น. 723-736. *ใน* **การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ ๖ บัณฑิตวิทยาลัย**. มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. 2557. **สุขศาสตร์อุตสาหกรรม กลยุทธ์ ประเมิน ควบคุม และจัดการ**. ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

สิทธิโชค วรรธนเศรณี และเกษม สุริยกัณฑ์. 2544. ผลของการออกกำลังกายที่มีต่อความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ** 4(1-2): 39-52.

อนามัย เทศกะทึก. 2553. **อาชีวอนามัยและความปลอดภัย**. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

Bernard, T.E. and I. Iheanacho. 2015. Heat Index and Adjusted Temperature as Surrogates for Wet Bulb Globe Temperature to Screen for Occupational Heat Stress**. Journal of Occupational and Environmental Hygiene** 12: 323–333.

Caliskan, E. and S. Caglar. 2010. An assessment of physiological workload of forest workers in felling operations. **African Journal of Biotechnology** 9(35): 5651-5658.

Chen, M. L., C. J. Chen, W. Y. Yeh, J. W. Huang and I. F. Mao. 2003. Heat stress evaluation and worker fatigue in a steel plant. **AIHA Journal** 64 (3): 352-359.

Eroglu, H., R. Yilmaz and Y. Kayacan. 2015. A Study on Determining the Physical Workload or the Forest Harvesting and Nursery-Afforestation Workers. **Anthropologist** 21(1, 2): 168-181.

Kenny, G.P., J. Yardley, C. Brown, R.J. Sigal and O. Jay. 2010. Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases. **Canadian Medical Association Journal** 182(10): 1053-1060.

Kirk, P.M. and R.J. Parker. 1996. Heart rate strain in New Zealand manuel tree pruners. **International Journal of Industrial Ergonomics** 18: 317-324.

Kirk, P.M. and M.J.M Sullman. 2001. Heart rate strain in cable hauler choker setters in New Zeland logging operations. **Applied Ergonomics** 32: 389-398.

Leszczynski, K. and A. Stanczykiewicz. 2015. Workload analysis in logging technology employing a processor aggregated with a farm tractor. **Forest Systems** 24(2): 1-8.

Parker, R., M. Sullman, P. Kirk and D. Ford. 1999. Chainsaw size for delimbing. **Ergonomics** 42: 897-903.

Parsons, K. 2006. Heat Stress Standard ISO 7243 and its Global Application. **Industrial Health** 44 368 - 379.

Patel, T., S.P. Mullen and W.R. Santee. 2013. Comparison of Methods for Estimating Wet-Bulb Globe Temperature Index From Standard Meteorological Measurements. **MILITARY MEDICINE** 178: 926-933.

Sett, M. and S. Sahu. 2014. Effects of occupational heat exposure on female brick workers in West Bengal, India. **Global health action** 7.

Vitalis, A. 1987. **The Use of Heart Rate as the Main Predictor of the Cost of Work.** Paper presented in the Inaugural Conference of The NZ Ergonomics Society, Auckland, February 11-13, 168-181.

Wang, J., J.L. Bell and S.T. Grushecky. 2003. Logging injuries for a 10-year period in Jilin Province of the People's Republic of China. **Journal of Safety Research** 34 (3): 273-279.

การศึกษาวัสดุเพื่อลดการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์
A Study of Materials Used for Reducing Chainsaw Vibration

ปฤณ ผลกล่ำ[1] และ **ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล**[1*]
Prin Phonklum[1]and **Laddawan Rianthakool**[1*]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **fforlwr@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

เลื่อยโซ่ยนต์เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการทำไม้ในขั้นตอนล้มไม้ ลิดกิ่ง และตัดทอน ซึ่งผู้ใช้จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุหรืออันตรายจากเลื่อยโซ่ยนต์ อันตรายที่อาจทำให้เกิดขึ้น เช่น โรคนิ้วมือซีดขาวจากความสั่นสะเทือน แนวทางการลดการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์ คือ ลดการสั่นสะเทือนที่ตัวเลื่อยโซ่ยนต์ด้วยระบบป้องกันการสั่นสะเทือน หรือใช้วัสดุป้องกัน เช่น ถุงมือ เป็นต้น ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัสดุในการลดแรงสั่นสะเทือนจากเลื่อยโซ่ยนต์ โดยเปรียบเทียบการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์ที่เกิดขึ้นกับวัสดุทั้ง 6 ชนิด คือ ฟองน้ำ ยางกันกระแทก ยางกันสะเทือน หนังแท้ชนิดที่ 1 หนังแท้ชนิดที่ 2 และถุงมือลดแรงสั่นสะเทือน โดยวัดการสั่นสะเทือนในแนวดิ่งจากแอพพลิเคชั่น Vibrochecker ก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์ พบว่า ค่าการสั่นสะเทือนในแนวดิ่งบริเวณที่จับด้านหน้าของเลื่อยโซ่ยนต์เปล่าก่อนและขณะเร่งเครื่องเท่ากับ และ 0.451 0.475เมตร ^{2}วินาที/ตามลำดับ และฟองน้ำ ยางกันกระแทก หนังแท้ชนิดที่ 1 และหนังแท้ชนิดที่ 2 มีแนวโน้มค่าการสั่นสะเทือนที่ต่ำกว่าการใช้เลื่อยโซ่ยนต์เปล่า ยางกันสะเทือน และถุงมือลดแรงสั่นสะเทือน ดังนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะนำวัสดุที่มีค่าการสั่นสะเทือนน้อยมาใช้ในการผลิตส่วนที่จับของเลื่อยโซ่ยนต์ หรือถุงมือลดการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์

คำสำคัญ: เลื่อยโซ่ยนต์ การสั่นสะเทือน ความเร่ง หนังแท้ ฟองน้ำ

ABSTRACT

Chainsaws are the most popular tools in timber harvesting, especially in felling, delimbing and bucking. Personal protective equipment (PPE) are necessary when working with chainsaw to protect and reduce accidents or harms. Hand-Arm Vibration Syndrome is caused by vibration of chainsaws. Common methods to reduce the risk of vibration injury are chainsaw anti-vibration system or wrapping the chainsaw handle with protective materials such as glove. The objective of this study was to explore materials which could reduce chainsaw vibration. Six materials including sponge, bumper rubber, reduce vibration rubber, leather 1, leather 2, and chainsaw glove were used. Vibration in the vertical direction were measured using a mobile application called Vibrochecker, during idling and high-speed mode of chainsaw. The results showed that the vibration in vertical direction of the front handle during idling and high-speed mode were 0.475 and 0.451 m/s^2, respectively. The results suggested that sponge, bumper rubber, leather 1 and leather 2 could decrease chainsaw vibration.

Keywords: chainsaw, vibration, acceleration, leather, sponge

คำนำ

การล้มไม้เป็นขั้นตอนแรกของการทำไม้ (timber harvesting) เพื่อนำไม้จากสวนป่าปลูกออกมาใช้ประโยชน์ เครื่องมือที่ใช้ในการล้มไม้มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับชนิดไม้ และความสามารถในการลงทุนของผู้ประกอบการทำไม้ ตัวอย่างเครื่องมือล้มไม้ที่มีใช้ในประเทศไทย เช่น ขวาน เลื่อยโซ่ยนต์ รถแทรกเตอร์เกลี่ยดิน รถขุดตีนตะขาบ และรถตัดไม้ (harvester) ซึ่งเลื่อยโซ่ยนต์ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการทำไม้ที่นิยมใช้กันทั่วโลก (Behjou et al. 2009; Borz and Valentina, 2013; Rottensteiner and Stampfer, 2013; Silayo and Migunga, 2014.) สามารถใช้ล้มไม้ ลิดกิ่งและตัดทอนไม้ได้ เลื่อยโซ่ยนต์จึงมีวิวัฒนาการมาอย่างยาวนาน (อำนวย, 2526) ปัจจุบันเลื่อยโซ่ยนต์มีน้ำหนักเบา มีเสียงเบาลง มีระบบป้องกันการสั่นสะเทือน มีความปลอดภัยมากขึ้น และมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลสำหรับคนใช้เลื่อยโซ่ยนต์ซึ่งช่วยให้การใช้เลื่อยโซ่ยนต์มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น (Husqvarna, 2019; Stihl, 2019) แม้ว่าเลื่อยโซ่ยนต์จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นแต่ก็พบว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคและอันตรายต่อผู้ใช้หรือคนรอบข้างได้ ตัวอย่างอันตรายที่เกิดจากเลื่อยโซ่ยนต์ เช่น การตีกลับของเลื่อย (kick-back) (Arnold and Parmigiani, 2015) เสียง การสั่นสะเทือน เช่น โรคนิ้วมือซีดขาวจากความสั่นสะเทือน (Hand-Arm Vibration Syndrome) อันตรายต่อตา หัว และอันตรายจากการร่วงหล่นของกิ่งหรือต้นไม้ที่ล้ม (อำนวย, 2526) ดังนั้นการกำหนดเวลาทำงาน รวมถึงการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยจึงมีความสำคัญต่อผู้ใช้เลื่อยโซ่ยนต์เป็นอย่างยิ่ง เช่น กางเกงป้องกันอันตรายจากการถูกเลื่อยโซ่ยนต์บาดขา การใช้ถุงมือเพื่อลดแรงสั่นสะเทือนจากเลื่อยโซ่ยนต์ เป็นต้น สำหรับประเทศไทยอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับผู้ใช้เลื่อยโซ่ยนต์มีราคาสูงเพราะเป็นสินค้านำเข้าเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ขนาดและวัสดุที่ใช้อาจไม่เหมาะสมกับสภาพการทำไม้ในประเทศไทย การศึกษาวัสดุที่มีภายในประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลจึงเป็นงานวิจัยแรกๆที่ควรศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาต่อยอดเป็นสินค้าที่เหมาะสมกับคนไทยและราคาถูก ส่งเสริมการป้องกันอันตรายให้กับผู้ใช้เลื่อยโซ่ยนต์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัสดุในการลดแรงสั่นสะเทือนจากเลื่อยโซ่ยนต์ โดยเปรียบเทียบการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์ที่เกิดขึ้นกับวัสดุทั้ง 6 ชนิดที่นำมาทดสอบ ผลที่ได้จากการศึกษาคุณสมบัติในการลดการสั่นสะเทือนของวัสดุที่เลือกมานี้อาจใช้เป็นวัสดุต้นแบบในการผลิตส่วนที่จับของเลื่อยโซ่ยนต์ หรือเป็นวัสดุต้นแบบในการผลิตถุงมือลดการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เลื่อยโซ่ยนต์ Kanto รุ่น kt-cs1700e น้ำหนัก 4.6 กิโลกรัม แรงม้าสูงสุด 0.8 แรงม้า ความยาวบาร์เลื่อย 11.5 นิ้ว ขนาดกระบอกสูบ 36.97 cc

2. วัสดุที่ใช้ทดลอง 6 ชนิด ได้แก่ ฟองน้ำ ยางกันกระแทก ยางกันสะเทือน หนังแท้ชนิดที่ 1 หนังแท้ชนิดที่ 2 และถุงมือลดแรงสั่นสะเทือน

3. สมาร์ทโฟน ยี่ห้อแอปเปิ้ล รุ่นไอโฟน6 พร้อมติดตั้งแอพพลิเคชั่น Vibrochecker

วิธีการ

1. ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุทั้ง 6 ชนิดที่นำมาใช้ในการทดสอบการลดการสั่นสะเทือน โดยมีรายละเอียดและคุณสมบัติดังนี้

- ฟองน้ำ (Sponge) ขนาด 14.5 x 21 ซม. หนา 0.6 ซม. ราคาแผ่นละ 43 บาท มีคุณสมบัติหดตัวได้และมีการสปริงตัวที่ดี มีความคงทนต่อแรงกระแทกและสั่นสะเทือนได้ดี มีความทนต่อการยืดและตึงการฉีกขาดและแรงกดดันที่สูง (Figure 1 (A))

- ยางกันกระแทก (Bumper rubber) ขนาด 15 x 20 ซม. หนา 0.4 ซม. ราคาแผ่นละ 290 บาท มีความยืดหยุ่นและความทนต่อแรงดึงที่สูงมาก นอกจากนี้ยังมีความต้านทานต่อแรงกระแทกที่ทำให้เป็นรอยบาก และมีความต้านทานต่อการเสียดสี (Figure 1 (B))

- ยางกันสะเทือน (Reduce vibration rubber) ขนาด 15 x 20 ซม. หนา 0.7 ซม. ราคาตารางเซนติเมตรละ 6 บาท มีคุณสมบัติลดการสั่นสะเทือนให้การทำงานของเครื่องจักร ลดแรงสั่นสะเทือนในที่มีการใช้เครื่องจักรผลิตสินค้า ซึ่งจะช่วยถนอมโครงสร้างอาคารพื้นผิวให้คงอยู่และเกิดความเสียหายน้อยลงกว่าเวลาอันควร (Figure 1 (C))

- หนังแท้ชนิดที่ 1 (Leather 1) ขนาด 14.5 x 20 ซม. หนา 0.5 ซม. ราคาตารางเดซิเมตรละ 8 บาท มีความทนทาน สามารถใช้ได้นานหลายปี โดยที่หนังไม่ลอกแบบหนังเทียมซึ่งเราสามารถเก็บไว้และนำออกมาใช้โดยที่หนังยังไม่แตกล่อนได้ (Figure 1 (D))

- หนังแท้ชนิดที่ 2 (Leather 2) ขนาด 19 x 19 ซม. หนา 0.5 ซม. ราคาตารางเดซิเมตรละ 9 บาท คุณสมบัติ มีความทนทาน สามารถใช้ได้นานหลายปี โดยที่หนังไม่ลอกแบบหนังเทียมซึ่งเราสามารถเก็บไว้และนำออกมาใช้โดยที่หนังยังไม่แตกล่อนได้ ไม่ติดไฟ มีความยืดหยุ่นสามารถคืนตัวได้ไว ซึ่งต่างจากหนังแท้ชนิดที่ 1 ที่กระบวนการผลิต (Figure 1 (E))

- ถุงมือลดแรงสั่นสะเทือน (Chainsaw glove) ราคาคู่ละ 406 บาท มีคุณสมบัติลดผลกระทบของแรงกระแทกและการสั่นสะเทือนความสะดวกสบายในการใส่และนุ่มเวลาสวมใส่ (Figure 1 (F))

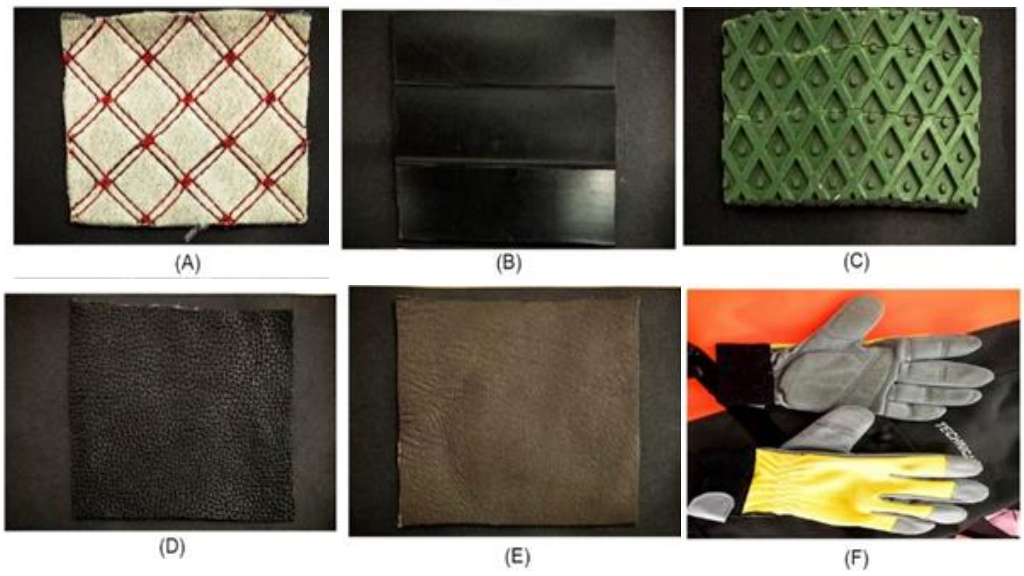


Figure 1 Material for vibration test; sponge (A), bumper rubber (B), Reduce vibration rubber (C), Leather 1 (D), Leather 2 (E) and Chainsaw glove (F).

2. ติดตั้งอุปกรณ์วัดการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์ที่บริเวณที่จับด้านหน้าของเลื่อยโซ่ยนต์ โดยใช้ที่ยึดจับสมาร์ทโฟน (Figure 2)



Figure 2 Smartphone position setting.

3 .วัดค่าการสั่นสะเทือนจากแอพพลิเคชั่น Vibrochecker ซึ่งอาศัยหลักการทำงานของเซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer) ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ พบได้ในสมาร์ทโฟนทั่วไป แอพพลิเคชั่นนี้สามารถบอกค่าการสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นอย่างง่ายโดยเป็นค่าในแนวดิ่งเพียงแนวเดียว (vertical direction) ในช่วงความถี่สูงสุด 50 Hz มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที^{2} การวัดค่าการสั่นสะเทือนจะวัดก่อนการเร่งเครื่องยนต์ และวัดขณะเร่งเครื่องยนต์อย่างละ 5 ครั้งของเลื่อยยนต์เปล่า และเมื่อนำวัสดุแต่ละชนิดมาพันรอบที่จับด้านหน้า

4. เปรียบเทียบค่าการสั่นสะเทือนก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์ในแต่ละวัสดุ และเปรียบเทียบค่าการสั่นสะเทือนระหว่างวัสดุต่างๆ

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการสั่นสะเทือนบริเวณที่จับด้านหน้าของเลื่อยโซ่ยนต์เปล่า และเมื่อพันด้วยวัสดุทั้ง 6 ชนิด คือ ฟองน้ำ ยางกันกระแทก ยางกันสะเทือน หนังแท้ชนิดที่ 1 หนังแท้ชนิดที่ 2 และถุงมือลดแรงสั่นสะเทือน ก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์ พบว่า ค่าการสั่นสะเทือนในแนวดิ่งบริเวณที่จับด้านหน้าของเลื่อยโซ่ยนต์เปล่าก่อนและขณะเร่งเครื่อง เท่ากับ 0.475 และ 0.451 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งจากการศึกษาของ Rottensteiner and Stampfer (2013) ที่วัดค่าการสั่นสะเทือนในช่วงความถี่ 6.3-1,250 Hz พบว่าค่าการสั่นสะเทือนในแนวดิ่งบริเวณที่จับด้านหน้ามีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแนวอื่นๆ และพบว่า ก่อนการเร่งเครื่องยนต์มีค่าการสั่นสะเทือนมากกว่าขณะตัดไม้ ซึ่งมีค่าการสั่นสะเทือนเท่ากับ 3.04±0.20 และ1.31±0.17 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ สำหรับเลื่อยโซ่ยนต์ A ที่ใช้ในการทดลอง และสอดคล้องกับเลื่อยโซ่ยนต์ B ที่ใช้ในการทดลองเช่นกัน ทั้งเลื่อยโซ่ยนต์ A และ B มีขนาดเครื่องยนต์ที่มากกว่าในการศึกษาครั้งนี้คือ เลื่อยโซ่ยนต์ A มีน้ำหนัก 5.0 กิโลกรัม แรงม้าสูงสุด 3.6 แรงม้า ความยาวบาร์เลื่อยประมาณ 15 นิ้ว ขนาดกระบอกสูบ 50.1 cc และ เลื่อยโซ่ยนต์ B มีน้ำหนัก 5.5 กิโลกรัม แรงม้าสูงสุด 4.3 แรงม้า ความยาวบาร์เลื่อยประมาณ 17.7 นิ้ว ขนาดกระบอกสูบ 56.5 cc

ค่าการสั่นสะเทือนจากการใช้ฟองน้ำพันรอบที่จับด้านหน้าก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์มีค่า เท่ากับ 0.336 และ 0.475 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ ค่าการสั่นสะเทือนจากการใช้ยางกันกระแทกพันรอบที่จับด้านหน้าก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์มีค่า 0.362 และ 0.420 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ ค่าการสั่นสะเทือนจากการใช้ยางกันสะเทือนพันรอบที่จับด้านหน้าก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์มีค่า 0.453 และ 0.466 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ ค่าการสั่นสะเทือนจากการใช้หนังแท้ชนิดที่ 1 พันรอบที่จับด้านหน้าก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์มีค่า 0.355 และ 0.414 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ ค่าการสั่นสะเทือนจากการใช้หนังแท้ชนิดที่ 2 พันรอบที่จับด้านหน้าก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์มีค่า 0.396 และ 0.396 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ และค่าการสั่นสะเทือนจากการใช้ถุงมือลดแรงสั่นสะเทือนพันรอบที่จับด้านหน้าก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์มีค่า 0.413 และ 0.577 เมตร/วินาที^{2} ตามลำดับ (Table 1) ค่าการสั่นสะเทือนก่อนการเร่งเครื่องยนต์มีค่าน้อยที่สุดเมื่อใช้ฟองน้ำพันรอบที่จับด้านหน้า รองลงมาคือ หนังแท้ชนิดที่ 1 และยางกัน

กระแทก ส่วนขณะเร่งเครื่องยนต์พบค่าการสั่นสะเทือนน้อยที่สุดเมื่อใช้หนังแท้ชนิดที่ 2 พันรอบที่จับด้านหน้ารองลงมาคือหนังแท้ชนิดที่ 1 และยางกันกระแทก

Table 1 Vibration acceleration (m/s^2) in vertical direction of front handle.

Operational mode	Chainsaw	Sponge	Bumper rubber	Reduce vibration rubber	Leather 1	Leather 2	Chainsaw glove
Idling	0.475	0.336	0.362	0.453	0.355	0.396	0.413
High-speed	0.451	0.475	0.420	0.466	0.414	0.396	0.577

ค่าการสั่นสะเทือนในช่วงความถี่ 1 – 50 Hz ก่อนการเร่งเครื่องยนต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และค่าการสั่นสะเทือนขณะเร่งเครื่องมีค่าสูงกว่าและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน (Figure 3) ค่าการสั่นสะเทือนทั้งก่อนและขณะเร่งเครื่องยนต์มีค่าไม่เกิน 2.5 เมตร/วินาที^{2} ในแนวดิ่งสอดคล้องกันกับงานวิจัยของ Pitts (2004) นอกจากนี้ฟองน้ำ ยางกันกระแทก หนังแท้ชนิดที่ 1 และหนังแท้ชนิดที่ 2 มีแนวโน้มค่าการสั่นสะเทือนที่ต่ำกว่าการใช้เลื่อยโซ่ยนต์เปล่า ยางกันสะเทือน และถุงมือลดแรงสั่นสะเทือน ซึ่งโดยทั่วไปหนังแท้นิยมนำมาใช้ทำวัสดุหุ้มที่จับต่างๆ และใช้ทำถุงมือ ระบบป้องกันการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์พบว่ามีการใช้ส่วนประกอบของสปริงหรือยางในบริเวณที่จับของเลื่อยโซ่ยนต์ (ForestWorks, 2009)

แม้ว่าค่าการสั่นสะเทือนจากการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน คือไม่เกิน 5 เมตร/วินาที^{2} (Health and safety executive, 2019) นั่นคือยังไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพหรือทำให้เกิดโรคนิ้วมือซีดขาวจากความสั่นสะเทือนเมื่อใช้เลื่อยโซ่ยนต์นี้ได้ แต่การศึกษานี้ยังขาดข้อมูลค่าการสั่นสะเทือนในแนวที่เหลือ และควรวัดค่าการสั่นสะเทือนที่ช่วงความถี่ที่สูงกว่า 50 Hz เพื่ออธิบายถึงวัสดุที่นำมาใช้ทดสอบให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น



Figure 3 Vibration acceleration for the 6 materials in idling and high speed mode of chainsaw.

สรุป

การสั่นสะเทือนที่เกิดจากเลื่อยโซ่ยนต์มีผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณมือของผู้ใช้ การป้องกันและการลดการสั่นสะเทือนสามารถทำได้ในสองแนวทางคือใช้วัสดุที่ลดแรงสั่นสะเทือนที่ตัวเลื่อยโซ่ยนต์ หรือใช้ถุงมือหรือวัสดุอื่นมาหุ้มหรือพันบริเวณที่จับของเลื่อยโซ่ยนต์ ในการศึกษานี้พบว่าฟองน้ำ ยางกันกระแทก หนังแท้ชนิดที่ 1 และหนังแท้ชนิดที่ 2 มีค่าการสั่นสะเทือนในแนวดิ่งที่ต่ำกว่าการใช้เลื่อยโซ่ยนต์เปล่า ซึ่งมีแนวโน้มที่สามารถนำวัสดุดังกล่าวมาใช้พันรอบที่จับด้านหน้าเพื่อลดแรงจากการสั่นสะเทือนของเลื่อยโซ่ยนต์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณแอนนา เขียวชอุ่ม ที่ให้ตัวอย่างวัสดุหนังแท้มาทำการทดลองโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย และห้องปฏิบัติการเครื่องจักรกลทางป่าไม้ ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนเลื่อยโซ่ยนต์และอุปกรณ์ในการศึกษานี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

อำนวย คอวนิช. 2526. **เครื่องมือป่าไม้ชนบท**. โรงพิมพ์อักษรสยามการพิมพ์: สมาคมป่าไม้แห่งประเทศไทย.

Arnold, D. and J. Parmigiani. 2015. A Study of Chainsaw Kickback. **Forest Products Journal** 65(5-6): 232-238.

Behjou, F.K., B. Majnounian, J. Dvorak, M. Namiranian, A. Saeed, and J. Feghhi. 2009. Productivity and cost of manual felling with a Chainsaw in Caspian forests. **Journal of Forest Science** 55(2): 96–100.

Borz, S. and D. C. Valentina. 2013. Efficiency of motor-manual felling and horse logging in small-scale firewood production. **African Journal of Agricultural Research** 8: 3126-3135.

ForestWorks. 2009. **Chainsaw Operator's Manual: Chainsaw Safety, Maintenance and Cross-cutting Techniques**. Landlinks Press, Melbourne.

Health and safety executive, 2019. **Control of Vibration at Work Regulations 2005**. Available Source: http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/regulations.htm?fbclid=IwAR3YxMWLnO9jxulHZ1dACWOL7AzmE_-net18YtLrtk06cIYicOLSuuXyL1Y, June 4, 2019.

Husqvarna. 2019. **More than 325 Years of innovation**. Available Source: http://www.husqvarnagroup.com/en/about/history, June 4, 2019.

Pitts, P. 2004. **Hand-arm Vibration Emission of Chainsaws - Comparison with Vibration Exposure**. Available Source: http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2004/hsl0413.pdf, June 4, 2019.

Rottensteiner, C. and K. Stampfer. 2013. Evaluation of operator vibration exposure to chainsaws equipped with a Kesper safety bar. **Scandinavian Journal of Forest Research** 28(2): 193-200.

Silayo, D.S.A. and G. A. Migunga. 2014. Productivity and costs modeling for tree harvesting operations using chainsaws in plantation forests, Tanzania. **International Journal of Engineering & Technology** 3 (4): 464-472.

Stihl. 2019. **Stiht Innovations**. Available Source: https://www.stihl.com.au/stihl-innovations.aspx, June 4, 2019.

การศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 และ ดาวเทียม Sentinel-2 สำหรับการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

A Comparative Study of Imagery Data on Land Cover Classification from Sentinel-1 and Sentinel-2 Satellites, Mae Moh District, Lampang Province

ศุภกิจ เหมือนพิมทอง[1] วีระภาส คุณรัตนสิริ[1] และ อภิชาต ภัทรธรรม[1]

Supakit Muanpimtong[1], Weeraphart Khunrattanasiri[1] and Apichart Pattaratuma[1]

[1]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Forest Management, Faculty of Forest, Kasetsart University, Bangkok 10900

Corresponding Author; E-mail: my.mod.mineme@gmail.com

บทคัดย่อ

การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 และข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 บริเวณอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ใช้วิธีการจำแนกระนาบคลื่นแบบไม่กำกับดูแล (Polarimetric Unsupervised Classification) และข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 ใช้วิธีการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) ผลการศึกษาพบว่า สิ่งปกคลุมดินจำแนกได้ 5 ประเภท ประกอบด้วย พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่ป่าไม้ เมืองและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการจำแนกกับแผนที่อ้างอิง พบว่า การจำแนกสิ่งปกคลุมดินที่เหมาะสมที่สุด คือ การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 พบว่ามีความถูกต้องโดยรวมในการจำแนกเท่ากับร้อยละ 73.33 ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.67 สำหรับการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 มีความถูกต้องโดยรวมในการจำแนกเท่ากับร้อยละ 70.00 ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.63

คำสำคัญ: สิ่งปกคลุมดิน, ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1, ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2

ABSTRACT

Satellite images from Sentinel-1 (S1) and Sentinel-2 (S2) were used to assess land cover classification in Mae Moh District, Lampang Province. The Polarimetric Unsupervised Classification technique was applied for S1 while Supervised Classification technique was applied for S2. The results showed that land cover types in the study area were classified into five categories, namely, agricultural land, bareland, forest land, urban and water bodies. The accuracy from S1 and S2 classification were assessed using reference maps. The results revealed that S2 was more suitable for land cover classification with the overall accuracy of the classification at 73.33 percent, associated with the Kappa coefficient of 0.67. While the satellite image data from S1 showed an overall accuracy of 70.00 percent and the Kappa coefficient of 0.63.

Keywords: land cover, Satellite Imagery Data, Sentinel-1, Sentinel-2

คำนำ

สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปัจจุบันถือเป็นเรื่องสำคัญที่มนุษย์ให้ความสนใจ โดยมีสาเหตุหลักมาจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีความต้องการในการใช้ที่ดิน อาทิเช่น การสร้างที่อยู่อาศัย และแหล่งทำมาหากิน ซึ่งสวนทางกับทรัพยากรธรรมชาติที่มีทิศทางลดลงอย่างต่อเนื่อง จากสถิติกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 31.68 ซึ่งมีพื้นที่ป่าไม้ลดลงจากปี พ.ศ. 2551 ที่มีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 33.44 การติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการทรัพยากรที่เหมาะสม และการสำรวจสิ่ง

ปกคลุมดินจากข้อมูลภาคสนามจำเป็นต้องใช้งบประมาณ กำลังคน และเวลาจำนวนมาก การใช้ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลจึงตอบโจทย์ในด้านการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ที่สามารถติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว มีข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน ประหยัดค่าใช้จ่าย

การรับรู้ระยะไกลแบ่งการรับรู้ได้ 2 รูปแบบ คือ ระบบ Active Sensor และ ระบบ Passive Sensor ที่มีระบบในการบันทึกข้อมูลที่แตกต่างกัน จึงนำระบบทั้ง 2 รูปแบบ ของการรับรู้ระยะไกลมาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ระบบ Active Sensor โดยมีภาระกิจในการคาดการณ์มหาสมุทร ที่ดิน ในทุกสภาพอากาศทั้งกลางวันและกลางคืน บันทึกข้อมูลด้วยสัญญาณเรดาห์ (RADAR) ที่อาศัยแหล่งกำเนิดพลังงานจากตัวดาวเทียมโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ (Microwave) แถบความถี่ C-SAR โหมด Interferometric Wide Swath ที่รายละเอียดจุดภาพ 5 × 20 เมตร บันทึกภาพได้ทั้งเวลากลางวัน และกลางคืนทั่วโลก และเลือกใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 ระบบ Passive Sensor โดยมีภาระกิจในการคาดการณ์ที่ดิน ระบบบันทึกภาพ Multispectral Instrument บันทึกภาพ 13 แถบความถี่ ความละเอียดเชิงรังสี 12 บิต ความละเอียดจุดภาพ 10 20 และ 60 เมตร อาศัยแหล่งกำเนิดพลังงานภายนอก เช่น ดวงอาทิตย์ และพลังงานจากตัววัตถุ

อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีสภาพพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบสูง มีภูเขาสูงกระจายอยู่ทั่วไป ทำให้มีความหลากหลายทางด้านสิ่งปกคลุมดิน เหมาะสมกับการใช้เป็นพื้นที่ศึกษาวิจัย และใช้พัฒนาประสิทธิภาพงานด้านการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาลักษณะลายเซ็นช่วงคลื่นของรูปแบบสิ่งปกคลุมดินประเภทต่าง ๆ พร้อมทั้งศึกษาประสิทธิภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 และ Sentinel-2 เพื่อประเมินระบบบันทึกภาพที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินได้อย่างเหมาะสม ที่จะส่งเสริมการจัดการการใช้ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ระบบบันทึกภาพ C-SAR ความละเอียดจุดภาพ 5 × 20 เมตร ระนาบคลื่น VV และ VH บันทึกภาพวันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 2 ภาพ หมายเลขอ้างอิงภาพ 15BF และ 1871 ดาวน์โหลดข้อมูลได้จากเว็บไซต์ https://scihub.copernicus.eu/dhus/

2. ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 ระบบบันทึกภาพหลายช่วงคลื่น (Multispectral Instrument) ความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร ระบบอ้างอิงภาพ 47 QNA บันทึกภาพวันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2561 และระบบอ้างอิงภาพ 47 QPA บันทึกภาพวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2561 บันทึกภาพครอบคลุมพื้นที่บริเวณอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ดาวน์โหลดข้อมูลได้จากเว็บไซต์ https://earthexplorer.usgs.gov/

3. ข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต ระบบบันทึกภาพช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) ความละเอียดจุดภาพ 2 เมตร บันทึกภาพครอบคลุมพื้นที่ศึกษา จำนวน 8 ภาพ ประกอบด้วย

3.1 ชื่อภาพ TH_CAT_180907121524120_1 บันทึกภาพวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2561
3.2 ชื่อภาพ TH_CAT_180907121619510_1 บันทึกภาพวันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2561
3.3 ชื่อภาพ TH_CAT_180907121821532_1 บันทึกภาพวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
3.4 ชื่อภาพ TH_CAT_180907121919194_1 บันทึกภาพวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
3.5 ชื่อภาพ TH_CAT_180907122003586_1 บันทึกภาพวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
3.6 ชื่อภาพ TH_CAT_180907122118896_1 บันทึกภาพวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
3.7 ชื่อภาพ TH_CAT_180907122205137_1 บันทึกภาพวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560
3.8 ชื่อภาพ TH_CAT_180907122252848_1 บันทึกภาพวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

4. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 จำนวน 8 ระวาง หมายเลขระวาง 4945I 4945II 4945III 4945IV 4946II 4946III 5045IV และ 5046III

5. แบบจำลองความสูงเชิงเลขระดับโลก (Global Digital Elevation Model: GDEM) ความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ดาวน์โหลดข้อมูลได้จากเว็บไซต์ https://earthexplorer.usgs.gov/

6. เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System)

7. โปรแกรม *Quantum GIS* ดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ https://www.qgis.org/en/site/

8. โปรแกรม Sentinels Application Platform ดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ http://step.esa.int/main/download/

9. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

10. แบบบันทึกข้อมูลภาคสนาม

วิธีการ

1. การจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม

1.1 การเตรียมและประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1

1.1.1 การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงรังสี (Radiometric Correction) ปรับเทียบระบบบันทึกภาพ (Calibrate Sensor) จากข้อมูล Meta Data ของข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 แก้ไขรอยต่อระหว่างแนวย่อย (Sub-swath) หรือ Bursts ด้วยวิธี Deburst โดยการคำนวณหาอะซิมุท (Azimuth) ที่ใกล้เคียงตำแหน่งนั้นมากที่สุด เพื่อให้ภาพมีความต่อเนื่อง และขจัดสัญญาณรบกวน (Speckle Noise) ที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นที่ไม่ต้องการ ด้วยการกรองข้อมูลจากจุดภาพข้างเคียงโดยใช้เมทริกขนาดหน้าต่าง (Windows Size) 5 × 5 จุดภาพ แบบ Lee Filter Application ดังสมการที่ 1 (Lee, 1981)

$$DN_{out} = \bar{X} + K\,(DN_{in} - \bar{X}) \quad (1)$$

เมื่อ DN_{out} คือ ค่าการกระจัดกระจายกลับที่ผ่านการขจัดสัญญาณรบกวน

DN_{in} คือ ค่าการกระจัดกระจายกลับของข้อมูลภาพดาวเทียม

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของจุดภาพในหน้าการกรอง

K คือ ค่าคงที่ที่ได้จากสมการที่ 2

$$K = \frac{Var(x)}{(\bar{X})^2\,\boldsymbol{\sigma}^2 + Var(x)} \quad (2)$$

เมื่อ Var(x) คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\boldsymbol{\sigma}^2$ คือ ค่าความแปรปรวน

1.1.2 จำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยระนาบคลื่นแบบไม่กำกับดูแล (Polarimetric Unsupervised Classification) ด้วยเทคนิค H Alpha Wishart Dual Pol โดยนำค่าพารามิเตอร์ Alpha ดังสมการที่ 3 และ Entropy ดังสมการที่ 4 มาหาความสัมพันธ์ในรูปของกราฟ Alpha และ Entropy (Cloude and Pottier, 1997) แล้วแบ่งกลุ่มของข้อมูลเป็น 9 กลุ่ม

$$\boldsymbol{\alpha} = \sum_{i=1}^{2} P_i \cos^{-1}(|u_i|) \quad (3)$$

$$H = \sum_{i=1}^{2} -P_i \log_2 P_i \quad (4)$$

เมื่อ H คือ ค่า Entropy
α คือ ค่า Alpha
P_i คือ ค่าคงที่

1.1.3 การปรับแก้ความผิดพลาดภูมิประเทศ (Terrain Correction) ของภาพดาวเทียม Sentinel-1 ด้วยวิธีการ Range Doppler Terrain Correction โดยใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขระดับโลก (Global Digital Elevation Model: GDEM) มีค่าความสูงและตำแหน่งทางภูมิประเทศที่กำหนดโดย United States Geological Survey: (USGS) จึงใช้ GDEM เป็นตัวกำหนดค่าความสูงและตำแหน่งทางภูมิประเทศให้กับข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 สำหรับขั้นตอนการจัดข้อมูลใหม่ (Resampling) เลือกรูปแบบการประมาณค่าจากตำแหน่งใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor) กำหนดความละเอียดของจุดภาพใหม่เท่ากับ 10 เมตร เพื่อง่ายสำหรับการคำนวณขนาดพื้นที่ของประเภทสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Chang and Shoshany (2016) ที่ใช้ข้อมูลความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร ของดาวเทียม Sentinel-1 และ Sentinel-2 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพต่อพื้นที่

1.1.4 ศึกษาลายเซ็นช่วงคลื่นในแต่ละรูปแบบสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ระบบบันทึกภาพ C-SAR ในลักษณะของช่วงค่าการกระจัดกระจายกลับ (Back Scatter) ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ปรากฏบนภาพดาวเทียม Sentinel-1 ในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

1.2 การเตรียมและประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2

1.2.1 ดำเนินการเน้นภาพ (Image Enhancement) เน้นภาพดาวเทียม Sentinel-2 ให้มีความคมชัดมากขึ้นจากข้อมูลต้นฉบับ โดยใช้การเน้นภาพผสมสีจริง (Natural Color Composite) และผสมสีเท็จ (False Color Composite) เพื่อง่ายต่อการกำหนดพื้นที่ตัวแทนสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิด เพื่อใช้จำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินนั้น

1.2.2 ศึกษาลายเซ็นช่วงคลื่นในแต่ละรูปแบบสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 ระบบบันทึกภาพ MSI ในลักษณะของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงแถบความถี่และค่าการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน เพื่อกำหนดเป็นพื้นที่ตัวแทน (Training Area) ในการดำเนินการขั้นต่อไป

1.2.3 ภาพดาวเทียม Sentinel-2 ระบบบันทึกภาพ Multispectral Instument (MSI) ดำเนินการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) วิธี Maximum Likelihood โดยการคัดเลือกพื้นที่สิ่งปกคลุมดินที่ปรากฏบนภาพดาวเทียมมาใช้เป็นพื้นที่ตัวแทน (Training Area) ที่เป็นลายเซ็นช่วงคลื่น (Spectral Signatures) ของสิ่งปกคลุมดินนั้น ที่จะนำมาจำแนกประเภทข้อมูลให้ครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

1.3 การเตรียมและประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต (แผนที่อ้างอิง)

1.3.1 ปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Geometric Correction) ของภาพดาวเทียมไทยโชตด้วยวิธีกำหนดตำแหน่งให้จุดภาพเข้ากับระบบพิกัดแผนที่ (Image to Map Registration) โดยใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point: GCP) ที่ได้อ้างอิงจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 โดยใช้สมการพหุนามลำดับที่ 2 (Second Order Polynomials) สำหรับขั้นตอนการจัดข้อมูลใหม่ (Resampling) เลือกรูปแบบการประมาณค่าจากตำแหน่งใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor) กำหนดความละเอียดของจุดภาพใหม่เท่ากับ 2 เมตร

1.3.2 การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) ความละเอียดจุดภาพ 2 เมตร ดำเนินการแปลตีความภาพดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Interpretation) ที่อาศัยลักษณะความแตกต่างทางพื้นที่ (Spatial Properties) ร่วมกับการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อจัดทำแผนที่อ้างอิงตามนิยามของ สถิตย์ (2521) ที่ได้จำแนกเป็นประเภทสิ่งปกคลุมดิน 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่

เกษตรกรรม พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่ป่าไม้ เมืองและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยกำหนดผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตเป็นแผนที่อ้างอิง

1.4 กระบวนการภายหลังการวิเคราะห์ข้อมูล (Post Processing)

ประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภท (Accuracy Assessment) ในรูปแบบของตาราง Confusion Matrix ของแผนที่อ้างอิงที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตรายละเอียดสูง เมื่อเทียบกับประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม กำหนดจำนวนจุดสำรวจภาคสนามจากขนาดของพื้นที่อำเภอแม่เมาะ 1,132.73 ตารางกิโลเมตร โดยใช้สมการของ Congalton and Green (1999) ดังสมการที่ 5 ซึ่งกำหนด

$$n = B\pi_i \frac{(1 - \pi_i)}{b_i^2} \quad (5)$$

เมื่อ n คือ ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม
B คือ ค่าที่ได้จากการเปิดตารางไคสแควร์
π_i คือ สัดส่วนในชั้นข้อมูล (โดย i = 1,2,3,...)
b_i คือ ความผิดพลาดที่ยอมรับได้

หลังจากกำหนดจำนวนจุดสำรวจภาคสนาม ดำเนินการสุ่มสำรวจด้วยวิธี Stratified Systematic Unaligned Sampling เป็นวิธีการสร้างกริดขนาด 5 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาสำรวจ และแต่ละช่องกริดทำการสุ่มสำรวจแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random) ทั้งหมด 5 ชั้นภูมิ โดยคำนวณจำนวนจุดตรวจสอบแต่ละกริดตามสัดส่วนพื้นที่ของแต่ละชั้นภูมิ เพื่อให้จุดสำรวจความถูกต้องภาคสนามกระจายครอบคลุมพื้นที่ศึกษา โดยประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทจากความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa

2. การเปรียบเทียบผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน

ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินที่เกิดจากการจำแนกสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 และการจำแนกสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 กับแผนที่อ้างอิง ที่ได้จากการจำแนกสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ภาพดาวเทียมความละเอียดสูง ในรูปแบบของตาราง Confusion Matrix และความผิดพลาดที่เกิดจากการจำแนกข้อมูล โดยอธิบายในรูปของค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) และค่าสัมประสิทธิ์ Kappa

ผลและวิจารณ์

1. การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน

การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ระบบ Active และข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 ระบบ Passive บันทึกภาพครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เพื่อนำข้อมูลภาพดาวเทียมทั้ง 2 ไปจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน 5 ประเภท ประกอบด้วย พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่ป่าไม้ เมืองและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ โดยมีผลการจำแนกดังนี้

1.1 การเตรียมและประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1

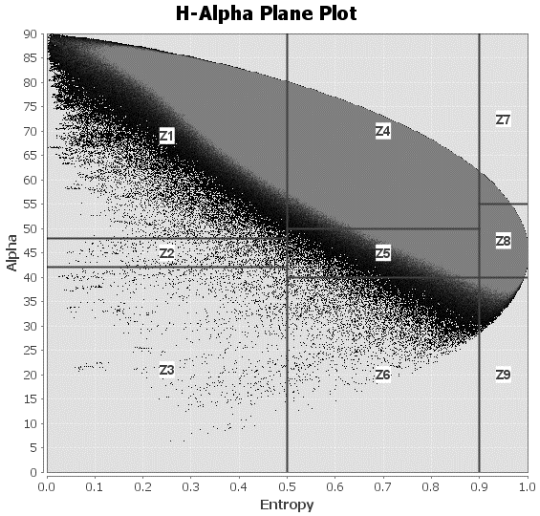
ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ระบบบันทึกภาพ C-SAR โหมดการบันทึก Interferometric Wide Swath: (IW) เป็นผลิตภัณฑ์ Single Look Complex: (SLC) มีระนาบคลื่น (Polarisation) 2 ระนาบ คือ ส่งระนาบคลื่นในแนวดิ่ง (Vertical) รับระนาบคลื่นในแนวนอน (Horizontal) หรือ VH และส่งระนาบคลื่นในแนวดิ่ง รับระนาบคลื่นในแนวดิ่ง หรือ VV ครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จำนวน 2 ภาพ หมายเลขอ้างอิงภาพ 1871 และ 15BF

1.1.1 การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงรังสี (Radiometric Correction) ดำเนินการปรับเทียบระบบบันทึกภาพ (Calibrate Sensor) แก้ไขรอยต่อระหว่างแนวย่อย (Sub-swath) หรือ Bursts ด้วยวิธี Deburst โดยการคำนวณหาอะซิมุท (Azimuth) ที่ใกล้เคียงตำแหน่งนั้นมากที่สุด เพื่อให้ภาพมีความต่อเนื่อง และขจัดสัญญาณรบกวน (Speckle Noise) ที่เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นที่ไม่ต้องการ ด้วยการกรองข้อมูลจากจุดภาพข้างเคียงโดยใช้เมทริกขนาดหน้าต่าง (Windows Size) 5 × 5 จุดภาพ แบบ Lee Filter Application โดยแสดงค่าทางสถิติก่อนการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงรังสีและหลังการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงรังสี ดัง Table 1

Table 1 The statistical parameters of Sentinel-1 imagery data are values before radiometric correction and values after radiometric correction.

Image	Polarization	Before Radiometric Correction				After Radiometric Correction			
		Min.	Max.	Average	Std. Dev.	Min.	Max.	Average	Std. Dev.
1	HV	-902	1,130	-0.02	40.81	0	18.86	0.04	0.05
	VV	-3,332	2,469	-0.02	76.44	0	169.21	0.14	0.29
2	HV	-419	457	-0.01	41.88	0	4.72	0.04	0.05
	VV	-1,834	2,182	-0.09	78.64	0	29.94	0.15	0.21

1.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ผลจากการจำแนกพบว่าในการจำแนกแต่ละชั้นข้อมูลมีการสะท้อนและการกระจัดกระจายกลับของสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่างกัน ขึ้นอยู่กับระนาบคลื่น (Polarization) มุมตกกระทบ และความแรงของสัญญาณที่รับกลับ การศึกษานี้ได้ใช้ค่า Alpha และ Entropy มาจำแนกด้วยเทคนิค H Alpha Wishart Dual Pol พบว่าจำแนกได้ทั้งหมดเท่ากับ 9 กลุ่ม ประกอบด้วย พื้นที่เกษตรกรรม 1 กลุ่ม พื้นที่เปิดโล่ง 1 กลุ่ม พื้นที่ป่าไม้ 5 กลุ่ม เมืองและสิ่งก่อสร้าง 1 กลุ่ม และพื้นที่แหล่งน้ำ 1 กลุ่ม แล้วดำเนินการจัดกลุ่มของชั้นข้อมูลใหม่แสดงดัง Figure 1

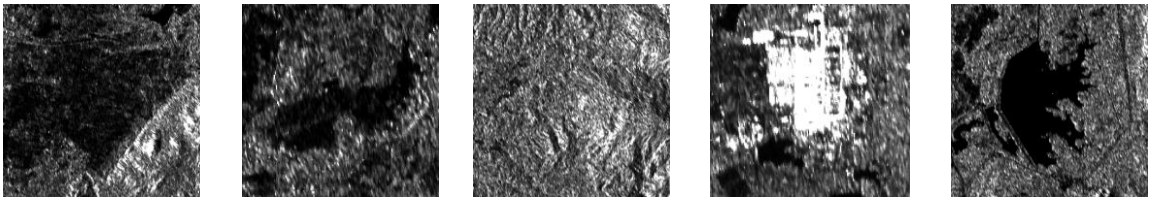


Z1 = Forest Land
Z2 = Forest Land
Z3 = Urban
Z4 = Forest Land
Z5 = Forest Land
Z6 = Forest Land
Z7 = Bareland
Z8 = Agricultural Land
Z9 = Water Bodies

Figure 1 H – α Classification plane of Sentinel-1 classification.

1.1.3 การปรับแก้ความผิดพลาดภูมิประเทศ (Terrain Correction) โดยใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขระดับโลก (GDEM) แล้วกำหนดจุดภาพใหม่เท่ากับ 10 เมตร

1.1.4 การศึกษาลายเซ็นช่วงคลื่นของข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ระบบบันทึกภาพ C-SAR ในลักษณะของช่วงค่าการกระจัดกระจายกลับของคลื่นสัญญาณเรดาร์ แสดงให้เห็นถึงผลการจำแนกทั้งหมด 9 ประเภท กำหนด เป็น Z1 – Z9 พบว่า Z1 มีค่า Alpha น้อยกว่า 40 Entropy น้อยกว่า 0.6 ระบุเป็นพื้นที่ป่าไม้ Z2 มีค่า Alpha ระหว่าง 41 - 46 Entropy น้อยกว่า 0.6 ระบุเป็นพื้นที่ป่าไม้ Z3 มีค่า Alpha มากกว่า 47 Entropy น้อยกว่า 0.6 ระบุเป็นเมืองและสิ่งก่อสร้าง Z4 มีค่า Alpha น้อยกว่า 34 Entropy ระหว่าง 0.7 – 0.95 ระบุเป็นพื้นที่ป่าไม้ Z5 มีค่า Alpha ระหว่าง 35 - 45 Entropy ระหว่าง 0.7 – 0.95 ระบุเป็นพื้นที่ป่าไม้ Z6 มีค่า Alpha มากกว่า 47 Entropy ระหว่าง 0.7 – 0.95 ระบุเป็นพื้นที่ป่าไม้ Z7 มีค่า Alpha ระหว่าง 35 - 45 Entropy มากกว่า 0.96 ระบุเป็นพื้นที่เปิดโล่ง Z8 มีค่า Alpha มากกว่า 47 Entropy มากกว่า 0.96 ระบุเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และ Z7 มีค่า Alpha น้อยกว่า 34 Entropy มากกว่า 0.96 ระบุเป็นพื้นที่แหล่งน้ำ โดยพบว่าลักษณะสิ่งปกคลุมดินทั้ง 5 ประเภท แสดงดัง Figure 2



Agricultural Land Bareland Forest Land Urban Water Bodies

Figure 2 Characteristics of land cover from Sentinel-1 imagery data.

1.2 การเตรียมและประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2

ทำการคัดเลือกข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 ที่ครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่เมาะได้ทั้งหมดจำนวน 2 ภาพ ดำเนินการเน้นภาพ (Image Enhancement) โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการเน้นภาพผสมสีเท็จ (False Color Composite) ซึ่งเป็นการผสมแบบเน้นพืชพรรณ กำหนดในหลอดการแสดงผลสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยใช้แถบความถี่อินฟราเรดใกล้ แดง และเขียว ตามลำดับ และเน้นภาพผสมสีจริง (Natural Color Composite) แสดงผลสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยใช้แถบความแดง เขียว และน้ำเงิน และทำการศึกษาลายเซ็นช่วงคลื่นในแต่ละรูปแบบสิ่งปกคลุมดินของข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 เพื่อกำหนดเป็นพื้นที่ตัวแทน (Training Area) ของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภท เพื่อศึกษาค่าการสะท้อนแสงของช่วงคลื่นต่าง ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยของค่าดิจิทัลเชิงเลขของพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่ป่าไม้ เมืองและสิ่งก่อสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ แสดงดัง Table 2

Table 2 Values average digital number of land cover form Sentinel-2 imagery data.

Land Cover	Band			
	Blue	Green	Red	NIR
Agricultural Land	1,246.24	1,152.33	962.64	2,816.11
Bareland	1,528.32	1,515.85	1,791.67	2,459.03
Forest Land	1,124.31	997.41	779.91	2,181.01
Urban	1,500.83	1,346.77	1,318.96	1,925.40
Water Bodies	1,218.40	1,025.21	750.06	622.99

1.3 การเตรียมและประมวลผลข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต (แผนที่อ้างอิง)

คัดเลือกข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตช่วงคลื่นเดียว (Panchromatic) ความละเอียดจุดภาพ 2 เมตร ครอบคลุมพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง จำนวน 8 ภาพ ปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตของข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตด้วยวิธีกำหนดตำแหน่งให้จุดภาพเข้ากับระบบพิกัดแผนที่ (Image to Map Registration) ด้วย

สมการพหุนามลำดับที่สอง (Second Order Polynomials) กำหนดจุดควบคุมภาคพื้น จำนวน 9 จุด โดยผลจากการปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเราขาคณิตมีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ระหว่าง 0.69 และ 0.98 และดำเนินการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชตช่วงคลื่นเดียว ด้วยเทคนิคการแปลตีความภาพดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Interpretation) ที่อาศัยลักษณะความแตกต่างทางพื้นที่ (Spatial Properties) ร่วมกับการเก็บข้อมูลภาคสนาม เพื่อจัดทำแผนที่อ้างอิง

1.4 กระบวนการภายหลังการวิเคราะห์ข้อมูล (Post Processing)

นำแผนที่อ้างอิงมาตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก ดำเนินการคำนวณจำนวนจุดสำรวจจากสมการกำหนดจำนวนจุดสำรวจภาคสนามที่กำหนดจำนวนประเภทข้อมูล 5 ประเภท ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 และกำหนดให้ความผิดพลาดที่ยอมรับได้ไม่เกินร้อยละ 10 ได้จุดสำรวจทั้งหมด 236 จุดสำรวจ สามารถเข้าถึงจุดสำรวจได้ทั้งหมด 234 จุด โดยมีความถูกต้องโดยรวมทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 94.44 คิดเป็นของค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.92

การสำรวจภาคสนามอยู่ในช่วงเดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2562 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูกาลเดียวกันกับข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต ผลจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียมไทยโชต (แผนที่อ้างอิง) แปลตีความด้วยสายตา พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมมีขนาดพื้นที่ 188.94 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เปิดโล่งมีขนาดพื้นที่ 61.24 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ป่าไม้มีขนาดพื้นที่ 832.76 ตารางกิโลเมตร เมืองและสิ่งก่อสร้างมีขนาดพื้นที่ 27.70 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่แหล่งน้ำมีขนาดพื้นที่ 20.09 ตารางกิโลเมตร สำหรับผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียม Sentinel-1 ด้วยเทคนิค H Alpha Wishart Dual Pol พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมมีขนาดพื้นที่ 66.40 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เปิดโล่งมีขนาดพื้นที่ 161.76 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ป่าไม้มีขนาดพื้นที่ 865.47 ตารางกิโลเมตร เมืองและสิ่งก่อสร้างมีขนาดพื้นที่ 10.97 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่แหล่งน้ำมีขนาดพื้นที่ 27.82 ตารางกิโลเมตร และสำหรับผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียม Sentinel-2 ด้วยวิธีการจำแนกแบบกำกับดูแล พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมมีขนาดพื้นที่ 136.59 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เปิดโล่งมีขนาดพื้นที่ 63.26 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ป่าไม้มีขนาดพื้นที่ 895.88 ตารางกิโลเมตร เมืองและสิ่งก่อสร้างมีขนาดพื้นที่ 19.42 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่แหล่งน้ำมีขนาดพื้นที่ 17.59 ตารางกิโลเมตร ผลที่ได้จากการจำแนก แสดงดัง Table 3

Table 3 Result of Sentinel-1 and Sentinel-2 classification and reference map.

Land cover	Area (Square kilometer)		
	Reference Map	Sentinel-1	Sentinel-2
Agricultural Land	188.94	66.40	136.59
Bareland	61.24	161.76	63.26
Forest Land	832.76	865.47	895.88
Urban	27.70	10.97	19.42
Water Bodies	22.09	27.82	17.59
Total	1,132.73	1,132.42	1,132.74

2. การเปรียบเทียบผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน

เปรียบเทียบผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินที่วิเคราะห์จากข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 และ Sentinel-2 พบว่าผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 มีความถูกต้องโดยรวมทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 70.00 คิดเป็นค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.63 และพบว่าผลการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 มีความถูกต้องโดยรวมทั้งหมดเท่ากับ ร้อยละ 73.33 คิดเป็นค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.67 เมื่อเปรียบเทียบรายพื้นที่สิ่งปกคลุมดิน พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมมีความถูกต้องของการจำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-1 เป็นร้อยละ 53.33 จำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-2 เป็นร้อยละ 83.33 พื้นที่เปิดโล่งมีความถูกต้องของการจำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-1 เป็นร้อยละ 73.33 จำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-2 เป็นร้อยละ 70.00 พื้นที่ป่าไม้มีความถูกต้องของการจำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-1 เป็นร้อยละ 83.33 จำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-2 เป็นร้อยละ 93.33 เมืองและสิ่งก่อสร้างมีความถูกต้องของการจำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-1 เป็นร้อยละ 53.33 จำแนกด้วยภาพดาวเทียม

Sentinel-2 เป็นร้อยละ 56.67 พื้นที่แหล่งน้ำมีความถูกต้องของการจำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-1 เป็นร้อยละ 53.33 จำแนกด้วยภาพดาวเทียม Sentinel-2 เป็นร้อยละ 56.67 ดัง Table 4 โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับการวิจัยของ ดิศพันธ์ (2552) ที่ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินจากดาวเทียม RADASAT ระบบ Active และดาวเทียม SPOT ระบบ Passive ที่พบว่าดาวเทียมระบบ Active สามารภจำแนกพื้นที่แหล่งน้ำได้ดีที่ร้อยละ 86.60 ส่วนดาวเทียมระบบ Passive สามารถจำแนกพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และเมืองและสิ่งก่อสร้าง ได้ดีที่ร้อย 80.00 80.00 และ 60.00

Table 4 Compare accuracy assessment of Sentinel-1 classification and Sentinel-2 classification.

Land cover	Accuracy Assessment (Percent)	
	Sentinel-1	Sentinel-2
Agricultural Land	53.33	83.33
Bareland	73.33	70.00
Forest Land	83.33	93.33
Urban	53.33	56.67
Water Bodies	86.67	63.33

สรุป

การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-1 ระบบบันทึกภาพ C-SAR โหมดการบันทึกภาพ Interferometric Wide Swath ความละเอียดจุดภาพ 5 × 20 เมตร จำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยวิธีการ Polarimetric Unsupervised Classification และข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 ระบบบันทึกภาพ MSI ความละเอียดจุดภาพ 10 เมตร จำแนกสิ่งปกคลุมดินแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) และภาพดาวเทียมไทยโชต ระบบบันทึกภาพเดียว (Panchromatic) ความละเอียดจุดภาพ 2 เมตร จำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยวิธีการแปลตีความด้วยสายตาและกำหนดเป็นแผนที่อ้างอิง โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียม Sentinel-1 และ Sentinel-2 บริเวณอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่าผลการศึกษาโดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมสำหรับการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน พบว่าการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียม Sentinel-1 มีพื้นที่ที่จำแนกได้ทั้งหมด 1,132.42 ตร.กม. เป็นพื้นที่เกษตรกรรม เท่ากับ 66.40 ตร.กม. พื้นที่เปิดโล่ง เท่ากับ 161.76 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ เท่ากับ 865.47 ตร.กม. เมืองและสิ่งก่อสร้าง เท่ากับ 10.97 ตร.กม. และพื้นที่แหล่งน้ำ เท่ากับ 27.82 ตร.กม. การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียม Sentinel-2 มีพื้นที่ที่จำแนกได้ทั้งหมด 1,132.74 ตร.กม. เป็นพื้นที่เกษตรกรรม เท่ากับ 136.59 ตร.กม. พื้นที่เปิดโล่ง เท่ากับ 63.26 ตร.กม. พื้นที่ป่าไม้ เท่ากับ 895.88 ตร.กม. เมืองและสิ่งก่อสร้าง เท่ากับ 19.42 ตร.กม. และพื้นที่แหล่งน้ำ เท่ากับ 17.59 ตร.กม. โดยสามามารถอธิบายผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียม Sentinel-1 และ Sentinel-2 ดังนี้

พื้นที่เกษตรกรรมดาวเทียม Sentinel-1 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 53.33 สำหรับดาวเทียม Sentinel-2 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 83.33 เมื่อเทียบกับแผนที่อ้างอิง

พื้นที่เปิดโล่งดาวเทียม Sentinel-1 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 70.00 สำหรับดาวเทียม Sentinel-2 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 73.33 เมื่อเทียบกับแผนที่อ้างอิง

พื้นที่ป่าไม้ดาวเทียม Sentinel-1 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 83.33 ดาวเทียม Sentinel-2 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 93.33 เมื่อเทียบกับแผนที่อ้างอิง

เมืองและสิ่งก่อสร้างดาวเทียมSentinel-1 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 53.33 สำหรับดาวเทียม Sentinel-2 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 56.67 เมื่อเทียบกับแผนที่อ้างอิง

พื้นที่แหล่งน้ำดาวเทียม Sentinel-1 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 86.67 สำหรับดาวเทียม Sentinel-2 มีความถูกต้องในการจำแนกร้อยละ 63.33 เมื่อเทียบกับแผนที่อ้างอิง

โดยผลการประเมินความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียม Sentinel-1 คิดเป็นความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 70.00 มีความถูกต้องของค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.63 และผลการประเมินความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพดาวเทียม Sentinel-2 มีความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 73.33 มีความถูกต้องของค่าสัมประสิทธิ์ Kappa เท่ากับ 0.67 ดังนั้นข้อมูลภาพดาวเทียม Sentinel-2 จึงมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการจำแนกสิ่งปกคลุมดินบริเวณอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และได้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมไทยโชต จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน): GISTDA

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ดิศพันธุ์ นาคเสน. 2552. **การศึกษาเปรียบเทียบการรับรู้ระยะไกลระบบ Active และ Passive เพื่อจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2521. **ระบบการแบ่งแยกการใช้ประโยชน์ที่ดิน**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

Chang, J. and M. Shoshany. 2016. Mediterranean shrublands biomass estimation using Sentinel-1 and Sentinel-2, **In Paper presented at the 2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium** (IGARSS).

Congalton, R.G. and K. Green. 1999. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and applications**. Lewis Pub-Lishers: Boca Raton, USA.

Cloude, R.S. and E. Pottier. 1997. An entropy based classication scheme for land applications of polarimetric SAR. **IEEE International Geoscience and Remote Sensing** 1(35).

Lee, J.S. 1981. Speckle analysis and smoothing of synthetic aperture radar images**. Computer Graphics and Image Processing** 17: 24-32.

การพัฒนามาตรวัดการเติบโตของไม้อัตโนมัติ
Development of Automated Dendrometer for Tree's Growth Measurement

ณรงค์เดช เดชคง[1*] นพรัตน์ คัคคุริวาระ[1] และ รุ่งเรือง พูลศิริ[1]
Narongdet Detkong[1*] Nopparat Kaakkurivaara[1] and Roongreang Poolsiri[1]
[1]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
*Corresponding Author, E-mail: **narongdet.de@ku.th**

บทคัดย่อ

การพัฒนามาตรวัดการเติบโตของไม้อัตโนมัติโดยนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เข้ามาบูรณาการร่วมกับเครื่องมือที่ใช้วัดความโตเพื่อทำให้สามารถเก็บข้อมูลและรับส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา (Real-time) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้แรงงานคน หลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นโดยมนุษย์ โดยหลักการทำงานของเครื่องมือต้นแบบคือ การเคลื่อนตัวของเซนเซอร์วัดระยะห่าง (Slider resistor sensor) เมื่อต้นไม้มีการเติบโตจะทำให้ชิ้นส่วนของเซนเซอร์เคลื่อนตัว ค่าความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นค่าการเติบโตของต้นไม้โดยข้อมูลจะถูกส่งไปยังผู้ใช้งานโดยอัตโนมัติไม่ต้องใช้แรงงานคนเข้าไปเก็บข้อมูลในพื้นที่ จากการศึกษาในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของต้นไม้ด้วยเครื่องมือต้นแบบที่พัฒนาขึ้น (Automated-dendrometer Prototype) เปรียบเทียบกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter Tape), เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ชนิดโลหะ (Diameter Steel Tape), เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) และ แบนด์เดนโดรมิเตอร์ (Manual band Dendrometers) พบว่าข้อมูลความโตของต้นไม้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 0.012, p-value = 1.000) ดังนั้นข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ที่ได้จากเครื่องมือต้นแบบสามารถใช้ทดแทนข้อมูลที่เก็บได้จากอุปกรณ์แบบอื่นได้ นอกจากนี้การนำอุปกรณ์ต้นแบบเข้ามาใช้ในการสำรวจยังเป็นการลดความคลาดเคลื่อนของการเก็บข้อมูลโดยใช้แรงงานคน รวมทั้งยังสามารถติดตามข้อมูลได้ตลอดเวลาเหมาะสำหรับนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนและจัดการสวนป่าได้อย่างทันท่วงที
คำสำคัญ: การเติบโตของต้นไม้ เดนโดรมิเตอร์ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง เซนเซอร์

ABSTRACT

The Development of Automated Dendrometer Project was developed to track trees' growth through integrating Internet of Things (IoT) with plant growth monitoring tools in a real-time monitoring system. This study aimed to reduce human labor and errors caused by human during forest inventory. The principle of prototype system was that tree growth would move a slider resistor sensor of the Automated Dendrometer, providing values associated with tree growth. The data was then automatically sent to the user. This system eliminated the need of sending people to collect information in the field. The study compared measurement of diameter at breast height (DBH) by the Automated Dendrometer prototype with other traditional measuring tools such as diameter tape, diameter steel tape, Vernier Caliper and manual band dendrometers. It was found that tree growth data collected by all equipment were not significantly different (F = 0.012, p-value = 1.000), in other words, tree growth data obtained by the prototype tool was as accurate as data from other traditional measuring tools. In addition, the prototype could minimize human errors; and provide real-time monitoring capability which constantly provided information for appropriate and timely plantation planning and management.
Keywords: Tree growth, Dendrometer, Internet of things technology, sensor

การออกแบบเส้นทางการชักลากไม้และการประเมินผลกระทบจากการทำไม้ด้วยอากาศยานไร้คนขับ
Skidding Trail Design and Logging Impact Assessment Using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

อังคณา ทองคำ[1*] และ นพรัตน์ คัคคุริวาระ[1]
Angkana Thongkam[1*] and Nopparat Kaakkurivaara[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
*Corresponding author; Email: **b5710302724@ku.ac.th**

บทคัดย่อ

การปลูกสวนป่าจำเป็นต้องมีการตัดสางขยายระยะเพื่อพัฒนาส่งเสริมการเติบโตของหมู่ไม้ที่เหลืออยู่ในแปลง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้อย่างยิ่งว่า ระหว่างที่ดำเนินการตัดสางขยายระยะออกจากแปลงอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อต้นไม้ที่เหลืออยู่ ดังนั้นจึงควรจะมีการวางแผนก่อนการทำไม้เพื่อหาเส้นทางชักลากที่เหมาะสม ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (UAV) มาประยุกต์ใช้ในงานทางป่าไม้ ซึ่งถือเป็นเทคโนโลยีที่สามารถช่วยส่งเสริมการจัดการและการวางแผนการทำไม้อย่างยั่งยืน

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวางแผนเส้นทางชักลากก่อนการทำไม้ ประเมินผลกระทบภายหลังการทำไม้ นอกจากนี้ยังมีประเมินประสิทธิภาพของแผนเส้นทางการชักลากไม้ เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพของการทำไม้ผลกระทบจากการทำไม้ที่มีต่อหมู่ไม้ที่เหลืออยู่ โดยทำการศึกษาแปลงปลูกสักของสวนป่าเขากระยาง จังหวัดพิษณุโลก โดยเริ่มจากการสำรวจหมู่ไม้ด้วย UAV ถ่ายภาพแปลงที่ต้องการจะทำไม้ในอนาคตและเก็บข้อมูลภาคสนามก่อนการทำไม้ ลำดับถัดไปทำการเก็บข้อมูลผลกระทบจากการทำไม้และเส้นทางการชักลากระหว่างการทำไม้ และลำดับสุดท้ายคือสำรวจหมู่ไม้ด้วย UAV และถ่ายภาพพื้นที่แปลงภายหลังจากการทำไม้และเก็บข้อมูลภาคสนามภายหลังการทำไม้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจะทำการวิเคราะห์ความสูงและขนาดเรือนยอดต้นไม้ด้วยเทคนิค Inverse watershed segmentation (IWS) วางแผนเส้นทางการชักลากไม้โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เครือข่าย (Network Analysis) ออกแบบเส้นทางที่เป็นไปได้ในการชักลากไม้ออกจากแปลง และใช้การวิเคราะห์ตัดสินใจด้วยเกณฑ์แบบพหุ (Multicriteria Decision Analysis) ร่วมกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) เพื่อทำการเลือกรูปแบบเส้นทางชักลากที่เหมาะสมที่สุด จากข้อมูลที่เก็บมาจากภาคสนาม ทำการวิเคราะห์พื้นที่เรือนยอดที่ถูกเปิดออก และทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นของเส้นทางชักลากไม้ หลังจากนั้นจะทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างแปลงที่มีการวางแผนการทำไม้กับแปลงที่ไม่ได้วางแผนการทำไม้ ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย คือ เทคนิคใหม่สำหรับการวางแผนเส้นทางชักลากไม้ และการประเมินผลกระทบจากการทำไม้ และแผนเส้นทางการชักลากไม้ที่มีประสิทธิภาพเมื่อนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: การตัดสางขยายระยะ เส้นทางชักลาก อากาศยานไร้คนขับ การวางแผนการทำไม้ การสำรวจป่าไม้ทางอากาศ

ABSTRACT

Thinning is an essential operation for improving the growth of stand in forest plantation. However, thinning operation may cause damage to neighboring trees in the area. Therefore, careful planning of wood skidding trail should be in place to reduce any negative impact that may occur to the remaining trees.

The purpose of this research is to apply aerial photography technique in skidding trail planning. The study will be carried out in Khaokrayang Teak Plantation, Phitsanulok, Thailand. Data

collection process will start with a survey by an unmanned aerial vehicle (UAV) to capture the targeted plantation area which will be harvested in the near future; followed by data collection on impact from logging operation and skidding trail during logging; and capturing post logging condition using UAV, respectively. Furthermore, Inverse Watershed Segmentation (IWS) technique will be used to analyze the data which included the tree position, canopy, height and size. The Decision Support System (DSS) technique and Network Analysis technique will be applied to plan and design appropriate skidding trail. Data from thinning in the area with skidding plan will be compared with data from the area without planning. The expected result of this study will be to receive new techniques for skidding trail planning using aerial photography from UAV.
Keywords: Thinning, Skidding trail, UAV, Logging planning, Aerial forest surveying

วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรม
เพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้
ภาคโปสเตอร์

การศึกษาระบบการทำไม้เพื่อจัดการสวนป่าสักอย่างยั่งยืน ด้วยเทคนิคการเกณฑ์แบบพหุ
Multicriteria Decision Analysis for Selecting Sustainable Logging System in Teak Plantation

ณิชมน ปลอดชุ่ม[1*] นพรัตน์ คัคคุริวาระ[1] วันชัย อรุณประภารัตน์[1]
Nichmon Plodchum[1], Nopparat Kaakkurivaara[1] Wanchai Arunpraparat[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[*]Corresponding Author; E-mail: nichmon.pl@ku.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน การผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์ไม้ของประเทศไทย อยู่ในช่วงสำคัญ เนื่องจากผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศเริ่มหันมาให้ความสำคัญเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและสังคมมากขึ้น กลุ่มผู้บริโภคในหลายประเทศเริ่มเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้การรับรองมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับความถูกต้องทางกฎหมาย สังคม และสิ่งแวดล้อม หรืออีกนัยหนึ่งคือผลิตภัณฑ์เหล่านี้ต้องได้รับการรับรองทางป่าไม้ ซึ่งถือเป็นเรื่องใหม่สำหรับอุตสาหกรรมป่าไม้ประเทศไทย การรับรองทางป่าไม้นี้เป็นกลไกทางการตลาดที่กำหนดให้ผู้เกี่ยวข้องจะต้องปรับปรุงวิธีการจัดการสวนป่า รวมถึงกระบวนการผลิตการซื้อขายให้เป็นที่ยอมรับตามหลักสากล เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ ให้ความสำคัญต่อสังคม และดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

การทำไม้เป็นกิจกรรมที่สำคัญในการปลูกสร้างสวนป่า โดยการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนมีการใช้เครื่องจักรและวิธีการที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ต้นทุนการทำไม้รวมถึงผลกระทบต่อบริเวณที่มีการทำไม้นั้นมีความแตกต่างกัน และเพื่อให้การทำไม้อยู่มาตรฐานการจัดการสวนป่าอย่างยั่งยืนจึงต้องมีการวางแผนการทำไม้เพื่อเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยคำนึงถึงปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้ ได้ใช้แบบสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญด้านสวนป่า ตามหลักวิธีเดลฟาย เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อระบบทำไม้ ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ เช่น ความลาดชัน เส้นทางคมนาคม และแหล่งน้ำในพื้นที่ ควบคู่ไปกับการวิเคราะห์ศักยภาพของเครื่องมือที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ เพื่อให้ได้ระบบทำไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่โดยอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้เชี่ยวชาญตั้งไว้และสอดคล้องกับมาตรฐานของการรับรองป่าไม้ในปัจจุบัน
คำสำคัญ: เทคนิคเดลฟาย, ระบบการทำไม้, การจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน, เทคนิคการเกณฑ์แบบพหุ

ABSTRACT

Currently, Thailand's production and export of wood products are in a crucial period as both domestic and foreign consumers become more aware of the environment and society. Consumers in many countries have more preferences toward certified wood products which is legal, and social and environmental friendly. This topic is relatively new for Thailand's logging industry. Forest certification is a market process that requires a reform of logging and forest plantation management to meet the international standard, and emphasis on the society dimension and natural resources conservation.

Logging is an important activity in creation of commercial forest plantation. Each step of the process requires unique equipment, machinery and method; costs differently; and affects the environment differently. In order to maintain sustainable logging process and meet the standard of the Forest Stewardship Council, it is required that tools and machinery for logging are appropriate selected; and economic, social and environmental factors are proper considered. This study used

a survey and forest plantation expert’s opinion according to the Delphi method to assign weight to factors in logging system in order to develop an appropriate suitable logging system. The factors taken into the consideration were economic, social and environmental factors; physical characteristics such as slope, transportation route and water source; and the analysis of tools and machinery.

Keywords: Delphi method, Logging system, SFM, MCDM

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงานทางวิชาการ

ศ.ดร. อภิชาต ภัทรธรรม
รศ. ประสงค์ สงวนธรรม
รศ. พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์
รศ.ดร. ดอกรัก มารอด
รศ.ดร. นภวรรณ ฐานะกาญจน์
รศ.ดร. รองลาภ สุขมาสรวง
รศ.ดร. รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์
รศ.ดร. ลดาวัลย์ พวงจิตร
รศ.ดร. สรัญญา วัชโรทัย
รศ.ดร. สันต์ เกตุปราณีต
รศ.ดร. สันติ สุขสอาด
รศ.ดร.นาฏสุดา ภูมิจำนงค์
ผศ.ดร. กอบศักดิ์ วันธงไชย
ผศ.ดร. ต่อลาภ คำโย
ผศ.ดร. ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ
ผศ.ดร. นพรัตน์ คัคคุริวาระ
ผศ.ดร. นฤมล แก้วจำปา
ผศ.ดร. นิคม แหลมสัก
ผศ.ดร. นิสา เหล็กสูงเนิน
ผศ.ดร. ประเทือง พุฒซ้อน
ผศ.ดร. ปิยกาญจน์ เที้ยธิทรัพย์
ผศ.ดร. ปิยพงษ์ ทองดีนอก
ผศ.ดร. พสุธา สุนธรห้าว
ผศ.ดร. รัชนี โพธิแท่น
ผศ.ดร. รุ่งเรือง พูลศิริ
ผศ.ดร. วันชัย อรุณประภารัตน์
ผศ.ดร. วาทินี สวนผกา
ผศ.ดร. วิชาญ เอียดทอง
ผศ.ดร. วิรงรอง ดวงใจ
ผศ.ดร. สมนิมิตร พุกงาม
ผศ.ดร. สมพร แม่ลิ่ม
ผศ.ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ
ผศ.ดร. แสงสรรค์ ภูมิสถาน
ผศ.ดร. แหลมไทย อาษานอก
ผศ.ดร. อุทัยวรรณ แสงวนิช
ผศ. พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์
อ.ดร. กมลาภรณ์ คนองเดช
อ.ดร. กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ
อ.ดร. จิราภรณ์ เทียมพันธ์พงศ์
อ.ดร. ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง
อ.ดร. ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง
อ.ดร. นฤชิต ดำปิน
อ.ดร. นิตยา เมี้ยนมิตร
อ.ดร. ปิยวัตน์ ดิลกสัมพันธ์
อ.ดร. พงษ์ศักดิ์ เฮงนิรันดร์
อ.ดร. พรเทพ เหมือนพงษ์
อ.ดร. พรทิพย์ โพนตุแสง
อ.ดร. พิชิต ลำใย
อ.ดร. ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ
อ.ดร. ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล
อ.ดร. วรงค์ สุขเสวต
อ.ดร. วีนัส ต่วนเครือ
อ.ดร. สุภัทรา ถึกสถิตย์
อ.ดร. สุรินทร์ อ้นพรม
อ.ดร. สุวิมล อุทัยรัศมี
อ.ดร. อุษารดี ภู่มาลี
ดร. บารมี สกลรักษ์
ดร. วินันท์ดา หิมะมาน
ดร. ศศิธร หาสิน
ดร. ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์
ดร. สิทธิศักดิ์ หมูคำหล้า
ดร. สุจิตรา จางตระกูล
ดร. อนรรฆ พัฒนวิบูลย์
ดร. แอนนา เขียวชอุ่ม
อ. พฤทธิ์ ราชรักษ์
อ. เรณุกา กลับสุข
อ. ศุภศิษย์ ศรีอักขรินทร์
นายณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์
นายทัศนัย จีนทอง
นายวีระชาติ เพ็งจำรัส
นายสมโภชน์ มณีรัตน์

รายชื่อคณะกรรมการและอนุกรรมการจัดงานการประชุมการป่าไม้

สำเนา

คำสั่งองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
ที่ ๖๓/๒๕๖๒
เรื่อง แต่งตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อดำเนินการจัดประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒

ตามที่องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ได้มีคำสั่งที่ ๓๓/๒๕๖๒ เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการอำนวยการดำเนินการจัดประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒ ลงวันที่ ๗ มีนาคม พ.ศ.๒๕๖๒ โดยมีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแล ให้คำปรึกษา เสนอแนะ วางแผน ส่งเสริม สนับสนุนการจัดการประชุมการป่าไม้ และแต่งตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อดำเนินการจัดประชุมการป่าไม้ ช่วยปฏิบัติงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น

เพื่อให้การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ คณะกรรมการอำนวยการจึงแต่งตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อดำเนินการจัดประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒ ซึ่งมีองค์ประกอบและอำนาจหน้าที่ดังนี้

๑. **<u>คณะอนุกรรมการฝ่ายดำเนินการจัดประชุมและพิธีการ ประกอบด้วย</u>**

๑.๑	รองผู้อำนวยการ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายชาญณรงค์ อินทนนท์)	ประธานอนุกรรมการ
๑.๒	ผู้อำนวยการสำนักสถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ว่าที่พันตรี อภิชาติ จินดามงคล)	รองประธานอนุกรรมการ
๑.๓	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๑.๔	ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๑.๕	ผู้อำนวยการสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ ๑๓ (สาขาลำปาง) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช หรือผู้แทน	อนุกรรมการ
๑.๖	นายวิโรจน์ รัตนพรเจริญ ผู้อำนวยการส่วนอำนวยการ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	อนุกรรมการ
๑.๗	นางพูลศรี วันธงไชย นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ

๑.๘ ผศ.ดร..../

๑.๘	ผศ.ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย รองคณบดีฝ่ายวิจัยและทรัพยากรมนุษย์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อนุกรรมการ
๑.๙	ผศ.ดร.พสุธา สุนทรห้าว รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและนวัตกรรม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อนุกรรมการ
๑.๑๐	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือบน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายภพปภพ ลรรพรัตน์)	อนุกรรมการ
๑.๑๑	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือล่าง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายสุรัตน์ชัย อินทร์วิเศษ)	อนุกรรมการ
๑.๑๒	ผู้อำนวยการสำนักนโยบายแผนและยุทธศาสตร์ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายถนอมศักดิ์ เฉียบแหลม)	อนุกรรมการ
๑.๑๓	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาการจัดการป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายประวุฒิ จีนา)	อนุกรรมการ
๑.๑๔	ผู้อำนวยการสำนักธุรกิจการตลาด องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายกิติกร มนัสศิลป์)	อนุกรรมการ
๑.๑๕	ผู้อำนวยการสำนักบริหารกลาง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายธีระยุทธ กลัดพรหม)	อนุกรรมการ
๑.๑๖	นายไชยภูมิ สิทธิวัง นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ
๑.๑๗	นายบารมี สกลรักษ์ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	อนุกรรมการ
๑.๑๘	นางสาววัตนา ศรีเพ็ชร นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ

๑.๑๙ หัวหน้า.../

๑.๑๙	หัวหน้าฝ่ายอำนวยการ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นางสาวอรสา แต้สัมฤทธิ์)	เลขานุการ
๑.๒๐	หัวหน้าฝ่ายบริหาร องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือบน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายอานนท์ บุญกัณฑ์)	ผู้ช่วยเลขานุการ
๑.๒๑	หัวหน้าฝ่ายกิจกรรมสัมพันธ์ สำนักบริหารกลาง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นางวันทนา เขียวสด)	ผู้ช่วยเลขานุการ
๑.๒๒	หัวหน้าฝ่ายยุทธศาสตร์และพัฒนาธุรกิจการตลาด สำนักธุรกิจการตลาด องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายไพรัตน์ ครุฑวิสัย)	ผู้ช่วยเลขานุการ

โดยมีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

๑. ส่งเสริม สนับสนุน และให้คำปรึกษาแนะนำเรื่องต่างๆ เพื่อให้การดำเนินการจัดประชุมบรรลุวัตถุประสงค์

๒. ดำเนินการด้านพิธีการในการประชุม จัดทำหนังสือเชิญประธาน วิทยากร และผู้มีเกียรติ จัดเตรียมสถานที่ เอกสารการลงทะเบียน การต้อนรับ และอำนวยความสะดวก ให้แก่ผู้เข้าร่วมประชุม

๓. ให้การสนับสนุนการปฏิบัติงานของคณะอนุกรรมการฝ่ายอื่นๆ

<u>๒. คณะอนุกรรมการฝ่ายวิชาการ ประกอบด้วย</u>

๒.๑	รองผู้อำนวยการ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายประสิทธิ์ เกิดโต)	ประธานอนุกรรมการ
๒.๒	ที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านสัตวแพทย์ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายสัตวแพทย์สิทธิเดช มหาสาวังกุล)	รองประธานอนุกรรมการ
๒.๓	ผศ.ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย รองคณบดีฝ่ายวิจัยและทรัพยากรมนุษย์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	รองประธานอนุกรรมการ

๒.๔ ผู้อำนวยการ.../

๒.๔	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๒.๕	ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยการจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๒.๖	นายทนุวงศ์ แสงเทียน ผู้เชี่ยวชาญด้านจัดการทรัพยากรทางชายฝั่งและป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ
๒.๗	ดร.สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๒.๘	นางนันทนา บุญยานันท์ ผู้อำนวยการสำนักจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๒.๙	นายธีรยุทธ สมตน ผู้อำนวยการสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๒.๑๐	นายยรรยง กางการ ผู้อำนวยการสำนักเศรษฐกิจการป่าไม้ กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๒.๑๑	ผศ.ดร.พสุธา สุนทรห้าว รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและนวัตกรรม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อนุกรรมการ
๒.๑๒	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือบน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายภพปภพ ลรรพรัตน์)	อนุกรรมการ
๒.๑๓	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือล่าง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายสุรัตน์ชัย อินทร์วิเศษ)	อนุกรรมการ
๒.๑๔	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคกลาง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายจอง มงคลสกุลฤทธิ์)	อนุกรรมการ
๒.๑๕	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายสมศักดิ์ วิเชียรชัยชาญ)	อนุกรรมการ
๒.๑๖	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคใต้ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายสุชาติ ทับเคลียว)	อนุกรรมการ

๒.๑๗ ผู้อำนวยการ.../

๒.๑๗	ผู้อำนวยการสำนักสถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ว่าที่พันตรี อภิชาติ จินดามงคล)	อนุกรรมการ
๒.๑๘	นางสาววินันท์ดา หิมะมาน หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยกีฏวิทยาและจุลชีววิทยาป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	อนุกรรมการ
๒.๑๙	นางสาวภาณุมาศ ลาดปาละ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	อนุกรรมการ
๒.๒๐	นายชาตรี มากนวล นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ
๒.๒๑	นางพูลศรี วันธงไชย นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ
๒.๒๒	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาการจัดการป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายประวุฒิ จีนา)	อนุกรรมการและเลขานุการ
๒.๒๓	ผศ.ดร. นฤมล แก้วจำปา อาจารย์คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ผู้ช่วยเลขานุการ
๒.๒๔	หัวหน้าฝ่ายบริหารจัดการสวนป่า สำนักวิจัยพัฒนาการจัดการป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายธวัสชัย พงษาปาน)	ผู้ช่วยเลขานุการ
๒.๒๕	หัวหน้าฝ่ายนวัตกรรมไม้เศรษฐกิจ สำนักวิจัยพัฒนาการจัดการป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นางสาววรรณดี ทรัพย์ประเสริฐ)	ผู้ช่วยเลขานุการ
๒.๒๖	หัวหน้าฝ่ายยุทธศาสตร์และพัฒนาธุรกิจการตลาด สำนักธุรกิจการตลาด องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายไพรัตน์ ครุฑวิสัย)	ผู้ช่วยเลขานุการ

โดยมี.../

โดยมีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

๑. กำหนดวันเปิดและปิดรับผลงานทางวิชาการ

๒. บริหารจัดการระบบการลงทะเบียนประชุมวิชาการ

๓. รวบรวม พิจารณาคัดเลือกผลงานวิจัยหรือบทความทางวิชาการ และสรรหาผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาผลงานที่จะนำเสนอและพิจารณาการประกวดผลงานที่นำเสนอ พร้อมทั้งติดตามและทวงถามผลการพิจารณาผลงานจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้นำเสนอผลงาน

๔. กำหนดหัวเรื่องการประชุม หัวข้อการอภิปราย เสวนา บรรยายพิเศษ ประสานงาน วิทยากร วางแผนการกำหนดการประชุมในการนำเสนอผลงาน และอื่นๆ

๕. จัดเตรียมเอกสารประกอบการประชุม และรวบรวมรายงานการประชุม (Proceedings)

๖. ปฏิบัติงานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๓. คณะอนุกรรมการฝ่ายนิทรรศการและประชาสัมพันธ์ ประกอบด้วย

๓.๑	รองผู้อำนวยการ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายสุกิจ จันทร์ทอง)	ประธานอนุกรรมการ
๓.๒	ผู้อำนวยการสำนักบริหารกลาง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายธีระยุทธ กลัดพรหม)	รองประธานอนุกรรมการ
๓.๓	ผู้อำนวยการสำนักสถาบันศชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ว่าที่พันตรี อภิชาติ จินดามงคล)	รองประธานอนุกรรมการ
๓.๔	ผู้อำนวยการส่วนวนวัฒนวิจัย กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๓.๕	ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๓.๖	นายพงษ์ศักดิ์ พลเสนา ผู้อำนวยการส่วนส่งเสริมและเผยแพร่การอนุรักษ์ป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	อนุกรรมการ
๓.๗	นางนันทนา บุญยานันท์ ผู้อำนวยการสำนักจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๓.๘	นายธีรยุทธ สมตน ผู้อำนวยการสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๓.๙	นายยรรยง กางการ ผู้อำนวยการสำนักเศรษฐกิจการป่าไม้ กรมป่าไม้	อนุกรรมการ
๓.๑๐	ผู้อำนวยการสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ ๑๓ (สาขาลำปาง) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช หรือผู้แทน	อนุกรรมการ

๓.๑๑ นายณัฐวัฒน์.../

๓.๑๑	นายณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์ ผู้อำนวยการศูนย์ประสานงานสถานีวิจัยและป่าสาธิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อนุกรรมการ
๓.๑๒	ผศ.ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย รองคณบดีฝ่ายวิจัยและทรัพยากรมนุษย์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อนุกรรมการ
๓.๑๓	ผศ.ดร.พสุธา สุนทรห้าว รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและนวัตกรรม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อนุกรรมการ
๓.๑๔	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือบน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายภพปภพ ลรรพรัตน์)	อนุกรรมการ
๓.๑๕	ผู้อำนวยการสำนักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือล่าง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายสุรัตน์ชัย อินทร์วิเศษ)	อนุกรรมการ
๓.๑๖	ผู้อำนวยการสำนักตรวจสอบภายใน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายวิรัติ ปรากฏดี)	อนุกรรมการ
๓.๑๗	นายนรินธร จำวงศ์ นักวิจัยศูนย์ประสานงานสถานีวิจัยและป่าสาธิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อนุกรรมการ
๓.๑๘	นายเพชร พลอยเจริญ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	อนุกรรมการ
๓.๑๙	นายไชยภูมิ สิทธิวัง นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ
๓.๒๐	นายธเนศ มั่นน้อย เลขานุการกรม กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ
๓.๒๑	นางสิริกร วิสารวณิชธัญ นักประชาสัมพันธ์ชำนาญการ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	อนุกรรมการ

๓.๒๒ หัวหน้าฝ่าย.../

๓.๒๒	หัวหน้าฝ่ายกิจกรรมสัมพันธ์ สำนักบริหารกลาง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นางวันทนา เขียวสด)	อนุกรรมการและเลขานุการ
๓.๒๓	ที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านสัตวแพทย์ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายสัตวแพทย์ สิทธิเดช มหาสาวังกุล)	ผู้ช่วยเลขานุการ
๓.๒๔	หัวหน้าฝ่ายสารสนเทศ สำนักวิจัยพัฒนาการจัดการป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นายศุภกิจ เอ็นมี)	ผู้ช่วยเลขานุการ
๓.๒๕	หัวหน้าส่วนส่งเสริมเผยแพร่ สำนักบริหารกลาง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นางรัตนราศรี กระจายศรี)	ผู้ช่วยเลขานุการ
๓.๒๖	หัวหน้าส่วนสื่อสารองค์กร สำนักบริหารกลาง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (นางสาวสุชัญญาช์ กลิ่นคุ้ม)	ผู้ช่วยเลขานุการ

โดยมีอำนาจหน้าที่ ดังนี้

๑. วางแผนการดำเนินงานด้านการประชาสัมพันธ์ กำหนดกิจกรรม รูปแบบของการจัดนิทรรศการ และผลงานภาคโปสเตอร์ให้สอดคล้องกับหัวข้อเรื่องการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒

๒. ดำเนินการประชาสัมพันธ์ การประชุมการป่าไม้รูปแบบต่างๆ เช่น เว็บไซต์ โปสเตอร์ และอื่นๆ

๓. ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

๔. จัดเตรียมสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ และดำเนินการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

๕. ปฏิบัติงานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๙ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

[ลงนาม] นางพรเพ็ญ วรวิลาวัณย์
(นางพรเพ็ญ วรวิลาวัณย์)
ผู้อำนวยการองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
ประธานคณะกรรมการอำนวยการดำเนินการ
จัดประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๒

สำเนาถูกต้อง

(นางชุติญา ลิ่มวชิรานันต์)
หัวหน้าฝ่าย (ระดับ ๘) ฝ่ายอำนวยการ
สำนักบริหารกลาง

ประกาศคณะวนศาสตร์
เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานฝ่ายวิชาการการประชุมการป่าไม้ ประจำปี ๒๕๖๒

ด้วยคณะวนศาสตร์ ร่วมกับ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ กรมป่าไม้ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กำหนดให้มีการประชุมการป่าไม้ ประจำปี ๒๕๖๒ ในระหว่างวันที่ ๑๙ - ๒๑ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ ณ สถาบันคชบาลแห่งชาติ ในพระอุปถัมภ์ฯ (ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย) จังหวัดลำปาง โดยมีการประชุมวิชาการนำเสนอผลงานและการอภิปราย รวมทั้งเปิดโอกาสให้มีการจัดกิจกรรมนิสิตที่เกี่ยวของกับการป่าไม้

เพื่อให้การดำเนินการจัดประชุมการป่าไม้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น คณะวนศาสตร์ จึงแต่งตั้งคณะทำงานฝ่ายวิชาการการประชุมการป่าไม้ ประจำปี ๒๕๖๒ ประกอบด้วย

๑. รองคณบดีฝ่ายวิจัยและทรัพยากรมนุษย์	ที่ปรึกษา
๒. ผศ.ดร. นฤมล แก้วจำปา	ประธานคณะกรรมการ
๓. ดร. นิตยา เมี้ยนมิตร	กรรมการ
๔. ดร. กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ	กรรมการ
๕. ดร. สุวิมล อุทัยรัศมี	กรรมการ
๖. ผศ.ดร. นิสา เหล็กสูงเนิน	กรรมการ
๗. ผศ.ดร. ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ	กรรมการ
๘. ผศ.ดร. วาทินี สวนผกา	กรรมการ
๙. ดร.ขรรค์ชัย ประสานัย	กรรมการ
๑๐. ดร. ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง	กรรมการ
๑๑. ดร. ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล	กรรมการ
๑๒. ดร. ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ	กรรมการ
๑๓. ดร. อุษารดี ภู่มาลี	กรรมการ
๑๔. ดร. วีนัส ต่วนเครือ	กรรมการ
๑๕. นางสาวนรินธร จำวงษ์	กรรมการ
๑๖. นายศุภศิษย์ ศรีอักขรินทร์	กรรมการ

๑๗. นายธีรัตว์ อาจสำอางค์	กรรมการ
๑๘. นางสาวละอองดาว เถาว์พิมาย	กรรมการและเลขานุการ
๑๙. นางสาวจินตลา กลิ่นหวล	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
๒๐. นางสาวชลทร รอดศรีจันทร์	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
๒๑. นางสาวศิรภัสสร ชมเชย	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

โดยให้คณะทำงานมีหน้าที่ในการกำหนดวันเปิดและปิดรับผลงานทางวิชาการ บริหารจัดการระบบการลงทะเบียนประชุมวิชาการ รวบรวมและพิจารณาคัดเลือกผลงานวิจัยหรือบทความทางวิชาการ การสรรหาผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาผลงาน การประกาศผลการพิจารณาติดตามและทวงถามผลการพิจารณาผลงานจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้นำเสนอผลงาน กำหนดโปรแกรมการประชุม และวางแผนการกำหนดห้องการจัดประชุม

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไปจนสิ้นสุดการประชุม

ประกาศ ณ วันที่ ๒๘ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

(ผศ.ดร.นิคม แหลมสัก)
คณบดีคณะวนศาสตร์



กรมป่าไม้

การประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2562

การป่าไม้ก้าวไกล ขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทยก้าวหน้า