หน่วยงานร่วมจัดการประชุม

เจ้าภาพหลัก

การประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25

ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว

ระหว่างวันที่ 23-25 สิงหาคม พ.ศ. 2566

ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



การประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25

“ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว”

23-25 สิงหาคม 2566

ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

จัดทำโดย

กรมป่าไม้

ร่วมกับ

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25
“ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว”

ทรัพยากรป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญที่รัฐบาลให้ความสำคัญมาโดยตลอด เนื่องจากเป็นทรัพยากรที่มีผลต่อความมั่นคงของประเทศ ทั้งในมิติด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมี กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เป็นหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่ในการดูแลรักษา บริหารจัดการ ฟื้นฟู และส่งเสริมการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นหน่วยงานสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการป่าไม้เพื่อเสนอแนะและประกอบการตัดสินใจในการดำเนินการด้านนโยบายป่าไม้ผ่านการประชุมวิชาการ การเสวนา การอภิปราย หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านเวทีหรือช่องทางต่าง ๆ

การประชุมการป่าไม้ เป็นความร่วมมือของหน่วยงานหลักด้านทรัพยากรป่าไม้ 5 หน่วยงาน ประกอบด้วย กรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หมุนเวียนกันเป็นเจ้าภาพในการจัดประชุมการป่าไม้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา สนับสนุน และส่งเสริมการป่าไม้ของประเทศ โดยการร่วมกันนำเสนอผลงานและนวัตกรรมด้านการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้และด้านวิชาการป่าไม้ เพื่อใช้เป็นฐานในการพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเป็นเวทีกลางให้ทุกภาคส่วนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนองค์ความรู้และประสบการณ์ในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับสังคมปัจจุบัน ตลอดจนเป็นการสร้างเครือข่ายผู้ดำเนินงานด้านทรัพยากรป่าไม้ และประชาสัมพันธ์ผลการดำเนินงานด้านป่าไม้ของประเทศไทย

การประชุมการป่าไม้ได้มีการดำเนินการจัดประชุมมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการจัดการประชุมการป่าไม้ครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2509 (28 มีนาคม – 4 เมษายน 2509) และในปี พ.ศ. 2566 เป็นการจัดการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25 ภายใต้หัวข้อ “**ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว**” ระหว่างวันที่ 23-25 สิงหาคม 2566 ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยกรมป่าไม้เป็นเจ้าภาพหลักในการจัดการประชุม

กิจกรรมที่น่าสนใจในการประชุมการป่าไม้ครั้งนี้ ได้แก่ การปาฐกถาพิเศษ เรื่อง นโยบายป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว การเสวนาเรื่อง 1) ก้าวต่อไปของไม้เศรษฐกิจไทยสู่สากล 2) การเงินและการตลาด : กลไกสู่ความสำเร็จของไม้เศรษฐกิจ 3) คาร์บอนเครดิต (ภาคป่าไม้) กับเศรษฐกิจสีเขียว 4) ก้าวต่อไปของวิชาการป่าไม้ไทย 5) ห่วงโซ่อุปทานและการค้าไม้สักอย่างยั่งยืน (Sustaining Teakwood Supply Chains and Trade) และ 6) อาบป่า : ความสุขของมวลชน (Forest Bathing : Well-being for All) การเปิดเวทีให้นิสิตนักศึกษา (Student Forum) ร่วมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในหัวข้อเรื่อง การลดโลกร้อน : ไม้ VS วัสดุทดแทนไม้ นอกจากนี้ยังมีการเปิดตัวศูนย์กลางการเรียนรู้ไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร : การปลูก การจัดการ การใช้ประโยชน์ และอุตสาหกรรม (Knowledge Hub for Integrated Economic Trees: Plantation Establishment, Management, Utilization and Industry)

สำหรับการนำเสนอผลงานทางวิชาการมีทั้งหมด 9 สาขา ได้แก่ 1) สาขาการจัดการทรัพยากรป่าไม้และการมีส่วนร่วมของชุมชน 2) สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม 3) สาขาทรัพยากรชายฝั่งและป่าชายเลน 4) สาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการป่าไม้ 5) สาขานิเวศวิทยาป่าไม้ และความหลากหลายทางชีวภาพ 6) สาขาวนผลิตภัณฑ์ 7) สาขาวนวัฒนวิทยา และเศรษฐกิจการป่าไม้ 8) สาขาอุทยาน พื้นที่คุ้มครอง ป่านันทนาการและการท่องเที่ยว และ 9) สาขาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภาคป่าไม้ โดยมีบทความที่ส่งเข้าร่วมทั้งหมด จำนวน 73 เรื่อง ผ่านการพิจารณาให้นำเสนอ จำนวน 69 เรื่อง

คณะผู้จัดการประชุมการป่าไม้ครั้งนี้หวังว่าเอกสารรายงานการประชุมฉบับสมบูรณ์นี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจในวงการวิชาการป่าไม้ และคาดหวังว่าผู้มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกระดับจะนำผลการประชุมที่เกิดขึ้น รวมทั้งผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องไปใช้ในการบริหารจัดการเพื่อให้การป่าไม้มีความก้าวหน้าและได้มีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียวต่อไป

คณะผู้จัดงาน
กันยายน 2566

สรุปผล
การจัดประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25

หน่วยงานเข้าร่วมและผู้เข้าร่วมประชุม

การประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25 “ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว” ซึ่งกรมป่าไม้ได้รับหน้าที่เป็นเจ้าภาพหลักร่วมกับภาคีเครือข่ายอีก 4 องค์กรหลัก ได้แก่ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ร่วมกันจัดการประชุมการป่าไม้ครั้งนี้ขึ้น ในระหว่างวันที่ 23-25 สิงหาคม 2566 ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ในการประชุมครั้งนี้ มีผู้ลงทะเบียนผ่านระบบออนไลน์ทั้งสิ้น 883 คน โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมในแต่ละวันรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนผู้เข้าร่วมประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25

ลำดับที่	หน่วยงาน	23 ส.ค. 2566	24 ส.ค. 2566	25 ส.ค. 2566
1	กรมป่าไม้	159	161	161
2	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	137	134	133
3	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง	37	37	37
4	องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้	11	11	11
5	สถาบันการศึกษา	7	69	194
6	สภาผู้แทนราษฎร	2	0	0
7	เกษตรกรและประชาชนทั่วไป	9	13	5
8	บริษัท	1	1	1
9	อื่นๆ (คณะทำงาน, ไม่ระบุหน่วยงาน)	218	238	187
	รวม	**581**	**664**	**729**

สรุปประเด็นการปาฐกถาพิเศษและการเสวนาในการประชุม

1. การปาฐกถาพิเศษ เรื่อง นโยบายป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว
โดย คุณพิชิต สมบัติมาก รองปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ทรัพยากรป่าไม้มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศและความเป็นอยู่ของประชาชนในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมิติด้านเศรษฐกิจต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน การใช้ประโยชน์ฐานทรัพยากรชีวภาพในการขับเคลื่อนการพัฒนา ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ที่มุ่งเน้นประเทศไทยสู่ "สังคมก้าวหน้า เศรษฐกิจสร้างมูลค่าอย่างยั่งยืน" หมุดหมายที่ 10: ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ และหมุดหมายที่ 11: ไทยสามารถลดความเสี่ยงและผลกระทบจากภัยธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายใต้หลักการและแนวคิดสำคัญหนึ่ง ก็คือ "BCG โมเดล" หรือ "โมเดลสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน" ประกอบด้วย 3 เศรษฐกิจหลัก คือ เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) โดยการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างคุ้มค่าเชื่อมโยงกับเศรษฐกิจหมุนเวียน ที่คำนึงถึงการนำวัสดุต่างๆ กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล ให้เกิดความมั่นคงและยั่งยืนไปพร้อมกัน เพื่อให้ไทยได้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals-SDGs ขององค์การสหประชาชาติ และยังสอดคล้องกับทฤษฎีเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งได้มีการถ่ายทอดไปสู่ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประเด็นสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว โดยจะเห็นได้ว่า "พื้นที่ป่าไม้" ทั้งในส่วนของ "ป่าธรรมชาติ" และ "ป่าเศรษฐกิจ" มีส่วนสำคัญต่อการขับเคลื่อนเป้าหมายและตัวชี้วัดการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของประเทศไทย ซึ่งเป็นความท้าทายอย่างมากของภาคป่าไม้ในการที่จะขับเคลื่อนนโยบายดังกล่าวให้บรรลุถึงผลสำเร็จร่วมกัน

ศักยภาพการปลูกไม้เศรษฐกิจและกิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องสามารถเชื่อมโยงสู่บริบทเศรษฐกิจความสมดุลทางคาร์บอน และเศรษฐกิจสีเขียว หรือ BCG ของภาคป่าไม้ หรืออุตสาหกรรมป่าไม้สามารถนำสู่เศรษฐกิจคาร์บอนเป็นกลางภายใต้ BCG Model ภาคป่าไม้ ทำให้ทั่วโลกให้ความสำคัญกับการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้เป็นแหล่งพลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยให้ความสำคัญในการใช้ประโยชน์ไม้จากแหล่งที่มีการจัดการป่าอย่างยั่งยืน ซึ่งต้องคำนึงถึงความสมดุลของการพัฒนาทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปด้วยกัน

โมเดลเศรษฐกิจ BCG มีความสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) และหลักการของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นหลักสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย โดยโมเดลเศรษฐกิจ BCG ทำหน้าที่บูรณาการการพัฒนาตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ การใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม การสร้างมูลค่าเพิ่มจากฐานความหลากหลายของทรัพยากรชีวภาพและวัฒนธรรมด้วยกลไกจตุภาคี ทั้งนี้ กิจกรรมหลักภายใต้โมเดลเศรษฐกิจ BCG ประกอบด้วย 1) อนุรักษ์ ฟื้นฟู พัฒนาเพิ่มพูนทรัพยากร ความหลากหลายทางชีวภาพและวัฒนธรรม 2) บริหาร จัดการ การใช้ประโยชน์และบริโภคอย่างยั่งยืน 3) ลดและใช้ประโยชน์ของทิ้งจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ 4) เพิ่มมูลค่าเพิ่ม ตลอดห่วงโซ่มูลค่า ตั้งแต่ภาคเกษตรที่เป็นต้นน้ำ จนถึงภาคการผลิตและบริการ และ 5) สร้างภูมิคุ้มกัน พึ่งพาตนเอง และเพิ่มสมรรถนะในการฟื้นตัวอย่างรวดเร็ว ดังนั้น BCG ภาคป่าไม้ จึงเป็นกรอบดำเนินงานที่กว้างครอบคลุมมิติต่าง ๆ หลากหลายด้าน ได้แก่ การส่งเสริมการปลูกป่า ป่าชุมชน การวิจัยและพัฒนาด้านป่าไม้

ซึ่งเป็นได้ทั้งผลผลิตจากไม้ (Timber Forest Product) และผลผลิตที่ไม่ใช่เนื้อไม้ (Non-timber Forest Product) ที่ได้จากสวนป่า หรือการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน

การประชุมการป่าไม้ครั้งนี้ จึงเป็นโอกาสอันดีที่จะเป็นเวทีกลางให้ทุกภาคส่วนได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนองค์ความรู้และประสบการณ์ในประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับสังคมปัจจุบัน ตลอดจนเป็นการสร้างเครือข่ายผู้ดำเนินงานด้านทรัพยากรป่าไม้ และประชาสัมพันธ์ผลการดำเนินงานด้านป่าไม้ของประเทศไทย ต่อไป

2. การเสวนา "ก้าวต่อไปของไม้เศรษฐกิจไทยสู่สากล"

ผู้ร่วมเสวนาประกอบด้วย

1. คุณสุกิจ จันทร์ทอง ผู้อำนวยการองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
2. คุณคมวิทย์ บุญธำรงกิจ อุปนายกสมาคมธุรกิจไม้ (ผู้ก่อตั้ง CHALE'T)
4. คุณรุ่งนภา วัฒนวิเชียร ที่ปรึกษาสำนักงานการรับรองไม้เศรษฐกิจไทย
3. ดร.สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้

ดำเนินรายการโดย คุณสถาพร ด่านขุนทด ผู้สื่อข่าว รายการข่าว 3 มิติ

ประเด็นของกรมป่าไม้

- การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้
- การส่งเสริมไม้สัก และการพัฒนากล้าไม้พันธุ์ดีเพื่อส่งต่อประชาชนในวงกว้าง (ต้นน้ำ)
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (กลางน้ำ)
- การส่งเสริมตลาด (ปลายน้ำ)
- การพัฒนาระเบียบ กฎหมายต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการส่งเสริมไม้เศรษฐกิจ

ประเด็นของสมาคมธุรกิจไม้

- ความต้องการในตลาดยังซบเซา
- ไทยส่งออกไม้ยางพาราไปจีนมาก แต่ยังคงไม่ได้กำไร
- ควรพัฒนาคุณภาพของไม้เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้ตลาด
- เพิ่มทางเลือกให้อุตสาหกรรมโดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายด้วยเทคโนโลยี เช่น Lignocellulose
- ขับเคลื่อนความต้องการไม้ด้วย Green Building & Green Construction
- ไม้ไผ่ เป็นชนิดพันธุ์ที่น่าสนใจในตลาดที่ควรมีการพัฒนาและส่งเสริมการตลาด

ประเด็นขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

- การปลูกไม้โตเร็ว เช่น กระถินเทพา กระถินณรงค์ ที่มีรอบตัดฟันสั้น สามารถตอบโจทย์ด้านเศรษฐกิจได้รวดเร็วกว่า
- การปลดล็อกมาตรา 7 ทำให้ประชาชนหันกลับมาปลูกไม้โตช้าที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น (ต้นน้ำ) ในอนาคตอาจจะมีการปลดล็อกในกลางน้ำ และปลายน้ำมากขึ้น
- องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้พยายามขับเคลื่อนเพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนที่เป็นเป้าหมายร่วมในระดับสากล
- ควรส่งเสริมให้การปลูกต้นไม้เป็นอาชีพหนึ่งเหมือนพืชเกษตร ที่สร้างรายได้ให้เกษตรกรได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจมากขึ้น

- การพัฒนาคุณภาพของไม้ โดยเฉพาะไม้สักที่มีความต้องการอย่างต่อเนื่อง

ประเด็นของสำนักงานรับรองไม้เศรษฐกิจไทย

- บทบาทของ TFCC คือ การเชื่อมโยงตลาด และเป็นพี่เลี้ยงสำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการรับรองมาตรฐาน
- ความต้องการรับรองมาตรฐานในเมืองไทยยังมีน้อย
- ภาครัฐยังไม่นำเรื่องมาตรฐานการรับรองไม้เศรษฐกิจมาเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนมากเท่าที่ควร
- เกษตรกรรายย่อยไม่สามารถเข้าถึงมาตรฐานการรับรองด้วยตนเอง
- ข้อแนะนำต่อเกษตรกรรายย่อย 1) หาแม่ข่าย (พี่เลี้ยง) ที่ทำให้เกิดการรวมกลุ่ม 2) ปรับตัว : การจัดการสวนป่าตามมาตรฐาน

3. การเสวนา "การเงินและการตลาด : กลไกสู่ความสำเร็จของไม้เศรษฐกิจ"

ผู้ร่วมเสวนาประกอบด้วย

1. คุณธำรงค์ อัมพรรัตน์ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)
2. คุณผลึก อาจหาญ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส.)
3. คุณณพัชร สุพัฒนกุล ผู้อำนวยการ บจก.แมกโนเลีย ควอลิตี้ ดีเวล็อปเม้นต์ คอปอเรชั่น (MQDC)
4. รศ.ดร. อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ดำเนินรายการโดย คุณธนินวัฒน์ พัฒนวีรคุณ (แซ็ก ทีวี 360 องศา)

ประเด็นของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI)

- สนับสนุนกิจการเกษตรต้นน้ำ (ปลูกไม้เศรษฐกิจและพืชพลังงาน)
- มีพื้นที่ติดกันไม่น้อยกว่า 50 ไร่
- ได้รับหนังสือรับรองการขึ้นทะเบียนที่ดินเป็นสวนป่าจากกรมป่าไม้หรือหน่วยงานที่กรมป่าไม้มอบหมาย ก่อนการใช้สิทธิและประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล ทั้งนี้ จะต้องได้รับหนังสือรับรองก่อนวันครบเปิดดำเนินการ
- ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานด้านการจัดการป่าไม้ที่เหมาะสม เช่น FSC, PEFC หรือ มาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า เป็นต้น ก่อนวันครบเปิดดำเนินการ

ประเด็นของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส.)

- โครงการธนาคารต้นไม้
- การใช้ต้นไม้เป็นหลักค้ำประกัน
- คาร์บอนเครดิต คือ ผลพลอยที่สามารถเพิ่มมูลค่าได้จากการปลูกและดูแลต้นไม้
- แอพพลิเคชั่น Tree Bank (จับพิกัดแปลง ต้นไม้ และคำนวนมูลค่าได้จากค่าความเติบโต) ที่ใช้เป็นข้อมูลประกอบเพื่อการใช้ต้นไม้เป็นหลักประกันทางธุรกิจ

ประเด็นของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI)

- อาศัยกลไกทางเศรษฐกิจเพื่อให้เอกชนมีส่วนร่วม โดย ใช้พันธบัตรป่าไม้เป็นเครื่องมือขับเคลื่อน
- พันธบัตรป่าไม้ คือ การออกพันธบัตรให้ผู้ซื้อไม้ให้สามารถติดตามการเติบโตของต้นไม้ได้ โดยที่ยังได้รับผลตอบแทนที่อาจได้รับความเสี่ยงของการลงทุนได้

- เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาของต้นไม้ในพื้นที่รัฐได้ โดยใช้กำไรหมุนเวียน (งบประมาณรัฐอาจขาดช่วง)
- อยากให้ภาครัฐพัฒนาด้านกฎหมาย และนโยบายป่าไม้ที่เอื้อให้ผู้ประกอบการมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเพิ่มพื้นที่ป่าได้มากขึ้น

ประเด็นของ บจก. แมกโนเลีย ควอลิตี้ ดีเวล็อปเม้นต์ คอปอเรชั่น (MQDC)

- ศตวรรษที่ 21 ให้ความสำคัญกับ Well-being (ความผาสุก) ซึ่งส่งผลต่อภาคอสังหาริมทรัพย์ที่ต้องใส่ใจเช่นกัน
- ในอดีตเราแข่งขันกันที่ความสูงและความใหญ่ของอาคาร แต่ปัจจุบันเราแข่งกันที่ "ความยั่งยืน / ความ Green" จะดีมากถ้าอาคารนั้นช่วยโลกได้
- ในต่างประเทศเริ่มมีการบังคับใช้กฎหมายในการระงับการสร้างตึกสูง ๆ แต่สนับสนุน Green Building มากขึ้น
- ผู้ร้ายของโลกร้อน คือ ภาคก่อสร้าง จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการสนับสนุน Green Building & Construction (ภาคอสังหาริมทรัพย์ คือ ผู้เล่นที่สำคัญในการขับเคลื่อนไม้เศรษฐกิจ โดยตลาดไม้ในประเทศก็สำคัญ ลดคาร์บอนจากการขนส่งได้มาก)
- ไม้สามารถใช้ทดแทนคอนกรีตและเหล็กได้ (บางประเทศออกกฎหมายเรื่องลดการใช้วัสดุที่ส่งผลกระทบต่อโลก)
- อยากให้ทุกภาคส่วนช่วยกันทั้ง Ecosystem ของไม้เศรษฐกิจ (พัฒนาคุณภาพวัตถุดิบ ฝีมือแรงงาน ส่งเสริมการตลาด และมาตรการด้านภาษี)

4. การเสวนา "คาร์บอนเครดิต (ภาคป่าไม้) กับเศรษฐกิจสีเขียว"

ผู้ร่วมเสวนาประกอบด้วย

1. ดร.พฤฒิภา โรจน์กิตติคุณ ผู้อำนวยการสำนักรับรองคาร์บอนเครดิต
   องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
2. ดร.สยาม ลววิโรจน์วงศ์ ผู้อำนวยการสำนักประยุกต์และบริหารภูมิสารสนเทศ
   สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
3. คุณสมบัติ พัฒนะวาณิชนันท์ ผู้แทนการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
4. คุณฉันท์ อัครสกุลภิญโญ ประธานกรรมการป่าชุมชนโค้งตาบาง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี
5. คุณนันทนา บุณยานันต์ ผู้อำนวยการสำนักจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้

ดำเนินรายการโดย คุณเสกสรร กวยะปาณิก
ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาวนศาสตร์ชุมชน สำนักจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้

คาร์บอนเครดิตเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจ เพื่อให้สามารถนำความรู้จากการเสวนาไปปฏิบัติได้จึงได้มีการเชิญหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อร่วมแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นด้านการดำเนินงานและแนวทางการปรับตัวของภาคส่วนต่าง ๆ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) มีภารกิจหลักในการผลิตไฟฟ้าซึ่งให้ความสำคัญทางด้านสังคม สิ่งแวดล้อม และความมั่นคงในการผลิตพลังงานให้กับประชาชน ในการผลิตไฟฟ้าจะต้องใช้ฟอสซิลซึ่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กฟผ. ได้กำหนดกลยุทธ์และตั้งเป้าหมายในการผลิตไฟฟ้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยจะต้องผลิตไฟฟ้าด้วยการมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutrality) ในปี ค.ศ. 2050 ผ่านแผน Triple S คือ 1) Sources Transformation การปรับเปลี่ยนโรงไฟฟ้าเป็นพลังงานหมุนเวียนโดยมี

การผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ลอยน้ำ (floating solar) 2) Sink Co-Creation : การเพิ่มปริมาณการดูดซับกักเก็บคาร์บอน ผ่านโครงการปลูกป่าล้านไร่ โดยการร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) Support Measures Mechanism : โครงการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีการปลูกฝังทัศนคติด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพร่วมกับกระทรวงพลังงาน มีการนำรถไฟฟ้ามาใช้ และมีการสร้างห้องเรียนสีเขียวเพื่อให้เยาวชนเป็นพลังช่วยในการขับเคลื่อนเรื่องพลังงานและสิ่งแวดล้อม

กรมป่าไม้เป็นหน่วยงานภาครัฐที่รับผิดชอบพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่โครงการจัดที่ดินทำกินให้ชุมชนตามนโยบายรัฐบาล (คทช.) พื้นที่ป่าชุมชน และพื้นที่ป่าไม้ถาวร ซึ่งได้ร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อดำเนินโครงการคาร์บอนเครดิต ผ่านการขออนุญาตใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้การดูแลของกรมป่าไม้เพื่อใช้ในการดำเนินโครงการปลูกป่าโดยจะต้องมีการแบ่งปันคาร์บอนเครดิตให้กับกรมป่าไม้ตามระเบียบ

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เป็นองค์กรสนับสนุนในการบรรลุเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ได้มีการพัฒนามาตรฐานโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program: T-VER) เป็น 2 มาตรฐาน ได้แก่ 1) Standard T-VER หรือ T-VER มาตรฐานในประเทศ และ 2) Premium T-VER หรือ T-VER มาตรฐานขั้นสูง ตามความตกลงปารีส ซึ่งต้องมีการพิสูจน์ส่วนเพิ่ม การดำเนินการที่เข้มข้นมากขึ้น มีการพิสูจน์ว่าสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้จริง ต้องมีการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งทั้งสองมาตรฐานจะต้องเป็นไปตามกรอบ ISO โดยหน่วยงานที่สนใจดำเนินการโครงการ T-VER สามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้ในเว็บไซต์ https://ghgreduction.tgo.or.th/th/t-ver.html

ป่าชุมชนบ้านโค้งตาบาง ในอดีตมีป่าที่อุดมสมบูรณ์ มีต้นไม้ขนาดใหญ่ มีสัตว์ป่าหลากหลาย แต่สภาพป่าเสื่อมโทรมลงกลายเป็นภูเขาหัวโล้นเนื่องจากมีการทำเหมืองฟลูออไรด์ในพื้นที่ และมีการอาศัยของชาวบ้านในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ผู้นำจึงได้มีการดำเนินการให้ยกเลิกการทำเหมือง และหารือร่วมกับชาวบ้านที่อาศัยในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติให้ย้ายออกจากพื้นที่ป่าโดยมีการสนับสนุนการสร้างอาชีพ จากนั้นจึงได้เริ่มดูแลป่า โดยการสร้างแนวกันไฟ การป้องกันไฟป่า และการปลูกป่าเสริม จนประสบความสำเร็จได้ส่วนหนึ่ง และดำเนินการจัดตั้งป่าชุมชน เนื้อที่ 3,277 ไร่ ผ่านการสนับสนุนของกรมป่าไม้ ความสำเร็จของป่าชุมชนบ้านโค้งตาบางเกิดจากความเข้มแข็งของผู้นำชุมชนและชาวบ้าน รวมไปถึงการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ กรมป่าไม้ และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้สามารถดำเนินโครงการต้นแบบโครงการ T-VER ได้สำเร็จ

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA เป็นองค์กรที่ดูแลด้านเทคโนโลยี และมีการพยายามนำเทคโนโลยีและเครื่องมือที่ทันสมัยที่เป็นนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีอวกาศ หรือ ดาวเทียม มาทำภารกิจต่างๆ ให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งในปัจจุบันได้มีการร่วมงานกับหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเทคโนโลยีมาใช้ในการตรวจวัด การติดตาม และการประเมินคาร์บอน เพื่อให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น และช่วยในการลดระยะเวลาในบางขั้นตอนหรือกิจกรรม ทำให้ลดค่าใช้จ่าย

5. การเสวนา “ก้าวต่อไปของวิชาการป่าไม้ไทย”

ผู้ร่วมเสวนาประกอบด้วย

1. คุณสุทัศน์ เล้าสกุล ผู้แทน กรมป่าไม้
2. ดร.วรดลต์ แจ่มจำรูญ ผู้แทน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
3. คุณพูลศรี วันธงไชย ผู้แทน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
5. คุณประสิทธิ์ เกิดโต ผู้แทนองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
6. ผศ.ดร. กอบศักดิ์ วันธงไชย ผู้แทน คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดำเนินรายการโดย ดร.ดุริยะ สถาพร นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมป่าไม้

การเสวนาก้าวต่อไปวิชาการป่าไม้ไทย ผู้แทนจากกรมป่าไม้ ผู้แทนกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ผู้แทนกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ผู้แทนองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ เพื่อเป้าหมายในการพัฒนาวิชาการป่าไม้ที่เข้มแข็ง ร่วมกันทุกภาคีเครือข่าย เป้าหมายสูงสุดเพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าและพื้นที่สีเขียว ร้อยละ 55 โดยเป็นป่าอนุรักษ์ ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 25 ป่าเศรษฐกิจไม่น้อยกว่า ร้อยละ 15 ต้องมีการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น AI / UAV / DNA Markers/ เทคโนโลยีชีวภาพ เข้ามาช่วยในการพัฒนางานวิจัยวิชาการป่าไม้ ตามภารกิจหลักของแต่ละองค์กร และมีการบูรณาการภาคีเครือข่าย โดยที่คณะวนศาสตร์พร้อมที่จะสนับสนุน Lifelong Learning โดยมีการ Upskill และ Reskill เพื่อสร้างธุรกิจป่าไม้ วนเกษตร การใช้ประโยชน์ไม้ สร้างมาตรฐานอาชีพ เช่น รุกขกร การสร้างสมดุลระหว่างคุณค่าด้านการอนุรักษ์และคุณค่าด้านเศรษฐกิจและสร้างเครือข่ายงานวิจัย เครือข่ายแปลงวิจัยระยะยาว

6. เวทีนิสิต นักศึกษา (Student Forum) เรื่อง การลดโลกร้อน : ไม้ VS วัสดุทดแทนไม้

นิสิตคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ร่วมกับ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ และ คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกิจกรรม Student Forum เรื่อง การลดโลกร้อน : ไม้ vs วัสดุทดแทนไม้ ในการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25 “ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว” โดยในช่วงเช้าเป็นการระดมความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษา และในช่วงบ่ายเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของผู้แทนนิสิต นักศึกษา โดยคุณชุณหกร แซ่ลิ่ม เป็นผู้ดำเนินรายการ และ คุณติ๊ก เจษฎาภรณ์ ผลดี เป็นแขกรับเชิญพิเศษ โดยได้ข้อสรุปจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ดังนี้

ข้อดีของไม้คือมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวเรื่องของความสวยงามเป็นธรรมชาติ ส่งผลดีต่อจิตใจ สามารถนำไปทำพื้นผิวได้ตามต้องการ เช่น โชว์เสี้ยนไม้ เป็นทรัพยากรที่ปลูกทดแทนได้ มีความแข็งแรงและยืดหยุ่น แต่มีข้อจำกัดคือ ราคาแพงและปัญหาจากแมลงกัดแทะ หากใช้งานหนักจะทำให้พื้นผิวเป็นรอยเสียหายต้องหมั่นดูแลรักษา ส่วนวัสดุทดแทนไม้จะช่วยตอบสนองความต้องการไม้จริงได้ มีราคาถูก ช่วยแก้ปัญหาบางประการก้าวข้ามขีดจำกัดของไม้ เช่น ความชื้น การบิดงอ ปลวกและแมลงต่าง ๆ ติดตั้งได้ง่าย ใช้งานได้ทันที ดูแลรักษาง่าย แต่มีข้อเสียคือมีการใช้สารเคมี เช่น ฟอร์มาดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง และวัสดุบางประเภทมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนสูงกว่าไม้จริง (GWP) และมีขนาดความยาวที่จำกัด

โดยควรใช้ควบคู่กันทั้งสองชนิดและส่งเสริมการปรับปรุงคุณภาพของไม้และวัสดุทดแทนไม้ และให้ใช้ไม้จากป่าปลูก ป่าเศรษฐกิจเพื่อความยั่งยืน

7. การเปิดตัวศูนย์กลางการเรียนรู้ไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร : การปลูก การจัดการ การใช้ประโยชน์และอุตสาหกรรม (Knowledge Hub for Integrated Economic Trees: Plantation Establishment, Management, Utilization and Industry)

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ประชาสัมพันธ์แจ้งการเปิดตัวศูนย์กลางการเรียนรู้ไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร: การปลูกการจัดการ การใช้ประโยชน์และอุตสาหกรรม ในการประชุมการป่าไม้ครั้งที่ 25 “ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว” โดย ผศ.ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย ผู้อำนวยการศูนย์ฯ เป็นผู้นำเสนอรายละเอียด ศูนย์กลางการเรียนรู้ไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจรฯ ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2566 ระยะเวลาดำเนินกิจกรรม 15 เดือน เริ่มดำเนินงานเมื่อเดือนเมษายน 2566 ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์สนามชัยเขต อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาภาคีความร่วมมือระหว่างกลุ่มองค์กร หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจรในระดับชาติและนานาชาติในการสร้างความเข้มแข็ง 2) การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการปลูก การจัดการ การใช้ประโยชน์ และอุตสาหกรรมไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร ด้วยกระบวนการฝึกอบรม การให้บริการวิชาการ และพื้นที่สาธิต 3) การพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้ยกระดับผลิตภาพของการผลิตและการใช้ประโยชน์ของเกษตรกรและผู้ประกอบการไม้เศรษฐกิจ และ 4) การส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพบุคลากรวิชาการด้านการปลูก การจัดการ การใช้ประโยชน์ และอุตสาหกรรมไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร ซึ่งการดำเนินงานของศูนย์ฯ ประกอบด้วย

1) กิจกรรมการสร้างภาคีความร่วมมือระหว่างกลุ่ม องค์กร หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร ได้แก่

- การสร้างเครือข่ายความร่วมมือฯ ในระดับต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ
- การสร้างเครือข่ายความร่วมมือฯ ทางด้านวิชาการ และสิ่งสนับสนุนอื่น ๆ
- การพัฒนาองค์ความรู้และยกระดับทักษะการวิจัยสู่ความเป็นนานาชาติ (visiting professors/ experts และ visiting postdoctoral program)

2) กิจกรรมการพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมด้านการปลูก การจัดการ การใช้ประโยชน์ และอุตสาหกรรม ไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร ได้แก่

- การพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยเพื่อตอบโจทย์ที่มีความจำเป็นเร่งด่วนด้านการพัฒนาไม้เศรษฐกิจ
- การสนับสนุนการตีพิมพ์บทความองค์ความรู้ ผลงานทางวิชาการ งานวิจัย เทคโนโลยีที่เกิดจากศูนย์กลางการเรียนรู้ฯ ในระดับชาติและนานาชาติ

3) กิจกรรมการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการปลูก การจัดการ การใช้ประโยชน์ และอุตสาหกรรมไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร ด้วยกระบวนการฝึกอบรม การให้บริการวิชาการ และพื้นที่สาธิต ได้แก่

- การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรม
- การจัดทำคู่มือ
- การผลิตสื่อการเรียนรู้
- การจัดสร้างแปลงสาธิต
- การให้บริการด้านวิชาการ

4) กิจกรรมเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาศักยภาพบุคลากรวิชาการในการส่งเสริมการปลูก การจัดการ การใช้ประโยชน์ ได้แก่

- การฝึกอบรม/การศึกษาดูงานเพื่อพัฒนาบุคลากรฯ การนำเสนอผลงานทางวิชาการของบุคลากรฯ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
- การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างศักยภาพบุคลากรในการบริหารเครือข่ายความร่วมมือฯ

จำนวนผลงานทางวิชาการที่ส่งเพื่อนำเสนอในการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25 ทั้งสิ้นรวม 73 เรื่อง (ภาคบรรยาย จำนวน 48 เรื่อง และผลงานภาคโปสเตอร์ จำนวน 25 เรื่อง) โดยการส่งผลงานนำเสนอผ่านเว็บไซต์การประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25 (https://conference.forest.ku.ac.th) ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่ามีผลงานที่ผ่านเกณฑ์ที่สามารถเข้าร่วมนำเสนอในการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25 จำนวน 69 เรื่อง (ภาคบรรยาย จำนวน 44 เรื่อง ภาคโปสเตอร์ จำนวน 25 เรื่อง) โดยการนำเสนอผลงานของสาขานิเวศวิทยาป่าไม้ และความหลากหลายทางชีวภาพ มีจำนวนผลงานส่งเข้ามามากที่สุด รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนผลงานทางวิชาการที่นำเสนอในการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25

ลำดับที่	สาขา	จำนวนบทความที่ส่ง			จำนวนบทความที่นำเสนอ		
		บรรยาย	โปสเตอร์	รวม	บรรยาย	โปสเตอร์	รวม
1	นิเวศวิทยาป่าไม้ และความหลากหลายทางชีวภาพ	7	7	14	6	8	14
2	การจัดการทรัพยากรป่าไม้และการมีส่วนร่วมของชุมชน	8	2	10	7	2	9
3	วนผลิตภัณฑ์	5	4	9	4	4	8
4	เทคโนโลยีและนวัตกรรมการป่าไม้	2	4	6	2	4	6
5	ทรัพยากรชายฝั่งและป่าชายเลน	8	1	9	8	1	9
6	วนวัฒนวิทยา และเศรษฐกิจการป่าไม้	4	5	9	4	5	9
7	การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม	8	1	9	7	1	8
8	อุทยาน พื้นที่คุ้มครอง ป่านันทนาการและการท่องเที่ยว	1	0	1	1	0	1
9	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภาคป่าไม้	5	1	6	5	0	5
รวม		**48**	**25**	**73**	**44**	**25**	**69**

การนำเสนอผลงานทางวิชาการครั้งนี้ มีการพิจารณามอบรางวัลให้กับผู้นำเสนอผลงานทั้งภาคบรรยายและโปสเตอร์ โดยคณะกรรมการพิจารณาผลงานประกอบด้วยตัวแทนจากกรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีรายชื่อผู้ได้รับรางวัลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายชื่อผู้ได้รับรางวัลการนำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25

รางวัล	ชื่อ - นามสกุล	หน่วยงาน	ผลงาน
รางวัลการนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (นักวิจัยทั่วไป)			
ชนะเลิศ	นายธรรมนูญ เต็มไชย	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	เปรียบเทียบผลการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ต้น ด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ใช้และไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ กรณีศึกษากลุ่มป่าแก่งกระจาน
รองชนะเลิศ อันดับ 1	นางสาวปิยะวดี บัวจงกล	กรมป่าไม้	กรรมวิธีการผลิตและคุณสมบัติไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่น
รองชนะเลิศ อันดับ 2	นางสาวศิริลักษณ์ ธรรมนุ	กรมป่าไม้	นิเวศวิทยาป่าผลัดใบและการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม อำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง ประเทศไทย
รางวัลการนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (นักวิจัยหน้าใหม่)			
ชนะเลิศ	ผศ.ดร.ปรมิตา พันธ์วงศ์	คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล	พลวัตป่าชายเลนและการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในบางขุนเทียน ระหว่างช่วง 1000 ปีที่ผ่านมา
รองชนะเลิศ อันดับ 1	นายปัญญาวุฒิ อัมพุชินทร์	ธนาคารทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ	การอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืชป่าชายเลนในสภาพปลอดเชื้อ
รองชนะเลิศ อันดับ 2	ผศ.ดร.นฤมล ตันติพิษณุ	กลุ่มวิจัยนิเวศวิทยาการอนุรักษ์ สถาบันพัฒนาฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	การจำแนกพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์นากในพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีการใช้ประโยชน์จากชุมชนในชายฝั่งภาคใต้ของไทย
รางวัลการนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์			
ชนะเลิศ	น.ส.ปรียานันท์ เมืองแสน	กรมป่าไม้	วิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์พันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด จังหวัดสุราษฎร์ธานี
รองชนะเลิศ อันดับ 1	นายเสกสรร กวยะปาณิก	กรมป่าไม้	การขับเคลื่อนโมเดลเศรษฐกิจ BCG และวิถีชีวิตที่ยั่งยืนบนฐานทรัพยากรจากวาระแห่งชาติสู่การปฏิบัติเชิงพื้นที่ กรณีศึกษา หมู่บ้านคชานุรักษ์ จังหวัดระยอง
รองชนะเลิศ อันดับ 2	ดร. เครือวัลย์ พิพัฒน์สวัสดิกุล	สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช	ชีววิทยาบางประการของฟ้ามุ่ยน้อย กล้วยไม้ใกล้สูญพันธุ์ในประเทศไทย

กำหนดการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25
"ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว"
วันที่ 23 - 25 สิงหาคม 2566
ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

เวลา	รายการ
วันพุธที่ 23 สิงหาคม 2566	
สถานที่ : ห้องประชุมจงรักปรีชานนท์ ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
08.30 – 09.30 น.	**ลงทะเบียน**
09.30 – 10.30 น.	**พิธีเปิดการประชุม** **กล่าวรายงาน** โดย นายบรรณรักษ์ เสริมทอง รองอธิบดีกรมป่าไม้ **กล่าวเปิดการประชุม** โดย นายพิชิต สมบัติมาก รองปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม **ถ่ายภาพรวมที่ระลึก**
10.30 – 10.45 น.	**พักรับประทานอาหารว่าง**
10.45 – 11.30 น.	**ปาฐกถาพิเศษ เรื่อง นโยบายป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว** โดย นายพิชิต สมบัติมาก รองปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
11.30 – 12.00 น.	**เยี่ยมชมนิทรรศการและโปสเตอร์**
12.00 – 13.00 น.	**พักรับประทานอาหารกลางวัน**
13.00 – 15.00 น.	**เสวนา เรื่อง ก้าวต่อไปของไม้เศรษฐกิจไทยสู่สากล** โดย คุณสุกิจ จันทร์ทอง ผู้อำนวยการองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) คุณคมวิทย์ บุญธำรงกิจ อุปนายกสมาคมธุรกิจไม้ (ผู้ก่อตั้ง CHALE'T) คุณรุ่งนภา วัฒนวิเชียร ที่ปรึกษาสำนักงานการรับรองไม้เศรษฐกิจไทย ดร.สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ ดำเนินรายการ โดย คุณสถาพร ด่านขุนทด ผู้สื่อข่าว รายการข่าว 3 มิติ
15.00 – 15.15 น.	**พักรับประทานอาหารว่าง**
15.15 – 17.00 น.	**เสวนา เรื่อง การเงินและการตลาด : กลไกสู่ความสำเร็จของไม้เศรษฐกิจ** โดย คุณธำรงค์ อัมพรรัตน์ ผู้แทน สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) คุณผลึก อาจหาญ ผู้แทน ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส.) คุณณพัชร สุพัฒนกุล ผู้อำนวยการอาวุโส บจก.แมกโนเลีย ควอลิตี้ ดีเวล็อปเม้นต์ คอร์ปอเรชั่น (MQDC) รศ.ดร. อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ดำเนินรายการ โดย คุณธนินวัฒน์ พัฒนวีรคุณ (แช็ก ทีวี 360 องศา)
13.00 – 17.00 น.	**นำเสนอผลงานทางวิชาการป่าไม้ควบคู่กับกิจกรรมหลัก ในห้องประชุมย่อย**

หมายเหตุ :

<u>การแต่งกาย</u> (วันที่ 23 สิงหาคม 2566)

ผู้เข้าร่วมงาน ชุดสุภาพ/ชุดนิสิต/ชุดนักศึกษา

บุคลากรสังกัด กรมป่าไม้ ชุดเครื่องแบบต้นสังกัด

<u>การแต่งกาย</u> (วันที่ 24 และ 25 สิงหาคม 2566) : ชุดสุภาพ

เวลา	รายการ
วันพฤหัสบดีที่ 24 สิงหาคม 2566	
สถานที่ : ห้องประชุมจงรักปรีชานนท์ ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
08.30 – 09.30 น.	**ลงทะเบียน**
09.30 – 10.00 น.	**เปิดตัวโครงการ ศูนย์กลางการเรียนรู้ไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร** **โดย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**
10.00 – 11.00 น.	**เสวนา เรื่อง คาร์บอนเครดิต (ภาคป่าไม้) กับเศรษฐกิจสีเขียว** โดย ดร.พฤฒิภา โรจน์กิตติคุณ ผู้อำนวยการสำนักรับรองคาร์บอนเครดิต องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ดร.สยาม ลววิโรจน์วงศ์ ผู้อำนวยการสำนักประยุกต์และบริหารภูมิสารสนเทศ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA คุณสมบัติ พัฒนะวาณิชนันท์ ผู้แทน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) คุณฉันท์ อัครสกุลภิญโญ ประธานกรรมการป่าชุมชนโค้งตาบาง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี คุณนันทนา บุณยานันต์ ผู้อำนวยการสำนักจัดการป่าชุมชน ดำเนินรายการ โดย คุณเสกสรร กวยะปาณิก ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาวนศาสตร์ชุมชน สำนักจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้
11.00 – 11.15 น.	**พักรับประทานอาหารว่าง**
11.15 – 12.00 น.	**เสวนา เรื่อง คาร์บอนเครดิตกับเศรษฐกิจสีเขียว (ต่อ)**
12.00 – 13.00 น.	**พักรับประทานอาหารกลางวัน**
13.00 – 15.00 น.	**เวทีนิสิต นักศึกษา (Student Forum) เรื่อง การลดโลกร้อน : ไม้ VS วัสดุทดแทนไม้** โดย ผู้แทนนิสิต/นักศึกษา จากสถาบันการศึกษา และแขกรับเชิญพิเศษ (คุณเจษฎาภรณ์ ผลดี)
15.00 – 15.15 น.	**พักรับประทานอาหารว่าง**
15.15 – 17.00 น.	**การเสวนาเฉพาะเรื่อง (SIDE EVENT)** - ห่วงโซ่อุปทานและการค้าไม้สักอย่างยั่งยืน (Sustaining Teakwood Supply Chains and Trade) - อาบป่า : ความสุขของมวลชน (Forest Bathing : Well-being for all) (ณ ห้องประชุม 402 ชั้น 4 ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)
ห้องประชุมอเนกประสงค์ ชั้น 2 อาคารวนศาสตร์ 84 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
10.00 – 12.00 น.	**การระดมความเห็นของนิสิต นักศึกษา (Student Forum) เรื่อง การลดโลกร้อน : ไม้ VS วัสดุทดแทนไม้** โดย ผู้แทนนิสิต/นักศึกษา จากสถาบันการศึกษา
09.00 – 17.00 น.	**นำเสนอผลงานทางวิชาการป่าไม้ควบคู่กับกิจกรรมหลัก ในห้องประชุมย่อย**

วันศุกร์ที่ 25 สิงหาคม 2566	
สถานที่ : ห้องประชุมจงรักปรีชานนท์ ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
08.30 - 09.30 น.	**ลงทะเบียน**
09.30 – 10.30 น.	**เสวนา เรื่อง ก้าวต่อไปของวิชาการป่าไม้ไทย** โดย คุณสุทัศน์ เล้าสกุลผู้แทน กรมป่าไม้ ดร.วรดลต์ แจ่มจำรูญ ผู้แทน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช คุณพูลศรี วันธงไชย ผู้แทน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง คุณประสิทธิ์ เกิดโต ผู้แทน องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (อ.อ.ป.) ผศ.ดร. กอบศักดิ์ วันธงไชย ผู้แทน คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดำเนินรายการ โดย ดร.ดุริยะ สถาพร นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ กรมป่าไม้
10.30 – 10.45 น.	**พักรับประทานอาหารว่าง**
10.45 – 11.30 น.	**มอบรางวัลผลงานวิชาการ ภาคบรรยายและโปสเตอร์** **สรุปผลการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25** โดย ดร.สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ **พิธีปิดการประชุม และส่งมอบการเป็นเจ้าภาพครั้งต่อไป (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช)** โดย นายบรรณรักษ์ เสริมทอง รองอธิบดีกรมป่าไม้

กำหนดการนำเสนอผลงานทางวิชาการภาคบรรยาย
การประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25
"ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว"
วันที่ 23-25 สิงหาคม พ.ศ. 2566

วันพุธที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2566	
ห้องบรรยาย 202 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขานิเวศวิทยาป่าไม้ และความหลากหลายทางชีวภาพ **ประธาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรงค์ สุขเสวต** **เลขานุการ นางสาวเปมิกา กันกา**	
13.00-13.20 น.	องค์ประกอบและความหลากชนิดของกล้าไม้ต้นในป่าเต็งรัง บริเวณกลุ่มป่าตะวันตกของประเทศไทย *โดย คณิศร โชติวุฑฒากร ภาณุมาศ ลาดปาละ* ***วงศธร พุ่มพวง*** *ฉันทนา วรกำพล เพ็ญภัสสร เสมอใจ และ ขวัญชนก ทองจาด*
13.20-13.40 น.	โครงสร้างป่าและองค์ประกอบของสังคมพืชในสวนป่าไม้โตเร็ว อายุ 35 ปี ภายหลังการปลูกฟื้นฟูในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) *โดย* ***ดุริยะ สถาพร*** *และ เจษฎา วงค์พรหม*
13.40-14.00 น.	การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของแม่ไม้พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) สายพันธุ์ดีด้วยนิวคลีโอไทด์บริเวณ ITS (Internal Transcribed Spacer) *โดย* ***เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ***
14.00-14.20 น.	**พักเบรค**
สาขานิเวศวิทยาป่าไม้ และความหลากหลายทางชีวภาพ **ประธาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขรรค์ชัย ประสานัย** **เลขานุการ นางสาวเปมิกา กันกา**	
14.20-14.40 น.	การใช้ประโยชน์พื้นที่ของนกยูงและกวางป่า เชิงพื้นที่และเชิงเวลา จากกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่า เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง *โดย* ***แพรวา มหาผล*** *ปุญญะเกด ทรัพย์อนันต์ ประทีป ด้วงแค เพิ่มศักดิ์ กนิษฐชาต และ พงษ์สิทธิ์ ศรีคุณเมือง*
14.40-15.00 น.	เปรียบเทียบแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย *โดย* ***เจษฎา หนูวงค์*** *พิสุทธิ์ นาคหมื่นไวย ปานวริศร์ ปานศรี วรงค์ สุขเสวต อิงอร ไชยเยศ และ ประทีป ด้วงแค*
15.00-15.20 น.	การศึกษาเปรียบเทียบอาหารระหว่างกบทูด (*Limnonectes blythii*) และกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ (*Limnonectes taylori*) ในประเทศไทย *โดย* ***ชญานี รักนิ่ม*** *เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์ ณัฐชภัทร โอทอง ปานวริศร์ ปานศรี ยุวดี พลพิทักษ์ วรงค์ สุขเสวต ฉัตรพรรษ พงษ์เจริญ กุศล ตั้งใจพิทักษ์ วัฒนชัย ตาเสน ยอดชาย ช่วยเงิน และ ประทีป ด้วงแค*

วันพุธที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2566	
ห้องคอมพิวเตอร์ 2 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขาวนผลิตภัณฑ์ และสาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการป่าไม้ **ประธาน อาจารย์ธีรัตว์ อาจสำอางค์** **เลขานุการ นางสาวเสาวลักษณ์ วงษ์สวาสดิ์**	
13.00-13.20 น.	การทดสอบและวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จากไม้ฝาง (รักษ์ช้าง) ที่ผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) *โดย **รักษา สุนินทบูรณ์** และ วชิราภรณ์ สุบินนาม*
13.20-13.40 น.	คุณสมบัติของขันสนและน้ำมันสนเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ *โดย **ศศิธร อินทรชิต** จันไท จิตรจักร วรรณภา สมบัติ จิราภรณ์ สินธุเทา และ จีรภรณ์ ศักดาคาร*
13.40-14.00 น.	การผลิตถ่านจากใบสน โคนสน และเศษไม้สนสองใบในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ *โดย **ศศิธร อินทรชิต** นฤมล อุ่นจางวาง ฐิติภรณ์ เอี่ยมสุขประเสริฐ ประภัสสร ภาคอรรถ และ ขวัญรพี สิทตรีสอาด*
14.00-14.20 น.	กรรมวิธีการผลิตและคุณสมบัติไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่น *โดย **ปิยะวดี บัวจงกล** และ วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์*
14.20-14.40 น.	พักเบรค
สาขาวนผลิตภัณฑ์ และสาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการป่าไม้ **ประธาน อาจารย์ธีรัตว์ อาจสำอางค์** **เลขานุการ นางสาวเสาวลักษณ์ วงษ์สวาสดิ์**	
14.40-15.00 น.	ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงโปรแกรม "EVO – การประเมินรูปแบบการทอนไม้ยูคาลิปตัสที่เหมาะสม" *โดย **ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง** ปิยวัตน์ ดิลกสัมพันธ์ จิรวัฒน์ ยิ่งดี ทศพร ลักขณาศรี และ นพรัตน์ คัคคุริวาระ*
15.00-15.20 น.	อิทธิพลของลักษณะไม้ท่อนยูคาลิปตัสหลังตัดฟันต่อการแตกของหัวไม้และความไวต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา *โดย **ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ** นพรัตน์ คัคคุริวาระ นรินธร จำวงษ์ พรเทพ เหมือนพงษ์ ปัทมา. แสงวิศิษฎ์ภิรมย์ ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง กิติพงศ์ ตั้งกิจ และ Tomi Kaakkurivaara*

วันพุธที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2566	
ห้องบรรยาย 402 ชั้น 4 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขาการจัดการทรัพยากรป่าไม้และการมีส่วนร่วมของชุมชน **ประธาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชิต ลำใย** **เลขานุการ นางสาวโชคดี คันธวัน**	
13.00-13.20 น.	ความหลากชนิดของพรรณไม้และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยอง *โดย* ***รักษ์สกุล อิงนิ่ม*** *พิชิต ลำใย วรรณธิดา แสนศิริ และ จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข3*
13.20-13.40 น.	นิเวศวิทยาป่าผลัดใบและการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม อำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง ประเทศไทย *โดย* ***ศิริลักษณ์ ธรรมนุ*** *และ ดอกรัก มารอด*
13.40-14.00 น.	การกักเก็บคาร์บอนโดยชุมชนท้องถิ่น : องค์การบริหารส่วนตำบลเมืองจัง อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน *โดย* ***สุวภัทร มัยราช*** *ไพโรจน์ กันฟัน วัชราวุธ ดีสีใส นิสา เหล็กสูงเนิน นิสา รัตนดิลก ณ ภูเก็ต สุดใจ เทียนมี และ กิตติพงค์ ชัยมนัสกุล*
14.00-14.20 น.	สมบัติดินในสวนชาเมี่ยง จังหวัดน่านและจังหวัดแพร่ *โดย* ***สุทธิดา ยอดแก้ว*** *ธนากร ลัทธิถีระสุวรรณ ฑีฆา โยธาภักดี ธัญรัตน์ เชื้อสะอาด ศิริรัตน์ สมประโคน อลิษา อินจันทร์ และ เพ็ญพิลัย เปี่ยนคิด*
14.20-14.40 น.	พักเบรค
สาขาการจัดการทรัพยากรป่าไม้และการมีส่วนร่วมของชุมชน และสาขาอุทยาน พื้นที่คุ้มครอง ป่านันทนาการ และการท่องเที่ยว **ประธาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชิต ลำใย** **เลขานุการ นางสาวโชคดี คันธวัน**	
14.40-15.00 น.	การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยแบบจำลอง MexEnt *โดย* ***รติมา ลักษณะมาพันธ์*** *กอบศักดิ์ วันธงไชย และ นิตยา เมี้ยนมิตร*
15.00-15.20 น.	การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยแบบจำลอง MaxEnt *โดย* ***นิวัฒน์ แดงลาด*** *กอบศักดิ์ วันธงไชย พิชิต ลำใย และ นิตยา เมี้ยนมิตร*
15.20-15.40 น.	โครงการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านอาหารและยาจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ฝางครบวงจรและการใช้ประโยชน์ไม้ป่าเบื้องต้นที่ปลูกในระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) *โดย* ***รักษา สุนินทบูรณ์***
15.40-16.00 น.	ความรู้และความพึงพอใจต่อการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ *โดย* ***มาติกา สุดสาคร*** *รัชนู เกิดเชิดชู อภินันท์ ขอพร ปรีดาภรณ์ คำที ประเสริฐ เพ็ชรผจญ และ พัชรกิติ เพ็งสกุล*

วันพฤหัสบดีที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2566	
ห้องบรรยาย 202 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขาทรัพยากรชายฝั่งและป่าชายเลน **ประธาน นายทนุวงศ์ แสงเทียน** **เลขานุการ นางสาวสุภาภรณ์ วิสารวุฒิ**	
09.00-10.00 น.	บรรยายพิเศษ "การศึกษาจีโนมและโครงสร้างพันธุศาสตร์ประชากรไม้วงศ์โกงกาง" *โดย* ***สิทธิโชค ตั้งภัสสรเรือง***
10.00-10.30 น.	การอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมพืชป่าชายเลนในสภาพปลอดเชื้อ *โดย* ***ปัญญาวุฒิ อัมพุชินทร์***
10.30-10.45 น.	พักเบรค
ประธาน นางพูลศรี วันธงไชย **เลขานุการ นางสาวพนอ จันทร์ศรีทอง**	
10.45-11.15 น.	Leaf phenological study for estimation of litter production of a 3-year-old *Rhizophora mucronata* plantation in a coastal area at Bangpu, Samut Prakarn Province *โดย* ***Suthathip Umnouysin****, Arunee Jomthong, Chadtip Rodtassana and Sasitorn Poungparn*
11.15-11.45 น.	ความหลากหลายของพรรณพืชและสัตว์ป่าในโครงการสวนพฤกษศาสตร์ป่าชายเลนนานาชาติ ร.9 จังหวัดจันทบุรี *โดย* ***อภิษฎา เรืองเกตุ*** *สุธิดา มณีอเนกคุณ เจษฎา วงค์พรหม เดชา ดวงนามล อนุชา ทะรา อิงอร ไชยเยศ ศุภลักษณ์ ศิริดุสิต เวชกิจ และ ชาตรี มากนวล*
11.45-13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
ประธาน รองศาสตราจารย์ ดร.ออ พรานไชย **เลขานุการ นายนาวิน พรหมสิน**	
13.00-13.30 น.	การประเมินความเปราะบางทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน : กรณีศึกษาพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดกระบี่ *โดย* ***สุชาติ แย้มปราสัย***
13.30-14.00 น.	การวิเคราะห์สังคมพืชป่าชายเลนจังหวัดระนองเพื่อการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ *โดย* ***พศิน มาประสพ***
14.00-14.30 น.	การวิเคราะห์ความสำคัญของป่าชายเลนจังหวัดสตูล เพื่อการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ *โดย* ***วรัทยา พรมชู***
14.30-14.45 น.	พักเบรค

วันพฤหัสบดีที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2566	
ห้องบรรยาย 202 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขาทรัพยากรชายฝั่งและป่าชายเลน (ต่อ) **ประธาน นายชาตรี มากนวล** **เลขานุการ นางสาวสุวรรณา แม่นหมาย**	
14.45-15.15 น.	พลวัตป่าชายเลนและการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในบางขุนเทียนระหว่างช่วง 1000 ปีที่ผ่านมา *โดย* ***ปรมิตา พันธ์วงศ์*** *สุรีย์พร พรหมผลิน ชาลินี ล้อมจันทราศิลป์ ภรณ์อุมา สุนทรอำไพพงศ์ อภิชญา เอ่งล่อง ร๊อบ มาร์แชนท์ แคทรีน เซลบี และ แพร จิรวัตกุล*
15.15-16.45 น.	การตกตะกอนและการทดแทนตามธรรมชาติหลังแนวไม้ไผ่ชะลอความรุนแรงของคลื่น *โดย* ***ณัฐกานต์ จรัสรัตนวงศ์***

วันพฤหัสบดีที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2566	
ห้องคอมพิวเตอร์ 2 ชั้น 3 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม **ประธาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยพงษ์ ทองดีนอก** **เลขานุการ อาจารย์ ดร.ศุภลักษณ์ ศิริ**	
09.00-09.20 น.	การจำแนกพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์นากในพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีการใช้ประโยชน์จากชุมชนในชายฝั่งภาคใต้ของไทย *โดย* ***นฤมล ตันติพิษณุ*** *วัลลภ ชุติพงศ์ ดุสิต งอประเสริฐ อนุชา ขำจริง และ กิติพัทธิ์ โพธิ์ศรี*
09.20-09.40 น.	รูปแบบการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก ภายใต้การให้ปริมาณน้ำและจำนวนหน่อเริ่มปลูกที่แตกต่างกัน *โดย* ***วนิดา ปัญญา*** *วิชญ์ภาส สังพาลี สุธีระ เหิมฮึก เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และ ปัญญารัตน์ ปัญญาเกียรติสิริ*
09.40-10.00 น.	ผลของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยสนสามใบในแต่ละช่วงอายุต่อสมบัติดินทางอุทกวิทยาบางประการ จังหวัดเชียงใหม่ *โดย มานพ แก้วฟู* ***สุจิรา ศรสูงเนิน*** *และ สมชาย อ่อนอาษา*
10.00-10.20 น.	ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก จังหวัดปราจีนบุรี *โดย* ***วันเพ็ญ ก้านอินทร์*** *ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ อนิศรา เพ็ญสุข ติ๊บแก้ว และ บุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี*
10.20-10.40 น.	พักเบรค

วันพฤหัสบดีที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2566	
ห้องคอมพิวเตอร์ 2 ชั้น 3 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม **ประธาน อาจารย์ ดร.ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ** **เลขานุการ อาจารย์ ดร.ยุวดี พลพิทักษ์**	
10.40-11.00 น.	การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน *โดย **สร้อยใหม่ ศรีจันทร์** ปิยพงษ์ ทองดีนอก และ นฤมล แก้วจำปา*
11.00-11.20 น.	การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากฐานข้อมูล CMIP 5 ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน *โดย **อมรรัตน์ คงกระจ่าง** ปิยพงษ์ ทองดีนอก และ นฤมล แก้วจำปา*
11.20-11.40 น.	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินของป่าเขตร้อน บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา *โดย **สิรภัทร ศิริรักษ์** นฤมล แก้วจำปา และ ปิยพงษ์ ทองดีนอก*
ห้องคอมพิวเตอร์ 2 ชั้น 3 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขาวนวัฒนวิทยา และเศรษฐกิจการป่าไม้ **ประธาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร แม่ลิ่ม** **เลขานุการ นางสาวเปมิกา กันกา**	
13.00-13.20 น.	การควบคุมผสมเกสรแบบข้ามของพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซีย *โดย **อุษารัตน์ เทียนไชย** และ นรินทร์ เทศสร*
13.20-13.40 น.	การแก้ปัญหาราคาไม้ยูคาลิปตัสโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ไม้ยูคาลิปตัสในประเทศไทย *โดย **กิติพงศ์ ตั้งกิจ** เออวดี เปรมัษเฐียร วรยศ ละม้ายศรี นิคม แหลมสัก นพรัตน์ คัคคุริวาระ ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ นรินธร จำวงษ์ และ พรเทพ เหมือนพงษ์*
13.40-14.00 น.	คุณสมบัติของดินในระบบวนเกษตรรูปแบบสวนหลังบ้านจังหวัดแพร่และจังหวัดเชียงใหม่ *โดย **ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ***
14.00-14.20 น.	สมบัติดินหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ *โดย **ศิริรัตน์ สมประโคน** ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ ฑีฆา โยธาภักดี อิสรีย์ ฮาวปินใจ สุทธิดา ยอดแก้ว และ เพ็ญพิลัย เปี่ยนคิด*
14.20-14.40 น.	พักเบรค

วันพฤหัสบดีที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2566	
ห้องคอมพิวเตอร์ 2 ชั้น 3 อาคารวนศาสตร์ 72 ปี	
สาขาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภาคป่าไม้ **ประธาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มณฑาทิพย์ โสมมีชัย** **เลขานุการ นางสาวเปมิกา กันกา**	
14.40-15.00 น.	การกักเก็บคาร์บอนของไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don) ในแปลงตัวอย่างถาวร ป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์" *โดย* ***กุลวนิษฐ์ ดีแก้ว*** *สว่างพงษ์ วรรณมณี และ ทิพย์สุคนธ์ พงศ์สวัสดิ์*
15.00-15.20 น.	การใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ ในอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ *โดย* ***กรองแก้ว เล่งอี้*** *วันชัย อรุณประภารัตน์ และ ดำรง พิพัฒนวัฒนากุล*
15.20-15.40 น.	การประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมสวนป่า กรณีศึกษา : สวนป่าแม่มาย จังหวัดลำปาง *โดย กัญญ์วรา คล้ายพิกุล* ***ชญานี เกตุแก้ว*** *นพรัตน์ คัคคุริวาระ และ รณกฤต ฤทธิยา*
15.40-16.00 น.	ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสังคมพืชป่าสนในพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทย *โดย* ***นิรันดร์รัตน์ ป้อมอิ่ม*** *ณัฐเกียรติ ผดุงกมล ธนกร เขื่อนเสน และ ขวัญสุภา ศรีสมบัติ*
16.00-16.20 น.	เปรียบเทียบผลการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ต้นด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ใช้และไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ กรณีศึกษากลุ่มป่าแก่งกระจาน *โดย* ***ธรรมนูญ เต็มไชย***

การนำเสนอผลงานทางวิชาการภาคโปสเตอร์
การประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 25 “ป่าไม้ไทยสู่เศรษฐกิจสีเขียว”
วันที่ 23-25 สิงหาคม 2566
ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

ลำดับ	รหัสผลงาน	ชื่อผลงาน
		สาขานิเวศวิทยาป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพ
1	P01-89	วิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์พันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจในพื้นที่ ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดย *ปรียานันท์ เมืองแสน ขวัญชัย เจริญกรุง อภิวัฒน์ เอื้ออารีเลิศ วิเชียร จั่นจำรูญ ชญานันท์ พลยูง และ กวิสรา ศรีทอง*
2	P02-93	ชีววิทยาบางประการของฟ้ามุ่ยน้อย กล้วยไม้ใกล้สูญพันธุ์ในประเทศไทย โดย *เครือวัลย์ พิพัฒน์สวัสดิกุล ภาณุมาศ ลาดปาละ และ อนุพันธ์ กงบังเกิด*
3	P03-95	การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ครั่ง กรณีศึกษา: การเปรียบเทียบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งในท้องที่ต่าง ๆ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อลิปสติกสีครั่ง โดย *ณรัฐนันทน์ สุวรรณผ่อง และ ศศิธร สุขสบาย*
4	P04-99	แมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูงบริเวณสวนป่าในประเทศไทย โดย *นภาลัย เสมอใจ ขวัญชัย เจริญกรุง จิตติมา อยู่หาญ สุพีร์ญา วิลาศ ปรียากรณ์ กล้าใจ อุทัย ขวัญไพโรจน์กิจ และ อนิรุต พลฤทธิ์*
5	P25-98	ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดโรคพืชในการป้องกันกำจัดโรคของกล้าพะยูง โดย *อินทิรา พันธาสุ เจนวิชญ์ พฤฑฒิกุล น้ำตาล คุ้มตะโก และ พจนีย์ ยิ่งคุ้ม*
6	P05-113	ความหลากหลายและพฤติกรรมของแมลงผสมเกสรดอกพะยูงในสวนป่า โดย *วีรณา สมพีร์วงศ์ ประสิทธิ์ วงษ์พรม จิดาภา แสงสุริยา ชลดา พรจ่าย และ สนั่น หมัดสี๊ะ*
7	P06-140	อิทธิพลของวัสดุเพาะและวัสดุปลูกที่มีผลต่อเวลาในการงอกและการเจริญเติบโตของสาวสนมดงนาทาม โดย *สุวรรณา ขวาของ นันท์สินีย ปราศภัย และ วรดลต์ แจ่มจำรูญ*
8	P07-141	รูปแบบการฟื้นฟูป่าอนุรักษ์เสื่อมสภาพเพื่อสร้างระบบนิเวศและความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืนในอุทยานแห่งขาติศรีน่าน จังหวัดน่าน โดย *วรดลต์ แจ่มจำรูญ ณรงค์ คูณขุนทด ศศิวิมล มานะสินธุ์ และ นัทวุฒิ อินทรุจิกุล*

ลำดับ	รหัสผลงาน	ชื่อผลงาน
		สาขาการจัดการทรัพยากรป่าไม้และการมีส่วนร่วมของชุมชน
9	P08-71	การขับเคลื่อนโมเดลเศรษฐกิจ BCG และวิถีชีวิตที่ยั่งยืนบนฐานทรัพยากร จากวาระแห่งชาติสู่การปฏิบัติเชิงพื้นที่ กรณีศึกษา หมู่บ้านคชานุรักษ์ จังหวัดระยอง โดย *เสกสรร กวยะปาณิก ศุภาวีร์ คะลา จักรกฤษณ์ นิตรมร ปราวีณา มณีสุต จินตนา ถิรมงคล ระเบียบ ภูผา เมธา ยังสนอง และ นุชจรี ทีฆะ*
10	P09-136	การประเมินความเต็มใจจ่ายต้นไม้ในเมืองในพื้นที่ "สวนสาธารณะ" กรุงเทพมหานคร โดย *สมพร คำชมภู อารียาพัชร์ เพชรรัตน์ โสภี บริสุทธิ์ อุษารัตน์ เทียนไชย และ ชนิษฐา จันทโชติ*
		สาขาวนผลิตภัณฑ์
11	P10-78	การศึกษาคุณสมบัติไม้พะยูงในแปลงปลูกของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ โดย *แสงระวี สุขีธรรม*
12	P11-86	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบไผ่ซางหม่น โดย *สุดารัตน์ เกาลวณิชย์ และ ชานนท์ วงศ์จำปา*
13	P12-87	การหาปริมาณวิตามินซีและใยอาหารในผงหน่อไม้กิมซุง โดย *สำอาง หมอกขุนทด ประภา บุณยรัตพันธุ์ และ นราวิชญ์ ช่างต่อ*
14	P13-129	การศึกษาธาตุอาหารพืชจากของป่า 7 ชนิด โดย *สุวรรณา เหมือนสอาด อัญชลี กงลา สมุทร จินดาศรี และ ธีระพงษ์ บุญปรก*
		สาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการป่าไม้
15	P14-96	ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้และวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อไม้ของพรรณไม้สกุล *Dalbergia* บางชนิด โดย *สุดารัตน์ ศิริมัณฑนวงศ์ และ บางรักษ์ เชษฐสิงห์*
16	P15-107	การตรวจนับอายุต้นไม้บางชนิดจากเนื้อไม้ กรณีศึกษา กระถินเทพา โดย *บางรักษ์ เชษฐสิงห์*
17	P17-137	การตรวจนับอายุต้นไม้บางชนิดจากโครงสร้างเนื้อไม้ กรณีศึกษา ไม้แดง โดย *บางรักษ์ เชษฐสิงห์*
18	P16-134	Selection of DNA Markers for Haplotype Analysis *of Dalbergia cochinchinensis* Pierre in Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex By *Panida Roongrattanakul Kittiya Singthong Keereeluk Sirikarin Nareerat Thongboonsong Yuwaluk Chanachai and Prin Phunngam*

ลำดับ	รหัสผลงาน	ชื่อผลงาน
		สาขาทรัพยากรชายฝั่งและป่าชายเลน
19	P18-84	การแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบจากเขื่อนหินทิ้ง โดยรั้วดักทราย (Sand fence) โดย *ปริญญา ต้องกระโทก*
		สาขาวนวัฒนวิทยา และเศรษฐกิจการป่าไม้
20	P19-77	สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้มีค่า 3 ชนิดที่ปลูกในสวนป่าในภาคใต้ของประเทศไทย โดย *วรพรรณ หิมพานต์ สุพรณี พวงสุนทร อารียพัชร์ เพชรรัตน์ และ ชนิษฐา จันทโชติ*
21	P20-110	การกระจายของมวลชีวภาพตามระดับความสูงของต้นยูคาลิปตัสสายต้นต่าง ๆ ที่ปลูกในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดย *พรเทพ เหมือนพงษ์ และ นรินธร จำวงษ์*
22	P21-112	ผลเบื้องต้นของการรอดตายและการเติบโตของหอมแก่นจันทน์ 15 สายต้น ที่ปลูกทดลองในพื้นที่ 5 จังหวัด โดย *ชนิษฐา จันทโชติ วรพรรณ หิมพานต์ ดุริยะ สถาพร บางรักษ์ เชษฐสิงห์ เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ และ สมพร คำชมภู*
23	P22-114	การเปรียบเทียบการเติบโตของกล้ากระถินณรงค์หลังจากการใส่เชื้อเห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus*) และเห็ดเผาะหนัง (*Astraeus odoratus*) โดย *ปิติ กาลธิยานันท์ นภาลัย เสมอใจ และ พิสุทธิณี เจริญศรี*
24	P23-139	การวิเคราะห์ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูงร่วมกับกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดพะเยา โดย *สมพร คำชมภู จตุรภัทร ศรีอาคะ อภัชรา เมืองคำ และ สุทัศน์ ตาปัญโญ*
		สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม
25	P24-68	การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการสร้างฝายในพื้นที่ป่าชุมชนโดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้น้ำของชุมชนรอบพื้นที่ป่าชุมชน โดย *นันทนา บุณยานันต์ พิชัย เอกศิริพงษ์ เสกสรร กวยะปาณิก คมสัน เรืองฤทธิ์สาระกุล ปริชาติ เจริญกรุง ชวลิต ศุภสาร และ พนิดา เพชรสุวรรณ*

สารบัญ

	หน้า
สาขาการจัดการทรัพยากรป่าไม้และการมีส่วนร่วมของชุมชน	**1**
ภาคบรรยาย	
ความหลากชนิดของพรรณไม้และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยอง *รักษ์สกุล อิงนิ่ม พิชิต ลำใย วรรณธิดา แสนศิริ และ จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข*	3
สมบัติดินในสวนชาเมี่ยง จังหวัดน่านและจังหวัดแพร่ *สุทธิดา ยอดแก้ว ธนากร ลัทธิถีระสุวรรณ ฑีฆา โยธาภักดี ธัญรัตน์ เชื้อสะอาด ศิริรัตน์ สมประโคน อลิษา อินจันทร์ และ เพ็ญพิลัย เปี่ยนคิด*	12
การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยแบบจำลอง MexEnt *รติมา ลักษณะมาพันธ์ กอบศักดิ์ วันธงไชย และ นิตยา เมี้ยนมิตร*	21
การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยแบบจำลอง MaxEnt *นิวัฒน์ แดงลาด กอบศักดิ์ วันธงไชย พิชิต ลำใย และ นิตยา เมี้ยนมิตร*	31
โครงการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านอาหารและยาจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ฝางครบวงจร และการใช้ประโยชน์ไม้ป่าเบื้องต้นที่ปลูกในระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) *รักษา สุนินทบูรณ์*	42
ภาคโปสเตอร์	
การประเมินความเต็มใจจ่ายต้นไม้ในเมืองในพื้นที่ "สวนสาธารณะ" กรุงเทพมหานคร *สมพร คำชมภู อารียาพัชร์ เพชรรัตน์ โสภี บริสุทธิ์ อุษารัตน์ เทียนไชย และ ชนิษฐา จันทโชติ*	51
สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม	**61**
ภาคบรรยาย	
รูปแบบการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก ภายใต้การให้ปริมาณน้ำ และจำนวนหน่อเริ่มปลูกที่แตกต่างกัน *วนิดา ปัญญา วิชญ์ภาส สังพาลี สุธีระ เหิมฮึก เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และ ปัญญารัตน์ ปัญญาเกียรติสิริ*	63
ผลของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยสนสามใบในแต่ละช่วงอายุต่อสมบัติดินทางอุทกวิทยาบางประการ จังหวัดเชียงใหม่ *มานพ แก้วฟู สุจิรา ศรสูงเนิน และ สมชาย อ่อนอาษา*	71

สารบัญ

หน้า

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก จังหวัดปราจีนบุรี 83
วันเพ็ญ ก้านอินทร์ ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ อนิศรา เพ็ญสุข ติ๊บแก้ว และ บุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า 98
โดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน
สร้อยใหม่ ศรีจันทร์ ปิยพงษ์ ทองดีนอก และ นฤมล แก้วจำปา

การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 110
จากฐานข้อมูล CMIP 5 ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน
อมรรัตน์ คงกระจ่าง ปิยพงษ์ ทองดีนอก และ นฤมล แก้วจำปา

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินของป่าเขตร้อน บริเวณ 122
พื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา
สิรภัทร ศิริรักษ์ นฤมล แก้วจำปา ปิยพงษ์ ทองดีนอก และ สุรชิต แวงโสธรณ์

สาขานิเวศวิทยาป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพ 133

ภาคบรรยาย

องค์ประกอบและความหลากชนิดของกล้าไม้ต้นในป่าเต็งรัง บริเวณกลุ่มป่าตะวันตกของประเทศไทย 135
คณิศร โชติวุฑฒากร ภาณุมาศ ลาดปาละ วงศธร พุ่มพวง
ฉันทนา วรกำพล เพ็ญภัสสร เสมอใจ และ ขวัญชนก ทองจาด

โครงสร้างป่าและองค์ประกอบของสังคมพืชในสวนป่าไม้โตเร็ว อายุ 35 ปี 146
ภายหลังการปลูกฟื้นฟูในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา)
ดุริยะ สถาพร และ เจษฎา วงค์พรหม

เปรียบเทียบแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย 158
เจษฎา หนูวงค์ พิสุทธิ์ นาคหมื่นไวย ปานวริศร์ ปานศรี วรงค์ สุขเสวต
อิงอร ไชยเยศ และ ประทีป ด้วงแค

การศึกษาเปรียบเทียบอาหารระหว่างกบทูด (*Limnonectes blythii*) และ 168
กบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ (*Limnonectes taylori*) ในประเทศไทย
ชญานี รักนิ่ม เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์ ณัฐชภัทร โอทอง ปานวริศร์ ปานศรี
ยุวดี พลพิทักษ์ วรงค์ สุขเสวต ฉัตรพรรษ พงษ์เจริญ กุศล ตั้งใจพิทักษ์
วัฒนชัย ตาเสน ยอดชาย ช่วยเงิน และ ประทีป ด้วงแค

สารบัญ

หน้า

ภาคโปสเตอร์

วิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์พันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจ ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด จังหวัดสุราษฎร์ธานี 178
ปรียานันท์ เมืองแสน ขวัญชัย เจริญกรุง อภิวัฒน์ เอื้ออารีเลิศ วิเชียร จั่นจำรูญ ชญานันท์ พลยูง และ กวิสรา ศรีทอง

ชีววิทยาบางประการของฟ้ามุ่ยน้อย กล้วยไม้ใกล้สูญพันธุ์ในประเทศไทย 189
เครือวัลย์ พิพัฒน์สวัสดิกุล ภาณุมาศ ลาดปาละ และ อนุพันธ์ กงบังเกิด

การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ครั่ง กรณีศึกษา: การเปรียบเทียบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งในท้องที่ต่าง ๆ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อลิปสติกสีครั่ง 199
ณรัฐนันทน์ สุวรรณผ่อง และ ศศิธร สุขสบาย

แมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูงบริเวณสวนป่าในประเทศไทย 207
นภาลัย เสมอใจ ขวัญชัย เจริญกรุง จิตติมา อยู่หาญ สุพีร์ญา วิลาศ ปรียากรณ์ กล้าใจ อุทัย ขวัญไพโรจน์กิจ และ อนิรุต พลฤทธิ์

ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดโรคพืชในการป้องกันกำจัดโรคของกล้าพะยูง 219
อินทิรา พันธาสุ เจนวิชญ์ พฤฑฒิกุล น้ำตาล คุ้มตะโก และ พจนีย์ ยิ่งคุ้ม

ความหลากหลายและพฤติกรรมของแมลงผสมเกสรดอกพะยูงในสวนป่า 229
วีรณา สมพีร์วงศ์ ประสิทธิ์ วงษ์พรม จิดาภา แสงสุริยา ชลดา พรจ่าย และ สนั่น หมัดสี๊ะ

อิทธิพลของวัสดุเพาะและวัสดุปลูกที่มีผลต่อเวลางอกและการเจริญเติบโตของสาวสนมดงนาทาม 239
สุวรรณา ขวาของ นันท์สินีย ปราศภัย และ วรดลต์ แจ่มจำรูญ

สาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการป่าไม้ **247**

ภาคบรรยาย

การพัฒนาวิสาหกิจชุมชนต้นแบบการจัดการผลผลิตไม้ฝางครบวงจร 249
รักษา สุนินทบูรณ์ และ วชิราภรณ์ สุบินนาม

ภาคโปสเตอร์

ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้และวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อไม้ของพรรณไม้สกุล *Dalbergia* บางชนิด 257
สุดารัตน์ ศิริมัณฑนวงศ์ และ บางรักษ์ เชษฐสิงห์

สารบัญ

หน้า

การตรวจนับอายุต้นไม้บางชนิดจากเนื้อไม้ กรณีศึกษา ไม้กระถินเทพา 266
บางรักษ์ เชษฐสิงห์

การตรวจนับอายุต้นไม้บางชนิดจากโครงสร้างเนื้อไม้ กรณีศึกษา ไม้แดง 276
บางรักษ์ เชษฐสิงห์

Selection of DNA Markers for Haplotype Analysis *of Dalbergia cochinchinensis* Pierre in Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex 282
Panida Roongrattanakul Kittiya Singthong Keereeluk Sirikarin Nareerat Thongboonsong Yuwaluk Chanachai and Prin Phunngam

สาขาวนผลิตภัณฑ์ **287**

ภาคบรรยาย

กรรมวิธีการผลิตและคุณสมบัติไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่น 289
ปิยะวดี บัวจงกล และ วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์

ภาคโปสเตอร์

การศึกษาคุณสมบัติไม้พะยูงในแปลงปลูกของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ 296
แสงระวี สุขีธรรม

สาขาวนวัฒนวิทยาและเศรษฐกิจการป่าไม้ **303**

ภาคบรรยาย

การควบคุมผสมเกสรแบบข้ามของพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซีย 305
อุษารัตน์ เทียนไชย และ นรินทร์ เทศสร

คุณสมบัติของดินในระบบวนเกษตรรูปแบบสวนหลังบ้านจังหวัดแพร่และจังหวัดเชียงใหม่ 311
ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ

สมบัติดินหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรบ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ 323
ศิริรัตน์ สมประโคน ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ ฑีฆา โยธาภักดี อิสรีย์ ฮาวปินใจ สุทธิดา ยอดแก้ว และ เพ็ญพิลัย เปี่ยนคิด

ภาคโปสเตอร์

สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้มีค่า 3 ชนิดที่ปลูกในสวนป่าในภาคใต้ของประเทศไทย 333
วรพรรณ หิมพานต์ สุพรณี พวงสุนทร อารียพัชร์ เพชรรัตน์ และ ชนิษฐา จันทโชติ

สารบัญ

หน้า

ผลเบื้องต้นของการรอดตายและการเติบโตของหอมแก่นจันทน์ 15 สายต้น ที่ปลูกทดลองในพื้นที่ 5 จังหวัด 344
ชนิษฐา จันทโชติ วรพรรณ หิมพานต์ ดุริยะ สถาพร บางรักษ์ เชษฐสิงห์ เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ และ สมพร คำชมภู

การเปรียบเทียบการเติบโตของกล้ากระถินณรงค์หลังจากการใส่เชื้อเห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus*) และเห็ดเผาะหนัง (*Astraeus odoratus*) 352
ปิติ กาลธิยานันท์ นภาลัย เสมอใจ และ พิสุทธิณี เจริญศรี

การวิเคราะห์ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูงร่วมกับกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดพะเยา 361
สมพร คำชมภู จตุรภัทร ศรีอาคะ อภัชรา เมืองคำ และ สุทัศน์ ตาปัญโญ

สาขาอุทยาน พื้นที่คุ้มครอง ป่านันทนาการ และการท่องเที่ยว 371

ภาคบรรยาย

ความรู้และความพึงพอใจต่อการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ 373
มาติกา สุดสาคร รัชนู เกิดเชิดชู อภินันท์ ขอพร ปรีดาภรณ์ คำที ประเสริฐ เพ็ชรผจญ และ พัชรกิติ เพ็งสกุล

สาขาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภาคป่าไม้ 381

ภาคบรรยาย

การกักเก็บคาร์บอนของไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don) ในแปลงตัวอย่างถาวร ป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 383
กุลวนิษฐ์ ดีแก้ว สว่างพงษ์ วรรณมณี และ ทิพย์สุคนธ์ พงศ์สวัสดิ์

การใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ ในอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ 394
กรองแก้ว เล่งอี้ วันชัย อรุณประภารัตน์ และ ดำรง พิพัฒนวัฒนากุล

ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสังคมพืชป่าสนในพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทย 405
นิรันดร์รัตน์ ป้อมอิ่ม ณัฐเกียรติ ผดุงกมล ธนกร เชื่อนเสน และ ขวัญสุภา ศรีสมบัติ

เปรียบเทียบผลการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ต้นด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ใช้และไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ กรณีศึกษากลุ่มป่าแก่งกระจาน 414
ธรรมนูญ เต็มไชย

สารบัญ

	หน้า
สาขาทรัพยากรชายฝั่งและป่าชายเลน	**425**
ภาคบรรยาย	
การประเมินความเปราะบางทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน: กรณีศึกษาพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดกระบี่ *สุชาติ แย้มปราสัย*	427

สาขาการจัดการทรัพยากรป่าไม้และการมีส่วนร่วมของชุมชน

ความหลากชนิดของพรรณไม้และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยอง

Tree Species Diversity and Carbon Stock Above Ground Biomass in Rayong Field Crops Research Center

รักษ์สกุล อิงนิ่ม[1*] พิชิต ลำใย[1] วรรณธิดา แสนศิริ[2] และ จิณณจาร์ หาญเศรษฐสุข[3]

Ruksakul Ingnim[1*], Pichit Lamyai[1] Wanthida Sansiri[1] and Jinnaja Hansethasuk[1]

[1]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

[2]เทศบาลเมืองมาบตาพุด ระยอง 21150

[2]Maptaphut Town Municipality Rayong 21150

[3]ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ระยอง 21150

[3]Rayong Field Crops Research Center Rayong 21150

*Corresponding Author; E-mail: **ruksakull85@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยอง ครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้และเพื่อศึกษาการหามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ที่อยู่ในศูนย์วิจัยพืชไร่ จังหวัดระยอง บนพื้นที่ป่าขนาด 58 ไร่ โดยการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20x50 เมตร จำนวน 5 แปลง โดยในแต่ละแปลงแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลของไม้ต้นและแปลงขนาด 4x4 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลของไม้รุ่น วาดโครงสร้างด้านตั้งและการปกคุลมเรือนยอด

ผลการศึกษาพบว่า ในบริเวณพื้นที่ศึกษาพบพรรณไม้ทั้งหมด จำนวน 580 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 402 ต้น และไม้รุ่น 178 ต้น จาก 15 วงศ์ จำแนกเป็น 31 ชนิด โดยพรรณไม้ที่มีอยู่ในพื้นที่มากที่สุด คือ วงศ์ถั่ว (Fabaceae) มีค่าความหลากชนิด มีค่าเท่ากับ 2.54 โดย ข่อย มะฮอกกานีใบใหญ่ และนนทรีป่า เป็นชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด 3 อันดับแรก มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้เท่ากับ ร้อยละ 52.46, 39.04 และ 29.21 ตามลำดับ มีปริมาณมวลชีวภาพในภาพรวม เท่ากับ 275.13 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 204.05, 67.24 และ 3.83 ตันต่อเฮกตาร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเท่ากับ 129.31 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นการกักเก็บคาร์บอนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 95.90, 31.60 และ 1.80 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์

คำสำคัญ: ความหลากหลายทางชีวภาพ มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน ศูนย์วิจัยพืชไร่ ระยอง

ABSTRACT

The objectives of the study on Tree Species diversity and carbon storage in over ground biomass at Rayong Field Crops Research Center was to study Tree Species diversity, estimate the biomass and evaluate the total quantity of carbon stored in 58 rai of forest at Rayong Field Crops Research Center by sampling the 20x50 meter for 5 plots, Each plot is divided into 10x10 meter sub-plots to collect data on tree and 4x4 meter plots to collect data on sapling for profile diagram and crown cover diagram.

The results qualify that, there are 580 plants in total, 402 of them classify as a tree and 178 classify as a sapling. Moreover, all of that amount can classify in 15 families, 31 species The most common plant found in this study area is the plants in the family Fabaceae which diversity index is 2.54 *Streblus asper Swietenia macrophylla and Peltophorum dasyrrhachis* are in the first

to third place on a list of plants that have the highest importance value index (IVI) of 52.46, 39.04 and 29.21 % respectively. The quantity of average total biomass in the study area is 275.13 tons per hectare, separated into the biomass of stem, branch and leaf for 204.05, 67.24 and 3.83 tons per hectare. The quantity of average total carbon storage in the study area is 129.31 tons per hectare, separated carbon storage of stem, branch and leaf, there are 95.90, 31.60 and 1.80 tons per hectare.

Keywords: Biodiversity, Biomass, Carbon Stock, Agronomy Research Center, Rayong

คำนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันปัญหาภาวะโลกร้อนมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีสาเหตุมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศอันเป็นการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การขนส่ง การทำอุตสาหกรรม และการทำเกษตรกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ตามมามากมายคือ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล เนื่องจากธารน้ำแข็งละลาย สัตว์สายพันธุ์ต่าง ๆ เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์มากขึ้น และเกิดความสูญเสียด้านความหลากหลายทางชีวภาพ (Greenpeace Thailand, 2022) ต้นไม้มีความสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศ โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงและนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (Timilsina *et al.,* 2014)

ความหลากหลายทางชีวภาพเป็นผลผลิตจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีคุณค่าและความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ที่ใดมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ที่นั่นย่อมมีความสลับซับซ้อน และมีเสถียรภาพสูงไปด้วย มีสิ่งมีชีวิตมากมายหลากชนิดที่สามารถกระจายพันธุ์ไปได้ทั่วโลก แต่มีอีกหลายชนิดที่กระจายพันธุ์ได้อย่างจำกัด มนุษย์ได้รับประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพในด้านต่าง ๆ เช่น การแพทย์ การเกษตร และการอุตสาหกรรม (นิวัติ, 2556)

ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยองตั้งอยู่ที่ ถนนสุขุมวิท ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง มีหน้าที่ศึกษาค้นคว้าวิจัยแบบครบทุกสาขาในพืชกำหนด คือ มันสำปะหลังและวิจัยพืชเศรษฐกิจอื่นในภาคตะวันออก ได้แก่ อ้อย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วลิสง ฝ้าย และข้าวโพดฝักสด เป็นต้น ซึ่งภายในศูนย์มีบริเวณพบต้นไม้ขนาดใหญ่ที่เก็บรักษามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2499 บนเนื้อที่ 58 ไร่ และมีต้นไม้หลากหลายชนิด ซึ่งมีคุณค่าต่อสิ่งแวดล้อมและผู้ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ (ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, 2562)

เทศบาลเมืองมาบตาพุด ตั้งอยู่บนเส้นแบ่งเขตอำเภอเมืองระยองกับอำเภอนิคมพัฒนา มีพื้นที่ครอบคลุม 5 ตำบล ได้แก่ ตำบลมาบตาพุด ตำบลห้วยโป่ง และพื้นที่บางส่วนของตำบลต่าง ๆ ได้แก่ ตำบลมาบข่า ตำบลทับมา ตำบลเนินพระ และมีเกาะ 1 เกาะ คือ เกาะสะเก็ด มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 165.565 ตารางกิโลเมตร (เทศบาลเมืองมาบตาพุด, 2561) ทางเทศบาลเมืองมาบตาพุด ต้องการอนุรักษ์ต้นไม้ดังกล่าวในศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยอง และเพื่อจัดตั้งเป็นศูนย์เรียนรู้ จึงมีการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนดำเนินการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สายวัดตัว
2. เครื่องมือวัดความสูง Haga Altimeter
3. เทปวัดระยะความยาว 30 เมตร และ 50 เมตร
4. แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลภาคสนาม / ปากกา
5. กระดาษกราฟสำหรับวาด Profile Diagram
6. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล/โปรแกรม Google Earth Pro

7. เครื่องระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS)

วิธีการ

1. จัดเตรียมแผนที่สำหรับสำรวจภาคสนามและวางแผนการสำรวจ ทำการเลือกโดยการสุ่มและคำนึงถึงความสะดวกในการเข้าพื้นที่ โดยใช้โปรแกรม QGIS

2. วางแปลงตัวอย่างขนาด 20x50 เมตร จำนวน 6 แปลง แล้วทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร และ 4x4 เมตร

3. เก็บข้อมูลของพรรณไม้ต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากกว่า 4.5 เซนติเมตร โดยเก็บข้อมูลชนิดไม้ต้น จำนวนและข้อมูลการเติบโต ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงในแปลง 10x10 เมตร

4. เก็บข้อมูลของพรรณไม้รุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร โดยเก็บข้อมูลชนิดไม้รุ่นในแปลงขนาด 4x4 เมตร

5. การจัดทำโครงสร้างด้านตั้งและการปกคลุมเรือนยอด โดยการเลือกแปลงตัวอย่างขนาด 10x50 เมตร ที่เป็นตัวแทนที่ดีของแปลง (ดวงใจ และคณะ, 2558)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ดัชนีความหลากชนิดของพรรณไม้ในบริเวณพื้นที่ของศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยองที่ได้พบไม้หลากหลายสายพันธุ์และต้นไม้ขนาดใหญ่ที่เก็บรักษามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2499 บนเนื้อที่ 58 ไร่ โดยสำรวจจำนวนและชนิดพันธุ์ไม้

โดยใช้ค่าดัชนีความหลากหลายของ (Shannon & Weaver, 1949) ตามสูตรดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} ((pi)\ln pi)$$

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากหลาย

pi = อัตราส่วนของจำนวนในชนิดที่ i ต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมด เมื่อ i = 1, 2, 3,..., s

S = จำนวนชนิดทั้งหมดที่พบในการสำรวจ

โดยค่า H' จะอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 5 ซึ่งหากมีค่าเท่ากับ 0 จะหมายถึง มีจำนวนชนิดในสังคมเพียงแค่ชนิดเดียว และหากมีค่าเท่ากับ 5 จะหมายถึง มีจำนวนชนิดในสังคมหลายชนิด (มีความหลากหลายมาก)

2. วิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (importance value index; IVI) เป็นผลรวมของความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ (ดอกรัก และอุทิศ, 2552) ตามสูตรดังนี้

$$IVI = RD + RF + RDo$$

โดยที่ IVI = ค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้

RD = ความหนาแน่นสัมพัทธ์

RF = ความถี่สัมพัทธ์

RDo = ความเด่นสัมพัทธ์

3. วิเคราะห์มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยืนต้นในพื้นที่ของศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยองโดยอาศัยความสัมพันธ์ในรูปสมการแอลโลเมตรี (Table 1)

Table 1 Allometric Equations Aboveground Biomass

Type	Equations	References
Mixed deciduous forest, Deciduous forest	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$ $W_b = 0.003487 (D^2H)^{1.0270}$ $W_l = (28/W_{tc}+0.025)^{-1}$ $W_t = W_S + W_b + W_l$	Ogawa *et al.* (1965)
Dry evergreen forest, Evergreen forest	$W_S = 0.0509 (D^2H)^{0.919}$ $W_b = 0.00893 (D^2H)^{0.977}$ $W_l = 0.0140 (D^2H)^{0.669}$ $W_t = W_S + W_b + W_l$	Tsutsumi *et al.* (1983)
Evergreen rain forest	$W_S = 0.0369 (D^2H)^{0.9326}$ $W_b = 0.006003 (D^2H)^{1.0270}$ $W_l = (28/W_{tc}+0.025)^{-1}$ $W_t = W_S + W_b + W_l$	Ogawa *et al.* (1965)

Remarks: W_S = Biomass of stem (kg); W_b = Biomass of branch (kg); W_l = Biomass of stem (kg); W_{tc} = Biomass of stem + Biomass of branch (kg); W_t = Total biomass; D = Diameter at breast height (cm); H = Tree height (m)

4. ประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากค่ามวลชีวภาพที่ได้จากสมการแอลโลเมตริก (Allometric equation) คูณกับ 0.47 (โดยที่ 0.47 เป็นค่า conversion factor) ซึ่งน้ำหนักของเนื้อไม้ หรือมวลชีวภาพ จะมีปริมาณคาร์บอนสะสมอยู่ประมาณร้อยละ 47 (IPCC, 2006)

ผลและวิจารณ์

ความหลากชนิดและองค์ประกอบของพรรณไม้พื้นที่ป่าของศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยองที่ได้พบไม้หลากชนิดไม้ขนาดใหญ่ที่เก็บรักษามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2499 บนเนื้อที่ 58 ไร่ พื้นที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบบางพื้นที่มีความลาดชันเล็กน้อย และมีบึงน้ำอยู่ตรงกลางพื้นที่ พบต้นไม้ทั้งหมด 580 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 402 ต้น และไม้รุ่น 178 ต้น มีความหนาแน่นของต้นไม้ เท่ากับ 1,160 ต้น/เฮกตาร์ (185.6 ต้น/ไร่) จำแนกเป็นความหนาแน่นของไม้ต้นเท่ากับ 804 ต้น/เฮกตาร์ (128.64 ต้น/ไร่) และความหนาแน่นของไม้รุ่นเท่ากับ 356 ต้น/เฮกตาร์ (56.96 ต้น/ไร่)

พื้นที่ของแปลงที่ 1 มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบพบต้นไม้จำนวน 52 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 48 ต้น ไม้รุ่น 4 ต้น โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 520 ต้น/เฮกตาร์ (83.2 ต้น/ไร่) มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 28.32 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 14.69 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 101.91 เซนติเมตร และ 4.39 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูงมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 34 เมตร และ 3.2 เมตร ตามลำดับ มีการปกคลุมของเรือนยอดหนาแน่น

พื้นที่ของแปลงที่ 2 มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบพบต้นไม้จำนวน 78 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 45 ต้น ไม้รุ่น 33 ต้น โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 780 ต้น/เฮกตาร์ (124.8 ต้น/ไร่) มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 11.64 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 8.69 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 73.25 เซนติเมตร และ 1.08 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูงมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 29.2 เมตร และ 2 เมตร ตามลำดับ มีการปกคลุมของเรือนยอดหนาแน่น

พื้นที่ของแปลงที่ 3 มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบพบต้นไม้จำนวน 99 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 76 ต้น ไม้รุ่น 23 ต้น โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 990 ต้น/เฮกตาร์ (158.4 ต้น/ไร่) มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

เท่ากับ 10.02 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 9.03 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 51.27 เซนติเมตร และ 2.96 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูงมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 21 เมตร และ 2.5 เมตร ตามลำดับ มีการปกคลุมของเรือนยอดหนาแน่น

พื้นที่ของแปลงที่ 4 มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบพบต้นไม้จำนวน 218 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 119 ต้น ไม้รุ่น 99 ต้น โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 2,180 ต้น/เฮกตาร์ (348.8 ต้น/ไร่) มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 8.77 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 8.94 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 99.68 เซนติเมตร และ 1.21 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูงมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 32.5 เมตร และ 1.5 เมตร ตามลำดับ มีการปกคลุมของเรือนยอดหนาแน่นในบางส่วน และบางส่วนมีการปกคลุมของเรือนยอดน้อย

พื้นที่ของแปลงที่ 5 พื้นที่แปลงมีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบพบต้นไม้จำนวน 133 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 114 ต้น ไม้รุ่น 19 ต้น โดยมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1,330 ต้น/เฮกตาร์ (212.8 ต้น/ไร่) มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 14.26 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 12.50 เมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 148.09 เซนติเมตร และ 1.75 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูงมากสุดและต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 29 เมตร และ 2 เมตร ตามลำดับ มีการปกคลุมของเรือนยอดหนาแน่น (Figure 1)

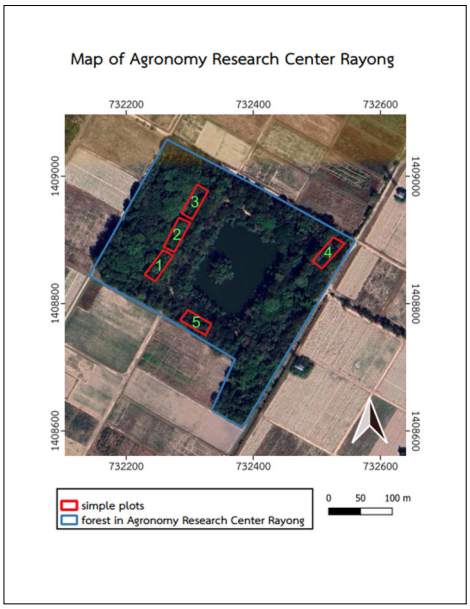


Figure 1 Map of forest in Rayong Field Crops Research Center and simple plots

การศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้ มีค่าเท่ากับ 2.54 แสดงว่ามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในพื้นที่ป่าของศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยองในอยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ พบว่าพรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุดคือ ข่อย (*Streblus asper*) มีค่าเท่ากับ 52.46 รองลงมาคือ มะฮอกกานีใบใหญ่ (*Swietenia macrophylla*) มีค่าเท่ากับ 39.04 นนทรีป่า (*Peltophorum dasyrrhachis*) มีค่าเท่ากับ 29.21 ขี้เหล็กอเมริกัน (*Senna spectabilis*) มีค่าเท่ากับ 25.20 และพลับพลา (*Microcos paniculata*) มีค่าเท่ากับ 18.41 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Importance value index of agronomy research center Rayong province.

No.	Species.	RD	RF	RDo	IVI
1	*Streblus asper*	22.41379	7.46269	22.57915	52.46
2	*Swietenia macrophylla*	24.82759	2.98507	11.22321	39.04
3	*Peltophorum dasyrrhachis*	4.13793	7.46269	17.60784	29.21
4	*Senna spectabilis*	5.51724	4.47761	15.20898	25.20
5	*Microcos paniculata*	8.44828	5.97015	3.98662	18.41
6	*Pterocarpus macrocarpus*	3.79310	5.97015	7.11877	16.88
7	*Azadirachta excelsa*	3.62069	4.47761	5.66010	13.76
8	*Dipterocarpus alatus*	2.58621	4.47761	5.72082	12.78
9	*Lagerstroemia duperreana*	4.48276	2.98507	1.90953	9.38
10	*Shorea talura*	1.72414	2.98507	3.72876	8.44
11	*Delonix regia*	2.93103	4.47761	0.93684	8.35
12	*Lagerstroemia loudonii*	2.24138	4.47761	0.41992	7.14
13	*Syzygium claviflorum*	2.41379	4.47761	0.06767	6.96
14	*Leucaena leucocephala*	1.55173	4.47761	0.15771	6.19
15	*Mimusops elengi*	0.51724	4.47761	0.06307	5.06
16	*Acacia mangium*	0.68966	2.98507	0.89437	4.57
17	*Alangium salviifolium*	2.06897	1.49254	0.96896	4.53
18	*Sindora siamensis*	1.03448	2.98507	0.50512	4.52
19	*Hopea ferrea*	0.68966	2.98507	0.01500	3.69
20	*Dalbergia nigrescens*	0.34483	1.49254	0.59915	2.44
21	unkown	0.68966	1.49254	0.18941	2.37
22	*Holoptelea integrifolia*	0.86207	1.49254	0.01334	2.37
23	*Tamarindus indica*	0.51724	1.49254	0.35709	2.37
24	*Tectona grandis*	0.34483	1.49254	0.03941	1.88
25	*Sandoricum koetjape*	0.34483	1.49254	0.00267	1.84
26	*Litsea glutinosa*	0.34483	1.49254	0.00227	1.84
27	*Cassia fistula*	0.17241	1.49254	0.01088	1.68
28	*Phoebe paniculata*	0.17241	1.49254	0.00987	1.67
29	*Dipterocarpus tuberculatus*	0.17241	1.49254	0.00305	1.67
30	*Suregada multiflora*	0.17241	1.49254	0.00039	1.67
31	*Garcinia cowa*	0.17241	1.49254	0.00003	1.66
	Sum.	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอน พบว่าแปลงที่ 1 มีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ย 457.72 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 342.90 108.85 และ 5.97 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุดคือ นนทรีป่า รองลงมา คือ พะยอม (*Shorea talura* Roxb.) ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don) ตามลำดับ และหว้าหิน (*Syzygium claviflorum* (Roxb.) A.M.Cowan & Cowan.) มีมวลชีวภาพน้อยที่สุด มีการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 215.13 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์

จำแนกเป็นการกักเก็บคาร์บอนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 161.16 51.16 และ 2.81 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดคือ นนทรีป่า รองลงมา คือ พะยอม ยางนา ตามลำดับ และหว้าหินมีการกักเก็บคาร์บอนน้อยที่สุด

แปลงที่ 2 พบว่ามีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ย 164.73 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 121.57 40.75 และ 2.42 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุดคือ นนทรีป่า รองลงมา คือ ยางนา ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana* Pierre ex Gagnep. var. duperreana) ตามลำดับ และหว้าหินมีมวลชีวภาพน้อยที่สุด มีการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 77.43 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นการกักเก็บคาร์บอนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 57.14 19.15 และ 1.14 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดคือ นนทรีป่า รองลงมา คือ ยางนา ตะแบกเปลือกบาง ตามลำดับ และหว้าหินมีการกักเก็บคาร์บอนน้อยที่สุด

แปลงที่ 3 พบว่ามีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ย 77.88 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 61.05 15.10 และ 1.73 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุดคือ มะขาม (*Tamarindus indica* L.) รองลงมา คือ ข่อย ไม่สามารถระบุชนิดได้ ตามลำดับ และตะเคียนหิน (*Hopea ferrea* Laness.) มีมวลชีวภาพน้อยที่สุด มีการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 36.61 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นการกักเก็บคาร์บอนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 28.69 7.10 และ 0.82 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดคือ มะขาม รองลงมา คือ ข่อย ไม่สามารถระบุชนิดได้ ตามลำดับ และตะเคียนหินมีการกักเก็บคาร์บอนน้อยที่สุด

แปลงที่ 4 พบว่ามีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ย 337.81 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 240.02 93.58 และ 4.20 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุดคือ ยางนา รองลงมา คือ ประดู่ป่า มะค่าแต้ (*Sindora siamensis* Miq.) ตามลำดับ และตะเคียนหินมีมวลชีวภาพน้อยที่สุด มีการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 158.77 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นการกักเก็บคาร์บอนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 112.81 43.98 และ 1.98 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดคือ ยางนา รองลงมา คือ ประดู่ป่า มะค่าแต้ ตามลำดับ และตะเคียนหินมีการกักเก็บคาร์บอนน้อยที่สุด

แปลงที่ 5 พบว่ามีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ย 337.50 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 254.72 77.94 และ 4.84 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุดคือ ฉนวน (*Dalbergia nigrescens* Kurz) รองลงมา คือ กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd) สะเดาเทียม (*Azadirachta excelsa* (Jack) Jacobs) ตามลำดับ และหมีเหม็น (*Litsea glutinosa* (Lour.) C.B. Rob.) มีมวลชีวภาพน้อยที่สุด มีการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 158.63 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นการกักเก็บคาร์บอนของลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 119.72 36.63 และ 2.27 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และไม้ต้นที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุดคือ ฉนวน รองลงมา คือ กระถินเทพา สะเดาเทียม ตามลำดับ และหมีเหม็นมีการกักเก็บคาร์บอนน้อยที่สุด

ชนิดของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างทั้ง 5 แปลง ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก แต่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง มีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงเพิ่มขึ้นค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยภาพรวมจากการใช้สมการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้นรวมทั้ง 5 แปลงในพื้นที่ป่าของศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยองมีค่ามวลชีวภาพ เท่ากับ 275.13 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 204.05 67.24 และ 3.83 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 129.31 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 95.90 31.60 และ 1.80 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งไม่สอดคล้องกับ วัดหนองจระเข้ จังหวัดระยอง (2557) ซึ่งมีค่าการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 2.197 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ไม่สอดคล้องเนื่องจากมีความแตกต่างกันของอายุต้นไม้ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย และความสูงเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดทำให้ค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมีความแตกต่างกัน

สรุป

การศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยองบนเนื้อที่ 58 ไร่ พื้นที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบบางพื้นที่มีความลาดชันเล็กน้อย และมีบึงน้ำอยู่ตรงกลาง พบต้นไม้ทั้งหมด 580 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 402 ต้น และไม้รุ่น 178 ต้น

มีค่าความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพันธุ์ มีค่าเท่ากับ 2.54 พบพรรณไม้ทั้งหมด 580 ต้น จาก 15 วงศ์ จำแนกเป็น 31 ชนิด และมี 1 ชนิดที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ โดยพรรณไม้ที่มีอยู่ในพื้นที่มากที่สุด คือ วงศ์ Fabaceae มีจำนวน 7 ชนิด รวม 78 ต้น ได้แก่ ขี้เหล็กอเมริกัน 32 ต้น ประดู่ป่า 22 ต้น กระถินยักษ์ 9 ต้น มะค่าแต้ 6 ต้น กระถินเทพา 4 ต้น มะขาม 3 ต้น และฉนวน 2 ต้น พรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุดคือ ข่อย มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 52.46 รองลงมา ได้แก่ มะฮอกกานีใบใหญ่ มีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 39.04

มีปริมาณมวลชีวภาพในภาพรวมเฉลี่ย เท่ากับ 275.13 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 204.05 67.24 และ 3.83 ตันต่อเฮกตาร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในภาพรวมเฉลี่ยเท่ากับ 129.31 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นมวลชีวภาพลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 95.90 31.60 และ 1.80 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์

คำนิยม

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. พิชิต ลำใย ที่ให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าวิจัย และสละเวลาในการแก้ไข้ข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ตั้งแต่ต้นจนถึง สัมมนาเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณเทศบาลเมืองมาบตาพุดที่ให้ความช่วยเหลือในการอำนวยความสะดวกในการไปเก็บข้อมูล และขอขอบคุณทางศูนย์วิจัยพืชไร่จังหวัดระยองที่กรุณาให้ความร่วมมือในการเข้าไปใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ดอกรัก มารอด และ อุทิศ กุฏอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ.

เทศบาลเมืองมาบตาพุด. 2561. **ข้อมูลสภาพทั่วไป**. แหล่งที่มา: http://www.mtp.go.th/public, 23 กุมภาพันธ์ 2566.

นิวัติ เรืองพานิช. 2556. **ป่าและการป่าไม้ในประเทศไทย**. กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัดหนองจระเข้. 2557. **เอกสารการรับรองปริมาณก๊าซเรือนกระจก**. แหล่งที่มา: https://ghgreduction.tgo.or.th/th, 23 กุมภาพันธ์ 2566.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2562. **ประวัติศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง.** แหล่งที่มา: https://www.doa.go.th, 23 กุมภาพันธ์ 2566.

Greenpeace Thailand. 2022. **รายงานการประเมินฉบับที่ 3 ของ IPCC**. แหล่งที่มา: https://www.greenpeace.org/thailand/ 8 สิงหาคม 2565.

IPCC. 2006. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. International Panel on Climate Change. IGES, Japan.

Ogawa, H. 1965. An attempt at classifying forest types based on the relationship between tree height and DBH, pp. 3 - 17. *In* T. Kira, ed. **Comparative study of primary productivity of forest ecosystem.**

Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. **The mathematical theory of communication**. Urbana, Univ. of Ill. Press.

Timilsina, N., Staudhammer, L.C., Escobedo, J., Escobedo, F.J. and Lawrence, A. 2014. Tree biomass, wood waste yield, and carbon storage changes in an urban forest. **Landscape and Urban Planning** 127: 18–27.

Tsutsumi, T., Yoda, K., Sahunalu, P., Dhanmanonda, P. and Prachaiyo, B. 1983. **Forest: Felling, Burning and Regeneration,** pp. 13-62. *In* K. Kyuma and C. Pairintra, eds. Shifting cultivation. Tokyo.

สมบัติดินในสวนชาเมี่ยง จังหวัดน่านและจังหวัดแพร่
Soil Properties of Miang Tea Gardens (*Camellia sinensis* var. *assamica*) in Nan and Phrae province

สุทธิดา ยอดแก้ว[1*] ธนากร ลัทธิถีระสุวรรณ[1] ทีฆา โยธาภักดี[2] ธัญรัตน์ เชื้อสะอาด[3]
ศิริรัตน์ สมประโคน[1] อลิษา อินจันทร์[4] และ เพ็ญพิลัย เปี่ยนคิด[1]
Sutthida Yotkaew[1*] Thanakorn Lattirasuvan[1] Teeka Yothapakdee[2] Thanyarat Chuesaard[3]
Sirirat Somprakon[1] Alisa Injan and Penpilai Piankhit[1]
[1]สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 55140
[1]Forest Management, Maejo University Phrae Campus, Phrae 54140
[2]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์เพื่อการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[2] Department Applied Economics for Community Development, Maejo University, Phrae Campus, Phrae 54140
[3]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[3] Basic Science Maejo University - Phrae Campus, Phrae 54140
[4] สาขาวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[4] General Education Department, Maejo University Phrae Campus 54140
*Corresponding Author; E-mail: **sutthida7682@gtmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติดินในสวนชาเมี่ยง ศึกษาในพื้นที่สวนชาเมี่ยง 2 หมู่บ้าน คือ บ้านแม่ลัว ตำบลป่าแดง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และบ้านตาแวน ตำบลเรือง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน หมู่บ้านละ 5 แปลง โดยเก็บตัวอย่างดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) มาวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและเคมี ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่สวนชาเมี่ยงทั้ง 2 พื้นที่มีสมบัติของดินใกล้เคียงกัน คือ มีความแข็งของดินชั้นบนน้อยกว่าดินชั้นล่าง ดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินชั้นล่าง ส่วนความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในระดับปานกลาง มีค่า pH เป็นกรด และดินชั้นบนมีธาตุอาหารที่สูงกว่าดินชั้นล่างเช่นเดียวกันทั้ง 2 พื้นที่ แต่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Calcium) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในระดับดินชั้นบนและดินชั้นล่าง เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่าง 2 พื้นที่ พื้นที่สวนชาเมี่ยงบ้านแม่ลัวมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินเป็นกรดจัดกว่าพื้นที่สวนชาเมี่ยงบ้านตาแวน และดินทั้ง 2 พื้นที่มีธาตุอาหารหลักใกล้เคียงกัน ธาตุอาหารรองต่างกันเล็กน้อย โดยดินในสวนชาเมี่ยงทั้ง 2 พื้นที่มีอินทรียวัตถุและธาตุอาหารสูงและดินเป็นกรด ซึ่งมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของชาเมี่ยง จากผลการศึกษาสามารถนำไปปรับใช้ในการปรับปรุงสภาพดินในพื้นที่สวนชาเมี่ยงในพื้นที่อื่นๆ ให้มีสภาพที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของต้นชาเมี่ยงจะทำให้ชาเมี่ยงสามารถเจริญเติบโตได้ดีและเพิ่มผลผลิตที่สูงขึ้น

คำสำคัญ: คุณสมบัติดิน สวนชาเมี่ยง จังหวัดน่าน จังหวัดแพร่

ABSTRACT

A study aimed to analyse the physical and chemical properties of the soil. The study was conducted in the area of miang tea gardens in 2 villages: Ban Mae Lua, Padaeng Sub-district, Mueang District, Phrae Province and Ban Tawan, Rueang Sub-district, Mueang District, Nan Province.There were 5 sample plots per village (plot 10 total). Surface soil (0-5 cm.) and Sub-surface soil (20-25 cm.). Were collected to analyze the physical and chemical soil properties. The result showed that soil physical characteristics were similar. The surface soil had less hardness than the sub-surface soil. Surface soil was high in organic matter. The cation exchange capacity moderate. The pH was highly acidic and surface soil had higher nutrient content than sub-surface soil in both areas. Yet there were statistically significant differences in pH and exchangeable calcium. at 95% confidence level. When comparing between these two areas, Miang Tea gardens in Ban Mae Lua area had more acidic pH than Miang Tea gardens in Ban Tawan. The soil in both areas had similar primary nutrients, but secondary nutrients were slightly different. The results suggested that the soil in both Miang Tea gardens are high in organic matter and nutrients as well as the soil is acidic. which is suitable for the growth of Cha Miang. The results of the study can be applied to improve soil conditions in the Miang Tea gardens in other areas. Providing suitable conditions for the growth of the tea tree will allow the tea to grow well and increase higher yields.
Keywords: Soil Properties, Miang tea garden, Phrae province, Nan province

คำนำ

ป่าเมี่ยง เป็นระบบวนเกษตรที่มีลักษณะเป็นวนเกษตรที่สมดุล มีการทำการเกษตรภายใต้การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และเป็นระบบการเกษตรที่รักษาสภาพผืนป่าที่เป็นแหล่งต้นน้ำและทรัพยากรที่มีคุณค่า เนื่องจากการไม่ใช้สารเคมีในการทำสวนชาเมี่ยงและเป็นการทำการเกษตรแบบอนุรักษ์ โดยที่ไม่มีการถางป่าและไม่มีการตัดต้นไม้เดิมออกเหมือนกับการทำการเกษตรอื่น ๆ จึงทำให้มีอัตราการพังทะลายของดินต่ำและดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง พรชัย และ พงษ์ศักดิ์ (2542) กล่าวว่า ป่าเมี่ยง มีองค์ประกอบหลักทางนิเวศ คือต้นไม้ป่า ไม้พื้นล่าง และสัตว์เลี้ยง ชาวป่าเมี่ยงรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในสวนชาเมี่ยง เพื่อการควบคุมลักษณะอุตุนิยมใกล้ผิวดิน การหมุนเวียนของธาตุอาหาร และการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน สวนเมี่ยงมีลักษณะนิเวศในด้านคุณสมบัติของดินใกล้เคียงกับป่า เป็นระบบวนเกษตรแบบดั้งเดิมที่สามารถฟื้นฟูป่า รักษาระบบนิเวศต้นน้ำได้อย่างยั่งยืน (วีรชัย และคณะ, 2564) ซึ่งโดยทั่วไปต้นชาเมี่ยงสามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้ร่มไม้ที่มีแสงส่องถึงพอประมาณในป่าร่วมกับต้นไม้ชนิดอื่น ๆ โดยปัจจัยดินส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งการเจริญเติบโตของต้นชาเมี่ยงที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะปัจจัยของดิน ธาตุอาหารในดิน และปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่น ๆ การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติทางเคมี และสมบัติทางกายภาพของดินในสวนชาเมี่ยงเพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการสวนชาเมี่ยงเพื่อเพิ่มผลผลิต และการจัดการพื้นที่สวนเมี่ยงให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และรักษาพื้นที่การเกษตรร่วมกับป่าธรรมชาติเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ บ้านแม่ลัว ตำบลป่าแดง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และบ้านตาแวน ตำบลเรือง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน (Figure 2) สำรวจแปลงตัวอย่าง หมู่บ้านละ 5 แปลง ทำการสัมภาษณ์เจ้าของแปลงประกอบไปด้วย ระยะเวลาในการทำสวนเมี่ยง พื้นที่ในการทำสวนเมี่ยง ความสูงจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิของพื้นที่

ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย พบว่า บ้านแม่ลัว จังหวัดแพร่ ทำสวนชาเมี่ยงเฉลี่ย 4.24 ไร่/ครัวเรือน ส่วนบ้านตาแวน จังหวัดน่านทำสวนชาเมี่ยงเฉลี่ย 2.2 ไร่/ครัวเรือน โดยระยะเวลาการทำสวนชาเมี่ยงของทั้ง 2 พื้นที่มีอายุสวนชาเมี่ยงมากกว่า 50 ปีขึ้นไป (วีรชัยและคณะ, 2564) ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางในการทำสวนชาเมี่ยงบ้านแม่ลัว จังหวัดแพร่ มีความสูงระหว่าง 831-862 เมตรจากระดับน้ำทะเล และบ้านตาแวน จังหวัดน่าน มีความสูงระหว่าง 279-418 เมตรจากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย บ้านแม่ลัว จังหวัดแพร่ มีค่า 26.5 องศาเซลเซียส, 1,208.70 มิลลิเมตร และ 76.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนบ้านตาแวน จังหวัดน่าน มีค่าเท่ากับ 26.47 องศาเซลเซียส, 1,341.51 มิลลิเมตร และ 91.10 เปอร์เซ็นต์ (สถานีอุตุนิยมวิทยา, 2563) เกษตรกรที่ทำสวนชาเมี่ยงทั้งสองหมู่บ้านส่วนมากเป็นคนในพื้นที่ และมีอาชีพทำสวนชาเมี่ยงที่เป็นมรดกตกทอดจากบรรพบุรุษจนถึงปัจจุบัน (Table 1)

Table 1 Fundamental information of study sites

		Mae Lua Village (n=5)	Tawan Village (n=5)
Age of land use	year	>50	>50
Size	Rai/household	4.24	2.2
Elevation	M.S.L	831-862	279-418
Average temperature	°c	26.5	26.47
Average annual rainfall	mm.	1,208.7	1,341.51
Average relative Humidity	%	76.13	91.10
Parent material		Sandstone (Png1)	Sandstone (PTr)

Remarks: Age of land use and Average size information from the interview. Elevation was measured using GPS (Garmin eTrex 10) temperature, Average rainfall and Average relative Humidity form Meteorological Department of Thailand.



Figure 1 Miang Tea gardens at Ban Mae Lua, Padaeng Sub-district, Mueang District, Phrae Province

ปัจจัยทางด้านธรณีของจังหวัดแพร่

พื้นที่จังหวัดแพร่ประกอบด้วยเทือกเขา และที่ราบล้อมรอบด้วยเทือกเขาหรือแอ่ง ซึ่งรองรับด้วยหินอายุตั้งแต่ 360 ล้านปี แหล่งธรรมชาติทางธรณีวิทยาที่เกิดจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาของเปลือกโลกทำให้ได้ลักษณะภูมิประเทศที่มีลักษณะโดดเด่น พื้นที่จังหวัดแพร่อยู่ในกลุ่มแกนของชั้นหินคดโค้งสุโขทัย หมวดหินผาหวด พบบริเวณทางด้านตะวันออกของจังหวัด บริเวณอำเภอเมืองแพร่ ประกอบด้วยหินปูน แทรกสลับด้วยหินดินดาน หินแกรนิต และหินทราย ส่วนบริเวณพื้นที่บ้านแม่ลัว อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ลักษณะหินเป็นหินทรายเนื้อภูเขาไฟ หินทราย หินดินดานสีเทาถึงเขียวเทา หินปูนในตอนบนของการลำดับชั้นหิน (ชุดหิน Png1) ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง สามารถใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้ดี เนื่องจากมีแร่ธาตุที่อุดมสมบูรณ์แก่พืช เช่น แมกนีเซียม และแคลเซียม (สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

ปัจจัยทางด้านธรณีของจังหวัดน่าน

พื้นที่จังหวัดน่านประกอบด้วยเทือกเขาและที่ลุ่มล้อมรอบด้วยเทือกเขา ซึ่งรองรับด้วยหินอายุตั้งแต่ 408 ล้านปี ประกอบด้วยหินตะกอนชนิดหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดาน หินเชิร์ต หินตะกอนเถ้าภูเขาไฟ และหินปูน ลักษณะภูมิ บริเวณพื้นที่บ้านตาแวน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ลักษณะหินเป็นหินทราย หินทรายเนื้อภูเขาไฟ หินปูนเนื้อดิน หินไรโอลิติกทัฟฟ์กึ่งแปรสภาพ หินดินดาน หินเชิร์ต และหินปูนเนื้อไข่ปลา (ชุดหิน PTr) ประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง สามารถใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้ดี เนื่องจากมีแร่ธาตุที่อุดมสมบูรณ์ที่เหมาะสมกับพืช และยังมีธาตุอาหารที่โดดเด่น คือแคลเซียม (สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี, 2555)

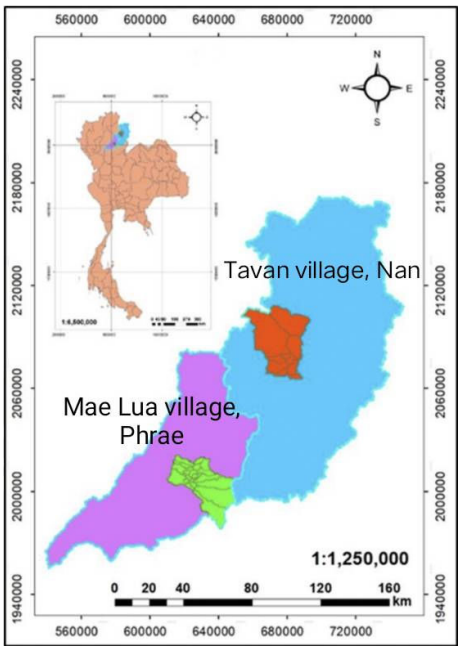


Figure 2 study area (Weerachai, 2562)

การเก็บข้อมูลทางกายภาพของดิน

วางแปลงรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ภายในแปลงขนาด 10 เมตรx10 เมตร ในพื้นที่สวนเมี่ยงแต่ละแปลง กำหนดจุดกึ่งกลางแปลง และให้แต่ละด้านห่างกัน 5 เมตร เพื่อทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งสี่มุม วัดค่าความแข็งของดินในแนวดิ่งด้วยเครื่องมือ Soil hardness was measured using a Soil penetration tester ที่จุดกึ่งกลางแปลง วัดค่าความแข็งของดินในแนวนอนด้วยเครื่องมือ Soil hardness was measured using a Yamanaka– type Push Cone Penetrometer และวัดความชื้นของดินด้วยเครื่องมือ Soil moisture was measured using a TDR Soil

Moisture Meter ที่จุดกึ่งกลางแปลงและมุมแปลง ในระดับดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) (Sakurai,1995) ทำการเก็บข้อมูลดินและตัวอย่างดินตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2565

การเก็บข้อมูลทางเคมีของดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้นรวมกัน 5 จุด ในแต่ละแปลง ให้ได้น้ำหนักรวมประมาณ 1 กิโลกรัม (วีรชัย และคณะ, 2564) ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), อินทรียวัตถุ (Organic Matter), ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus), โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium), แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Calcium), แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Magnesium), โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium) และ เหล็กที่เป็นประโยชน์ (Available Iron) โดยส่งตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Central Laboratory, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความแข็งของดินในแนวดิ่งโดยนำค่าความแข็งของดินในแนวดิ่งที่วัดได้มาจำแนกความแข็งของดินโดยพล็อตกราฟบนแกนแนวนอน (Sakurai, 1995)

2. วิเคราะห์ความแข็งของดินแนวนอนโดยวิธีการหาค่าเฉลี่ย ในโปรแกรม Excel

3. นำข้อมูลทางเคมีที่ได้จากการส่งดินไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และข้อมูลทางกายภาพของดินที่หาค่าเฉลี่ยแล้วในแต่ละพื้นที่มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Independent-Sample t - test ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ผลการศึกษา

สมบัติดินทางกายภาพ

จากผลการศึกษาความแข็งของดินในแนวดิ่งของบ้านแม่ลัว ตำบลป่าแดง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ส่วนใหญ่ความแข็งของดินที่เป็นดินอ่อนพบอยู่บริเวณชั้นหน้าดิน ตั้งแต่ระดับ 0-4 เซนติเมตร ความแข็งดินปานกลางพบตั้งแต่ระดับ 5-22 เซนติเมตร ความแข็งของดินที่มีลักษณะความแข็งระดับแข็ง อยู่ในช่วง 23- 64 เซนติเมตร และความแข็งของดินที่มีความแข็งมากตั้งแต่ระดับ 65 เซนติเมตรลงไป ความแข็งของดินในแนวตั้งของบ้านตาแวน ตำบลเรือง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ส่วนใหญ่ความแข็งของดินที่เป็นดินอ่อนพบอยู่บริเวณชั้นหน้าดิน ตั้งแต่ระดับ 0-4 เซนติเมตร ความแข็งดินปานกลางตั้งแต่ระดับ 5-18 เซนติเมตร ความแข็งของดินที่มีลักษณะความแข็งระดับปานกลาง อยู่ในช่วง 19 - 66 เซนติเมตร และความแข็งของดินที่มีความแข็งมากตั้งแต่ระดับ 67 เซนติเมตรลงไป (Figure 3)

จากผลการศึกษาความแข็งของดินในแนวนอน ความแข็งของดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 14.31 และ 11.38 ตามลำดับ ความชื้นของดินในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 10.80 และ 11.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าอินทรียสาร (OM) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และบ้านตาแวน มีค่า 4.77 และ 4.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงถึงระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงมากและสูง (Table 2)

ความแข็งของดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 18.49 และ 18.11 ตามลำดับ ความชื้นของดินในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 10.53 และ 10.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าอินทรียสารในพื้นที่บ้านแม่ลัว และบ้านตาแวน มีค่า 2.58 และ 1.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงถึงระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงมากและสูง (Table 2)

เมื่อเปรียบเทียบดินทั้งสองพื้นที่ที่ระดับดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) พบว่า ทั้งสองพื้นที่มีดินมีความแข็งของดินชั้นบนน้อยกว่าดินชั้นล่าง และมีอินทรียวัตถุในดินชั้นบนมากกว่าดินชั้นล่างเช่นเดียวกัน ส่วนความชื้นมีค่าไม่ต่างกันมากนัก เมื่อดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจะส่งผลให้ดินมีความอ่อนนุ่มกว่าดินที่มีอินทรียวัตุต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sakurai *et al*. (1995) พบว่าความแข็งของดินสามารถบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละพื้นที่ และสามารถบ่งบอกถึงการระบายน้ำได้ดี ปริมาณออกซิเจนภายในดินที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช และรากของพืชสามารถชอนไชได้ง่าย ซึ่งรากฝอยของพืชที่ใช้หาอาหารส่วนใหญ่อยู่บริเวณชั้นหน้าดินที่มีความแข็งน้อยและมีอินทรียวัตถุสูง และอาจิน (2540) พบว่า เนื้อดินแต่ละที่จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ตัวเนื้อดินไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชโดยตรง แต่เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อสมบัติต่าง ๆ ของดิน เช่น การดูดยึดน้ำ การดูดซับธาตุทั้งที่ไม่ใช่ธาตุอาหารและธาตุอาหารพืช การยึดราก การถ่ายเทอากาศ และการแลกเปลี่ยนก๊าซในช่องว่างของดิน

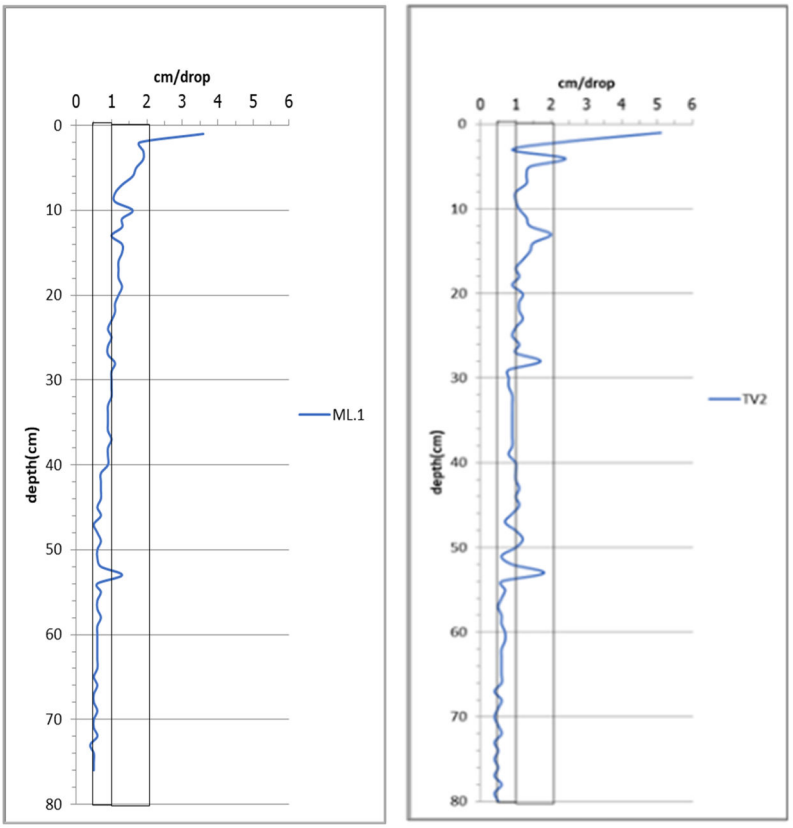


Figure 3 Vertical soil hardness at Ban Mae Lua, Pa Daeng Sub-district, Mueang District, Phrae Province (ML) and Ban Ta Waen, Rueang Sub-district, Mueang District, Nan Province (TV).

สมบัติดินทางเคมี

ผลการศึกษาคุณสมบัติดินทางเคมีความลึกดินที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร พบว่า ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) เป็นความสามารถของสารในการดูดยึดและแลกเปลี่ยนประจุบวก พบว่า พื้นที่บ้านแม่ลัวและบ้านตาแวน มีค่าที่อยู่ระหว่าง 13.61 และ 11.27 meg/100g ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง ธาตุอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืช พบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) ของพื้นที่บ้านแม่ลัวและบ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 12.57 และ 11.11 mg/kg ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง ด้านโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium) พบในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่า 100.45 และ 120.48 mg/kg อยู่ในระดับสูงและสูงมาก โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium) พบในพื้นที่บ้านแม่ลัว และ

พื้นที่บ้านตาแวน มีค่า < 0.20 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก พบแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Calcium) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 286.39 และ 817.44 mg/kg ตามลำดับ อยู่ในระดับที่ต่ำ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Magnesium) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 76.58 และ 177.04 mg/kg ตามลำดับ อยู่ในระดับที่ต่ำและดับปานกลาง พบธาตุเหล็กที่เป็นประโยชน์ (Available Iron) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 78.17 และ 78.56 mg/kg ตามลำดับ (Table 2)

ความลึกดินที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร พบว่า ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) เป็นความสามารถของสารในการดูดยึดและแลกเปลี่ยนประจุบวก พบว่า พื้นที่บ้านแม่ลัว และบ้านตาแวน มีค่าอยู่ระหว่าง 11.55 และ 9.05 meg/100g ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง ธาตุอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืช พบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) ของพื้นที่บ้านแม่ลัว และบ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 1.37 และ 3.29 mg/kg ตามลำดับ อยู่ในระดับปานกลาง ด้านโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Potassium) พบในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่า 14.42 และ 12.62 mg/kg อยู่ในระดับสูงและสูงมาก โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium) พบในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าอยู่ระหว่าง < 0.20 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก พบแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Calcium) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 29.43 และ 420.37 mg/kg ตามลำดับ อยู่ในระดับที่ต่ำ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Magnesium) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 7.64 และ 71.35 mg/kg ตามลำดับ อยู่ในระดับที่ต่ำและดับปานกลาง พบธาตุเหล็กที่เป็นประโยชน์ (Available Iron) ในพื้นที่บ้านแม่ลัว และพื้นที่บ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 78.17 และ 78.56 mg/kg ตามลำดับ (Table 2)

เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ดินในพื้นที่บ้านแม่ลัว มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดินเป็นกรดสูงกว่าบ้านตาแวน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) ในพื้นที่บ้านแม่ลัวและบ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 4.62 และ 5.38 ตามลำดับ ที่ระดับดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) ในพื้นที่บ้านแม่ลัวและบ้านตาแวน มีค่าเท่ากับ 4.77 และ 5.33 ตามลำดับ อาจเป็นเพราะทั้งสองหมู่บ้านมีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Calcium) มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Table 2) ดินมีแคลเซียมสูงก็จะทำให้ความเป็นกรดของดินอ่อนลง ทั้งนี้อาจจะขึ้นกับปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อความเป็นกรดต่างของดินด้วย เช่น อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณเหล็ก เป็นต้น

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารของดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) พบว่าดินชั้นบนมีธาตุอาหารมากกว่าดินชั้นล่างในทั้งสองพื้นที่ เนื่องจากดินชั้นบนมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุที่เกิดจากการทับถมของเศษซากใบไม้มากกว่าดินชั้นล่างและไม่มีการทำลายโครงสร้างดินในการทำการเกษตร จึงทำให้ดินชั้นบนมีความแข็งที่น้อยกว่า เช่นเดียวกับการศึกษาของ พุทธรักษ์ (2562) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณคาร์บอนในดินกับสมบัติดินบางประการ จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินเฉลี่ยของทุกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินมีค่าสูงสุดที่ระดับดินบนชั้นบน (0-10 เซนติเมตร) และลดลงตามระดับความลึกดิน ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากดินชั้นบนมีอินทรีย์วัตถุที่มากกว่าดินชั้นล่างในทั้งสองหมู่บ้านจึงทำให้ดินชั้นบนมีธาตุอาหารมากกว่าดินชั้นล่างเช่นเดียวกัน

Table 2 Surface and Subsurface Soil properties

Soil properties	arithmetic mean (n=10)	Mae Lua Village Mean±SD (n=5)	Tawan Village Mean±SD (n=5)	Sig. (0.05)
Surface (0-5 cm)				
pH	4.97	4.62±0.28	5.38±0.82	0.03*
Organic Matter (%)	4.57	4.77±0.99	4.34±1.34	0.44
Cation Exchange Capacity (meq/100g)	12.55	13.61±2.51	11.27±4.49	0.28
Available Phosphorus (mg/kg)	11.91	12.57±7.44	11.11±3.31	0.26
Exchangeable Potassium (mg/kg)	109.55	100.45±63.20	120.48±70.53	0.86
Exchangeable Calcium (mg/kg)	527.78	286.39±167.62	817.44±947.57	0.04*
Surface (0-5 cm)				
Exchangeable Magnesium (mg/kg)	122.24	76.58±38.06	177.04±41.60	0.87
Exchangeable Sodium (mg/kg)	less	less	less	
Available Iron (mg/kg)	116.29	128.99±64.18	101.04±28.54	0.27
Soil hardness	12.98	14.31±1.50	11.38±1.34	0.52
Soil moisture	10.97	10.80±0.78	11.18±0.70	0.86
Sub-Surface (20-25 cm)				
pH	5.02	4.77±0.19	5.33±0.75	0.01*
Organic Matter (%)	2.17	2.58±0.16	1.69±0.65	0.23
Cation Exchange Capacity (meq/100g)	10.41	11.55±2.42	9.05±2.41	0.88
Available Phosphorus (mg/kg)	2.25	1.37±0.36	3.29±2.57	0.07
Exchangeable Potassium (mg/kg)	13.60	14.42±5.62	12.62±15.33	0.11
Exchangeable Calcium (mg/kg)	207.13	29.43±20.28	420.37±482.24	0.01*
Exchangeable Magnesium (mg/kg)	36.60	7.64±5.86	71.35±66.47	0.05
Exchangeable Sodium (mg/kg)	less	less	less	
Available Iron (mg/kg)	78.35	78.17±7.97	78.56±19.43	0.24
Soil hardness	18.32	18.49±2.39	18.11±2.12	0.53
Soil moisture (%)	10.59	10.53±0.51	10.66±0.76	0.64

Remarks: Soil hardness was measured using a Yamanaka-type penetrometer. Soil moisture was measured using a TDR Soil Moisture Meter. Soil properties from the Central Laboratory, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Values in the same row followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$ (Independent-Sample t - test)

สรุป

สมบัติของดินทางกายภาพ พบว่า ดินชั้นบนมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินชั้นล่าง ส่งผลให้ดินชั้นบนมีความแข็งน้อยกว่าดินชั้นล่างทั้งสองพื้นที่ ส่วนความชื้นมีค่าไม่ต่างกันมากนัก สมบัติของดินทางเคมี พบว่า ดินมีธาตุอาหารสูงในดินชั้นบนและลดลงในดินชั้นล่าง เมื่อเปรียบเทียบค่า pH ของทั้งสองพื้นที่ ในพื้นที่บ้านแม่ลัวมีค่า pH เป็นกรดสูงกว่าพื้นที่บ้านตาแวนเนื่องด้วยมีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Calcium) มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งในระดับดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) ดินในสวนชาเมี่ยงบ้านแม่ลัว ตำบลป่าแดง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ และบ้านตาแวน ตำบลเรือง

อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ทั้ง 2 พื้นที่มีอินทรียวัตถุและธาตุอาหารสูงและดินเป็นกรด ซึ่งมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของชาเมี่ยง (ชาเมี่ยงเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีค่า pH 4.5-6.0) แต่ยังมีความชื้นไม่มากพอในช่วงฤดูแล้ง ควรมีการเพิ่มความชื้นให้มากขึ้นโดยการทำระบบกักเก็บน้ำในฤดูฝนแล้วนำมาใช้ในฤดูแล้ง มีการคลุมหน้าดินเพื่อรักษาความชื้น เช่น การใช้เศษหญ้าแห้ง ใบไม้แห้ง ช่วยคลุมดินเพื่อรักษาความชื้นและหน้าดิน เมื่อมีความชื้นสม่ำเสมอและเพียงพอจะทำให้ต้นชาเมี่ยงแตกยอดและเก็บได้ตลอดทั้งปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรสวนชาเมี่ยงบ้านแม่ลัว ตำบลป่าแดง อำเภอเมืองจังหวัดแพร่ และบ้านตาแวน ตำบลเรือง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ที่ให้พื้นที่สวนชาเมี่ยงในการศึกษา ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณคณะอาจารย์ และเพื่อน ๆ สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดจนการดำเนินงานวิจัยลุล่วงไปด้วยดี และงานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากโครงการสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยเห็ดป่ากินได้ในพื้นที่สวนชาเมี่ยงจังหวัดน่านและจังหวัดแพร่ (Value added by edible wild mushroom under Miang tea gardens at Nan and Phrae Province) รหัสโครงการ มจ. 1-65-010.1

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดน่าน. 2549. **การจำแนกเขตและแนวทางการบริหารจัดการ**. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

พรชัย ปรีชาปัญญาและพงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2542**.ภูมิปัญญาชาวป่าเมี่ยง (ชา) เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อการจัดการลุ่มน้ำที่สูงภาคเหนือ ประเทศไทย**. สำนักวิชาการ กรมป่าไม้:กรุงเทพฯ.

พุทธรักษ์ วงศ์สิริชัย, สุภัทรา ถึกสถิตย์, นฤมล แก้วจำปา และรจนา ตั้งกุลบริบูรณ์. 2562. **ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการกักเก็บคาร์บอนในดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยหินดาด จังหวัดระยอง**. คณะวนศาสตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วารสารวนศาสตร์ 38 (2) : 83-97.

วีระชัย ฟองธิวงค์, ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ, ฑีฆา โยธาภักดี, ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาดและ ศิรินทิพย์ ชัยมงคล. 2564. **ลักษณะนิเวศของสวนชาเมี่ยงบ้านศรีนาป่าน ตำบลเรือง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน**. สาขาวิชาการจัดการป่าไม้. มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ. วารสารแก่นเกษตร 49 ฉบับที่ 6: 1351-1363.

วีระชัย ฟองธิวงค์. (2564). **ลักษณะนิเวศของสวนชาเมี่ยงในจังหวัดแพร่และน่าน**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการป่าไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. 2555. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเผยแพร่ความรู้ธรณีวิทยา ทรัพยากรธรณี และธรณีพิบัติภัย "ธรณีวิทยา จังหวัดแพร่และแหล่งเรียนรู้ทางธรณีวิทยา"**. แพร่: สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี.

อาจิน หนูประสิทธิ์, บุญมา ดีแสง, พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ และ แสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2540. **สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำปากพนัง อ.ลานสกา จ. นครศรีธรรมราช**. กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

Sakurai, K., B. Puriyakorn, P. Preechapanya, V. Tanpibal, K. Muangnil, and B. Prachaiyo. 1995. Improvement of biological productivity in degraded lands in Thailand III. **Tropics 4** (2/3): 151-172.

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยแบบจำลอง MaxEnt
Analysis of forest fire risk areas in Khao Yai National Park by MaxEnt model

รติมา ลักษณะมาพันธ์[1] กอบศักดิ์ วันธงไชย[2] และ นิตยา เมี้ยนมิตร[3]
Ratima laksanamaphan[1], Kobsak Wanthongchai[2], and Nittaya Mianmit[3]
[1]สาขาบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest Resource and Environmental Administration, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[3]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[3]Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **Ratima.lu@ku.th**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยแบบจำลอง MaxEnt ผู้ศึกษาได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประยุกต์ร่วมกับแบบจำลองเอนโทรปีสูงสุด (Maximum Entropy) ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในช่วงปี 2560-2565 ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า มีค่า AUC อยู่ในช่วง 0.631 - 0.978 ถือว่าแบบจำลองมีค่าความน่าเชื่อถือระดับค่อนข้างดีไปถึงดีเยี่ยม สามารถแบ่งระดับความเสี่ยงของการเกิดไฟป่าได้ 3 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงสูง พื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงปานกลาง และพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่ำ คิดเป็นร้อยละ 2.3 5.5 และ 92.2 ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงไฟป่าและพื้นที่เผาไหม้ตั้งแต่ปี 2560 ถึง 2565 พบว่ามีความสอดคล้องกันร้อยละ 7.2 6.9 56.7 39.9 26 และ 37.2 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดจุดความร้อนเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ประเภทป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ถนน หมู่บ้าน และแบบจำลองความสูงเชิงเลข ผู้วิจัยได้นำพื้นที่เสี่ยงสูงมาซ้อนทับกัน ได้พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ จำแนกออกเป็นพื้นที่ไม่เกิดไฟป่า พื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 1 ครั้ง พื้นที่เกิดไฟป่าไม่เกิน 3 ครั้ง และพื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 90.9 6.9 1.4 และ 0.8 ของพื้นที่ทั้งหมดตามลำดับ โดยสภาพพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำซ้อนส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ที่มีสภาพเป็นทุ่งหญ้า ผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ในการวางแผนควบคุมไฟป่าและการจัดการเชื้อเพลิงได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
คำสำคัญ: พื้นที่เสี่ยง ไฟป่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อม แบบจำลอง Maxent

ABSTRACT

The purpose of this study is to classify areas at risk of forest fires in the Khao Yai National Park area using the MaxEnt model. The researchers applied a geographic information system (GIS) along with the Maximum Entropy model to analyze based on risk of forest fires from the period 2017-2022 and environmental factors. The study's results indicated that the AUC values ranged from 0.631 - 0.978, suggesting that the model's reliability was relatively good to excellent. It successfully categorized the risk levels of forest fires into three categories: areas with high risk, areas with moderate risk, and areas with low risk, accounting for 2.3%, 5.5%, and 92.2% of the total area, respectively. By comparing the risk areas for forest fires and burning areas from 2017 - 2022, it was found to be consistent with 7.2 , 6.9, 56.7, 39.9, 26, and 37.2 respectively. The influential environmental factors contributing to hotspot occurrence ranked from high to low are: type of forest type, landuse, road, village, and Digitel Elevation Model. The researchers overlay analysis high-risk areas to identify overlapping areas at risk of repeated forest fires, categorizing

them as areas that never experienced fires, areas that experienced fires more than once, areas that experienced fires up to three times, and areas that experienced fires more than three times, accounting for 90.9%, 6.9%, 1.4%, and 0.8% of the total area, respectively. The majority of the overlapped high-risk areas were characterized as grasslands. The findings from this study can be effectively applied to fire control and wildfire management planning, enhancing overall efficiency.
Keywords: risk, wildfire, environmental factors**,** MexEnt model

คำนำ

ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากปัญหาไฟป่าและหมอกควัน จนกลายเป็นปัจจัยรบกวนสมดุลของระบบนิเวศอย่างรุนแรง อันเนื่องจากความเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น มีฤดูแล้งที่ยาวนาน (สมชาย, 2561) ทั้งการกระทำของมนุษย์ที่เข้าไปทำกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ สาเหตุประการหนึ่งที่เห็นได้อย่างเด่นชัด คือ การเผาเพื่อหาของป่า เผาเพื่อล่าสัตว์ เผาเพื่อการเกษตร แล้วเกิดการลุกลามของไฟทำให้เกิดความเสี่ยงส่งผลกระทบต่อ ชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม ทำให้สัตว์ป่าและพันธุ์ไม้หายากใกล้สูญพันธุ์ล้มตาย สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในระบบนิเวศถูกไฟเผาทำลาย จนเกิดมลพิษหมอกควัน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ กระทบต่อการท่องเที่ยวและคมนาคม (ส่วนควบคุมไฟป่า, 2556) การจัดการในพื้นที่ต้องมีการควบคุมไฟป่าในพื้นที่ให้เหมาะสมกับสภาพระบบนิเวศที่พึ่งพาไฟป่า (Fire dependent ecosystem) หากความถี่ของไฟจำนวนมากหรือวัฏจักรของไฟตามธรรมชาติถูกรบกวน จะทำให้ระบบนิเวศทรุดโทรมหรือสังคมพืชของป่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยจะเปลี่ยนเป็นสังคมพืชที่แห้งแล้ง และกลายเป็นทุ่งหญ้าในที่สุด (ศิริ, 2543)

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นส่วนหนึ่งของผืนป่ามรดกโลกทางธรรมชาติ (รายงานประจำปีอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, 2564) พื้นที่คุ้มครองที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ ระดับอาเซียน และระดับประเทศ เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ และเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่สำคัญ หายาก และใกล้สูญพันธุ์ ทั้งยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่มีทัศนียภาพและระบบนิเวศที่ดี มีภูมิประเทศสวยงาม อากาศบริสุทธิ์ ดึงดูดให้นักท่องเที่ยวหลั่งไหลเข้ามาเยือนอยู่เสมอ ทั้งมีการคมนาคมสะดวกใกล้กรุงเทพฯ ทำให้การท่องเที่ยวเกิดการเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจ และสังคมเป็นอย่างมาก (รายงานประจำปีอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, 2564) ด้วยเหตุนี้จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อไฟป่า โดยแบบจำลอง MaxEnt ซึ่งเป็นแบบจำลองที่นิยมใช้ในวิจัยด้านสัตว์ป่าและให้ค่าความน่าเชื่อถือสูง (นิรันดร์รัตน์, 2558) ทั้งสามารถนำแผนที่ที่วิเคราะห์จากแบบจำลอง Maxent ไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนป้องกัน และควบคุมไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3. โปรแกรมไมโครซอฟท์ ออฟฟิศ (Microsoft Office)
4. แบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt) Version 3.4.4

วิธีการ

1. การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับนำเข้าโปรแกรม MaxEnt

1.1 จัดเตรียมพิกัดข้อมูลจุดความร้อน (Hotspot) ระหว่างปี พ.ศ 2560- 2566 โดยใช้โปรแกรม Excel จากนั้นทำการบันทึกไฟล์ โดยบันทึกรูปแบบไฟล์ให้เป็นนามสกุล CSV (Comma delimited) ให้อยู่ใน Folder เดียวกัน

1.2 จัดเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดไฟป่า ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินรายจังหวัด (Landuse) ข้อมูลประเภทป่าไม้ (Type of Forests) ข้อมูลหมู่บ้าน (Village) ข้อมูลแม่น้ำ (River) ข้อมูลถนน (Road) จากรูปแบบข้อมูลเชิงเส้น (Vecter) ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลภาพ (Raster) ที่มีรายละเอียดต่อกริด ขนาด 30×30 เมตร ส่วนที่เป็นข้อมูลภาพ ได้แก่ แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digitel Elevation Model : Dem) เตรียมข้อมูล โดยการกำหนดให้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินรายจังหวัด (Landuse) เป็นแม่แบบของปัจจัย เพื่อกำหนด Cell size : 30, 30 ให้เท่ากันและตรงกันทุกปัจจัย จำนวน Columns and Rows : 2774, 1781 เท่ากัน

2. แปลงข้อมูลปัจจัย

โดยแปลงข้อมูลจากข้อมูลราสเตอร์ (Raster) ให้เป็นข้อมูล ASCII และจัดเก็บข้อมูล ASCII ให้อยู่ใน Folder เดียวกัน

3. นำเข้าข้อมูลเข้าโปรแกรม Maximum Entropy Species Distribution Modeling (MaxEnt)

1) ข้อมูลพิกัดจุดความร้อนที่ต้องการวิเคราะห์รายปี ช่อง Samples

2) ข้อมูลปัจจัย ช่อง Environmental Layers

กำหนดวิธีการแสดงผลแบบ Logistic ทำการตั้งค่ากำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะ ได้แก่ Random test percentage = 20, Regularization multiplier = 1, Max number of background points = 10,000, Replicates=10 (Phillips, 2008)

4. การประเมินค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้งของ ROC (area under the curve : AUC) ของแบบจำลอง

โดยค่า AUC มีค่าที่เป็นไปได้อยู่ระหว่าง 0.0 - 1.0 หากแบบจำลองใดที่ให้ค่า AUC ต่ำกว่า 0.5 แสดงให้ทราบว่าแบบจำลองนั้นมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์ด้อย หากมีค่าเข้าใกล้ 1.0 แสดงให้ทราบว่าประสิทธิภาพของการคาดการณ์มีค่าความน่าเชื่อถือมากขึ้นตามลำดับ (Fawcett, 2006) โดยหลักเกณฑ์แสดงความน่าเชื่อถือของแบบจำลองตามแนวทางของ (Swets , 1998) ดัง Table 1

Table 1 General decision threshold for estimate the area under the curve or AUC.

AUC	The meaning of classification.
0.50 – 0.60	Not good
0.60 – 0.75	Fairly good.
0.75 – 0.90	Good
0.90 – 0.97	Very good
0.97 – 1.00	Excellent

5. จัดทำแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

โดยแบ่งความกว้างแต่ละช่วงเท่า ๆ กัน (Equal Interval) เพื่อให้ได้ระดับพื้นที่เสี่ยงตรงกับพื้นที่เกิดไฟป่า จำแนกข้อมูลออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับความเสี่ยงสูง 2) ระดับความเสี่ยงปานกลาง 3) ระดับความเสี่ยงต่ำ

6. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

โดยการนำเปรียบเทียบเพื่อหาความสอดคล้องระหว่างพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า และพื้นที่เผาไหม้ รายปี 2560-2565

7. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำซ้อน

ใช้วิธีการวิเคราะห์ซ้อนทับ (Overlay analysis) เมื่อได้พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าจากการวิเคราะห์ผ่านแบบจำลองแล้ว นำพื้นที่ระดับความเสี่ยงสูงทั้ง 5 ปี มาซ้อนทับกันเพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำซ้อน โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) พื้นที่ไม่เกิดไฟป่า 2) เกิดไฟป่าไม่เกิน 1 ครั้ง 3) เกิดไฟป่า 2 ครั้ง แต่ไม่เกิน 3 ครั้ง 4) เกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง

ผลและวิจารณ์

1. ค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (area under ROC curve (AUC))

จากผลวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลอง Maxent ในช่วง ปี 2560-2565 พบว่า มีค่า AUC อยู่ในช่วง 0.631 – 0.978 ถือว่าแบบจำลองมีค่าความน่าเชื่อถือระดับค่อนข้างดีไปถึงดีเยี่ยม และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) อยู่ในช่วง 0.014-0.347 ดัง Table 2 และ Figure 1

Table 2 area under the ROC curve (AUC) and standard deviation (SD)

year	2017	2018	2019	2020	2021	2022
AUC	0.747	0.631	0.842	0.891	0.978	0.876
SD	0.253	0.347	0.056	0.014	0.045	0.159

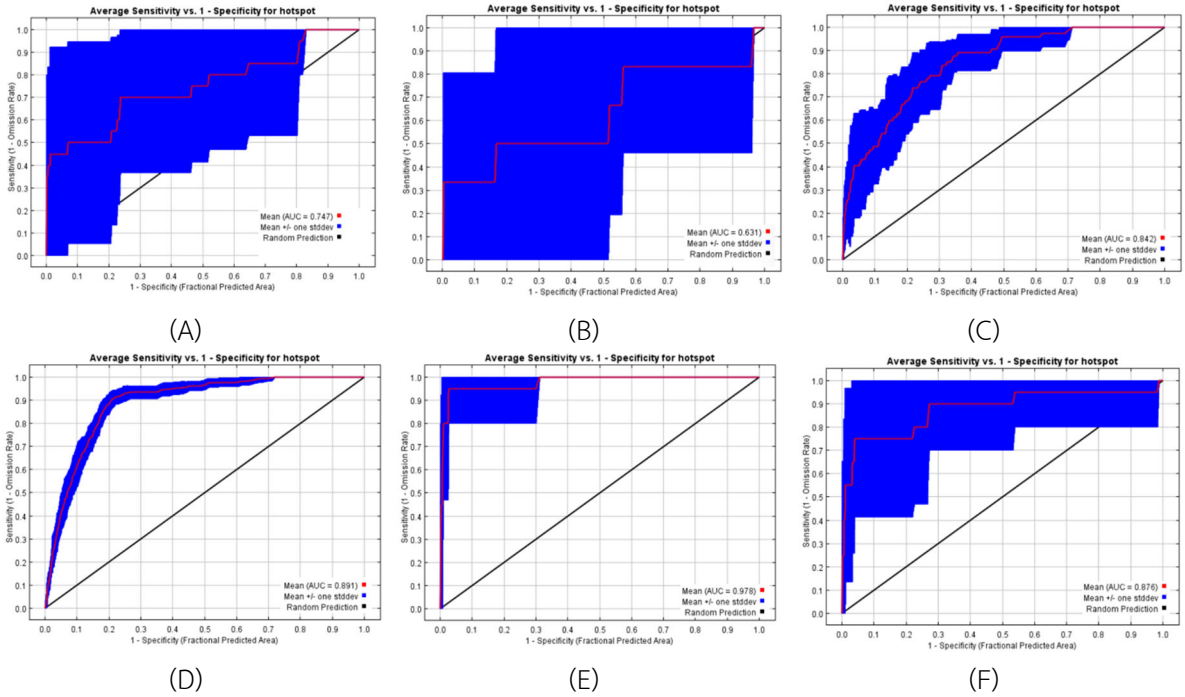


Figure 1 area under the ROC curve (AUC) at Khao Yai National Park (A) 2017, (B) 2018, (C) 2019, (D) 2020, (E) 2021 and (F) 2022

ในปี พ.ศ. 2561 มีค่า AUC เท่ากับ 0.631 ค่าความน่าเชื่อถือค่อนข้างดี และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) เท่ากับ 0.347 เนื่องจากปี พ.ศ. 2561 มีการกระจายของจุดความร้อนน้อย ทำให้ได้ค่าความแม่นยำที่ต่ำกว่าจะเป็นจริง

2. ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่า โดยค่าร้อยละความสำคัญ (Percent Contribution)

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยแวดล้อมทั้ง 7 ปัจจัย ได้แก่ ประเภทป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข หมู่บ้าน แม่น้ำ และถนน มีอิทธิพลต่อการเกิดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าทั้งสิ้น เมื่อพิจารณาจากค่าร้อยละความสำคัญ (Percent Contribution) และพิจารณาพิจารณาค่า regularized training gain ที่ได้จากการทดสอบ Jackknife ในแบบจำลอง MaxEnt เพื่อประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า (Figure 2) พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ามากที่สุด คือ ประเภทป่าไม้ รองลงมา คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ถนน หมู่บ้าน แม่น้ำ และแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ตามลำดับ ดัง Table 3

Table 3 The percent contribution of environmental factors that influence hotspot in Khao Yai National Park from 2017 - 2022

environmental factors	Percent Contribution					
	2017 (%)	2018 (%)	2019 (%)	2020 (%)	2021 (%)	2022 (%)
Type of Forests	61.6	47.6	59.1	71.5	64.1	64.8
Landuse	19.6	29.7	18	20	28.5	33.4
Digital Elevation Model	0	0	1.4	1	0	0.2
River	1	8.3	6.4	0.6	3.4	0.3
Village	4.2	2.3	9.2	1.6	2.8	1.2
Road	13.6	12.1	5.9	5.3	1.2	0
Sum	100	100	100	100	100	100

เมื่อพิจารณาจากกราฟ Jackknife (Figure 2) โดยรวม 6 ปี ปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิต่อการเกิดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ามากที่สุดเพียงปัจจัยเดียว ได้แก่ ประเภทป่าไม้ เมื่อพิจารณาปัจจัยแวดล้อมที่ปราศจากตัวเปลี่ยนแปลงจะพบว่า แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข โดยการปรากฏพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าจะกระจายในบริเวณพื้นที่ที่เป็นทุ่งหญ้า มีช่วงความสูง ตั้งแต่ 1-250 เมตร พบการกระจายของทุ่งหญ้า และบางส่วนในป่าเบญจพรรณ

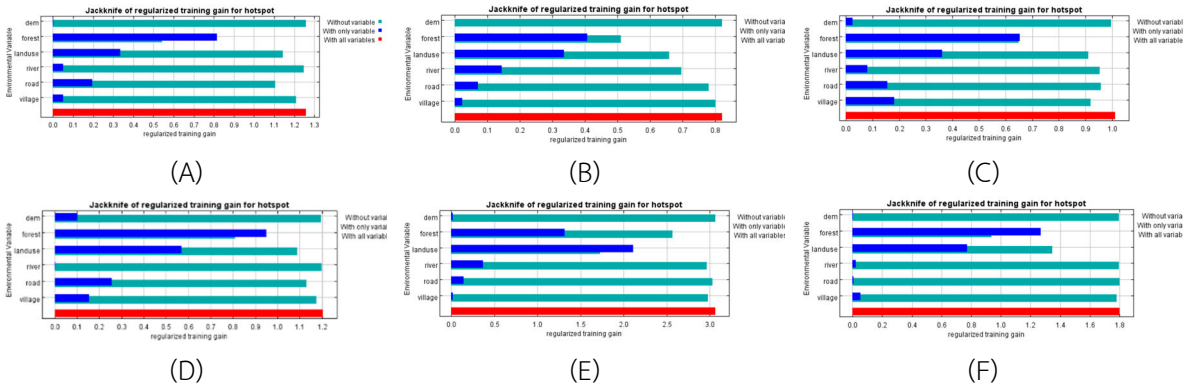


Figure 2 The Jacknife graphics show factors that influence the presence of hotspots at in Khao Yai National Park (A) 2017, (B) 2018, (C) 2019, (D) 2020, (E) 2021 and (F) 2022

3. ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

จากการวิเคราะห์ข้างต้น สามารถสร้างแผนที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ ดัง Figure 3

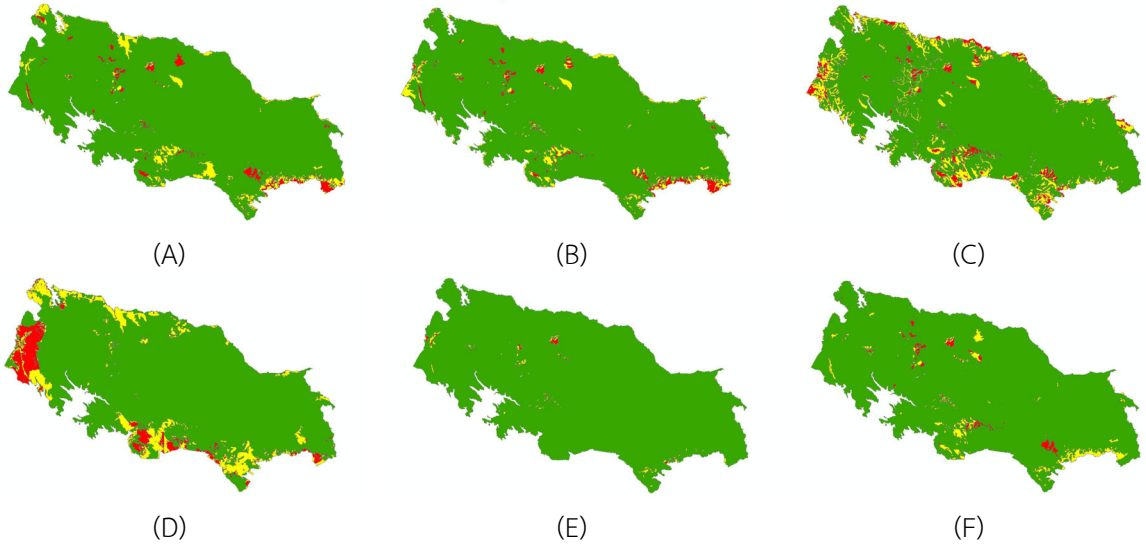


Figure 3 the level of risk of wildfire at Khao Yai National Park (A) Map the level of risk of forest fires in 2017, (B) Map the level of risk of forest fires in 2018, (C) Map the level of risk of forest fires in 2019, (D) Map the level of risk of forest fires in 2020, (E) Map the level of risk of forest fires in 2021, (F) Map the level of risk of forest fires in 2022 (high medium and low risk level are represented in red, yellow and green, respectively)

จาก Figure 3 แผนที่แสดงระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ารายปีบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดสระบุรี จังหวัดนครนายก จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดปราจีนบุรี สามารถจำแนกขนาดพื้นที่ในแต่ละระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าได้ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับความเสี่ยงสูง ระดับความเสี่ยงปานกลาง ระดับความเสี่ยงต่ำ แสดงขนาด ร้อยละของพื้นที่ และค่าโอกาสในการเกิดไฟป่าในพื้นที่แต่ละปีได้ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าที่แตกต่างกัน Table 4

Table 4 the size of the area at risk of forest fires from 2017 – 2022

year	Forest fire risk level					
	high risk level		medium risk level		low risk level	
	Area (Rai)	(%)	Area (Rai)	(%)	Area (Rai)	(%)
2017	29,116	2.1	66,923	4.9	1,283,207	93
2018	27,829	2	58,548	4.2	1,292,847	93.7
2019	44,207	3.2	144,254	10.5	1,190,747	86.3
2020	70,103	5.1	132,864	9.6	1,176,267	85.3
2021	2,862	0.2	8,858	0.6	1,367,597	99.2
2022	14,459	1	42,039	3.0	1,322,797	95.9
average	**31,429**	**2.3**	**75,581**	**5.5**	**1,272,244**	**92.2**

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดสระบุรี จังหวัดนครนายก จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดปราจีนบุรี มีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าระดับเสี่ยงสูง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.3 ระดับเสี่ยงปานกลาง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 5.5 และระดับเสี่ยงต่ำ ค่าเฉลี่ยร้อยละ 92.2 จากผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่อยู่ในระดับความเสี่ยงต่ำ ค่าร้อยละของพื้นที่เท่ากับ 92.2 สอดคล้องกับผลการศึกษาของภานุพงศ์ (2559) ได้ประเมินความเสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่า พบว่า บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ใกล้เคียงอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อยู่ในระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าต่ำ ค่าเฉลี่ยร้อยละ 63.6 และมีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าระดับสูงค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.8 จึงถือได้ว่าสถานการณ์ความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าบริเวณพื้นที่สถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา และพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา อยู่ในระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าต่ำ

4. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง Maxent

โดยนำข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ารายปีมาซ้อนทับ (intersect) กับข้อมูลพื้นที่เผาไหม้ ฐานข้อมูลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช แสดงเป็นขนาดและร้อยละของพื้นที่ ดัง Table 5

Table 5 the burning area of each annual risk level from 2017 - 2022.

year	Burning area risk levels.					
	high risk level		medium risk level		low risk level	
	Area (Rai)	%	Area (Rai)	%	Area (Rai)	%
2017	1,642	7.2	3,893	17.0	17,365	75.8
2018	59	6.9	168	19.6	630	73.5
2019	1,109	56.7	365	18.7	482	24.7
2020	10,858	39.9	9,694	35.6	6,648	24.4
2021	667	26.4	305	12.1	1,551	61.5
2022	526	37.2	353	24.9	536	37.9
average	2,477	29.05	2,463	21.31	4,535	49.38

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีพื้นที่เผาไหม้ในระดับเสี่ยงสูง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 29.05 พื้นที่เผาไหม้ในระดับเสี่ยงปานกลาง ร้อยละ 21.31 และพื้นที่เผาไหม้ในระดับความเสี่ยงต่ำ ร้อยละ 49.38 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าแล้ว พบว่า พื้นที่เผาไหม้ในแต่ละระดับตรงกับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟซ้ำ Figure 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ผ่านแบบจำลอง MaxEnt โดยใช้ปัจจัยแวดล้อม ให้ผลตรงกับพื้นที่ที่เคยเกิดไฟป่าในช่วงปี 2560-2565 จึงสามารถนำผลจากการวิเคราะห์จากแบบจำลองนี้ ไปใช้ในการวางแผนบริหารจัดการในพื้นที่ได้

5. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

โดยการนำพื้นที่ระดับเสี่ยงสูงมาซ้อนทับกัน (Overlay analysis) เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ สามารถสร้างเป็นแผนที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้ดัง Figure 2

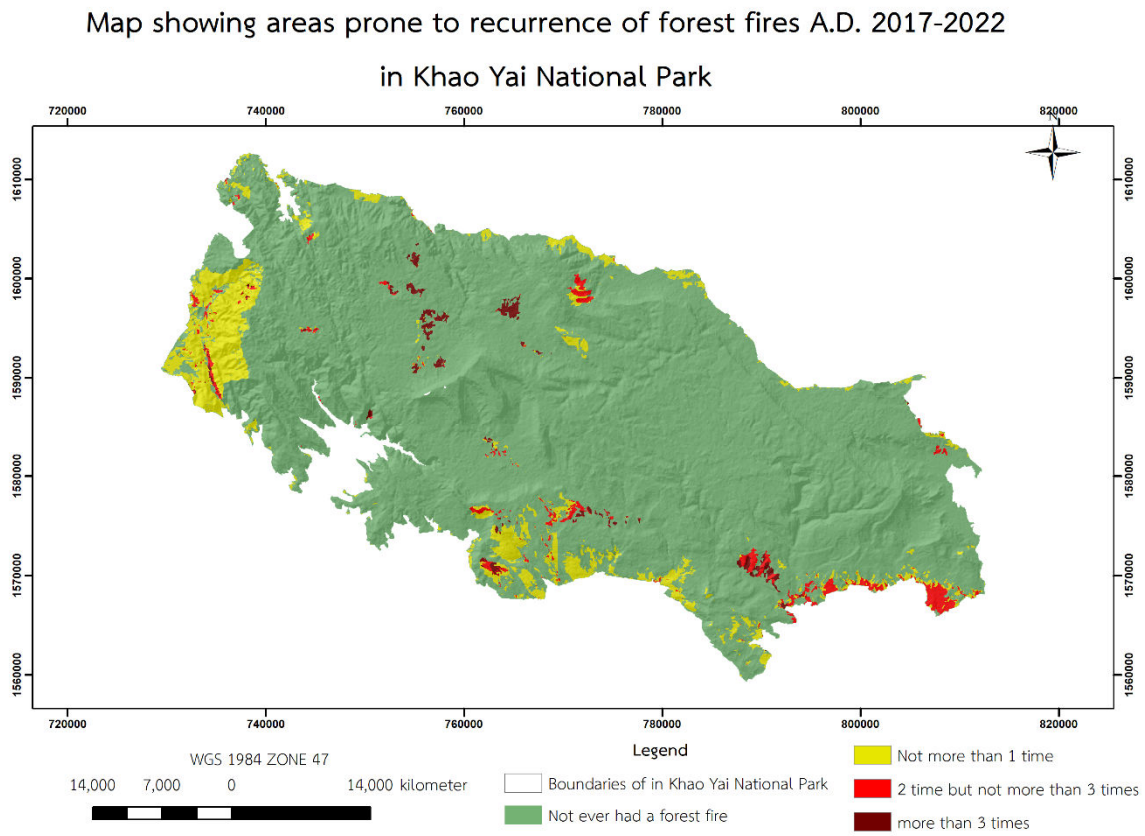


Figure 4 the map recurrence forest fires

จากแผนที่แสดงความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำซ้อนบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (Figure 2) สามารถจำแนกขนาดพื้นที่ในแต่ละระดับได้โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ไม่เกิดไฟป่า พื้นที่เกิดไฟป่าไม่เกิน 1 ครั้ง พื้นที่เกิดไฟป่า 2 ครั้ง ไม่เกิน 3 ครั้ง และเกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง แสดงขนาดและร้อยละของพื้นที่ ไว้ตาม Table 5

Table 5 the area size at risk of redundant forest fires in each level

The level of the area prone to repeated fires	Area (Rai)	percentage
Not more than 1 time	10,523	0.8
2 time but not more than 3 times	19,490	1.4
More than 3 times	95,826	6.9
Not ever had a forest fire	1,253,382	90.1
Total	1,379,220	100

จากการศึกษาสามารถจำแนกพื้นที่ความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ จะเห็นได้ว่าพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ มีพื้นที่ไม่เกิดไฟป่า ประเมินเนื้อที่ได้ 1,253,382 ไร่ (ร้อยละ 90.1) พื้นที่เกิดไฟป่าไม่เกิน 1 ครั้ง ประเมินเนื้อที่ได้ 95,826ไร่ (ร้อยละ 6.9) พื้นที่เกิดไฟป่า 2 ครั้ง ไม่เกิน 3 ครั้ง ประเมินเนื้อที่ได้ 19,490 ไร่ (ร้อยละ 1.4) และพื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง ประเมินเนื้อที่ได้ 10,523 ไร่ (ร้อยละ 0.8) โดยพื้นที่ประเภทไม่เกิดไฟป่า จะพบได้ในบริเวณพื้นที่ห่างจากขอบเขตอุทยานแห่งชาติฯ เข้ามาทางด้านในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ ซึ่งมีสภาพป่าเป็นป่าดงดิบ พื้นที่เกิดไฟป่าไม่เกิน 1 ครั้ง จะกระจายตามขอบแนวเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ทางด้านทิศเหนือบริเวณอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณอำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี

และมีพื้นที่ขนาดใหญ่ทางทิศตะวันตก บริเวณอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ส่วนพื้นที่เกิดไฟป่า 2 ครั้ง ไม่เกิน 3 ครั้ง จะกระจายประปรายตามพื้นที่เกิดไฟป่าไม่เกิน 1 ครั้ง ตามทางทิศตะวันตก บริเวณอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี และพบน้อยทางด้านทิศทางด้านทิศเหนือ บริเวณอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา แต่มีการกระจายที่ถี่ขึ้นทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณอำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี และพื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง มีการกระจายน้อย ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นทุ่งหญ้า พบใกล้เคียงพื้นที่ประเภทเกิดไฟป่ามากกว่า 1 ครั้ง สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านการวางแผนควบคุมไฟป่า ด้านการวางแผนและเตรียมกำลังคนเพื่อป้องกันและควบคุมไฟป่าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม่ให้กลายเป็นป่าเสื่อมโทรม จากการศึกษาของ (Akaakara, 1985) พบว่าไฟป่าที่เกิดซ้ำซากในที่เดิมทุกปี มีผลทำให้สภาพป่าค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงจนกลายเป็นทุ่งหญ้าคาไปในที่สุด

สรุป

1. ค่า AUC อยู่ในช่วง 0.661 – 0.991 ถือว่าแบบจำลองมีค่าความน่าเชื่อถือระดับค่อนข้างดีไปถึงดีเยี่ยม

2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดจุดความร้อนเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ ประเภทป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ถนน หมู่บ้าน แม่น้ำและแบบจำลองเชิงเลข

2. จากการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าและพื้นที่เผาไหม้ มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 29.05

3. จากการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำซ้อน พบว่ามีพื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง มีเนื้อที่ 10,523 หรือร้อยละ 0.8

กิตติกรรมประกาศ

บทความฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความกรุณาจากคณะอาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำปรึกษา และคอยชี้แนะแนวทางในการปรับปรุงงานวิจัย ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ทำให้การศึกษาฉบับนี้มีประโยชน์และมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณนายนิวัฒน์ แดงลาด และนายวรเดช ตะรุสะดำรงเดช ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

นิรันรัตน์ ป้อมอิ่ม. 2558. **การแพร่กระจายและสถานภาพการอนุรักษ์พลับพลึงธาร (*Crinum ThaianumJ.* Schulze) ในประเทศไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภานุพงศ์ โปรยสุรินทร์. 2559. **การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดไฟป่าด้วยเทคนิคการรับรู้ระยะไกลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์ วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริ อัคคะอัคร, 2543. **การควบคุมไฟป่าสำหรับประเทศไทย**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สมชาย โกมลคงอยู่. 2561. **คู่มือการสร้างเครือข่ายและการมีส่วนร่วมของประชาชนในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควัน.** กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ส่วนควบคุมไฟป่า, 2556. **แนวทางการสร้างเครือข่ายการแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควัน.** กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. 2564. **ผลการปฏิบัติงานประจำปี 2564 อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่**. สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1, ปราจีนบุรี.

Akaakara, S. 1985. **Ecological Comparison of Vegetation Structure and Avifauna on Burned and Unburned Areas of Mixed Deciduous Forest at Doi Suthep Pui National Park, Chiang Mai,** Thailand. Master Thesis, UPLB.

Fawcett, T. 2006. An introduction to ROC analysis. **Pattern Recog Lett**. 27:861-874.

Phillips, S. J. 2008. **A Brief Tutorial on Maxent**. Available Source: http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent, June 6, 2023

Swets,J. A. 1988. Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems. **Science** 240: 1285-1298.

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยแบบจำลอง MaxEnt
Analysis of forest fire risk areas in Doi Inthanon national park by MaxEnt model

นิวัฒน์ แดงลาด[1*] กอบศักดิ์ วันธงไชย[2] พิชิต ลำใย[3] และ นิตยา เมี้ยนมิตร[3]
Niwat Daenglat[1*] Kobsak Wanthongchai[2] Pichit Lumyai[3] and Nittaya Meanmit[3]
[1]สาขาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900
[1]Department of Forest Resources and Environment Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900
[2]Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[3]ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900
[3]Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **Niwat.dae@ku.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบบจำลอง MaxEnt ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ควบคู่กับแบบจำลองเอนโทรปีสูงสุด (Maximum Entropy) โดยวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่า ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทของป่าไม้ แม่น้ำ ถนน หมู่บ้าน รวมถึงแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ร่วมกับสถิติจุดความร้อน ออกมาเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ารายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565

ผลการศึกษาสามารถแบ่งพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565 ออกเป็นระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูง ปานกลาง และต่ำ คิดเป็นร้อยละ 7, 30 และ 63 ตามลำดับ และมีค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (AUC) เท่ากับ 0.952, 0.895, 0.696, 0.661, 0.879 และ 0.823 ตามลำดับ จัดอยู่ในระดับค่อนข้างดีถึงดีมาก จากการเปรียบเทียบพื้นที่ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูงกับพื้นที่เผาไหม้ จากการแปลตีความภาพถ่ายจากดาวเทียม ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 - 2565 พบว่า มีความสอดคล้องร้อยละ 21, 55, 57, 47, 50 และ 7 ตามลำดับ นอกจากนี้ทำการบูรณาการข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าโดยแบบจำลอง MaxEnt ร่วมกับพื้นที่เผาไหม้ที่เกิดขึ้นจริง ออกมาเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ ปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565 แบ่งออกเป็นพื้นที่เกิดไฟป่าไม่เกิน 1 ครั้ง พื้นที่เกิดไฟป่า 2 ครั้งแต่ไม่เกิน 3 ครั้ง พื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง และพื้นที่ไม่เคยเกิดไฟป่า คิดเป็นร้อยละ 6.07, 9.20, 1.72 และ 83.01 ของพื้นที่ ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไฟป่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ แบบจำลอง MaxEnt

ABSTRACT

The study was performed using the MaxEnt modeling approach in conjunction with the Geographic Information System (GIS) and Maximum Entropy models to analyze fire-prone areas within Doi Inthanon National Park, Chiang Mai Province. It examined factors that influence the occurrence of forest fires, such as land use, forest type, rivers, roads, villages, and digital elevation models, combined with hotspot statistics. The analysis identified annual areas prone to fires from 2017 to 2022.

These results showed the areas prone to fires in three levels of risk: high, moderate, and low, which represented 7%, 30%, and 63% of the total area, respectively. The model's accuracy was evaluated using the Area under the Curve (AUC), yielding values of 0.952, 0.895, 0.696, 0.661, 0.879, and 0.823, indicating a relatively good to very good level of accuracy. When comparing the

areas at high risk of fires with actual burn scar areas derived from satellite images provided by the Geo-Informatics and Space Technology Development Agency from 2017 to 2022, correlations of 21%, 55%, 57%, 47%, 50%, and 7% were found. Additionally, integrated the results of the MaxEnt model were compared with actual fire-affected areas to identify recurring regions prone to fires within 2017-2022. These regions were classified into four categories: areas that remained fire-free, areas where fires occurred once, areas where fires occurred 2-3 times, and areas where fires occurred more than 3 times. These categories represented 83.01%, 6.07%, 9.20%, and 1.72% of the total area, respectively.

Keywords: forest fires, forest fire risk area, Doi Inthanon National Park, MaxEnt model

คำนำ

ไฟป่าเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรป่าไม้ มีความรุนแรงมาก ไม่สามารถควบคุมได้ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตต้นไม้ อีกทั้งไฟป่ายังทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยและชีวิตของสัตว์ป่า ควันไฟยังทำให้เกิดฝุ่นละออง pm 2.5 และทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเกิดเป็นภาวะโลกร้อน (ศิริภัทร, 2558) จากข้อมูลสถิติการเกิดไฟป่าในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2563 ส่วนใหญ่มาจากการเผาเพื่อเก็บของป่า เฉลี่ยร้อยละ 68.9 ของสาเหตุการเกิดไฟป่าทั้งหมด โดยในปี พ.ศ. 2563 มีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (สำนักป้องกัน ปราบปราม และควบคุมไฟป่า, 2563)

จากข้อมูลการดับไฟป่าของสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 เชียงใหม่ พบว่า ระหว่างปี พ.ศ. 2560 - 2563 อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์มีเปอร์เซ็นต์การดับไฟป่า และพื้นที่เผาไหม้ที่เกิดขึ้นต่อหน่วยเนื้อที่เป็นอันดับแรกของจังหวัดเชียงใหม่ บริเวณที่เกิดไฟป่าซ้ำกระจายตัวบริเวณป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรังของอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยส่วนใหญ่ เนื่องด้วยลักษณภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน และสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่า จึงทำให้การเดินทางเข้าไประงับและดับไฟที่ลุกไหม้นั้นเป็นไปได้อย่างยากลำบาก ประกอบกับมาตรการทวงคืนผืนป่า และการประกาศเขตป่าอนุรักษ์ทับพื้นที่ชุมชน ณ ตอนนั้น ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งระหว่างชุมชนและเจ้าหน้าที่รัฐ

การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแบบจำลอง Maximum Entropy วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่า ร่วมกับสถิติจุดความร้อนออกมาเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565 โดยแบ่งระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ เพื่อวิเคราะห์เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ โดยบูรณาการร่วมกับชุนชนในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ เพื่อสร้างความร่วมมือและแนวทางการบริหารจัดการไฟป่าระหว่างชุมชนและเจ้าหน้าที่รัฐต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Arc Map 10.4.1)
3. แบบจำลอง Maximum Entropy (MaxEnt)

วิธีการ

1. ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล

1.1 รวบรวมข้อมูลจุดความร้อนปี พ.ศ. 2560 - 2565 ในการดาวน์โหลดข้อมูลจุดความร้อน ผ่านเว็บไซต์ https://https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/ ซึ่งมีข้อมูลจุดความร้อนตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2543 ถึงปัจจุบัน

1.2 จัดเตรียมข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดไฟป่าเป็นตัวแปรอิสระ ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และข้อมูลปัจจัยแวดล้อมทั้งหมดจะจัดให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือรูปแบบกริด มี 7 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทของป่าไม้ แม่น้ำ ถนน หมู่บ้าน ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (ศิริภัทร, 2558)

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้โปรแกรม Arc Map

2.1 การตัดขอบเขตข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) เพื่อตัดขอบเขตที่ต้องการวิเคราะห์ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษา อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ทำการเปิดเครื่องมือ Clip โดยเลือกเครื่องมือ Geoprocessing เป็นคำสั่ง Clip สำหรับตัดขอบเขต ผู้วิจัยทำการตัดขอบเขตข้อมูลจุดความร้อน ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทของป่าไม้ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ แม่น้ำ ถนน และหมู่บ้าน ตามลำดับ ตามวิธีของ ศิริภัทร (2558)

2.2 การตัดขอบเขตข้อมูลราสเตอร์ (Raster) เพื่อตัดขอบเขตที่ต้องการวิเคราะห์ ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ใช้เครื่องมือ Spatial Analyst Tools คำสั่ง Extract by Mask ในการตัดขอบเขตข้อมูล จากนั้นทำการกำหนดข้อมูลโดย Output Coordinates กำหนดเป็น Same as layer “Landuse” โดยข้อมูลที่ได้จะแสดงระบบพิกัดของปัจจัย Landuse เนื่องจากเป็นแม่แบบที่ใช้ในการสร้าง ตามวิธีของ กิตติพล และชนิดา (2561)

3. การแปลงข้อมูลเชิงเส้น (Vector) ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภาพ (Raster)

การแปลงข้อมูลจำแนกออกเป็น รูปแบบที่ 1 ใช้เครื่องมือ Conversion Tools โดยใช้คำสั่ง Polygon to Raster กับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลประเภทของป่าไม้ และชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จากนั้นใช้คำสั่ง Polygon to Raster รูปแบบที่ 2 ใช้เครื่องมือ Spatial Analyst Tools โดยใช้คำสั่ง Euclidean Distance กับข้อมูลแม่น้ำ ข้อมูลถนน และข้อมูลหมู่บ้าน จากนั้นทำการกำหนดข้อมูลโดยเครื่องมือ Output Coordinates โดยกำหนดเป็น Same as layer “Landuse” เนื่องจากแม่แบบที่สร้างใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และรูปแบบที่ 3 สำหรับข้อมูลที่เป็นข้อมูลภาพ (Raster) เตรียมข้อมูลเพื่อทำในขั้นตอนแปลง Raster to Ascii กับข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ตามวิธีของ กิตติพล และชนิดา (2561)

4. การแปลงข้อมูลปัจจัยแวดล้อมให้เป็นข้อมูล ASCII ที่มีขนาดจุดภาพเท่ากันทุกชั้น

4.1 การเตรียมข้อมูลปัจจัย ในขั้นตอนนี้ได้กำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า จำนวน 7 ปัจจัย โดยแปลงข้อมูลทุกปัจจัยที่เป็นเวคเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบกริดขนาด 30x30 เมตร และทำการแปลงข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบ ASCII เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ต่อในแบบจำลอง MaxEnt ตามวิธีของ กิตติพล และชนิดา (2561)

4.2 กำหนด Columns and Rows : 1033, 976 และ Cell size : 30 , 30 ของข้อมูลปัจจัยแวดล้อมทั้ง 7 ปัจจัย

5. การวิเคราะห์โดยแบบจำลอง Maxent

การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าด้วยแบบจำลอง MaxEnt ใช้ข้อมูลตำแหน่งจุดความร้อนที่เกิดจากเหตุการณ์ในอดีต และปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 7 ปัจจัย ในการสร้างแบบจำลองและสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่แตกต่างกันได้ เนื่องจากเป็นวิธีการทางสถิติที่มีความยืดหยุ่น อีกทั้งสามารถประยุกต์ได้ทุกสาขาของงานวิจัย (Phillips and Dalike, 2008) ที่กำหนดโครงสร้างข้อมูลเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทข้อมูลจัดกลุ่ม ประกอบด้วย ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลประเภทของป่าไม้ และประเภทข้อมูลค่าต่อเนื่อง ประกอบด้วย ข้อมูลแม่น้ำ ข้อมูลถนน ข้อมูลหมู่บ้าน และข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข จากนั้นกำหนดสัดส่วนข้อมูลออกเป็น 2 ชุดข้อมูล คือ ชุดข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลองและชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง MaxEnt และฟังก์ชันในการหาความน่าจะเป็นแบบ Cross validate (ภัทรา, 2560)

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจุดความร้อน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 - 2565 กับปัจจัยแวดล้อม 7 ปัจจัย จากนั้นทำการกำหนดช่อง Samples เลือก Hotspot ไฟล์ excel หรือ csv. ทำการกำหนด Environmental layers เลือกปัจจัยแวดล้อมทั้ง 7 ปัจจัยที่ได้จากการทำ Polygon to ASCII นามสกุล ASC ละตั้งค่า Replicates จำนวน 10 ครั้ง เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จจะขึ้นไฟล์ทั้งหมด 10 ไฟล์ ตามวิธีของ กิตติพล และชนิดา (2561)

6. ขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประเมินความถูกต้องของผลการการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าจากแบบจำลอง MaxEnt จากการประเมินกราฟ Receiver Operating Characteristic (ROC) ซึ่งได้จากการสร้างกราฟของ sensitivity จากนั้นคำนวณพื้นที่ใต้กราฟของ ROC (Area under Curve (AUC)) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0 ถึง 1.0 (Table 1) สำหรับค่าพื้นที่ใต้กราฟนี้จะสามารถอธิบายถึงความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้ (Swets, 1988; Honsmer and Lemeshow, 2000)

Table 1 Validity evaluation criteria from MaxEnt model.

Area under Curve	**0.50 - 0.60**	**0.60 - 0.75**	**0.75 - 0.90**	**0.90 - 0.97**	**0.97 - 1.00**
Assessment Results	Not good	Fairly good	Good	Very good	Excellent

Sources: Swets (1988) และ Honsmer and Lemeshow (2000)

6.1 การจำแนกข้อมูลพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าออกเป็น 3 ระดับ

การจัดกลุ่มของผลการทำนายพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า จากแบบจำลอง MaxEnt ในการจำแนกระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับความเสี่ยง 1 พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติต่ำ มีค่า 0 - 0.33 ระดับความเสี่ยง 2 พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติปานกลาง มีค่า 0.34 - 0.66 และระดับความเสี่ยง 3 พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสูง มีค่า 0.67 - 1 โดยแบ่งตามลักษณะค่าช่วงให้มีความกว้างของอันตรภาคชั้นที่เท่ากัน (Equal Interval) ตามวิธีของ ณัฐวุฒิ (2545)

6.2 การตรวจสอบความถูกต้องของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า

การตรวจสอบความถูกต้องกับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ากับข้อมูลพื้นที่เผาไหม้ที่ได้จากการแปลตีความภาพถ่ายจากดาวเทียม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 - 2565 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ให้ทำการแปลงข้อมูลพื้นที่เสี่ยงจากข้อมูล Raster ไปเป็นข้อมูล Polygon เพื่อจำแนกระดับความเสี่ยงออกแต่ละระดับ ทำการเลือกคำสั่ง Intersect กับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าตามระดับความเสี่ยง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับความเสี่ยงสูง ระดับความเสี่ยงปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ตามวิธีของ สมชาย (2562)

7. การประยุกต์ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการประยุกต์ข้อมูลที่แสดงถึงความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าโดยแบบจำลอง MaxEnt กับพื้นที่เผาไหม้ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ออกมาเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำเพื่อเป็นพื้นที่เฝ้าระวังเป็นพิเศษ (สมชาย, 2562) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 - 2565 แบ่งออกเป็นพื้นที่ไม่เคยเกิดไฟป่า พื้นที่เกิดไฟป่าไม่เกิน 1 ครั้ง พื้นที่เกิดไฟป่า 2 ครั้งแต่ไม่เกิน 3 ครั้ง และพื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง โดยทำการซ้อนทับ (Overlay) พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูงโดยแบบจำลอง MaxEnt ทั้ง 6 ปี กับพื้นที่เผาไหม้ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตามวิธีของ ภัทรา (2560)

ผลและวิจารณ์

1. ค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (Area under ROC Curve)

จากการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบบจำลอง MaxEnt พบว่า ค่าตำแหน่งความน่าเชื่อถือของแบบจำลองซึ่งช่วยตัดสินความน่าจะเป็น หรือโอกาสจุดที่พบไฟป่ามีค่าตำแหน่งที่สูงกว่าจุด Pseudo absences โดยช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2565 มีอัตราการละเว้น (Omission rate) ใกล้เคียงกับพื้นที่คาดคะเน (Predicted omission) ค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (Area under ROC Curve) อยู่ในช่วง 0.661 - 0.952 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างดีถึงดีมาก และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) อยู่ในช่วง 0.024 - 0.121 (Table 2) (Figure 1) ซึ่งค่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Swets (1988) และ Honsmer and Lemeshow (2000)

Table 2 Area under ROC Curve and standard deviation of forest fires risk areas.

Year	Omission rate and Predicted omission	Area under ROC Curve (AUC)	Standard deviation (SD)
2017	similar values	0.952	0.024
2018	similar values	0.895	0.033
2019	similar values	0.696	0.029
2020	similar values	0.661	0.027
2021	similar values	0.879	0.048
2022	similar values	0.823	0.121

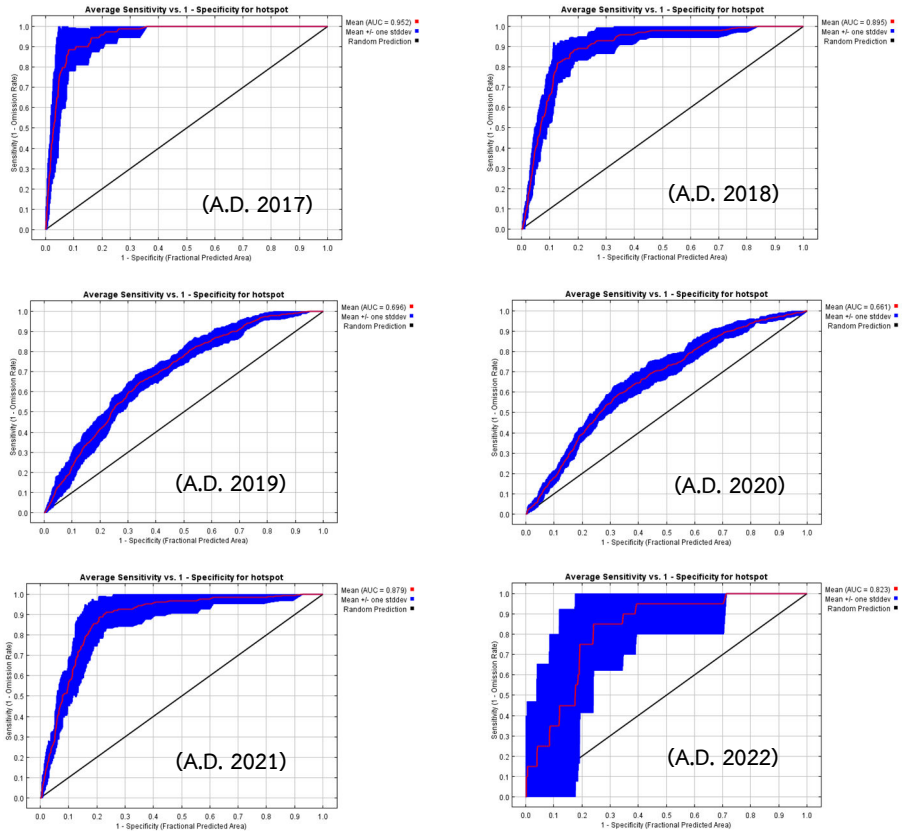


Figure 1 Area under ROC Curve from 2017 to 2022

2. ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่า โดยค่าร้อยละความสำคัญ (Percent Contribution)

จากการศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่าทั้ง 7 ปัจจัย โดยค่าร้อยละความสำคัญ (Percent Contribution) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 - 2565 พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่งผลต่อการเกิดพื้นที่เสี่ยงไฟป่ามากที่สุด รองลงมาคือ ประเภทของป่าไม้ ระยะห่างจากหมู่บ้าน แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ระยะห่างจากแม่น้ำ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และระยะห่างจากถนน ตามลำดับ (Table 3) โดยประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่ามากที่สุดคือ ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง สอดคล้องกับประเภทของป่าไม้ที่เป็นป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรังเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาจากค่า Jackknife พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดพื้นที่เสี่ยงไฟป่ามากที่สุด คือ การใช้ประโยชน์ที่ดิน รองลงมาคือ ชนิดป่า มีความสอดคล้องกันระหว่างค่าผลกระทบต่อโมเดลหากไม่มีตัวแปรนี้รวมอยู่ (Without Variable; แถบสีเขียว) และค่าการมีส่วนร่วมอย่างอิสระของตัวแปร (With only Variable; แถบสีน้ำเงิน) (Figure 2) เนื่องด้วยข้อมูลจุดความร้อนที่ใช้ในการวิเคราะห์ กระจายอยู่ในบริเวณทิศตะวันออกของอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ซึ่งข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง อยู่ในช่วงความสูง 500 - 700 เมตร โดยส่วนใหญ่ อีกทั้งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมชาย (2562) ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ภาคเหนือ พบว่า ป่าเบญพรรณมีพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูงมากที่สุด

Table 3 Environmental factors affecting forest fires incidence at Doi Inthanon National Park, Chiang Mai Province.

Year	Environmental factors affecting forest fires incidence (Percent Contribution)						
	Forest Type	Land use	Digital Elevation Model	Watershed	Road	Village	Stream
2017	13.3	36.2	4.8	6.4	5.7	29.9	3.7
2018	15.8	40.6	6.4	1.1	0.6	5.6	30
2019	22.9	45.3	16.4	7.5	1	1.5	5.3
2020	15.3	36.5	17.2	6.9	8	11.7	4.4
2021	24	45.9	3.9	1.9	2.3	16.8	5.2
2022	28.2	60.2	1.9	7.4	1.5	0.1	0.7
Average	**19.9**	**44.1**	**8.4**	**5.2**	**3.2**	**10.1**	**8.2**
Total	**119.5**	**264.7**	**50.6**	**31.2**	**19.1**	**65.6**	**49.3**

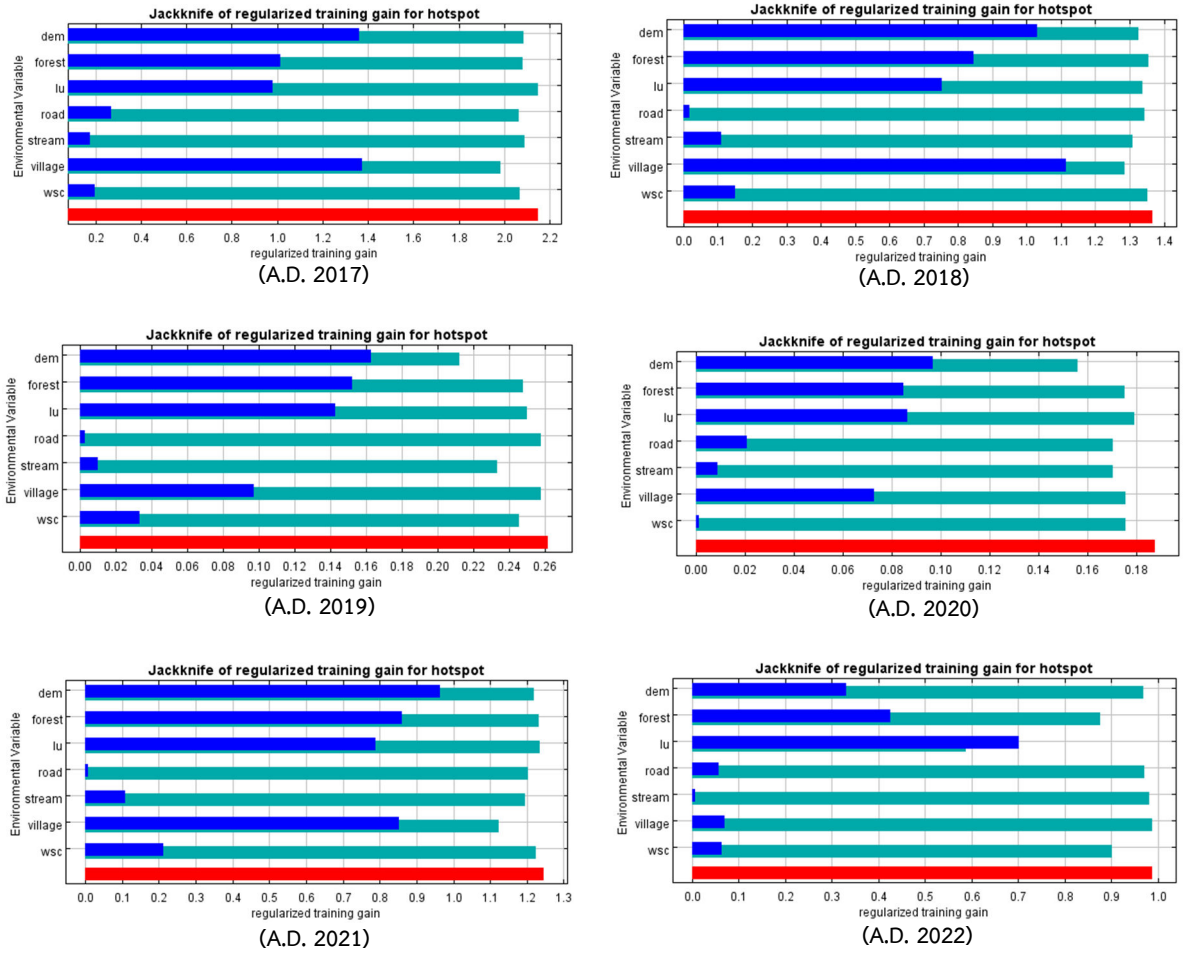


Figure 2 Jackknife of regularized training gain for hotspot from 2017 to 2022

3. ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ 3 ระดับ

จากการศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ โดยแบบจำลอง MaxEnt พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 - 2565 ใน ปี พ.ศ. 2562 มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูงมากที่สุด เนื้อที่ 36,475 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12 ของพื้นที่ทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2563 มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าปานกลางมากที่สุด เนื้อที่ 195,869 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 66 ของพื้นที่ทั้งหมด และในปี พ.ศ. 2560 มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าต่ำมากที่สุด เนื้อที่ 279,120 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 94 ของพื้นที่ทั้งหมด (Table 4) ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวุฒิ (2545) ที่เกี่ยวข้องกับระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูงของอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ คิดเป็นร้อยละ 9 ของพื้นที่ทั้งหมด บริเวณป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง ทางด้านทิศตะวันออกของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (Figure 3)

Table 4 Three levels of risk of forest fires in the Doi Inthanon National Park, Chiang Mai Province.

Year	High level of fire risk areas		Moderate level of fire risk areas		Low level of fire risk areas	
	Areas (Rai)	Percentage	Areas (Rai)	Percentage	Areas (Rai)	Percentage
2017	5,382	2	12,303	4	279,120	94
2018	13,700	5	32,162	11	250,958	84
2019	36,475	12	156,556	53	103.771	35
2020	33,980	11	195,869	66	66,946	23
2021	17,966	6	38,463	13	240,383	81
2022	5,966	2	74,750	25	216,101	73
Average	**18,911**	**6.3**	**85,017**	**28.7**	**175,602**	**65**

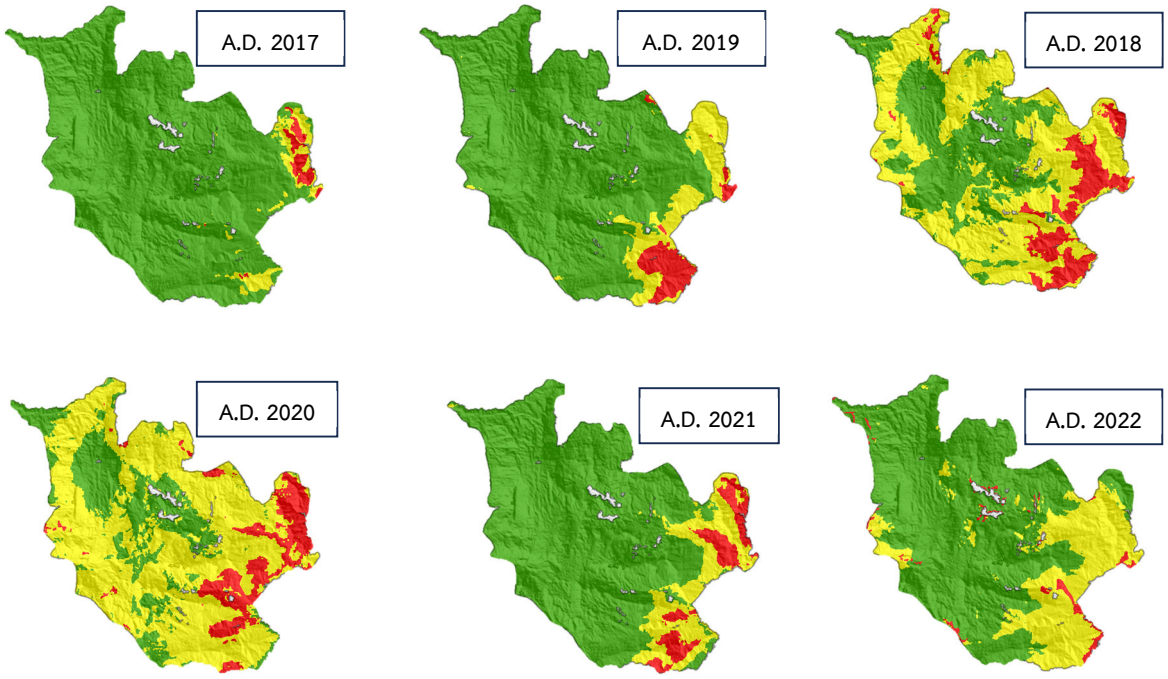


Figure 3 Forest fire risk areas in Doi Inthanon National Park, Chiang Mai Province by MaxEnt model from 2017 to 2022

4. การตรวจสอบข้อมูลกับพื้นที่เผาไหม้ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA)

จากการตรวจสอบพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ กับพื้นที่เผาไหม้ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2565 พบว่า พื้นที่ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าสูง มีความสอดคล้องกับพื้นที่เผาไหม้ที่เกิดขึ้นจริง คิดเป็นร้อยละ 21 55 57 47 50 และ 7 (Table 5) อีกทั้งหากข้อมูลจุดความร้อนที่ใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนน้อยเกินไป ส่งผลให้ค่าความถูกต้องลดลง ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติพลและชนิดา (2561) ที่เกี่ยวกับจำนวน และการกระจายของจุดที่ส่งผลให้ค่าการทำนายมีความผิดพลาด

Table 5 Verification of data with the burning area of the Geo - Informatics and Space Technology Development Agency.

Year	Level of fire risk areas	Compliance with the burning area	
		Areas (Rai)	Percentage
2017	Hight	2,238	21
	Moderate	4,490	43
	Low	3,743	36
	Total	**10,473**	**100**
2018	Hight	11,602	55
	Moderate	8,230	38
	Low	1,525	7
	Total	**21,359**	**100**
2019	Hight	20,229	57
	Moderate	14,548	41
	Low	813	2
	Total	**35,591**	**100**
2020	Hight	13,103	47
	Moderate	14,511	51
	Low	515	2
	Total	**28,131**	**100**
2021	Hight	4,891	50
	Moderate	4,496	46
	Low	333	4
	Total	**9,721**	**100**
2022	Hight	118	7
	Moderate	1,413	76
	Low	312	17
	Total	**1,844**	**100**

5. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ

จากการประยุกต์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ร่วมกับพื้นที่เผาไหม้ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ช่วงปี พ.ศ. 2560 - 2565 ออกมาเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ พบว่า มีพื้นที่เกิดไฟป่าไม่เกิน 1 ครั้ง พื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 2 ครั้งแต่ไม่เกิน 3 ครั้ง พื้นที่เกิดไฟป่ามากกว่า 3 ครั้ง และพื้นที่ไม่เคยเกิดไฟป่า คิดเป็นร้อยละ 6.07 9.20 1.72 และ 83.01 ตามลำดับ (Table 6) เมื่อทำการเปรียบเทียบกับงานวิจัยของสมชาย (2562) พบว่า พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำของอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ คิดเป็นร้อยละ 10.1 กระจายตัวบริเวณทิศตะวันออกของพื้นที่เช่นเดียวกับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าซ้ำ โดยแบบจำลอง MaxEnt (Figure 4)

Table 6 Areas prone to recurrence of forest fires at Doi Inthanon National Park, Chiang Mai Province during 2017 to 2022

The level of the area prone to repeated fires	Areas (Rai)	Percentage
Not more than 1 time	18,032	6.07
2 time but not more than 3 times	27,307	9.20
More than 3 times	5,107	1.72
Not ever had a forest fire	246,360	83.01
Total	**296,806**	**100**

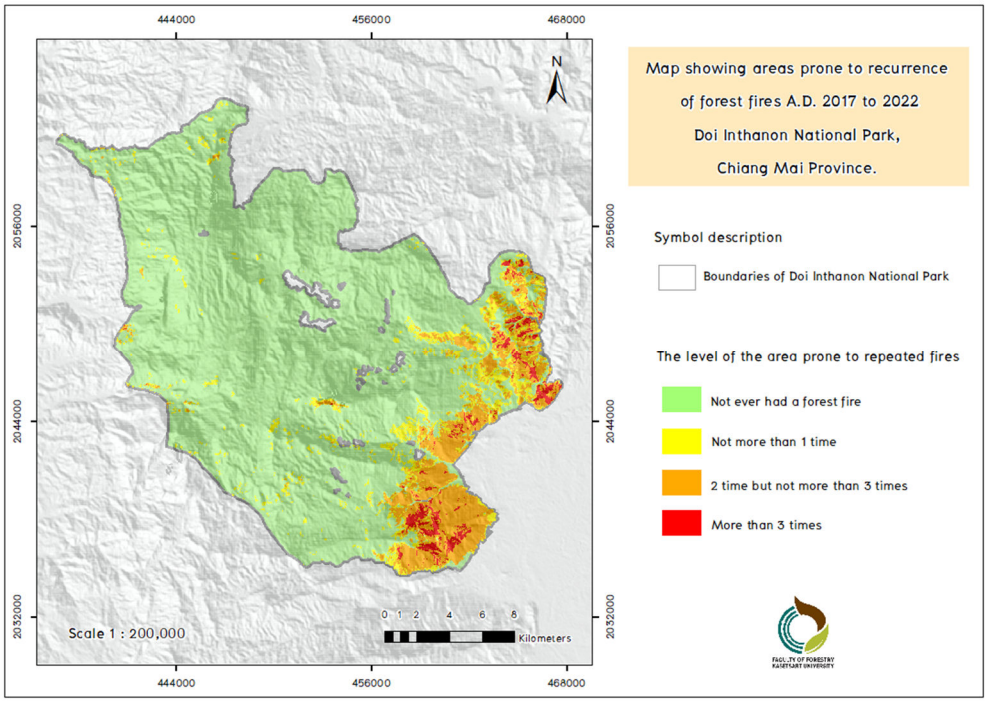


Figure 4 Map of Areas prone to recurrence of forest fires at Doi Inthanon National Park, Chiang Mai Province during 2017 to 2022

สรุป

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า มีค่าความน่าเชื่อถืออยู่ในช่วงอยู่ในช่วง 0.661 - 0.952 จัดอยู่ในระดับค่อนข้างดีถึงดีมาก ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเกิดไฟป่ามากที่สุด โดยค่า Percent Contribution และค่า Jackknifeคือ ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพบว่าบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่าของอุทยานแห่งชาติอินทนนท์คือ ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง และเมื่อทำการเปรียบเทียบพื้นที่ระดับความเสี่ยงสูงต่อการเกิดไฟป่ากับพื้นที่เผาไหม้ของของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ ปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565 พบว่า มีความสอดคล้องกัน คิดเป็นร้อยละ 39.5 อีกทั้งมีพื้นที่เกิดไฟป่าซ้ำมากกว่า 3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 1.72 อยู่ในบริเวณดังกล่าวโดยส่วนใหญ่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ หัวหน้าสถานีควบคุมไฟป่าดอยอินทนนท์ และขอขอบคุณอาจารย์กอบศักดิ์ วันธงไชย อาจารย์ที่ปรึกษาหลักที่คอยให้คำแนะนำในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติพล มงคลงาม และ ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์. 2561. การประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนด้วยแบบจำลอง Maximum Entropy. **วารสารสมาคมสำรวจระยะไกล** 19 (Special): 119-131.

ณัฐวุฒิ บุตรดี. 2545. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัทรา ม่วงเพชร. 2560. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการรับรู้ระยะไกล เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่แจ้ฟ้า จังหวัดลำปาง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ศิริภัทร เอี่ยมละออ. 2558. **การวิเคราะห์ไฟป่าที่ส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว**. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สมชาย โกมลคงอยู่. 2562. **การใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ภาคเหนือ**. สำนักป้องกัน ปราบปราม และควบคุมไฟป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

สำนักป้องกัน ปราบปราม และควบคุมไฟป่า. 2563. **ข้อมูลสถิติการเกิดไฟป่าในประเทศไทย กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช**. สืบค้นจาก https://portal.dnp.go.th/Content/firednp?contentId=15705

Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. 2000. **Applied Logistic Regression**. John Wiley & Sons Inc., New York.

Phillips, S.J. and Dudik, M. 2008. Modeling of Species Distributions with MaxEnt: New Extensions and a Comprehensive Evaluation. **Ecography** 31: 161-175.

Swets, J.A. 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science** 240 (4857): 1285-1293.

โครงการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านอาหารและยาจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ฝางครบวงจร และการใช้ประโยชน์ไม้ป่าเบื้องต้นที่ปลูกในระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว)

Knowledge Transfer Project for Food and Drug Security from Integrated Sappan tree Product Processing and Basic Utilization of Forest Trees Grown in Agroforestry Systems (Farm Forestry)

รักษา สุนินทบูรณ์[1*]

Raksa Suninthaboonrana[1*]

[1]สถานีวนวัฒนวิจัยเขาสอยดาว จันทบุรี 22140

[1]Khao Soi Dao Silvicultural Research Station, Chanthaburi 22140

* Corresponding Author; E-mail: **Raksaku54forester60@gmail.com**

บทคัดย่อ

โครงการถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อความมั่นคงด้านอาหารและยาจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ฝางครบวงจรและการใช้ประโยชน์ไม้ป่าเบื้องต้นที่ปลูกในระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) มีวัตถุประสงค์เพื่อ ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการแปรรูปไม้ฝาง เป็นอาหาร เครื่องดื่มและยา และการใช้ประโยชน์ไม้ที่ปลูกในระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) รูปแบบ (Model) การสร้างป่าสร้างรายได้เฉพาะครัวเรือน โดยถ่ายทอดองค์ความรู้ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน (Participatory Rural Appraisal : PRA) โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ มีประชากรกลุ่มเป้าหมายเข้าอบรมจำนวน 150 คน เก็บข้อมูลการวิจัยแบบผสานวิธีโดยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกและจากแบบสอบถาม พบว่าหลังจากอบรมแล้วผู้อบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไม้ฝางเพิ่มขึ้นในระดับสูงสุด มีผู้อบรมปลูกต้นฝางในพื้นที่ของตนเองร้อยละ 55 ผู้อบรมจัดการพื้นที่ตัวเองเป็นวนเกษตรป่าครอบครัวร้อยละ 50.80 ผู้อบรมเข้ามาเป็นสมาชิกของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) ร้อยละ 34.10 โดยผู้เข้าอบรมมีทักษะในการทำอาหารและยาที่มีส่วนประกอบจากฝางร่วมกับต้นไม้และพืชชนิดอื่นเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ การหุงข้าว ต้มยำ ไข่เค็ม ยาแก้ไอ เครื่องดื่ม สบู่ เป็นต้น นอกจากนั้นโครงการมีการเสนอต้นแบบ (Model) การสร้างป่าสร้างรายได้เฉพาะครัวเรือนเพื่อการถ่ายทอดองค์ความรู้ในโอกาสต่อ ๆ ไป ก่อนที่จะมีการพัฒนารูปแบบไปสู่วนเกษตรป่าครอบครัวเต็มรูปแบบเพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) ให้เป็นไปตามแนวทางรักษ์ช้างสร้างป่า สร้างรายได้ พัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ การเกษตรและวิถีชุมชน ที่จะสามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศในโอกาสต่อไป

คำสำคัญ: ไม้ฝาง ระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.)

ABSTRACT

Knowledge transfer project for food and drug security from integrated Sappan tree product processing and basic utilization of forest trees grown in agroforestry systems (farm forestry) is intended for transfer knowledge on the management of Sappan tree processing into food, beverages and medicines. And the utilization of wood grown in the agroforestry system model creating a forest to generate income for the household by transferring knowledge through the process of community participation (Participatory Rural Appraisal:PRA) by training workshop. There were 150 people who participated in the training. Integrated research data were collected by in-depth interviews and questionnaires. It was found that after the training, the trainees had the

highest level of knowledge and understanding about Sappan tree. There were 55% of the trainees planting saplings in their own areas. The trainees managed their own areas as agroforestry system amounting to 50.80% and 34.10% of the trainees became members of the HugChangHugPa Community Enterprise. Participants are skilled in making food and medicine that contains ingredients from Sappan tree together with other trees and plants cooking rice, tom yum, salted eggs, cough medicine, drinks, soap, etc. In addition, the project has proposed a prototype (model). Creating forests to generate income for households. For knowledge transfer on future occasions before the model was developed into a full-fledged agroforestry system.To be a source of raw materials for the HugChangHugPa Community Enterprise in accordance with the guidelines of elephant conservation, creating forests, generating income, and developing eco-tourism potential agriculture and community way of life that will be able to create economic value for the country in the future

Keywords: Sappan Tree: Sappan Wood: Caesalpinia sappan L. Agroforestry, HugChangHugPa Community Enterprise

คำนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

โครงการถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อความมั่นคงด้านอาหารและยาจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ฝางครบวงจรและการใช้ประโยชน์ไม้ป่าเบื้องต้นที่ปลูกในระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชนในสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 และโรคอุบัติใหม่ในอนาคต เป็นโครงการต่อเนื่องจากโครงวิจัยการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนต้นแบบการจัดการผลผลิตไม้ฝางครบวงจร (Development of Community Enterprise model for Sappan tree integrated production) ภายใต้แผนงานวิจัย การพัฒนาต้นแบบชุมชนไม้มีค่าเพื่อการขยายผลในประเทศไทย (Development of prototype of valuable wood lot community for extension in Thailand) โดยศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ซึ่งได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วเมื่อต้นปี 2564

ไม้ฝางเป็นพันธุ์ไม้พื้นถิ่นที่อยู่ในภาคตะวันออก เป็นไม้ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อประชาชนและสังคมไทย โดยฝางมีความเกี่ยวข้องในเรื่องปัจจัย 4 ทุกปัจจัยได้แก่ ด้านที่เกี่ยวของกับอาหาร ฝางสามารถนำมาผสมอาหารเพื่อให้เกิดสีสันและเพื่อการถนอมอาหาร ด้านที่เกี่ยวข้องยารักษาโรค ฝางได้ชื่อว่าเป็นสมุนไพรชั้นเลิศของประเทศไทย ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จีน และ เอเชียใต้ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญต่าง ๆ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เช่น Quercetin Rhamnetin และ Ombuin เป็นต้น กลุ่มสเตอร์รอล (Sterols) เช่น Brazilin Tannin และ sappanin มีสรรพคุณและประโยชน์มากมายดังต่อไปนี้ บำรุงหัวใจ ส่งเสริมการไหลเวียนเลือด ฟอกเลือด บำรุงเลือด ต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อโรคทุกชนิด รักษาประจำเดือนมาผิดปกติ รักษาระดูขาว สมานแผลในระบบทางเดินอาหาร รักษาเบาหวานลดน้ำตาลในเลือด แก้ปอดพิการ บำรุงปอดรักษาวัณโรค ต้านการอักเสบ แก้ปวด ควบคุมน้ำหนัก ด้านที่เกี่ยวข้องกับเครื่องนุ่งห่มการใช้ฝางในการย้อมผ้าให้เกิดสีแดง หรือสีชมพูบานเย็น และมีการศึกษาผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติต้านแบคทีเรียพบว่าฝางสามารถยับยั้ง เชื้อ *Staphylococcus aureus* ในผ้าไหมได้ ด้านที่เกี่ยวข้องกับที่อยู่อาศัยด้วยความแข็งแรงทนทานของชุมชนในท้องถิ่นของประเทศไทย มีการนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก ที่สำคัญมีงานวิจัยยืนยันได้ว่าการรับประทานผลิตภัณฑ์ทางอาหารที่มีส่วนประกอบจากฝางหรือมีเฉพาะฝางเพียงอย่างเดียวไม่มีพิษสะสมอยู่ในร่างกาย สามารถใช้และรับประทานได้เป็นประจำ ในสมัยราชอาณาจักรกรุงศรีอยุธยา กรุงธนบุรี กรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้น ฝางเป็นสินค้า 1 ใน 3 ที่หวงห้ามไว้

เฉพาะให้ราชสำนักจัดการขายและส่งออกไปยังประเทศตะวันออกไกลและยุโรปแต่เพียงผู้เดียวเพื่อเป็นวัตถุดิบในการย้อมสีผ้า ยาสมุนไพร ใช้ในงานราชพิธี และศาสนพิธี สร้างรายได้ให้ประเทศสยามในสมัยนั้นจนเจริญรุ่งเรือง และยังเป็นของราชบรรณาการที่สำคัญอีกด้วย โดยยังมีความเกี่ยวข้องเกี่ยวกับความมั่นคงของประเทศในสมัยกรุงธนบุรี กล่าวคือได้มีการแลกเปลี่ยนแก่นฝาง 1 ลำเรือสำเภา กับปืนคาบศิลา 1,000 กระบอกกับพ่อค้าชาวจีน อีกทั้งในสมัยนี้ประเทศไทยในปัจจุบันมีปัญหาเรื่องช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออก การบรรเทาปัญหาและแก้ปัญหาที่ดีสุดคือการสร้างรายได้อย่างมั่นคงและมั่งคั่งให้ประชาชนผู้เดือดร้อน โดยสร้างรายได้จากไม้ฝางเนื่องจากเป็นชนิดที่ช้างป่าไม่ชอบกินและไม่ทำลาย และด้วยคุณค่า คุณสมบัติ สรรพคุณที่มีประโยชน์มากมาย สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อสร้างรายได้ให้ประชาชนผู้เดือดร้อนจากช้างป่าและประชาชนทั่วไปได้อย่างแน่นอน หากแต่มีประชาชนจำนวนมากที่ยังไม่รู้จักไม้ฝาง อีกทั้งไม่เชื่อไม่มั่นใจในสรรพคุณทางโครงการจึงมีความจำเป็นในการจัดทำหนังสือคู่มือ: การถ่ายทอดองค์ความรู้การแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ฝาง (*Caesalpinia sappan* L. : Sappan Tree) เพื่อใช้ประโยชน์ในทางอาหารและยา แจกจ่ายให้ประชาชนได้มีความรู้ความเข้าใจที่มากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยรวมต่อประเทศไทยทั้งในเรื่องระบบสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษารวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านอาหารและยาจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ฝางครบวงจรและการใช้ประโยชน์ไม้ป่าเบื้องต้นที่ปลูกในระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ซึ่งมีหัวข้องานวิจัยที่น่าสนใจ ดังนี้

อาภาพร และคณะ (2563) รายงานว่าสารสกัดฝางที่มีฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีที่สุดและมีความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกได้ดีที่สุดคือสารสกัดน้ำของแก่นนาง โดยมีค่า IC50 และมีค่า TEAC สูงกว่าสารมาตรฐาน BHT และมีค่าใกล้เคียงกับกรดแกลลิก สำหรับสารสกัดฝางที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสสูงสุดคือสารสกัดน้ำของเปลือกต้นโดยมีค่า IC50 สูงกว่าสารมาตรฐานอะคาร์โบส และยังพบว่านอกจากแก่นของฝางที่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายแล้วยังมีส่วนอื่นของฝางยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่น่าสนใจที่อาจนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างรายได้ให้แก่ชุมชนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากช้างป่าภาคตะวันออกต่อไปด้วยสรรพคุณทั้งหมดนี้ฝางจึงได้ชื่อว่าเป็นยาอายุวัฒนะหมายถึงทำให้สุขภาพร่างกายแข็งแรงอยู่เสมอ

วิบูลย์ และคณะ (2547) ได้จัดทำโครงการแก้ปัญหาช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม จากกระบวนการมีส่วนร่วมของเกษตรกรรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน โดยการนำการปลูกพืชระบบวนเกษตร เป็น 1 ในวิธีการแก้ปัญหา โดยให้ตัวแทนเกษตรกรที่ได้รับปัญหาจากช้างป่าทั้ง 5 จังหวัดจำนวน 35 ราย ทดลองปลูกพืชระบบวนเกษตร ในพื้นที่ตัวเองจำนวน รายละ 1 ไร่ โดยเลือกต้นไม้ที่คนกินได้และใช้สอยได้ 20-30 ชนิด โดยเป็นชนิดที่ช้างป่าไม่ชอบกิน หรือเมื่อทำลายแล้วฟื้นตัวได้รวดเร็ว เช่น ติ้ว เพกา ชะอม ยางนา ฝาง ตะเคียน กฤษณา สำรอง ผักหวานบ้าน กระโดน มะกอก เกด มะรุม มะกรูด เป็นต้น ผลการศึกษาในระยะเวลา 3 ปี เบื้องต้นพบว่าช้างป่าเข้ามาในพื้นที่แปลงที่ปลูกระบบวนเกษตรน้อยครั้งลง และทำลายพืชที่ปลูกน้อยมาก และชนิดพืชที่ทำการปลูกโดยเฉลี่ยมีอัตราการรอดตายประมาณ 60% สาเหตุการตายจากภัยธรรมชาติเช่นน้ำท่วม และฝนแล้ง ต้นไม้ที่รอดตายมีการเจริญเติบโตดีและสามารถเก็บเพื่ออุปโภคภายในครัวเรือน และขายได้ คือ ชะอม และ ผักหวานบ้าน เมื่อช้างป่าเข้ามาในพื้นที่เกษตรกรรมพืชที่ปลูกเสียหายประมาณ 5% ที่ช้างกินคือ มะหาด พืชที่เสียหายมากที่สุดคือ ชะอม

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องยาสามัญประจำบ้าน ฉบับที่ 2 อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 76 (5) แห่งพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2510 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติยา (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2522 ประกาศเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2537 ให้มียาสามัญประจำบ้านแผนโบราณ 28 ขนาน ซึ่งมีแก่นไม้ฝางเป็นส่วนประกอบ 3 ขนาน จาก 28 ขนาน สามารถแปรรูปเป็นขนานยาทั้ง 3 ขนานดังนี้

1) ยาประสะจันทน์แดง

วัตถุส่วนประกอบ รากเหมือดคน รากมะปรางหวานรากมะนาว เปราะหอม โกศหัวบัว จันทน์เทศ ฝางเสน หนักสิ่งละ 4 ส่วน เกสรบัวหลวง ดอกบุนนาค ดอกสารภี ดอกมะลิ หนักสิ่งละ 1 ส่วน จันทน์แดง 32 ส่วน **วิธีทำ**

บดเป็นผง **สรรพคุณ** แก้ไข้ตัวร้อน กระหายน้ำ ละลายน้ำสุก หรือน้ำดอกมะลิ ขนาดรับประทานรับประทานทุก 3 ชั่วโมง ผู้ใหญ่ครั้งละ 1 ช้อนกาแฟ เด็กครั้งละ 1-2 ช้อนกาแฟ **ขนาดบรรจุ** 15 กรัม

2) ยาหอมอินทจักร

วัตถุส่วนประกอบ สะค้าน รากช้าพลู ขิง ดีปลี รากเจตมูลเพลิง ลูกผักชีลา โกศสอ โกศเขมา โกฐก้านพร้าว โกศพุงปลา โกศจุฬาลัมพา โกศเชียง โกศกักรา โกศน้ำเต้า โกศกระดูก เทียนดำ เทียนขาว เทียนแดง เทียนข้าวเปลือก เทียนเยาวพาณี จันทน์แดง จันทน์เทศ เถามวกแดง เถามวกขาว รากหญ้านาง เปลือกชะลูด อบเชย เปลือกสมุลแวง กฤษณา กระลำพัก บอระเพ็ด ลูกกระดอม กำยาน ขอนดอก ชะมดเช็ด ลูกจันทน์ ดอกจันทน์ ลูกกระวาน การพลู รากไคร้เครือ ลำพันแดง ดอกสารภี ดอกพิกุล ดอกบุนนาค ดอกจำปาดอกกระดังงา ดอกมะลิ ดอกคำไทย ฝางเสน ดีงูเห่า ตีหมูป่า ดีวัว พิมเสน สิ่งละ 1 ส่วน **วิธีทำ** ชนิดผงบดเป็นผง ชนิดเม็ดบดเป็นผงทำเป็นเม็ดหนักเม็ดละ 0.2 กรัม **สรรพคุณ** แก้ลมบาดทะจิต ใช้น้ำดอกมะลิ แก้คลื่นเหียนอาเจียน ใช้น้ำลูกผักชี เทียนดำต้ม ถ้าไม่มีใช้น้ำสุก แก้ลมจุกเสียด ใช้น้ำขิงต้ม **ขนาดรับประทาน**รับประทานทุก 3 ชั่วโมง ชนิดผงครั้งละ 1 ช้อนกาแฟ ชนิดเม็ดครั้งละ 4-10 เม็ด **ขนาดบรรจุ** ชนิดผง 15 กรัมชนิดเม็ด 30 เม็ด

3) ยาบำรุงโลหิต

วัตถุส่วนประกอบ โกศจุฬาลัมพา เนื้อลูกสมอไทย เนื้อลูกสมอดีงู เนื้อลูกสมอพิเภก เปลือกชะลูด เปลือกอบเชยเทศ จันทน์แดง แก่นแสมสา รแก่นแสมทะเล กฤษณา หนักสิ่งละ 1 ส่วน ครั่ง หนัก 8 ส่วน แก่นฝาง ดอกคำไทย หนักสิ่งละ 10 ส่วน **วิธีทำ** บทเป็นผง **สรรพคุณ** บำรุงโลหิต **ขนาดรับประทาน** รับประทานวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น ก่อนอาหารครั้งละ 1 ช้อนกาแฟ ละลายน้ำสุก **ขนาดบรรจุ** 30 กรัม

รักษา (2565) ศ.ดร.ปรัชญา คงทวีเลิศ ศึกษาแนวทางการศึกษาในวิธีการเดียวกันในงานวิจัยเรื่อง Molecular modelling investigation for drugs and nutraceuticals against protease of SARS-CoV-2 ผลการทดสอบเบื้องต้นปรากฏว่าสารที่มีอยู่ในฝาง 4 ชนิด คือ Prosappanin-E1, Prosappanin-D, Brazilin และ Brazilien มีค่าในการรักษาโรคโควิด -19 (-9.8) (-9.6) (-8.2) และ (-8.0) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าสารสกัดธรรมชาติ เช่น สารสกัดจากฟ้าทะลายโจร (Andrographolide) -6.3, สารสกัดแอนโทไซยานิน (Anthocyanin-b-D-glucoside) -7.3, สารสกัดจากพริก แคปไซซิน (Capsaicin) -5.5, สารสกัดจำพวกขมิ้น เคอร์คูมิน (Curcumin) -6.0 ไซอนิดิน (Cyanidin) -6.7 ไซอนิดิน (Cyanidin-3-O-glucoside) -7.4 สารสกัดจากงาดำ เซซามิน (Sesamin) -7.7 สารสกัดจำพวกส้ม เฮสเพอริดิน (Hesperidin) -8.6 ซึ่งสารสกัดจากไม้ฝางมีผลในการรักษาโรคโควิด-19 ดีพอ ๆ กับยารักษาโรคโควิดในกลุ่มยารักษาโรค HIV ซึ่งมีค่าดังต่อไปนี้ Amprenavir -6.6 Atazanavir -5.8 Darunavir -6.4 Lopnavir -7.4 Remdesivir -6.5 Saquinavir -6.6 อย่างไรก็ตามสารสกัดธรรมชาติมีค่าสูงกว่ากลุ่มยารักษารักษาไข้หวัดใหญ่ Neuraminidase inhibitors ซึ่งมีผลดังนี้ Oseltamivir -5.2 Zanamivir -5.5 หมายเหตุ ค่าติดลบสูงยิ่งเป็นผลดีในการรักษา

ปรัชญา (2566) ทำการวิจัย Brazilein Inhibits Epithelial-Mesenchymal Transition (EMT) and Programmed Death Ligand 1 (PD-L1) Expression in Breast Cancer Cells : บราซิเลอีนยับยั้งกระบวนการก่อมะเร็งและการแพร่กระจายของโปรตีน PD-L1 ในเซลล์มะเร็งเต้านม ปรากฏว่า Brazilein ที่สกัดจากไม้ฝางสามารถฆ่าและหยุดการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งเต้านมในหลอดทดลอง ดังนั้น Brazilein อาจมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นตัวเลือกในการรักษาและการบำบัดด้วยภูมิคุ้มกันในเซลล์มะเร็งเต้านมในอนาคต

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการแปรรูปไม้ฝาง เป็นอาหาร เครื่องดื่มและยา และวางรากฐานสร้างความรู้ความเข้าใจการใช้ประโยชน์ไม้ชนิดอื่น ให้เกิดความมั่นคงด้านอาหารและยาเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน

2. ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการระบบวนเกษตรป่าครอบครัว ให้เกษตรกรสามารถจัดการพื้นที่ของตนเองเพื่อผลิตเป็นวัตถุดิบด้านอาหารและยา

3. ถ่ายทอดองค์ความรู้ในการจัดการองค์กรทางธุรกิจรูปแบบวิสาหกิจชุมชนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย

4. พัฒนารูปแบบ (Model) การสร้างป่าสร้างรายได้เฉพาะครัวเรือน ที่มีการปลูกฝางเป็นองค์ประกอบสำคัญเพื่อการจัดการให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจฐานรากและระดับมหภาค

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านอาหารและยาจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้ฝางครบวงจรและการใช้ประโยชน์ไม้ป่าเบื้องต้นที่ปลูกในระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสานวิธี กล่าวคือ โดยการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ และการวิจัยเชิงปริมาณ ใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ จากแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยมีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 150 คนให้ความรู้แก่กลุ่มเป้าหมายด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน (Participatory Rural Appraisal:PRA) โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis Technique) ประกอบบริบท (Context) แล้วทำการวิเคราะห์และประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (Statistical Software) เพื่อหาความพึงพอใจ หรือระดับความรู้ความเข้าใจซึ่งกำหนดไว้ 5 ระดับ ตามหัวข้อในแบบสอบถามซึ่งต้องการประเมิน 3 ชุดความรู้ที่มอบให้กลุ่มเป้าหมายในการอบรมเชิงปฏิบัติการ

ผลและวิจารณ์

การถ่ายทอดองค์ความรู้ประกอบด้วย 3 ชุดความรู้ ได้แก่ ด้านการจัดการสาธิตการแปรรูปไม้ฝาง ด้านการจัดการระบบวนเกษตรป่าครอบครัว และด้านการจัดการองค์กรทางธุรกิจรูปแบบวิสาหกิจชุมชน ให้ประชากรกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ สมาชิกของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) กลุ่มอสม. สมาชิกหมู่บ้านรักษ์ช้างสร้างป่าสร้างรายได้ วิสาหกิจชุมชนเกษตรกรรุ่นใหม่พัฒนา สมาชิกนิคมเกษตรกรรมทหารผ่านศึกทรายขาว ประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม และนิสิตมหาวิทยาลัยบูรพา รวมจำนวน 150 คน ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 150 คน โดยแบ่งเป็นเป็นภาคบรรยาย รุ่นละ 75 คน จำนวน 2 รุ่น รุ่นละ 1 วัน ภาคปฏิบัติจำนวนรุ่นละ 30 คน จำนวน 5 รุ่น รุ่นละ 1 วัน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินผลความรู้ความเข้าใจและความพึงพอใจ จากประชากรกลุ่มเป้าหมายจำนวน 150 คนได้รับแบบสอบถามคืนจำนวน 132 คน คิดเป็น ร้อยละ 88 ซึ่งได้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสานวิธี (mixed methods research) กล่าวคือ โดยการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) ใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (in – depth interview) กับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key informants) และการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) ใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) จากแบบสอบถาม (questionnaire)

ผลการวิจัยพบว่าประชากรกลุ่มเป้าหมายมีการปลูกวนเกษตรกรป่าครอบครัวรวมเป็น ร้อยละ 50.80 และมีความต้องการปลูกวนเกษตรป่าครอบครัว ร้อยละ 32.60 มีคนที่ไม่ทำและล้มเลิกไปแล้ว ร้อยละ 16.70 แสดงว่าหากมีการส่งเสริมและมีปัจจัยที่เอื้อต่อการทำวนเกษตร (ป่าครอบครัว) ถือเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งที่ดีของเกษตรกร และเมื่อได้สอบถามในกรณีการปลูกฝางในพื้นที่ตนเองพบว่า ร้อยละ 55.30 ทำอยู่และกำลังทำ และร้อยละ 38.60 อยากทำ และไม่มีใครเลยที่ไม่อยากปลูก (ร้อยละ 0) ส่วนที่เคยทำ ร้อยละ 6.10 แล้วล้มเลิกไป นั่นหมายถึงที่ผ่านมาเมื่อปลูกแล้วไม่มีตลาดไม่สามารถขายได้จึงล้มเลิกไป หรือใช้ประโยชน์ไปแล้วและตัดทิ้งด้วยความจำเป็นอย่างอื่น โดยสรุปโครงการสามารถโน้มน้าวชักจูงสร้างแรงบันดาลใจให้ประชาชนปลูกพืชระบบวนเกษตรป่าครอบครัวและฝางประสบความสำเร็จตามแผนงานของโครงการที่วางไว้ ร้อยละ 50 นอกจากนี้วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่า

ตะวันออก (ปม.) ยังได้มอบกล้าฝางแก่ผู้มาอบรมทั้ง 150 คนเป็น ทั้งหมด 10,000 กล้า เพื่อเป็นปัจจัยเกื้อหนุนเบื้องต้นให้ประชาชนกลุ่มเป้าหมายสามารถดำเนินการปลูกวนเกษตรป่าครอบครัวและปลูกฝางได้โดยเร็ว

ความสนใจต่อการจัดการธุรกิจในรูปแบบโดยเฉพาะวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) จากแบบสอบถาม พบว่ามีกลุ่มคนที่จะร่วมเป็นผู้บริหาร เป็นหุ้นส่วน เป็นสมาชิกเกษตรพันธสัญญา ร้อยละ 34.10 มีกลุ่มเป้าหมายมากถึง ร้อยละ 55.30 ที่ยังไม่แน่ใจ ร้อยละ 10.60 และไม่เป็นอย่างแน่นอน ในประเด็นดังกล่าวถือว่าไม่ประสบความสำเร็จตามแผนงานที่วางไว้ที่ร้อยละ 50 อย่างไรก็ตามผู้บริหารวิสาหกิจชุมชนจะต้องทำความเข้าใจเพิ่มเติมเพราะอาจมีการสื่อสารที่คลาดเคลื่อน หรืออาจมีความไม่เข้าใจในแบบสอบถามที่ทำ เพราะเมื่อกลุ่มเป้าหมายเอาต้นฝางจากวิสาหกิจชุมชนไปปลูกแล้ว ถือว่าเป็นสมาชิกในรูปแบบเกษตรพันธสัญญา (contact farming) ที่จะต้องมีการซื้อขายต้นฝางกับวิสาหกิจชุมชนในอนาคต ซึ่งจะต้องมีการติดตามผลหลังจากเสร็จสิ้นโครงการเป็นระยะเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน อย่างไรก็ตามจำนวนผู้ที่เป็นสมาชิกทั้งในแง่ของการเป็นผู้บริหารและเป็นสมาชิกนั้นมีจำนวนร้อยละ 34.10 ทำให้วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) แข็งแรงขึ้นทุกมิติ ได้แก่มีสมาชิกของวิสาหกิจชุมชนเป็นคณะทำงานโครงการดังกล่าวนี้จนทำให้ปฏิบัติงานลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์ มีผู้ประสงค์ที่จะเข้ามาเป็นสมาชิกทั้งในรูปแบบผู้บริหารงาน การเป็นหุ้นส่วน การเป็นเกษตรพันธสัญญา นั่นถือว่าเป็นการช่วยกันผลักดันให้วิสาหกิจชุมชนเกิดความเข้มแข็ง

อย่างไรก็ตามมีการประเมินผลก่อนและหลังการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยความพึงพอใจความรู้ความเข้าใจให้คะแนน 5 ระดับ ตั้งแต่ 1-5 คะแนน 5 สูงสุด มีค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) เป็นตัวชี้วัด พบว่า ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับไม้ฝาง ก่อนอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับรู้ ($\bar{X}$ = 2.64, S.D. = 1.01) และหลังอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับรู้ดี ($\bar{X}$ = 3.73, S.D. = 0.99) ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบวนเกษตร (ป่าครอบครัว) ตอนที่ 1 (ความรู้) ก่อนอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับรู้ ($\bar{X}$ = 3.02, S.D. = 0.704) และหลังอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับรู้ดี ($\bar{X}$ = 3.45, S.D. = 0.677) ตอนที่ 2 (การลงมือทำ) ก่อนอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับกำลังทำ ($\bar{X}$ = 3.40, S.D. =1.341) และหลังอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับกำลังทำ ($\bar{X}$ = 3.45, S.D. = 1.280) ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิสาหกิจชุมชน ตอนที่ 1 (ความรู้) ก่อนอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับรู้ ($\bar{X}$ = 2.50, S.D. = 1.011) และหลังอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับรู้ดี ($\bar{X}$ = 3.18, S.D. = 0.628) ตอนที่ 2 (การมีลงมือทำ) ก่อนอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับไม่แน่ใจ ($\bar{X}$ = 2.24,S.D. = 0.734) และหลังอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับไม่แน่ใจ ($\bar{X}$ = 2.22, S.D. = 0.702) ด้านการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ (ไม่มีก่อนหลัง) โดยภาพรวมอยู่ในระดับชอบ ($\bar{X}$ = 4.45, S.D. = 0.596) โดยในคำถาม ท่านสามารถนำสิ่งที่ได้รับจากโครงการนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและครอบครัว อยู่ในระดับต้องชื่นชม ($\bar{X}$ = 4.51, S.D. = 0.573) ด้านวิทยากร โดยภาพรวมอยู่ในระดับต้องชื่นชม ($\bar{X}$ = 4.53, S.D. = 0.527) ด้านความรู้ความเข้าใจที่ได้รับจากการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ความรู้ก่อนฝึกอบรม อยู่ในระดับเฉยๆ ($\bar{X}$ = 3.70, S.D. = 0.602) ความรู้หลังฝึกอบรม อยู่ในระดับต้องชื่นชม ($\bar{X}$ = 4.52, S.D. = 0.636) ซึ่งจากทุกหัวข้อของการอบรมเชิงปฏิบัติการ ค่า $\bar{X}$ อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่า 4 และด้านความรู้ความเข้าใจที่ได้รับจากการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ หลังฝึกอบรม ค่า $\bar{X}$ อยู่ในระดับ 4.53 ถือได้ว่าโครงการสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจได้ดี แต่ในกระบวนการลงมือทำจะต้องสร้างความรู้ความเข้าใจกันอย่างต่อเนื่อง ภายใต้กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน หากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สามารถมีงบประมาณให้ทำแบบต่อเนื่องก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อพี่น้องภาคตะวันออก และกลุ่มเป้าหมายที่ยังไม่ได้รับโอกาสในการถ่ายทอดองค์ความรู้

เพราะฉะนั้นรูปแบบ (model) การสร้างป่าสร้างรายได้เฉพาะครัวเรือนทุกครัวเรือนในภาคตะวันออก ก็คือการปลูกฝางในพื้นที่ตนเองของเกษตรกรเพื่อการกินการใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านอาหารและยา สามารถพัฒนาเป็นเครื่องอุปโภคบริโภคอื่น ๆ ที่มีความจำเป็นในครอบครัวเพื่อลดรายจ่าย สามารถขายเมื่อเหลือนั่นเอง ก่อนที่จะมีการพัฒนารูปแบบไปสู่วนเกษตรป่าครอบครัวเต็มรูปแบบ เพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษา

ป่าตะวันออก (ปม.) โดยวางสถานะสมาชิกของตนเองตามความต้องการ 4 ระดับได้แก่ เกษตรพันธะสัญญาขายวัตถุดิบ สมาชิกผู้ซื้อขายผลิตภัณฑ์ หุ้นส่วน และผู้บริหาร ซึ่งในแต่ละสถานะก็มีรายได้ที่แตกต่างกัน และสามารถเป็นได้ในทุกสถานะ โดยให้เป็นไปตามระเบียบและข้อบังคับของวิสาหกิจชุมชนที่วางไว้



ภาพที่ 1 รูปแบบ (model) การสร้างป่าสร้างรายได้เฉพาะครัวเรือนทุกครัวเรือนโดยมีการปลูกไม้ฝางเป็นองค์ประกอบสำคัญ

สรุป

ฝางเป็นไม้สมุนไพรมหัศจรรย์สร้างรายได้ให้กับสยามประเทศไทยตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาต่อเนื่องมาถึงกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้น มีสรรพคุณต้านเชื้อโรคได้ทุกชนิด ไม่มีพิษสะสมต่อร่างกายมนุษย์ สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์คุณภาพทั้งเป็นอาหาร ยา เครื่องอุปโภคบริโภค ปัจจุบันในทางการแพทย์พบว่าสามารถต้านและรักษาโรคโควิด-19 ฆ่าและหยุดการแพร่กระจายเซลล์มะเร็ง ในอนาคตสามารถนำมาวิจัยเพื่อต้านและรักษาโรคอุบัติใหม่ ที่สำคัญช้างป่าไม่กินและไม่ทำลายจึงต้องการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในรูปแบบวนเกษตรป่าครอบครัว ตามแนวรักษ์ช้าง สร้างป่าสร้างรายได้ เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชนคนไทย

มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องต่อยอดโครงการเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประชาชน โดยทำการถ่ายทอดองค์ความรู้ทั้ง 3 ชุดองค์ความรู้ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน (PRA) ซึ่งสามารถเกิดผลทั้งในระดับครัวเรือน ชุมชน และประเทศชาติ เพราะฝางเป็นต้นไม้ที่เป็นที่ยอมรับว่าเป็นสมุนไพรชั้นเลิศ มีคุณค่าเชิงการเมืองการปกครอง ศาสนา ศิลปวัฒนธรรม และเศรษฐกิจ ตั้งแต่อดีต ซึ่งผู้วิจัยให้นิยามได้ว่าฝางเป็นพืชมหัศจรรย์อีกชนิดหนึ่งของโลกสามารถทำให้รุ่งเรืองเช่นอดีตได้ในอนาคต ด้วยโครงการนี้เป็นฐานในการพัฒนาต่อยอด

การถ่ายทอดองค์ความรู้ 3 ชุดองค์ความรู้แต่เพียงอย่างเดียวคงไม่เกิดผลอย่างชัดแจ้ง หากไม่ทำการส่งเสริมการปลูกฝางและไม้ป่าชนิดต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ทั้ง 4 ปัจจัยในการดำรงชีวิต ลงในพื้นที่ของประชาชนให้เกิดความหลากหลายในการใช้ประโยชน์ เช่นการปลูกเพื่อใช้เฉพาะตนและครอบครัว ปลูกเพื่อแบ่งปันแลกเปลี่ยน และปลูกเพื่อการค้าเชิงวัตถุดิบหรือเพื่อการแปรรูปในนามกลุ่มคน ส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้ที่มีประโยชน์เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ต่อชุมชน เกื้อกูลต่อระบบนิเวศ เกื้อกูลต่อดินฟ้าอากาศ ต่อสรรพสิ่งสรรพสัตว์และลงทุนน้อย วนเกษตร

ป่าครอบครัวเป็นทางเลือกที่ดียิ่งสำหรับประชาชนคนไทย ซึ่งมีหลักฐานปรากฏในพระไตรปิฎกว่าด้วย วนโรปสูตร กล่าวไว้ว่า เทวดาทูลถามว่า:ชนพวกไหนมีบุญ เจริญในกาลทุกเมื่อทั้งกลางวันและกลางคืน ชนพวกไหนตั้งอยู่ในธรรม สมบูรณ์ด้วยศีลเป็นผู้ไปสวรรค์ ฯ พระผู้มีพระภาคตรัสตอบว่า: ชนเหล่าใดสร้างอาราม (สวนไม้ดอกไม้ผล) ปลูกหมู่ไม้ (ใช้ร่มเงา) สร้างสะพาน และชนเหล่าใดให้โรงน้ำเป็นทานและบ่อน้ำทั้งบ้านที่พักอาศัย ชนเหล่านั้นย่อมมีบุญ เจริญในกาลทุกเมื่อทั้งกลางวันและกลางคืน ชนเหล่านั้นตั้งอยู่ในธรรม สมบูรณ์ด้วยศีล เป็นผู้ไปสวรรค์ ฯ แนวทางดังกล่าวนี้ไปสอดคล้องกับแนวทางพระราชดำริทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็น เกษตรทฤษฎีใหม่ การปลูกป่า 3 อย่างประโยชน์ 4 อย่าง วนเกษตร (ป่าครอบครัว) ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีสำหรับพระสงฆ์ชั้นผู้ใหญ่และผู้รับใช้ใกล้ชิดเบื้องพระยุคลบาทว่าในหลวงรัชกาลที่ 9 ทรงนำความรู้จากพระไตรปิฎกซึ่งเป็นโลกุตระธรรมมาถอดบทเรียนเป็นความรู้ทฤษฎีทางโลก (โลกียะ) จนเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก

อีกทั้งกระบวนที่สำคัญยิ่งคือการสนับสนุนให้มีการวิจัยขั้นพื้นฐาน (basic research) ประสิทธิผลด้านการรักษาโรคต่างๆของมนุษย์ เช่น NCDs ได้แก่โรคเลือด โรคมะเร็งต่าง ๆ โรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง โรคเบาหวาน โรคความดัน โรคไต โรคอ้วนลงพุง โรคตับแข็งเป็นต้น และโรคติดต่อต่าง ๆ อีกหลายชนิด เช่นไข้หวัดสายพันธุ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคโควิด-19 โรคปอด เป็นต้น นั่นหมายถึงประเทศไทยอาจมีไม้มหัศจรรย์ที่ใช้วิจัยต่อยอดในการต่อสู้โรคอุบัติใหม่ในอนาคตได้อย่างทันท่วงที โดยไม่ต้องหวังเพิ่งเทคโนโลยีจากต่างประเทศแต่เพียงฝ่ายเดียว อีกทั้งการใช้รักษาอาจไม่ใช่แต่กับมนุษย์เท่านั้น อาจใช้กับสัตว์และพืชได้อีกด้วย ถ้าเป็นอย่างนั้นไม้ฝางจะสามารถสร้างเม็ดเงินให้กับเกษตรกรและประเทศไทยได้อย่างมหาศาลและกลายเป็นประเทศที่ประชากรมีรายได้สูงอีกหนึ่งประเทศของโลก

โดยสรุป

1. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ลงนามบันทึกข้อตกลง (MOU) ร่วมกับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) เพื่อให้ทำการขยายผลและถ่ายทอดองค์ความรู้ ในพื้นที่รอบกลุ่มป่าตะวันออกอย่างต่อเนื่อง

2. โครงการดังกล่าวนี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากผลลัพธ์ (outcome) ในวงกว้างทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม หรือผลสำเร็จระยะยาวที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ โดยผ่านกระบวนการมีส่วนร่วม (engagement activities) และมีเส้นทางของผลกระทบ (impact pathway) ในการขับเคลื่อนไปสู่การสร้างผลกระทบ ทั้งนี้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะพิจารณารวมผลกระทบในเชิงบวกและเชิงลบ ทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจให้เกิดขึ้น

3. นำเสนอต่อรัฐบาลให้นำแนวทางดังกล่าวนี้ไปส่งเสริมในทุกภูมิภาคของประเทศ หรือ นักวิจัยนำเสนอให้เป็นนโยบายพรรคการเมืองใดพรรคหนึ่งในประเทศไทย นำไปสู่การเป็นผู้นำของโลกในธุรกิจ BCG โดยส่งเสริมให้เกษตรกรรลดพื้นที่เกษตรเชิงเดี่ยว แล้วทำการปลูกวนเกษตรป่าครอบครัวเพื่อการสร้างรายได้อย่างยั่งยืน ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีราคาสูงขึ้น ลดปัญหาแรงงาน ลดความเสี่ยงจากดินฟ้าอากาศ ลดความเสี่ยงการใช้สารเคมี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2537**. เรื่องยาสามัญประจำบ้าน**. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 2 ประกาศเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2537.

วิบูลย์ เข็มเฉลิม, รักษา สุนินทบูรณ์ และ ธวัช เกียรติเสรี . 2545. **โครงการศึกษาผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรกรรมของชุมชนจากช้างป่ารอยเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาใน**. รายงานการวิจัยพัฒนาวิศวกรรมฉบับสมบูรณ์. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ยอดยิ่ง เทพธรานนท์. **ฝางศัตรูอันดับ 1 ของมะเร็ง**. ศูนย์วิจัยแบคทีเรียและไวรัส มหาชัยคลินิกเวชกรรม BVRC. สมาคมนวัตกรรมการแพทย์ผสมผสาน (ประเทศไทย).

รักษา สุนินทบูรณ์. 2556. **ศึกษาชนิดพันธุ์ไม้ “ฝาง”**. ส่วนจัดการป่าชุมชน สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 9 (ชลบุรี) กรมป่าไม้.

อาภาพร บุญมี ชุตาภา คุณสุข ณมนรัก คำฉัตร นันทพร มูลรังษี สุนิษา สุวรรณเจริญ ธีรพิชญ์ เกษมสุข อวิญญู ภักดี อปรัชญา เฉลียวฉลาด สรศักดิ์ นาคเอี่ยม และ รักษา สุนินทบูรณ์. 2563. **การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากฝางเพื่อระบบนิเวศ เศรษฐกิจ และสังคมในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากช้างป่าภาคตะวันออก**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, จันทบุรี

Wudtiwai, B., Kodchakorn, K., Shwe, T.H., Pothacharoen, P., Phitak, T. Suninthaboonrana, R. and Kongtawelert, P. 2023. Brazilein inhibits epithelial-mesenchymal transition (EMT) and programmed death ligand 1 (PD-L1) expression in breast cancer cells. **Journal of International Immunopharmacology** 118 : 109988.

Kodchakorn, K., Poovorawan, Y., Suwannakarn, K. and Kongtawelert, P. 2020. Molecular modelling investigation for drugs and nutraceuticals against protease of SARS-CoV-2. **Journal of Molecular Graphics and Modelling** 10: 107717.

การประเมินความเต็มใจจ่ายต้นไม้ในเมืองในพื้นที่ "สวนสาธารณะ" กรุงเทพมหานคร
Evaluation of Willingness to Pay for Urban Trees in the "Park" Area of Bangkok

สมพร คำชมภู[1*] อารียาพัชร์ เพชรรัตน์[1] โสภี บริสุทธิ์[1] อุษารัตน์ เทียนไชย[1] และ ชนิษฐา จันทโชติ[1]
Somporn Khumchompoo[1] Areeyapat Petcharat[1] Sopee Borisut[1] Usarat Tianchai[1]
and Chanittha Chantachot[1]
สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **forest.636383@gmail.com**

บทคัดย่อ

การวิจัยการประเมินมูลค่าต้นไม้ในเมือง โดยใช้เทคนิค Stated Preference Methods มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมูลค่าของต้นไม้ในเมืองโดยใช้เทคนิคสมมติเหตุการณ์ให้ประชาชนในเมืองใหญ่ของประเทศไทยแสดงความเต็มใจจ่ายเพื่อดูแลรักษาต้นไม้ในเมืองไม่ให้ลดจำนวนลง โดยใช้คำถามปลายปิด ทั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ในรูปแบบ google form จากประชาชนที่อาศัยหรือทำงานอยู่ในกรุงเทพมหานครหรือปริมณฑล และประเมินความเต็มใจจ่ายและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อบริหารจัดการพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร โดยใช้เทคนิคการทดลองพฤติกรรมการเลือก (choice experiment) สัมภาษณ์จากการสุ่มตัวอย่างตัวแทนประชากรในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำนวน 223 ราย ในปี พ.ศ. 2564 และสำรวจและประเมินคุณค่าชนิดไม้เด่นในพื้นที่สวนสาธารณะที่มีความสำคัญในมุมมองต่าง ๆ ที่มีคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม หรือด้านสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษาด้วยเทคนิคการทดลองพฤติกรรมการเลือก พบว่า กลุ่มตัวอย่างในกรุงเทพมหานครร้อยละ 72.65 เห็นว่าต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานครที่มีอยู่ในปัจจุบันมีน้อยเกินไปควรเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง และร้อยละ 78.48 เต็มใจจ่ายเงินเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง เมื่อวิเคราะห์ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ทางอ้อม พบว่า คุณลักษณะด้านพืชพรรณและทัศนียภาพริมถนน การสร้างเสริมสุขภาพกายและใจ การสร้างเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน และความเต็มใจจ่ายที่นำเสนอ เป็นปัจจัยมีผลต่อการเลือกทางเลือกในการปรับปรุงพื้นที่สีเขียวของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการเข้าถึงพื้นที่สีเขียวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยราคาแฝงหรือค่าความเต็มใจจ่ายส่วนเพิ่มของคุณลักษณะปัจจัยด้านการสร้างเสริมสุขภาพกายและใจ ด้านพืชพรรณและทัศนียภาพริมถนน และด้านการสร้างเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน เท่ากับ 329 186 และ 114 บาทต่อคนต่อปี ตามลำดับ ทั้งนี้จากการศึกษาสามารถคัดเลือกต้นไม้เด่นมาปลูกในพื้นที่สวนสาธารณะได้ โดยแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้ กลุ่มไม้มีค่าทางด้านเศรษฐกิจเนื้อไม้ คือ ประดู่ นนทรี ตะเคียนทอง สัก จามจุรี ยางนา สัตบรรณ พฤกษ์ เสลา ปีบ เหลืองปรีดียาธร และอินทนิลน้ำ กลุ่มไม้มีค่าทางด้านประวัติศาสตร์ คือ จัน-อิน และโพธิ์มหาโพธิ์ กลุ่มไม้มีค่าทางด้านไม้ดอกไม้ประดับ คือ หางนกยูงฝรั่ง (ดอกสีเหลือง) ติ้ว จิกน้ำ และชมพูพันธุ์ทิพย์ กลุ่มไม้มีค่าทางด้านจิตใจ คือ สาละลังกา มะม่วง (คู่) กันภัยมหิดล จำปีสิรินธร และสิรินธรวัลลี กลุ่มไม้มีค่าทางด้านรูปทรงเด่นและแปลกตา คือ เบาบับ ไทรย้อยใบทู่ ลูกดิ่ง และสำโรง และกลุ่มไม้ป่าพบหายาก คือ ขว้าว กระเชา ต้นไม้เหล่านี้มีความสวยงาม มีประโยชน์ ควรได้รับการอนุรักษ์และปลูกในพื้นที่สวนสาธารณะ เพื่อเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ และเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับประชาชน

คำหลัก: ความเต็มใจจ่าย ต้นไม้ในเมือง พื้นที่สีเขียว วิธีให้เปิดเผยความพึงพอใจ เทคนิคการทดลองพฤติกรรมการเลือก

ABSTRACT

The research on urban tree valuation using Stated Preference Methods aims to assess the value of urban trees using a hypothetical technique to encourage people in urban areas of Thailand to show their willingness to pay for the maintenance of urban trees in order not to reduce their numbers, using closed-ended questions. The data was collected by using an online questionnaire in the form of google form people living or working in Bangkok or its vicinity and assessed willingness to pay for green space management and factors influencing willingness to pay for green space management in Bangkok. Using a selection experiment technique, 223 representatives of the population in Bangkok were interviewed in 2021. Survey and evaluate the dominant tree species in important park areas from various perspectives. that have economic, social or environmental value.

The results of the study using the selective behavior experimental technique revealed that 72.65% of the Bangkok respondents thought that the existing trees and green space in Bangkok were too few, should add more green space in the city, and 78.48% were willing to pay money to increase green space in the city. When analyzing the indirect utility function, it was found that the vegetation characteristics and roadside scenery promoting physical and mental health fostering community participation and willingness to pay offered It is a factor affecting the selection of alternatives to improve the area of people's green in Bangkok. The coefficient of access to green areas was not statistically significant. The hidden price or willingness to pay increments of the physical and mental health enhancing factor attributes. Vegetation and roadside scenery and the promotion of community participation equal to 329, 186 and 114 baht per person per year, respectively. For the data analysis techniques hypothetical events. Valuation of green space in Hat Yai District, Songkhla Province found that Hat Yai residents are willing to pay 344.29 baht per person per year. Willing to sacrifice 8.5 days/year Willingness to pay depends on household income The experience of preserving a willingness to sacrifice time depends on being a volunteer member. Physical health and conservation experience. A study has found that the following trees are suitable for planting in public parks. They are divided into groups according to their economic value: *Pterocarpus indicus* (ประดู่), *Peltophorum pterocarpum* (นนทรี), *Hopea odorata* (ตะเคียนทอง), *Tectona grandis* (สัก), *Samanea saman* (จามจุรี), *Dipterocarpus alatus* (ยางนา), *Alstonia scholaris* (สัตบรรณ), *Albizia lebbeck* (พฤกษ์), *Lagerstroemia loudonii* (เสลา), *Millingtonia hortensis* (ปีบ), *Tabebuia aurea* (เหลืองปรีดียาธร) and *Lagerstroemia speciosa* (อินทนิลน้ำ), Historical value: *Diospyros decandra* (จัน-อิน) and *Ficus religiosa* (โพศรีมหาโพ), Ornamental value: *Delonix regia* (หางนกยูงฝรั่ง), *Cratoxylum formosum* (ติ้ว), *Barringtonia acutangula* (จิกน้ำ) and *Tabebuia rosea* (ชมพูพันธุ์ทิพย์), Spiritual value: *Shorea robusta* (สาละลังกา), *Mangifera indica* (มะม่วง), *Afgekia mahidoliae* (กันภัยมหิดล), *Magnolia sirindhorniae* (จำปีสิรินธร) and *Bauhinia sirindhorniae* (สิรินธรวัลลี), valuable trees value: *Adansonia digitata* (เบาบับ), *Ficus benjamina* (ไทรย้อยใบทู่), *Pakia sumatrana* (ลูกดิ่ง) and *Sterculia foetida* (สำโรง), Rare forest trees: *Haldina cordifolia* (ขว้าว) and *Holoptelea integrifolia* (กระเชา). These trees are beautiful, useful and rare. They should be conserved and planted in public parks which will provide a place for people to relax and learn.

Keywords: Willingness to Pay, Urban Tree, Green Space, Stated Preference Method, Choice Experiment

คำนำ

การศึกษาทางด้านของการตลาดและพฤติกรรมผู้บริโภค ในช่วงที่ผ่านมา วิธี Rating และ Ranking มักจะได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แต่นักวิจัยหลายท่านยังมีข้อสงสัยเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานของทั้ง 2 วิธี ซึ่งอาจจะไม่สอดคล้องตามทฤษฎีพฤติกรรมการเลือกของผู้บริโภค (Theory of choice behavior) ที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกสินค้าที่ตนเห็นว่าได้รับความพึงพอใจสูงสุด ไม่ใช่การให้ระดับคะแนนหรือการจัดลำดับ (Adamowicz *et al*. 1998) และวิธี Ranking ถ้าหากมีจำนวนทางเลือกเปลี่ยนแปลงไป ก็อาจจะทำให้ความน่าเชื่อถือลดลงไปได้ (Ben-Akiva, Morikawa และ Shiroishi, 1991) ขณะที่วิธี CE เป็นการให้ผู้บริโภคเลือกทางเลือกที่ผู้บริโภคได้รับความพึงพอใจสูงสุดจากชุดทางเลือกที่กำหนดให้ จึงสามารถอธิบายได้ตามทฤษฎีพฤติกรรมการเลือก อย่างทฤษฎีความต้องการในคุณลักษณะของ Lancaster (Lancaster’s characteristics theory of demand) และทฤษฎีความพึงพอใจของผู้บริโภคที่เกิดขึ้นอย่างสุ่ม (Random utility theory) อีกด้วย แต่ว่าทั้ง 3 วิธี หากมีจำนวนตัวเลือกมากเกินไปจะทำให้ผู้บริโภคเกิดความสับสนได้ (Ben-Akiva *et al*., 1991) การศึกษาวิจัยเรื่อง การประเมินศักยภาพการเป็นพื้นที่สาธารณะสีเขียวในพื้นที่เขตพระนคร เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย และเขตสัมพันธ์วงศ์ เป็นการศึกษาว่าจะได้พื้นที่สาธารณะสีเขียวมาได้อย่างไร และควรพัฒนาในรูปแบบใด โดยใช้วิธีการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และกรณีศึกษาจากต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง และศึกษาข้อมูลพื้นที่ศึกษา ข้อมูลพื้นที่สีเขียวที่มีอยู่เดิมในพื้นที่ศึกษา ประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่สาธารณะสีเขียว ศึกษาข้อมูลพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่สาธารณะสีเขียว วิเคราะห์พื้นที่ และสอบถามความคิดเห็นจากผู้ใช้พื้นที่และผู้อยู่อาศัยโดยรอบพื้นที่ โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่ารูปแบบของพื้นที่สาธารณะสีเขียวมี 8 รูปแบบ ได้แก่ 1. ทางเดินธรรมชาติ 2. การอนุรักษ์สภาพธรรมชาติดั้งเดิม 3. การทำเกษตรในเมือง 4. สวนสาธารณะในห้าง 5. พื้นที่สุสาน 6. สวนสาธารณะในพื้นที่ทิ้งร้าง 7. พัฒนาพื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่ว่าง และ 8. อาคารเขียว โดยความเห็นของประชาชนผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากยังมีความต้องการพื้นที่สาธารณะสีเขียวเพิ่มขึ้น ดังนั้นหน่วยงานหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องควรที่จะให้ความสำคัญส่งเสริมและสนับสนุน ให้เกิดการพัฒนาพื้นที่สาธารณะสีเขียว เนื่องจากยังขาดแคลนพื้นที่ เมื่อเกิดการพัฒนาพื้นที่จะทำให้มีพื้นที่สาธารณะสีเขียวเพิ่มขึ้นในเมืองและเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป (ธนพรและคณะ, 2560) ทางผู้ศึกษาวิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาการประเมินความเต็มใจจ่ายต้นไม้ในเมืองในพื้นที่ “สวนสาธารณะ” กรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นแนวทางให้ประชาชนรวมกันดูแลรักษาต้นไม้ในเมืองและเป็นโอกาสในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่วิจัย

ทำการสุ่มตัวอย่างพื้นที่วิจัยโดยการจับสลากร้อยละ 10 จากพื้นที่ 50 เขตของกรุงเทพมหานคร ได้พื้นที่สำหรับศึกษาวิจัยเก็บแบบสัมภาษณ์ เก็บข้อมูลประวัติ และสำรวจและคัดเลือกไม้เด่นมีค่าที่เป็นจุดเด่นในสวนสาธารณะ จำนวน 6 เขต คือ 1) เขตจตุจักร 2) เขตดินแดง 3) เขตประเวศ 4) เขตพระนคร 5) เขตบางกะปิ และ 6) เขตสายไหม

2. วิธีการศึกษาวิจัย

2.1 ศึกษาไม้เด่นที่พบในสวนสาธารณะกรุงเทพมหานคร โดยเดินสำรวจพื้นที่ทั้งหมดของสวนสาธารณะเพื่อเก็บข้อมูลไม้ต้นที่ขึ้นอยู่ และประเมินคุณค่าชนิดไม้เด่นในพื้นที่สวนสาธารณะที่มีความสำคัญในมุมมองต่างๆ ที่มีคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม หรือด้านสิ่งแวดล้อม

2.2 ศึกษาการประเมินและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเต็มใจจ่ายเพื่อบริหารจัดการพื้นที่สีเขียว พัฒนาและจัดทำโมเดลแบบสอบถามมูลค่าพื้นที่สีเขียวในกรุงผ่านตลาดสมมติ โดยกรอกข้อมูลผ่านเว็บไซต์ google form ทดลองสัมภาษณ์ประชาชนที่เข้ามาใช้พื้นที่สวนสาธารณะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำนวน 6 เขต เขตละ 10 ชุด

ซึ่งใช้เครื่องมือในการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อม วิธี Choice Experiment (CE) คำถามมี 3 ส่วน ชุดคำถามแบ่งออกเป็น 2 ชุด (A และ B) ดังแสดงใน Figure 1



Figure 1 Interview form by Choice Experiment (CE) divided into 2 sets of questions (A and B)

ขั้นตอนต่อไป คือ การสร้างแบบสอบถามที่ใช้สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ประกอบไปด้วยคำถาม 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ ตอนที่ 2 ทัศนคติและพฤติกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่สีเขียว และตอนที่ 3 คือ การทดลองพฤติกรรมการเลือก ประกอบด้วย 8 ชุดทางเลือก โดยแบบสอบถามแบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) แบบสอบถามชุดที่ 1 ซึ่งในตอนที่ 3 ประกอบด้วยชุดทางเลือกที่ 1-8 และ 2) แบบสอบถามชุดที่ 2 ซึ่งในตอนที่ 3 ประกอบด้วยชุดทางเลือกที่ 9-16 พร้อมทั้งนำแบบสอบถามที่ได้ไปทดสอบกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ จำนวน 30 ตัวอย่าง เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ตอบเข้าใจเนื้อหาในแบบสอบถามและสามารถตอบคำถามเหล่านั้นได้ จากนั้นทำการปรับปรุงแบบสอบถามก่อนนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยกำหนดประชากร กลุ่มตัวอย่าง และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ได้หน่วยตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรที่แท้จริง และกำหนดวิธีการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ เมื่อเก็บรวมรวมข้อมูลได้แล้ว ลงรหัสข้อมูล ทั้งนี้ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้ที่อาศัยหรือทำงานอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง คือ ประชาชนทั่วไปที่อาศัยหรือทำงานอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปี ขึ้นไป โดยสุ่มเก็บตัวอย่างแบบบังเอิญจากผู้ที่เข้ามาพักผ่อนที่สวนสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 25 แห่ง และผู้ที่เข้ามาติดต่อราชการบริเวณสำนักงานเขต จำนวน 6 เขต

สำหรับขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีการแบบจำลองทางเลือก Orme (1998) (อ้างถึง โดย Rose and Bliemer, 2013) ได้เสนอวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$N = 500 \frac{l}{(j.s)}$$

โดยที่ n = จำนวนตัวอย่าง

l = จำนวนระดับ (Levels) จากคุณลักษณะ (Attributes) ที่มีระดับมากที่สุด

J = จำนวนทางเลือก (Alternatives) ในชุดทางเลือก (Choice Set)

S = จำนวนชุดทางเลือกที่ผู้ถูกสัมภาษณ์จะต้องตอบ

อย่างไรก็ตาม Orme (2010) (อ้างถึงโดย Rose and Bliemer, 2013) เสนอแนะว่า ในกรณีที่ไม่มีการแบ่งเป็นกลุ่มย่อย จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาอย่างน้อย 300 ตัวอย่าง หากค่าที่คำนวณได้จากสมการมีค่าน้อยกว่าจำนวนที่เสนอแนะ จะใช้ขนาดตัวอย่างตามข้อเสนอแนะ แต่เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดในการวิจัยเรื่องเวลา และปัญหาการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ดังนั้น จำนวนตัวอย่างที่ได้จากวิธีการการสัมภาษณ์มีเพียง 223 ตัวอย่าง

ผลและวิจารณ์

การสำรวจและคัดเลือกไม้เด่นมีค่าที่เป็นจุดเด่นในสวนสาธารณะ จำนวน 6 เขต คือ เขตจตุจักร เขตดินแดง เขตประเวศ เขตพระนคร เขตบางกะปิ และ เขตสายไหม พบว่า ไม้เด่นมีค่าแบ่งออกเป็น ไม้มีค่าทางด้านเศรษฐกิจ เนื้อไม้ ไม้มีค่าทางด้านประวัติศาสตร์ ไม้มีค่าทางด้านไม้ดอกไม้ประดับ ไม้มีค่าทางด้านจิตใจ ไม้มีค่าทางด้านรูปทรงเด่น และแปลกตา เป็นต้น ตามที่ปรากฏใน Table 1

Table 1 Valuable tree assessment data in public parks in 6 districts of Bangkok.

Country	Park	Dominant plants
Chatuchak	1. Chatuchak Park	*Diospyros decandra* (Gold Apple), *Ficus benjamina* (Curtain fig)
	2. Wachirabenchatat Park (Rot Fai Park)	*Adansonia digitata* (Baobab)
	3. Queen Sirikit Park	*Pakia sumatrana* (Plumb)
	4. Somdej Ya Park 84	*Pterocarpus indicus* (Burmese rosewood)
	5. Prachaniwet Forest Park	*Delonix regia* (Flamboyant, Yellow)
	6. Garden in front of Wat Samian Nari	*Peltophorum pterocarpum* (Copper pod), *Delonix regia* (Flambuoyant)
	7. Chaloem Phrakiat 55th Birthday Anniversary Park, Department of Agriculture	*Albizia lebbeck* (Indian Walnut), *Magnolia sirindhorniae* (Champi Sirindhorn)
	8. Garden of Thai honorable plants	*Afgekia mahidoliae* (mahidoliae), *Bauhinia sirindhorniae* (Phanera sirindhorniae)
	9. Varunawan Garden, Kasetsart University	*Manilkara hexandra* (Milkey Tree), *Hopea odorata* (Iron Wood), *Peltophorum pterocarpum* (Copper pod), *Tectona grandis* (Teak)
Din Daeng	1. Forest Park Vibhavadi Rangsit	*Lagerstroemia speciosa* (Pride of India), *Tabebuia rosea* (Pind tecoma)
	2. Suan Somdet Ya Road, 90 Pracha Songkhro Road	*Alstonia scholaris* (Blackboard tree)
Prawet	1. Maha Chakri Sirindhorn 50 Years Park	*Barringtonia acutangula* (Indian oak)
	2. Sua Luang Rama 9	*Haldina cordifolia* (Haldu), *Sterculia foetida* (Bastard poon), *Mangifera indica* (Mango)
	3. Bueng Nong Bon Public Park	*Cratoxylum formosum* (Pink Mempat)
	4. Suan Dokmai Ramkhamhaeng 2a	*Millingtonia hortensis* (Cork Tree)
Phra Nakhon	1. Suan Rumaninat	*Lagerstroemia loudonii* (Thai bungor), *Ficus religiosa* (Bodhi)
	2. Saranrom Park	*Dipterocarpus alatus* (Yang)

Table 1 (continued)

Country	Park	Dominant plants
Bangkapi	1. Klong Chan Arboretum	*Samanea saman* (Rain tree)
	2. Nawamin Phirom Park	*Holoptelea integrifolia* (Indian Elm)
Sai Mai	1. Chaloem Phrakiat Sai Mai Public Park	*Tabebuia aurea* (Paraguayan Silver Trumpet) Tree
	2. Air Force Health Garden	*Shorea robusta* (Cannonball tree)

การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองอรรถประโยชน์โดยอาศัยแบบจำลองเศรษฐมิติที่เรียกว่า แบบจำลองโลจิตแบบมีเงื่อนไข (conditional logit model) (อุดมศักดิ์, 2556) ดังปรากฏใน Table 2 โดยกำหนดให้ตัวแปรตามที่ใช้ในการศึกษามีทางเลือกมากกว่า 2 ทางเลือกซึ่งเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ตัวแปรอิสระประกอบด้วยคุณลักษณะชุดทางเลือก และคุณลักษณะของบุคคล โดยสมมติว่า ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของผู้บริโภคเป็นฟังก์ชันอรรถประโยชน์ที่เกิดขึ้นแบบสุ่ม (Random utility function) กล่าวคือ ผู้บริโภคที่มีลักษณะส่วนบุคคล (Individual characteristic) เหมือนกันทุกประการ อาจตัดสินใจบริโภคแตกต่างกัน เมื่ออยู่ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ในขณะเดียวกันผู้บริโภคคนเดียวกันอาจตัดสินใจบริโภคแตกต่างกันเมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่เหมือนกันแต่ต่างช่วงเวลา ดังนั้นเมื่ออรรถประโยชน์ของผู้บริโภคเกิดขึ้นอย่างสุ่ม ผู้บริโภคจะตัดสินใจบริโภคสินค้าเพื่อให้อรรถประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับสูงสุด (Maximize expected utility) ภายใต้ข้อจำกัดของงบประมาณที่มีอยู่จำกัด แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาแปลผลเพื่อการวิเคราะห์เชิงนโยบายและสนับสนุนการตัดสินใจต่อไป

จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 223 คน ในคำถามตอนที่ 3 การทดลองพฤติกรรมทางเลือก แต่ละคนต้องเลือกทางเลือกเพื่อจ่ายเงินสนับสนุนโครงการ Green Bangkok 2030 ในตอนที่ 3 เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะของพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร 8 ชุดทางเลือก ดังนั้นในการวิเคราะห์ครั้งนี้จะมีจำนวนตัวอย่าง (number of observation) ทั้งสิ้น 1,784 ตัวอย่าง (223×8) ซึ่งผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติได้ดัง Table 2 ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเต็มใจจ่ายที่นำเสนอมีค่าเป็นลบและมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า เมื่อจำนวนเงินที่กำหนดให้จ่ายสูงขึ้น กลุ่มตัวอย่างจะเต็มใจจ่ายน้อยลง โดยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของคุณลักษณะด้านพืชพรรณและทัศนียภาพริมถนนระดับ A และระดับ B มีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 2 coefficient of various variables derived from econometric analysis by Conditional logit model

variable	Coefficient statistical value	t value	P value
Constant	-3.04781	-6.784	0.0000
willingness to pay (Cost)	-0.00097***	-8.970	0.0000
Access to green area level 50%	-0.01737	-0.292	0.7702
35% green area access	0.03386	0.567	0.5704
Access to green area level 25%	0.06815	1.169	0.2424
Vegetation and roadside scenery A level	0.17957***	3.089	0.0020
Vegetation and roadside scenery B level	0.15371***	2.592	0.0095
Vegetation and roadside scenery C level	-0.21346**	-2.256	0.0240
Level A value in promoting community participation	0.02145	0.361	0.7180
Level B value in promoting community participation	0.02352	0.396	0.6918
Level C value in promoting community participation	0.11012*	1.875	0.0608

Table 2 (continued)

variable	Coefficient statistical value	t value	P value
Level A value for physical and mental health promotion	0.31836***	5.505	0.0000
Level B value for physical and mental health promotion	-0.00469	-0.079	0.9374
Level C value for physical and mental health promotion	-0.15013**	-2.496	0.0126
Sex	0.49315***	4.230	0.0000
Age	-0.01237***	-2.833	0.0046
education level	0.11021***	2.712	0.0067
the presence of green spaces in the vicinity of residences	-0.55885***	-4.166	0.0000
attitude towards green space	0.10058***	11.586	0.0000
Log likelihood			-1761.414
R-squared			.0806
No. of observations			1778

Remarks: *Statistically significant 10 percent **Statistically significant 5 percent ***Statistically significant 1 percent

คุณค่าด้านการสร้างเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนระดับ C และคุณค่าด้านการสร้างเสริมสุขภาพกายและใจระดับ A มีค่าเป็นบวกและมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีความเต็มใจจ่ายเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะต่าง ๆ ให้ดีขึ้นในระดับดังกล่าว ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของคุณลักษณะด้านการเข้าถึงพื้นที่สีเขียวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างพอใจกับการเข้าถึงพื้นที่สีเขียวที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน กล่าวคือ พื้นที่สีเขียวที่เข้าถึงได้ในระยะเดิน มี 13% ของพื้นที่กรุงเทพมหานคร

สำหรับปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่างที่มีผลต่อการตัดสินใจจ่ายเงินสนับสนุนโครงการ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา การมีพื้นที่สีเขียวในบริเวณใกล้เคียงที่อยู่อาศัย และทัศนคติต่อพื้นที่สีเขียวโดยกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง อายุน้อย มีการศึกษาสูง มีทัศนคติที่ดีต่อพื้นที่สีเขียว ต้องการให้มีการปรับปรุงพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานครให้ดีขึ้น ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ใกล้พื้นที่สีเขียวพอใจกับพื้นที่สีเขียวที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถนำไปสู่ การคำนวณมูลค่าของความเต็มใจจ่ายส่วนเพิ่ม (marginal willingness to pay: MWTP) ของแต่ละคุณลักษณะได้ ดังนั้นสามารถคำนวณมูลค่าความเต็มใจจ่ายส่วนเพิ่มของแต่ละคุณลักษณะตามที่ปรากฏใน Table 3 เช่น MWTP ของพืชพรรณและทัศนียภาพริมถนนที่ระดับ A เท่ากับ 0.17957/0.00097 = 185 บาทต่อคน MWTP ของพืชพรรณและทัศนียภาพริมถนนที่ระดับ D เท่ากับผลรวมของ MWTP ของพืชพรรณและทัศนียภาพริมถนนที่ระดับ C B และ A แล้วให้เติมเครื่องหมายลบหน้าผลรวมนั้น เท่ากับ -123 บาทต่อคน

Table 3 MWTP of attribute change (THB per person)

feature/level	D	C	B	A
access to green space	na	na	na	na
Vegetation and roadside scenery	-123	-220	158	185
The value of promoting community participation	-114	114	na	na
The value of promoting physical and mental health	-173	-155	na	328

Remark: na is not computable as it is not statistically significant.

การศึกษาความพึงพอใจและความเต็มใจจ่ายเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะหรือยกระดับคุณค่าของพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร โดยเทคนิคการทดลองพฤติกรรมการเลือก มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาความพึงพอใจและความเต็มใจจ่ายของชาวกรุงเทพมหานครต่อการปรับปรุงคุณลักษณะของพื้นที่สีเขียวในเมือง 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่กำหนดความเต็มใจจ่ายเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะของพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร และ 3) เพื่อรวบรวมข้อมูลที่สำคัญในการวางแผนการจัดการพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้กลไกการตอบแทนคุณระบบนิเวศ (Payment for ecosystem services: PES) เพื่อการอนุรักษ์ต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในเมือง

พบว่า กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 72.65 เห็นว่าต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานครที่มีอยู่ในปัจจุบันมีน้อยเกินไปควรเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง และร้อยละ 78.48 จึงเต็มใจจ่ายเงินเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติชี้ให้เห็นว่าคุณลักษณะและคุณค่าและของพื้นที่สีเขียวที่มีนัยสำคัญได้แก่ พืชพรรณและทัศนียภาพริมถนน การสร้างเสริมสุขภาพกายและใจ และการสร้างเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการเข้าถึงพื้นที่สีเขียวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติอธิบายได้ว่าชาวกรุงเทพมหานครมีความพึงพอใจเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มคุณค่าด้านการสร้างเสริมสุขภาพกายและใจให้แข็งแรงที่ระดับ A (มากที่สุด) การปรับปรุงพืชพรรณและทัศนียภาพริมถนนให้มีความหลากหลายร่มรื่นและสวยงามที่ระดับ A (มากที่สุด) และระดับ B (มาก) และเพิ่มคุณค่าด้านการเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนที่ระดับ C (ปานกลาง) โดยมีความเต็มใจจ่ายเท่ากับ 329 186 และ 114 บาทต่อคนต่อปี ตามลำดับ สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อความเต็มใจจ่ายของประชาชน ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ทัศนคติต่อพื้นที่สีเขียว และการมีพื้นที่สีเขียวในบริเวณใกล้เคียงที่อยู่อาศัย โดยกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง อายุน้อย มีการศึกษาสูง มีทัศนคติที่ดีต่อพื้นที่สีเขียว ต้องการให้มีการปรับปรุงพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานครให้ดีขึ้น ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ใกล้พื้นที่สีเขียวพอใจกับพื้นที่สีเขียวที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

สรุป

หากมีการวางแผนเพื่อพัฒนาพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร ควรมุ่งเน้นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อการออกกำลังกายและพักผ่อนหย่อนใจ และปรับปรุงทัศนียภาพริมถนนให้มีความสวยงามมากยิ่งขึ้น เช่น การจัดตั้งกองทุนเพื่อดูแลรักษาต้นไม้และพื้นที่สีเขียวในเมืองขึ้นเพื่อประโยชน์ด้านสุขภาพทั้งร่ายกายจิตใจและอารมณ์ของประชาชน และควรนำข้อมูลไม้เด่นมีค่ามาประกอบในการคัดเลือกชนิดต้นไม้ที่จะคัดเลือกมาปลูกในพื้นที่ ไม้มีค่าทางด้านเศรษฐกิจเนื้อไม้ ไม้มีค่าทางด้านประวัติศาสตร์ ไม้มีค่าทางด้านไม้ดอกไม้ประดับ ไม้มีค่าทางด้านจิตใจ ไม้มีค่าทางด้านรูปทรงเด่นและแปลกตา ทั้งนี้จากการศึกษาของภาวิณีและคณะ (2560) พบว่าปัญหาที่ทำให้แผนการพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่ผ่านมาไม่สามารถนำไปปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมมีสาเหตุมาจากประเด็น คือ 1) ระบบการบริหารจัดการไม่เป็นเอกภาพมีความทับซ้อนในหลายหน่วยงานและมีความเห็นที่ไม่ตรงกันในการจัดการบริหารพื้นที่สีเขียว 2) การพัฒนาขาดการมีส่วนร่วมของประชาชนทำให้ภาระตกอยู่ที่ภาครัฐอย่างเดียว 3) พื้นที่เมืองมีมูลค่าสูงส่งผลต่อการได้มาซึ่งพื้นที่เพื่อประโยชน์สาธารณะซึ่งมีข้อเสนอแนะสำหรับการบริหารจัดการเพื่อให้นำผังไปสู่การปฏิบัติใช้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ประชาชนทุกท่านที่อาศัยอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่เสียสละเวลาและให้ร่วมมือกันตอบแบสอบถามที่มีเนื้อหาและรายละเอียดเยอะมากในครั้งนี้ พร้อมทั้งผู้สนับสนุนงบประมาณโครงการประเมินมูลค่าต้นไม้ในเมืองโดยเทคนิค Stated Preference Methods สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ธนพร สีนาคล้วน และณัฐวุฒิ ปรียวนิตย์. 2560. **การประเมินศักยภาพการเป็นพื้นที่สาธารณะสีเขียวในพื้นที่เขตพระนคร เขตป้อมปราบศัตรูพ่ายและเขตสัมพันธ์วงศ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภาวิณี อินชมภู และ สืบสิริ ศรีธัญรัตน์. 2560. การพัฒนาโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในกรุงเทพมหานคร. **วารสารวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์** 66 : 99-120.

อุดมศักดิ์ ศีลประชาวงศ์, 2556. **การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 1. พี.เอ.ลีฟวิ่ง, กรุงเทพมหานคร.

Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M. and Louviere, J., 1998. Stated Preference Approaches for Measuring Passive Use Values: Choice Experiments and Contingent Valuation. **American Journal of Agricultural Economics** 80(1) : 64-75.

Bateman, I., Carson, R., Day, B., Hanemann, M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M. and Loomes, G. 2002. **Economic Valuation with Stated Preference Techniques**. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.

Ben-Akiva, M., McFadden, D., Gärling, T., Gopinath, D., Walker, J., Bolduc, D., Börsch-Supan, A., Delquié, P., Larichev, O., Morikawa, T., Polydoropoulou, A., and Rao, V., 1999. Extended Framework for Modeling Choice Behavior. **HEC Choice Symposium** 10(3): 187-203.

Carson, J.W., Carson, K.M., Gil, K.M., and Baucom, D.H. 2004. Mindfulness-based relationship enhancement. **Behavior Therapy** 35: 471– 494.

Orme, B. 1998. **Sample Size Issues for Conjoint Analysis Studies**. Sawthooth Software Research paper Series. Squim, Sawthooth Software inc, WA, USA.

Orme, B. 2010. **Sample Size Issues for Conjoint Analysis Studies**. Sawtooth Software Technical Paper, Sequim. *Cited* J.M. Rose and M.J. Bliemer. 2013. Sample size requirements for stated choice experiments**. Transportation** 40(5): 1021–1041.

สาขาการจัดการลุ่มน้ำ
และสิ่งแวดล้อม

รูปแบบการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก ภายใต้การให้ปริมาณน้ำและจำนวนหน่อเริ่มปลูกที่แตกต่างกัน
Growth Pattern of Vetiver Under Different Irrigation Regimes and Numbers of Initial Tiller

วนิดา ปัญญา[1] **วิชญ์ภาส สังพาลี[2*]** สุธีระ เหิมฮึก[2] เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง[3] และ ปัญญารัตน์ ปัญญาเกียรติสิริ[1]
Wanida Panya[1], Witchaphart Sungpalee[2], Sutheera Hermhuk[2], Kriangsak Sri-ngernyuang[3] and Panyarat Panyakiatsiri[1]
[1] ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกด้านป่าไม้ที่ 1 เชียงใหม่[1]
Development and promotion of the Utilization of Vetiver in Forestry Demonstration Center No. 1, Chiang Mai
[2] คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
[2] Faculty of Agricultural Production , Maejo University, Chiang Mai Province
[3] คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
[3] Faculty Of Architecture And Environmental Design, Maejo University, Chiang Mai
*Corresponding Author; E-mail: **witchaphart@mju.ac.th**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา ภายใต้การให้ปริมาณน้ำและจำนวนหน่อเริ่มปลูกที่แตกต่างกัน ดำเนินการตั้งแต่ เดือนมกราคม – พฤษภาคม 2566 ใช้หญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์ศรีลังกา อายุ 4 เดือน ทำการปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร โดยกำหนดการให้น้ำหยดด้วยระบบอัตโนมัติ 3 ระดับ ได้แก่ 0.8 (w1), 1.0 (w2) และ 1.2 (w3) เท่า ของ ET_O ร่วมกับการใช้จำนวนหน่อเริ่มปลูก 1 (s1), 2 (s2) และ 3 (s3) หน่อต่อกระถาง รวมทั้งหมด 9 รูปแบบ ๆ ละ 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูล จำนวนหน่อ จำนวนใบ วัดขนาดคอราก ความสูง และอัตราการรอดตาย ทุก ๆ 15 วันหลังปลูก วิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโต ทำการปรับเส้นโค้งในรูปแบบ nonlinear parametric curves โดยใช้โปรแกรม R Package sicegar และ FLEXPARAMCUEVE และศึกษาความสัมพันธ์โดยวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ผลการศึกษาแฝกที่อายุ 105 วันหลังปลูก พบว่า การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O (w2) หรือ 13.25 ลิตรต่อวันต่อตารางเมตร ร่วมกับจำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก (s1) หรือ 5 หน่อต่อตารางเมตร มีการแตกหน่อต่อกอเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 125 หน่อต่อตารางเมตร และมีรูปแบบการเจริญเติบโตของจำนวนหน่อและจำนวนใบแบบ sigmoid curve ที่มีการเจริญเติบโตช่วง exponential เท่ากับ 8.77 และ 75.7 ตามลำดับ ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหน่อและจำนวนใบในทุกกรรมวิธีอยู่ในระดับมากและเป็นไปในทิศทางเชิงบวก โดยจากการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้น ที่แสดงให้เห็นว่า การให้น้ำในปริมาณ 13.25 ลิตรต่อวันต่อตารางเมตร และมีระดับความหนาแน่นของจำนวนหน่อปลูกที่ 5 หน่อต่อตารางเมตร ส่งผลให้หญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา มีจำนวนหน่อ และจำนวนใบเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมปลูกเพื่อการขยายพันธุ์ต่อไป

คำสำคัญ: หญ้าแฝก รูปแบบการเจริญเติบโต

ABSTRACT

The objective of this study was to assess growth pattern of vetiver (*Vetiveria zizanioides*) cv. Sri Lanka under different irrigation regimes and numbers of initial tiller. Experiment was conducted during January-May 2023 whereby *V. zizanioides* cv. Sri Lanka were planted in a 50x40 cm pot arranged in 9 treatment combinations of 3 levels of water supply, 0.8 (w1) 1.0 (w2), and 1.2 (w3) times the ET_O, and 3 rates of initial tiller numbers, 1 (s1), 2 (s2), and 3 (s3) tillers/pot. Water were given through automatic drip irrigation and the experiment were repeated 3 times. Data were collected every 15 days until 105 days after planting, which included tiller number, leaf number, root collar size, height, and survival rate, and was analyzed by fitting into nonlinear parametric model using by FLEXPARAMCUEVE package in R, while relationship between parameters was evaluated by simple linear regression. It was found that receiving 1.0x ET_O (13.25 L/d/m^2) together with using 1 tiller/pot (5 tillers/m^2) resulted in highest numbers of tillers at the average of 25 tillers/pot (125 tillers/m^2), and expressed sigmoid curve growth patterns for both tiller numbers and leaf numbers, where slopes at exponential growth phase were 8.77 and 75.5, respectively. Relationship between tiller number and leaf number for every treatment was strongly positive. This work gave basic information which indicated that providing 13.25 L/d/m^2 yielded highest tiller numbers and leaf numbers for *V. zizanioides* cv. Sri Lanka. This information could be applied for vetiver propagation.

Keywords: vetiver, growth pattern

คำนำ

การปลูกและการขยายพันธุ์หญ้าแฝกต้องคำนึงถึงการดูแลรักษาให้สามารถตั้งตัวได้ในช่วงแรก นอกเหนือจากปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมแล้ว น้ำ ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่พืชต้องการ (Hammam *et al*., 2019) เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการทางสรีระวิทยาต่าง ๆ ภายในต้นพืช การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมีความสัมพันธ์กันกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop coefficient; K_C) และค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration; ET_O) นอกจากการให้น้ำแล้ว ระดับความหนาแน่นในการปลูกส่งผลต่อการเจริญเติบโตเช่นเดียวกัน จากการศึกษาของ Moula and Rahman (2008) ที่ได้ทดสอบปลูกหญ้าแฝก (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) โดยการใช้จำนวนหน่อเริ่มปลูก 1, 2 และ 3 หน่อ พบว่า การใช้ 2 หน่อ มีอัตราการรอดตาย และให้ผลผลิตสูงที่สุด และจากการศึกษาของ Hammam *et al*. (2019) ที่ปลูกหญ้าแฝกในระดับความหนาแน่น 9, 6 และ 12 หน่อต่อตารางเมตร ภายใต้การให้น้ำหยด 3 ระดับ ได้แก่ 0.8, 1.0 และ 1.2 เท่าของ ET_O พบว่า ความหนาแน่นของหญ้าแฝกที่ปลูก 9 หน่อตารางเมตร ร่วมกับการให้น้ำในระดับ 1.0 เท่าของ ET_O ให้ผลผลิตสูงเนื่องจากได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอ และ Kaveeta *et al*. (2000) ได้รายงานว่า การปลูกหญ้าแฝก 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ศรีลังกา สายพันธุ์สุราษฎร์ธานี สายพันธุ์ราชบุรี และสายพันธุ์กำแพงเพชร 1 มีรูปแบบการพัฒนาปลายยอดที่คล้ายคลึงกัน แต่ใช้ระยะเวลายาวนานแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกอาจมีรูปแบบที่ผันแปรไปตามปัจจัยที่ได้รับ

ดังนั้นการขยายพันธุ์หญ้าแฝกควรมีการจัดการทั้ง 2 ปัจจัยร่วมกันเพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของหญ้าแฝก จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกแฝกในการจัดการดูแลได้อย่างมีระบบ และด้วยหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกาเป็นสายพันธุ์ที่ขยายพันธุ์ง่าย นิยมนำไปปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำในหลายพื้นที่และมีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ความต้องการการใช้น้ำจึงแตกต่างกันไปด้วย การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

รูปแบบการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา ภายใต้ปริมาณน้ำและจำนวนหน่อเริ่มปลูกที่แตกต่างกัน ด้วยระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา ภายใต้การให้ปริมาณน้ำและจำนวนหน่อเริ่มปลูกที่แตกต่างกัน ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกด้านป่าไม้ที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ เดือนมกราคม – พฤษภาคม 2566 โดยใช้หน่อหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์ศรีลังกา อายุ 4 เดือน ตัดแต่งให้หน่อมีความยาว 20 เซนติเมตร และตัดรากให้เหลือความยาว 1 เซนติเมตร ปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร ในวัสดุเพาะชำที่ผสมดินและมูลวัว ในอัตรา 4:1 และพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำแบบอัตโนมัติด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการจ่ายกระแสไฟให้กับโซลินอยด์วาล์ว ภายใต้การควบคุมการทำงานโดยใช้ซอฟท์แวร์ Arduino IDE กับบอร์ด รุ่น Esp8266 ติดตั้งระบบการทำงานอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์แสงอาทิตย์

กำหนดการทดลองโดยใช้หน่อเริ่มปลูกจำนวน 1 (s1), 2 (s2) และ 3 (s3) หน่อต่อกระถาง และกำหนดการให้น้ำจากค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (K_C) ของหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา และค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET_O) (กรมชลประทาน, 2562) 3 ระดับ ได้แก่ 0.8 (w1) 1.0 (w2) และ 1.2 (w3) เท่า ของ ปริมาณการคายระเหยน้ำ (ET_O) รวมทั้งหมด 9 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูล จำนวนหน่อ จำนวนใบ วัดขนาดคอราก ความสูง และอัตราการรอดตาย ทุก ๆ 15 วันหลังปลูก วิเคราะห์รูปแบบการเจริญเติบโตโดยใช้โปรแกรม R Package sicegar และทำการปรับเส้นโค้งในรูปแบบ nonlinear parametric curves โดยใช้ Package FLEXPARAMCUEVE และศึกษาความสัมพันธ์โดยวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

ผลและวิจารณ์

1. ผลการศึกษารูปแบบเจริญเติบโตของหญ้าแฝก

การปลูกหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา ที่อายุ 105 วัน พบว่า การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก มีการแตกหน่อต่อกอเฉลี่ยมากที่สุด 25 หน่อ รองลงมาคือ การให้น้ำ 0.8 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ 1 หน่อเริ่มปลูก มีการแตกหน่อต่อกอเฉลี่ย 20 หน่อ และการให้น้ำ 0.8 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ 2 หน่อเริ่มปลูก มีการแตกหน่อต่อกอเฉลี่ย 17.83 หน่อ (Table 1)

Table 1 Average tiller number/plant of vetiver at 105 days after planting.

Water supply	Initial tiller (tiller)		
(x ET_O)	1	2	3
0.8	20	17.83	15.60
1.0	25	8.29	12.50
1.2	17	13.33	12.78

เมื่อศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกอายุ 105 วัน (3 เดือน 15 วัน) พบว่ามีรูปแบบการเพิ่มจำนวนหน่อตามระยะเวลาหลังการย้ายปลูก เป็นแบบ sigmoid curve หรือเป็นเส้นโค้งที่มีลักษณะเป็นรูปตัวเอส (S) แสดงถึงการเพิ่มจำนวนหน่อของหญ้าแฝก พบในระดับการให้น้ำ 0.8 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 2 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 2 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 3 หน่อเริ่มปลูก และ การให้น้ำ 1.2 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 2 หน่อเริ่มปลูก (Figure 1) จากผลการวิเคราะห์โมเดลแบบ sigmoid curve พบว่าการให้น้ำ 1 เท่า ของ

ET_O (w2) ร่วมกับ จำนวน 1 (s1) หน่อเริ่มปลูก ให้ค่าความลาดชันสูงสุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอัตราการแตกหน่อต่อกอเพิ่มขึ้นทุกๆ 15 วัน มากกว่ากรรมวิธีอื่น เท่ากับ 8.77 ค่ากึ่งกลางของช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตช่วง exponential (midpoint) เท่ากับ 5.33 และมีการแตกหน่อเฉลี่ยสูงสุด (maximum y) เท่ากับ 28.2 หน่อ (Table 2) ส่วนอีก 4 กรรมวิธี ได้แก่ การให้น้ำ 0.8 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 0.8 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 3 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 1.2 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก และ การให้น้ำ 1.2 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 3 หน่อเริ่มปลูก พบว่ารูปแบบการเจริญเติบโตยังไม่ชัดเจน

ในด้านจำนวนใบ พบว่ามี 2 กรรมวิธี (การให้น้ำ 0.8 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 2 หน่อเริ่มปลูก และ การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก) ที่มีรูปแบบการเพิ่มจำนวนใบตามระยะเวลาหลังการย้ายปลูกแบบ sigmoid curve (Figure 2) จากผลการวิเคราะห์โมเดลพบว่า กรรมวิธี การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก ให้ค่าความลาดชันสูงสุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอัตราการแตกใบต่อกอเพิ่มขึ้นของทุกๆ 15 วัน มากกว่ากรรมวิธีอื่น เท่ากับ 75.7 ค่ากึ่งกลาง (midpoint) ของช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตช่วง exponential มีค่าเท่ากับ 5.25 และมีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด (maximum y) เท่ากับ 171 ใบ (Table 2) ส่วนอีก 7 กรรมวิธีรูปแบบการเจริญเติบโตยังไม่ชัดเจน ได้แก่ กรรมวิธีที่ การให้น้ำ 0.8 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 0.8 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 3 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 2 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 3 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 1.2 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก, การให้น้ำ 1.2 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 2 หน่อเริ่มปลูก และ การให้น้ำ 1.2 เท่า ของ ET_O ร่วมกับ จำนวน 3 หน่อเริ่มปลูก ทั้งนี้ จากการรายงานของ Kaveeta *et al*. (2000) ที่ได้ศึกษาความผันแปรของพัฒนาการของหญ้าแฝก 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ศรีลังกา พันธุ์สุราษฎร์ธานี พันธุ์ราชบุรี และ พันธุ์กำแพงเพชร 1 ดำเนินการทดลองปลูกที่สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ซึ่งอยู่ในท้องที่เดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ในช่วงระยะเวลาการเติบโต ช่วง exponential หญ้าแฝกทั้ง 4 สายพันธุ์ สามารถให้ผลผลิตใบได้อย่างรวดเร็ว ในช่วง 150 วันแรก และยังได้รายงานอีกว่า พันธุ์สุราษฎร์ธานี และพันธุ์กำแพงเพชร 1 มีอัตราการผลิตใบที่เร็วกว่าพันธุ์ศรีลังกา และพันธุ์ราชบุรี

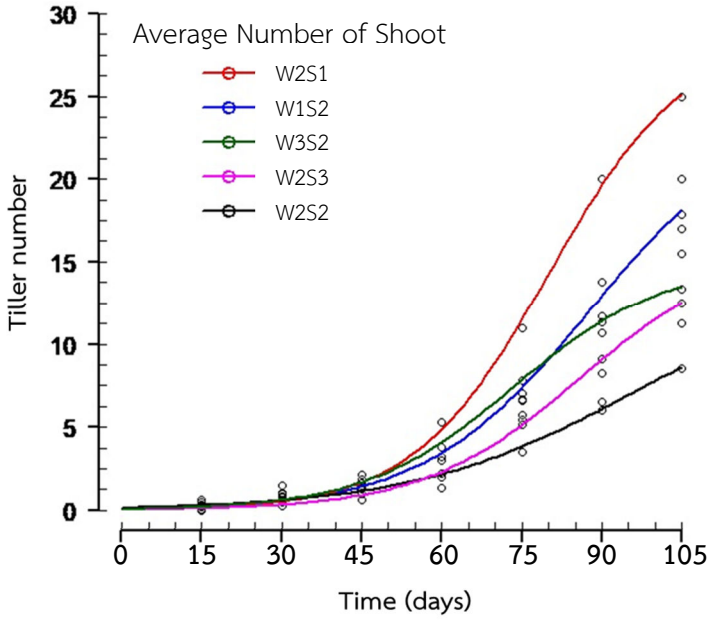


Figure 1 Relationship between growing duration and leaf number recorded every 15 days after planting until 105 days after planting.

Remarks: w2s1 = water supply of 1.0x ET_O with 1 initial tiller, w1s2 = water supply of 0.8x ET_O with 2 initial tiller, w3s1 = water supply of 1.2x ET_O with 2 initial tiller, w2s3 = water supply of 1.0x ET_O with 3 initial tiller and w2s2 = water supply of 1.0x ET_O with 2 initial tiller.

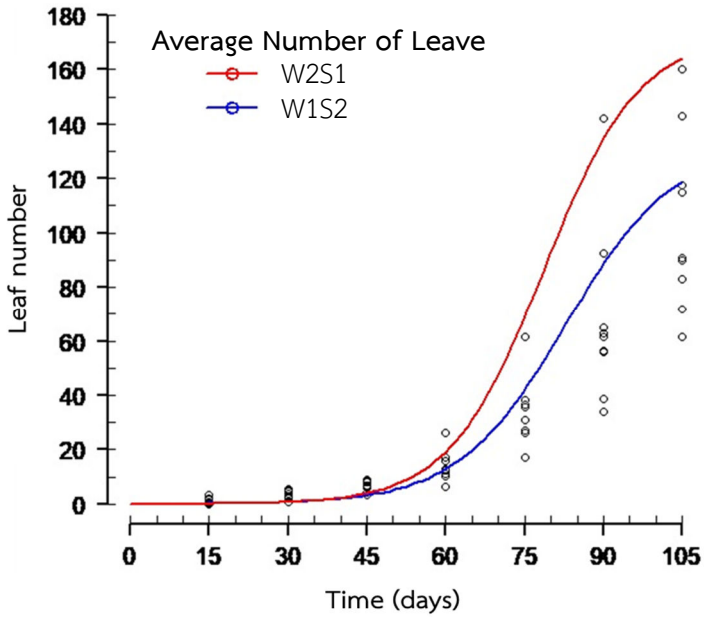


Figure 2 Relationship between growing duration and tiller number recorded every 15 days after planting until 105 days after planting.

Remarks: w2s1 = water supply of 1.0x ET_O with 1 initial tiller and w1s2 = water supply of 0.8x ET_O with 2 initial tiller.

Table 2 Analysis of growth pattern of vetiver over time based on tiller number and leaf number according to Sicegar package in R

Treatment		Mid-point		slope	Maximum	
		x	y		x	y
Tiller number	w1s1	NA	NA	NA	NA	NA
	w1s2	5.56	10.5	6.4	NA	21
	w1s3	NA	NA	NA	NA	NA
	w2s1	5.33	14.1	8.77	NA	28.2
	w2s2	5.53	5.09	2.59	NA	10.2
	w2s3	5.58	7.5	4.23	NA	15
	w3s1	NA	NA	NA	NA	NA
	w3s2	4.9	7.08	4.65	NA	14.2
	w3s3	NA	NA	NA	NA	NA
Leaf number	w1s1	NA	NA	NA	NA	NA
	w1s2	5.4	63.4	56	NA	127
	w1s3	NA	NA	NA	NA	NA
	w2s1	5.25	85.4	75.7	NA	171
	w2s2	NA	NA	NA	NA	NA
	w2s3	NA	NA	NA	NA	NA
	w3s1	NA	NA	NA	NA	NA
	w3s2	NA	NA	NA	NA	NA
	w3s3	NA	NA	NA	NA	NA

จากผลการศึกษาการให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ETO ร่วมกับ จำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก ที่ให้ผลผลิตจำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 25 หน่อ โดยเป็นการให้น้ำในปริมาณ 13.25 ลิตรต่อวันต่อตารางเมตร ร่วมกับการใช้จำนวนหน่อปลูกที่ระดับความหนาแน่น 5 หน่อต่อตารางเมตร ได้ผลผลิตคิดเป็นจำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 125 หน่อต่อตารางเมตร ซึ่งผลการศึกษานี้ใกล้เคียงกับ Hammam *et al*. (2019) ที่ศึกษาการปลูกหญ้าแฝกโดยให้ระดับการให้น้ำ และความหนาแน่นที่แตกต่างกัน ในประเทศอียิปต์ พบว่า การให้น้ำ 1 เท่า ET_O ร่วมกับระดับความหนาแน่น 9 ต้นต่อตารางเมตร ให้ผลผลิตจำนวนหน่อต่อกอเท่ากับ 60 หน่อ (ระยะเวลาศึกษา 184 วัน) หรือคิดเป็น 547 หน่อต่อตารางเมตร ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ ระยะเวลาของการเจริญเติบโตเท่ากับ 105 วัน (3 เดือน 15 วัน) หลังการย้ายปลูก หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตยังไม่เต็มที่ แต่อย่างไรก็ดีจะสังเกตได้ว่ารูปแบบการเจริญเติบโตเป็นไปในทิศทางที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งในส่วนของจำนวนหน่อและจำนวนใบ โดยจากการศึกษาของ Xia (1997) ที่ปลูกหญ้าแฝกในประเทศจีน โดยใช้หน่อเริ่มปลูก 1, 2 และ 3 หน่อ ตามลำดับ พบว่าหลังจากอายุ 2 เดือน หญ้าแฝกมีความเพิ่มพูนของหน่อต่อกอสุทธิ (net tiller increment per clump) เท่ากับ 1.19, 0.65 และ 0.68 ตามลำดับ ในขณะที่ Moula and Rahman (2008) ที่ศึกษาในประเทศบังกลาเทศ พบว่า เมื่อหญ้าแฝกมีอายุ 1 ปี มีความเพิ่มพูนของหน่อต่อกอสุทธิ (net tiller increment per clump) เท่ากับ 10.21, 16.99 และ 14.02 จากการใช้หน่อเริ่มปลูก 1 2 และ 3 หน่อ ตามลำดับ ด้วยสภาพแวดล้อมและอายุของหญ้าแฝกที่แตกต่างกัน การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกจึงมีความแตกต่างกันไปด้วย จะเห็นได้ว่าในบางกรรมวิธีรูปแบบการเจริญเติบโตยังไม่ชัดเจน เนื่องจากเป็นช่วงระยะเวลาที่ยังไม่เจริญเต็มที่ และหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา มีอัตราการแตกหน่อในช่วงแรกค่อนข้างช้า (Kaveeta *et al*., 2000) ในขณะเดียวกัน Ghosh *et al*. (2018) พบว่า หญ้าแฝกอายุใกล้เคียงกัน การใช้ระยะห่างของแถวที่มากขึ้นมีการเจริญเติบโตด้านความสูงและเพิ่มจำนวนหน่อมากที่สุด เนื่องจากการดูดใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างเต็มที่ และการแข่งขันเพื่อให้ได้รับแสงมากที่สุด ส่วน Jimba *et al*. (2003) ที่ดำเนินการปลูกหญ้าแฝกในประเทศไนจีเรีย กลับพบว่า ระยะปลูกไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อ แต่มีผลต่อการสะสมมวลชีวภาพ และช่วยเพิ่มความแข็งแรงของต้นพืช

2. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของจำนวนหน่อ และจำนวนใบ

ความสัมพันธ์ของจำนวนหน่อ และจำนวนใบ พบว่า ความสัมพันธ์ของจำนวนหน่อ และจำนวนใบมีความสัมพันธ์ระดับมากและเป็นไปในทิศทางบวกทุกกรรมวิธี (Figure 3) เมื่อเปรียบเทียบการให้น้ำ 0.8 เท่าของ ET_O ร่วมกับปลูกหญ้าแฝกจำนวน 1, 2 และ 3 หน่อ พบว่า การใช้ 2 หน่อเริ่มปลูก มีอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อต่อกอ (x) และจำนวนใบต่อกอ (y) สัมพันธ์กันมากที่สุด โดยมีสมการความสัมพันธ์เส้นตรง คือ $y = -5.3275+7.0467x$ ($R^2 = 0.9942$) รองลงมาคือ การใช้จำนวนเริ่มต้น 3 และ 1 หน่อ ตามลำดับ ในส่วนการให้น้ำในระดับ 1 เท่า ของ ET_O พบว่า การใช้จำนวนหน่อเริ่มปลูก 2 หน่อ มีความสัมพันธ์ของจำนวนหน่อและจำนวนใบต่อกอสัมพันธ์กันมากที่สุด โดยมีสมการความสัมพันธ์เส้นตรง คือ $y = -3.9153+7.2186x$ ($R^2 = 0.9697$) รองลงมาคือ การใช้จำนวนเริ่มต้น 1 และ 3 หน่อ ตามลำดับ ในขณะที่การให้น้ำในระดับ 1.2 เท่า ของ ET_O พบว่า การใช้จำนวนหน่อเริ่มปลูก 1 หน่อ มีความสัมพันธ์ของจำนวนหน่อต่อกอ และจำนวนใบต่อกอสัมพันธ์กันมากที่สุด โดยมีสมการความสัมพันธ์เส้นตรง คือ $y = -6.1936+8.2374x$ ($R^2 = 0.9722$) รองลงมาคือ การใช้จำนวนหน่อเริ่มปลูก 3 และ 2 หน่อ ตามลำดับ สอดคล้องกับ Kaveeta *et al*. (1998) ที่ได้ศึกษาความผันแปรของพัฒนาการของหญ้าแฝก 4 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ศรีลังกา สายพันธุ์สุราษฎร์ธานี สายพันธุ์ราชบุรี และ สายพันธุ์กำแพงเพชร 1 พบว่า จำนวนหน่อและจำนวนใบมีความสัมพันธ์กันในระดับมากเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ดี สายพันธุ์ราชบุรี และสายพันธุ์กำแพงเพชร 1 มีอัตราการเพิ่มจำนวนหน่อสูงกว่าสายพันธุ์ศรีลังกา และสายพันธุ์สุราษฎร์ธานี

การได้รับน้ำในปริมาณที่เหมาะสม อันเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อกระบวนการทางสรีระวิทยา เมื่อพืชดูดน้ำเข้าสู่เซลล์เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ที่เป็นแหล่งพลังงานสำคัญในการเจริญเติบโตและพัฒนาส่วนต่าง ๆ จากผลการวิจัยยังพบว่าพืชที่อยู่ภายใต้สภาวะความเครียดจากน้ำมีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตน้อยกว่าพืชที่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ เนื่องจากพืชไม่สามารถสร้างอาหารเพื่อนำไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ได้

อย่างเต็มที่ (Abdel-Motagally, 2010) และ Jahanzad (2013) ยังรายงานว่าถ้าพืชได้รับน้ำเพิ่มมากขึ้น ผลผลิตก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ระดับความหนาแน่นที่ส่งผลต่อผลผลิตของพืชปลูกแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

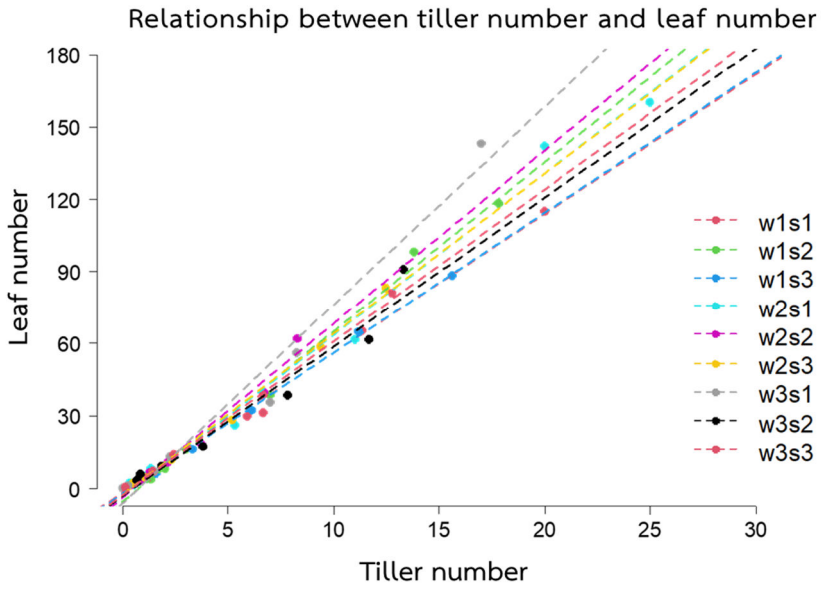


Figure 3. Relationship between tiller number and leaf number as shown by simple linear regression model $y = a+bx$ p-value <0.001.

Remarks: where each line represented each treatment combination with specific equation as followed w1s1: y= -1.9339+5.7936x R^2 = 0.9966, w1s2: y= -5.3275+7.0467x R^2 = 0.9942, w1s3: y= -2.0853+5.8242x R^2 = 0.9987, w2s1: y= -3.6098+6.7177x R^2 = 0.9895, w2s2: y= -3.9153+7.2186x R^2 = 0.9697, w2s3: y= -2.7883+6.664x R^2 = 0.9958, w3s1: y= -6.1936+8.2374x R^2 = 0.9722, w3s2: y= -3.0862+6.1859x R^2 = 0.9601 และ w3s3: y= -2.8133+6.339x R^2 = 0.9918

สรุป

จากการศึกษาเรื่องรูปแบบการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา ภายใต้ปริมาณน้ำและจำนวนหน่อเริ่มปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า การให้น้ำ 1.0 เท่า ของ ET_O ร่วมกับจำนวน 1 หน่อเริ่มปลูก มีการแตกหน่อต่อกอมากที่สุด และมีรูปแบบการเพิ่มจำนวนหน่อตามระยะเวลาหลังการย้ายปลูก เป็นแบบ sigmoid curve จากผลการวิเคราะห์โมเดลการเจริญเติบโตช่วง exponential ทั้งจำนวนหน่อและจำนวนใบ ให้ค่าความลาดชันสูงสุด เท่ากับ 8.77 และ 75.7 ตามลำดับ โดยมีค่ากึ่งกลาง (midpoint) เท่ากับ 5.33 และ 5.25 ตามลำดับ ในขณะที่อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อต่อกอ (x) และจำนวนใบต่อกอ (y) ทุกกรรมวิธีมีความสัมพันธ์ระดับมากและเป็นไปในทิศทางเชิงบวก แสดงให้เห็นว่า การให้น้ำในปริมาณ 13.25 ลิตรต่อวันต่อตารางเมตร ร่วมกับการใช้จำนวนหน่อปลูกที่ระดับความหนาแน่น 5 หน่อต่อตารางเมตร ส่งผลให้หญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา มีจำนวนหน่อ และจำนวนใบเพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์สาธิตการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกด้านป่าไม้ที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่อนุเคราะห์สถานที่ระหว่างทำการศึกษาวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2562. การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (K_c) ของหญ้าแฝกพันธุ์ศรีลังกา พันธุ์ร้อยเอ็ด พันธุ์กำแพงเพชร 1 และ พันธุ์สงขลา 3**.** *ใน* **รายงานการวิจัย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Abdel-Motagally FMF. 2010. Evaluation of water use WUE under different water regimes in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Monech). **World Journal of Agricultural Sciences** 6(5): 499-505.

Ghosh, K., Sarkar, S., Brahmachari, K. and Porel, S. 2018. Standardizing Row Spacing of Vetiver for River Bank Stabilization of Lower Ganges. **Current Journal of Applied Science and Technology** 26(2): 1-12.

Hammam, K., Amer, A. and Noreldin, T. 2019. Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) Yield and its water use efficiency affected by different plant populations under reclaimed soil conditions. **Journal of Medicinal Plants Studies** 7(5): 126-134.

Jahanzad, M., Jorat, M., Moghadam, H., Sadeghpour, A., Chaichi, M.R. and Dashtaki, M. 2013. Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. **Agricultural Water Management** 117: 62-69.

Jimba, S.C. and Adedeji, A. A. 2003. Effect of Plant Spacing in the Nursery on the Production of Planting Materials for Field Establishment of Vetiver Grass. **Tropicultura** 21(4): 199-203.

Kaveeta, L., Sopa, R., Nakorn, M.N., Kaveeta, R., Nakorn, W.N. and Charoenrungrat, W. 2000. Developmental variation of four selected vetiver ecotypes. The Chaipattana Foundation (Thailand).

Moula, M.G. and Rahman, M.S. 2008. Tiller Effects of Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash). **AU Journal of Technology** 11(3): 191-194.

Xia, H. 1997. Observations and experiments on the multiplication, cultivation and management of vetiver grass conducted in China in the 1950's. **The Vetiver Newsletter** 18: 18 - 22.

ผลของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยสนสามใบในแต่ละช่วงอายุต่อสมบัติดินทางอุทกวิทยาบางประการ จังหวัดเชียงใหม่

Effect of Head Watershed Forest Restoration with *Pinus Kesiya* in Each Stand Age on Some Hydrological Soil Properties, Chiang Mai Province

มานพ แก้วฟู[1] **สุจิรา ศรสูงเนิน**[1*] และ สมชาย อ่อนอาษา[1]
Manop Kaewfoo[1], **Sujira Sornsungnean**[1*] and Somchai Onarsa[1]
[1]กลุ่มงานวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
[1]Watershed Research watershed conservation and management office,
Department of National Parks, wildlife, and Plant Conservation, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **arijus.kt@gmail.com**

บทคัดย่อ

การฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยสนสามใบในแต่ละช่วงอายุย่อมส่งผลต่อสมบัติดินทางอุทกวิทยาบางประการ จึงทำการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง และไม่รบกวนโครงสร้าง ทั้งในช่วงน้ำหลากและแล้งฝน เพื่อวิเคราะห์เนื้อดิน ความเป็นกรดด่าง ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน รวมทั้งสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดิน และทำการทดสอบทางสถิติโดยใช้ F-test เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสมบัติดินตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน ได้แก่ 35-40 ปี 40-45 ปี 45-50 ปี >50 ปี และป่าดิบเขา ผลการศึกษาพบว่าแปลงปลูกป่าสนสามใบในทุกช่วงอายุมีเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินร่วนชนิดละเอียด และกลุ่มดินเนื้อละเอียด ดินมีความเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นในช่วงน้ำหลาก เนื่องจากปริมาณน้ำฝนโดยเฉพาะบริเวณดินบน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินบนมีค่ามากกว่าดินล่าง และมีค่าใกล้เคียงกันทั้งในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้ง สำหรับความหนาแน่นรวมของดินบนมีค่าน้อยกว่าดินล่าง โดยแปลงที่อายุ >50 ปี มีค่าใกล้เคียงป่าดิบเขามากที่สุด สอดคล้องกับอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินที่แปลงดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงธรรมชาติมากที่สุด สรุปได้ว่าการฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำด้วยสนสามใบสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ส่งผลถึงลักษณะทางอุทกวิทยาดินบางประการ ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน และความสามารถในการอุ้มน้ำบริเวณดินบนมากกว่าดินล่าง โดยเฉพาะแปลงที่อายุ >50 ปี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับป่าดิบเขามากกว่าแปลงป่าสนในช่วงอายุอื่น ๆ

คำสำคัญ: การฟื้นฟูป่าต้นน้ำ สนสามใบ อุทกวิทยาดิน

ABSTRACT

Some hydrological soil properties were indeed affected by the rehabilitated forest area with *Pinus Kesiya* in different stand age. Therefore, the soil samples were collected by disturbed and undisturbed techniques to analyze soil texture, pH, soil bulk density, soil moisture content, water holding capacity, and soil infiltration. The data were subjected to the F-test analysis of variance which different stand age i.e., 35-40 years, 40-45 years, 45-50 years, >50 years, and natural hill evergreen forest. The result has shown that soil texture in pine afforestation was loamy soil-fine and clayey textural with high soil organic matter and very strongly to strongly acid. Soil moisture was content increases during the wet period due to rainfall especially topsoil. Water holding capacity in topsoil was higher than in subsoil. In addition, there were similar during the wet and dry periods. Soil bulk density in topsoil was lower than subsoil that pine afforestation more than 50 years mostly like to hill evergreen forest accord with soil infiltration rate which similar to natural forest. The summary was pine afforestation can revise the soil physical properties. Moreover, some soil hydrological was

affected by soil bulk density, soil moisture content, and water holding capacity in topsoil for more than subsoil especially in pine afforestation 50 years plus that was most similar to the natural forest than another age interval.

Keywords: Afforestation, *Pinus Kesiya*, Soil hydrological

คำนำ

พื้นที่ต้นน้ำบนพื้นที่สูงชันมีความสำคัญต่อระบบนิเวศในพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งต่อบริเวณตอนต้นและตอนล่าง พื้นที่ดังกล่าวจึงควรเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติ เนื่องจากเป็นแหล่งรองรับของฝนที่สามารถกักเก็บน้ำและปลดปล่อยออกสู่ลำธารในปริมาณที่เพียงพอ สม่ำเสมอตลอดทั้งปี รวมถึงมีคุณภาพที่ดี แต่ในอดีตพบว่ามีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ รวมถึงการรุกพื้นที่เพื่อการเกษตรเชิงเดี่ยวและการปลูกพืชเสพติดบริเวณพื้นที่ต้นน้ำทางตอนเหนือของประเทศไทยอย่างกว้างขวาง ส่งผลให้เกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศต้นน้ำอย่างต่อเนื่อง ทั้งการพังทลายของดิน น้ำป่าไหลหลากอย่างฉับพลันก่อให้เกิดอุทกภัย รวมถึงสภาพอากาศมีความแปรปรวนมาก เป็นต้น การปลูกป่าฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำจึงมีความสำคัญอย่างมาก โดยหน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบในการปรับปรุง ฟื้นฟู และพัฒนาพื้นที่ต้นน้ำ นิยมปลูกไม้สนสามใบ (*Pinus kesiya*) เนื่องจากเป็นพันธุ์ไม้ที่โตเร็วทนต่อสภาพแห้งแล้ง ดินตื้นและมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เหมาะสมต่อสภาพอากาศที่มีความแปรปรวนสูง (แสงจัด อุณหภูมิสูงหรือต่ำมากในรอบวัน) และเป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบซึ่งช่วยลดสภาวะที่รุนแรงของสภาพอากาศบนพื้นที่ต้นน้ำได้ อีกทั้งยังสามารถช่วยให้เกิดกระบวนการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมทั้งในด้านการปรับปรุงธาตุอาหารในดินให้เหมาะสมต่อการทดแทนของสังคมพืชพื้นถิ่นเดิม ลักษณะของดินในพื้นที่ สมบัติทางกายภาพของดินด้วยการเพิ่มความพรุนและลดความหนาแน่นรวมของดิน (Farley *et al*., 2004; Marin *et al*., 2018; Paladines *et al*., 2022) ปัจจุบันพื้นที่การฟื้นฟูป่าด้วยสนสามใบดังกล่าวมีการทดแทนของไม้พื้นถิ่นเป็นระยะเวลานานบางพื้นที่มากกว่า 30 ปี ทำให้โครงสร้างของระบบนิเวศดีขึ้นตามลำดับ ทั้งในส่วนของโครงสร้างป่า จำนวนชั้นเรือนยอด ไม้พื้นล่าง กระบวนการย่อยสลายเศษซากพืช รวมถึงลักษณะอุทกวิทยาของดิน ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการกักเก็บน้ำของดินส่งผลต่อเนื่องไปถึงการให้บริการปริมาณน้ำในลำธารได้ โดยการศึกษาครั้งนี้เพื่อทราบถึงอิทธิพลของช่วงอายุของป่าสนสามใบจากการปลูกฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำส่งผลอย่างไรต่อสมบัติทางอุทกวิทยาของดินบางประการ ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน และการซึมน้ำผ่านผิวดิน เป็นต้น เพื่อการจัดการพื้นที่ต้นน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และวางแผนการจัดการพื้นที่ต้นน้ำบริเวณที่เป็นป่าสนสามใบได้อย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้อมูลทุติยภูมิ ประกอบด้วย แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 แผนที่ชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลแปลงปลูกป่าของหน่วยจัดการต้นน้ำขุนคอง

2. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง ได้แก่ ถุงพลาสติก (1 กิโลกรัม) พลั่ว เป็นต้น

3. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง ได้แก่ กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil core) เหล็กส่ง จอบ และเสียม

4. อุปกรณ์ในการศึกษาการซึมน้ำผ่านผิวดิน ได้แก่ single ring infiltrometer ไม้รองตอก ค้อน แก้วน้ำ นาฬิกาจับเวลา และไม้วัดระดับ

5. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตู้อบ และเครื่องชั่ง

วิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้เลือกแปลงปลูกป่าสนสามใบในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ บริเวณอุทยานแห่งชาติผาแดง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีลักษณะเป็นภูเขาสูงชันมีความสูงอยู่ระหว่าง 1,000 – 1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีความลาดชันของพื้นที่เฉลี่ยร้อยละ 30.8 จัดอยู่ในกลุ่มดินที่เป็นพื้นที่ลาดเชิงซ้อน (กลุ่มชุดดินที่ 62) โดยจำแนกพื้นที่ศึกษาออกเป็น 5 แปลงตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน ได้แก่ แปลงปลูกสนสามใบช่วงอายุ 35 – 40 ปี (PF1), แปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุ 40 – 45 ปี (PF2), แปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุ 45 – 50 ปี (PF3), แปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุมากกว่า 50 ปี ขึ้นไป (PF4) และป่าดิบเขาธรรมชาติ (HF) ซึ่งใช้เป็นพื้นที่เปรียบเทียบ (Figure 1)

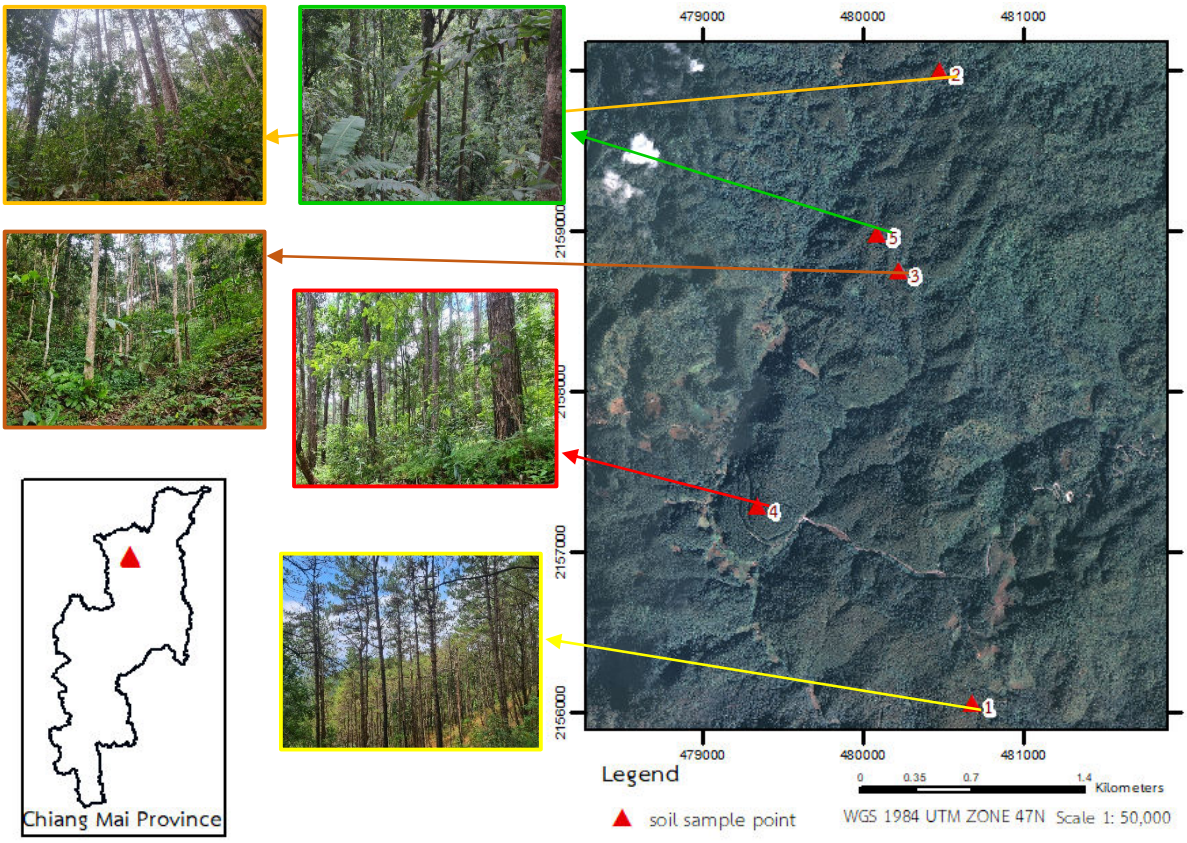


Figure 1 Study area and soil sample points in Pha Dang National Park, Chiang Mai province.
Remarks: The forest area is rehabilitated with pine trees aged 35 – 40 years (1), 40 – 45 years (2), 45 – 50 years (3), >50 years (4), and natural hill evergreen forests (5).

2. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ตัวแทนทั้ง 5 แปลงตามชั้นอายุ เก็บจำนวนแปลงละ 3 จุด จุดละ 3 ซ้ำ เก็บดิน 2 ระดับชั้น คือ ดินชั้นบน (0-20 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (20-60 เซนติเมตร) รวมทั้งหมด 90 ตัวอย่าง ดำเนินการเก็บตัวอย่างข้อมูลทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ช่วงน้ำหลาก (wet period) ในช่วงเดือนมิถุนายน และช่วงน้ำแล้ง (dry period) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีวิธีการดังนี้

2.1 การเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง (disturbed soil sampling) เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดินเบื้องต้น ได้แก่ เนื้อดิน (soil texture) ทดสอบด้วยวิธีของ Gee and Bauder (1979) ค่า pH ทดสอบด้วยวิธีของ Thomas (1996) ปริมาณอินทรียวัตถุ (soil organic matter, OM) ทดสอบด้วยวิธีของ Walkley and Black (1945) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ทดสอบด้วยวิธีของ Bray and Kurtz (1945) ปริมาณมาณโพแทสเซียมที่

เป็นประโยชน์ทดสอบด้วยวิธีของ Helmke and Sparks (1996) ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ทดสอบด้วยวิธีของ Suarez (1996) โดยทำการเก็บดินจากทั้ง 3 หลุม นำมาผสมคลุกเคล้ากันให้ทั่วเพื่อเป็นตัวอย่างดินประมาณ 1 กิโลกรัม และนำตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ

2.2 การเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturbed soil sampling) โดยใช้กระบอกเก็บดิน (soil core) เพื่อนำมาวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน และความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density) และความชื้นในดินโดยน้ำหนัก (soil moisture) ชั่งตัวอย่างดินพร้อมกระบอกเก็บดินก่อนนำเข้าอบ จากนั้นนำตัวอย่างดินที่ได้ไปอบในตู้อบดินที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างดินจะคงที่ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักจะได้น้ำหนักหลังอบ ซึ่งต้องหักลบน้ำหนักกระบอกเก็บดินออกจะได้น้ำหนักดินแห้งและปริมาณน้ำที่หายไปจากก้อนดินตัวอย่าง และวัดขนาดกระบอกเก็บดินเพื่อคำนวณปริมาตรกระบอกดิน โดยสามารถคำนวณความหนาแน่นของดินรวมโดย ใช้วิธี core method (Blake and Hartge, 1986) ได้จากสมการ (1) และความชื้นในดินโดยน้ำหนักด้วยวิธี Gravimetric method (Donahue *et.al*) 1977) ดังสมการ (2)

$$\text{ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรกระบอกดิน(ลูกบาศก์เซนติเมตร)}} \qquad (1)$$

$$\text{ความชื้นในดินโดยน้ำหนัก (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังอบ(กรัม)}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)}} \times 100 \qquad (2)$$

2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (water holding capacity) นำตัวอย่างดินมาแช่น้ำจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำ จากนั้นนำตัวอย่างดินมาวางทิ้งไว้ให้น้ำระบายออกจากก้อนดินด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกแล้วนำไปชั่งน้ำหนักก่อนนำไปอบในตู้อบดินที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างดินจะคงที่ โดยคำนวณจากสมการ (3) (Wiriyakitnateekul and Kerdchana, 2016)

$$\text{ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังอบ(กรัม)}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)}} \times 100 \qquad (3)$$

2.4 การศึกษาการซึมน้ำผ่านผิวดิน (infiltration rate) โดยทำการตอก single ring infiltrometer ลงไปในดินลึกประมาณ 5 เซนติเมตร ให้ขนานกับพื้นดิน จากนั้นตวงน้ำปริมาณเท่า ๆ กัน แล้วเทน้ำลงใน single ring infiltrometer พร้อมทั้งจับเวลาตั้งแต่เริ่มเทน้ำจนน้ำซึมหมด ทำซ้ำอย่างต่อเนื่องจนกว่าเวลาที่ใช้ในการซึมน้ำจะคงที่ไม่น้อยกว่า 5 ครั้ง และคำนวณอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินด้วยสมการ (4) ของ Horton (1940

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c)\, e^{-kt} \qquad (4)$$

เมื่อ f_t คือ อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินที่เวลา t (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)
f_0 คือ อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงสุด (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)
f_c คือ อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)
k คือ ค่าคงที่
t คือ เวลา (วินาที)

2.5 เปรียบเทียบข้อมูลความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน และความสามารถในการอุ้มน้ำของดินระหว่างแปลงปลูกป่าสนสามใบในแต่ละช่วงอายุ และพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติ โดยใช้สถิติ F-test และเปรียบเทียบสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินโดยใช้อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ (f_c)

ผลและวิจารณ์

1. สมบัติของดินเบื้องต้น

สมบัติของดินเบื้องต้นบริเวณแปลงปลูกป่าสนสามใบเฉลี่ยทั้ง 4 ช่วงอายุ (35-40 ปี, 40-45 ปี, 45-50 ปี, และ >50 ปี) ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติผาแดง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า บริเวณดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว (clay loam) และดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินล่างส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวปนทราย (sandy clay) มีค่าปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับที่เป็นกรดจัดมาก อยู่ระหว่าง 4.6 – 5.4 มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูงมากถึงสูงในดินชั้นบน และปานกลางถึงต่ำในดินชั้นล่าง ส่วนธาตุอาหารหลักพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำทุกแปลงทั้งดินบนและดินล่าง ขณะที่โพแทสเซียมและแคลเซียมที่เป็นประโยชน์บริเวณดินบนอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง แต่ดินล่างอยู่ในระดับต่ำ ในส่วนของพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติพบว่ามีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ทั้งดินชั้นบนและดินล่าง มีค่าปฏิกิริยาของดินอยู่ในระหว่าง 5.1 – 5.6 (กรดจัด) ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูงมากบริเวณดินบน และระดับสูงถึงปานกลางในดินชั้นล่าง พบโพแทสเซียมและแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ

โดยแปลงปลูกป่าสนสามใบมีลักษณะเนื้อดินอยู่ในกลุ่มดินร่วนชนิดละเอียด (loamy soil-fine) และกลุ่มดินเนื้อละเอียด (clayey textural) ทั้งดินบนและดินล่าง ส่วนใหญ่ดินมีความเป็นกรดจัด ซึ่งเหมาะสำหรับการละลายและปลดปล่อยของธาตุอาหารต่าง ๆ ในดิน รวมถึงการย่อยสลายเศษซากพืชส่งผลให้พบปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณดินบน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พิณทิพย์ และคณะ (2541); ธรรมนูญ (2544) และ Paladines *et al*. (2022) ที่กล่าวว่าการปลูกป่าด้วยสนสามารถช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น

2. สมบัติทางอุทกวิทยาดินบางประการ

2.1 ความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินของแปลง PF1, PF2, PF3, PF4, และ HF ในช่วงน้ำแล้งบริเวณดินบนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91, 0.88, 0.97, 0.78, และ 0.78 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.01, 0.93, 1.02, 0.95 และ 0.89 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ขณะที่ช่วงน้ำหลากมีค่าความหนาแน่นรวมของดินบนเฉลี่ย 0.89, 0.78, 0.84, 0.79 และ 0.76 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนดินล่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.96, 0.88, 0.91, 0.88 และ 0.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1)

ผลการศึกษาพบว่า ความหนาแน่นรวมของดินระดับบนมีค่าต่ำกว่าดินล่างในทุกประเภทการใช้ที่ดิน โดยพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติมีค่าความหนาแน่นรวมของดินน้อยที่สุดทั้งบริเวณดินบนและดินล่าง ซึ่งแปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุมากกว่า 50 ปี ขึ้นไปมีค่าใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติมากที่สุด รองลงมาเป็นช่วงอายุ 40–45 ปี, 45–50 ปี และ 35–40 ปี เนื่องจากพื้นที่แปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุมากกว่า 50 ปี ขึ้นไป มีการเจริญเติบโตของสังคมพืชทดแทนพื้นที่เดิม เกิดกระบวนการย่อยสลายเศษซากพืชจากการร่วงหล่นของใบไม้กิ่งไม้แปรสภาพเป็นปริมาณอินทรียวัตถุ ซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงกับความหนาแน่นรวมของดิน ขนาด และการกระจายช่องว่างในดิน (Tobon *et al*., 2004; Undawatta *et al*., 2008; Franzluebbers, 2010) ในขณะที่การศึกษาของ Paladines *et al*. (2022) กลับพบว่าการปลูกสร้างสวนป่าสนส่งผลให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น

เมื่อทดสอบความแปรปรวนของความหนาแน่นรวมของดินทั้ง 5 แปลง บริเวณดินบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F=2.576$, $p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าค่าความหนาแน่นรวมของดินมีค่าแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ เนื่องจากอัตราการเติบโตของสังคมพืชที่ช่วงอายุต่างกัน ย่อมทำให้คุณสมบัติของดินที่มีอิทธิพลต่อค่าความหนาแน่นรวมของดินที่แตกต่างกัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบรายคู่พบว่าแปลงปลูกป่าสนสามใบแต่ละแปลงและป่าดิบเขาธรรมชาติมีความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทาง

สถิติ ในขณะที่ดินล่าง พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากกิจกรรมของรากพืชมีอิทธิพลบริเวณดินบนมากกว่าดินล่าง จึงทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินล่างไม่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ (Table 2)

Table 1 Some hydrological soil properties in Pha Dang National Park, Chiang Mai province.

Land use	Period	Soil bulk density (g/cm^3)		Soil moisture (%)		water holding capacity (%)	
		topsoil Min.-Max. (Mean)	subsoil Min.-Max. (Mean)	topsoil Min.-Max. (Mean)	subsoil Min.-Max. (Mean)	topsoil Min.-Max. (Mean)	subsoil Min.-Max. (Mean)
PF1	dry	0.88-0.94 (0.91)	0.93-1.15 (1.01)	24.76-31.30 (28.88)	24.21-33.96 (29.64)	42.41-45.41 (44.16)	52.12-54.71 (53.41)
	wet	0.77-0.90 (0.89)	0.89-1.09 (0.96)	37.03-38.03 (37.94)	27.48-39.64 (31.71)	43.62-52.82 (48.22)	35.58-55.78 (51.62)
PF2	dry	0.78-0.95 (0.88)	0.87-0.95 (0.93)	28.66-33.03 (30.72)	31.27-39.78 (36.16)	41.86-55.19 (47.47)	31.27-49.78 (38.66)
	wet	0.74-0.89 (0.78)	0.86-1.16 (0.88)	45.45-54.44 (49.95)	37.76-52.06 (42.76)	43.27-54.36 (47.84)	32.76-50.84 (40.87)
PF3	dry	0.92-1.10 (0.97)	0.92-1.33 (1.02)	28.30-28.57 (28.50)	30.80-34.29 (32.32)	32.89-50.13 (38.98)	31.62-36-78 (33.93)
	wet	0.77-0.93 (0.84)	0.86-1.14 (0.91)	30.81-32.64 (31.72)	28.30-38.89 (34.04)	30.08-51.63 (40.85)	30.68-39.49 (34.57)
PF4	dry	0.69-0.90 (0.78)	0.85-1.09 (0.95)	35.30-36.62 (35.81)	28.67-30.48 (28.98)	41.68-44.93 (42.88)	32.62-46.98 (39.90)
	wet	0.70-0.86 (0.79)	0.87-1.02 (0.88)	38.58-43.46 (40.44)	22.47-36.10 (33.22)	47.79-51.41 (49.60)	33.83-58.08 (41.51)
HF	dry	0.74-0.83 (0.78)	0.83-0.95 (0.89)	30.80-36.48 (34.21)	31.84-35.87 (33.62)	51.21-51.69 (51.46)	48.92-53.24 (51.28)
	wet	0.70-0.82 (0.76)	0.81-0.93 (0.85)	39.26-46.37 (42.11)	30.38-56.41 (40.84)	53.96-56.50 (55.23)	47.68-59.49 (51.60)

Remarks: The forest area is rehabilitated with pine trees aged 35 – 40 years (PF1), 40 – 45 years (PF2), 45 – 50 years (PF3), >50 years (PF4), and natural hill evergreen forests (HF).

Table 2 Statistical test for soil bulk density, soil moisture, and water holding capacity on difference pine afforestation at age interval in Pha Dang National Park, Chiang Mai province.

Variables	Period	Soil level	F-value	*p*-value
Soil bulk density		topsoil	2.576*	0.017
		subsoil	1.164^{ns}	0.336
Soil moisture	Wet	topsoil	5.227*	0.015
		subsoil	0.957^{ns}	0.471
	dry	topsoil	5.899*	0.010
		subsoil	0.418^{ns}	0.792
Water holding capacity		topsoil	0.137^{ns}	0.981
		subsoil	0.143^{ns}	0.979

Remarks: ^{ns} non statistic significant, * significant at confidence level at 95%

2.2 ความชื้นในดิน (โดยน้ำหนัก)

ความชื้นในดินของแปลง PF1, PF2, PF3, PF4, และ HF แสดงดัง Table 1 ซึ่งพบว่า บริเวณดินระดับของช่วงน้ำหลากมีค่ามากกว่าช่วงน้ำแล้งในทุกแปลงมีค่าความแตกต่างเฉลี่ยร้อยละ 9.06, 19.23, 3.22, 4.62, และ 7.90 ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับดินล่างที่ความชื้นในดินช่วงน้ำหลากมีค่ามากกว่าช่วงน้ำแล้งในทุกแปลงซึ่งมีค่าความแตกต่างร้อยละ 2.07, 6.60, 1.72, 4.24, และ 7.72 ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่าแปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุมากกว่า 50 ปี ขึ้นไป และพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติในช่วงน้ำแล้งมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดบริเวณดินบน ในขณะที่แปลงปลูกป่าช่วงอายุอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องด้วยโครงสร้างสังคมพืชที่ปกคลุมบริเวณดังกล่าวมีจำนวนหลายชั้นเรือนยอด มีการทับถมของเศษซากพืชและมีการกระจายของระบบรากไม้ ส่งผลให้ดินมีศักยภาพในดูดซับและกักเก็บน้ำได้ดี เมื่อพิจารณาในช่วงน้ำหลากพบว่าร้อยละความชื้นในดินมีค่าเพิ่มขึ้นทุกแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณดินบน เนื่องจากมีปริมาณฝนตกลงมามากขึ้นย่อมส่งผลให้ความชื้นในดินเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (Yang *et al*., 2012; Feng and Liu, 2014; Yang *et al*., 2014; Zhou *et al*., 2015; Chunlei *et al*., 2017)

ผลการทดสอบทางสถิติ พบว่าในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้งของความชื้นบริเวณดินบนของทั้ง 5 แปลง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F=5.227$, $p<0.05$ และ $F=5.899$, $p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าแปลงปลูกป่าสนสามใบที่มีช่วงอายุต่างกันส่งผลให้ค่าความชื้นดินแตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า แปลงปลูกป่าสนสามใบแต่ละแปลงและป่าดิบเขาธรรมชาติมีความชื้นในดินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 2) ส่วนความชื้นในดินล่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้ง

2.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินของแปลง PF1, PF2, PF3, PF4, และ HF ในช่วงน้ำแล้งบริเวณดินบนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 44.16, 47.47, 38.98, 42.88, และ 51.56 ส่วนดินล่างมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.41, 38.66, 33.93, 39.90, และ 51.28 ขณะที่ร้อยละความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเฉลี่ยในช่วงน้ำหลากบริเวณดินบนเท่ากับ 48.22, 47.84, 40.85, 49.60, และ 55.23 สำหรับดินล่างมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 51.62, 40.87, 34.57, 41.51, และ 51.60 ตามลำดับ (Table 1)

โดยพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติมีความสามารถในการอุ้มน้ำมากที่สุดบริเวณดินบน ซึ่งแปลงปลูกป่าสนสามใบในแต่ละช่วงอายุมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก จากการศึกษาของ วีระ (2535) พบว่า เมื่อเวลาผ่านไปสวนป่าสนสามใบจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินมากขึ้น เนื่องจากมีการสะสมและย่อยสลายเศษซากพืชเป็นปริมาณ

อินทรียวัตถุมากขึ้นซึ่งมีบทบาทต่อการอุ้มน้ำได้ดีกว่าดินเหนียวมากกว่าถึง 10 เท่า รวมถึงเนื้อดินก็ส่งผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเช่นเดียวกัน (ธรรมนูญ, 2544; Thitirojanawat *et al*, 1983; Paladines *et al*., 2022)

เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าความสามารถในการอุ้มน้ำของดินทั้งดินบนและดินล่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Table 2)

2.4 อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน

อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ (f_c) ภาคสนาม ของแปลง PF1, PF2, PF3, PF4, และ HF ในช่วงน้ำแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 861.06, 677.19, 790.09, 951.19 และ 1,473.27 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง สำหรับในช่วงน้ำหลากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 805.71, 721.11, 712.69, 1,050.30 และ 1,622.73 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ (Table 3) ผลการศึกษา พบว่า อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินเริ่มต้นในช่วงน้ำแล้งมีค่ามากกว่าช่วงน้ำหลากในทุกแปลง เนื่องจากความชื้นในดินมีอิทธิพลต่อความสามารถในการซึมน้ำของดิน หากดินมีปริมาณความชื้นอยู่ก่อน การซึมน้ำผ่านผิวดินจะเกิดได้ช้ากว่าดินที่มีความชื้นน้อยหรือดินแห้ง (นิพนธ์, 2542) ในส่วนของอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ทั้งในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้งพบว่า พื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติมีค่าสูงที่สุด เนื่องจากดินมีความหนาแน่นรวมน้อยกว่ากว่าพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งการซึมน้ำผ่านผิวดินจะแปรผกผันกับความหนาแน่นรวมของดิน (Fischer *et al*., 2014; Liu *et al*., 2018) รวมถึงมีปริมาณอินทรียวัตถุที่สูงมากบริเวณดินบนทำให้ดินมีความสามารถในการซึมน้ำได้ดีกว่า รองลงมาเป็นแปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุมากกว่า 50 ปี ขึ้นไป เนื่องจากมีระยะเวลาในการฟื้นฟูพื้นที่ยาวนานกว่าสังคมพืชมีการทดแทนมากขึ้น ส่งผลให้มีโอกาสปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของดินให้มีความคล้ายคลึงพื้นที่ธรรมชาติได้มากกว่าแปลงในช่วงอายุที่น้อยกว่า ในขณะที่แปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุ 45-50 ปี กลับพบว่ามีความเร็วในการซึมน้ำใกล้เคียงกับป่าดิบเขาธรรมชาติมากที่สุดทั้งในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้งแม้ว่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่จะมีค่าน้อยกว่าป่าดิบเขาธรรมชาติ อย่างไรก็ตามอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ของพื้นที่อื่น ๆ ก็มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก สามารถแสดงลักษณะการซึมน้ำผ่านผิวดินและสมการ ณ เวลาใด ๆ ของแต่ละแปลงปลูกป่าสนสามใบและพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติ ดัง Figure 3 และ Figure 2 นอกจากนี้สิ่งปกคลุมดินย่อมส่งผลต่อกระบวนการซึมน้ำผ่านผิวดินซึ่งมีความแตกต่างกันของคุณสมบัติทางกายภาพของดินและโครงสร้างสังคมพืช (Fischer *et al*., 2015; Wang *et al*., 2017; Zhu *et al*., 2020)

Table 3 Soil infiltration rate on difference pine afforestation at age interval in Pha Dang National Park, Chiang Mai province

Land use	Wet period			Dry period		
	f_c	$f_c - f_0$	k	f_c	$f_c - f_0$	k
PF1	805.71	1,116.71	-0.02189	861.06	2,858.46	-0.01999
PF2	721.11	1,291.23	-0.01757	677.19	2,522.02	-0.02449
PF3	712.69	1,444.62	-0.02146	790.09	3,697.52	-0.04150
PF4	1,050.30	1,620.35	-0.01237	951.19	2,158.14	-0.01600
HF	1,622.73	1,842.97	-0.03343	1,473.27	5,156.33	-0.06575

Remarks: The forest area is rehabilitated with pine trees aged 35 – 40 years (PF1), 40 – 45 years (PF2), 45 – 50 years (PF3), >50 years (PF4), and natural hill evergreen forests (HF).

f_0 = initial infiltration rate, f_c = stable infiltration rate, k = the soil-specific decay constant

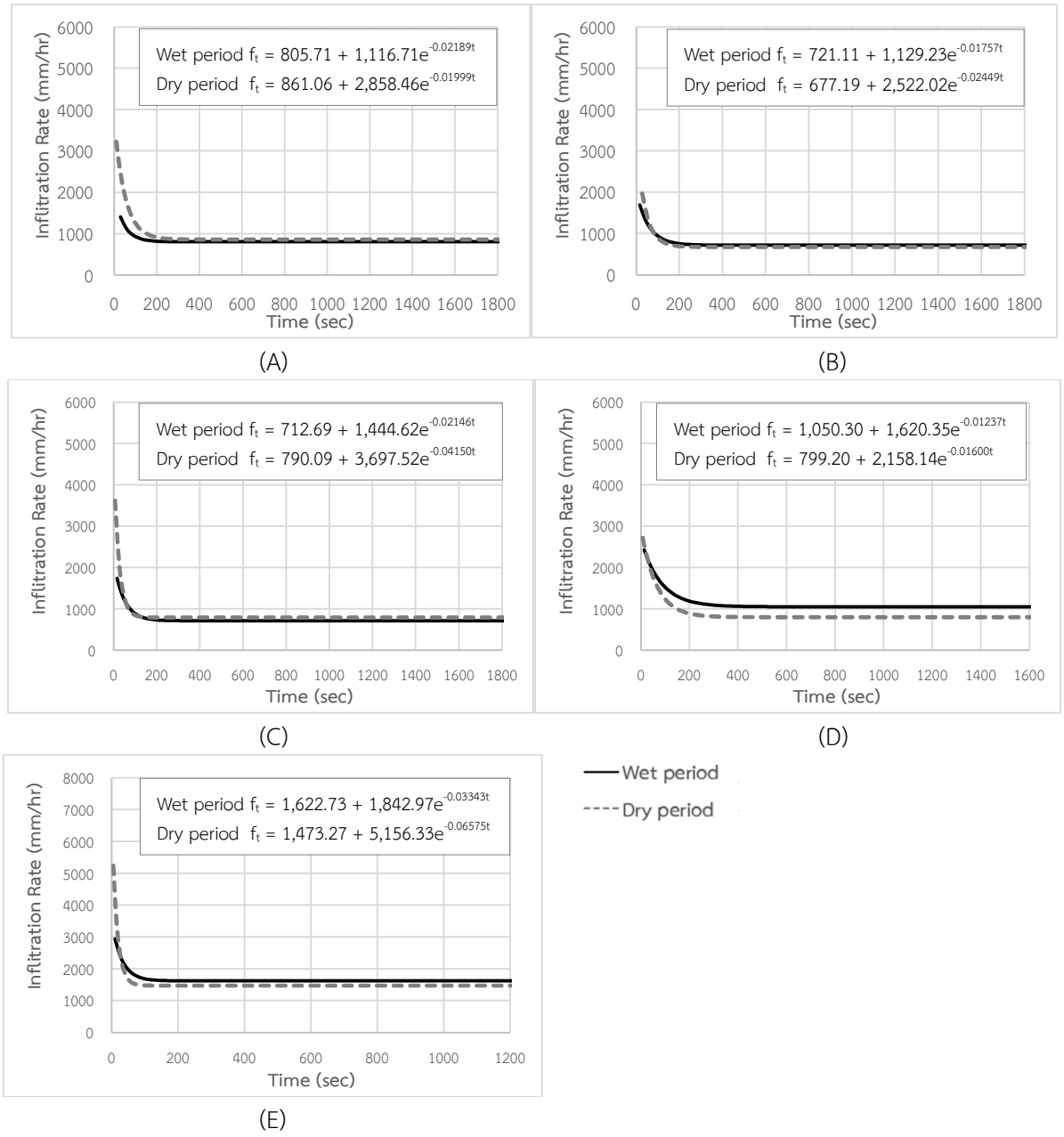
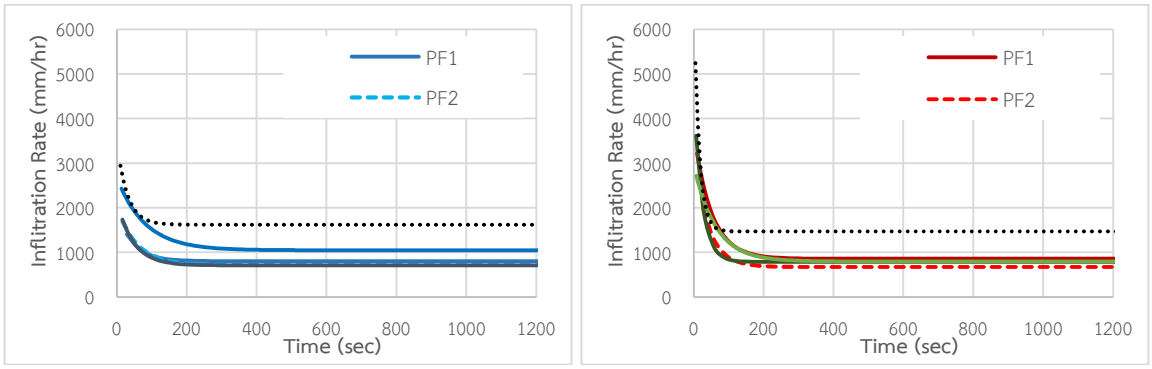


Figure 2 Infiltration capacity in pine afforestation at age interval during the dry and wet period, Chiang Mai Province; The forest area is rehabilitated with pine trees aged 35 – 40 years (PF1), 40 – 45 years (PF2), 45 – 50 years (PF3), >50 years (PF4), and natural hill evergreen forests (HF).



(A) (B)

Figure 3 Infiltration capacity among the various pine afforestation at age interval during the dry and wet period, Chiang Mai Province; (A) wet period and (B) dry period

Remarks The forest area is rehabilitated with pine trees aged 35 – 40 years (PF1), 40 – 45 years (PF2), 45 – 50 years (PF3), >50 years (PF4), and natural hill evergreen forests (HF).

สรุป

พื้นที่แปลงปลูกป่าสนสามใบ เนื้อดินส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มดินร่วนชนิดละเอียด และกลุ่มดินเนื้อละเอียด ทั้งดินบนและดินล่าง ดินมีความเป็นกรดจัดถึงจัดมาก มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถึงสูงมากในดินชั้นบน และต่ำถึงปานกลางในดินชั้นล่าง โดยความหนาแน่นรวมของดินบนมีค่าต่ำกว่าดินล่างในทุกแปลง และป่าดิบเขาธรรมชาติมีค่าความหนาแน่นรวมของดินน้อยที่สุดทั้งดินบนและดินล่าง ซึ่งแปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุมากกว่า 50 ปี มีค่าใกล้เคียงกับป่าดิบเขาธรรมชาติมากที่สุด ขณะที่แปลงปลูกสนสามใบแต่ละแปลงและป่าดิบเขาธรรมชาติมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับความชื้นในดินช่วงน้ำหลากพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นจากช่วงน้ำแล้งในทุกแปลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณดินบนเนื่องจากปัจจัยของฝน และช่วงน้ำแล้งและน้ำหลากบริเวณดินบนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ระหว่างแปลงปลูกป่าสนสามใบและป่าดิบเขาธรรมชาติ สำหรับความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน พบว่า บริเวณดินบนและดินล่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยป่าดิบเขาธรรมชาติมีความสามารถในการอุ้มน้ำของดินมากที่สุดบริเวณดินบน ส่งผลต่อเนื่องไปยังด้านสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินที่พื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติมีค่ามากที่สุดทั้งในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้ง ซึ่งมีค่าผกผันกับความหนาแน่นรวมของดิน และแปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุมากกว่า 50 ปี มีค่าใกล้เคียงกับป่าดิบเขาธรรมชาติมากที่สุด เนื่องจากมีระยะเวลาในการฟื้นฟูพื้นที่ยาวนานกว่า สังคมพืชมีการทดแทนมากขึ้น ส่งผลให้มีโอกาสปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของดินให้มีความคล้ายคลึงพื้นที่ธรรมชาติได้มากกว่าแปลงในช่วงอายุที่น้อยกว่า ในขณะที่แปลงปลูกป่าสนสามใบช่วงอายุ 45-50 ปี กลับพบว่ามีความเร็วในการซึมน้ำใกล้เคียงกับป่าดิบเขาธรรมชาติมากที่สุดทั้งในช่วงน้ำหลากและน้ำแล้งแม้ว่าอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่จะมีค่าน้อยกว่าป่าดิบเขาธรรมชาติ อย่างไรก็ตามสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินของแปลงอื่น ๆ ก็มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

ดังนั้นการฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำด้วยสนสามใบสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น สำหรับด้านของอุทกวิทยาดินบางประการก็มีผลต่อความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน และความสามารถในการอุ้มน้ำบริเวณดินบนมากกว่าดินล่าง โดยเฉพาะแปลงปลูกป่าสนสามใบอายุมากกว่า 50 ปี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับป่าดิบเขาธรรมชาติมากกว่าแปลงปลูกสนสามใบในช่วงอายุอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2565 รหัสโครงการ 3898747 และขอขอบคุณทีมงานของส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ รวมถึงเจ้าหน้าที่ของ

สถานีวิจัยต้นน้ำขุนคอง สถานีวิจัยต้นน้ำดอยเชียงดาว และสถานีวิจัยต้นน้ำแม่แจ่มในการสนับสนุนให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2555. **คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดิน (ฉบับปรับปรุง)**. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ธรรมนูญ แก้วอำพุท. 2544. **ลักษณะทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำสวนป่าสนสามใบ**. ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2542. **อุทกวิทยาดินลุ่มน้ำ**, ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, ธรรมนูญ แก้วอำพุท และ รัตนา อ่อนสนิท. 2541. **ความคงทนของดินบริเวณลุ่มน้ำคอง อ. เชียงดาว จ. เชียงใหม่**. ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

Blake, G.R., and Hartge, K.H.. 1986. Bulk density, pp. 363-382. *In* A. Klute, ed. **Method of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogy Methods**. 2nd ed. Amer. Soc. of Agron. Inc., Madison, Wisconsin.

Bray, R.H. and Kurtz, L.T. 1945. Determination of Total Organic and Available Forms of Phosphorus. **Soils. Soil Science** 59: 39-46.

Chunlei Z., Jia, X., Zhu, Y., and Shao, M. 2017. Long-term temporal variations of soil water content under different vegetation types in the Loess Plateau, China. **Catena** 158: 55-62.

Donahue, R.L., Miller, R.W., and Shickluna, J.C. 1977. **Soils: An Introduction to Soils and Plant Growth**. Englewood, Cliffs, N.J: Prentice-Hall.

Farley, K.A., Kelly, E.F. and Hofstede, R.G. 2004. Soil organic carbon and water retention after conversion of grasslands to pine plantations in the Ecuadorian Andes. **Ecosystems** 7(7): 729-739.

Feng, H. and Liu, Y. 2014. Trajectory based detection of forest-change impacts on surface soil moisture at a basin scale [Poyang Lake Basin, China]. **Journal of Hydrology** 514: 337-346.

Fischer, C., Roscher, C., Jensen, B., Eisenhauer, N., Baade, J., Attinger, S., Scheu, S., Weisser, W.W., Schumacher, J. and Hildebrandt, A. 2014. How do earthworms, soil texture and plant composition affect infiltration along an experimental plant diversity gradient in grassland? **PLOS ONE** 9(6): e98987.

Fischer, C., Tischer, J., Roscher, C., Eisenhauer, N., Raverek, J., Gleixner, G., Attinger, S., Jensen, B., Kroon, H.D., Mommer, L., Scheu, S. and Hildebrandt, A. 2015. Plant species diversity affects infiltration capacity in an experimental grassland through changes in soil properties. **Plant and soil** 379: 1-16.

Franzluebbers, A.J. 2010. Achieving soil organic carbon sequestration with conservation agricultural systems in the southeastern United States. **Journal of the Soil Science of America** 74:347-357.

Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1979. Particle Size Analysis by Hydrometer: A Simplified Method for Routine Textural Analysis and a Sensitivity Test of Measurement Parameters. **Soil Science Society of America Journal** 43: 1004-1007.

Helmke, P. and Sparks, D.L. 1996. Methods of Soil Analysis Part 3-Chemical Methods. **Soil Science Society of America Book** S 5.3. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, WI.

Horton, R.E. 1940. An approach towards physical interpolation of infiltration capacity, **Journal of the Soil Science of America** 5: 399-417.

Liu, Z.P., Ma, D.H., Hu, W. and Li, X.L. 2018. Land use dependent variation of soil water infiltration characteristics and their scale-specific controls. **Soil and Tillage Research** 178: 139-149.

Marin, F., Dahik, C.Q., Mosquera, G.M., Feyen, J., Cisneros, P. and Crespo, P. 2018. Changes in soil hydro-physical properties and SOM due to pine afforestation and grazing in Andean environments cannot be generalized. **Forest** 10(1): 1-17.

Paladines, V.C., Benitez, A. and Ruiz, R.G. 2022. Conversion of Andean montane forest to exotic forest plantation modifies soil physiocochemical properties in the buffer zone of Ecuador’s Podocarpus National Park. **Forest Ecosystems** 9: 1-11.

Suarez, D.L. 1996. Carbonate and Gypsum, pp. 437-474. *In* D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpoou, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, eds., **Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods.** Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc., Madison, WI.

Thitirojanawat, P., Putjaroon, V., Rouysungnern, S., Onsanit, R., Eak-uru, Y. and Phosook, W. 1983. Water holding capacity of soil in *Acacia auriculaeformis*, *Leuceana leucocephala*, and *Eucalyptus camaldulensis* plantation at Chee watershed, Chaiyapoom, Thailand. **Research note**. Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity, pp. 475-489. *In* D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpoou, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner, eds., **Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods.** Soil Science Society of America, Inc., American Society of Agronomy, Inc., Madison, WI.

Tobon, C., Bruijnzell, L.A. and Fruma, A. 2009. Physical and hydraulic properties of Tropical Montane Cloud Forest soils and their change after conversion to pasture. *In* **Proceedings of the Second International Symposium: Science for Conserving and Managing Tropical Montane Cloud Forests.** Waimea, Hawaii. July 27 – August 1, 2004.

Undawatta, R.P., Anderson, S.H., Gantzer, C.J. and Garrett, H.E. 2008. Influence of prairie restoration on CT-measured soil pore characteristic. **Journal of Environmental Quality** 37: 219-228.

Wang, H., Zhang, G.H., Liu, F., Geng, R. and Wang, L.J. 2017. Temporal variations in infiltration properties of biological crusts covered soils on the Loess Plateau of China. **Cetena** 159: 115-125.

Wiriyakitnateekul, W. and Kerdchana, C. 2016. **Methods of Soil Analysis and Interpretation for Soil Survey and Classification: Physical Properties**. Land Development Department, Bangkok.

Yang, L., Wei, W., Chen, L. and Mo, B. 2012. Response of deep soil moisture to land use and afforestation in the semi-arid Loess Plateau, China. **Journal of Hydrology** 475: 111-122.

Yang, L., Wei, W., Chen, L., Chen, W. and Wang, J. 2014. Response of temporal variation of soil moisture to vegetation restoration in semi-arid Loess Plateau, China. **Catena** 115: 123-133.

Zhou, J., Fu, B., Gao, G., Lu, N., Lu, Y. and Wang, S. 2015. Temporal stability of surface soil moisture of difference vegetation types in the Loess Plateau, China. **Catena** 128: 1-15.

Zhu, P., Zhang, G., Wang, H. and Xing, S. 2020. Soil infiltration properties affected by typical plant on steep gully slopes on the Loess Plateau of China. **Journal of Hydrology** 590: 1-9.

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก จังหวัดปราจีนบุรี
Factors Affecting Land Use Change in Dongkheelek Sub-district, Prachinburi Province

วันเพ็ญ ก้านอินทร์[1,4]* ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ[1,2] อนิศรา เพ็ญสุข ติ๊บแก้ว[1,3] และบุญธิดา ม่วงศรีเมืองดี[4]
Wanphen Kan-in[1,4]* Yutthaphong Kheereemangkla[1,2] Anisara Pensuk Tibkaew[1,3]
and Boontida Moungsrimuangdee[4]
[1]สาขาการใช้ที่ดิน และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1]Sustainable Land Use and Natural Resources Management Program, The Graduate School, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[3]ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[3]Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Kasetsart University, Bangkok 10900
[4]วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก 26120
[4]Bodhivijjalaya College, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok 26120
* Corresponding Author; E-mail: **wanphen.k@ku.th**

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงประเภท และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของชุมชนทั้งด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งต้องมีการจัดการเพื่อให้เกิดการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเภท และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินด้านการเกษตรของตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี เพื่อเสนอแนวทางในการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนบนพื้นฐานของการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือแบบสอบถามเพื่อสำรวจครัวเรือนเกษตรกรแบบเจาะจง โดยมีประเด็นการสอบถามในด้านรายละเอียดการใช้ที่ดิน การจัดการพื้นที่ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในภาคการเกษตร นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายรูปแบบ โดยพิจารณาตามชนิดพืชที่ปลูกและสภาพภูมิประเทศ มีการจัดการที่ดินโดยการปลูกพืชเกษตรหลายชนิด และใช้ที่ดินหลายรูปแบบ เนื่องจากมีแนวคิดว่าการปลูกพืชหลายชนิดสามารถสร้างรายได้มากขึ้น และมีรายได้ตลอดปี ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (ปีพ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2562) พบว่า การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้างเป็นพื้นที่การเกษตรเกิดขึ้นมากที่สุด (ประมาณ 3,864 ไร่) ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประเภท และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า ปัจจัยด้านสังคมมีผลมากที่สุด ส่วนปัจจัยสำคัญที่สุด ได้แก่ ความสะดวกในการคมนาคมขนส่งสินค้า

คำสำคัญ: การจัดการการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำบลดงขี้เหล็ก แนวโน้ม ปัจจัย

ABSTRACT

Changes in land use types and patterns resulted in various environmental factors led to communal changes in environment, economics, and social aspects which the need for management to meet sustainable community development is recommended. The purposes of this research, the study area situated in Dongkheelek Sub-district, Muang District, Prachinburi Province, focus on the examine of land use types and patterns, trend, and factors affecting land utilization in agricultural lands to make suggestions in supporting sustainable community development based land use

management. Questionnaire survey was assigned to the farmers’ households with the purposive sampling technique whereas the information on land utilizations, land management practices, and factors affecting the farmer’s decision in agricultural practices conversion were recorded. Data obtained from the filed survey was analyzed using descriptive statistics including percentage, mean, and standard deviation and relate with spatial analysis. Findings indicated that the utilization patterns in farmlands are varies based on their preferred crops and topography. Accordingly, the farmers do planting many crops and practice various management patterns to the lands. Therefore, the farmers give the opinion that they gained more and all year round benefits when they do planting vary crops. Additionally, the study on land use change discovered that communities and constructional sites have been changed to agricultural lands (approximately 3,864 rais) during the year 2008 and 2019. Lastly, social factors provided significant effect to changes in land use type and pattern whereas the convenience in goods and products transportation showed the most importance effect to land use change.

Keywords: Dongkheelek Sub-district, Factors, Land use change, Land use management, Trend

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงประเภท และรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยเฉพาะกิจกรรมของมนุษย์ทำให้การทำหน้าที่ของระบบนิเวศต่าง ๆ ของโลกเปลี่ยนแปลงไป (Steffen *et al*., 2007) และส่งผลต่อเนื่องต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำกิจกรรมของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม (Hasan *el al*., 2020) ทั้งในด้านทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม ดังนั้น การใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้สามารถพัฒนาวิถีความเป็นอยู่ของประชาชนให้ได้รับผลกระทบน้อยที่สุด และเกิดความยั่งยืนของชุมชนนั้น ๆ ต้องใช้วิธีการจัดการที่เหมาะสม ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทั่วทุกภูมิภาคของโลกมีสาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (Abd El-Kawy *et al*., 2011) การเพิ่มขึ้นของประชากร และปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ซึ่งการใช้ที่ดินที่ไม่เหมาะสม และผิดประเภท เช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม หรือชุมชนในพื้นที่สูงที่เป็นเขตอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การปรับเปลี่ยนจากการเกษตรเพื่อยังชีพเป็นการเกษตรเชิงพาณิชย์ การปรับรูปแบบจากการเกษตรเชิงเดี่ยวเป็นรูปแบบเกษตรผสมผสาน หรือเกษตรที่ใช้เทคโนโลยี เป็นต้น เป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ (ที่ดิน) มากเกินไป ทั้งด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิต และการใช้เพื่ออุปโภคบริโภค จึงก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางตรง และทางอ้อมต่อชุมชนในพื้นที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะในท้องถิ่นห่างไกล อนึ่ง แม้ว่าเป้าหมายของการพัฒนาประเทศได้คำนึงถึงการสร้างความเติบโตบนพื้นฐานคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืนเพื่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน หากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นทรัพยากรพื้นฐานที่ตอบสนองการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม คมนาคม การเกษตร เป็นต้น มีการใช้ประโยชน์ไม่เหมาะสม ผิดประเภท ไม่มีประสิทธิภาพ หรือเกินขีดจำกัดของพื้นที่ หรือทรัพยากรนั้น ๆ ย่อมส่งผลให้เกิดสภาพความเสื่อมโทรมของทรัพยากรต่าง ๆ และเกิดปัญหาทั้งต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ, 2564)

จังหวัดปราจีนบุรี มีพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 1,223,829 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) ประกอบด้วยพื้นที่นาข้าว พืชไร่ พืชสวน (ผลไม้) ไม้ยืนต้น สวนผัก ไม้ดอกไม้ประดับ และพืชเกษตรอื่น ๆ โดยมีพื้นที่ป่าไม้ 896,838 ไร่ และพื้นที่อื่น ๆ นอกภาคการเกษตรอีก 855,809 ไร่ ซึ่งตามแผนพัฒนาท้องถิ่นของจังหวัดปราจีนบุรีมุ่งเน้นการสร้างมูลค่าการผลิตในภาคการเกษตรให้สูงขึ้น มีการป้องกันการขยายตัวของชุมชน และอุตสาหกรรมเพื่อไม่ให้บุกรุกพื้นที่เกษตรที่สมบูรณ์ และขยายเข้าไปในเขตป่าอนุรักษ์ การเพิ่มประสิทธิภาพ และ

มาตรฐานด้านความปลอดภัยของสินค้าเกษตร และยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ของกลุ่มอุตสาหกรรมสู่สากล แต่ยังนำไปสู่การปฏิบัติได้น้อย เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ที่ต้องการส่งเสริมเพื่อการตัดสินใจในเรื่องการเลือกรูปแบบใช้ประโยชน์ที่ดิน และการพัฒนาที่ดินในภาคการเกษตรยังเป็นผู้สูงอายุที่ไม่มีความพร้อมในด้านปัจจัยสนับสนุน ขาดความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพเศรษฐกิจ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และบริบทของสังคมโลกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นปัจจัยทางสังคมส่วนหนึ่งที่ทำให้การส่งเสริม และต่อเนื่องไปถึงการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของชุมชนที่ดำเนินการโดยภาครัฐขับเคลื่อนได้ช้า แม้ว่าปัจจุบันเกษตรกรรุ่นใหม่แต่มีความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะที่สามารถประยุกต์การทำการเกษตรได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นยังมีค่อนข้างน้อย ทั้งนี้ การพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมระดับท้องถิ่นอย่างยั่งยืน จึงมีความจำเป็นที่ต้องบริหารจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสม มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับบริบทของชุมชนเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างถูกต้อง และยั่งยืนนั้นจึงเป็นประเด็นที่สำคัญ เพื่อที่จะให้เกิดประโยชน์สำหรับคนในท้องถิ่นทั้งรุ่นปัจจุบัน และในอนาคต งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยเลือกตัวแทนเกษตรกรเพื่อสอบถามข้อมูลการใช้ที่ดิน และปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี (พื้นที่รวม 35,189 ไร่) ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ เพื่อนำไปสู่การเสนอแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนบนพื้นฐานของการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ช่วยส่งเสริม และพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตลอดจนทรัพยากรในชุมชนให้เกิดประโยชน์สูงสุด และมีประสิทธิภาพตามเป้าหมายในการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ความรับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมืองปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 56 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลุ่ม ดินเป็นดินร่วน และดินปนทราย พื้นที่ป่าไม้พบบริเวณเขาอีโต้ เขามดแดง และเขาชีปิด สภาพภูมิอากาศ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จึงมีอุณหภูมิสูงในช่วงฤดูร้อน (ประมาณ 39-41 องศาเซลเซียส) และค่อนข้างหนาวในฤดูหนาว ส่วนฤดูฝนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพด้านการเกษตร โดยเฉพาะการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ และการจัดสวน ส่วนอาชีพรอง เช่น การค้าขาย รับจ้างทั่วไป การจักสาน เป็นต้น

2. การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ และการวิเคราะห์

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี เปรียบเทียบระหว่างปีพ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2562 โดยใช้ฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน นำมาวิเคราะห์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) โดยวิธีซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เพื่อวิเคราะห์ประเภท และรูปแบบของการใช้ที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยเฉพาะในพื้นที่การเกษตร ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา 10 ปี

3. การสำรวจข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) ที่มีทั้งคำถามชนิดปลายปิด (Closed-ended questions) และคำถามปลายเปิด (Open-ended question) ซึ่งโครงสร้างของแบบสอบถามครอบคลุมข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม 2) การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ถือครอง และการจัดการที่ดิน และ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน

3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง จัดกลุ่มประชากรในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็กตามรูปแบบ และลักษณะของการใช้ที่ดินโดยแบ่งเกษตรกรเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ทำนา/ทำไร่ 2) ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ 3) ปลูกไม้ล้อม 4) ปลูกไม้ผล และ 5) ปลูกผัก และพืชสมุนไพร ทั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างกำหนดตามรูปแบบ และลักษณะของการใช้ที่ดิน

3.3 การปฏิบัติงานภาคสนาม รวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากการสำรวจครัวเรือนเกษตรกรแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีจำนวนครัวเรือนตัวอย่าง 79 ครัวเรือน จำแนกตามรูปแบบ และลักษณะการใช้ที่ดินของเกษตรกร

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน นำข้อมูลการใช้ที่ดินจากการวิเคราะห์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในคาบ 10 ปี (ระหว่างปีพ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2562) โดยจำแนกประเภท และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะ/รูปแบบของการใช้ที่ดินในภาคการเกษตร

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามเชิงสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ถือครองทำการเกษตร ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ/ลักษณะการใช้ที่ดิน และข้อเสนอแนะในการจัดการการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน โดยวิเคราะห์ใน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ความต้องการด้านการพัฒนาที่ดิน 2) ศักยภาพทรัพยากรดิน/น้ำ/ป่าไม้ 3) ข้อมูลด้านอาชีพ/รายได้ 4) ข้อมูลสินค้า และบริการ/ตลาดสินค้า และ 5) ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.3 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ใช้แบบสอบถามที่ออกแบบโดยใช้มาตรวัดแบบ Rating scale ตามรูปแบบของ Likert scale โดยมีคำถามจำนวน 33 ข้อ ครอบคลุมปัจจัยด้านเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติ และการบริหารจัดการ เพื่อให้ผู้ตอบคำถามเลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียวตามความคิด ทัศนคติ และพฤติกรรมของเกษตรกร ซึ่งกำหนดมาตรวัด 5 ระดับ และใช้ระดับการวัดข้อมูลประเภทอันตรภาคชั้น (Interval scale) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับคะแนน 5 มีความสำคัญของปัจจัยมากที่สุด
ระดับคะแนน 4 มีความสำคัญของปัจจัยมาก
ระดับคะแนน 3 มีความสำคัญของปัจจัยปานกลาง
ระดับคะแนน 2 มีความสำคัญของปัจจัยน้อย
ระดับคะแนน 1 มีความสำคัญของปัจจัยน้อยมาก/ไม่มีความสำคัญ

ซึ่งระดับคะแนนในการใช้เกณฑ์การแปลความหมาย ใช้สูตรการคำนวณระดับการให้คะแนนเฉลี่ยในแต่ละระดับชั้นโดยคำนวณตามช่วงความกว้างของชั้นอ้างอิงตามมัลลิกา (2537) ดังนี้

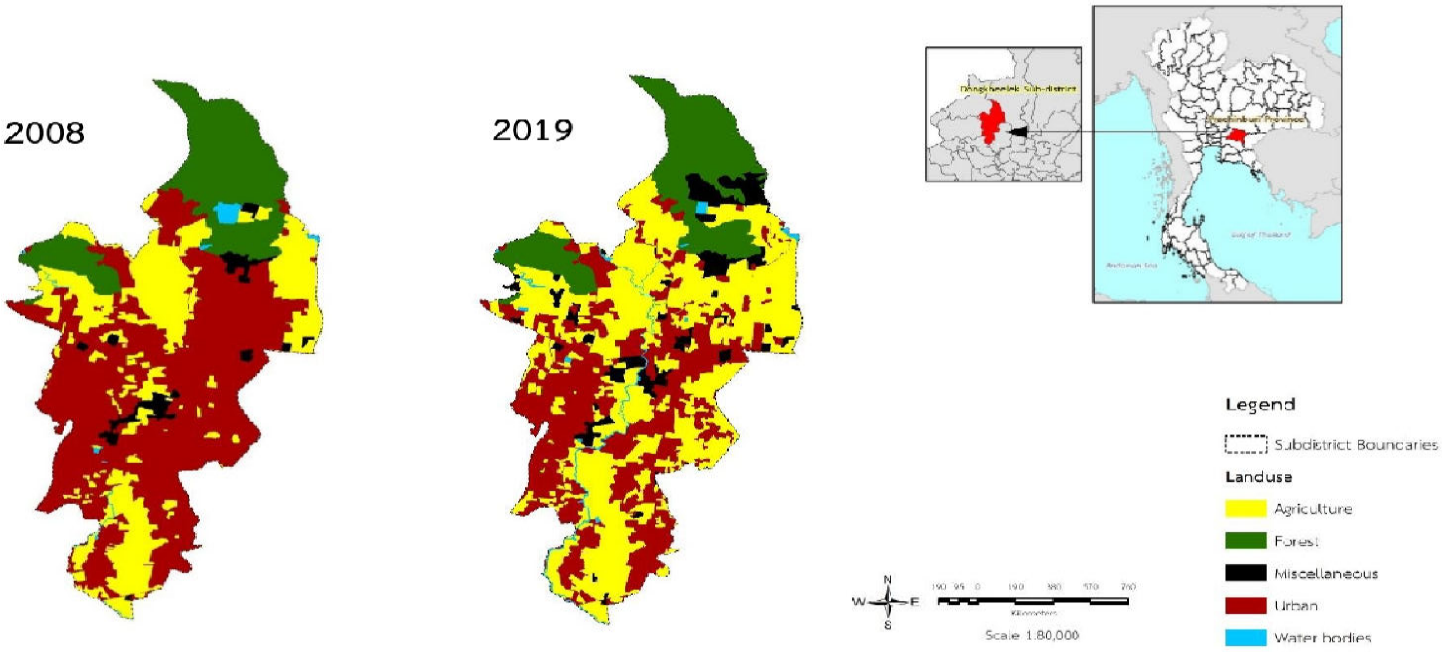
$$\text{ความกว้างของชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$
$$= \frac{5-1}{5}$$
$$= 0.8$$

คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00 มีความสำคัญมากที่สุด คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20 มีความสำคัญมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40 มีความสำคัญปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.81-2.60 มีความสำคัญน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.80 มีความสำคัญน้อยมาก/ไม่มีความสำคัญ

ผลและวิจารณ์

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก จังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 35,189 ไร่ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งใช้ฐานข้อมูลการใช้ที่ดินปีพ.ศ. 2551 และพ.ศ. 2562 ของกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งผลการวิเคราะห์ พบว่า ในคาบเวลา 10 ปี การใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน (Figure 1) เนื่องจากสภาพของพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มซึ่งใช้ประโยชน์ในการทำการเกษตรรูปแบบต่าง ๆ ทั้งที่นา พืชไร่ พืชสวน ไม้ยืนต้น รวมทั้งพื้นที่เลี้ยงปศุสัตว์ ส่วนพื้นที่ป่าไม้พบด้านทิศเหนือของตำบลซึ่งมีสภาพเป็นภูเขาจึงยังมีสภาพไม่ต่างจากเดิม ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงดังกล่าว (Figure 1) พบว่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง เปลี่ยนเป็นพื้นที่การเกษตรมากที่สุด (3,864 ไร่) พื้นที่อื่น ๆ (เบ็ดเตล็ด) ส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นพื้นที่การเกษตร (164 ไร่) และพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนไปเป็นการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ (เบ็ดเตล็ด) ประมาณ 595 ไร่ ทั้งนี้ สภาพป่าอยู่ในบริเวณพื้นที่ภูเขา และเป็นเขตป่าอนุรักษ์ที่มีเขตติดต่อกับอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (กลุ่มป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่) จึงมีมาตรการควบคุมการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าไม้เข้มงวด รวมทั้งการมีมาตรการเพิ่มพื้นที่ป่า และควบคุมการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่า ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้จึงไม่รุนแรงมากพื้นที่ยังคงสภาพเป็นป่าตามธรรมชาติ (ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง) สำหรับพื้นที่การเกษตรที่มีพื้นที่เพิ่มขึ้นนั้น ด้วยสภาพที่เกษตรกรมีการใช้ประโยชน์หลากหลายรูปแบบ รวมทั้งมีการปรับ/เปลี่ยนแปลงรูปแบบ หรือลักษณะของการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่อง ทั้งการเปลี่ยนจากพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น (ไม้ล้อม ไม้ประดับตกแต่ง สวนป่าไม้เศรษฐกิจ) เป็นพืชสวน (ผลไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ทุเรียน กระท้อน ขนุน เงาะ ลองกอง ส้มโอ เป็นต้น) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่มีพื้นที่มากที่สุด สำหรับพื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้างซึ่งมีพื้นที่ลดลงก็ถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่การเกษตร (พืชสวน) มากที่สุด รวมทั้งพื้นที่เบ็ดเตล็ดที่ในภาพรวมก็มีพื้นที่ลดลงเช่นกันก็ถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่การเกษตรมากที่สุด จึงส่งผลให้พื้นที่การเกษตรมีพื้นที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ พืชสวนที่ปลูกนี้ให้ผลผลิตได้มากจึงส่งผลให้มูลค่าทางเศรษฐกิจสูง โดยแต่ละปีได้สร้างรายได้ให้กับเกษตรผู้ปลูก และชุมชนจำนวนมาก ดังนั้น ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกษตรกรจำนวนหนึ่งปรับเปลี่ยนวิถีการเกษตรมาปลูกพืชสวน โดยเมื่อครบอายุของการเก็บเกี่ยวแล้วสามารถจำหน่ายทั้งผลผลิต ต้นพันธุ์ และผลิตภัณฑ์แปรรูปอย่างง่ายได้ รวมทั้งระหว่างรอการเก็บเกี่ยวผลผลิตก็สามารถสร้างรายได้จากการปลูกพืชชนิดอื่น ๆ แซมในพื้นที่ได้



Land use types	2008		2019		Change	
	Rais	Percentage	Rais	Percentage	Rais	Percentage
Agriculture (A)	14,479	41.15	17,295	49.15	2,816	19.45
Forest (F)	9,017	25.62	7,841	22.28	-(1,176)	-(15.00)
Urban (U)	11,250	31.97	7,386	20.99	-(3,864)	-(34.35)
Water bodies (W)	656	1.86	821	2.33	156	25.15
Miscellaneous sites (M)	963	2.74	670	1.91	-(293)	-(30.43)
Total	**35,189**	**100.00**	**35,189**	**100.00**	-	-

Figure 1 Land use change of the year 2008 and 2019 in Doongkheelek Sub-district, Muang District, Prachinburi Province

Source: Analyzing based the GIS Database generated by the Land Development Department (LDD)

Remark; The Thailand unit for land area size Rai = 1,600 sq.m. or 0.16 hectare

ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามเพื่อตรวจสอบรูปแบบ และลักษณะการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้การใช้ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนแปลงไป พบว่า รูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่มีพื้นที่มากที่สุด ได้แก่ เปลี่ยนจากพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นเป็นพืชสวน เปลี่ยนจากพืชสวนเป็นไม้ยืนต้น และเปลี่ยนจากพื้นที่นาเป็นพื้นที่สวน ตามลำดับ (Figure 2) ส่วนการสอบถามเกษตรกรเรื่องการเลือกใช้ประโยชน์ที่ดิน เกษตรกรพิจารณาจากชนิดพืชที่เป็นที่ต้องการของตลาด หรือชนิดที่นิยมสำหรับการบริโภค รวมทั้งพืชเศรษฐกิจซึ่งให้ผลตอบแทนสูง และดูแลง่าย นอกจากนั้น สภาพภูมิประเทศก็เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้การเลือกใช้พื้นที่สำหรับทำการเกษตรแตกต่างกัน เช่น ในพื้นที่ราบลุ่ม และมีน้ำท่วมขัง เกษตรใช้เป็นที่นา แต่หากเป็นพื้นที่ดอนและที่สูง เกษตรกรอาจเลือกปลูกพืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น ไม้ดอกไม้ประดับ หรือไม้เศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อย เป็นต้น รวมทั้งพิจารณาจากสภาพของทรัพยากรดิน น้ำ และสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับชนิดพืชที่ปลูกด้วย สำหรับภาพรวมในปัจจุบันของการใช้ที่ดินในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก พืชเกษตรที่นิยมปลูกจำแนกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ พืชเศรษฐกิจ (ข้าว) ไม้ดอกไม้ประดับ ไม้ล้อม และไม้เศรษฐกิจ ไม้ผลต่าง ๆ ผักและพืชสมุนไพร ทั้งนี้ เมื่อสอบถามข้อมูลในอดีต พบว่าเดิมเกษตรกรใช้พื้นที่ในการทำนา ปลูกมันสำปะหลัง และไผ่ตงหวาน แต่จากปัจจัยด้านลักษณะของพืชพรรณโดยการที่ไผ่ออกดอกจึงทำให้ไผ่ตายยกแปลง ทำให้ไม่ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ รวมทั้งการทำลายไผ่เพื่อปลูกใหม่ใช้ต้นทุนสูงทั้งในการปลูก และบำรุงรักษาจนถึงช่วงที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ทำให้เกษตรกรเลือกปลูกพืชที่มีต้นทุนต่ำกว่า รวมทั้งมีการดูแลรักษาที่ทำได้ง่าย ส่วนการเปลี่ยนจากนาข้าวมาเป็นพื้นที่ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ (ไม้ล้อม) เนื่องจากเกิดการขาดแคลนน้ำทำให้ผลผลิตข้าวตกต่ำ รวมทั้งราคาไม่ดี เช่นเดียวกับมันสำปะหลังที่ให้ผลตอบแทนน้อย ดังนั้นประเด็นเหล่านี้สะท้อนถึงการเลือกใช้ที่ดินของเกษตรกรในปัจจุบันที่พิจารณาปัจจัยหลายด้าน ทั้งด้านกายภาพ สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของชุมชน รวมทั้งกลไกของราคา และการตลาด ที่เป็นตัวควบคุม และกำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

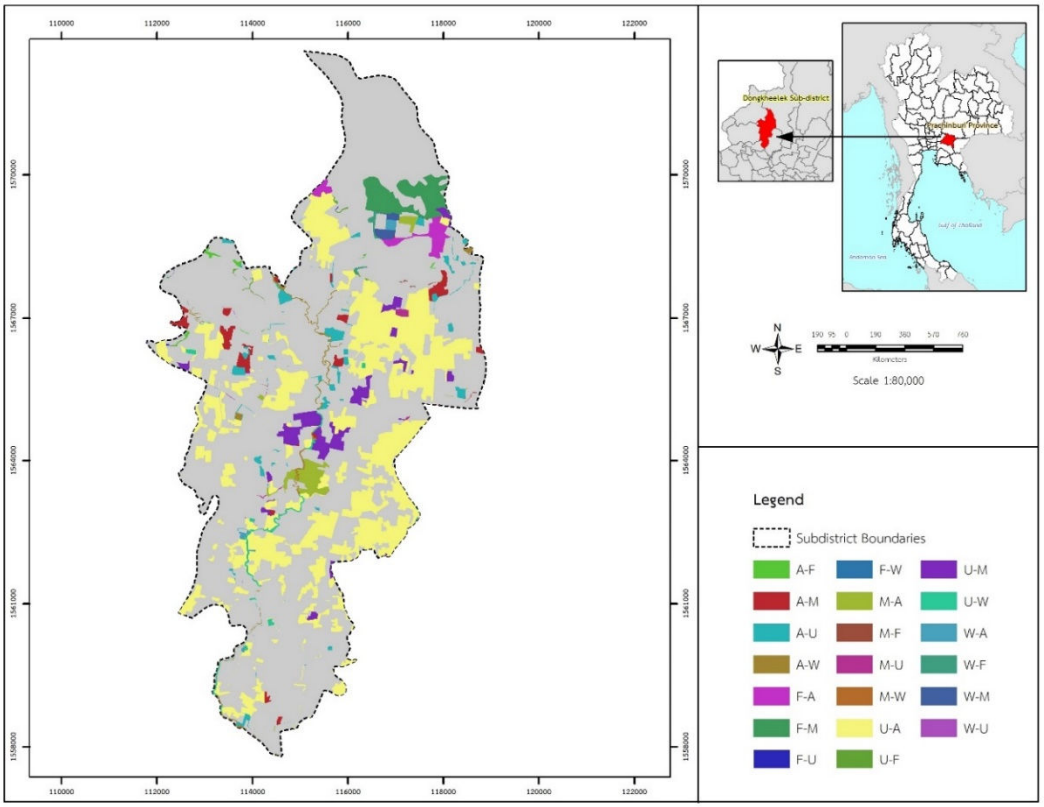


Figure 2 Land use changes over the period 2008-2019 in Doongkheelek Sub-district, Muang District, Prachinburi Province

Source: Analyzing based the GIS Database generated by the Land Development Department (LDD)

Remarks: Agriculture (A), Forest (F), Urban (U), Water bodies (W), Miscellaneous lands (M)

2. ข้อมูลการใช้ที่ดิน และทางเลือกการใช้ที่ดิน

2.1 ข้อมูลทั่วไปของลักษณะทางประชากร

กลุ่มเกษตรกรตัวอย่าง (n = 79) ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง และมีอายุอยู่ในช่วง 50-60 ปี และอายุ 61 ปีขึ้นไป จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 2 คน และสมาชิกที่เป็นวัยแรงงานเฉลี่ย 1–2 คน ส่วนใหญ่เป็นคนท้องถิ่นที่อาศัยอยู่ในภูมิลำเนาเดิม ประกอบอาชีพด้านการทำการเกษตร โดยส่วนใหญ่ทำอาชีพปลูกไม้ล้อม ไม้ผล พืชสวนต่าง ๆ และไม้ดอกไม้ประดับ ส่วนอาชีพเสริม ได้แก่ การรับจ้างทั่วไปทั้งใน และนอกภาคการเกษตร มีรายได้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 100,000–300,000 บาทต่อปี แต่ส่วนใหญ่มีภาวะหนี้สิน โดยแหล่งของหนี้สิน ได้แก่ กองทุนหมู่บ้าน

2.2 การถือครอง สิทธิ์ในที่ดิน และการจัดการที่ดิน

เกษตรกรส่วนใหญ่มีพื้นที่ถือครองสำหรับการเพาะปลูกขนาด 1–5 ไร่ (ร้อยละ 49.37) รองลงมามีพื้นที่ 6–10 ไร่ (ร้อยละ 18.99) พื้นที่ 11–15 ไร่ (ร้อยละ 11.39) พื้นที่น้อยกว่า 1 ไร่ (ร้อยละ 12.66) และมีพื้นที่มากกว่า 16 ไร่ขึ้นไป (ร้อยละ 7.59) ตามลำดับ ส่วนสิทธิ์ในที่ดิน พบว่า ทั้งหมดมีกรรมสิทธิ์ที่ดินประเภทโฉนด ส่วนการจัดการการปลูกพืชในพื้นที่ หรือที่ดินมีหลายรูปแบบ เช่น ปลูกเป็นแถวโดยแบ่งชนิดพืชแต่ละประเภท ปลูกพืชแบบผสมผสาน ปลูกพืชตามความชอบแสง ปลูกแบบมีระยะปลูกที่เท่ากัน เป็นต้น ซึ่งแต่ละรูปแบบมีเป้าหมายที่ต้องการให้มีผลผลิตมากขึ้น และมีคุณภาพดีขึ้น และผลการสำรวจยังพบว่า หากต้องการเปลี่ยนชนิดพืชที่ปลูกแต่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ด้านการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดมาก่อนเลย ซึ่งได้อาศัยการสอบถามความรู้จากเพื่อนบ้าน และเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งทดลองปลูก และจัดการด้วยตนเอง ส่วนรูปแบบต่าง ๆ ที่เกษตรกรใช้ปลูกพืช (Figure 3) เช่น การปลูกพืชแซมไม้ผล (ร้อยละ 74.68) การปลูกพืชเชิงเดี่ยว (ร้อยละ 13.92) การแบ่งพื้นที่ปลูกโดยแยกตามชนิดพืช (ร้อยละ 7.59) เป็นต้น รายละเอียดใน Table 1

2.3 การเลือกรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การเลือกใช้ประโยชน์ในที่ดินของเกษตรกรมีหลายรูปแบบ เช่น การแบ่งพื้นที่ปลูกพืชตามชนิด โดยเลือกพืชที่ปลูกให้เหมาะกับคุณภาพ และสมบัติของดิน การใช้รูปแบบการปลูกแบบผสมผสานแต่ไม่มีรูปแบบเฉพาะ แต่เลือกชนิดพืชที่ชอบโดยเน้นใช้ประโยชน์ทั้งพื้นที่เพื่อไม่ให้เหลือที่ว่าง และปลูกพืชหมุนเวียนตลอด ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่มีแนวคิดคล้ายกัน คือ ปลูกพืชหลายชนิด ไม่ปลูกพืชชนิดเดียวทั้งแปลง และปลูกให้เต็มพื้นที่เพื่อให้เกิดประโยชน์ และรายได้สูงสุด สำหรับการเลือกชนิดพืช เกษตรกรให้ความสำคัญกับพืชที่เป็นที่ต้องการของตลาด มีราคาดี และดูแลรักษาง่าย (ร้อยละ 14.17) ส่วนการเปลี่ยนชนิดพืช เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่าสามารถทำได้แต่ไม่สามารถลดต้นทุนลงได้ (ร้อยละ 74.68) ส่วนการจัดการพื้นที่เพาะปลูก ก่อนการปลูกมีการไถพรวนเพื่อเตรียมดิน รวมทั้งปรับสภาพดินด้วยปุ๋ยมูลสัตว์ หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตใช้เอง แต่การไถพื้นที่ทำเพียงครั้งเดียวในช่วงเริ่มการปลูก และภายหลังการปลูกเป็นการดูแลรักษาโดยมีการตัดหญ้า และตัดแต่งกิ่ง สำหรับองค์ความรู้ในการปลูกพืช พบว่า ก่อนตัดสินใจเปลี่ยนเป็นพืชชนิดใหม่ เกษตรกรไม่มีความรู้เกี่ยวกับพืชชนิดนั้นมาก่อน (ร้อยละ 70.89) ส่วนใหญ่ศึกษาด้วยตนเอง ศึกษาจากบิดา/มารดาที่เป็นเกษตรกรอยู่แล้ว เรียนรู้จากการลองผิดลองถูกในการปลูกพืช เรียนรู้จากสื่อออนไลน์ต่าง ๆ รวมทั้งแลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ทั้งในเรื่องแหล่งกล้าพันธุ์ การปรับสภาพดิน การดูแลรักษาโรค และแมลง และการสร้างเครือข่ายการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ โดยมีทั้งการแลกเปลี่ยนความรู้ในกลุ่มเกษตรกรของชุมชนเดียวกัน และต่างชุมชน รวมทั้งกับหน่วยงานภาครัฐทั้งเกษตรอำเภอ และเกษตรจังหวัด รายละเอียดใน Table 2 และ Table 3

Planting patterns	Detail
	**Mixed species**: Plant preferred species to the whole area with no specific layout. Many crops include of orchards, ornamentals, stand trees, and commercial species can be cultivated together.
	**Orchard and multiple species**: Orchards cultivate together with ornamental species or stand trees with systematic spacing.
	**Separate area for mixed species**: Plant separately species in rows, each row can cultivate different species.
	**Separate area for mixed species**; Divide an area for each species by distribute evenly area and spacing.

Figure 3 Some patterns of the farmers’ cultivation practices (self-modification) in Domgkheelek Sub-district, Prachinburi Province

Table 1 Land use information of the respondents who lived in Dongkheelek Sub-district, Prachinburi Province

n =79

Land occupied	Number of samples	
	Respondents	Percentage
1. Agricultural size (I rai = 1,600 sq.km. or 0.16 hectare)		
1) <1 rai	10	12.66
2) 1-5 rais	39	49.37
3) 6-10 rais	15	18.99
4) 11-15 rais	9	11.39
5) >15 rais	6	7.59
Total	**79**	**100.00**
2. Land right		
Title deed	79	100.00
Total	**79**	**100.00**
3. Land utilization		
1) Monoculture	11	13.92
2) Mixed crops	2	2.53
3) Orchard and mixed crops	59	74.68
4) Alternating rows for mixed stand crops	1	1.27
5) Separate areas for each crops	6	7.59
Total	**79**	**100.00**

Source: Field survey (2023)

Table 2 Land management practices and land use options of the respondents who lived in Dongkheelek Sub-district, Prachinburi Province

n = 79

Land management practices and land use options	Number of samples	
	Respondents	Percentage
Reasons in crops selection (multiple responses possible)		
1. Soil suitability/plants disease endurable	29	7.34
2. Market desirable/high price	56	14.17
3. Easy in products processing and provided many goods	3	0.75
4. Treatment easily (uncomplicated processes)	26	6.58
5. Other reasons	17	4.30

Source: Field survey (2023)

Table 3 The respondents' information to the crops conversion practices of the farmer who lived in Dongkheelek Sub-district, Prachinburi Province

Information	Number	Percentage
Do you agree or disagree? Change in crops could reduce the cost of production		
Agree	20	25.32
Disagree	59	74.68
The selected crops are the market desirable or be request?		
Yes	64	81.01
No	15	18.99
When design to change the crops (selected new species), Do you have any information on planting and treatment techniques?		
Yes	23	29.11
No	56	70.89
Knowledge and experienced sharing among the groups (farmers' networks and government sector) are organized?		
Yes	48	60.76
No	31	39.24

Source: Field survey (2023)

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน

3.1 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับสำคัญมาก ($\bar{x}$ = 3.40, SD = 1.08) เมื่อจำแนกรายปัจจัย พบว่า ปัจจัยระดับสำคัญมากประกอบด้วยความนิยมของผู้บริโภค/ความต้องการของตลาด ($\bar{x}$ = 3.53, SD = 1.37) และแหล่งจำหน่าย หรือกระจายผลผลิตอยู่ใกล้กับพื้นที่การเกษตร ($\bar{x}$ = 3.82, SD = 1.25) ส่วนความสำคัญระดับปานกลาง ประกอบด้วยปัจจัยด้านรายได้จากการทำการเกษตรที่เพียงพอสำหรับเป็นเงินทุนหมุนเวียน ($\bar{x}$ = 3.23, SD = 1.34) ความสามารถในการสร้างรายได้ที่เพียงพอต่อการอุปโภค และบริโภค ($\bar{x}$ = 3.38, SD = 1.33) ราคาตลาดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดพืช ($\bar{x}$ = 3.37, SD = 1.46) และมีการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างเต็มประสิทธิภาพ ($\bar{x}$ = 3.13, SD = 1.55) รายละเอียดใน Table 4

3.2 ปัจจัยด้านกายภาพ และสิ่งแวดล้อม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับสำคัญมาก ($\bar{x}$ = 3.61, SD = 1.05) เมื่อจำแนกรายปัจจัย พบว่า ปัจจัยระดับสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกในการคมนาคมขนส่งสินค้า ($\bar{x}$ = 4.24, SD = 1.10) ส่วนความสำคัญระดับมาก ประกอบด้วยปัจจัยการมีไฟฟ้าเข้าถึงชุมชน และพื้นที่การเกษตร ($\bar{x}$ = 4.16, SD = 1.14) การมีระบบน้ำประปา หรือชลประทานเข้าถึงพื้นที่การเกษตร และเพียงพอต่อการใช้ในการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง ($\bar{x}$ = 4.01, SD =1.20) และการจัดการพื้นที่ที่เหมาะสมกับการปลูกพืช ($\bar{x}$ = 3.81, SD = 1.30) และความสำคัญระดับปานกลาง ประกอบด้วยปัจจัยด้านการอนุรักษ์พื้นที่ป่าชุมชน ($\bar{x}$ = 2.87, SD =1.56) การทำเกษตรกรรมนอกเขตพื้นที่ป่า ($\bar{x}$ = 3.13, SD = 1.62) และการเกษตรลดการพังทลายของหน้าดิน ($\bar{x}$ =3.08, SD = 1.63) รายละเอียดใน Table 5

3.3 ปัจจัยด้านสังคม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับสำคัญมาก ($\bar{x}$ = 3.63, SD = 1.06) เมื่อจำแนกรายปัจจัย พบว่า ทุกปัจจัยมีระดับความสำคัญมาก ประกอบด้วยปัจจัยด้านการได้รับการศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถอ่านออกเขียนได้ ($\bar{x}$ = 3.81, SD = 1.12) มีแรงงานเพียงพอต่อการใช้ในการผลิต/การเกษตร

($\bar{x}$ = 3.48, SD = 11.34) มีการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่สมาชิกในครอบครัว ($\bar{x}$ = 3.52, SD = 1.31) เป็นอาชีพที่สามารถส่งต่อให้แก่คนรุ่นหลังได้ ($\bar{x}$ = 3.76, SD = 1.19) และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันของคนในชุมชน ($\bar{x}$ = 3.62, SD = 1.44) รายละเอียดใน Table 6

3.4 ปัจจัยด้านการบริหารจัดการ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในระดับสำคัญปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.40, SD = 1.02) เมื่อจำแนกรายปัจจัย พบว่า ปัจจัยระดับสำคัญมาก ประกอบด้วยปัจจัยด้านการมีระบบบริหารจัดการพื้นที่ด้วยตนเองได้ ($\bar{x}$ = 4.08, SD = 1.23) และภาครัฐมีบทบาทในการบริหารจัดการพื้นที่ ($\bar{x}$ = 4.06, SD = 1.1) ส่วนความสำคัญระดับปานกลาง ประกอบด้วยปัจจัยด้านความต้องการรับการสนับสนุนด้านเงินทุน ($\bar{x}$ = 3.11, SD = 1.51) ต้องการรับการสนับสนุนด้านองค์ความรู้ต่าง ๆ เช่น การบำรุงรักษา การป้องกันโรค การเก็บเกี่ยว เป็นต้น ($\bar{x}$ = 3.09, SD = 1.36) ต้องการรับการสนับสนุนด้านการตลาด ($\bar{x}$ = 3.11, SD = 1.43) และต้องการรับการสนับสนุนด้านเมล็ดพันธุ์/กล้าพันธุ์ ($\bar{x}$ = 2.95, SD = 1.42) รายละเอียดใน Table 7

Table 4 Economical factors affecting the changes in land use patterns of the respondents who lived in Dongkheelek Sub-district, Prachinburi Province

Economic factors	N	Mean	Std. Deviation	Level
1. Sufficient income to support agricultural processes	79	3.23	1.34	Moderate
2. Sufficient income in supporting households' consumption	79	3.38	1.33	Moderate
3. Market price and mechanism affecting the change in plant species	79	3.37	1.46	Moderate
4. Consumers' favorable and market desirable	79	3.53	1.37	High
5. Located closely to products distribution sites	79	3.82	1.25	High
6. Efficiency land utilization	79	3.13	1.55	Moderate
Average		**3.40**	**1.08**	**High**

Source: Field survey (2023)

Table 5 Physical and environmental factors affecting the changes in land use patterns of the respondents who lived in Dongkheelek Sub-district, Prachinburi Province

Physical and environmental factors	N	Mean	Std. Deviation	Level
1. Convenience in goods and products transportation	79	4.24	1.10	Extremely high
2. Electricity accessible to communities and agricultural sites	79	4.16	1.14	High
3. Sufficient water supply supporting agricultural sites and provide sufficient water in dry season	79	4.01	1.20	High
4. Communities forest protection measures	79	2.87	1.56	Moderate
5. Agricultural practices out of forested lands	79	3.13	1.62	Moderate
6. Soil erosion and conservation measures	79	3.08	1.63	Moderate
7. Proper land management to support crops planting	79	3.81	1.30	High
Average		**3.61**	**1.05**	**High**

Source: Field survey (2023)

Table 6 Societal factors affecting the changes in land use patterns of the respondents who lived in Dongkheelek Sub-district, Prachinburi Province

Societal factors	N	Mean	Std. Deviation	Level
1. Educational accessible under learning standard criteria (readable and writable)	79	3.81	1.12	High
2. Sufficient labors supporting agricultural processes	79	3.48	1.34	High
3. Knowledge and experience transferring to family members	79	3.52	1.31	High
4. Career succession to the next generation	79	3.76	1.19	High
5. Knowledge and experience sharing among community members	79	3.62	1.44	High
Average		**3.63**	**1.06**	**High**

Source: Field survey (2023)

Table 7 Administrative factors affecting the changes in land use patterns of the respondents who lived in Dongkheelek Sub-district, Prachinburi Province

Administrative factors	N	Mean	Std. Deviation	Level
1. Self-administrative in dominated private lands	79	4.08	1.23	High
2. Government sectors supporting in land administrative	79	4.06	1.18	High
3. Financing (cost) supporting require	79	3.11	1.51	Moderate
4. Knowledge supporting requires (e.g. maintenance, plant disease protection, harvesting techniques, etc.)	79	3.09	1.36	Moderate
5. Market supporting require	79	3.11	1.43	Moderate
6. Seed and seedlings supporting require	79	2.95	1.42	Moderate
Average		**3.40**	**1.02**	**High**

Source: Field survey (2023)

ทั้งนี้ การพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ทั้งด้านเศรษฐกิจ กายภาพ และสิ่งแวดล้อม สังคม และการบริหารจัดการที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก จังหวัดปราจีนบุรี พบว่า ปัจจัยด้านสังคม มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ปัจจัยด้านกายภาพ และสิ่งแวดล้อม ส่วนรายละเอียดของปัจจัยต่าง ๆ พบว่า ความสะดวกในการคมนาคมขนส่งสินค้า เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด ส่วนระดับรองลงมา ได้แก่ การมีไฟฟ้าเข้าถึงชุมชน และพื้นที่การเกษตร และการมีระบบน้ำประปา หรือชลประทานเข้าถึงพื้นที่การเกษตร และเพียงพอต่อการใช้ในการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้ ปัจจัยด้านสังคมซึ่งพิจารณาทั้งด้านการได้รับการศึกษา แรงงานในภาคการเกษตร และความรู้ รวมถึงประสบการณ์ในการใช้ที่ดิน จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมากที่สุด ส่วนปัจจัยด้านกายภาพ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากสภาพทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ที่อยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นศูนย์กลางของระบบเศรษฐกิจในภาพรวมทั้งประเทศ เป็นพื้นที่ที่อยู่ไม่ไกลจากเขตเศรษฐกิจในภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งการพัฒนาระบบการขนส่งสินค้า และบริการที่มีความสะดวกสบาย และ

รวดเร็ว จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประเภท และรูปแบบของการใช้ที่ดิน และรวมไปถึงการมีสิ่งอำนวยความสะดวกหรือสิ่งสนับสนุนภาคการเกษตรที่เหมาะสมและเพียงพอ ก็ส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเช่นเดียวกัน ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ สังคม และการท่องเที่ยว ในด้านจำนวนประชากร ผลผลิตมวลรวม และรายได้จากนักท่องเที่ยวเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของประเทศไทยในช่วงปี ค.ศ. 2000-2020 (Wang *et al*., 2022) สำหรับพื้นที่ภาคเหนือของประเทศ ชนิดพืช ความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจ และสังคมของครัวเรือน และเครือข่ายทางสังคม ทำให้เกิดกลยุทธ์ใหม่ของการใช้ที่ดิน (Vanwambeke *et al*., 2007) ส่วนการศึกษาในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกซึ่งเป็นเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษ พบว่า นโยบายการพัฒนาพื้นที่ซึ่งเน้นภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้พื้นที่การเกษตรมีแนวโน้มที่จะถูกเปลี่ยนแปลงมากขึ้น ส่วนพื้นที่ป่าไม้ไม่แตกต่างจากเดิม แต่พื้นที่ชุมชนมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นโดยเปลี่ยนมาจากพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ (Tontisirin and Anantsuksomsri, 2021) ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมก็เปลี่ยนไปเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ (Soytong *et al*., 2016) รวมทั้งงานวิจัยปัจจัยที่เกี่ยวกับการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ของเกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออก ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจมีทั้งด้านกายภาพ และสิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ รวมทั้งการบริหารจัดการ ส่วนปัญหาของเกษตร ได้แก่ เงินทุน โรคระบาด และขาดแคลนแหล่งน้ำ (อดิเรก, 2560) นอกจากนั้น นริศรา และคณะ (2560) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกรในอำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี พบว่า เกษตรกรมีระดับการตัดสินใจเพื่อปรับเปลี่ยนพื้นที่ในการปลูกข้าวในระดับปานกลาง โดยปัจจัยด้านเศรษฐกิจมีผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรมากที่สุดใน 5 ประเด็น ได้แก่ การขาดทุนจากการปลูกข้าวบ่อยครั้ง ความเสี่ยงในการขาดทุน ราคาผลผลิตข้าวตกต่ำ ราคาผลผลิตข้าวไม่แน่นอน และการปลูกข้าวใช้ต้นทุนการผลิตสูง รวมทั้งเกษตรกรมีปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในการปรับเปลี่ยนพื้นที่ในการปลูกข้าวในระดับปานกลาง ซึ่งปัจจัยด้านเศรษฐกิจมีผลต่อระดับการตัดสินใจของเกษตรกรมากที่สุดใน 4 ประเด็น ได้แก่ การขาดทุนจากการปลูกข้าวบ่อยครั้ง ราคาผลผลิตข้าวตกต่ำ พื้นที่การเกษตรเป็นที่เช่าโดยสัญญาเช่าขึ้นอยู่กับเจ้าของที่ดิน และความเสี่ยงในการขาดทุนสูง ซึ่งงานวิจัยต่าง ๆ มีความสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยปัจจัยทั้งด้านกายภาพ และสิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และการบริการจัดการ มีผลต่อการเลือกรูปแบบ และวิธีการจัดการการใช้ประโยชน์ในที่ดินของตนเอง ดังนั้น หากต้องการจัดการการใช้ที่ดินเพื่อให้เกิดการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน เกษตรกรต้องสร้างความรู้ความเข้าใจในการใช้ที่ดิน การจัดการพื้นที่ และวิธีปฏิบัติในการทำการเกษตร โดยรูปแบบการเรียนรู้ที่เกษตรกรมีเครือข่ายความร่วมมือทั้งในระดับพื้นที่ และกับหน่วยงาน สามารถช่วยสนับสนุนให้การใช้ประโยชน์ที่ดินมีประสิทธิภาพ และตอบสนองแผนการพัฒนาพื้นที่ได้สอดคล้องตามเป้าหมายที่ต้องการ และสิ่งสำคัญ คือ ต้องมีปัจจัยสนับสนุนการทำการเกษตรที่เหมาะสม และเพียงพอ โดยเฉพาะระบบในการขนส่งสินค้า และบริการ

สรุป

พื้นที่ตำบลดงขี้เหล็ก จังหวัดปราจีนบุรี มีประเภทการใช้ที่ดินหลัก ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม โดยรูปแบบการใช้ที่ดินภาคการเกษตรประกอบด้วยนาข้าว พืชไร่ พืชสวน ไม้ดอกไม้ประดับ เป็นต้น จากการวิเคราะห์รูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2551 และพ.ศ. 2562 พบว่า พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่การเกษตรมากที่สุด และมีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ซึ่งถูกเปลี่ยนไปเป็นการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ (เบ็ดเตล็ด) นอกจากนั้น พื้นที่ประเภทอื่น ๆ (เบ็ดเตล็ด) ถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่การเกษตรด้วยเช่นกัน สำหรับในพื้นที่การเกษตร มีการใช้ประโยชน์หลายรูปแบบ รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ หรือลักษณะของการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วง 10 ปี มีการเปลี่ยนจากพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น (ไม้ล้อม ไม้ประดับตกแต่ง สวนป่าไม้เศรษฐกิจ) เป็นพืชสวน (ผลไม้ชนิดต่าง ๆ) นอกจากนั้น พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างได้ถูกเปลี่ยนเป็นพืชสวน รวมถึงพื้นที่เบ็ดเตล็ดก็เปลี่ยนเป็นพื้นที่พืชสวนด้วยเช่นกัน และเมื่อพิจารณาการเลือกใช้ที่ดินของเกษตรกร เนื่องจากการถือครองที่ดินของเกษตรกรแต่ละรายมีพื้นที่ค่อนข้างน้อย ทำให้การตัดสินใจในการเปลี่ยนชนิดพืชเป็นชนิดใหม่ค่อนข้างยาก แต่การ

ปลูกพืชผสมผสานเป็นทางเลือกที่เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกปฏิบัติเพราะเก็บเกี่ยวได้ตลอดในพื้นที่จำกัด และเมื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พบว่า ปัจจัยด้านสังคม ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ปัจจัยด้านกายภาพ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สามารถพิจารณาเพื่อใช้เป็นข้อเสนอแนะ หรือแนวทางในการจัดการการใช้ที่ดินในพื้นที่เพื่อให้เกิดการพัฒนาของชุมชนได้อย่างยั่งยืน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

นริศรา ยงกสิกรรม, พลสราญ สราญรมย์ และนารีรัตน์ สีระสาร. 2560. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจปรับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกรในอำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี. *ใน* **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 7-8 ธันวาคม 2560.

มัลลิกา บุนนาค. 2537. **สถิติเพื่อการตัดสินใจ**. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2564. **กรอบแผนการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13**. แหล่งที่มา: https://www.nesdc.go.th, 20 เมษายน 2566.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. **ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร**. แหล่งที่มา: https://www.oae.go.th, 20 เมษายน 2566.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2565**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตร และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อดิเรก แก้วสุมาลี. 2560. **ปัจจัยที่มีผลต่อการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ของเกษตรกรในพื้นที่ภาคตะวันออก**. เอกสารวิจัยส่วนบุคคล สำนักประชาสัมพันธ์ กรมกิจการพลเรือนทหาร วิทยาลัยการทัพบก.

Abd El-Kawy, O.R., Rod, J.K., Ismail, H.A. and Suliman, A.S. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. **Applied Geography** 31(2): 483-494.

Hasan, S.S., Zhen, L., Miah, Md. G., Ahamed, T. and Samie, A. 2020. Impact of land use change on ecosystem services: a review. **Environmental Development** 34: 100527.

Soytong, P., Janchidfa K., Phengphit N., Chayhard S. and Perera R. 2016. The effects of land use change and climate change on water resources in the Eastern Region of Thailand. **International Journal of Agriculture Technology (IJAT)** 12(7.1): 1695-1722.

Steffen, W., Crutzen, P.J. and McNeil, J.R. 2007. The anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. **Ambio** 36: 614-621.

Tontisirin, N. and Anantsuksomsri, S. 2021. Economic development policies and land use changes in Thailand: from the Eastern Seaboard to the Eastern Economic Corridor. **Sustainability.** 13: 6153.

Vanwambeke, S.O., Somboon, P. and Lambin E.F. 2007. Rural transformation and land use change in northern Thailand. **Journal of Land Use Science** 2(1):1-29.

Wang, Y., Hu, Y., Niu, X., Yan, H. and Zhen, L. 2022. Land sue/land cover change and its driving mechanism in Thailand from 2000 to 2020. **Land** 11: 2253.

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน
Assessing the impacts of Land use Changes on Streamflow Using MIKE SHE in The Upper Nan Watershed

สร้อยใหม่ ศรีจันทร์[1] **ปิยพงษ์ ทองดีนอก**[1*] และนฤมล แก้วจำปา[1]
Soymai Srijan[1], **Piyapong Tongdeenok**[1*] and Naruemol Kaewjampa[1]
[1]ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[*]Corresponding Author; E-mail**: piyapong.t@ku.th**

บทคัดย่อ

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตโดยใช้แบบจำลอง CA-Markov ปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 จากข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2552 พ.ศ. 2559 และ พ.ศ. 2564 และ ประเมินปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง MIKE SHE โดยมีข้อมูลนำเข้า ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยน้ำ แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุดดิน และ อัตราการไหลของน้ำปี พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2564 ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนแบบจำลองโดยใช้ปริมาณน้ำท่าตรวจวัดจากสถานี N.1

ผลการศึกษา การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงร้อยละ 2.49 และ 11.23 พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.16 และ 14.71 ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากปี พ.ศ. 2564 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE ในการประเมินปริมาณน้ำท่า พบว่า มีค่าดัชนีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และ NSE 0.96 และ 0.88 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดี ส่วนการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 พบว่ามีปริมาณน้ำท่ารายปี 4,890.85 และ 4,958.94 ล้าน ลบ.ม คิดเป็นร้อยละ 22.99 และ 23.31 ต่อปริมาณน้ำฝน ศักยภาพการให้น้ำท่า 1.07 และ 1.08 ล้าน ลบ.ม ต่อ ตร.กม. ส่วนรายฤดูกาล พบว่า ปริมาณน้ำท่าในช่วงน้ำหลากเพิ่มขึ้นร้อยละ 117.66 และ 120.75 ส่วนช่วงน้ำแล้งลดลงร้อยละ 88.03 ทั้ง 2 ปี ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้ปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้น โดยเป็นการเพิ่มในช่วงน้ำหลากทั้งหมด ส่วนช่วงน้ำแล้ง มีปริมาณน้ำท่าลดลง ทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในช่วงน้ำหลากและขาดน้ำในช่วงน้ำแล้ง

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำท่า แบบจำลอง CA-Markov แบบจำลอง MIKE SHE

ABSTRACT

Assessing the impacts of Land use Changes on Streamflow Using MIKE SHE in The Upper Nan Watershed. The objectives were to forecast land use changes and assess their impact on the amount of runoff in the future. The CA-Markov model was employed to predict land use changes in the years 2027 and 2032, based on land use data from 2009, 2016, and 2021. Additionally, the application of the MIKE SHE model facilitated the estimation of runoff amounts by integrating several input parameters, including precipitation, evapotranspiration, digital elevation model, land use, soil characteristics, and flow rates spanning the period from 1991 to 2021. These inputs were evaluated using calibration and adjustment processes based on observed runoff measurements at N.1 hydrological observation station.

The results revealed the following: The predictions for future land use in 2027 and 2032 indicated a decrease of 2.49% and 11.23% in forested areas, an increase of 3.16% and 14.71% in agricultural areas, and minor changes in other land use categories from 2021. The utilization of the MIKE model in estimating runoff showed an impressive level of accuracy, as indicated by the correlation coefficient and Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) values of 0.96 and 0.88, respectively. These values are indicative of a high level of performance produced by the model. In relation to the estimation of water amount, it was projected that the annual runoff for the years 2027 and 2032 would amount to 4,890.85 and 4,958.94 million cubic meters, respectively. These values represent 22.99% and 23.31% of the total precipitation. The potential water yield was projected to be 1.07 and 1.08 mcm/km2. In terms of seasonal variations, the study found that runoff increased by 117.66% during the rainy season and decreased by 88.03% during the dry season for both years. The conclusion of the study found that the expansion of agricultural areas caused an increase in annual runoff, especially during the rainy season. In contrast, runoff decreased during the dry season, suggesting that flash floods will occur during the rainy season and water shortages will occur during the dry season.

Keywords: Land use Change, Streamflow, CA – MARKOV model, MIKE SHE model

คำนำ

บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน นับเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่สำคัญของลุ่มน้ำน่าน โดยสถิติการเกิดอุทกภัยของกรมอุตุนิยมวิทยา (2553) พบว่า ในบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบนมีอุทกภัยเกิดขึ้นทั้งหมด 24 ครั้ง ทั้งนี้เป็นผลมาจากลักษณะการตกของฝนที่เปลี่ยนแปลงไปและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้การทำหน้าที่ของระบบลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป โดยการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นไร่ข้าวโพดมีผลต่อลักษณะทางอุทกวิทยาและการระบายน้ำ เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้สามารถช่วยกักเก็บน้ำไว้ในดินได้ในช่วงฤดูแล้งและช่วยลดการหลากของน้ำได้ในช่วงฤดูฝน แต่เมื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่ไร่ข้าวโพด โครงสร้างของสังคมพืชไม่สามารถช่วยทำให้มีการเก็บน้ำไว้ในดินได้ดี เนื่องจากมีชั้นเรือนยอดเดียวและระบบรากเพียงระบบเดียว เมื่อน้ำฝนตกลงมาในพื้นที่จึงมีโอกาสเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้ง่ายกว่าพื้นที่ป่าไม้ จึงส่งผลให้สมดุลน้ำเปลี่ยนแปลงไปโดยมีน้ำไหลบ่าหน้าดินในปริมาณมากกว่าเดิมและปริมาณน้ำเก็บในดินในปริมาณน้อยกว่าเดิม ทำให้ลุ่มน้ำไม่สามารถอำนวยน้ำได้ตลอดทั้งปี เกิดความแห้งแล้งและภาวะการขาดน้ำในหลายช่วงเวลาและหลายพื้นที่ ทำให้ลุ่มน้ำเสียสมดุล ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้มีการนำแบบจำลอง CA-Markov มาใช้เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งแบบจำลอง CA-Markov เป็นแบบจำลองที่มีความสามารถในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงพื้นที่และเชิงปริมาณ ซึ่งนอกจากจะทำให้การคาดการณ์มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงค่อนข้างสูงแล้ว ยังสามารถกำหนดกฎการเปลี่ยนแปลงของแบบจำลองตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานต้องการให้มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงไปตามภาพเหตุการณ์จำลอง (scenario) จึงเหมาะแก่การนำมาใช้สร้างภาพจำลองในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อจัดการพื้นที่ให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยบูรณาการร่วมกับแบบจำลองอุทกวิทยาที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือและสามารถอธิบายพฤติกรรมการเปลี่ยนลักษณะทางอุทกวิทยาในแต่ละรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดี ได้แก่ แบบจำลอง MIKE SHE ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า เนื่องจากสามารถจำลองการไหลของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน และวัฏจักรทางอุทกวิทยาบนพื้นดินได้ดี สามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการไหลและการกักเก็บน้ำได้ง่าย จึงเหมาะแก่การนำมาใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต และเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง CA-Markov เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ได้แก่ ปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 ตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 การรวบรวมข้อมูลและจัดเตรียมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 ปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2564 จากกรมพัฒนาที่ดิน และจัดชั้นข้อมูล (reclassification) ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 1 ตามการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural) พื้นที่ป่าไม้ (Forest) พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and built-up) และพื้นที่แหล่งน้ำ (Water body) และจัดเตรียมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินให้อยู่ในรูปแบบแอสกีไฟล์ (ASCII File) ด้วยโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

1.2 การหาค่าความน่าจะเป็นและสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยแบบจำลอง MARKOV

การใช้แบบจำลอง MARKOV ในการหาการหาค่าความน่าจะเป็นและสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ข้อมูล 2 ช่วงเวลา ผลลัพธ์ที่ได้คือ ค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (Probability of changing) และค่าสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลง (Transition of changing) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) นำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2559 และปี พ.ศ. 2564 เพื่อให้ได้ค่าความน่าจะเป็นและค่าสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปใช้คาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี พ.ศ. 2570

2) นำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 และปี พ.ศ. 2564 เพื่อให้ได้ค่าความน่าจะเป็นและค่าสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลง เพื่อนำไปใช้คาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี พ.ศ. 2575

1.3 การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง CA-Markov

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง CA-Markov โดยใช้เมทริกซ์ความน่าจะเป็นของแต่ละช่วงเวลา คูณกับสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินก่อนหน้าคาบเวลาปีที่คาดการณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2570 ใช้เมทริกซ์ความน่าจะเป็น ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – ปี พ.ศ. 2564 คูณกับสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2564

2) การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2575 ใช้เมทริกซ์ความน่าจะเป็น ระหว่างปี พ.ศ. 2552 – ปี พ.ศ. 2564 คูณกับสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2564

2. การประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE

การประเมินปริมาณน้ำท่า ดำเนินการโดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำ มีรายละเอียดขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

2.1 รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง MIKE SHE ประกอบด้วย 1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) 2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (climatic data) 3) ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด และ 4) ข้อมูลสภาพการไหลในลำน้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (digital elevation model: DEM) ขนาดความละเอียด 30x30 เมตร ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการสำรวจปี พ.ศ. 2564 จากกรมพัฒนาที่ดิน และข้อมูลชุดดินที่ได้จากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน โดยจัดรูปแบบ (format) ของข้อมูลเป็นรูปแบบของกริดเซลล์ (*.dfs2)

2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนรายวัน และปริมาณการระเหยรายวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 - พ.ศ. 2564 จากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยจัดรูปแบบ (format) เป็นรูปแบบไฟล์ Time series (*.dfs0)

3) ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด (observed) ที่สถานี N.1 จากกรมชลประทาน รวบรวมข้อมูลรายวันตั้งแต่ปีพ.ศ. 2538 - พ.ศ. 2562

4) ข้อมูลสภาพการไหลในลำน้ำ โดยการเชื่อมกับแบบจำลอง MIKE HYDRO ที่ใช้ร่วมกับแบบจำลอง MIKE SHE เพื่อจำลองสภาพการไหลในลำน้ำ (Hydrodynamic Model) จำลองการเคลื่อนที่ของน้ำใน 1 มิติ

2.2 การปรับค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่า ดำเนินการโดยการประมวลผลแบบจำลอง MIKE SHE ซ้ำๆ โดยเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองครั้งละหนึ่งพารามิเตอร์ ในขณะที่พารามิเตอร์อื่น ๆ คงที่ โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ ประกอบด้วย ดัชนีพื้นที่ใบไม้ (leaf area index) ความลึกของราก (root depth) ซึ่งค่าตัวแปรทั้งสองได้มีค่าแนะนำจากการศึกษาของ (JICA, 2005) (Table 1) ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Channel flow manning coefficient) สภาพนำน้ำของดินในแนวราบ (Horizontal hydraulic conductivity) สภาพนำน้ำของดินในแนวดิ่ง (Vertical hydraulic conductivity)

Table 1 The values of Leaf Area Index (LAI) and Root Depth (RD) vary for different types of land use.

LULC	Leaf area index (LAI) ($m^{1/3}/s$)	Root depth (RD) (mm)
Agriculture (A)	5	600
Forest (F)	6	800
Urban (U)	1	900
Water body (W)	4	800
Miscellaneous (M)	2	200

Source: Adapted from (JICA, 2005)

2.3 การปรับเทียบและการสอบเทียบแบบจำลอง

การปรับเทียบแบบจำลอง MIKE SHE โดยเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง MIKE SHE ในช่วงปี พ.ศ. 2538 - พ.ศ. 2557 ที่สถานีตรวจวัดน้ำท่า N.1 โดยทำการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ที่ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่า และใช้ข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง (พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2562) ของสถานี N.1 ในการสอบเทียบแบบจำลองโดยเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกแบบจำลอง วิธีการที่นำมาใช้ในการพิจารณาประกอบด้วย การใช้รูปแบบของกราฟในการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r) และค่า Nash–Sutcliffe Efficiency (NSE) แสดงดังสมการต่อไปนี้

1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r)

$$r=\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Y_{sim}-\bar{Y}_{obs})^2}}{\sum_{i=1}^{n}(Y_{obs}-\bar{Y}_{obs})^2}$$

2) ค่าบอกความแม่นยำของแบบจำลอง (Nash-Sutcliffe Efficiency Coefficient; NSE) ดังสมการ

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} (Y_{obs}-Y_{sim})^2}{\sum_{i=1}^{n} (Y_{obs}-\overline{Y}_{obs})^2}$$

เมื่อ Y_{obs} คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจากสถานี
Y_{sim} คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง
$\overline{Y}_{obs}$ คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด
n คือ จำนวนข้อมูลการทดสอบ

2.4 การประเมินปริมาณน้ำท่าภายใต้เงื่อนไขการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าในปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 โดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลอง และนำเข้าข้อมูลดังนี้ ปริมาณน้ำฝนและข้อมูลการระเหยน้ำโดยการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและข้อมูลการระเหยน้ำเฉลี่ยรายวันย้อนหลัง 30 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2534 - 2564 ข้อมูลลักษณะกายภาพของลุ่มน้ำ ประกอบด้วย DEM ขนาดความละเอียด 30×30 เมตร ข้อมูลชุดดินและข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 ที่ได้จากแบบจำลอง CA-Markov

2.5 การวิเคราะห์ลักษณะทางอุทกวิทยาบางประการ

การศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยาบางประการ ได้แก่ ร้อยละน้ำท่าต่อน้ำฝน (percentage of rainfall runoff ratio ร้อยละน้ำท่าในช่วงฤดูน้ำแล้งต่อปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูน้ำหลาก (percentage of dry-wet period (Year) ration) และศักยภาพการให้น้ำท่า (specific yield)

ผลและวิจารณ์

การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง MIKE SHE บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน สามารถแยกผลการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตและการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต 2) การประเมินปริมาณน้ำท่าจากการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต 3) การศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยา โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตและการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

1.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีต

การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน พบว่า มีการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในระดับที่ 1 ตามการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน แบ่ง ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และ พื้นที่เบ็ดเตล็ด ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงปริมาณตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 พ.ศ. 2559 และพ.ศ. 2564 ดังนี้

1) การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2552 พบว่า พื้นที่ป่าไม้มีเนื้อที่ 2987.54 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 65.14 รองลงมา คือ พื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ 1468.92 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 32.03 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีเนื้อที่ 91.93 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.00 พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ 19.61 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.43 และพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีเนื้อที่ 18.47 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.40

2) การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2559 พบว่า พบว่า พื้นที่ป่าไม้มีเนื้อที่ 2,641.69 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 57.60 รองลงมา คือ พื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ 1810.44 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.47 พื้นที่

ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีเนื้อที่ 96.69 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.11 พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ 21.89 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.48 และพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีเนื้อที่ 15.75 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.34

3) การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2564 พบว่า พื้นที่ป่าไม้มีเนื้อที่ 2,567.42 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 55.98 รองลงมา คือ พื้นที่เกษตรกรรม มีเนื้อที่ 1,867.74 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 40.72 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างมีเนื้อที่ 110.69 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.41 พื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่ 25.16 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.55 และพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีเนื้อที่ 15.46 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.34

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2552 ถึง ปีพ.ศ. 2564 พบว่า ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด คือ พื้นที่ป่าไม้ พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุดจำนวน 63.99 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 48.57 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุดจำนวน 89.56 ตารางกิโลเมตร รองลงมา คือ พื้นที่เกษตรกรรม พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุดจำนวน 59.05 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 44.82 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดน่านประกอบไปด้วยภูเขาสูงชัน ซึ่งมีความลาดชันเกินร้อยละ 35 มีพื้นที่ราบลุ่มเป็นส่วนน้อย ดังนั้นพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกจึงมีน้อย ซึ่งเมื่อพิจารณานโยบายและมาตรการส่งเสริมของภาครัฐ จะพบว่า ภาครัฐเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการขยายพื้นที่เพาะปลูกพืชเชิงพาณิชย์อย่างรวดเร็ว อาทิ โครงการส่งเสริมการปลูกพืชเศรษฐกิจเพื่อทดแทนการปลูกพืชเชิงเดี่ยว (ยางพารา) ปี พ.ศ. 2553 และโครงการรับจำนำสินค้าเกษตร ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้น ถึงแม้ว่าโครงการเหล่านี้จะมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงด้านรายได้ให้แก่เกษตรกร แต่ก็ทำให้เกิดการขยายพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจต่างๆ จนเกินระดับที่สามารถควบคุมได้ ตัวอย่างเช่น การที่ในปัจจุบันจังหวัดน่านขยายพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อย่างต่อเนื่อง ทำให้พื้นที่ปลูกข้าวโพดฯ เพิ่มขึ้นจาก 3.77 แสนไร่ ในปี พ.ศ. 2550 มาเป็นเกือบ 5.25 แสนไร่ ในปี พ.ศ. 2564 (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564) (Table.2)

Table 2 Land utilization in the Upper Nan Watershed in the years 2009, 2016, and 2021

Land Use type	2009		2016		2021	
	area (km^2)	%	area (km^2)	%	area (km^2)	%
Forest	2987.54	65.14	2641.69	57.60	2567.42	55.98
Agricultural	1468.92	32.03	1810.44	39.47	1867.74	40.72
Urban and built-up	91.93	2.00	96.69	2.11	110.69	2.41
Water body	19.61	0.43	21.89	0.48	25.16	0.55
Miscellaneous	18.47	0.40	15.75	0.34	15.46	0.34
Total	**4586.47**	**100.00**	**4586.47**	**100.00**	**4586.47**	**100.00**

1.2 การคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

การคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2570 ด้วยแบบจำลอง CA-Markov พบว่า ได้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด คือ 2,503.42 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 54.58 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่เท่ากับ 1,926.80, 117.49, 25.18 และ 13.58 ตารางกิโลเมตร และคิดเป็นร้อยละ 42.01, 2.56, 0.55 และ 0.30 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ และผลการคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2575 ด้วยแบบจำลอง CA-Markov พบว่า ได้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด คือ 2,278.43 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 49.69 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่

เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่เท่ากับ 2,142.43, 126.36, 25.23 และ 13.46 ตารางกิโลเมตร และคิดเป็นร้อยละ 46.71, 2.75, 0.55 และ 0.29 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Land utilization in the Upper Nan Watershed in the years 2021, 2027, and 2032

Land Use type	2021		2027		2032	
	area (km^2)	%	area (km^2)	%	area (km^2)	%
Forest	2567.42	55.98	2503.42	54.58	2278.99	49.69
Agricultural	1867.74	40.72	1926.80	42.01	2142.43	46.71
Urban and built-up	110.69	2.41	117.49	2.56	126.36	2.75
Water body	25.16	0.55	25.18	0.55	25.23	0.55
Miscellaneous	15.46	0.34	13.58	0.30	13.46	0.29
Total	**4586.47**	**100.00**	**4586.47**	**100.00**	**4586.47**	**100.00**

เมื่อเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2570 และปี พ.ศ. 2575 กับปี พ.ศ. 2564 พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2564 ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่เพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เบ็ดเตล็ดเนื้อที่ลดลงจากปี พ.ศ. 2564 (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วีระภาส (2563) ได้ทำการศึกษาคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จังหวัดน่าน โดยใช้แบบจำลอง CA-Markov และแบบจำลอง CLUE-S โดยผลการศึกษาของทั้ง 2 แบบจำลอง พบว่าแนวโน้มของพื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่อง พื้นที่เกษตรกรรม และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นเพิ่มขึ้น

2. การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง MIKE SHE

การประเมินปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง MIKE SHE บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลชุดดิน ปริมาณน้ำฝนรายวัน และสภาพภูมิอากาศรายวัน ทำการประมวลผลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2562 จากนั้นทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2538 – 2557 และทำการสอบเทียบค่าความถูกต้องของแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2558 – 2562 จากนั้นทำการประเมินค่าปริมาณน้ำท่าในการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 ที่คาดการณ์ได้จากแบบจำลอง CA-Markov สามารถอธิบายผลการศึกษาได้ดังนี้

2.1 การปรับเทียบและการสอบเทียบแบบจำลอง

จากการศึกษาการปรับเทียบแบบจำลอง MIKE SHE พบว่า ค่า r และ NSE มีค่าเท่ากับ 0.96 และ 0.84 ตามลำดับ (Figure 1) และเมื่อเทียบกับเกณฑ์วัดความแม่นยำของของค่า NSE ซึ่งกำหนดระดับประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยค่าที่ได้อยู่ระหว่าง 0.75 - 1.00 จัดอยู่ในระดับดีมาก (Moriasi *et al*., 2007) และได้ค่าพารามิเตอร์ที่ความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าจำนวน 3 พารามิเตอร์ (Table 4) โดยได้เลือกชุดตัวแปรนี้สำหรับการสอบเทียบแบบจำลอง โดยผลการสอบเทียบผลจากแบบจำลองกับข้อมูลน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง (พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2562) ของสถานี N.1 พบว่ามีค่า r และ NSE เท่ากับ 0.96 และ 0.88 ตามลำดับ (Figure 2) โดยมีค่ามากกว่า 0.80 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

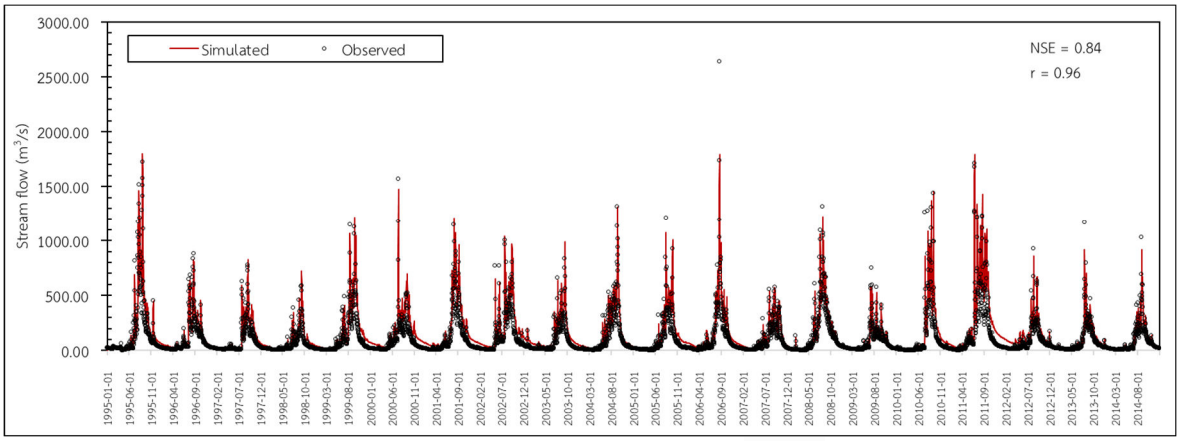


Figure 1 Streamflow variation between observed and simulated during calibration period (1995–2014)

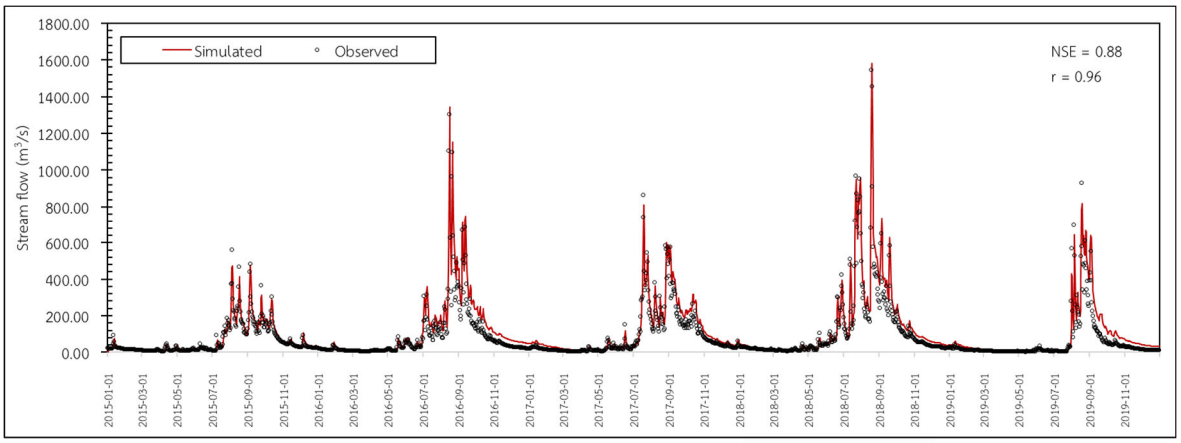


Figure 2 Streamflow variation between observed and simulated during validation period (2015–2019)

Table 4 Parameter values calibrated for the MIKE SHE model

Parameter	Parameter values	
	Initial	Final
Horizontal hydraulic conductivity (m s^{-1})	0.0001	0.00052
Vertical hydraulic conductivity (m s^{-1})	1×10^{-5}	6.5×10^{-5}
Channel flow manning coefficient ($m^{1/3}$ s^{-1})	25	30

2.3 การประเมินปริมาณน้ำท่าภายใต้เงื่อนไขการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในปี พ.ศ. 2570 และปี พ.ศ. 2575 จากข้อมูลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน 2 ช่วงเวลาดังกล่าว พบว่าปริมาณน้ำท่ารวมรายปีจากแบบจำลองใกล้เคียงกัน โดยมีค่า 4,890.85 และ 4,958.94 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยในปี พ.ศ. 2570 และปี พ.ศ. 2575 มีปริมาณน้ำท่าสูงสุดในเดือนกันยายนเท่ากับ 1,656.27 และ 1,681.72 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และ ปริมาณน้ำท่าต่ำสุดในเดือนมีนาคมเท่ากับ 16.01 ล้านลูกบาศก์เมตรทั้งปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2564 กับปริมาณน้ำท่าจากการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า ในปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 มีปริมาณน้ำท่ามากกว่าปี พ.ศ. 2564 เท่ากับ 3,096.81 และ 3,164.90 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 172.62 และร้อยละ 176.41 ตามลำดับ (Table 5) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่า โดยสามารถอธิบายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าได้ว่า

เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากเรือนยอดของสังคมพืชป่าไม้ช่วยชะลอและสกัดฝนให้ตกลงสู่ผิวดินช้าลง ทำให้ฝนที่ตกลงมามีโอกาสซึมลงดินได้มากขึ้น ลดการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าไม้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ส่งผลให้การซึมน้ำผ่านผิวดินและการกักเก็บน้ำในดินน้อยลง ทำให้ปริมาณฝนส่วนใหญ่กลายเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินไหลลงสู่แม่น้ำ มีผลให้ปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มมากขึ้น โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าสอดคล้องกับการศึกษาของ Baiku *et al*. (2021) ได้ใช้แบบจำลองในการศึกษาความสัมพันธ์และอธิบายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ส่งผลให้กระบวนการเกิดอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลง โดยปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามีการซึมลงดินน้อยลง จึงมีน้ำไหลบ่าหน้าดินเพิ่มมากขึ้นปริมาณน้ำท่าจึงสูงขึ้น โดยการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ทำให้ปริมาณน้ำท่าเพิ่มสูงขึ้น

Table 5 Monthly streamflow comparison in the upper Nan watershed

Months	avg. 30 year	2021	2027	2032
	Streamflow (MCM)	Streamflow (MCM)	Streamflow (MCM)	Streamflow (MCM)
January	30.3	27.74	28.73	28.73
February	67.35	22.2	18.5	18.5
March	164.51	30.7	16.01	16.01
April	475.98	50.56	25.14	25.14
May	935.19	35.78	107.05	107.05
June	717.8	225.14	310.7	310.67
July	272.19	283.73	322.86	322.75
August	114.65	412.55	1,111.86	1,103.13
September	67.22	297.35	1,656.27	1,681.72
October	45.08	183.8	713.38	737.14
November	29.54	90.01	357.9	372.6
December	24.75	38.94	222.46	235.49
Total	**2944.55**	**1,698.50**	**4,890.85**	**4,958.94**
wet period (MCM)	2,206.41	1,567.30	4,802.48	4,870.55
dry period (MCM)	738.14	131.20	88.38	88.38
(%) dry period/wet period (Year)	33.45/66.55	8.37/91.63	1.84/98.16	1.81/98.19
(%) streamflow/Rainfall	10.37	11.01	22.99	23.31
specific yield (MCM/km)	0.48	0.39	1.07	1.08

2.4 ลักษณะทางอุทกวิทยาบางประการ

การศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยาบางประการ ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตสามารถอธิบายแต่ละประเด็น ได้ดังนี้ (Table 5)

1) ร้อยละน้ำท่าต่อน้ำฝน (percentage of rainfall runoff ratio)

จากการศึกษาพบว่า ร้อยละน้ำท่าต่อน้ำฝนมีค่าสูงสุดในปี พ.ศ. 2575 มีค่าร้อยละ 23.31 รองลงมาคือ ปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2564 มีค่าร้อยละ 22.99 และ 11.01 ตามลำดับ โดยพบว่าร้อยละน้ำท่าต่อน้ำฝนในอนาคต

มีค่าสูงกว่าปีฐาน เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ต่างกัน ซึ่งผลการศึกษาร้อยละของการเกิดปริมาณน้ำท่าในอนาคต แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนที่มีการตอบสนองต่อลักษณะทางอุทกวิทยาด้านปริมาณน้ำท่าที่ต่ำ ในขณะที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำน่านตอนบนเป็นพื้นที่ป่าไม้บนภูเขาสูงชัน และมีลักษณะเป็นหย่อม ๆ ไม่มีความต่อเนื่องเป็นผืนป่าขนาดใหญ่ เมื่อฝนตกลงมาดินจะมีการกักเก็บน้ำได้เล็กน้อย และค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมาไหลลงสู่ลำน้ำ แต่ด้วยพื้นที่ทางตอนล่างที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำการเกษตร และการขยายตัวของชุมชน ซึ่งทำให้มีความต้องการใช้น้ำมาก ส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนปลดปล่อยมาในสัดส่วนที่น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำยมที่เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่อยู่ใกล้เคียง มีค่าร้อยละน้ำท่าต่อน้ำฝน เท่ากับ 23.49 อ้างอิงข้อมูลจากสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2561) ซึ่งลุ่มน้ำยมมีลักษณะของพื้นที่ และปัญหาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเช่นเดียวกันกับลุ่มน้ำน่านตอนบน จึงทำให้ลุ่มน้ำมีค่าร้อยละน้ำท่าต่อน้ำฝนในสัดส่วนที่น้อยเช่นเดียวกัน

2) ร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝน (percentage of dry period wet period (Year) ratio)

ร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝนของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 30 ปี ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน มีค่าเท่ากับ 33.45/66.55 โดยร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝนของลุ่มน้ำที่ดีตามธรรมชาตินั้น ควรมีสัดส่วนปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูฝนร้อยละ 60 และในช่วงฤดูแล้งร้อยละ 40 (ภาควิชาอนุรักษวิทยา, 2559) โดยในอนาคตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลุ่มน้ำน่านมีสัดส่วนของร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝนที่แตกต่างกันมาก โดยในปี พ.ศ. 2570 ร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝน เท่ากับ 1.84/98.16 และในปี พ.ศ. 2575 ร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝน เท่ากับ 1.81/98.1 ซึ่งแสดงว่า ลุ่มน้ำน่านมีปริมาณน้ำท่าไหลไม่สม่ำเสมอทั้งปี โดยพบว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำท่าที่มากเกินไปส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ได้ และปริมาณน้ำท่าที่ไหลในลำธารมีปริมาณน้อยลงในฤดูแล้ง ส่งผลให้เกิดภัยแล้งได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2561) ได้ทำการศึกษาร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝนในลุ่มน้ำหลักทางภาคเหนือ พบว่า ร้อยละปริมาณน้ำไหลในช่วงน้ำหลากและร้อยละปริมาณน้ำไหลในช่วงแล้งฝนในสัดส่วน 90/10 ซึ่งมีค่าไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นพื้นที่ลุ่มน้ำน่านจึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาน้ำท่วมในช่วงฤดูฝนไปพร้อมกับการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง

3) ศักยภาพการให้น้ำท่า

จากการศึกษาศักยภาพการให้น้ำท่า (specific yield) ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน พบว่า มีพื้นที่ลุ่มน้ำขนาด 4,586.47 ตารางกิโลเมตร มีศักยภาพการให้น้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ (specific water yield) ปริมาณมากที่สุดในปี พ.ศ. 2575 เท่ากับ 1.08 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อตารางกิโลเมตรต่อปี รองลงมาคือ ปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2564 มีค่า 1.07 และ 0.39 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อตารางกิโลเมตรต่อปี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบศักยภาพการให้น้ำท่าในแต่ละปี พบว่า ในอนาคต มีศักยภาพการให้น้ำท่ามากกว่าปี พ.ศ. 2564 (ปีฐาน) เนื่องจากเมื่อมีปริมาณน้ำฝนมากกว่า จึงเกิดน้ำส่วนที่เกินความสามารถในการรองรับของดินและเกิดการไหลเป็นน้ำท่าผิวดิน ส่วนปี พ.ศ. 2564 มีศักยภาพการให้น้ำท่าน้อยกว่าปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 คิดเป็นร้อยละ 174.36 และ 178.97 ของปี พ.ศ. 2564 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ศักยภาพการให้น้ำท่าในอนาคต ปี พ.ศ. 2570 และ ปี พ.ศ. 2575 มีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อย เนื่องจากปัจจัยที่ทำให้เกิดน้ำท่าของลุ่มน้ำน่านตอนบน ได้แก่ ลักษณะภูมิศาสตร์กายภาพลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำฝน ลักษณะทางธรณีและปฐพีวิทยา รวมไปถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (chow, 1992) ซึ่งศักยภาพการให้น้ำท่าในปีที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต มีค่าแตกต่างจากกันเพียงเล็กน้อย เนื่องจากปริมาณน้ำฝนไม่แตกต่างกัน เมื่อพื้นที่ลุ่มน้ำมีขนาดเท่ากัน และมีลักษณะทางกายภาพเหมือนกัน ศักยภาพการให้น้ำท่าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนจึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเพียงปัจจัยเดียว

สรุป

การคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2570 และปี พ.ศ. 2575 ด้วยแบบจำลอง CA-Markov พบว่า มีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุด รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2570 และปี พ.ศ. 2575 กับปี พ.ศ. 2564 พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2564 ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่แหล่งน้ำ มีเนื้อที่เพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เบ็ดเตล็ดเนื้อที่ลดลงจากปี พ.ศ. 2564 โดยเมื่อประเมินปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง MIKE SHE ระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2562 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient: r) และค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพของ Nash-Sutcliffe (Nash-Sutcliffe Efficiency Coefficient: NSE) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.75 - 1.00 จัดอยู่ในระดับดีมาก การศึกษาปริมาณน้ำท่าในอนาคตในปี พ.ศ. 2570 และปี พ.ศ. 2575 พบว่า ปริมาณน้ำท่ารวมรายปีมีมากกว่าปริมาณน้ำท่าในปี พ.ศ. 2564 (ปีฐาน) เท่ากับร้อยละ 172.62 และร้อยละ 176.41 ตามลำดับ และการศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยา ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในปี พ.ศ. 2570 และ พ.ศ. 2575 พบว่า ร้อยละน้ำท่าต่อน้ำฝน (percentage of rainfall runoff ratio) และศักยภาพการให้น้ำท่า (specific yield) มีค่าสูงกว่าปีฐาน (พ.ศ.2564) และร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝน มีสัดส่วนของร้อยละปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งต่อฤดูฝนที่แตกต่างกันมาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายฟาตา มรรษทวี นักอุตุนิยมวิทยาชำนาญการ กรมอุตุนิยมวิทยา และ Danish Hydraulic Institute (DHI) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ MIKE Internet license ในการทำงานวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2558. **เอลนีโญ ลานีญา.** แหล่งที่มา: https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=17, 11 มิถุนายน 2566.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, ธรรมนูญ แก้วอำพุท, วีระศักดิ์ อุดมโชค, พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, บุญมา ดีแสง, สำเริง ปานอุทัย, ชลาทร ศรีตุลานนท์, สุชาติ มูลเมือง, พันธุ์ศักดิ์ วงศ์สูง, อรรณพ หอมจันทร์, กรองจิต เกษจินดา, กำพล เกษจินดา, ธีรยุทธ จันทร์แจ่ม, บัญชา บูรพัฒนสิริ, ทรงพล รอดทอง, ไพบูลย์ บุบผา, ณฤทธิ์ ญังธนิศรา และธีระ ฤกษ์มณีวรรณ. 2554. **งานวิจัยเพื่อท้องถิ่นเกี่ยวกับการเตือนภัยน้ำป่าไหลหลากและแผ่นดินถล่มที่ตำบลแม่นะ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่**: รายงานการวิจัย.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ภาควิชาอนุรักษวิทยา. 2559. **การวิเคราะห์ลุ่มน้ำบางตราน้อย และลุ่มน้ำห้วยทราย บริเวณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร และพื้นที่ต่อเนื่อง อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี**.คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีระภาส คุณรัตนสิริ. 2563. การศึกษาเปรียบเทียบปบบจำลอง CA-Markov และแบบจำลอง CLUE-S เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จังหวัดน่าน. **วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์**. 19(2): 78-100.

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2561. **โครงการประเมินสถานภาพลุ่มน้ำโดยการมีส่วนร่วม (ลุ่มน้ำภาคเหนือ)**. แหล่งที่มา: http://www.dwr.go.th/article_inside.php?article_id=63607, 2 กรกฎาคม 2566.

Baiku, P., Tongdeenok, P., Kaewjampa, N. 2021. Application of SWAT and CLUE-S models in streamflow and land use prediction in the upper Khwae-Noi subwatershed, Nakhonthai district, Phitsanulok province. **Thai Journal of Forestry** 40(2): 39-55. (in Thai)

Chow, V.T. 1964. **Handbook of Applied Hydrology**. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

JICA. 2005. **The Study on Flood and Debris Flow in the Caspian Coastal Area focusing on the Flood-hit Region in Golestan Province**. CTI Engineering International Co., Ltd.

Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Hamel, R.D. and Veith, T.L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. **Transactions of the ASABE** 50(3): 885-900.

Petrakos, M., Benediktsson, J., Kanellopoulos, I. 2001**.** The effect of classifier agreement on the accuracy of the combined classifier in decision level fusion. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing** 39(11): 2539-2546.

การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากฐานข้อมูล CMIP 5 ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน
Flash Flood Area Predicting Under Climate Change Situation From CMIP5 Database in Upper Nan Watershed

อมรรัตน์ คงกระจ่าง[1] **ปิยพงษ์ ทองดีนอก**[1*] และนฤมล แก้วจำปา[1]
Armonrat Kongkrajang[1], **Piyapong Tongdeenok**[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**: piyapong.t@ku.th**

บทคัดย่อ

การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศภายใต้โครงการ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) ระยะที่ 5 ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ EC-Earth คาดการณ์ปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง MIKE 11 NAM-MODEL และคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมฉับพลันโดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์ HEC-RAS คาดการณ์ภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต จำนวน 6 ภาพจำลอง ได้แก่ RCP 4.5 และ RCP 8.5 (พ.ศ. 2571, พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586) ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี 1,437.75 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในอนาคต พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกภาพจำลอง ยกเว้น RCP 4.5 ใน ปี พ.ศ. 2586 ส่วนการประเมินและคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง MIKE 11 NAM-MODEL พบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 30 ปี เท่ากับ 3,198.90 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำท่ารายปีในแต่ละภาพจำลองมีค่า 3,866.10, 3,087.19, 2,997.60, 2,195.69, 1,592.16 และ 3,261.07 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในอนาคต พบว่ามีแนวโน้มลดลง ทั้งกรณี RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดยคิดเป็นร้อยละ 3.49, 6.29, 3.49 และ 50.23 ตามลำดับ ยกเว้น RCP 4.5 ใน ปี พ.ศ. 2571 และ RCP 8.5 ใน ปี พ.ศ. 2586 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยคิดเป็นร้อยละ 20.86 และ 1.94 ตามลำดับ ส่วนการคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมฉับพลันด้วยแบบจำลอง HEC-RAS โดยพบพื้นที่น้ำท่วม จำนวน 6 ภาพจำลองเท่ากับ 88.03, 84.24, 56.20, 82.24, 72.97 และ 84.20 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่น้ำท่วมเพิ่มขึ้นระหว่างร้อยละ 0.37-4.94 เมื่อเทียบกับพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากในรอบ 12 ปี

คำสำคัญ: พื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน

ABSTRACT

Flash Flood Area Predicting Under Climate Change Situation from CMIP5 Database in Upper Nan Watershed. Using rainfall data from the EC-Earth climate model to estimate runoff from the MIKE 11 NAM-MODEL, and flash flood areas are predicted using the hydraulic model HEC-RAS. The future climate scenarios, represented by 6 scenarios outputs, include RCP 4.5 and RCP 8.5 (in the years 2028, 2033, and 2043). The study finds that the average rainfall in the upper Nan River basin over the past 30 years is 1,437.75 millimeters.

Predictions of future rainfall show a rising trend in all scenarios except RCP 4.5 in 2043. The average runoff for the past 30 years, as calculated by the MIKE 11 NAM-MODEL, is approximately 3,198.90 mcm. Annual runoff amounts in each future scenario are 3,866.10, 3,087.19, 2,997.60, 2,195.69, 1,592.16, and 3,261.07 mcm., respectively. Both RCP 4.5 and RCP 8.5

show a declining trend in runoff in the future, with decreases of 3.49%, 6.29%, 3.49%, and 50.23%, respectively, except for RCP 4.5 in 2028 and RCP 8.5 in 2043, except for RCP 4.5 in 2028 and RCP 8.5 in 2043, which show rising trends of 20.86% and 1.94%, respectively. In terms of flash flood area prediction using the HEC-RAS model, the flash flood areas for the 6 scenarios are 88.03, 84.24, 56.20, 82.24, 72.97, and 84.20 km^2 respectively. Flash flooded areas increase between 0.37% and 4.94% compared to repeatedly flash flood areas over a 12-year period.

Keywords: Flash Flood Area, Climate Change, Upper Nan Watershed

คำนำ

ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบเป็นลูกโซ่ต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิมจากอดีต ทำให้เกิดความผันแปรของลักษณะอากาศ โดยเฉพาะความผันแปรในเรื่องของรูปแบบการตกของฝน โดยพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนนั้นได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นอย่างมาก เนื่องจากลักษณะของภูมิประเทศ มีภูเขาสูงชันทอดตัวในแนวเหนือใต้ ขวางทางเคลื่อนที่ของพายุและตำแหน่งของพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่ในแนวตั้งฉากของการเคลื่อนที่ลมมรสุม จึงทำให้มีปริมาณฝนตกหนักและเกิดน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน จากพื้นที่ภูเขาสูงชันลงพื้นที่ราบด้านล่าง ได้อย่างรวดเร็ว ประกอบกับมีการสร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำในพื้นที่ชุนชน จึงไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน จึงทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลากได้ง่าย โดยมีแนวโน้มความถี่ความรุนแรงเพิ่มขึ้นจากอดีตอย่างชัดเจน เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศร่วมกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากพื้นที่ป่าเป็นภูเขาหัวโล้น โดยมีมูลค่าความเสียหายในการเกิดอุทกภัยใหญ่ ในปี พ.ศ. 2554 มากกว่า 1 พันล้านบาท จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้มีความแม่นยำ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกวิทยา MIKE11-NAM MODEL ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีความสามารถในการเลียนแบบพฤติกรรมการไหลของน้ำที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนได้อย่างใกล้เคียงธรรมชาติ (ณัฐพล, 2559) ร่วมกับแบบจำลองชลศาสตร์ HEC-RAS ซึ่งเป็นข้อมูลลักษณะภูมิประเทศและสิ่งปลูกสร้าง จำลองพฤติกรรมการไหลล้นตลิ่งของน้ำ (Hydrologic Engineering Center :USACE.,2020) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองที่มีการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการหมุนเวียนอากาศ (General circulation model ,GCM) ที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ตรวจวัดจริง ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยเฉพาะประเทศไทย ได้แก่ แบบจำลอง Ec-Earth (Suchada *et al*, 2021) เพื่อใช้ร่วมกับแบบจำลองอุทกวิทยา และแบบจำลองทางชลศาสตร์ เพื่อคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมในอนาคต เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในแนวทางในการจัดการ การวางแผนและกลยุทธ์ระดับภูมิภาคของพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อลดความเสียหายและผลกระทบที่เกิดขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทางด้านภูมิประเทศ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ ฐานข้อมูลจากกรมแผนที่ทหาร ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและเส้นลำน้ำบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน จากกรมทรัพยากรน้ำ และรูปหน้าตัดลำน้ำของลุ่มน้ำน่านตอนบน จากกรมชลประทาน

ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและการคายระเหยน้ำรายวัน จากสถานีตรวจวัดอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 4 สถานี ได้แก่ สกษ.น่าน สตอ.น่าน สอท.ท่าวังผา และ สอท.ทุ่งช้าง และข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำรายวัน จากศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน ที่สถานีวัดน้ำท่า N.1 โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2532-2563

ข้อมูลการคาดการณ์สภาพอากาศในอนาคตจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (GCMs) ของ IPCC โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจาก ภายใต้โครงการ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) ระยะที่ 5 ภายใต้สถานการณ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ (RCP 4.5) และ การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราสูง (RCP 8.5) ซึ่งแบบจำลองภูมิอากาศโลกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ แบบจำลอง EC-Earth โดยมีภาพจำลองในอนาคต จำนวน 6 ภาพจำลองดังนี้

1) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ (RCP 4.5) (ปี พ.ศ. 2571)
2) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ (RCP 4.5) (ปี พ.ศ. 2576)
3) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ (RCP 4.5) (ปี พ.ศ. 2586)
4) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราสูง (RCP 8.5) (ปี พ.ศ. 2571)
5) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราสูง (RCP 8.5) (ปี พ.ศ. 2576)
6) การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราสูง (RCP 8.5) (ปี พ.ศ. 2586)

2. การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ในอนาคตจากแบบจำลอง Mike 11 โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอนาคต

การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในอนาคตโดยการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพข้อมูล ภายใต้ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) ระยะที่ 5 ซึ่งมีการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน ภายใต้ RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดยมีขั้นตอนการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ดังนี้

2.1 เตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่แบบจำลอง MIKE 11 NAM-MODEL ได้แก่ ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยเป็นข้อมูล Shapefiles โดยใช้พิกัดกริด UTM WGS 1984 Zone 47 N ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำฝน การคายระเหยรายวัน กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 4 สถานี ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำรายวัน จากศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนบน กรมชลประทาน ที่สถานีวัดน้ำท่า N.1 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532-2562 เพื่อนำไปใช้ในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

2.2 จัดทำไฟล์กำหนดค่าตัวแปรของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (RR-parameters) เป็นไฟล์ที่รวบรวมขนาดพื้นที่รับน้ำ ข้อมูลน้ำฝน การคายระเหย ข้อมูลปริมาณน้ำท่า และค่าตัวแปรต่างๆของแบบจำลอง

2.3 การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง MIKE11 NAM Model โดยนำข้อมูลที่จัดเตรียมในข้อ 2.1 และกำหนดค่าตัวแปรของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (RR-parameters) เข้ามาใช้ในประมวลผล ผลลัพธ์ที่ได้ปริมาณน้ำท่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532-2562 ที่ยังไม่ได้ปรับแก้

2.4 ทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง (model calibration) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันปี พ.ศ. 2532-2562 (30 ปี) โดยมีการปรับแก้พารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning (Manning's coefficient) ชั้นการไหลของน้ำผิวดิน (Surface Zone) ชั้นการไหลของน้ำในชั้นรากพืชถึงระดับที่พืชดึงน้ำมาใช้ (Root Zone) และชั้นการไหลของน้ำใต้ดิน (Ground Water Zone) เพื่อสอดคล้องกับพื้นที่จริงในแต่ละลุ่มน้ำย่อย (สิทธิโชติ อาชวกิจโกศล, 2562)

2.5 การสอบเทียบแบบจำลอง (model validation) โดยการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง เพื่อใช้ในการตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันที่ได้จากแบบจำลอง และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวันที่ได้จากสถานีตรวจวัด โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2563 ในการสอบเทียบแบบจำลอง โดยใช้ค่าสถิติ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพของแบบจำลองแนช–ซัทคลิฟฟ์ (Nash-Sutcliffe Efficiency Coefficient: NSE) ดังสมการที่ (1) และ ค่ารากที่สองกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) ดังสมการที่ (2)

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2} \quad (1)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y})^2}{n}} \quad (2)$$

Y คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจากสถานี N.1
$\hat{Y}$ คือ ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลอง
$\bar{Y}$ คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจากสถานี N.1
n คือ จำนวนข้อมูลการทดสอบ

โดยค่า NSE มีค่าเข้าใกล้ 1 ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดและจากการคำนวณมีความสัมพันธ์กันมาก โดยมีการแบ่งเกณฑ์ความแม่นยำของค่า NSE สามารถแบ่งได้ 4 ระดับ ดังนี้ NSE ≥ 0.75 เกณฑ์ดีมาก, NSE ≤ 0.75 เกณฑ์ดี , NSE ≥ 0.65 เกณฑ์พอใช้ และ NSE ≤ 0.50 เกณฑ์ไม่เป็นที่พึงพอใจ (Moriasi *et al.*,2007) ส่วนค่า RMSE ยิ่งค่าเข้าใกล้ 0 ยิ่งมีความแม่นยำมาก

2.6 การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า ในอนาคตจากแบบจำลอง MIKE 11-NAM MODEL โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ปรับแก้แล้วในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก (GCMs) ภายใต้ Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) ระยะที่ 5 กรณี RCP 4.5 และ RCP 8.5 โดยนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้ปรับแก้แล้วเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายวันจากแบบจำลอง EC-Earth กรณี RCP 4.5 ปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 โดยนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง MIKE 11-NAM MODEL และใช้ตัวแปรย่อยในแบบจำลองน้ำฝนน้ำท่า (RR-parameters) ที่ได้ปรับแก้แล้วในข้อ 2.3-2.4 และกรณี RCP 8.5 ทำเช่นเดียวกันกับ RCP 4.5

2.7 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 30 ปี กับปริมาณน้ำท่าภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตกรณี RCP 4.5 และ RCP 8.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2578 และ พ.ศ. 2588 โดยใช้สถิติทดสอบ t-test กำหนดระดับนัยสำคัญที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % โดยค่า p-value ≤ 0.05 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 30 ปีกับปริมาณน้ำท่าในอนาคต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วม ด้วยแบบจำลองชลศาสตร์ของระบบแม่น้ำ (Hydrological Engineering Center's River Analysis System: HEC-RAS)

3.1 เตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่แบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน (.shp) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดน่าน แบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM)

3.2 จัดรูปแบบข้อมูล ข้อมูลปริมาณน้ำท่าในอนาคตแต่ละภาพจำลอง จำนวน 4 ภาพจำลองที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 3.1 .ให้อยู่ในแบบเดียวกัน โดยเป็นข้อมูล Shapefiles โดยใช้พิกัดกริด UTM WGS 1984 Zone 47 N และนำข้อมูลที่จัดเตรียมเรียบร้อยแล้ว เข้าสู่แบบจำลอง HEC-RAS

3.3 การสร้าง Terrain ในแบบจำลอง HEC-RAS กำหนดให้มีการสร้าง Terrain พิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยแบบจำลองใช้ข้อมูล DEM ประมวลผลร่วมกับลักษณะภูมิประเทศ เส้นทางน้ำ สร้างแบบจำลองสามมิติ (3D) โดยการศึกษาได้กำหนดความละเอียดของ Terrain เท่ากับ 30*30 ตารางกิโลเมตร

3.4 การสร้าง mesh หรือพื้นที่น้ำท่วม หลังจากการสร้าง Terrain แล้ว แบบจำลอง HEC-RAS กำหนดให้สร้าง mesh ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมพื้นที่น้ำท่วมสูงสุดในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน ย้อนหลัง 30 ปี เพื่อกำหนดขนาดพื้นที่น้ำท่วมให้มีความสอดคล้องกับเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตมากที่สุด โดยกำหนดขนาดของ Mesh เท่ากับ 50*50 ตารางกิโลเมตร โดยมีพื้นที่ mesh เท่ากับ 235.47 ตารางกิโลเมตร

3.5 การประมวลผลของแบบจำลอง หลังจากการสร้าง Terrain และโดยกำหนด mesh ในแบบจำลอง HEC-RAS จากนั้นทำการคัดเลือกปริมาณน้ำท่าจากการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคตในแม่น้ำน่าน โดยกำหนดจุด N.64 เป็นจุดเริ่มต้นเข้าพื้นที่น้ำท่วมของ mesh โดยพิจารณาปริมาณน้ำ 7 ภาพจำลอง เช่นเดียวกับข้อ 1 แต่มีการเพิ่มภาพจำลอง 1 ภาพจำลอง ได้แก่ ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยในรอบ 12 ปี (กรณีฐาน)

3.6 ทำการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วม ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก 12 ปี จากกองวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์น้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กับพื้นที่น้ำท่วมที่ประเมินได้จากแบบจำลอง (กรณีฐาน) และคำนวณหาร้อยละพื้นที่น้ำท่วมที่ซ้อนทับกันจากพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก 12 ปี กับพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลอง ดังสมการที่ (5)

$$\text{Accuracy (\%)} = \frac{\text{พื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลอง}}{\text{พื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากหน่วยงานกองวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์น้ำ}} \times 100 \quad (5)$$

ผลและวิจารณ์

1. ความผันแปรของปริมาณน้ำฝนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากการศึกษาความผันแปรของปริมาณน้ำฝนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากแบบจำลอง EC- Earth โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ RCP 4.5 (การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ และ RCP 8.5 (การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง) โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

1.1 ความผันแปรรายเดือน

ความผันแปรรายเดือนของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 30 ปี พบว่าในเดือนสิงหาคม มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 314.21 มิลลิเมตร และในเดือนกุมภาพันธ์ มีปริมาณน้ำฝนต่ำที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 9.76 มิลลิเมตร

การคาดการณ์ความผันแปรปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง EC-Earth โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ RCP 4.5 และ RCP 8.5 และแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 5 ปี (พ.ศ. 2571) 10 ปี (พ.ศ. 2576) และ 20 ปี (พ.ศ. 2586) สามารถอธิบายผลการศึกษา ได้ดังนี้

1.1.1 ความผันแปรของปริมาณน้ำฝนรายเดือน กรณี RCP 4.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 พบว่าปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนกันยายน กันยายน และกรกฎาคม โดยมีค่า 310.92, 452.22 และ 240.68 มิลลิเมตร ตามลำดับ และพบปริมาณน้ำฝนต่ำที่สุดในเดือน มกราคม เมษายน และกุมภาพันธ์ โดยมีค่า 31.42, 32.52 และ 28.28 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Figure 1)

1.1.2 ความผันแปรของปริมาณน้ำฝนรายเดือน กรณี RCP 8.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 พบว่าปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในเดือนมิถุนายน สิงหาคม และสิงหาคม โดยมีค่า 490.44, 268.87 และ 435.05 มิลลิเมตร ตามลำดับ และพบปริมาณน้ำฝนต่ำที่สุดในเดือน มีนาคม ธันวาคม และกุมภาพันธ์ โดยมีค่า 30.29, 32.10 และ 29.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Figure 1)

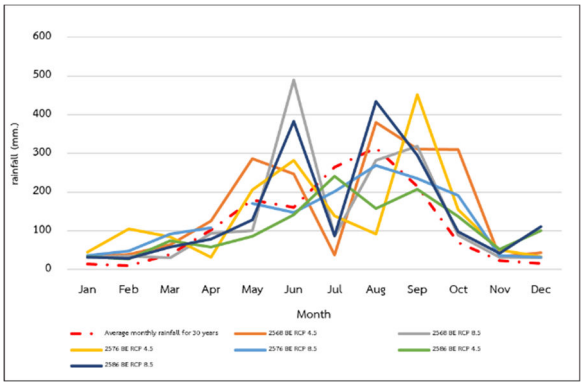


Figure 1 Monthly rainfall projection Under the Climate Change scenario in 2571, 2576, and 2588 BE (*BE = Buddhist Era).

1.2 ความผันแปรรายปี

จากการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนรายวันตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2532-2562 พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 30 ปี มีค่า 1,410.10 มิลลิเมตร ส่วนการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง EC-Earth โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ RCP 4.5 และ RCP 8.5 และแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 5 ปี (พ.ศ. 2571) 10 ปี (พ.ศ. 2576) และ 20 ปี (พ.ศ. 2586) สามารถอธิบายผลการศึกษา ได้ดังนี้

1.2.1 ความผันแปรของปริมาณน้ำฝนรายปี กรณี RCP 4.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 มีปริมาณน้ำฝนรายปี 1,912.37, 1,678.32 และ 1,319.83 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 30 ปี พบว่า ในปี พ.ศ. 2571 และ พ.ศ. 2576 พบว่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 36.62 และ 19.02 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Parichat *et al* (2022) ปริมาณน้ำฝนในอนาคตจังหวัดตากในกรณี RCP 4.5 และ RCP 8.5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ในปี พ.ศ. 2586 พบว่าปริมาณน้ำฝนนั้นมีแนวโน้มลดลง โดยคิดเป็นร้อยละ 6.40 ซึ่งปริมาณน้ำฝนมีความผันผวนเนื่องจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำในลุ่มน้ำ พร้อมทั้งมีความผันผวนของอากาศที่เกิดขึ้นภายในลุ่มน้ำ (Zulfaqar *et al*, 2017)

1.2.2 ความผันแปรของปริมาณน้ำฝนรายปี กรณี RCP 8.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 มีปริมาณน้ำฝนรายปี 1,620.86, 1,569.69 และ 1,778.48 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 30 ปี พบว่า ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 พบว่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 14.92, 11.32 และ 26.12 ตามลำดับ มีความสอดคล้องกับการศึกษา Muhammad Noor *et al.* (2019) พบว่าความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนในอนาคต กรณี RCP 8.5 มีปริมาณเพิ่มขึ้น

โดยเมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 30 ปี กับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแบบ RCP 4.5 และ RCP 8.5 ใน 3 ช่วงเวลาที่กล่าวมานั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า p-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chanchai *et al* (2021) ลุ่มน้ำน่านมีปริมาณน้ำฝนรายปีมีแนวโน้มผันผวนในช่วงปี พ.ศ. 2564-2588 ก่อนที่จะเพิ่มขึ้นมากในช่วงปี พ.ศ. 2589-2613

2. การประเมินค่าปริมาณน้ำท่า จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2532 - พ.ศ. 2563) บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน

2.1 ประสิทธิภาพแบบจำลอง

การทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองอุทกวิทยา Mike11 NAM Model เป็นการทดสอบค่าความถูกต้องของการคาดกรณ์ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเทียบกับค่าที่ตรวจวัดจริงจากสถานีตรวจวัดน้ำ N.1 ของกรมชลประทาน โดยใช้ค่าสถิติในการอธิบายได้แก่ ค่ารากที่สองกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (Root Mean

Square Error : RMSE) และค่าดัชนีความคลาดเคลื่อน Nash-Sutcliffe (NSE) สามารถอธิบายได้ดังนี้ ค่ารากที่สองกำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error : RMSE) มีค่า เท่ากับ 0.75 และค่าดัชนีความคลาดเคลื่อน Nash-Sutcliffe (NSE) มีค่า 0.80 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า ความสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลองมีความสัมพันธ์มาก และเมื่อเข้าเกณฑ์วัดความถูกต้องของค่าบอกความแม่นยำของแบบจำลองอยู่ในระดับดีมาก (Figure 2)

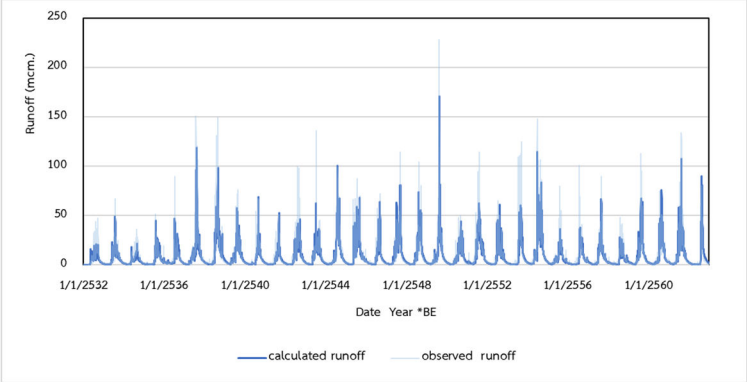


Figure 2 Daily runoff variation between measurement and predition of upper Nan watershed

2.2 ความผันแปรของปริมาณน้ำท่าจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จากการศึกษาความผันแปรของปริมาณน้ำฝนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากแบบจำลอง EC-Earth โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ RCP 4.5 (การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ) และ RCP 8.5 (การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง) โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความผันแปรรายเดือน

การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง Mike11 NAM Model โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ RCP 4.5 และ RCP 8.5 และแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 5 ปี (พ.ศ. 2571) 10 ปี (พ.ศ. 2576) และ 20 ปี (พ.ศ. 2586) สามารถอธิบายผลการศึกษา ได้ดังนี้

2.2.1.1 ความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือน กรณี RCP 4.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 พบว่าปริมาณน้ำท่ามากที่สุดในเดือนตุลาคม กันยายน และตุลาคม โดยมีค่า 1,192.40, 827.55 และ 431.05 ล้านลูกบาศก์เมตรตามลำดับ และพบปริมาณน้ำท่าต่ำที่สุดในเดือนเมษายน เมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่า 13.10, 49.90 และ 11.57 ล้านลูกบาศก์เมตรตามลำดับ (Figure 3) ทั้งนี้ปริมาณน้ำท่าที่พบสูงปรากฏในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดร่วมกับมีปริมาณน้ำฝนสะสมตั้งแต่ช่วงต้นฤดูจึงทำให้ปริมาณน้ำท่าสูงสุดในช่วงเดือนตุลาคม และกันยายน ส่วนช่วงฤดูแล้ง เดือนเมษายน และพฤษภาคม พบว่ามีปริมาณน้ำฝนตกน้อยประกอบกับการมีการใช้น้ำต่อเนื่อง ปริมาณน้ำท่าจึงลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสุจิรา (2562) ซึ่งทำการศึกษาความผันแปรของปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน พบว่า ปริมาณน้ำท่าสูงสุดและต่ำสุด ในเดือนกันยายน และช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน มีค่า 177.7 ล้านลูกบาศก์เมตร และไม่มีปริมาณน้ำท่า ตามลำดับ

2.2.1.2 ความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือน กรณี RCP 8.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 พบว่าปริมาณน้ำท่ามากที่สุดในเดือนกันยายน กันยายน และสิงหาคม โดยมีค่าเท่ากับ 1,092.23, 737.25 และ 883.50 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และพบปริมาณน้ำท่าต่ำที่สุดในเดือนพฤษภาคม มีนาคมและพฤษภาคม โดยมีค่า 10.31, 15.85 และ 10.19 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสุจิรา (2562) ซึ่งทำการศึกษาความผันแปรของปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดและต่ำสุดในเดือนกันยายน และช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน มีค่า 216.1 ล้านลูกบาศก์เมตร และไม่มีปริมาณน้ำท่า ตามลำดับ (Figure 3)

โดยความผันแปรในรายเดือนกรณี RCP 4.5 และกรณี RCP 8.5 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนในเดือนมิถุนายน กันยายน-พฤศจิกายน มีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 30 ปี โดยสอดคล้อง Nilawar *et al* (2019) ได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำท่าภายใต้ RCP 4.5 และ 8.5 บริเวณลุ่มน้ำ Purna ประเทศอินเดีย ปริมาณน้ำท่าความผันแปรรายเดือนมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงกันยายน และจาก Figure 3 พบว่าในเดือนกรกฎาคม สิงหาคม ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย 30 ปี มีแนวโน้มลดลง โดยอยู่ระหว่างร้อยละ 10-85 ด้วยในช่วงเวลาที่กล่าวนั้น เป็นช่วงฝนทิ้งช่วงปริมาณความชื้นในอากาศน้อยลง ความกดอากาศต่ำนี้จะพาดผ่านอยู่บริเวณประเทศจีนตอนใต้ ทำให้ฝนลดลง ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ligaray *et al* (2015) การเปลี่ยนแปลงของฝนมรสุมฤดูร้อนตอนบนลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ประเทศไทย พบว่าช่วงฤดูก่อนมรสุม คือเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน มีแนวโน้มที่ลดลง และในช่วงมรสุม สิงหาคม-ตุลาคม พบว่าปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดเทียบกับปริมาณน้ำฝนในอนาคต มีค่าลดลง

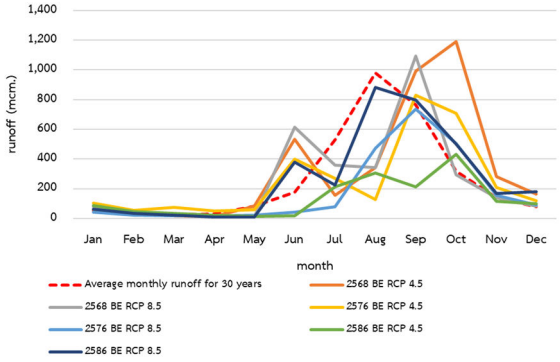


Figure 3 Future Monthly Average Runoff Under Climate Change in 2571, 2576, and 2586 BE.
(*BE. = Buddhist Era)

2.2.2 ความผันแปรรายปี

จากการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนรายวันตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2532-2562 พบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 30 ปี มีค่าเท่ากับ 2,625.98 ล้านลูกบาศก์เมตร

การคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง Mike11 NAM Model โดยแบ่งเป็น 3 กรณี คือ RCP 4.5 และ RCP 8.5 และแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา คือ 5 ปี (พ.ศ. 2571) 10 ปี (พ.ศ. 2576) และ 20 ปี (พ.ศ. 2586) สามารถอธิบายผลการศึกษา ได้ดังนี้

2.2.2.1 ความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายปี กรณี RCP 4.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 มีปริมาณน้ำท่ารายปี 3,866.10, 2,997.60 และ 1,592.16 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าในแต่ละปีมีแนวโน้มลดลง และเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 30 ปี พบว่าในปี พ.ศ. 2576 และพ.ศ. 2586 ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มลดลง คิดเป็นร้อยละ 6.29 และ 50.23 ส่วนในปี พ.ศ. 2571 ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 20.86 เมื่อพิจารณาในช่วงหลาก มีปริมาณน้ำท่า 3,297.56, 2,387.25 และ 1,196.12 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 85.29, 79.64 และ 75.13 ของปริมาณน้ำท่าทั้งปี ตามลำดับ และในช่วงแล้ง มีปริมาณน้ำท่า 568.54, 610.35 และ 396.04 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 17.24 ,25.57 และ 33.11 ของปริมาณน้ำท่าทั้งปี

2.2.2.2 ความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายปี กรณี RCP 8.5 ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 มีปริมาณน้ำท่ารายปี 3,087.19, 2,195.69 และ 3,261.07 ล้านลูกบาศก์เมตรตามลำดับ โดยเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 30 ปี พบว่าในปี พ.ศ. 2571 และ พ.ศ. 2576 ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มลดลง คิดเป็นร้อยละ 3.49 และ 50.26 ส่วนในปี พ.ศ. 2586 ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 1.94 เมื่อพิจารณาในช่วงน้ำหลาก มีปริมาณน้ำท่า 2,706.80, 1,855.56 และ 2,791.30 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 87.68,

84.51 และ 85.59 ของปริมาณน้ำท่าทั้งปี ตามลำดับ และในช่วงแล้ง มีปริมาณน้ำท่า 380.39, 340.13 และ 469.76 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 14.05, 18.33 และ 16.83 ของปริมาณน้ำท่าทั้งปี

โดยเมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วง 30 ปี กับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงน้ำหลาก โดยมีค่า p-value เท่ากับ 0.75, 0.89, 0.69, 0.19, 0.07, 0.915 และ 0.548 และช่วงน้ำแล้ง มี ค่า p-value เท่ากับ 0.24, 0.48, 0.20, 0.69, 0.46 และ 0.32 ซึ่ง หมายความว่าเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 30 ปีกับปริมาณน้ำท่าในอนาคตไม่มีความแตกต่างกันในนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากว่ามีพฤติกรรมรายเดือนชัดเจน พฤติกรรมรายฤดูกาล พบว่ามีปริมาณน้ำที่ใกล้เคียงกัน แต่มีพฤติกรรมความผันแปรที่แตกต่างในรายฤดูและรายเดือน

3. การประเมินพื้นที่น้ำท่วมและการคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมในอนาคต ด้วยแบบจำลองชลศาสตร์ของระบบแม่น้ำ

3.1 การปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง (Model Calibration)

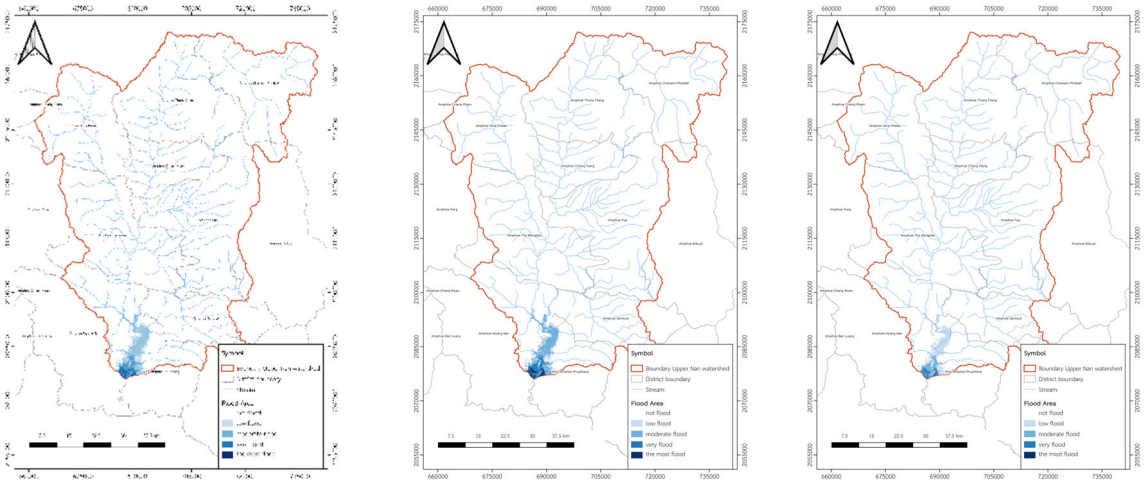
ใช้ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก 12 ปี (พ.ศ.2549-พ.ศ. 2560) โดยมีการปรับแก้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning (Manning's coefficient) ในลำน้ำสาย ค่า EG Slope distributing flow ในเส้นที่การปล่อยน้ำเข้าพื้นที่ และเส้นน้ำออก และประเมินความแม่นยำของแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองมีความแม่นยำร้อยละ 82.14 อยู่ระดับดี

3.2 การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมในอนาคต ด้วยแบบจำลองชลศาสตร์ของระบบแม่น้ำ (HEC-RAS)

การศึกษาพื้นที่น้ำท่วมในอนาคตจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง MIKE11 Rainfall-Runoff และใช้แบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนด้วยแบบจำลอง EC-Earth จากนั้นใช้แบบจำลอง HEC-RAS ในการคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วม โดยในการศึกษาครั้งนี้มีการแบ่งช่วงเวลาเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ RCP 4.5 (การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ) และ RCP 8.5 (การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง) โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

3.2.1 RCP 4.5 (การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ)

การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมในอนาคตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรณี RCP 4.5 (การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราปานกลาง-ต่ำ) ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 พบพื้นที่น้ำท่วม เท่ากับ 88.03, 84.24 และ 56.20 ตารางกิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่น้ำท่วมปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 12 ปี พบพื้นที่น้ำท่วมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ใน ปี พ.ศ. 2571 และ พ.ศ. 2576 โดยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shrestha and Lohpaisankrit (2017) ความรุนแรงของน้ำท่วมประจำปีคาดว่าเพิ่มขึ้นสำหรับสถานการณ์ทั้ง RCP 4.5 และ 8.5 เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมกับปีฐานนั้น และเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมใน 3 ช่วงเวลาพบว่าพื้นที่น้ำท่วมมีแนวโน้มลดลง โดยคิดเป็นร้อยละ 36.16 เนื่องจากสถานกรณ์ RCP 4.5 โดยมีแนวทางที่มีการกำหนดมาตรการหรือนโยบายควบคุมในการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงมีการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย (IPCC,2013) จึงทำให้พื้นที่น้ำท่วมมีแนวโน้มที่ลดลง (Figure 4)

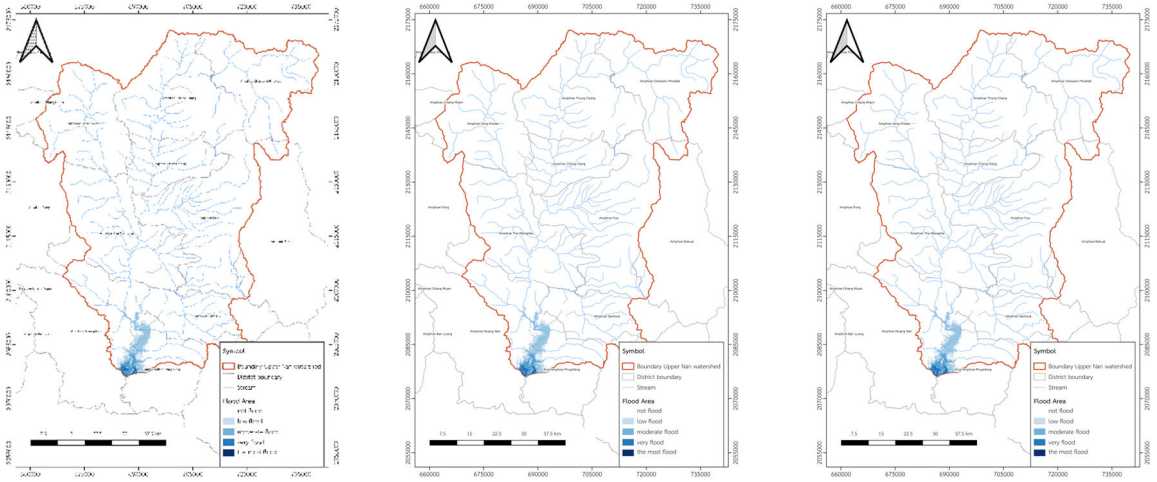


(a) (b) (c)

Figure 4 Representative Concentration Pathway 4.5 (RCP 4.5) in 2571 (a) , 2576 (b), and 2586 (C) BE. (*BE = Buddhist Era)

3.2.2 RCP 8.5 (การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง)

การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมในอนาคตการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรณี RCP 8.5 (การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับสูง) ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 พบพื้นที่น้ำท่วมเท่ากับ 82.24, 72.97 และ 84.20 ตารางกิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่น้ำท่วมปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี 12 ปี พบพื้นที่น้ำท่วมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chanchai *et al* (2021) ได้ทำการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า-อากาศบริเวณลุ่มน้ำน่าน พบว่ากรณี RCP 8.5 ความน่าจะเป็นของน้ำท่วม มีแนวโน้มใกล้เคียงกับระยะเวลาอ้างอิงในอนาคตอันใกล้ (พ.ศ. 2564- พ.ศ. 2588) เพิ่มขึ้นอย่างมากในอนาคตระยะกลาง (พ.ศ. 2589 -พ.ศ. 2613) และอนาคตระยะไกล (พ.ศ.2614-2638) และเมื่อเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมระหว่างปี พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 กรณี RCP 8.5 พบว่าพื้นที่น้ำท่วมระดับมากที่สุด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.56 และพื้นที่น้ำท่วมระดับน้อย มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 7.75 โดยพื้นที่น้ำท่วมที่เพิ่มขึ้นนั้นเนื่องจากการเพิ่มของปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี จึงทำให้ปริมาณน้ำท่านั้นมากขึ้นตามกัน พร้อมมีการขยายตัวของสังคมเมืองในอนาคตจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีการสร้างเส้นทางคมนาคมหรือสิ่งกีดขวางทางไหลน้ำ จึงทำให้เกิดพื้นที่น้ำท่วมเพิ่มขึ้น โดย Daisuke *et al* (2018) ได้ทำการศึกษาความน่าจะเป็นของการเกิดดินโคลนถล่มในระยะเวลา 100 ปี ภายใต้ RCP 4.5 และ RCP 8.5 พื้นที่ดินโคลนถล่มเพิ่มขึ้นร้อยละ 40 และ 80 ของพื้นที่ในประเทศไทย ตามลำดับ โดยในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนพบการเกิดดินโคลนถล่มอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากมีการทำการเกษตรในพื้นที่ลาดชัน จึงเป็นปัจจัยที่เกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้น (Figure 5)



(a) (b) (c)

Figure 5 Representative Concentration Pathway 8.5 (RCP 8.5) in 2571 (a) , 2576 (b), and 2586 (C) BE. (*BE = Buddhist Era)

สรุป

การคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง EC-Earth ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 กรณี RCP 4.5 มีปริมาณน้ำฝนรายปี 1,912.37, 1,678.32 และ 1,319.83 มิลลิเมตร ตามลำดับ และกรณี RCP 8.5 มีปริมาณน้ำฝนรายปี 1,620.86, 1,569.69 และ 1,778.48 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี พบว่าปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำฝนกรณี RCP8.5 มีแนวโน้มสูงกว่า กรณี RCP 4.5

การคาดการณ์ของปริมาณน้ำท่าจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากแบบจำลอง Mike11 NAM Model ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 กรณี RCP 4.5 มีปริมาณน้ำท่าราย 3,866.10, 2,997.60 และ 1,592.16 ล้านลูกบาศก์เมตรตามลำดับ กรณี RCP 8.5 มีปริมาณน้ำท่ารายปี 3,087.19, 2,195.69 และ 3,261.07 ล้านลูกบาศก์เมตรตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย 30 ปี พบว่าปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มลดลง และระยะเวลาของการเกิดน้ำท่าสูงสุด มีการเลื่อนระยะเวลา (time lag) ไป 1 เดือน

การคาดการณ์พื้นที่น้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ในปี พ.ศ. 2571 พ.ศ. 2576 และ พ.ศ. 2586 กรณี พบพื้นที่น้ำท่วม เท่ากับ 88.03, 84.24 และ 56.20 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ และกรณี RCP 8.5 พบพื้นที่น้ำท่วม เท่ากับ 82.24, 72.97 และ 84.20 ตารางกิโลเมตร พื้นที่น้ำท่วมเพิ่มขึ้นระหว่างร้อยละ 0.37-4.94 เมื่อเทียบกับพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก ในรอบ 12 ปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายฟาตา มรรษทวี นักอุตุนิยมวิทยาชำนาญการ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในเรื่องข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณ Danish Hydraulic Institute (DHI) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ MIKE Student license ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ณัฐพล กระเสาร์. 2559. **การวิเคราะห์และเปรียบเทียบแบบจำลอง *NAM* และแบบจำลอง *IFAS* เพื่อการประเมินน้ำท่าในลุ่มน้ำน่านตอนบน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บุษปกร ขันติธีระกวี. 2555. **การประยุกต์แบบจำลอง HEC-RAS เพื่อการจัดการน้ำท่วมในลุ่มน้ำน่านส่วนบน** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุจิรา ศรสูงเนิน. 2562. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่องบดุลน้ำ บริเวณลุ่มน้ำย่อยน่านตอนบน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิทธิโชติ อาชวกิจโกศล. 2562. **การศึกษาการพยากรณ์น้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำนาจ ชิดไธสง. 2553. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 2 แบบจำลองสถาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

IPCC. 2013. Climate chang 2013 : The physical science basis**.** *In* **Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge.

Komori, D., Rangsiwanichpong, P., Inoue, N., Ono, K., Watanabe, S. and Kazama, S. 2018. Distributed probability of slope failure in Thailand under climate change. **Climate Risk Management** 20: 126-137.

Ligaray, M., Kim, H., Sthiannopkao, S., Lee, S., Cho, K. H. and Kim, J.H. 2015. Assessment on hydrologic response by climate change in the Chao Phraya River Basin, Thailand. **Water** 7(12): 6892-6909.

Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D. and Veith, T.L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. **Transactions of the ASABE** 50(3), 885-900.

Nilawar, A.P., and Waikar, M.L. 2019. Impacts of climate change on streamflow and sediment concentration under RCP 4.5 and 8.5: A case study in Purna river basin, India**. Science of the total environment** 650: 2685-2696.

Noor, M., Ismail, T.B., Shahid, S., Ahmed, K., Chung, E.S. and Nawaz, N. 2019. Selection of CMIP5 multi-model ensemble for the projection of spatial and temporal variability of rainfall in peninsular Malaysia. **Theoretical and Applied Climatology** 138: 999-1012.

Petpongpan, C., Ekkawatpanit, C., Visessri, S. and Kositgittiwong, D. 2021. Projection of hydro-climatic extreme events under climate change in Yom and Nan River Basins, Thailand. **Water** 13(5): 665.

Pinsri, P., Shrestha, S., Saurav, K.C., Mohanasundaram, S., Virdis, S.G., Nguyen, T.P.L. and Chaowiwat, W. 2022. Assessing the future climate change, land use change, and abstraction impacts on groundwater resources in the Tak Special Economic Zone, Thailand. **Environmental Research** 211: 113026.

Pimonsree, S., Kamworapan, S., Gheewala, S.H., Thongbhakdi, A. and Prueksakorn, K. 2023. Evaluation of CMIP6 GCMs performance to simulate precipitation over Southeast Asia. **Atmospheric Research** 282: 106522.

Sa'adi, Z., Shahid, S., Chung, E.S. and bin Ismail, T. 2017. Projection of spatial and temporal changes of rainfall in Sarawak of Borneo Island using statistical downscaling of CMIP5 models**.** **Atmospheric research** 197: 446-460.

Shrestha, S. and Lohpaisankrit, W. 2017. Flood hazard assessment under climate change scenarios in the Yang River Basin, Thailand. **International Journal of Sustainable Built Environment** 6(2): 285-298.

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินของป่าเขตร้อน บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

Soil Carbon Dioxide Emission and Carbon Storage in Tropical Forest at Sakaerat Environmental Research Station, Nakornrachasima Province

สิรภัทร ศิริรักษ์[1] **นฤมล แก้วจำปา**[1*] ปิยพงษ์ ทองดีนอก[1] และสุรชิต แวงโสธรณ์[2]

Sirapat Siriruk[1], **Naruemol Kaewjampa**[1*], Piyapong Tongdeenok[1] and Surachit Waengsothorn[2]

[1]ภาคอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

[2]สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ต.อุดมทรัพย์ อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา 30370

[2]Sakaerat Environmental Research Station, Udom Sab, Wang Nam Khieo, Nakhon Ratchasima Province 30370

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

บทคัดย่อ

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกักเก็บคาร์บอนในดินของป่าเขตร้อนถือได้ว่าเป็นทั้งแหล่งกักเก็บ (sink) และปลดปล่อย (source) คาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้จึงเพื่อศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกักเก็บคาร์บอนในดิน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกักเก็บคาร์บอนในดินกับอุณหภูมิดินและความชื้นในดินของป่าเขตร้อน 2 ชนิด ได้แก่ ป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษา พบว่า ป่าดิบแล้งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน 0.66 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง การกักเก็บคาร์บอน 0.47 กรัมคาร์บอนต่อตารางเซนติเมตร และความชื้นในดิน ร้อยละ 18.92 มีค่ามากกว่าป่าเต็งรัง ซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน 0.50 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง การกักเก็บคาร์บอน 0.40 กรัมคาร์บอนต่อตารางเซนติเมตร และความชื้นในดิน ร้อยละ 14.01 ส่วนอุณหภูมิดินของป่าเต็งรังมีค่ามากกว่าป่าดิบแล้ง การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดินในระดับปานกลางทั้งป่าเต็งรังและดิบแล้ง (r เท่ากับ 0.51 และ 0.52 ตามลำดับ) ความสัมพันธ์กับความชื้นในดินในระดับปานกลางในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง (r เท่ากับ -0.51 และ -0.61 ตามลำดับ) ส่วนการกักเก็บคาร์บอนในดินมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดินในระดับปานกลางทั้งในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง (r เท่ากับ -0.53 และ -0.54 ตามลำดับ) ในขณะที่การกักเก็บคาร์บอนในดินกลับมีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินในระดับสูง ในทั้งป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.87 และ 0.81 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน การกักเก็บคาร์บอนในดิน ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง

ABSTRACT

The release of soil carbon dioxide and carbon storage of tropical forests can be considered both as sources and sinks of carbon dioxide in the atmosphere. The aims of this study were to examine the carbon dioxide emission and carbon storage in the soil, as well as to analyze the relationships between soil carbon dioxide emission and soil carbon storage with soil temperature and soil moisture in tropical forests: dry dipterocarp forest and dry evergreen forest. The study was conducted at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima Province. The results showed that the dry evergreen forest had a soil carbon dioxide emission rate of 0.66 $gCO_2/m^2/hr.$, soil carbon storage rate of 0.47 gC/cm^2, and average soil moisture of 18.92%. These values were higher than those of the dry dipterocarp forest, which had a soil carbon dioxide

emission rate of 0.50 $gCO_2/m^2/hr.$, soil carbon storage rate of 0.40 gC/cm^2, and average soil moisture of 14.01%. Additionally, the average annual soil temperature in the dry dipterocarp forest was higher than that in the dry evergreen forest. Correlation of The soil carbon dioxide emission with soil temperature and soil moisture was moderate positive relationship in both the dry dipterocarp forest and the dry evergreen forest (r = 0.51 and 0.52, respectively) and correlation with soil moisture was moderate negative relationship in dry dipterocarp forest and dry evergreen forest (r = -0.51 and -0.61, respectively). As for soil carbon storage, it was correlated with soil temperature was moderate relationship in both the dry dipterocarp forest and the dry evergreen forest (r = -0.53 and -0.54, respectively). Meanwhile, soil carbon storage was strong positively correlated with soil moisture in both the dry dipterocarp forest and the dry evergreen forest, with correlation coefficients (r) of 0.87 and 0.81, respectively.

Keyword: Soil carbon dioxide emission, Soil carbon storage, Dry dipterocarp forest, Dry evergreen forests

คำนำ

ภาวะโลกร้อน (Global warming) เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญและรุนแรงที่โลกกำลังเผชิญอยู่ในปัจจุบัน โดยสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ทั้งนี้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถือได้ว่าเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความเข้มข้นของการปลดปล่อยเพิ่มขึ้นอย่างมากซึ่งเป็นผลทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกได้มากขึ้น การเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังเป็นอีกสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021) ระบบนิเวศบก (Terrestrial ecosystem) โดยเฉพาะดินจึงเป็นแหล่งกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนบนบกรวมทั้งยังเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยกระบวนการหายใจของดิน (Soil Respiration) ที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินของจุลินทรีย์ในดินซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญเป็นอันดับที่สองของวัฏจักรคาร์บอน ดินปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ ร้อยละ 10 ของคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศบนโลกในแต่ละปี (Raich and Potter, 1995) โดยเฉพาะระบบนิเวศป่าไม้ที่เป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน ร้อยละ 40-70 ของการหายใจในระบบนิเวศทั้งหมด (Chambers *et al*., 2004) แต่อย่างไรก็ตามระบบนิเวศป่าไม้ยังมีบทบาทสำคัญของวัฏจักรคาร์บอนในด้านเก็บคาร์บอนไว้ในดิน ซึ่งมากถึงร้อยละ 73 ของดิน (Zhu *et al.*, 2017)

ป่าเขตร้อน (Tropical forest) เป็นป่าที่มีความสำคัญต่อวัฏจักรคาร์บอนโดยผ่านกระบวนการเก็บกักคาร์บอนในพืชพรรณต่าง ๆ มากถึงร้อยละ 45 ของทั้งโลก และยังพบว่าป่าเขตร้อนยังมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินที่สูงกว่าในพื้นที่ป่าเขตอบอุ่น (Raich J.W. and Schlesinger W.H., 1992) ป่าเขตร้อนจึงมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ แต่อย่างไรก็ตามการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินและการกักเก็บคาร์บอนในดินของป่าเขตร้อน โดยเฉพาะป่าเขตร้อนในประเทศไทยยังมีการศึกษาไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินและการกักเก็บคาร์บอนในดิน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินและการกักเก็บคาร์บอนในดินกับอุณหภูมิดินและความชื้นในดิน ของป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา ตั้งอยู่ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พิกัดละติจูด 14°30' เหนือ ลองติจูด 100°48' ตะวันออก ความสูง 280-762 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ประมาณ 77.96 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,145.6 มิลลิเมตร อุณหูมิเฉลี่ย 26.3 องศาเซลเซียส ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปประกอบด้วยภูเขาที่มีความลาดชันระดับปานกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพื้นที่ป่าธรรมชาติ 2 ชนิด ซึ่งครอบคลุมร้อยละ 70 ของพื้นที่ ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ชนิดพันธุ์ไม้เด่น เช่น ตะเคียนหิน ประดู่ แดง ตะเคียนทอง และกระบก และป่าเต็งรัง ชนิดพันธุ์ไม้เด่น เช่น เต็ง รัง ยางกลาด พลวง และเหียง

สมบัติดินที่พบในป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง พบว่า เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) และดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ตามลำดับ ความหนาแน่นรวมของดินมีค่าระหว่าง 1.14-1.18 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความชื้นในดิน มีค่าระหว่าง ร้อยละ 14.47-18.45 ความเป็นกรด-ด่างของดิน มีค่าระหว่าง 3.77-4.43 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน มีค่าระหว่าง ร้อยละ 2.34-2.68 อินทรียวัตถุในดิน มีค่าระหว่าง ร้อยละ 4.03-4.63 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด อยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.20-0.23 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ อยู่ระหว่าง 8.77-11.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 79.74-110.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 384.60-384.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน 276.54-548.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้วางแปลงทดลองขนาด 10x10 เมตร จำนวน 3 แปลง ในทั้งสองชนิดป่า เพื่อทำการตรวจวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินและเก็บตัวอย่างดิน โดยทำการศึกษาตั้งแต่ตั้งแต่สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 (Figure 1)

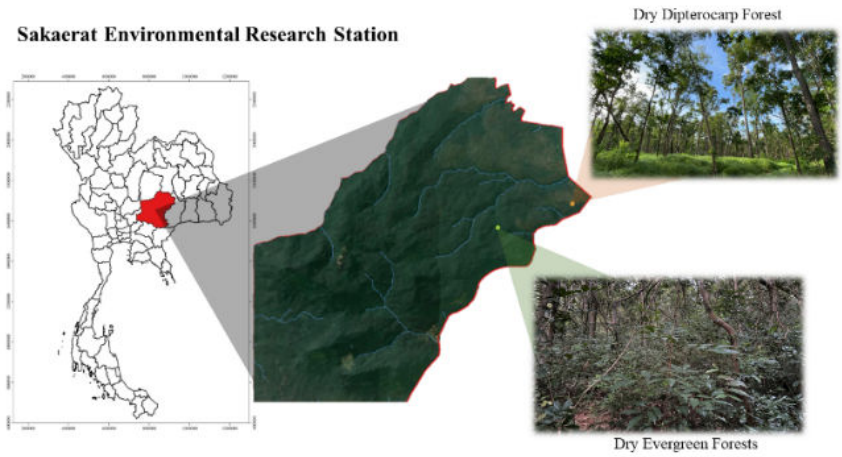


Figure 1 Site study at dry dipterocarp forest and dry evergreen forests, Sakaerat Environmental Research Station

2. การเก็บตัวอย่างดิน

การเลือกจุดเก็บตัวอย่างที่ทำการศึกษาโดยการวางแปลงตัวอย่างในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (Undisturbed Sample) เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน ด้วยวิธี Unit weight (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) และความชื้นในดินด้วยวิธี Gravitational (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ส่วนการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง (Disturbed Sample) เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอินทรียคาร์บอนในดิน ด้วยวิธี Walkley and Black colorimetric (Walkley and Black,1934) ตั้งแต่สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565 ที่ห้องปฏิบัติการดิน พืช และวัสดุทางการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

3. การวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน

การวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินด้วยวิธี Close Dynamic Chamber โดยการติดตั้งกระบอกทำจากท่อพีวีซี (Collar) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร สูง 4.5 เซนติเมตร ฝังลงไปในดินอย่างน้อย 1 วัน ก่อนทำการตรวจวัด จำนวนแปลงละ 3 จุด โดยไม่รบกวนโครงสร้างดินที่อยู่ภายในท่อพีวีซี (Collar) วัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในแต่ละ Collar ที่ทำการฝังทิ้งไว้ ด้วยเครื่องวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (EGM-4 Environmental Gas Monitor For CO_2; EGM-4, PP-Systems, Hitchin, UK) และใช้งานร่วมกับ Closed soil CO_2 efflux chamber ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ครอบลงไปในท่อพีวีซี (Collar) ที่ทำการฝังไว้ในดิน พร้อมวัดอุณหภูมิดินโดยเครื่องวัดอุณหภูมิดิน (Soil temperature sensor) ที่สามารถต่อกับเครื่องวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (EGM-4) ซึ่งการวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินและอุณหภูมิดินในแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 120 วินาที การศึกษาในครั้งนี้ได้การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในรอบวันทำการเก็บทุกๆ 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 01.00-24.00 นาฬิกา ในฤดูแล้ง และการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในรอบเดือนทำการเก็บทุกเดือน เดือนละ 1 วัน ในแต่ละวันทำการวัดทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00-17.00 นาฬิกา ทั้งนี้การคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน สามารถคำนวณได้จากสมการ (Torbern, 2006)

$$F = \frac{\Delta C}{\Delta t}\frac{V}{A} \qquad (1)$$

เมื่อ F = การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง)

$\frac{\Delta C}{\Delta t}$ = ความแตกต่างของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในChamber ต่อหน่วยเวลา (กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)

V = ปริมาตรของ Chamber (ลูกบาศก์เมตร)

A = พื้นที่หน้าตัดของ Chamber (ตารางเมตร)

4. การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน

คำนวณปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดินของป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง สามารถคำนวณได้จากสมการของ (Ellannia *er al.*, 2016) ดังนี้

$$C_s = K_d \times \rho \times \%C_{organic} \qquad (2)$$

เมื่อ C_s = การกักเก็บคาร์บอนในดิน (กรัมคาร์บอนต่อตารางเซ็นติเมตร)

K_d = ความลึกของดิน (เซ็นติเมตร)

ρ = ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร)

$\%C_{organic}$ = ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (ร้อยละ)

5. วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติและวิเคราะห์ความสัมพันธ์

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน การกักเก็บคาร์บอนในดิน ความชื้นในดิน และอุณหภูมิดินแต่ละชนิดป่า วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Turkey's analysis ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวโดยวิธี Pearson Correlation โดยใช้โปรแกรม R Studio

ผลและวิจารณ์

1. การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (Soil carbon dioxide emission)

1.1 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (Soil carbon dioxide emission) ในรอบวัน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในรอบวัน บริเวณป่าดิบแล้งมีค่ามากกว่าป่าเต็งรังในทุกช่วงเวลาและมีค่าสูงที่สุดที่เวลา 17.00 นาฬิกา มีค่าเท่ากับ 0.69 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และมีค่าน้อยที่สุดในเวลา 8.00 นาฬิกา มีค่าเท่ากับ 0.48 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง เนื่องจากในป่าดิบแล้ง เริ่มมีแสงแดดที่ส่องลงสู่พื้นดินในเวลาประมาณ 7.00 นาฬิกา ทำให้อุณหภูมิดินเพิ่มขึ้น สิ่งมีชีวิตในดินและจุลินทรีย์ในดินเริ่มทำงานและเกิดกระบวนการหายใจของดินทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเพิ่มขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ในส่วนของอุณหภูมิดินในเวลากลางวัน พบว่าอุณหภูมิดินในป่าดิบแล้งมีค่าเพิ่มขึ้นไม่มากจากช่วงเวลาเช้า เนื่องจากในป่าดิบแล้งมีพืชพรรณปกคลุมหนาแน่นมากทำให้ดินไม่ถูกแสงแดดโดยตรงมากนักทำให้อุณหภูมิดินสูงขึ้นอย่างช้า ๆ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น และลดลงหลังจากเวลา 17.00 นาฬิกา เป็นต้นไป (Figure 2 (a)) ในขณะที่ป่าเต็งรังค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมีค่ามากที่สุดในเวลา 22.00 นาฬิกา มีค่าเท่ากับ 0.45 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และมีค่าน้อยที่สุดในเวลา 10.00 นาฬิกา เท่ากับ 0.37 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง เนื่องจากป่าเต็งรังมีการปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้ไม่มากนักทำให้มีแสงแดดที่ส่องลงสู่พื้นดินโดยตรงจึงทำให้อุณหภูมิดินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าป่าดิบแล้ง การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อมีแสงแดด แต่กลับเพิ่มขึ้นไม่มากนักเนื่องจากอุณหภูมิดินที่สูงมากทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินน้อยลงและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกครั้งหลังเวลา 18.00 นาฬิกา (Figure 2 (b)) สอดคล้องกับการศึกษาของ Hanpattanakit *et al*. (2009) พบว่าในพื้นที่ป่าเต็งรัง จังหวัดราชบุรี มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นหลังเวลา 17.00 นาฬิกา เนื่องจากดินมีอุณหภูมิลดลงจากตอนกลางวัน และทั้งนี้ในระบบนิเวศที่แห้งแล้งซึ่งมีระดับความชื้นในดินต่ำอย่างสม่ำเสมอ อัตราการหายใจของดินในตอนกลางคืนอาจสูงกว่าในตอนกลางวัน เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้นในตอนกลางคืน (Medina and Zelwer, 1972)

1.2 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (Soil carbon dioxide emission) รายเดือน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเฉลี่ยรายปี พบว่า ป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) โดยป่าดิบแล้งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เท่ากับ 0.66 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมงซึ่งมีปริมาณมากกว่าป่าเต็งรัง เท่ากับ 0.50 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง สอดคล้องกับการศึกษาของ Dorji and Suwanwaree (2010) พบว่า การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในป่าดิบแล้งมากกว่าป่าเต็งรัง เนื่องจากชนิดและปริมาณของพืชพันธุ์ที่ปกคลุมดินในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินของป่าดิบแล้งมีค่ามากกว่าป่าเต็งรังในทุกเดือน และมีค่ามากที่สุดในเดือนพฤษภาคม และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 0.85 และ 0.38 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินของป่าเต็งรัง มีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคม และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายน เท่ากับ 0.72 และ 0.25 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินรายเดือนของป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และธันวาคม ในขณะที่ในเดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน กลับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (Table 3)

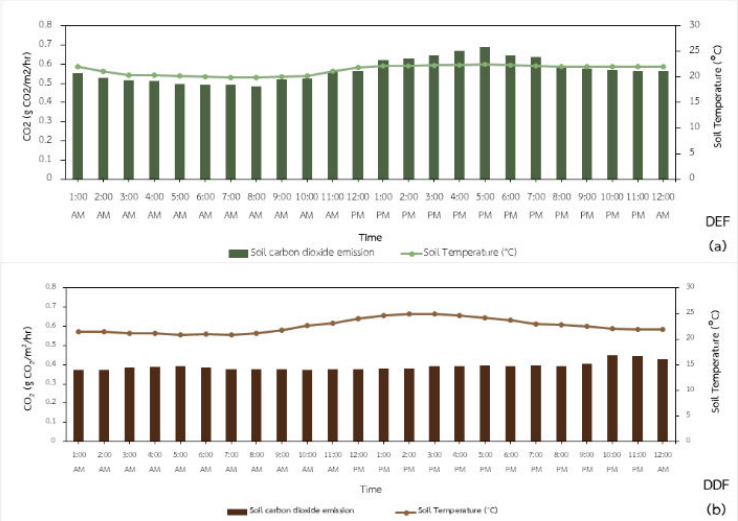


Figure 2 Diurnal soil carbon dioxide (CO_2) emission and soil temperature at dry evergreen forest (a) and dry dipterocarp forest (b).

2. การกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil carbon Storage)

การกักเก็บคาร์บอนในดินเฉลี่ยรายปีของป่าดิบแล้งและป่าเต็งรัง พบว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) โดยป่าดิบแล้งมีค่า เท่ากับ 0.47 กรัมคาร์บอนต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งมากกว่าป่าเต็งรัง มีค่าเท่ากับ 0.40 กรัมคาร์บอนต่อตารางเซนติเมตร การกักเก็บคาร์บอนในดินของป่าดิบแล้งมีค่ามากที่สุดในเดือนกรกฎาคม และน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม มีค่าเท่ากับ 0.61 และ 0.40 กรัมคาร์บอนต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนป่าเต็งรังมีการกักเก็บคาร์บอนในดินมากที่สุดในเดือนตุลาคม และน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม มีค่าเท่ากับ 0.58 และ 0.28 กรัมคาร์บอนต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และการกักเก็บคาร์บอนในดินของป่าดิบแล้งมีค่ามากกว่าป่าเต็งรังในทุกเดือน โดยเดือนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ได้แก่ มกราคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน พฤศจิกายน และธันวาคม (Table 3)

3. อุณหภูมิดินและความชื้นในดิน

อุณหภูมิดินเฉลี่ยรายปีของป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) โดยพบว่าป่าเต็งรังมีค่าสูงกว่าป่าดิบแล้ง เท่ากับ 26.95 และ 24.25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิดินเฉลี่ยรายเดือน พบว่าอุณหภูมิดินของป่าเต็งรังในทุกเดือนมีความแตกต่างกับป่าดิบแล้ง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) โดยป่าเต็งรังมีค่ามากกว่าป่าดิบแล้งในทุกเดือน และพบว่าป่าเต็งรังมีอุณหภูมิสูงที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ และต่ำที่สุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 30.52 และ 23.61 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนป่าดิบแล้งมีอุณหภูมิดินสูงที่สุดในเดือนมีนาคม และต่ำที่สุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 25.50 และ 20.92 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Table 3) ส่วนความชื้นในดินเฉลี่ยรายปีของป่าทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) โดย ป่าดิบแล้งมีค่าสูงกว่าป่าเต็งรัง เท่ากับ ร้อยละ 18.92 และ 14.01 ตามลำดับ และความชื้นในดินเฉลี่ยรายเดือนของป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) ได้แก่ เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม ส่วนเดือนมีนาคม และกันยายน กลับพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามกลับพบว่าความชื้นในดินรายเดือนในป่าดิบแล้งมีค่ามากกว่าป่าเต็งรังในทุกๆ เดือน โดยป่าดิบแล้งมีความชื้นในดินสูงที่สุดในเดือนตุลาคม มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 31.71 และมีค่าต่ำที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 9.65 ในขณะที่ป่าเต็งรังมีความชื้นในดินสูงที่สุดในเดือนกันยายน มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 29.56 และมีค่าต่ำที่สุดในเดือน ธันวาคม มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 5.45 (Table 3)

4. ความสัมพันธ์ของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินกับอุณหภูมิดินและความชื้นในดิน

4.1 ความสัมพันธ์ของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับอุณหภูมิดินและความชื้นในดิน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับอุณหภูมิดินในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก แต่มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.51 และ 0.52 ตามลำดับ (Figure 4 (a, b)) แต่อย่างไรก็ตามแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิดินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิดินมีผลต่อกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดินและจุลินทรีย์ดิน รวมทั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จึงส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นตามมา (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) และจากผลการศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่า การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในแต่ละเดือนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิดินเพิ่มขึ้น แต่ในเดือนที่มีอุณหภูมิดินสูงมากกลับพบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าลดลงทั้งในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง (Figure 3 (a, b)) ส่วนความสัมพันธ์ของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับความชื้นในดิน พบว่าทั้งป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางและมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.51 และ -0.61 ตามลำดับ (Figure 4 (c, d)) แสดงถึงความชื้นในดินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินลดน้อยลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Sasitorn *et al*. (2013) พบว่าจุลินทรีย์ในดินจะสามารถทำกิจกรรมได้ดีเมื่อดินมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 50-80 หากมีความชื้นในดินมากเกินไปจะทำให้ปริมาณออกซิเจนลดน้อยลงส่งผลให้จุลินทรีย์ถูกยับยั้งการทำงาน จึงทำให้มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของจุลินทรีย์ลดลงตามไปด้วย (Figure 3 (c, d))

4.2 ความสัมพันธ์ของการกักเก็บคาร์บอนในดินกับอุณหภูมิดินและความชื้นในดิน

การกักเก็บคาร์บอนในดินกับอุณหภูมิดินในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ และพบว่ามีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.53 และ -0.54 ตามลำดับ (Figure 4 (e, f)) ส่วนความสัมพันธ์ของการกักเก็บคาร์บอนในดินกับความชื้นในดิน พบว่า ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก และพบความสัมพันธ์ในระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.87 และ 0.81 (Figure 4 (g, h)) ทั้งนี้อุณหภูมิดินและความชื้นในดินเป็นตัวกำหนดอัตราการสลายตัวที่สำคัญ เนื่องจากสิ่งเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อกิจกรรมของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ อัตราการสลายตัวเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (Figure 3 (e, f)) แต่สามารถลดลงได้ภายใต้สภาวะที่มีความชื้นในดินมาก (Figure 3 (g, h)) ซึ่งการกักเก็บน้ำในพื้นที่หรือความชื้นในดินมีความสำคัญมากกว่าอุณหภูมิดิน

Table 3 Comparison of monthly Soil carbon dioxide emission, Soil carbon storage, Soil temperature and Soil moisture between dry dipterocarp forest and dry evergreen forests

Month	Soil carbon dioxide emission (g $CO_2/m^2/hr$)		Soil carbon storage (g C/cm^2)		Soil temperature (°C)		Soil moisture (%)	
	Dry dipterocarp forest	Dry evergreen forests	Dry dipterocarp forest	Dry evergreen forests	Dry dipterocarp forest	Dry evergreen forests	Dry dipterocarp forest	Dry evergreen forests
January	0.28^{b}±0.14**	0.57^{a}±0.19**	0.33^{b}±0.05**	0.41^{a}±0.07**	27.12^{a}±1.09***	23.54^{b}±0.19***	5.56^{b}±1.00***	11.65^{a}±2.60***
February	0.35^{b}±0.16*	0.59^{a}±0.20*	0.41^{a}±0.09	0.42^{a}±0.03	30.52^{a}±1.38***	25.06^{b}±0.24***	5.72^{b}±0.84***	9.65^{a}±1.11***
March	0.72^{a}±0.23	0.83^{a}±0.23	0.39^{a}±0.04	0.41^{a}±0.04	29.48^{a}±1.84***	25.50^{b}±0.39***	12.95^{a}±1.93	14.49^{a}±2.31
April	0.56^{a}±0.24	0.77^{a}±0.21	0.33^{b}±0.04***	0.46^{a}±0.04***	28.85^{a}±1.65***	25.08^{b}±0.23***	7.86^{b}±0.96***	13.46^{a}±3.01***
May	0.63^{a}±0.25	0.85^{a}±0.21	0.33^{b}±0.05**	0.40^{a}±0.03**	28.15^{a}±1.30***	24.48^{b}±0.10***	8.97^{b}±0.91***	18.48^{a}±2.53***
June	0.63^{a}±0.21	0.71^{a}±0.17	0.37^{b}±0.03*	0.43^{a}±0.05*	27.67^{a}±1.10***	25.19^{b}±0.18***	9.03^{b}±1.47***	14.11^{a}±1.89***
July	0.64^{a}±0.35	0.76^{a}±0.20	0.40^{b}±0.06***	0.61^{a}±0.09***	25.81^{a}±0.43***	24.18^{b}±0.20***	18.34^{b}±2.31***	23.96^{a}±2.25***
August	0.54^{a}±0.23	0.63^{a}±0.33	0.53^{b}±0.06*	0.59^{a}±0.04*	25.60^{a}±0.69***	24.81^{b}±0.50***	23.09^{b}±1.78***	26.79^{a}±1.97***
September	0.25^{a}±0.12	0.38^{a}±0.17	0.44^{b}±0.06*	0.52^{a}±0.06*	24.39^{a}±0.39***	23.33^{b}±0.00***	29.56^{a}±3.96	31.56^{a}±2.86
October	0.43^{a}±0.29	0.44^{a}±0.21	0.58^{a}±0.09	0.59^{a}±0.06	25.77^{a}±0.60***	24.35^{b}±0.25***	28.14^{b}±2.70*	31.71^{a}±4.01*
November	0.67^{a}±0.21	0.85^{a}±0.24	0.34^{b}±0.04**	0.42^{a}±0.04**	26.43^{a}±0.85***	24.51^{b}±0.09***	13.42^{b}±1.27***	19.20^{a}±2.80***
December	0.31^{b}±0.16**	0.56^{a}±0.16**	0.28^{b}±0.04***	0.41^{a}±0.04***	23.61^{a}±0.58***	20.92^{b}±0.44***	5.45^{b}±1.46***	11.95^{a}±1.22***
Average	**0.50^{b}±0.27*** **	**0.66^{a}±0.25*** **	**0.40^{b}±0.10*** **	**0.47^{a}±0.09*** **	**26.95^{b}±2.43*** **	**24.25^{a}±1.21*** **	**14.01^{b}±8.63*** **	**18.92^{a}±7.88*** **

Remarks: letter mean at the 5% significantly and same letter are not significantly difference at the 5% level by Turkey's analysis

± = Standard deviation ** Significant at P<0.01 * Significant at P<0.05 *** Significant at P<0.001

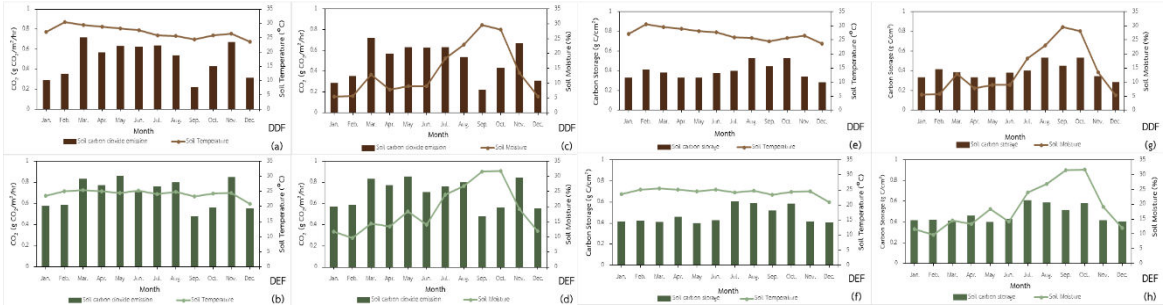


Figure 3 Monthly soil carbon dioxide (CO_2) emission, soil temperature (a), (b) and soil moisture (c), (d) Monthly soil carbon storage, soil temperature (e), (f) and soil moisture (g), (h) in dry dipterocarp forest (DDF) and dry evergreen forests (DEF) during 2022 – 2023

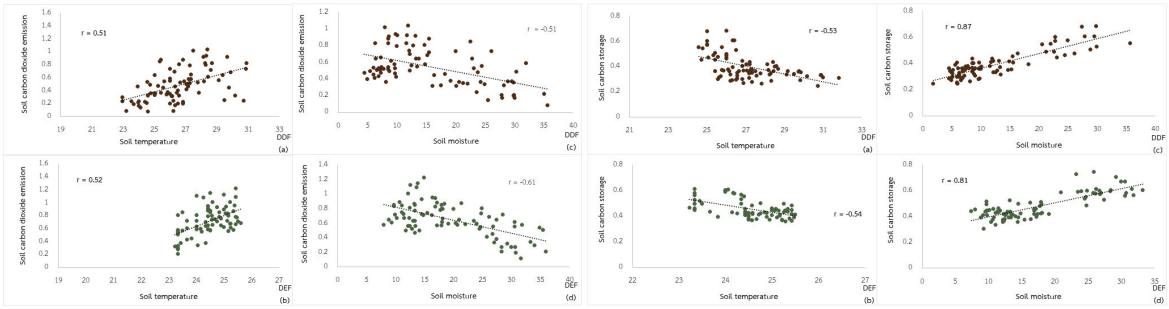


Figure 4 Correlation of soil carbon dioxide (CO_2) emission and soil temperature (a),(b) and soil moisture (c), (d) Correlation of soil carbon storage and soil temperature (e), (f) and soil moisture (g), (h) in dry dipterocarp forest (DDF) and dry evergreen forests (DEF) during 2022 – 2023.

สรุป

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน การกักเก็บคาร์บอนในดิน และความชื้นในดินเฉลี่ยรายปีของพื้นที่ป่าดิบแล้งมีค่ามากกว่าพื้นที่ป่าเต็งรัง ส่วนอุณหภูมิดินเฉลี่ยรายปีของพื้นที่ป่าเต็งมีค่ามากกว่าพื้นที่ป่าดิบแล้ง และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.001) การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดินและความชื้นในระดับปานกลางทั้งป่าเต็งรังและดิบแล้ง โดยอุณหภูมิดินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความชื้นในดินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินลดลงทั้งในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ส่วนการกักเก็บคาร์บอนในดินมีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินมากกว่าอุณหภูมิดินทั้งในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง โดยความชื้นในดินที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การกักเก็บคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น แต่เมื่ออุณหภูมิดินเพิ่มขึ้นกลับทำให้การกักเก็บคาร์บอนในดินลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โครงการการประยุกต์ใช้ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยาในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่สงวนชีวมณฑล และลดผลกระทบปัญหาทรัพยากรน้ำภาคการเกษตร ของพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยสะแกราช ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย และขอขอบคุณ ดร. ศศิธร หาสิน และ Prof. Dr. Akinori Yamada ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ EGM-4 สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. **คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี**. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Chambers, J.Q., Edgard, S.T., Ligia, C.T., Bianca, F.C., Niro, H., Joaquim dos, S., Alessandro, C.A., Bart, K., Antonio, D.N. and Susan E.T. 2004. Respiration from a tropical forest ecosystem: partitioning of sources and low carbon use efficiency. **Ecological Applications** 14: 72-88.

Dorji, K. and Suwanwaree, P. 2010. Soil respiration of natural forest, forest plantation and agricultural incubated soils, pp. 322-327. **The 2nd RMUTP International Conference Green Technology and Productivity**. Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Nakhon Ratchasima.

Hanpattanakit, P., Panuthai, S. and Chidthaisong, A. 2009. Temperature and moisture controls of soil respiration in a dry dipterocarp forest, Ratchaburi province. **Agriculture and Natural Resources**, 43(4): 650-661.

Ellannia, L.D., Setiawan, A. and Niswati, A. 2016. Litter and soil carbon stock in cultivated and natural area of integrated forest for conservation education of Wan Abdul Rachman Great Forest Park. **J. Trop. Soils** 21(3): 171-178

Medina, E. and Zelwer, M. 1972. Soil respiration in tropical plant communities, pp. 245-269. *In* **Proceedings of the Second International Symposium of Tropical Ecology**. Athens, Georgia.

Raich, J.W. and Potter, C.S. 1995. Global patterns of carbon dioxide emissions from soils. **Global Biogeochemical Cycles** 9(1): 23-36.

Raich, J.W. and Schlesinger, W.H. 1992. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. **Tellus** 44(2): 81–99.

Sampanpanish, P. 2000. **Report of Assessment on Biodiversity Surveys of Plant Community at Sakaerat Environmental Station, Nakhon Ratchasima**. Environment Research Institute, Chulalongkorn University, Bangkok.

Hasin, S., Yamada, A., Ohashi, M. and Tasen, W. 2013. **CO_2 efflux from subterranean nest of ants in a dry evergreen forest at Sakaerat Environmental Research Station in Nakhorn Ratchasima province, Thailand. (pp.)**. Office of the Higher Education Commission, Bangkok.

Schlesinger, W. H., and Andrews, J. A. 2000. Soil respiration and the global carbon cycle. **Biochemistry** 48: 7-20.

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021. **Global Carbon and Other Biogeochemical Cycles and Feedbacks.**

Torbern, T. 2006. **Calibration and analysis of soil carbon efflux estimates with closed chambers at Forsmark and Laxemar**. Department of Physical Geography and Ecosystem Analysis Lund University, Sweden.

Yang, K.Z., Jiaojun, Z., Min, Y., Qiaoling, S. and Osbert, J. 2010. Soil microbial biomass carbon and nitrogen in forest ecosystems of Northeast China: a comparison between natural secondary forest and larch plantation. **Journal of Plant Ecology** 3(3): 175-182.

Zhu, J.X., Xu, H., Tao, S., Chi, X., Li, P., Jiang, L. Ji, C., Zhu, J., Tang, Z., Pan, Y., Birdsey, R.A., He, X. and Fang, J. 2017. **Carbon stocks and changes of dead organic matter in China’s forests**. Nature Communications, United Kingdom.

สาขานิเวศวิทยาป่าไม้
และความหลากหลายทางชีวภาพ

องค์ประกอบและความหลากชนิดของกล้าไม้ต้นในป่าเต็งรัง บริเวณกลุ่มป่าตะวันตกของประเทศไทย
Composition and Species Diversity of Tree Seedlings in a Deciduous Dipterocarp Forest, western forest complex, Thailand

คณิศร โชติวุฒมากร[1] **ภาณุมาศ ลาดปาละ**[1*] วงศธร พุ่มพวง[1] ฉันทนา วรกำพล[1] เพ็ญภัสสร เสมอใจ[1] และ ขวัญชนก ทองจาด[1]
Kanisorn Chowtiwuttakorn[1*], **Phanumard Ladpala**[1*], Wongsatorn Phumphuang[1], Chantana Worakumphol[1], Penbhussorn Samerjai[1] and Kwanchanok Tongjad[1]
[1]กลุ่มงานวิจัยระบบนิเวศป่าไม้และสิ่งแวดล้อม สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช
กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest and Environmental Ecosystem Research Group, Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, 10900
* Corresponding author; E-mail: **pladpala@gmail.com**

บทคัดย่อ

กล้าไม้ต้นถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการตั้งตัวของสังคมพืช แสดงให้เห็นถึงความสามารถของการสืบต่อพันธุ์ขององค์ประกอบชนิดตั้งแต่กล้าไม้ต้นจนกระทั่งเป็นแม่ไม้ โดยการสืบต่อพันธุ์เหล่านี้ต้องอาศัยปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีความซับซ้อนทั้งในระดับท้องถิ่นจนถึงระดับภูมิภาค อย่างไรก็ตามการศึกษาด้านองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยาเกี่ยวกับกล้าไม้ต้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าเต็งรังยังคงมีในปริมาณจำกัดและขาดแคลนอย่างยิ่งในประเทศไทย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบชนิดของกล้าไม้ต้นป่าเต็งรัง บริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำ และเพื่อเปรียบเทียบความหลากชนิดและความหนาแน่นของกล้าไม้ต้น ภายใต้หมู่ไม้ของป่าเต็งรังที่แตกต่างกัน โดยทำการวางแปลงสำรวจขนาด 1 เมตรx1 เมตร จำนวน 288 แปลง ภายใต้ 3 หมู่ไม้เด่นของป่าเต็งรัง ได้แก่ สังคมหมู่ไม้ติ้วเด่น สังคมหมู่ไม้ตะแบกเลือดเด่น และสังคมหมู่ไม้เต็งรังเด่น จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์โครงสร้างและองค์ประกอบชนิด และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเชิงปริมาณดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบชนิดของกล้าไม้ต้น มีความผันแปรไปตามหมู่ไม้ที่แตกต่างกัน ในสังคมหมู่ไม้ติ้วเด่นและตะแบกเลือดเด่น พบติ้วเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense*) เป็นพรรณไม้เด่น สำหรับสังคมหมู่ไม้เต็งรังเด่น พรรณไม้เด่นส่วนใหญ่เป็นไม้ดัชนีของป่าเต็งรัง เช่น รัง (*Shorea siamensis*) นอกจากนี้ทั้ง 3 หมู่ไม้เด่นดังกล่าว พบว่า ค่าความสม่ำเสมอและความหนาแน่นนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความหนาแน่นของกล้าไม้วงศ์ยาง (dipterocarpaceae) มีจำนวนน้อยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในหมู่ไม้ติ้วและตะแบกเลือด ($p < 0.001$) สาเหตุเนื่องจากอิทธิผลของปัจจัยแวดล้อมบางประการในพื้นที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการสืบต่อพันธุ์ของไม้กลุ่มดังกล่าว การศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงความเสี่ยงต่อการลดจำนวนหรือหายไปของพรรณไม้ที่สำคัญ องค์ความรู้ดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อการคาดการณ์แนวโน้มการทดแทนของสังคมพืชในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดแทนของป่าเต็งรังในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของประเทศไทย

คำสำคัญ: กล้าไม้ต้น ความหนาแน่น ความสม่ำเสมอ แปลงตัวอย่างถาวร ป่าผลัดใบ

ABSTRACT

Tree seedlings are key element in the establishment of plant communities. that demonstrates how species composition reproduced from seedlings to mature trees. The reproduction of those species requires various environmental factors which are complex both locally and regionally. However, such knowledge is still limited. This study clarified the species composition of tree seedlings and compared stand diversity and densities in a deciduous dipterocarp forest (DDF) in western Thailand. A 1 m × 1 m plot of 288 plots was constructed in 3

dominant forest stands of DDF, including the *Cratoxylum*, *Terminalia*, and Dipterocarp stands. According to the results, species composition of tree seedling varied across stands. *Cratoxylum cochinchinense*, a shade-tolerant species, was the dominating species in the *Cratoxylum* and *Terminalia* stands based on important value. While the dipterocarp stand was dominated by *Shorea siamensis*. The species density varied significantly between the stands ($p > 0.05$). Particularly, because the conditions were unsuitable for their regeneration, the dipterocarp species in *Cratoxylum* and *Terminalia* stands were significantly less abundant than other shade-tolerant species ($p > 0.001$). These findings imply that the species composition of the DDF in this area might shift in the future, especially for the dipterocarp species. Given this, it will be viable to predict future patterns in forest succession and biodiversity conservation, especially for the DDF of Thailand, through examining the structure, composition, and diversity of tree regeneration at early stages in protect areas.

Keywords: tree seedling, density, evenness, permanent plot, deciduous forest

คำนำ

ป่าเขตร้อน (tropical forests) ได้รับการยอมรับว่ามีความหลากหลายทางชีวภาพสูงที่สุด และครอบคลุมพื้นที่ทางภูมิศาสตร์อย่างกว้างขวาง (Cao *et al*., 2016) ป่าเขตร้อนยังคงเป็นแหล่งบริการระบบนิเวศ (ecosystem services) ที่สำคัญ เช่น การควบคุมดินไม่ให้ถูกกัดเซาะ (erosion) และเป็นถิ่นอาศัยของสิ่งมีชีวิตจำนวนมาก (Ashton, 1993) ทั้งแง่ของสัตว์ป่า และมนุษย์ อย่างไรก็ตาม หลายทศวรรษที่ผ่านมาสังคมพืชดังกล่าวถูกทำให้เสื่อมสภาพลงอย่างชัดเจน อันเป็นผลพวงมาจากการรบกวนทางธรรมชาติทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) การประสบภัยแล้ง (drought) และอุทกภัย (flooding) (Osman, 2013) และอีกสาเหตุที่สำคัญอีกหนึ่งประการ คือ การรบกวนที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยทั่วทุกมุมโลกมีทรัพยากรป่าไม้ลดลงอย่างเห็นได้ชัดจาก 17 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือราว 13 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าแปรเปลี่ยนเป็นพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบอื่น ๆ (Ma *et al*., 2010) ซึ่งประเทศไทยเป็นหนึ่งในนั้น พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2449 ทรัพยากรป่าไม้ในประเทศไทยถูกทำลายและเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณพื้นที่สูงซึ่งเป็นแหล่งของต้นน้ำลำธาร และพื้นที่ราบ อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และความต้องการพื้นที่เกษตรกรรม อีกทั้งการสัมปทานป่าไม้ที่มีมาอย่างเข้มข้นเพื่อการส่งไม้ออกไปยังต่างประเทศ และความต้องการใช้ไม้ในประเทศ โดยพบว่าพื้นที่ของทรัพยากรป่าไม้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 – 2531 มีการถูกทำลายลดหลั่นจากร้อยละ 53.33 ถึง 29.86 ตามลำดับ (จาก 171,018,125 ไร่ ลดลงเหลือ 95,533,750 ไร่) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553) สถานการณ์ดังกล่าวเป็นข้อบ่งชี้ถึงการไม่ตระหนักรู้ในการบริหารทรัพยากรป่าไม้ ทั้งในแง่ของการบังคับใช้กฎหมายของเจ้าหน้าที่รัฐ และการจับจองสิทธิที่ดินทำกินของประชาชนในขณะนั้น (อภิชาต, 2559) จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2532 ได้เกิดภัยพิบัติครั้งใหญ่จำนวนหลายแห่งในแถบทางภาคเหนือจนถึงภาคใต้ของประเทศไทย เหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลให้ผู้ที่มีความรับผิดชอบ และประชาชนส่วนใหญ่ตระหนักรู้ถึงความสำคัญถึงความเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าไม้ที่มีอยู่ในประเทศ เช่น เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่เกิดน้ำป่าไหลหลาก ส่งผลให้ท่อนซุงได้ลงมาทำลายบ้านเรือนได้รับความเสียหาย จึงมีมติของรัฐบาลในยุคนั้นได้ประกาศยุติการสัมปทานป่าไม้ในปี พ.ศ. 2535 หลังจากเหตุการณ์ดังกล่าวนั้นผู้รับผิดชอบการบริหารทรัพยากรของประเทศจึงได้ริเริ่มมีแนวคิดการฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้อย่างเร่งด่วน นโยบายการฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 จนถึงปัจจุบัน พบว่าพื้นที่ของทรัพยากรป่าเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 26.03 ในเวลานั้น เป็น 31.59 ในปัจจุบัน (จาก 83,471,250.00 ไร่ เพิ่มขึ้นถึง 102,212,434.37 ไร่) (กรมป่าไม้, 2563; สำนักจัดการที่ดินป่าไม้, 2564)

การสัมปทานป่าไม้ที่ผ่านมานั้นส่งผลอย่างเห็นได้ชัดต่อโครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณพืช รวมถึงการจัดการป่าไม้ในอดีตที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้โดยการนำไม้เบิกนำทั้งที่เป็นไม้ในถิ่นและไม้ต่างถิ่นหลายชนิดเข้ามาปลูกในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน โดยป่าฟื้นฟูที่ใช้ไม้สีเสียดแก่นเป็นไม้เด่น รวมพื้นที่ป่าปลูกสีเสียดแก่นราว 20,000 ไร่ พบว่า สัตว์ป่าขนาดใหญ่มักหลีกเลี่ยงใช้ประโยชน์จึงส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวมีปัญหาเรื่องความสามารถในการรองรับประชากรของสัตว์ป่า (ไสว และคณะ, 2548) และเกิดปัญหาสัตว์ป่าขนาดใหญ่ออกนอกพื้นที่ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นในปัจจุบัน สิ่งเหล่านี้ย่อมส่งผลอย่างเห็นได้ชัดต่อกระบวนการทดแทนของสังคมพืชที่มีความสำคัญทั้งทางนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจต่อระบบนิเวศนั้น ๆ และไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ขององค์ประกอบชนิดไม้ดั้งเดิมได้ (นันทชัย และคณะ, 2563; แสงสรรค์ และคณะ, 2563) รวมถึงการกระทำดังกล่าวส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมนำมาสู่ผลต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในการอนุรักษ์ชนิดไม้ดั้งเดิมของประเภทป่านั้น ๆ ไว้ ผลกระทบจากการรบกวนอดีตนี้มีการปรากฏโดยทั่วไปอย่างเด่นชัดในหลายพื้นที่ โดยเฉพาอย่างยิ่งในป่าเต็งรัง (deciduous dipterocarp forest) ซึ่งเป็นป่าผลัดใบที่มีความสำคัญของประเทศไทยเป็นอย่างยิ่ง ในปัจจุบันพบว่าชนิดป่าดังกล่าวเหลืออยู่ราว 3.67 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าในประเทศ (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้, 2561) ขณะเดียวกันพบว่าเป็นชนิดป่าที่มีความสำคัญทั้งแง่ของการดำรงอยู่ของสัตว์ป่า การผลิตพืชอาหารสัตว์ป่าให้กับกลุ่มสัตว์ป่ากินพืช (Chankhao *et al*, 2022) รวมทั้งพรรณไม้ที่พบในระบบนิเวศนี้มักเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญทางนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจ เช่น กลุ่มพรรณไม้วงศ์ยาง (*Dipterocarpus* spp.) ผลกระทบดังกล่าวได้มีการรายงานกรณีศึกษาในป่าเต็งรังภายในพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำ จังหวัดอุทัยธานี พื้นที่แห่งนี้ผ่านการทำไม้มาในอดีตทั้งผืนป่า (Phumsathan *et al*., 2022) ปัจจุบันปัญหาการทดแทนของหมู่ไม้ป่าเต็งรังที่ไม่สามารถทดแทนไปสู่การเป็นหมู่ไม้ดั้งเดิมหรือเป็นหมู่ไม้ที่มีองค์ประกอบชนิดเต็งรังเด่น และไม่สามารถสนับสนุนการเป็นแหล่งหากินของสัตว์ป่ากินพืชขนาดใหญ่ได้กำลังปรากฏอย่างเด่นชัดในพื้นที่ดังกล่าว หมู่ไม้ป่าเต็งรังในปัจจุบันมีการปกคลุมเรือนยอดสูง (~ร้อยละ 70) โดยมีความหนาแน่นของไม้ต้นราว 1,000 ต้น/เฮกตาร์ ขณะที่พื้นที่หน้าตัดโดยรวมของไม้ต้นมีน้อย (~12 ตร.ม./เฮกตาร์) ขณะเดียวกันพบว่าในพื้นที่ดังกล่าวมีชนิดพันธุ์เด่นของกลุ่มติ้ว (*Cratoxylum* spp.) และตะแบกเลือด (*Terminalia mucronata*) (นันทชัย และคณะ, 2563) ซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ที่มีแนวโน้มกระจายเข้ามายึดครองในพื้นที่ได้ดี โดยมีพฤติกรรมการปรับตัวเพื่อให้ทนทานในทางนิเวศวิทยา เช่น ทนไฟ ทนแล้ง และกล้าไม้สามารถตั้งตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมของป่าผลัดใบที่ถูกรบกวนจากการทำไม้ในอดีต ในเวลาเดียวกันพันธุ์ไม้เด่นดั้งเดิม (ชนิดเต็ง และรัง) ขาดการสืบต่อพันธุ์ในพื้นที่เดิมอย่างรุนแรงเนื่องจากการหายไปของแม่ไม้ในพื้นที่

ดังนั้น องค์ความรู้พื้นฐานในทางนิเวศวิทยาของสังคมพืชป่าเต็งรัง โดยเฉพาะองค์ประกอบชนิดและการทดแทนของกล้าไม้ต้นในพื้นที่ดังกล่าวจึงถือได้ว่ามีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ป่าชนิดนี้ แต่พบว่ายังขาดแคลนการศึกษากล้าไม้ต้น (tree seedling) เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งกล้าไม้ต้นนี้ถือได้ว่ากุญแจที่สำคัญต่อขบวนการมีอยู่ของหมู่ไม้ต้นเต็งรังในปัจจุบัน ซึ่งเป็นขบวนการเริ่มต้นหลังจากที่แม่ไม้โปรดเมล็ดเพื่อให้องค์ประกอบชนิดสามารถพัฒนาและมีการสืบต่อพันธุ์ในพื้นที่ได้รวมกับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่อาจส่งเสริมและ/หรือรบกวนจนทำให้กล้าไม้ต้นสามารถหรือไม่สามารถเจริญเติบโตไปเป็นแม่ไม้ในพื้นที่เหล่านั้นได้ (Svenning *et al*., 2008) การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไปที่กล้าไม้ต้นซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อการตั้งตัวของสังคมพืช ข้อมูลการสำรวจกล้าไม้ต้นนับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนของสังคมพืชในอนาคต (Kitajima, 1996) การศึกษาข้อมูลเชิงนิเวศวิทยาโดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวกับกล้าไม้ต้นจึงมีความสำคัญและเชื่อมโยงในด้านการวางแผนการจัดการป่าเต็งรังที่ผ่านการรบกวนในอดีตได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบชนิดของกล้าไม้ต้นป่าเต็งรัง บริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำ และ 2) เพื่อเปรียบเทียบความหลากชนิดและความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นป่าเต็งรัง ภายใต้หมู่ไม้ที่แตกต่างกัน เพื่อต้องการที่จะตอบคำถามงานวิจัยที่สำคัญจำนวน 2 ประการ ได้แก่ 1) องค์ประกอบชนิดของกล้าไม้ต้นในแต่ละหมู่ไม้ของพื้นที่ศึกษาเป็นอย่างไร และ 2) การตั้งตัวของกล้าไม้ต้นมีความแตกต่างกันในแต่ละหมู่ไม้หรือไม่

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี (Figure 1) ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมด 10,759 ไร่ โดยสถาพอากาศเป็นแบบมรสุม (monsoonal) มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,448.65 มม./ปี (Chankhao *et al*., 2022) โดยทั่วไปบริเวณห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำนี้มีฤดูแล้งประจำปีที่ชัดเจน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน (พบว่าเดือนดังกล่าวมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 100 มม.) และฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ขณะเดียวกันพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 23.5 °C (Kaewsong *et al*., 2022) โดยสภาพทางธรณีและปฐพี พบว่าเป็นหินแกรนิต และหินดาน มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตร ถึง 14.10 เมตร (อุทิศ และคณะ, 2532) พื้นที่ศึกษาดังกล่าวพบว่าเป็นป่าผลัดใบ ประกอบไปด้วยป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ ซึ่งผ่านการทำไม้มาทั้งพื้นที่ (Phumsathan *et al*., 2022) การคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายการศึกษานี้ คือ พื้นที่ป่าเต็งรังที่มีโครงสร้างสังคมพืชในแง่องค์ประกอบชนิดและโครงสร้างด้านตั้งที่มีแนวโน้มไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิตพืชอาหารสัตว์ป่าตามธรรมชาติ และมีแนวโน้มการทดแทนของหมู่ไม้ไปสู่สภาพป่าที่ไม่มีคุณค่าในแง่การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเต็งรัง กล่าวคือ สภาพโดยทั่วไปในปัจจุบันของป่าเต็งรังในพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา – ห้วยระบำ เป็นหมู่ไม้ที่มีโครงสร้างของไม้เรือนยอดชั้นบนมีการปกคลุมอย่างหนาแน่น (ค่าเฉลี่ยราวร้อยละ 70) ไม้ต้นขึ้นเบียดกันอย่างหนาแน่น (ค่าเฉลี่ยราว 1,000 ต้น/เฮกตาร์) ไม้เด่นของหมู่ไม้ไม่ได้เป็นองค์ประกอบชนิดไม้ต้นหลักของป่าเต็งรัง และสังคมพืชมีแนวโน้มทดแทนเป็นหมู่ไม้ชั้นอายุเดียวกันปกคลุมเป็นหย่อมพื้นที่ขนาดใหญ่กระจายทั่วไปในหมู่ไม้ป่าเต็งรัง นอกจากนั้นแล้วไม้พื้นล่างมีแนวโน้มการทดแทนไปสู่สังคมพืชไม้ทนร่ม เป็นหมู่ไม้ที่มีแนวโน้มไม่สามารถผลิตไม้พื้นล่างที่เป็นพืชอาหารสัตว์ป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นันทชัย และคณะ, 2563)

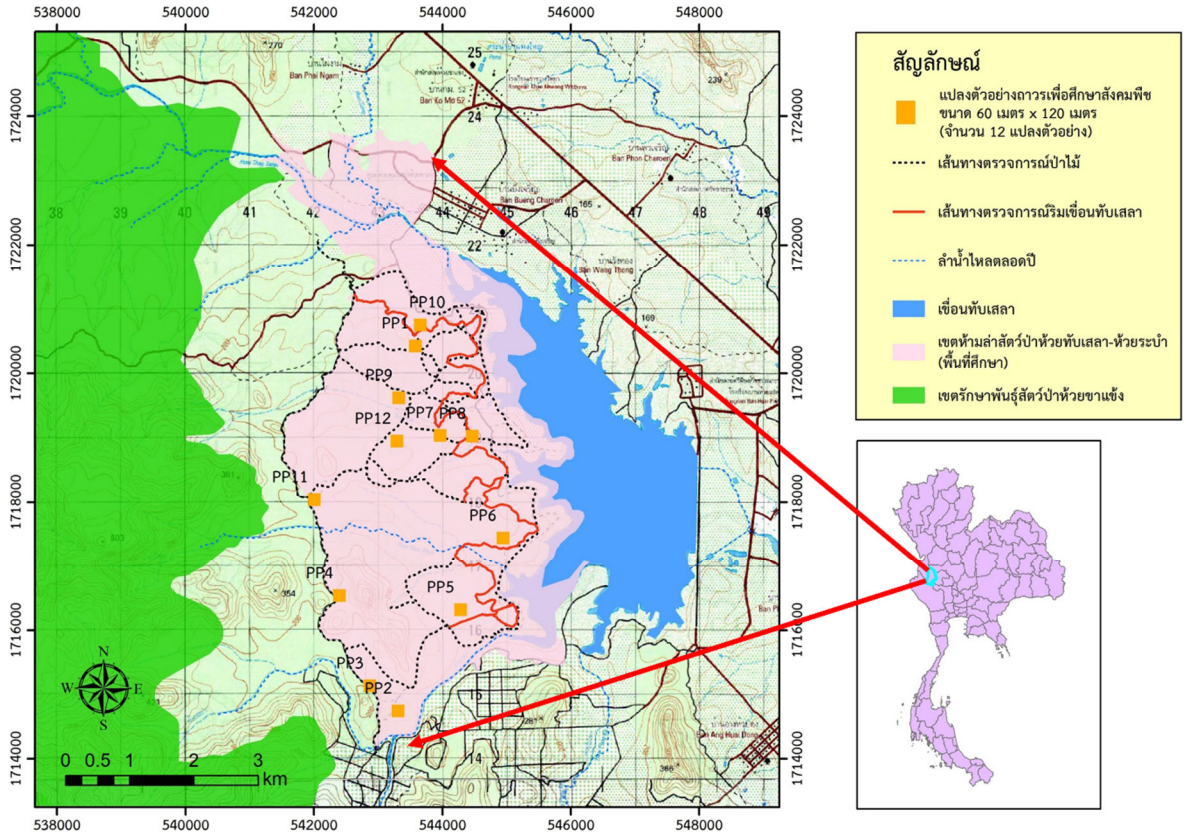


Figure 1 location of study site and permanent plots.

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ดำเนินการศึกษากล้าไม้ต้นในแปลงตัวอย่างถาวรจำนวน 12 แปลง ซึ่งเป็นแปลงขนาด 60 เมตรx120 เมตร ทั้ง 12 แปลงนี้ แบ่งเป็นการสร้างแปลงถาวรตามการปรากฏของหมู่ไม้ต้นเด่นในพื้นที่จำนวน 10 แปลง ได้แก่ สังคมหมู่ไม้ติ้วเด่น จำนวน 6 แปลง (โดยพบว่าในสังคมนี้มีชนิดติ้วเกลี้ยง *Cratoxylum cochinchinense* มากที่สุดร่วมกับองค์ประกอบชนิดอื่น ๆ) และสังคมหมู่ไม้ตะแบกเลือดเด่น จำนวน 4 แปลง (โดยพบว่าในสังคมนี้มีชนิดตะแบกเลือด *Terminalia mucronata* มากที่สุดผสมรวมกับองค์ประกอบชนิดอื่น ๆ) (แสงสรรค์ และคณะ, 2563) ส่วนอีก 2 แปลง ดำเนินการวางแปลงตัวอย่างในสังคมหมู่ไม้ป่าเต็งรังเด่นเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่างควบคุม (control) โดยในแต่ละแปลงตัวอย่างถาวรทำการกำหนดขอบเขตขนาด 30 เมตรx30 เมตร จากนั้นวางแปลงย่อยขนาด 1 เมตรx1 เมตร เป็นแนวทแยง 3 แปลงย่อย บริเวณมุมซ้ายล่าง รวมทั้งหมด 24 แปลงย่อยต่อแปลงตัวอย่างถาวร (Figure 2) (24 แปลงย่อยต่อแปลงตัวอย่างถาวรx12 แปลงตัวอย่างถาวร รวม 288 แปลงย่อย) ขณะเดียวกันการศึกษานี้กำหนดให้ศึกษากล้าไม้ต้นที่มีความสูงตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height: DBH) ไม่เกิน 1 เซนติเมตร ทำการติดป้ายหมายเลขอะลูมิเนียม (tag aluminum number) นับจำนวน และระบุชนิดของกล้าไม้ต้นตามระดับอนุกรมวิธานของพืช สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้มาดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์กล้าไม้ต้นในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 เนื่องจากข้อมูลในช่วงนี้สามารถเป็นตัวแทนที่ดีต่อการวิเคราะห์ในช่วงที่ต้องมีการจัดการมากที่สุด คือ ฤดูแล้ง และเป็นข้อมูลขององค์ประกอบชนิดพันธุ์ก่อนเกิดไฟป่าในพื้นที่ศึกษาแห่งนี้

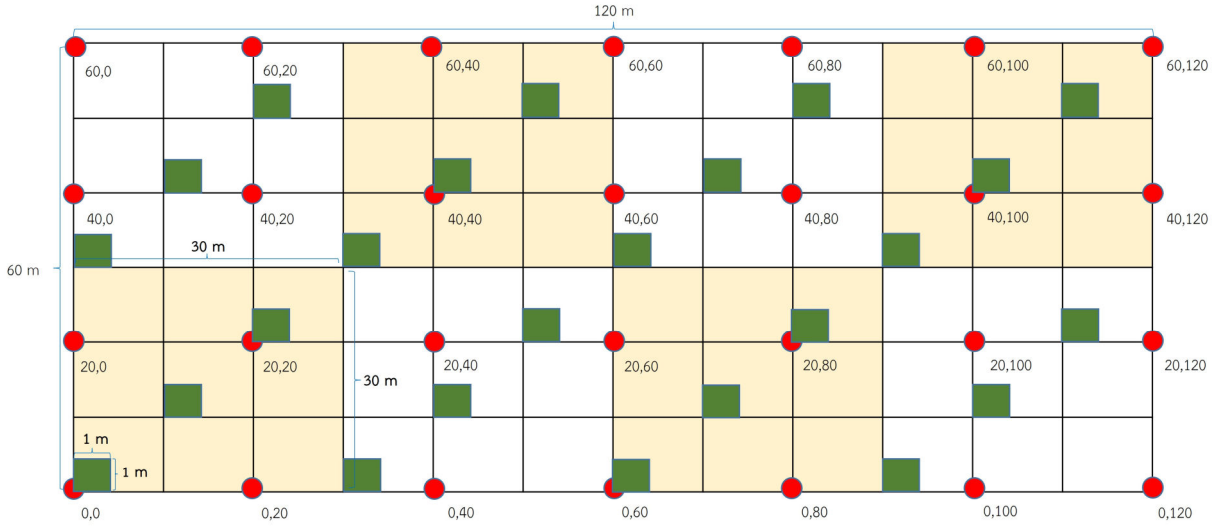


Figure 2 1 mx1 m permanent plots for studying tree seedlings.

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ในแต่ละหมู่ไม้ ดำเนินการวิเคราะห์ความมากมายของพรรณไม้ตามลำดับขั้นอนุกรมวิธาน (taxon richness) ประกอบไปด้วย วงศ์ (family) สกุล (genus) และชนิด (species) รวมถึงความหนาแน่น (density) และค่าความสำคัญของพรรณไม้ (important value, IV) (Mohandass *et al*., 2016) โดยค่าความสำคัญเป็นค่าที่บ่งบอกถึงไม้เด่นในพื้นที่ ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของค่าความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency) และความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) (Curtis and McIntosh, 1950; Mohandass *et al*., 2016)

3.2 ดำเนินการวิเคราะห์ดัชนีความหลากชนิด (diversity index) ในแต่ละหมู่ไม้ โดยใช้สูตร Shannon–Wiener Index หรือ Shannon’s Index (H’) ตามวิธีการของ Shannon and Weaver (1949)

3.3 ดำเนินการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า H' โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (a one-way analysis of variance, ANOVA) นอกจากนั้น ดำเนินการทดสอบความแตกต่างของค่า H' และความหนาแน่นของกล้าไม้ต้น ด้วยวิธี Kruskal-Wallis ซึ่งเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยทางสถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (non-parameter) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายกลุ่มด้วยวิธี Dunn' test พร้อมแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยแผนภาพแท่งเทียน (box plot)

ผลและวิจารณ์

1. องค์ประกอบชนิดของกล้าไม้ต้น

ในภาพรวม พบว่าจำนวนชนิดของกล้าไม้ต้นในสังคมหมู่ไม้ติ้วเด่นและตะแบกเลือดเด่นนั้นมีค่ามากที่สุด (43 ชนิด) ส่วนหมู่ไม้ดั้งเดิมนั้นมีจำนวนชนิดทั้งหมด 26 ชนิด เมื่อพิจารณาค่าความสำคัญ (important value, IV) ของกล้าไม้ต้น พบว่า ติ้วเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense*) เหมือดจี้ดง (*Memecylon scutellatum*) และเปล้าเลือด (*Croton hutchinsonianus*) เป็นพรรณไม้ที่มีค่าความสำคัญสูงที่สุดในสังคมหมู่ไม้ติ้วเด่น ส่วนกลุ่มพรรณไม้เด่นในหมู่ไม้ตะแบกเลือด ได้แก่ ติ้วเกลี้ยง รัง (*Shorea siamensis*) และเปล้าเลือด และกลุ่มพรรณไม้ที่มีความสำคัญในสังคมหมู่ไม้เต็งรังเด่น คือ รัง ช้างน้าว (*Ochna integerrima*) และส้มอ๊อบแอ๊บ (*Embelia subcoriacea*) (Table 1)

Table 1 Five most dominant species of tree seedling in each forest stand.

Rank	Thai name	Botanical name	Family name	Total density	IV
Cratoxylum spp. stand					
1	ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochinchinense*	Hypericaceae	134	26.61
2	เหมือดจี้ดง	*Memecylon scutellatum*	Melastomataceae	95	18.61
3	เปล้าเลือด	*Croton hutchinsonianus*	Euphorbiaceae	80	17.33
4	ยมหิน	*Chukrasia tabularis*	Meliaceae	35	10.45
5	ช้างน้าว	*Ochna integerrima*	Ochnaceae	40	10.20
Terminalia spp. stand					
1	ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochinchinense*	Hypericaceae	59	19.87
2	รัง	*Shorea siamensis*	Dipterocarpaceae	39	13.60
3	เปล้าเลือด	*Croton hutchinsonianus*	Euphorbiaceae	30	11.36
4	กระท่อมหมู	*Mitragyna rotundifolia*	Rubiaceae	34	11.06
5	ตะแบกเลือด	*Terminalia mucronata*	Combretaceae	28	10.86
Dipterocarp spp. stand					
1	รัง	*Shorea siamensis*	Dipterocarpaceae	160	54.81
2	ช้างน้าว	*Ochna integerrima*	Ochnaceae	23	12.92
3	ส้มอ๊อบแอ๊บ	*Embelia subcoriacea*	Primulaceae	29	11.81
4	ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochinchinense*	Hypericaceae	15	10.47
5	ส้านใหญ่	*Dillenia obovata*	Dilleniaceae	14	10.16

เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบชนิดกล้าไม้ต้นในพื้นที่ศึกษาแล้ว สำหรับสังคมหมู่ไม้เต็งรังเด่น พรรณไม้ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกับป่าเต็งรังบริเวณอื่น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Bunyavejchewin *et al*. (2011) ที่รายงานว่าพรรณไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) เป็นกลุ่มพรรณไม้ที่มีความเด่น (dominant species) ในป่าผลัดใบเขตร้อนกระจายตัวอยู่อย่างหนาแน่นในเขตภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงพรรณไม้กลุ่มนี้ยังมีคุณค่าทั้งใน

ด้านนิเวศวิทยาและด้านเศรษฐกิจอีกด้วย ในขณะที่สังคมหมู่ไม้ติ้วเด่นและตะแบกเลือดเด่น พบการปรากฏของติ้วเกลี้ยง เปล้าเลือด และตะแบกเลือดอย่างหนาแน่น และยังมีค่าความสำคัญที่สูง สอดคล้องการศึกษาโครงสร้างป่าในบริเวณดังกล่าวโดย แสงสรรค์ และคณะ (2563) ซึ่งได้รายงานไว้ว่า ปัจจุบันติ้วเกลี้ยง และตะแบกเลือด เป็นพรรณไม้เด่นในระดับไม้ต้น (tree) ที่พบได้มากและมีแนวโน้มตั้งตัวได้ดีในบริเวณป่าเต็งรังของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำ เนื่องมาจากในช่วงปี พ.ศ. 2541–2545 ป่าเต็งรังบริเวณนี้มีการป้องกันไฟป่าอย่างเข้มข้น ทำให้โครงสร้างป่าและปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่เปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยความชื้นที่เพิ่มขึ้น (Phumsathan *et al*., 2022) ช่วงเวลาดังกล่าวอาจส่งผลให้พรรณไม้หลายชนิดจึงสามารถเข้ามาในพื้นที่และตั้งตัวได้ดี โดยเฉพาะติ้วเกลี้ยง ตะแบกเลือด และเปล้าเลือด ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่มีช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยากว้าง (amplitude of tolerance) สามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ป่าทุกชนิด บริเวณที่มีความชื้นดินสูง รวมถึงพื้นที่เปิดโล่ง (Baker, 1997; Dalling and John, 2008; Mustaqim and Amboupe, 2020) ดังนั้น แม้ไม้ที่มีอยู่จำนวนค่อนข้างมากในพื้นที่จึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการตั้งตัวได้ดีของกลุ่มพรรณไม้ดังกล่าว

2. การเปรียบเทียบความหลากชนิดและความหนาแน่นของกล้าไม้ต้น

ความหลากชนิดและความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นมีความผันแปรไปในแต่ละหมู่ไม้ เมื่อพิจารณาค่าความหลากชนิด พบว่า ค่า H' มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (anova, $p > 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของ H' ในทุกหมู่ไม้อยู่ในช่วงระดับต่ำไปจนถึงปานกลาง (0–2) (Figure 3) และเมื่อทำการเปรียบเทียบความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นในภาพรวมด้วยการทดสอบ Kruskall-Wallis แสดงให้เห็นว่าสังคมหมู่ไม้เต็งรังเด่นมีความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นแตกต่างกับหมู่ไม้ติ้วเด่น และตะแบกเลือดเด่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Dunn'test, $p < 0.05$) โดยสังคมหมู่ไม้เต็งรังเด่นมีความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นมากที่สุด (67,708.33 ต้นต่อเฮกตาร์) ซึ่งมีความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นมากกว่าในสังคมหมู่ไม้ติ้วเด่น (45,416.67 ต้นต่อเฮกตาร์) และสังคมหมู่ไม้ตะแบกเลือดเด่น (41,875.00 ต้นต่อเฮกตาร์) (Figure 4a) ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณากล้าไม้ต้นเฉพาะกลุ่มไม้วงศ์ยางของทั้งสามหมู่ไม้ พบว่า สอดคล้องกับการเปรียบเทียบความหนาแน่นในภาพรวม (Dunn'test, $p < 0.001$, Figure 4b) อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาเฉพาะกลุ่มกล้าไม้ต้นชนิดติ้วเกลี้ยง และตะแบกเลือด พบว่า กล้าไม้ต้นในกลุ่มดังกล่าวของสังคมหมู่ไม้ติ้วเด่นมีความหนาแน่นมากกว่าในสังคมหมู่ไม้เต็งรังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง (Dunn'test, $p < 0.001$, Figure 4c)

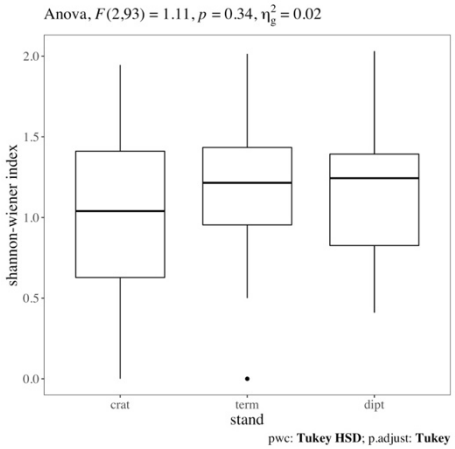


Figure 3 Comparison of diversity (H') of tree seedling among forest stands.
Remark: ** = $p < 0.01$

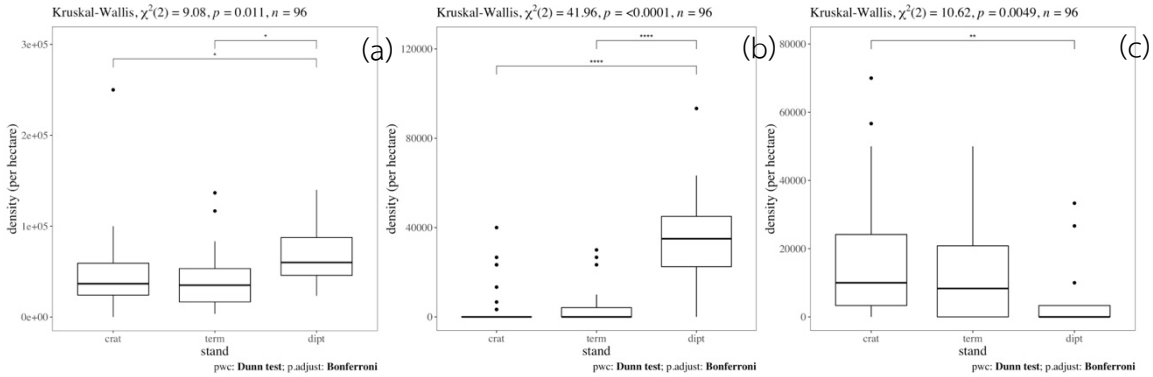


Figure 4 Comparison of tree seedling density among forest stands; a = total density, b = density of Dipterocarp spp. and c = density of *Cratoxylum cochinchinense* and *Terminalia mucronate.*

Remarks: * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$ และ $p < 0.001$

เห็นได้ว่า ค่า H' ในแต่ละสังคมพืชนั้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นมีความแตกต่างกันในแต่ละหมู่ไม้ จึงเป็นการบ่งชี้ว่าพรรณไม้ที่ปรากฏในสังคมหมู่ไม้เต็งรังเด่น ก็สามารถพบเจอได้ในหมู่ไม้ติ้วเด่น และตะแบกเลือดเด่นได้เช่นกัน ยกตัวอย่างกลุ่มพรรณไม้ดังกล่าว เช่น รัง เหมือดจี้ดง และกระท่อมหมู เป็นต้น แม้ว่าในจำนวนชนิดทั้งหมดของหมู่ไม้ติ้วเด่น และตะแบกเลือดเด่น มีจำนวนชนิดมากกว่าหมู่ไม้เต็งรังเด่นก็ตาม สะท้อนให้เห็นถึงข้อจำกัดในด้านพื้นที่ศึกษา อาจเป็นเพราะแปลงตัวอย่างแต่ละแปลงนั้นตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน จึงทำให้พบการปรากฏของกล้าไม้ต้นจำนวนหลายชนิดได้ทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา หรืออาจเป็นอิทธิพลของการกระจายตัวของเมล็ดไม้ (seed dispersal) ของพรรณไม้ที่พบในแปลงตัวอย่างถาวรมีการกระจายของเมล็ดได้ไกล (Smith *et al*., 2015) เช่น กลุ่มไม้วงศ์ยาง หรือกลุ่มวงศ์ถั่วบางชนิด เป็นต้น รวมไปถึงศักยภาพการงอกของเมล็ดในดิน (soil seed bank) ร่วมกับความเหมาะสมของปัจจัยแวดล้อมบางประการ ซึ่งอาจสนับสนุนการกระจายตัวและการตั้งตัวของกล้าไม้ต้นบางชนิดในพื้นที่ให้เกิดมีความหลากชนิดไม่แตกต่างกัน (Perera, 2005)

ในขณะที่การเปรียบเทียบความหนาแน่น จำนวนกล้าไม้ต้นทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากรายงานของ แสงสรรค์ และคณะ (2563) พบว่าในหมู่ไม้ติ้วเด่น และตะแบกเลือดเด่นมีปริมาณความหนาแน่นของไม้ต้นมากกว่าในหมู่ไม้เต็งรัง จึงทำให้บริเวณหมู่ไม้ติ้วเด่นและตะแบกเลือดเด่นมีเรือนยอดหนาแน่น ส่งผลให้มีปริมาณของแสงลอดผ่านชั้นเรือนยอดและตกกระทบบนพื้นป่าน้อย พบว่าหมู่ไม้บริเวณดังกล่าวมีโครงสร้างของไม้เรือนยอดชั้นบนมีการปกคลุมอย่างหนาแน่นค่าเฉลี่ยราวร้อยละ 70 (นันทชัย และคณะ, 2563) และเมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของกลุ่มกล้าไม้ต้นของติ้วเกลี้ยง และตะแบกเลือด พบว่ามีการตั้งตัวได้ดีในสังคมหมู่ไม้ติ้วเด่นอีกด้วย การที่ความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นมีปริมาณมากในสังคมหมู่ไม้ติ้วเด่นและตะแบกเลือดเด่นนั้น อาจมาจากปัจจัยแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้กลุ่มกล้าไม้ต้นของติ้ว และตะแบกเลือดสามารถเข้ามาในพื้นที่ มีการตั้งตัวและยึดครองพื้นที่ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้พบว่าความหนาแน่นของกล้าไม้ต้นวงศ์ยางในสังคมหมู่ไม้ติ้วเด่น และตะแบกเลือดเด่นมีปริมาณน้อยกว่าในสังคมพืชไม้เต็งรังเด่นอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่ากลุ่มพรรณไม้วงศ์ยางไม่สามารถตั้งตัวได้ดีเท่าไหร่นักในพื้นที่เรือนยอดทึบ (closed canopy) เนื่องจากไม้เหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นไม้ชอบแสง (light-demanding species) (Paine *et al*., 2012) มีการปรับตัวทางสรีรวิทยาต่อปัจจัยแวดล้อมของป่าเต็งรังอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะการปรับตัวด้านลักษณะเฉพาะเชิงหน้าที่ของใบ (leaf functional traits) ต่อสภาพที่เรือนยอดเปิดโล่ง มีความเข้มแสงสูง เช่น การมีขนาดใบกว้างและบาง เป็นต้น (Kenzo *et al*., 2016) นอกจากนั้น ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับ Nguyen and Baker (2016) ที่รายงานว่าไม้วงศ์ยางในป่าเต็งรังประเทศเวียดนามมีการสืบต่อพันธุ์ที่ค่อนข้างผิดปกติ โดยเฉพาะไม้ขนาดเล็กที่มีจำนวนน้อย

และมีความเสี่ยงต่อการหายไปในอนาคต โดยเฉพาะไม้รัง ผลกระทบดังกล่าวมาจากไฟป่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ซึ่งมีความรุนแรงและมีความถี่สูง ไม้ขนาดเล็กจึงไม่สามารถเติบโตทดแทนไปเป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ได้ ดังนั้น การตั้งตัวของกล้าไม้วงศ์ยางที่มีประสิทธิภาพต่ำในหมู่ไม้ติ้วเด่นและตะแบกเลือดเด่นที่เป็นหมู่ไม้ส่วนใหญ่ของป่าเต็งรังบริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำในปัจจุบัน อาจสะท้อนให้เห็นถึงความเสี่ยงต่อการหายไปของพรรณไม้ที่สำคัญนี้ (Phumsathan *et al*., 2022) และยังบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบชนิดของป่าเต็งรังที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตอีกด้วย

สรุป

องค์ประกอบชนิดของกล้าไม้ต้นในป่าเต็งรัง บริเวณเขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำ มีความผันแปรไปตามอิทธิพลจากการปรากฏของหมู่ไม้ที่แตกต่างกัน และอิทธิพลดังกล่าวยังส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของกล้าไม้ต้นอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตั้งตัวได้เป็นอย่างดีของพรรณไม้ติ้วเกลี้ยง และตะแบกเลือด เกือบทั่วทั้งพื้นที่ ในทางกลับกันกลุ่มไม้วงศ์ยางที่เป็นดัชนีของป่าเต็งรังนั้นมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการหายไปของไม้วงศ์ยางในป่าเต็งรัง ข้อมูลดังกล่าวนี้ถือเป็นข้อมูลระยะเริ่มต้นที่สามารถนำไปสนับสนุนองค์ความรู้ของการศึกษาพรรณไม้ในระยะต่อไปของป่าเต็งรังได้เป็นอย่างดี องค์ความรู้ด้านโครงสร้างและความหลากชนิดของกล้าไม้ต้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการคาดการณ์แนวโน้มการทดแทนของสังคมพืชในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดแทนของสังคมพืชป่าเต็งรังที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง และเหลือพื้นที่อยู่ค่อนข้างน้อยเนื่องจากปัจจัยคุกคามที่เกิดขึ้น ความรู้ความเข้าใจดังกล่าวจะนำไปสู่การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการจัดการป่าเต็งรังอย่างถูกวิธี เพื่อการอนุรักษ์ป่าชนิดนี้ และโดยเฉพาะพรรณไม้วงศ์ยางที่มีความสำคัญต่อนิเวศวิทยา เศรษฐกิจ และสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ภายใต้โครงการ “การทดลองจัดการหมู่ไม้เพื่อรักษาระบบนิเวศป่าไม้ของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในประเทศไทย ระยะที่ 1” กิจกรรมการวิจัยด้านป่าไม้และสัตว์ป่า ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย พงพัฒนานุรักษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์แสงสรรค์ ภูมิสถาน ที่กรุณาให้คำปรึกษาโครงการดังกล่าว และเจ้าหน้าที่จากกลุ่มงานวิจัยระบบนิเวศป่าไม้และสิ่งแวดล้อม ในการช่วยเหลือด้านการวิเคราะห์ข้อมูลและการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2563. **หนังสือข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี 2563**. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ, กรุงเทพฯ

นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์, สราวุธ สังข์แก้ว, อัจฉรา ตรีวัฒนานนท์, อัจฉรา ซิ้มเจริญ และ แสงสรรค์ ภูมิสถาน. 2563. **ข้อมูลพื้นฐาน ประกอบการจัดทำแผนการจัดการถิ่นอาศัยสัตว์ป่าขนาดใหญ่ บริเวณหุบเขานางรำและหุบทับเสลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ป่าห้วยทับเสลา-ป่าห้วยคอกควาย. รายงานฉบับสมบูรณ์ เล่มที่ 1 โครงการพัฒนาต้นแบบการท่องเที่ยวสัตว์ป่าเพื่อการอนุรักษ์ บริเวณเขตกันชน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไสว วังหงษา, อยู่ เสนาธรรม, กัลยาณี บุญเกิด และ, เดชชาติ แสงเส้น. 2548. **ทำไมช้างป่าจึงออกหากินนอกพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2548**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

แสงสรรค์ ภูมิสถาน, นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์, สมหมาย อุดมวิทิต, ฐิติวุฒิ ชัยสวัสดิ์อารี, เอกพันธ์ ไกรจักร และ สราวุธ สังข์แก้ว. 2563. **รายงานวิจัยเพื่อพัฒนาและส่งเสริมนโยบายของรัฐในการจัดการพื้นที่กันชน ณ พื้นที่เตรียมการกำหนดเป็นเขตห้ามล่าสัตว์ป่าห้วยทับเสลา-ห้วยระบำ จังหวัดอุทัยธานี**, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2553. **สถานการณ์การปลูกป่าของประเทศไทย.** สำนักนายกรัฐมนตรี, กรุงเทพฯ.

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้. 2561. **บทสรุปสำหรับผู้บริหารโครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2560 – 2561**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้. 2564. **บทสรุปสำหรับผู้บริหาร โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2564.** กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ

อุทิศ กุฏอินทร์, สุรพันธ์ เพชราภา, นภวรรณ ฐานะกาญจน์. 2532. **แผนการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดตาก (พ.ศ. 2533-2537) รายละเอียดพื้นฐานทั่วไปของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง: รายงานฉบับสมบูรณ์**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อภิชาต ภัทรธรรม. 2559. การใช้ประโยชน์ที่ดินและปัญหาชาวเขาในประเทศไทย. **วารสารการจัดการป่าไม้** 10(19): 100-107.

Ashton, P.S. 1993. Species richness in plant communities, pp. 4–22. *In* P.L. Fiedler and S.K. Jain, eds. **Conservation biology**. Chapman and Hall, New York.

Baker, P.J. 1997. Seedling establishment and growth across forest types in an evergreenideciduous forest mosaic in western Thailand. **Natural History Bulletin of the Siam Society** 45: 17–41.

Bunyavejchewin, S., Baker, P.J. and Davies, S.J. 2011. Seasonally dry tropical forests in continental Southeast Asia: structure, compositon and dynamics, pp. 9–35. *In* **The Ecology and Conservation of Seasonally Dry Forests in Asia**. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington (DC).

Cao, M., Zou, X., Warren, M. and Zhu, H. 2007. Tropical forests of Xishuangbanna, China. **Biotropica** 38: 306-309

Chankhao, A., Kraichak, E., Phumsathan, S. and Pongpattananurak, N. 2022. Dynamics of forage and management implications for large herbivore habitat in seasonally dry forest of Southeast Asia. **Forests** 13(9): 1463.

Curtis, J.T. and McIntosh, R.P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. **Ecology**. 31(3): 434–455.

Dalling, J.W. and John, R. 2008. Seed limitation and the coexistence of pioneer tree species, pp.242-253. *In* W.P. Carson and S.A. Schnitzer, eds. **Tropical Forest Community Ecology**. Wiley-Blackwell Publications, United Kingdom.

Kaewsong, K., Johnson, D.J., Bunyavejchewin, S. and Baker, P.J. 2022. Fire impacts on recruitment dynamics in a seasonal tropical forest in continental Southeast Asia. **Forests** 13(1): 116.

Kenzo, T., Iida, S.I., Shimizu, T., Tamai, K., Kabeya, N., Shimizu, A. and Chann, S. 2016. Seasonal and height-related changes in leaf morphological and photosynthetic traits of two dipterocarp species in a dry deciduous forest in Cambodia. **Plant Ecology & Diversity** 9(5-6): 505–520.

Kitajima, K. 1996. Cotyledon functional morphology, patterns of seed reserve utilization and regeneration niches of tropical tree seedlings. *In* **The Ecology of Tropical Forest Tree Seedlings**. UNESCO, Paris.

Ma, J., Li, J., Wu, W. and Liu, J. 2023. Global forest fragmentation change from 2000 to 2020. **Nature Communications** 14(1): 3752.

Mohandass, D., Hughes, A.C., Mackay, B., Davidar, P. and Chhbra, T. 2016. Floristic species composition and structure of a mid-elevation tropical montane evergreen forests (sholas) of the western ghats, southern India. **Tropical Ecology** 57(3): 533–543.

Mustaqim, W.A. and Amboupe, D.S. 2020. *Cratoxylum cochinchinense* (Hypericaceae): A new record for Sulawesi, Indonesia. **Philippine Journal of Science** 149(3): 675–678.

Nguyen, T.T. and Baker, P.J. 2016. Structure and composition of deciduous dipterocarp forest in Central Vietnam: patterns of species dominance and regeneration failure. **Plant Ecology & Diversity** 9(5-6): 589–601.

Osman, K.T. 2013. **Forest Soils: Properties and Management**. University of Chittagong, Bangladesh

Paine, C.T., Stenflo, M., Philipson, C.D., Saner, P., Bagchi, R., Ong, R.C. and Hector, A. 2012. Differential growth responses in seedlings of ten species of Dipterocarpaceae to experimental shading and defoliation. **Journal of Tropical Ecology** 28(4): 377-384.

Phumsathan, S., K. Daonurai, E. Kraichak, S. Sungkaew, A. Teerawatananon and N. Pongpattananurak. 2022. Effects of Fire on Diversity and Aboveground Biomass of Understory Communities in Seasonally Dry Tropical Forest in Western Thailand. **Sustainability** 14(22): 15067.

Perera, G.A.D. 2005. Diversity and dynamics of the soil seed bank in tropical semi-deciduous forests of Sri Lanka. **Tropical Ecology** 46(1): 65-78.

Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. University of Illinois Press, United States.

Smith, J.R., Bagchi, R., Ellens, J., Kettle, C.J., Burslem, D.F.R.P., Maycock, C.R., Khoo, E. and Ghazoul, J. 2015. Predicting dispersal of auto-gyrating fruit in tropical trees: a case study from the Dipterocarpaceae. **Ecology and Evolution** 5(9): 1794-1801.

Svenning, J.C., Fabbro, T. and Wright, S.J. 2008. Seedling interactions in a tropical forest in Panama. **Oecologia** 155: 143-150.

โครงสร้างป่าและองค์ประกอบของสังคมพืชในสวนป่าไม้โตเร็ว อายุ 35 ปี ภายหลังการปลูกฟื้นฟูในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา)

Forest Structure and Species Composition in 35-Year-Olds Fast-Growing Tree Plantations after Rehabilitation at Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima Province

ดุริยะ สถาพร[1*] และ เจษฎา วงค์พรหม[2]
Duriya Staporn[1*] and Jetsada Wongprom[2]
[1]กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1]Royal Forest Department, Bangkok 10900
[2]ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2]Forestry Research Center, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **duriya.sta@gmail.com**

บทคัดย่อ

สวนป่าไม้โตเร็วมีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูป่าในพื้นที่เสื่อมโทรม การศึกษาองค์ประกอบชนิดพรรณไม้และโครงสร้างป่าได้ดำเนินการในพื้นที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20x50 เมตร พื้นที่ละ 3 แปลง ในสวนป่ากระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส อายุ 35 ปี และในพื้นที่ป่าดิบแล้งธรรมชาติ วัดการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของพันธุ์ไม้ตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไป ที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร พร้อมทั้งจำแนกชนิดไม้ และทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ ความหลากหลายของพันธุ์ไม้ และความคล้ายคลึงของสังคมพืชในพื้นที่สวนป่ากับป่าดิบแล้ง

ผลการศึกษาพบพรรณไม้ในสวนป่ากระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส จำนวน 47, 46, 52 และ 49 ชนิด ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากชนิดไม้ ในสวนป่ากระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ ยูคาลิปตัส และป่าดิบแล้ง มีค่าเท่ากับ 3.05, 2.66, 2.16, 2.67 และ 3.57 ตามลำดับ ในขณะที่ความคล้ายคลึงของพรรณไม้ท้องถิ่นในสวนป่ากระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส กับป่าดิบแล้ง มีค่าเท่ากับ 50.39, 53.96, 56.06 และ 54.24 ตามลำดับ รูปแบบการกระจายพันธุ์ของชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพรรณไม้ เป็นแบบ L-shape ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็วสามารถช่วยส่งเสริมกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ เพิ่มความหลากชนิดของพรรณไม้ และปรับปรุงโครงสร้างป่าให้มีความคล้ายคลึงกับป่าดิบแล้งตามธรรมชาติ

คำสำคัญ: โครงสร้างป่า สังคมพืช สวนป่าไม้โตเร็ว การฟื้นฟูป่า ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา)

ABSTRACT

Fast-growing tree plantations have been important role in degraded land restoration. Tree composition and forest structure were investigated at Silvicultural Research Center 6th, Wang Nam Khiew district, Nakhon Ratchasima province. Three experimental plots with a size of 20x50 m were established in 35-year-old *Acacia mangium*, *A. auriculiformis*, *Leucaena leucocephala* and *Eucalyptus camaldulensis* plantations. In addition, dry evergreen forest was also investigated. All tree species with more than 1 cm in diameter at breast height (DBH) and height more than 1.30 m were measured and tree species were classified. The Importance Value Index (IVI) and tree species diversity of plantations were investigated. In addition, the similarity index of forest community between the plantations and dry evergreen forest were compared.

The results found that there were 47, 46, 52 and 49 species in 35-year-old *A. mangium*, *A. auriculiformis*, *L. leucocephala* and *E. camaldulensis* plantations, respectively. Tree diversity of plantations was similar to dry evergreen forest. The tree diversity index of 36-year - old plantations was 3.05, 2.66, 2.16 and 2.67, respectively; while that of dry evergreen forest was 3.57. Similarity index of species composition between 35-year-olds *A. mangium*, *A. auriculiformis*, *L. leucocephala* and *E. camaldulensis* plantations and dry evergreen forest were 50.39, 53.96, 56.06 and 54.24, respectively. Size distribution of native tree species in fast-growing tree plantations and dry evergreen forest was L-shape. These results indicating that fast-growing tree plantations can promote natural succession process, increase tree diversity and improve forest structure.

Keywords: forest structure, species composition, fast-growing tree plantation, forest restoration, Silvicultural Research Center 6th (Nakhon Ratchasima)

คำนำ

สวนป่ามีบทบาทที่สำคัญของการเพิ่มความหลากหลายของพรรณไม้ การเพิ่มพื้นที่ป่า การกักเก็บคาร์บอน และการบริการเชิงนิเวศในป่าฟื้นฟู โดยชนิดไม้ที่ปลูกในสวนป่ามีหลากหลายประเภท ทั้งไม้โตช้าและไม้โตเร็ว อย่างไรก็ตาม สวนป่าไม้ต่างถิ่น เช่น กระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ ยูคาลิปตัส และสะเดา เป็นชนิดไม้ที่นิยมนำมาปลูกฟื้นฟูเนื่องจากโตเร็ว มีอัตรารอดตายสูง ปรับตัวได้ดีกับสภาพพื้นที่และให้ผลผลิตมวลชีวภาพสูง (มโนชญ์, 2533) นอกจากนี้การปลูกสร้างสวนป่ายังเป็นการฟื้นฟูระบบนิเวศ ปัจจัยแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นและแสง ภายใต้สวนป่าให้เหมาะสมกับการงอกและการตั้งตัวของกล้าไม้ เร่งกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ (Parrotta *et al.,* 1997; Sayer *et al.,* 2004) ความหลากหลายของพันธุ์ไม้หลังการฟื้นฟูด้วยการปลูกสร้างสวนป่าจะมีค่าสูงขึ้นและโครงสร้างป่ามีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลดังกล่าวทำให้ระบบนิเวศถูกฟื้นฟูขึ้นตามลำดับ (Porrtta, 1999; Singh *et al,* 2002; Van *et al.,* 2005; Sayer *et al.,* 2004) อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบและความหลากหลายของพรรณไม้จะมีค่าแตกต่างกันไปตาม อายุของสวนป่า ระยะห่างจากแหล่งเมล็ดไม้หรือพื้นที่ป่าชนิดของสวนป่า (Van *et al.,* 2005; Koonkhunthod *et al.,* 2007) และรูปแบบของการปลูก (Parrotta, 1999; Kaewkrom *et al.,* 2005) พรรณไม้ที่พบในช่วงแรกส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้เบิกนำ (pioneer tree species) (Koonkhunthod *et al.,* 2007; Wongprom et al., 2020) ซึ่งไม้เหล่านี้เป็นไม้ที่ต้องการแสงสูง สืบพันธุ์ตามธรรมชาติได้ดี โดยความหลากหลายของพรรณไม้ในสวนป่าฟื้นฟูในช่วงแรกจะมีค่าน้อยและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อสวนป่ามีอายุมาก

ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ถูกบุกรุกและทำลายป่าเพื่อปลูกพืชเกษตรเป็นระยะเวลาที่ยาวนานจนทำให้ดินมีสภาพเสื่อมโทรมและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การฟื้นฟูป่าในพื้นที่ได้มีการปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็ว เช่น ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) กระถินเทพา (*Acacia mangium*) กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) และกระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) มาแล้วมากกว่า 30 ปี จนปัจจุบันสภาพพื้นที่มีความหลากหลายของพรรณไม้เพิ่มมากขึ้น โครงสร้างป่ามีความซับซ้อนและสังคมพืชมีการพัฒนาอย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตามพื้นที่ป่าฟื้นฟูขาดการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชหลังการฟื้นฟูป่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาความหลากหลายของชนิด องค์ประกอบของพรรณไม้และความคล้ายคลึงของสังคมพืชในป่าฟื้นฟูมีความคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติ เพื่อให้สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงและการทดแทนของสังคมพืชในสวนป่าไม้โตเร็วแต่ละชนิด ซึ่งจะเป็นแนวทางในการจัดการพื้นที่และเร่งกระบวนการฟื้นฟูป่าให้ประสบความสำเร็จและเร็วยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษานี้อยู่ในศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ในอดีตเป็นพื้นที่ที่ผ่านการบุกรุกป่าและปลูกพืชเกษตรมาอย่างยาวนาน การฟื้นฟูป่าในช่วงแรกได้ทำการปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็วหลายชนิด ได้แก่ กระถินเทพา (*Acacia mangium*) กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) และ กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*) เพื่อปรับปรุงดินและฟื้นฟูระบบนิเวศ โดยแปลงปลูกไม้โตเร็วเหล่านี้มีการปล่อยให้เติบโตตามธรรมชาติและมีการกระจายของพรรณไม้ชนิดอื่น ๆ เข้ามาในแปลงและปล่อยให้เติบโตโดยไม่มีการตัดฟันออก สมบัติของดินในพื้นที่ก่อนการปลูกสร้างสวนป่าเนื้อดินเป็นดินร่วนและดินร่วนเหนียวปนทราย ธาตุอาหารในดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถึง ปานกลาง ปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยในช่วง10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 – 2565 เท่ากับ 1,365.26 มิลลิเมตรต่อปี และมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 112 วันต่อปี ฤดูฝนจะเริ่มในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม ส่วนฤดูแล้งเริ่มช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน อุณหภูมิอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 30.23 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.02 องศาเซลเซียส (Staporn *et al.,* 2022)

2. การวางแปลงตัวอย่างและเก็บข้อมูล

ทำการวางแปลงตัวอย่าง ในพื้นที่สวนป่า อายุ 35 ปี ที่มีการปลูกไม้โตเร็ว 4 ชนิด ได้แก่ กระถินเทพา (*A. mangium*) กระถินณรงค์ (*A. auriculiformis*) ยูคาลิปตัส (*E. camaldulensis*) และ กระถินยักษ์ (*L. leucocephala*) โดยทั้งหมดได้ปลูกในปี พ.ศ. 2530 และได้วางแปลงตัวอย่างในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าดิบแล้งที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าฟื้นฟูเพื่อเป็นพื้นที่อ้างอิง (reference site) มีวิธีการดังนี้

2.1 วางแปลงตัวอย่างขนาด 20x50 เมตร ในพื้นที่สวนป่าไม้กระถินเทพา กระถินณรงค์ ยูคาลิปตัส และกระถินยักษ์ และป่าธรรมชาติ ที่มีสภาพเป็นป่าดิบแล้ง พื้นที่ละ 3 แปลง แล้วทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร วัดการเติบโตของต้นไม้ (ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) ≥ 1 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร)

2.2 สำรวจและเก็บตัวอย่างชนิดไม้เพื่อทำการจำแนกชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับชนิดไม้ ในหอพรรณไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยระบุชนิดไม้ตามชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม, 2557)

2.3 วิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้ (Importance Value Index, IVI) แต่ละพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์หาโครงสร้างป่าและองค์ประกอบของพรรณไม้เด่นในแต่ละพื้นที่

2.4 วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลากชนิด โดยคำนวณตามวิธีของ Shannon and Weaver (1949) ดังนี้

$$H' = -\sum pi \ln pi$$

เมื่อ pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพันธุ์ไม้ชนิดที่ i ต่อ จำนวนต้นของพันธุ์ไม้ทั้งหมด (เมื่อ i = 1, 2, 3, 4...s)

s = จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

ln = ลอกการิทึมฐานธรรมชาติ

2.5 วิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (similarity index, SI) ขององค์ประกอบของพรรณไม้ป่าในแต่ละพื้นที่ตามวิธีของ (Sorensen, 1948) ดังนี้

$$SI = C / [1/2 (A+B)]x100 \quad or \quad [2xC / (A+B)]x100$$

เมื่อ C คือ จำนวนชนิดไม้ที่ปรากฏในทั้งสองสังคมพืช

A คือ จำนวนชนิดไม้ที่ปรากฏในสังคมพืช A

B คือ จำนวนชนิดไม้ที่ปรากฏในสังคมพืช B

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ค่าเชิงปริมาณ เช่น ความหนาแน่นของหมู่ไม้ พื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้ และค่าความหลากชนิด ในพื้นที่สวนป่ากระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ ยูคาลิปตัส และป่าธรรมชาติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างป่าและองค์ประกอบพรรณไม้ ในสวนป่า อายุ 35 ปี

1.1 แปลงสวนป่ากระถินเทพา

โครงสร้างป่าและองค์ประกอบของไม้ในแปลงกระถินเทพา อายุ 35 ปี พบชนิดพรรณไม้จำนวน 47 ชนิด (species) 43 สกุล (genus) 25 วงศ์ (family) ไม้เรือนยอดเด่น ได้แก่ กระถินเทพา มีความสูงระหว่าง 22-30 เมตร เรือนยอดไม้ชั้นรอง ได้แก่ คอแลน (*Nephelium hypoleucum*) ลาย (*Microcos tomentosa*) โมกมัน (*Wrightia arborea*) และ คำแสด (*Mallotus philippensis*) มีความสูงระหว่าง 7-16 เมตร ส่วนไม้พื้นล่างที่พบ ได้แก่ พลองขี้ควาย (*M. caeruleum*) เขยตาย (*Glycosmis pentaphylla*) พญารากดำ (*Diospyros variegata*) และข่อยหนาม (*Streblus ilicfolius*) มีความสูง 2-5 เมตร จะเห็นได้ว่าพันธุ์ไม้เด่นที่พบในพื้นที่เป็นกระถินเทพา ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่นำมาปลูกในช่วงแรกของการฟื้นฟู ปัจจุบันกระถินเทพาเหลืออยู่ในพื้นที่มีความหนาแน่น เท่ากับ 660.00 ต้นต่อเฮกตาร์ และเป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ส่วนชนิดไม้ท้องถิ่นที่ขึ้นเองตามธรรมชาติและเป็นพันธุ์ไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากในพื้นที่ ได้แก่ ข่อยหนาม (*S. ilicfolius*) พญารากดำ (*D. variegata*) หัสคุณ (*Micromelum minutum*) เขยตาย (*G. pentaphylla*) และ คอแลน (*N. hypoleucum*) เป็นต้น (Table 1)

1.2 แปลงสวนป่ากระถินณรงค์

โครงสร้างป่าและองค์ประกอบของไม้ในแปลงกระถินณรงค์ พบว่ามีพันธุ์ไม้จำนวน 46 ชนิด (species) 43 สกุล (genus) 27 วงศ์ (family) ไม้เรือนยอดเด่น ได้แก่ กระถินณรงค์ มีความสูง 20-30 เมตร เรือนยอดไม้ชั้นรอง ได้แก่ คอแลน (*N. hypoleucum*) ลาย (*Microcos tomentosa*) โลด (*Aporosa villosa*) โมกมัน (*W. arborea*) และ คำแสด (*M. philippensis*) มีความสูง 8-15 เมตร ส่วนไม้พื้นล่างที่พบ ได้แก่ กัดลิ้น (*Walsura trichostemon*) เขยตาย (*G. pentaphylla*) ขางปอยน้ำ (*Alchornea rugosa*) และ ข่อยหนาม (*S. ilicfolius*) มีความสูง 2-5 เมตร จะเห็นได้ว่าพันธุ์ไม้เด่นที่พบในพื้นที่เป็นกระถินณรงค์ ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่นำมาปลูกในช่วงแรกของการฟื้นฟู ปัจจุบันกระถินณรงค์เหลืออยู่ในพื้นที่มีความหนาแน่น เท่ากับ 1,750.00 ต้นต่อเฮกตาร์ และเป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ส่วนไม้ท้องถิ่นที่ขึ้นเองตามธรรมชาติและเป็นพันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่ ได้แก่ คอแลน (*N. hypoleucum*) หัสคุณ (*M. minutum*) กัดลิ้น (*W. trichostemon*) ลาย (*M. tomentosa*) พญารากดำ (*D. variegata*) สันโสก (*Clausena excavata*) โลด (*A. villosa*) กระเบากลัก (*Hydnocarpus ilicifolius*) และ ขันทองพยาบาท (*Suregada multiflora*) เป็นต้น (Table 2)

1.3 แปลงสวนป่ายูคาลิปตัส

โครงสร้างป่าและองค์ประกอบของไม้ในแปลงยูคาลิปตัส พบว่ามีพันธุ์ไม้จำนวน 49 ชนิด (species) 45 สกุล (genus) 28 วงศ์ (family) ไม้เรือนยอดเด่น ได้แก่ ยูคาลิปตัส มีความสูง 22-34 เมตร เรือนยอดไม้ชั้นรอง ได้แก่ เฉียงพร้านางแอ (*Carallia brachiata*) แคหัวหมู (*Markhamia stipulata*) เขลง (*Dialium cochinchinense*) อะราง (*Peltophorum dasyrachis*) ตองเต่า (*Pterospermum cinnamomeum*) และ ลาย (*M. tomentosa*) มีความสูง 8-15 เมตร ส่วนไม้พื้นล่างที่พบ ได้แก่ หัสคุณ (*M. minutum*) พญารากดำ (*D. variegata*) พลองขี้ควาย (*Memecylon caeruleum*) พลองใบใหญ่ (*Memecylon ovatum*) และ ข่อยหนาม (*S. ilicfolius*) มีความสูง

2-6 เมตร จะเห็นได้ว่าพันธุ์ไม้เด่นที่พบในพื้นที่เป็นข่อยหนาม (*S. ilicfolius*) และยูคาลิปตัส โดยยูคาลิปตัสเป็นพันธุ์ไม้ที่นำมาปลูกในช่วงแรกของการฟื้นฟู ปัจจุบันยูคาลิปตัสเหลืออยู่ในพื้นที่มีความหนาแน่น เท่ากับ 350.00 ต้นต่อไร่ และยังเป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากในพื้นที่ ส่วนไม้ท้องถิ่นที่ขึ้นเองตามธรรมชาติและเป็นพันธุ์ไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากในพื้นที่ ได้แก่ คอแลน (*N. hypoleucum*) พญารากดำ (*D. variegata*) หัสคุณ (*M. minutum*) แคหัวหมู (*Markhamia stipulata*) พะวา (*Garcinia celebica*) ตะแบก (*Lagerstroemia calyculata*) และลำดวน (*Melodorum fruticosum*) เป็นต้น (Table 3)

Table 1 Relative density (RD), relative frequency (RF), relative dominance (RDo) and Importance Value Index (IVI) of the top 10 species in *Acacia mangium* plantation at Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima province.

No.	Thai name	Species	RD	RF	RDo	IVI
1	กระถินเทพา	*Acacia mangium*	9.46	8.02	69.26	86.73
2	ข่อยหนาม	*Streblus ilicifolius*	16.05	2.95	1.29	20.29
3	พญารากดำ	*Diospyros variegata*	11.75	5.49	1.90	19.14
4	สันโสก	*Clausena excavata*	7.59	7.17	2.11	16.87
5	หัสคุณ	*Micromelum minutum*	7.88	6.75	0.95	15.58
6	ลาย	*Microcos tomentosa*	4.44	5.49	4.87	14.80
7	โลด	*Aporosa villosa*	3.30	5.91	1.95	11.15
8	ข่อย	*Streblus asper*	5.30	2.11	1.66	9.07
9	สลอดป่า	*Microdesmis caseariifolia*	3.58	5.06	0.24	8.89
10	คอแลน	*Nephelium hypoleucum*	3.01	4.64	1.01	8.66
		Other				

Table 2 Relative density (RD), relative frequency (RF), relative dominance (RDo) and Importance Value Index (IVI) of the top 10 species in *Acacia auriculiformis* plantation at Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima province.

No.	Thai name	Species	RD	RF	RDo	IVI
1	กระถินณรงค์	*Acacia auriculiformis*	22.46	12.00	79.28	113.75
2	หัสคุณ	*Micromelum minutum*	16.30	10.00	2.25	28.55
3	ลาย	*Microcos tomentosa*	9.24	8.80	5.25	23.29
4	พญารากดำ	*Diospyros variegata*	13.99	6.80	2.15	22.94
5	สันโสก	*Clausena excavata*	10.14	8.00	1.01	19.16
6	โลด	*Aporosa villosa*	3.34	5.60	0.57	9.51
7	ขันทองพยาบาท	*Suregada multiflora*	2.57	4.80	1.23	8.60
8	โมกมัน	*Wrightia arborea*	1.41	3.60	0.52	5.54
9	ข่อยหนาม	*Streblus ilicifolius*	1.67	2.00	0.12	3.79
10	เขยตาย	*Glycosmis pentaphylla*	1.16	2.40	0.03	3.58
		Other				

Table 3 Relative Density (RD) relative frequency (RF) relative dominance (RDo) and Importance Value Index (IVI) of the top 10 species in *Eucalyptus camaldulensis* plantation at Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima province.

No.	Thai name	Species	RD	RF	RDo	IVI
1	ข่อยหนาม	*Streblus ilicifolius*	40.05	8.28	10.84	59.18
2	ยูคาลิปตัส	*Eucalyptus camaldulensis*	2.93	4.29	31.54	38.76
3	คอแลน	*Nephelium hypoleucum*	6.19	6.44	11.41	24.04
4	หัสคุณ	*Micromelum minutum*	5.77	6.13	1.09	12.99
5	แคหัวหมู	*Markhamia stipulata*	5.02	1.84	5.73	12.59
6	พญารากดำ	*Diospyros variegata*	4.43	4.29	1.79	10.51
7	พะวา	*Garcinia celebica*	3.18	3.99	1.51	8.67
8	ลำดวน	*Melodorum fruticosum*	3.43	2.76	2.35	8.54
9	เคี่ยมคะนอง	*Shorea henryana*	2.59	3.68	2.10	8.38
10	โลด	*Aporosa villosa*	2.09	5.21	1.00	8.31
		Other				

1.4 แปลงสวนป่ากระถินยักษ์

โครงสร้างป่าและองค์ประกอบของไม้ในแปลงกระถินยักษ์ พบว่ามีพันธุ์ไม้จำนวน 52 ชนิด (species) 48 สกุล (genus) 30 วงศ์ (family) ไม้เรือนยอดเด่น ได้แก่ กระถินยักษ์ มีความสูง 22-34 เมตร เรือนยอดไม้ชั้นรอง ได้แก่ เฉียงพร้านางแอ (*Carallia brachiata*) แคหัวหมู (*M. stipulata*) เขลง (*D. cochinchinense*) อะราง (*Peltophorum dasyrachis*) ตองเต่า (*P. cinnamomeum*) และ ลาย (*M. tomentosa*) มีความสูง 8-15 เมตร ส่วนไม้พื้นล่างที่พบ ได้แก่ หัสคุณ (*M. minutum*) พญารากดำ (*D. variegata*) สลอดป่า (*Microdesmis caseariifolia*) กระดูกไก่ (*Prismatomeris tetrandra*) และ ข่อยหนาม (*S. ilicfolius*) มีความสูง 1.5-6 เมตร จะเห็นได้ว่าพันธุ์ไม้เด่นที่พบในพื้นที่เป็นข่อยหนาม (*S. ilicfolius*) และกระถินยักษ์ โดยกระถินยักษ์เป็นพันธุ์ไม้ที่นำมาปลูกในช่วงแรกของการฟื้นฟู ปัจจุบันกระถินยักษ์เหลืออยู่ในพื้นที่มีความหนาแน่น เท่ากับ 630.00 ต้นต่อเฮกตาร์ และยังเป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากในพื้นที่ ส่วนไม้ท้องถิ่นที่ขึ้นเองตามธรรมชาติและเป็นพันธุ์ไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากในพื้นที่ ได้แก่ ลาย (*M. tomentosa*) โลด (*A. villosa*) เปล้าหลวง (*Croton persimilis*) มะหาด (*Artocarpus lacucha*) และ โมกมัน (*W. arborea*) เป็นต้น (Table 4)

1.5 แปลงป่าดิบแล้งธรรมชาติ

โครงสร้างป่าและองค์ประกอบของไม้ในป่าธรรมชาติ พบว่ามีพันธุ์ไม้ จำนวน 80 ชนิด (species) 71 สกุล (genus) 38 วงศ์ (family) ไม้เรือนยอดเด่น ได้แก่ เคี่ยมคะนอง (*Shorea henryana*) ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) เขลง (*D. cochinchinense*) ยางแดง (*Dipterocarpus turbinatus*) และ กระบก (*Irvingia malayana*) เป็นต้น มีความสูง 22-30 เมตร เรือนยอดไม้ชั้นรอง ได้แก่ กระเบากลัก (*H. ilicifolius*) กัดลิ้น (*W. trichostemon*) คอแลน (*N. hypoleucum*) ตะแบก (*Lagerstroemia calyculata*) และ แหลบุก (*Phoebe lanceolata*) มีความสูง 10-16 เมตร ส่วนไม้พื้นล่างที่พบ ได้แก่ หัสคุณ (*M. minutum*) กริม (*A. planchoniana*) กระดูกไก่ (*P. tetrandra*) ขางปอยน้ำ (*A. rugosa*) และ เขยตาย (*G. pentaphylla*) มีความสูง 2-6 เมตร พันธุ์ไม้เด่นที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพันธุ์ไม้สูง ได้แก่ เคี่ยมคะนอง (*S. henryana*) กัดลิ้น (*W. trichostemon*) คอแลน (*N. hypoleucum*) ลำดวน (*M. fruticosum*) กระเบากลัก (*H. ilicifolius*) ตะเคียนหิน (*H. ferrea*) ลำดวน (*M. fruticosum*) เขลง (*D. cochinchinense*) สะเดาปัก (*Vatica harmandiana*) และ พลองใบใหญ่ (*M. ovatum*) (Table 5)

Table 4 Relative density (RD), relative frequency (RF), relative dominance (RDo) and Importance Value Index (IVI) of the top 10 species in *Leucaena leucocephala* plantation at Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima province.

No.	Thai name	Species	RD	RF	RDo	IVI
1	ข่อยหนาม	*Streblus ilicifolius*	56.20	9.09	12.36	77.66
2	กระถินยักษ์	*Leucaena leucocephala*	3.95	6.06	13.69	23.70
3	ลาย	*Microcos tomentosa*	3.26	6.67	12.30	22.23
4	โลด	*Aporosa villosa*	3.01	6.36	6.63	16.00
5	เปล้าหลวง	*Croton persimilis*	2.88	4.55	2.74	10.17
6	มะหาด	*Artocarpus lacucha*	0.56	1.82	7.25	9.63
7	หัสคุณ	*Micromelum minutum*	3.13	5.76	0.83	9.72
8	คอแลน	*Nephelium hypoleucum*	1.69	3.64	3.47	8.80
9	กระบก	*Irvingia malayana*	0.50	1.52	6.56	8.58
10	สลอดป่า	*Microdesmis caseariifolia*	3.63	4.24	0.69	8.57
		Other				

Table 5 Relative density (RD), relative frequency (RF), relative dominance (RDo) and Importance Value Index (IVI) of the top 10 species in natural forest at Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima province.

No.	Thai name	Species	RD	RF	RDo	IVI
1	เคี่ยมคะนอง	*Shorea henryana*	4.09	4.03	29.49	37.60
2	ข่อยหนาม	*Streblus ilicifolius*	16.24	4.70	1.90	22.83
3	กัดลิ้น	*Walsura trichostemon*	9.81	5.15	3.84	18.79
4	กระเบากลัก	*Hydnocarpus ilicifolius*	5.01	5.37	6.64	17.02
5	คอแลน	*Nephelium hypoleucum*	6.54	3.36	4.18	14.08
6	เขลง	*Dialium cochinchinense*	1.94	2.91	7.58	12.43
7	ค้างคาว	*Aglaia edulis*	3.58	2.91	3.24	9.72
8	ลาย	*Microcos tomentosa*	2.96	2.91	3.54	9.41
9	พลองขี้ควาย	*Memecylon caeruleum*	2.76	3.58	0.30	6.63
10	ลำดวน	*Melodorum fruticosum*	2.45	2.68	1.12	6.25
		Other				

องค์ประกอบของพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่ในสวนป่ากระถินเทพา (*A.mangium*) กระถินณรงค์ (*A. auriculiformis*) กระถินยักษ์ (*L. leucocephala*) และ ยูคาลิปตัส (*E. camaldulensis*) มีจำนวนชนิดพันธุ์ไม้น้อยกว่าป่าธรรมชาติ อย่างไรก็ตามโครงสร้างป่าของชั้นเรือนยอดของสวนป่าเริ่มมีความซับซ้อนเนื่องจากเป็นช่วงที่กำลังฟื้นตัว สอดคล้องกับ ดอกรักและคณะ (2561) พบว่าพันธุ์ไม้ท้องถิ่นในป่าฟื้นฟูส่วนใหญ่เป็นกลุ่มไม้เบิกนำ ซึ่งไม้กลุ่มนี้จะโตเร็ว ต้องการแสงสูงเพื่อการเติบโตและสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยปรับปรุงโครงสร้างป่าและเพิ่มความหลากหลาย โดยไม้เบิกนำจะมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติได้ดีเนื่องจากมีเมล็ดขนาดเล็ก สามารถกระจายพันธุ์ได้ไกลโดยอาศัย ลม นก และ ค้างคาว (Goosem and Tucker, 2013) ในการศึกษาครั้งนี้ แปลงกระถินยักษ์ที่พันธุ์ไม้ท้องถิ่น

ขึ้นอยู่ค่อนข้างหนาแน่น เนื่องจากกระถินยักษ์ได้มีการตายไปจำนวนมาก ทำให้เกิดช่องว่าง (gap) ส่งผลให้ไม้เบิกนำซึ่งเป็นกลุ่มไม้ที่ต้องการแสงสามารถขึ้นทดแทนและเติบโตได้ดี โดยภาพรวมพันธุ์ไม้ท้องถิ่นและเป็นพันธุ์ไม้เด่นที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ ได้แก่ ลาย (*M. tomentosa*) โลด (*A. villosa*) กริม (*A. planchoniana*) คำแสด (*M. philippensis*) แคหัวหมู (*M. stipulata*) โมกมัน (*W. arborea*) พะวา (*Garcinia celebica*) ตองเต่า (*P. cinnamomeum*) คอแลน (*N. hypoleucum*) เขลง (*D. cochinchinense*) ขันทองพญาบาท (*S. multiflora*) เหมือด (*Symplocos sp.*) และ กัดลิ้น (*W. trichostemon*) เป็นต้น

2. พื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของชนิดไม้

พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ในแปลงปลูกป่าฟื้นฟู ได้แก่ กระถินเทพา กระถินณรงค์ ยูคาลิปตัส และกระถินยักษ์ และ ป่าธรรมชาติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยแปลงกระถินณรงค์มีพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ป่าธรรมชาติ ยูคาลิปตัส กระถินเทพา และกระถินยักษ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.83, 32.84, 32.52, 23.52 และ 13.55 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 6) เห็นได้ว่าพื้นที่หน้าตัดของแปลงกระถินเทพา กระถินณรงค์ และยูคาลิปตัส มีค่าใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ ซึ่งบ่งบอกถึงความโดดเด่นของสวนป่าไม้โตเร็วในการสร้างผลผลิตและการปรับปรุงโครงสร้าง ในขณะที่แปลงกระถินยักษ์เป็นแปลงที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมน้อยที่สุด เนื่องจากกระถินยักษ์ได้ตายไปมากกว่าร้อยละ 80 จึงทำให้พื้นที่หน้าตัดมีค่าน้อย อย่างไรก็ตามการตายของกระถินยักษ์ในแปลงฟื้นฟูทำให้เกิดช่องว่าง (gap) ซึ่งทำให้ไม้เบิกนำสามารถเติบโตได้ดีและมีความหลากหลายของพันธุ์ไม้ท้องถิ่นเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่หน้าตัดของสวนป่าฟื้นฟูที่กำลังพัฒนาและไม้หลักที่ปลูกเริ่มทะยอยตายจะทำให้พื้นที่หน้าตัดของป่าฟื้นฟูมีค่าน้อยกว่าป่าธรรมชาติ อย่างไรก็ตามพื้นที่หน้าตัดของป่าฟื้นฟูที่มีอายุมากจะมีค่าใกล้เคียงกับป่าทดแทน (secondary forest) (Wongprom *et al.,* 2020) และพื้นที่หน้าตัดจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อป่าฟื้นฟูอายุเพิ่มขึ้น

Table 6 Basal area and density of species in 35-year-olds fast growing tree plantations at Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima province.

Site	Basal area (m^2 / ha)	Density (tree / ha)
Acacia mangium	23.52[b]	2,857[ab]
Acacia auriculiformis	34.83[c]	2,107[a]
Leucaena leucocephala	13.55[a]	2,297[a]
Eucalyptus camaldulensis	32.52[c]	2,363[a]
Natural forest	32.84[c]	3,5067[b]
F-value	25.33*	8.18*

Remarks: * = significant difference at $p < 0.05$ and letters a, b and c in the same column indicate significant difference at $p < 0.05$ by Duncan's Multiple Range Test.

สำหรับความหนาแน่นของหมู่ไม้ พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพรรณไม้ในป่าธรรมชาติ มีความหนาแน่นมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ แปลงกระถินเทพา ยูคาลิปตัส กระถินยักษ์ และกระถินณรงค์ มีค่าเท่ากับ 3,507, 2,857, 2,363, 2,297 และ 2,107 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ในแปลงปลูกป่าฟื้นฟูส่วนใหญ่จะมีต้นขนาดเล็กและเป็นกลุ่มของไม้เบิกนำ ชนิดไม้ท้องถิ่นของป่าดิบแล้งที่พบมากในพื้นที่ ได้แก่ ข่อยหนาม (*S. ilicfolius*) สันโสก (*C. excavata*) หัสคุณ (*M. minutum*) พญารากดำ (*D. variegata*) ลาย (*M. tomentosa*) และ คอแลน (*N. hypoleucum*) เป็นต้น เห็นได้ว่าสวนป่าไม้โตเร็วทั้ง 4 ชนิด สมารถช่วยปรับปรุงโครงสร้างป่าและชักนำให้ชนิดไม้ท้องถิ่นสามารถเติบโตและตั้งตัวได้ในดีในพื้นที่ โดยเฉพาะกระถินเทพาที่มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ค่อนข้างสูง Staporn *et al.* (2022) ชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างของสวนป่ามีผลต่อการ

กระจายพันธุ์ของพันธุ์ไม้ท้องถิ่น นอกจากนี้ระยะห่างจากป่าดิบแล้งธรรมชาติอาจส่งผลต่อความหลากหลายและความหนาแน่นของพรรณไม้ท้องถิ่น

3. การกระจายของพรรณไม้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

ลักษณะการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ตั้งแต่ 1.0 เซนติเมตรขึ้นไป ในแปลงปลูกป่าฟื้นฟูและป่าธรรมชาติ พบว่า รูปแบบการกระจายพันธุ์ของพันธุ์ไม้ในแปลงกระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ ยูคาลิปตัส และป่าธรรมชาติ เป็นรูปแบบชี้กำลังเชิงลบ L -shape กล่าวคือ จำนวนไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กมีจำนวนมากและเริ่มลดลงเมื่อไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น โดยทุกพื้นที่มีลักษณะการกระจายแบบเดียวกัน โดยมีความสัมพันธ์แบบ negative exponential curve (Figure 1) แสดงให้เห็นว่าไม้ขนาดเล็กมีจำนวนมากที่จะสามารถเติบโตและทดแทนกันได้เมื่อไม้ใหญ่เริ่มตายลงไป อย่างไรก็ตามหลังการฟื้นฟูมาแล้วกว่า 30 ปี ป่าฟื้นฟูในแต่ละพื้นที่ได้มีการปรับปรุงโครงสร้างป่าให้คล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติ โดยการกระจายของต้นไม้ที่มีลักษณะเป็นแบบ L-shape ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกให้เห็นว่าป่านี้อยู่ในสภาพที่มีองค์ประกอบของต้นไม้ตามขนาดต่างๆ อยู่ในสภาพที่สมดุล มีการทดแทนที่ดี (Ogawa *et al*., 1965) ซึ่งมีลักษณะเดียวกันกับป่าอื่น ๆ ในประเทศไทย เช่น ป่าดิบเขา (ปรีชา, 2530) ป่าดิบแล้ง (ธิติ, 2526) ป่าเต็งรัง (ศิริภา, 2529) และป่าดิบชื้น (สมบูรณ์, 2529) เป็นต้น

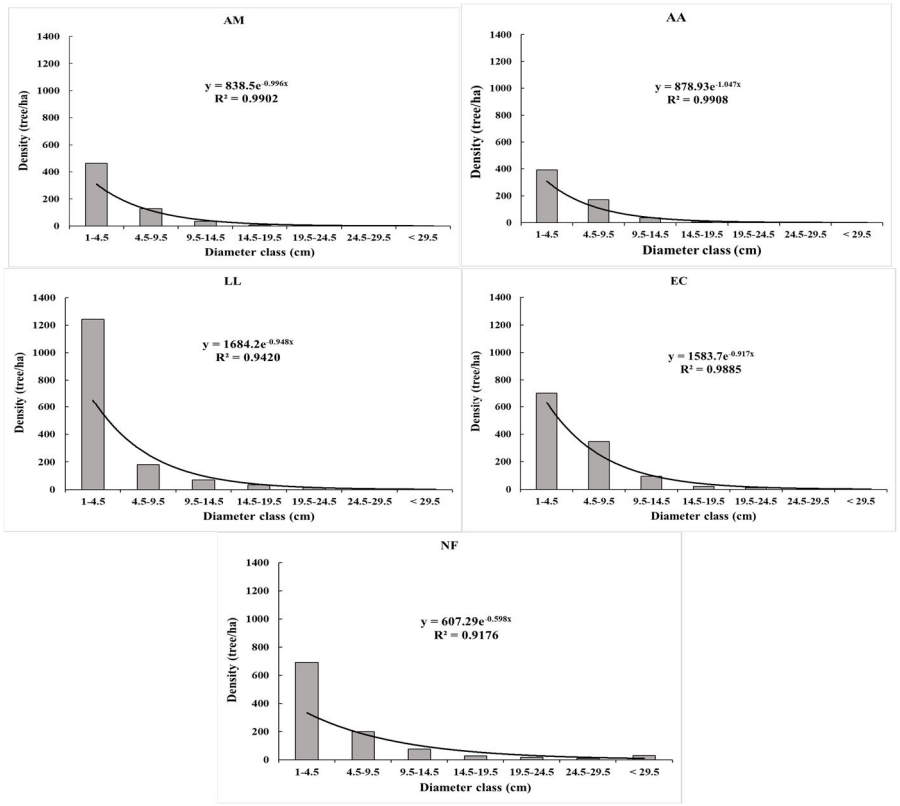


Figure 1 Diameter class distribution of *A. mangium* (AM), *A. auriculiformis* (AA), *L. leucocephala* (LL), *E. camaldulensis* (EC) plantations and natural forest (NF) in Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima province.

4. ความหลากชนิดของพรรณไม้ (species diversity) และความคล้ายคลึงของสังคมพืช (similarity index)

ความหลากชนิดไม้ท้องถิ่นในแปลงสวนป่าแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน โดยสวนป่ากระถินเทพา มีค่าดัชนีความหลากมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.05 การกระจายของพันธุ์ไม้มีค่าความสม่ำเสมอ (evenness) เท่ากับ 0.78 แสดงให้เห็นว่าชนิดไม้มีการกระจายค่อนข้างสม่ำเสมอ ในขณะที่ความหลากหลายของพันธุ์ไม้ในแปลงยูคาลิปตัส แปลงกระถินณรงค์ และ แปลงกระถินยักษ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดปานกลาง มีค่าเท่ากับ 2.67, 2.66 และ 2.16 ตามลำดับ มีค่าความสม่ำเสมอ เท่ากับ 0.67, 0.54 และ 0.69 ตามลำดับ (Table 7) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากชนิดไม้ในแปลงป่าปลูกของสวนป่ากระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส กับป่าธรรมชาติ พบว่าสวนป่าฟื้นฟูมีค่าความหลากชนิดไม้น้อยกว่าป่าธรรมชาติอาจเนื่องมาจากสวนป่าโตเร็วทั้ง 4 ชนิด อยู่ในช่วงการพัฒนาโครงสร้างและทดแทนตามธรรมชาติ ภายหลังการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศ

ดัชนีความหลากชนิดไม้ ในพื้นที่ป่าดิบแล้งธรรมชาติในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าใกล้เคียงกับป่าดิบแล้งของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ที่มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 3.45 (ธิติ, 2526) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ค่าดัชนีความหลากชนิดมีค่าน้อยกว่าป่าดิบแล้งบริเวณลุ่มน้ำพรม มีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 4.89 (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2522) ค่าดัชนีความหลากชนิดของพรรณไม้ในแปลงสวนป่าฟื้นฟูของศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) ส่วนใหญ่มีค่าระดับปานกลางเนื่องจากเป็นช่วงกำลังฟื้นฟูที่มีการทดแทนตามธรรมชาติ ซึ่งมีค่าดัชนีความหลากหลายใกล้เคียงกับป่าฟื้นฟูที่ปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติที่เคยเป็นป่าดิบแล้งมาก่อน (ดอกรักและคณะ, 2561)

Table 7 Species diversity index, evenness and similarity index of fast growing tree species plantations and natural forest in Silvicultural Research Center 6th, Nakhon Ratchasima province.

Site	Species diversity inde:	Evenness	Similarity index
Acacia mangium	3.05	0.78	50.39
Acacia auriculiformis	2.66	0.54	53.96
Leucaena leucocephala	2.16	0.69	56.06
Eucalyptus camaldulensis	2.67	0.67	54.26
Natural forest	3.57	0.81	-

การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของสังคมพืชระหว่างพื้นที่สวนป่ากับป่าธรรมชาติ พบว่าชนิดไม้ในพื้นที่แปลงปลูกกระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ และ ยูคาลิปตัส มีความคล้ายคลึงกับชนิดไม้ในป่าธรรมชาติ ร้อยละ 50.39, 53.96, 56.06 และ 54.26 ตามลำดับ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าแปลงสวนป่าฟื้นฟูอยู่ในช่วงปลายของการทดแทน (late succession) (Habich, 2001) พันธุ์ไม้เด่นที่เข้ามาในพื้นที่ ได้แก่ ได้แก่ กระบก (*Irvingia malayana*) เคี่ยมคะนอง (*S. henryana*) คอแลน (*N. hypoleucum*) พะวา (*G. celebica*) ลำดวน (*M. fruticosum*) และ พลับไข่นก (*D. apiculata*) เป็นต้น อย่างไรก็ตามชนิดไม้เหล่านี้ยังมีจำนวนน้อย ดังนั้นการปลูกเสริมด้วยพรรณไม้ป่าดิบแล้งเพิ่มเติม ควรจะต้องมีการดำเนินการเพื่อเร่งกระบวนการฟื้นฟูป่าให้เร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากป่าธรรมชาติ เนื่องจากพื้นที่บริเวณนี้จะมีความหลากหลายของชนิดไม้และความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ (Staporn *et al.,* 2022)

สรุป

การฟื้นฟูป่าด้วยการปลูกสร้างสวนป่าไม้โตเร็ว ได้แก่ กระถินเทพา กระถินณรงค์ กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส สามารถช่วยการส่งเสริมกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ โดยความหลากชนิดไม้ท้องถิ่นที่ขึ้นในสวนป่าทั้ง 4 ชนิด มีค่าเท่ากับ 3.05, 2.66, 2.16 และ 2.67 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความหลากชนิดไม้มีค่าน้อยกว่าป่าธรรมชาติ (3.57) การกระจายพันธุ์ของพรรณไม้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมีลักษณะเป็นแบบ L-shape แสดงให้เห็นว่ามีการทดแทนที่ดี ในขณะที่สังคมพืชในสวนป่ามีความคล้ายคลึงกับป่าดิบแล้ง ระหว่างร้อยละ 50.39 – 56.06 ซึ่งอยู่ในช่วงปลายของกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ (late succession) อย่างไรก็ตาม พรรณไม้ป่าดิบแล้งเหล่านี้ยังมีต้นขนาดเล็กและจำนวนค่อนข้างน้อย ดังนั้นการปลูกเสริม (enrichment planting) จึงควรมีการดำเนินการ โดยเฉพาะกลุ่มพรรณไม้เด่น เช่น ตะเคียนหิน เคี่ยมคะนอง สะเดาปัก ตะแบก กระเบากลัก และค้างคาว เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการเร่งกระบวนการฟื้นฟูป่าให้เร็วยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยตามแผนงาน การจัดการป่าไม้เพื่อแก้ปัญหาวิกฤตภัยแล้งอย่างยั่งยืน โครงการการประเมินคุณค่าบริการระบบนิเวศป่าไม้ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู "สะแกราชโมเดล"

เอกสารอ้างอิง

ดอกรัก มารอด, สถิตย์ ถิ่นกาแพง, จักรพงษ์ ทองสวี, วงศธร พุ่มพวง, ถาวร ก่อเกิด, สุธีระ เหิมฮึก และ อัครพงษ์ นาคถนอม. 2561. โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ป่าดิบแล้ง สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. **วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย** 2 (1): 45-54

เต็ม สมิตินันทน์. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันทน์**. สำนักหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ.

ธิติ วิสารัตน์. 2526. **ลักษณะโครงสร้างและสภาพการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติภายใต้ช่องว่างระหว่างเรือนยอดของป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชา ธรรมานนท์. 2530. โครงสร้างป่าดิบเขา. **วารสารวนศาสตร์** 6: 57-88.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ, มณฑล จำเริญพฤกษ์, บุญฤทธิ์ ภูริยากร, วิสุทธิ์ สุวรรณาภินันท์ และ บัวเรศ ประไชโย. 2522. **การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของป่า 3 ชนิดบริเวณลุ่มน้ำพรม จ.ชัยภูมิ**. รายงานวนวัฒนวิจัย เล่มที่ 63. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มโนชญ์ มาตรพลาการ. 2533. **การทดสอบชนิดไม้ที่เหมาะสมสำหรับปลูกบนดินเหมืองแร่เก่า ท้องที่ อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริภา นิลเรือง. 2529. **ลักษณะโครงสร้าง อัตราการเกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอดและอัตราการผันกลับของป่าเต็งรังสะแกราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบูรณ์ กีรติประยูร. 2529**. การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างของป่าดงดิบชื้นที่มีหวาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Goosem, S. and Tucker, N.I.J. 2013. **Repairing the Rainforest**. 2nd ed. Wet Tropics Management Authority and Biotropica Australia Pty. Ltd., Cairns, Queensland.

Habich, E.F. 2001. **Ecological Site Inventory, Technical Reference 1734-7**. Bureau of Land Management, Colorado.

Kaewkrom, P., Gajaseni, J., Jordan, C.F. and Gajaseni, N. 2005. Floristic regeneration in five types of teak plantations in Thailand. **Forest Ecology and Management** 210 (1-3): 351-361.

Koonkhunthod, N., Sakurai, K. and Tanaka, S. 2007. Composition and diversity of woody regeneration in a 37-year-old teak (*Tectona grandis* L.) plantation in Northern Thailand. **Forest Ecology and Management** 247: 246-254.

Ogawa, H., Yoda, K. and Kira, T. 1965. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. **Nature and Life in SE Asia** 1: 21-157.

Parrotta, J.A., Knowles, O.H. and Wunderle, J.M. 1997. Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. **Forest Ecology and Management** 99: 21–42.

Parrotta, J.A. 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management** 124: 45-77.

Staporn, D., Marod, D., Wongprom, J. and Diloksumpun, S. 2022. Drivers of native species regeneration in the process of restoring a dry evergreen forest from exotic tree plantations in northeastern Thailand. **Forests** 13: 1321.

Sayer, J., Chokkalingam, U. and Poulsen, J. 2004. The restoration of forest biodiversity and ecological values. **Forest Ecology and Management** 201: 3–11.

Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. University of Illinois Press. Urbana.

Singh, A.N., Raghubanshi, A.S. and Singh, J.S. 2002. Plantations as a tool for mine spoil restoration. **Current Science** 82: 1436-1441.

Sørensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. K. Dan. Vidensk. Selsk. **Biologiske Skrifter** 5: 1-34.

Van, D.T., Lee, D.K. and Van, T.H. 2005. Rehabilitation of native tree species in the forest plantations and denuded hills of Namlau commune in Sonla Province, Vietnam. **Forest Science and Technology** 1: 51-58.

Wongprom, J., Poolsiri, R., Diloksumpun, S. and Ngernsaengsaruay, C. 2020. Soil properties and tree composition in a 27-year-old *Acacia mangium* Willd. plantation on abandoned mining area at Phangnga Forestry Research Station. **BIOTROPIA** 27: 97 – 103.

เปรียบเทียบแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย
Comparison of Habitat Suitability Modelling for Wreathed Hornbill (*Rhyticeros undulatus*) in Thailand

เจษฎา หนูวงค์[1] พิสุทธิ์ นาคหมื่นไวย[2] ปานวริศร์ ปานศรี[1] วรงค์ สุขเสวต[1] อิงอร ไชยเยศ[3] **ประทีป ด้วงแค**[1*]
Jedsada Noowong[1] , Pisut Nakmuenwai[2] , Paanwaris Paansri[1] , Warong Suksavate[1],
Aingorn Chaiyes[3] and **Prateep Duengkae**[1*]
[1] ภาควิชาชีวิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[1] Forest Biology Department, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
[2] คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170
[2] Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170
[3] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นนทบุรี 11120
[3] School of Agricultural and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120
*Corresponding Author, E-mail : **prateepd@hotmail.com**

บทคัดย่อ

นกเงือกกรามช้าง เป็นนกที่มีความอ่อนไหวต่อพื้นที่ป่าที่เปลี่ยนไป นกเงือกกรามช้างจึงถูกจัดสถานภาพการอนุรักษ์ให้มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) ในบัญชีแดงของสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (IUCN red list) ในปี ค.ศ. 2018 การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย โดยสร้างแบบจำลองจาก 2 แพลตฟอร์ม ได้แก่ Google Earth Engine และ MaxEnt โดยใช้ข้อมูลจุดการปรากฏของนกเงือกกรามช้างจากฐานข้อมูล eBird 1,331 จุด และปัจจัยแวดล้อม 11 ปัจจัย ผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองจากแพลตฟอร์ม MaxEnt (AUC = 0.92) มีประสิทธิภาพสูงกว่า Google Earth Engine (AUC = 0.84) เนื่องจากมีค่า AUC และพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุดมีการกระจายตามข้อมูลสอดคล้องกับการรายงานในประเทศไทยมากกว่า จึงถือว่าความถูกต้องและความแม่นยำจากแบบจำลอง MaxEnt มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากผลการศึกษาพบว่าร้อยละความลาดชัน ค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในรอบวัน (Bio2) และค่าสัดส่วนความผันแปรของอุณหภูมิในรอบวันต่อผันแปรของอุณหภูมิในรอบปี (Bio3) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของนกเงือกกรามช้างมากที่สุด ตามลำดับ พื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุด พบว่ามีการกระจายในพื้นที่อนุรักษ์ 6,276 ตร.กม. (ร้อยละ 1.21 ของเนื้อที่ประเทศ) ส่วนใหญ่พบในกลุ่มป่าดงพญาเย็น – เขาใหญ่ และกลุ่มป่าแก่งกระจาน และพบบางส่วนในกลุ่มป่าตะวันตก กลุ่มป่าคลองแสง – เขาสก และกลุ่มป่าฮาลา – บาลา ส่วนนอกพื้นที่อนุรักษ์ พบว่าเป็นพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุดเพียง 768 ตร.กม. (ร้อยละ 0.15 ของเนื้อที่ประเทศ) จากผลจากการศึกษานี้เห็นได้ชัดเจนว่ากลุ่มป่าในพื้นที่อนุรักษ์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการอนุรักษ์ประชากรนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย

คำสำคัญ: นกเงือกกรามช้าง แบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัย Google Earth Engine MaxEnt eBird

ABTRACT

Wreathed hornbill is the bird that rapid sensitive to changing forest areas and human disturbance, causing extirpation from the natural habitat. Therefore, Wreathed hornbill is listed as Vulnerable on the IUCN Red List of Threatened Species. This study compared the habitat suitability models of wreathed hornbill in Thailand. The habitat suitability models were created by using 2 platforms: Google Earth Engine, and MaxEnt. The models were made from 1,331 occurrence points of wreathed hornbill from eBird with 11 environmental variables used in the model then evaluated using AUC. The MaxEnt platform has the high AUC (AUC = 0.92) and distribution of very well-suited

habitat according with the presence reports in Thailand compares to Google Earth Engine (AUC = 0.84), So MaxEnt exhibited model that high performance more than Google Earth Engine. Key variables influencing wreathed hornbill habitat suitability were identified, including the slope, mean diurnal range (Bio2) and Isothermality (Bio3). The analysis revealed highly suitable habitat areas totaling 6,276 sq.km (1.21% of Thailand) within two forest complexes: 1) Dong Phayayen – Khao Yai, 2) Kaeng Krachan and some area in 3 forest complexes: 1) Western, 2) Khlong Saeng – Khao Sok, and 3) Hala – Bala and 768 sq.km (0.15% of Thailand) outside protected area. This study findings emphasized the importance of conserving forest complexes to ensure the persistence of wreathed hornbill populations in Thailand.

Keywords: wreathed hornbill, species distribution model, google earth engine, MaxEnt, eBird

คำนำ

นกเงือกกรามช้างจัดว่าเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ เนื่องจากเป็นตัวช่วยในการกระจายเมล็ดพันธุ์ (seed dispersal) ในป่าเขตร้อน ควบคุมประชากรแมลง และสัตว์ขนาดเล็กชนิดอื่นๆ และรักษาความหลากหลายและความสมดุลของพืช และสัตว์ในระบบนิเวศ นกเงือกกรามช้างจึงจัดว่าเป็นชนิดพันธุ์ร่มเงาให้แก่สัตว์ชนิดอื่น (Umbrella species) ดังนั้นการรบกวนของมนุษย์ ทั้งการล่า การทำไม้ และการทำกิจกรรมของมนุษย์อื่น ๆ ในพื้นที่ป่าก่อให้เกิดการลดลงของจำนวนต้นไม้ขนาดใหญ่ ซึ่งใช้ในการสร้างโพรงรังและพืชอาหารของจากเงือกกรามช้าง จากสาเหตุดังกล่าว นกเงือกกรามช้างจึงถูกจัดสถานภาพการอนุรักษ์ให้มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) ในบัญชีแดงของสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม (IUCN red list) ในปี พ.ศ. 2561 และในประเทศไทยถูกจัดให้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2546 (ณรงค์ และ พงษ์สรร, 2545; พรกมล และคณะ, 2553; Poonswad *et al*., 2013)

แบบจำลองการกระจายของชนิดพันธุ์ (species distribution model) ถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการพื้นที่ และการสำรวจประชากรสำหรับสัตว์ป่าได้ง่าย และสะดวก แบบจำลองการกระจายชนิดพันธุ์ใช้ข้อมูลการปรากฏ (presence) ของสัตว์ป่าชนิดเป้าหมายเป็นตัวแทน เพื่อสร้างแผนที่การกระจายของสัตว์ป่าในพื้นที่ในระดับภูมิภาค (regional) ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงสภาพถิ่นอาศัย ปัจจัยแวดล้อมด้านชีวภาพ ปัจจัยแวดล้อมด้านกายภาพ และปัจจัยแวดล้อมด้านที่เกี่ยวข้องกับการตั้งถิ่นอาศัยถาวรของมนุษย์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของชนิดสัตว์ป่านั้น ๆ ได้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างแบบจำลองจาก Google Earth Engine โดยใช้หลักการ Random Forest และ MaxEnt ใช้หลักการ Maximum entropy โดยใช้ข้อมูลการปรากฏจากฐานข้อมูล eBird ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่รวบรวมข้อมูลการปรากฏของนกที่รายงานข้อมูลจุดปรากฏโดยนักดูนก บุคคลคนทั่วไป ซึ่งมีการตรวจสอบ คัดกรองความถูกต้องของข้อมูลก่อนเผยแพร่ โดย eBird เปิดให้ใช้งานตั้งแต่ปี ค.ศ. 2002 โดยห้องปฏิบัติการคอร์เนล มหาวิทยาลัยคอร์เนล และขยายจนครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยในปี ค.ศ. 2010 ฐานข้อมูล eBird มีความสำคัญอย่างมากในการศึกษาการความหลากหลาย กระจายเชิงพื้นที่ เวลา และการอพยพของนก

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย จะเป็นประโยชน์ต่อการสำรวจประชากร และการจัดการพื้นที่ถิ่นอาศัยของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย อีกทั้งยังทราบปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูลจุดพิกัดการปรากฏ (presence) ของนกเงือกกรามช้าง

1.1 การศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้อมูลจุดพิกัดการปรากฏ (presence) ของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทยจากฐานข้อมูล eBird (https://ebird.org) จำนวน 1,331 จุด ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 ถึง ค.ศ. 2021

1.2 การวิเคราะห์แบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้าง ในประเทศไทยในครั้งนี้ ใช้ปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ มาใช้อธิบายการเลือกใช้เป็นพื้นที่ถิ่นอาศัยของนกเงือกกรามช้าง จำนวน 11 ปัจจัย จำแนกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

1.2.1 ปัจจัยแวดล้อมสิ่งปกคลุมพื้นดิน จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ร้อยละการปกคลุมของพืชพรรณ (percent tree cover) (MODIS) และ ดัชนีความต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) (LANDSAT 8)

1.2.2 ปัจจัยแวดล้อมทางด้านกายภาพ จำนวน 2 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล หรือแบบจำลองความสูงเชิงเลข (digital elevation model: DEM) (NASA (SRTM)) ร้อยละความลาดชัน (slope) (NASA (SRTM)) และทิศด้านลาด (aspect) (NASA (SRTM))

1.2.3 ปัจจัยแวดล้อมทางด้านชีวภาพ (Bioclimatic variables) จำนวน 6 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (Annual Mean Temperature) (Bio1), ค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในรอบวัน (Mean Diurnal Range) (Bio2), ค่าสัดส่วนความผันแปรของอุณหภูมิในรอบวันต่อผันแปรของอุณหภูมิในรอบปี (Isothermality) (Bio3), ปริมาณน้ำฝนของเดือนที่สูงสุด (Precipitation of Wettest Month) (Bio13), ปริมาณน้ำฝนของเดือนที่ต่ำสุด (Precipitation of Driest Month) (Bio14), ความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนในฤดูกาล (Precipitation Seasonality) (Bio15) (Worldclim.org) โดยเลือกใช้ปัจจัยแวดล้อมทางด้านชีวภาพ (Bioclimatic variables) และปัจจัยแวดล้อมทางด้านกายภาพ ตามวิธีของ Dahal *et al*. (2023)

Table 1 Environmental variables used in the model.

Environmental variables	Unit	Source
Land cover variable		
Percent tree cover	Percentage	MODIS
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)	-	LANDSAT 8
Topographic variable		
Elevation	Meter	NASA (SRTM)
Slope	Degree	NASA (SRTM)
Aspect	Degree	NASA (SRTM)
Bioclimatic variable		
Annual Mean Temperature (Bio1)	Celsius	Worldclim.org
Mean Diurnal Range (Bio2)	Celsius	Worldclim.org
Isothermality (Bio3)	Celsius	Worldclim.org
Precipitation of Wettest Month (Bio3)	Millimeter	Worldclim.org
Precipitation of Driest Month (Bio14)	Millimeter	Worldclim.org
Precipitation Seasonality (Bio15)	Millimeter	Worldclim.org

1.3 การศึกษาในครั้งนี้สร้างแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย โดยใช้หลักการ Random Forest algorithm (RF) ด้วย Google Earth Engine (GEE) (https://code.earthengine.google.com/) และหลักการ Maximum Entropy algorithm (MaxEnt) ด้วยโปรแกรม MaxEnt version 3.4.4 (Phillips *et al*., 2006; Phillips and Dudik, 2008)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สร้างแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทยโดยนำข้อมูลจุดพิกัดการปรากฏของนกเงือกกรามช้าง จากข้อ 1.1 และปัจจัยแวดล้อมด้านต่าง ๆ จากข้อ 1.2 มาวิเคราะห์ด้วย Google Earth Engine ตามวิธีของ Crego *et al*. (2022) และ MaxEnt

2.2 ผลแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างที่ได้จาก Google Earth Engine และ MaxEnt เป็นค่าความน่าจะเป็นของการปรากฏของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทยในแต่ละกริด โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.00 โดยจัดช่วงพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (ประทีป และคณะ, 2557)

ช่วงพื้นที่ถิ่นอาศัยที่ไม่เหมาะสม (Unsuited) มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.20
ช่วงพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมน้อย (Poorly suited) มีค่าอยู่ในช่วง 0.21-0.40
ช่วงพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมปานกลาง (Moderately suited) มีค่าอยู่ในช่วง 0.41-0.60
ช่วงพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมาก (Well suited) มีค่าอยู่ในช่วง 0.61-0.80
ช่วงพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุด (Very well-suited) มีค่าอยู่ในช่วง 0.81-1.00

2.3 วิเคราะห์ผลแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างบริเวณภายใน และภายนอกพื้นที่อนุรักษ์ในประเทศไทย โดยอาศัยโปรแกรม QGIS version 3.3.0 โดยนำแผนที่ที่ได้จากข้อ 2.1 ซ้อนทับกับแผนที่พื้นที่อนุรักษ์ และนอกพื้นที่อนุรักษ์

3. พื้นที่ศึกษา

รวบรวมข้อมูลการปรากฏของนกเงือกกรมช้างที่มีข้อมูลในพื้นที่ประเทศไทย รวมทั้งพื้นที่เกาะ รวมเนื้อที่ประมาณ 515,415.589 ตารางกิโลเมตร (Figure 1)

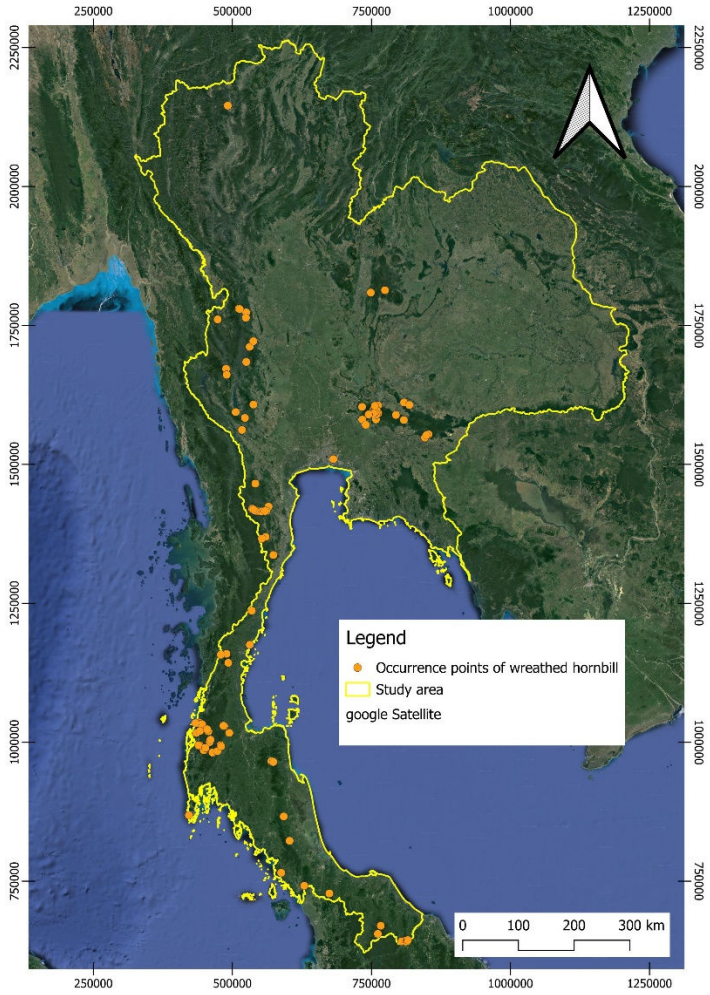


Figure 1 Study area and occurrence points of wreathed hornbill in Thailand.

ผลและวิจารณ์ผล

ข้อมูลจุดพิกัดการปรากฏ (presence) ของนกเงือกกรามช้าง

ผลการรวบรวมข้อมูลจุดปรากฏของนกเงือกกรามช้างทั้งหมดในประเทศไทยจนถึงปัจจุบัน จากฐานข้อมูล eBird พบ 1,331 จุด และลบข้อมูลจุดปรากฏในกริดเดียวกัน (1×1 ตร.กม.) เหลือข้อมูลจุดปรากฏของนกเงือกกรามช้างทั้งหมด 131 จุด ในการสร้างแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสม

ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

ผลการศึกษาค่าสถิติพื้นที่ใต้กราฟ Area Under The Curve (AUC) ของเส้นกราฟ Receiver operating characteristic curve (ROC) แบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจุดปรากฏจาก eBird พบว่าแบบจำลองที่สร้างจาก Google Earth Engine (AUC = 0.84) มีประสิทธิภาพของแบบจำลองต่ำกว่าแบบจำลองที่ได้จาก MaxEnt (AUC = 0.92)

ผลการวิเคราะห์พื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสม

แบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยของนกเงือกกรามช้างที่ได้จาก Google Earth Engine พบว่าพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุด มีเนื้อที่ 118,957 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 22.87 ของเนื้อที่ประเทศ และอยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ 73,169 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 14.07 ของเนื้อที่ประเทศ กระจายบริเวณภาคเหนือในกลุ่มป่าลุ่มน้ำปาย – สาละวิน

กลุ่มป่าศรีลานนา – ขุนตาล กลุ่มป่าดอยภูคา – แม่ยม กลุ่มป่าแม่ปิง – อมก๋อย และกลุ่มป่าภูเมี่ยง – ภูทองภาคตะวันออกเฉียงเหนือในกลุ่มป่าภูเขียว – น้ำหนาว กลุ่มป่าภูพาน และกลุ่มป่าพนมดงรักและผาแต้ม ภาคตะวันออกในกลุ่มป่าดงพญาเย็น – เขาใหญ่ ภาคตะวันตกในกลุ่มป่าตะวันตก และกลุ่มป่าแก่งกระจาน (Table 2 and Figure 2) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการรายงานของ Trisurat *et al*. (2013) ที่รายงานว่านกเงือกไม่ชอบอาศัยในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย

แบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยของนกเงือกกรามช้างที่ได้จาก MaxEnt พบว่าพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุดมีเนื้อที่ 7,044 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.36 ของเนื้อที่ประเทศ และอยู่ในพื้นที่อนุรักษ์เพียง 6,276 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 1.21 ของเนื้อที่ประเทศ กระจายบริเวณภาคตะวันออกในกลุ่มป่าดงพญาเย็น – เขาใหญ่ และภาคตะวันตกในกลุ่มป่าแก่งกระจาน และพบบางส่วนในกลุ่มป่าตะวันตก และภาคใต้ในกลุ่มป่าคลองแสง – เขาสก และกลุ่มป่าฮาลา – บาลา (Table 2 and Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลการสร้างแบบจำลองการกระจายของนกเงือกกรามช้างของ Trisurat *et al*. (2013) โดยใช้ MaxEnt ในเขตรักษาธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และเทือกเขาบูโด มีรายงานการพบนกเงือกกรามช้าง (พรกมล และคณะ, 2553; Poonswad *et al.,* 2013) และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในปี ค.ศ. 1992 และ 2006 กับในปัจจุบัน พบว่าพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมีขนาดพื้นที่พื้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 1992 มีขนาดพื้นที่ 74,640 ตร.กม. ปี ค.ศ. 2006 มีขนาดพื้นที่ 27,759 ตร.กม. (Poonswad, 1998; Trisurat *et al*., 2013)

เมื่อพิจารณาข้อมูลจุดปรากฏจาก eBird การรายงานการกระจายของ จารุจินต์ และคณะ (2561) และการรายงานแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างของ Trisurat *et al.* (2013) ที่รายงานว่าแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยของนกเงือกกรามช้างที่ได้จาก MaxEnt มีความสอดคล้องกับข้อมูลการรายงานข้างต้นมากกว่าแบบจำลองที่ได้จาก Google Earth Engine ดังนั้น แบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยของนกเงือกกรามช้างที่ได้จาก MaxEnt จึงมีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า Google Earth Engine

Table 2 Habitat suitability of Wreathed hornbill in Thailand.

Habitat Suitability			Google Earth Engine	Maxent
Unsuited	All of Thailand	area (km^2)	0	443,396
		% (of Thailand)	0.00	85.48
	Within protected area	area (km^2)	0	73,466
		% (of Thailand)	0.00	14.16
	Outside protected area	area (km^2)	0	369,930
		% (of Thailand)	0.00	71.32
Poorly suited	All of Thailand	area (km^2)	87,945	34,718
		% (of Thailand)	16.91	6.69
	Within protected area	area (km^2)	2,706	14,218
		% (of Thailand)	0.52	2.74
	Outside protected area	area (km^2)	85,239	20,500
		% (of Thailand)	16.39	3.95

Table 2 (continued).

Habitat Suitability			Google Earth Engine	Maxent
Moderately suited	All of Thailand	area (km^2)	123,997	19,237
		% (of Thailand)	23.84	3.71
	Within protected area	area (km^2)	2,381	9,156
		% (of Thailand)	0.46	1.77
	Outside protected area	area (km^2)	121,616	10,081
		% (of Thailand)	23.38	1.94
Well-suited	All of Thailand	area (km^2)	189,220	14,288
		% (of Thailand)	36.38	2.75
	Within protected area	area (km^2)	33,581	9,885
		% (of Thailand)	6.46	1.91
	Outside protected area	area (km^2)	155,639	4,403
		% (of Thailand)	29.92	0.85
Very well-suited	All of Thailand	area (km^2)	118,957	7,044
		% (of Thailand)	22.87	1.36
	Within protected area	area (km^2)	73,169	6,276
		% (of Thailand)	14.07	1.21
	Outside protected area	area (km^2)	45,788	768
		% (of Thailand)	8.80	0.15
Summary area of Thailand (km^2)			520,119	518,683

ผลการประเมินความสำคัญของปัจจัยแวดล้อมต่อแบบจำลอง

ความสำคัญของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย ที่ได้จาก Google Earth Engine 3 อันดับแรก ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (ร้อยละ 29.59) อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (Bio1) (ร้อยละ 13.21) และ ค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในรอบวัน (Bio2) (ร้อยละ 12.09) ตามลำดับ และปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทยจากการใช้ MaxEnt 3 อันดับแรก ได้แก่ ร้อยละความลาดชัน (ร้อยละ 26.10) ค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในรอบวัน (Bio2) (ร้อยละ 26.00) และ ค่าสัดส่วนความผันแปรของอุณหภูมิในรอบวันต่อผันแปรของอุณหภูมิในรอบปี (Bio3) (ร้อยละ 15.00) ตามลำดับ (Table 3) จากผลการศึกษาทั้ง 2 วิธี แสดงให้เห็นว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างไม่สอดคล้องกัน แต่สอดคล้องกับ Trisurat *et al.* (2013) ที่รายงานว่าปริมาณน้ำฝน และร้อยละความลาดชันมีความสำคัญต่อการปรากฏของนกเงือกกรามช้างน้อย ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ โดยความลาดชันมีความสำคัญต่อการปรากฏของนกเงือกกรามช้างมาก และขนาดของกลุ่มป่ามีความสำคัญมาก

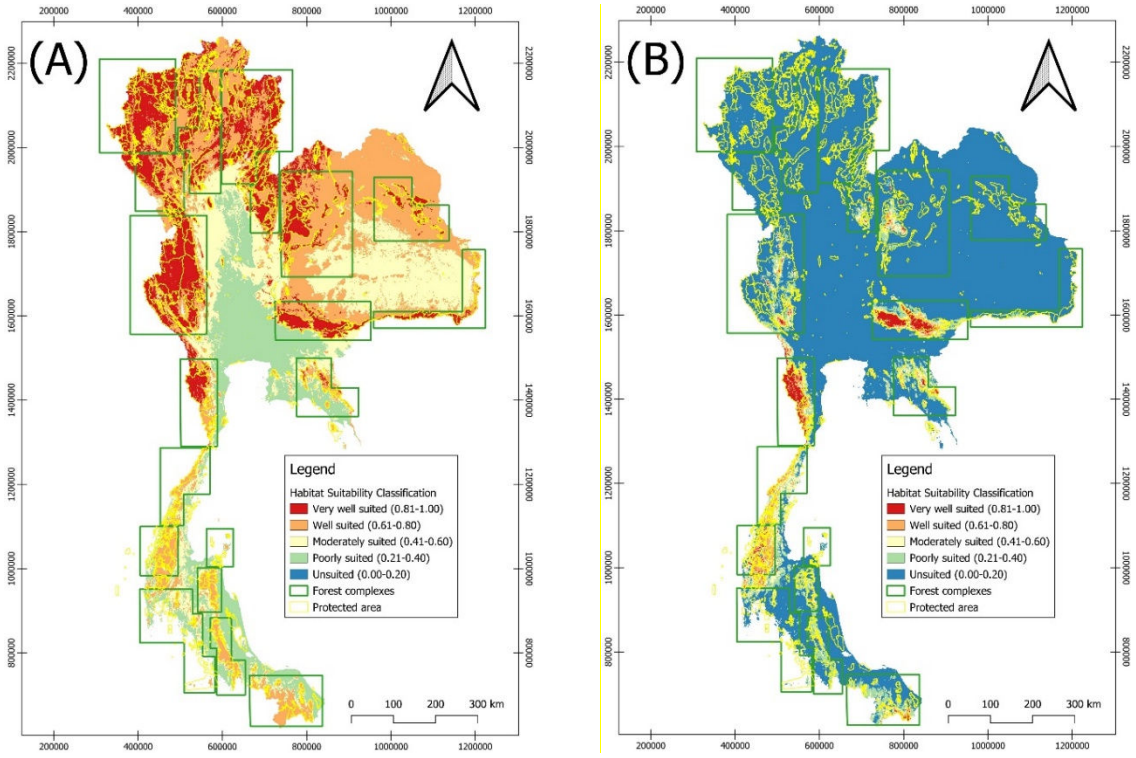


Figure 2 Habitat suitability for Wreathed Hornbill from Google Earth Engine (A); Habitat suitability for Wreathed Hornbill from MaxEnt (B), Where green colored outlines of boxes forest complex management units: 1) Lum Nam Pai - Salawin, 2) Srilanna – Khun Tan, 3) Doi Phu Kha – Mae Yom, 4) Mae Ping – Om Koi, 5) Phu Miang – Phu Thong, 6) Phu Khieo – Nam Nao, 7) Phu Phan, 8) Phanom Dongrak – Pha Tam, 9) Dong Phayayen – Khao Yai, 10) Eastern, 11) Western, 12) Kaeng Krachan, 13) Chumphon, 14) Khlong Saeng – Khao Sok, 15) Khao Luang, 16) Khao Ban That, 17) Hala – Bala, 18) Mo Kho Similan – Peepee – Andaman, 19) Mo Kho Ang Thong – Ao Thai.

Table 3 Relative percentage contributions (RC) in the models.

Environmental variable	Google Earth Engine	MaxEnt
Land cover variable		
Percent tree cover	10.68	0.10
NDVI	5.01	1.50
Topographic variable		
Elevation	29.59	6.20
Slope	9.35	26.10
Aspect	1.21	0.50
Bioclimatic variable		
Annual Mean Temperature (Bio1)	13.21	9.10
Mean Diurnal Range (Bio2)	12.09	26.00
Isothermality (Bio3)	5.48	15.00
Precipitation of Wettest Month (Bio13)	7.21	0.80
Precipitation of Driest Month (Bio14)	4.03	3.10
Precipitation Seasonality (Bio15)	2.15	11.60

สรุป

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย โดยใช้ Google Earth Engine และ MaxEnt ใช้ข้อมูลจุดพิกัดการปรากฏ (presence) ของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทยจากฐานข้อมูล eBird (https://ebird.org) จำนวน 1,331 จุด พบว่าเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสถิติพื้นที่ใต้กราฟ (Area Under The Curve) (AUC) ของเส้นกราฟ ROC (receiver operating characteristic curve) แบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย พบว่า MaxEnt (AUC = 0.92) ให้ค่า AUC สูงกว่า Google Earth Engine (AUC = 0.84) และพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุดกระจายตามข้อมูลการปรากฏตามการรายงานในประเทศไทยมากกว่า จึงใช้แบบจำลองจาก MaxEnt เป็นตัวแทนแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศ พื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุด การกระจายในพื้นที่อนุรักษ์ 6,276 ตร.กม. (ร้อยละ 1.21 ของเนื้อที่ประเทศ) ส่วนใหญ่พบในกลุ่มป่าดงพญาเย็น – เขาใหญ่ และกลุ่มป่าแก่งกระจาน และพบบางส่วนในกลุ่มป่าตะวันตก กลุ่มป่าคลองแสง – เขาสก และกลุ่มป่าฮาลา – บาลา ส่วนนอกพื้นที่อนุรักษ์ พบว่าเป็นพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมมากที่สุดเพียง 768 ตร.กม. (ร้อยละ 0.15 ของเนื้อที่ประเทศ)

ปัจจัยแวดล้อมที่มีความสำคัญต่อการปรากฏของนกเงือกกรามช้างสูงสุด 3 ปัจจัย เมื่อรวมกันสูงถึงร้อยละ 67.10 ได้แก่ ร้อยละความลาดชัน (ร้อยละ 26.10) ค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในรอบวัน (Bio2) (ร้อยละ 26.00) และ ค่าสัดส่วนความผันแปรของอุณหภูมิในรอบวันต่อผันแปรของอุณหภูมิในรอบปี (Bio3) (ร้อยละ 15.00)

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบจำลองพื้นที่ถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทย โดยใช้ Google Earth Engine และ MaxEnt พบว่าหลักการ Maximum Entropy ให้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากกว่าหลักกว่า Random Forest

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ประทีป ด้วงแค อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้คำแนะนำ วางแผนการศึกษา ให้แนวทางในการวิเคราะห์ และตรวจแก้ไขโครงงานฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำให้ในการวิเคราะห์ผล

ขอขอบคุณผู้รายงานข้อมูลจุดพิกัดการปรากฏ (presence) ของนกเงือกกรามช้างในประเทศไทยจากฐานข้อมูล eBird (https://ebird.org/)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จารุจินต์ นภีตะภัฏ, กานต์ เลขะกุล และ วัชระ สงวนสมบัติ. 2561. **คู่มือศึกษาธรรมชาติหมอบุญส่ง เลขะกุล นกเมืองไทย**. คณะบุคคลนายแพทย์บุญส่ง เลขะกุล, กรุงเทพฯ.

ณรงค์ จิระวัฒน์กวี และ พงษ์สรรค์ สุวรรณ. 2545. **นกเงือกไทย**. สำนักพิมพ์องค์การค้าคุรุสภา, กรุงเทพฯ.

ประทีป ด้วงแค, อิงอร ไชยเยศ และ นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์. 2557. แบบจำลองพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของวัวแดงในสภาพปัจจุบันและภายใต้การคาดการณ์เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 21 (1): 150-165.

พรกมล จรบุรมย์, วิจักขณ์ ฉิมโฉม และ อนรรฆ พัฒนวิบูลย์. 2553. การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. **วารสารวนศาสตร์** 29 (1): 1-11.

Crego, R., Stabach, J.A. and Connette, G. 2022. Implementation of species distribution models in Google Earth Engine. **Diversity and Distributions** 28 (5): 904-916.

Dahal, D., Nepal, A., Rai, C.M. and Sapkota, S. 2023. Understanding the impact of climate change on the habitat of the rufous-necked hornbill (*Aceros nipalensis*) (Hodgson, 1829) using MaxEnt modeling in Bhutan. **Ornithology Research** 31: 182–192.

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

Phillips, S.J., Anderson, R.P. and Dudík, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography** 31 (2): 161-175.

Poonswad, P. 1998. Current status and distribution of hornbills and their habitats in Thailand, pp. 436–475. *In* P. Poonswad, ed. **National Center for Genetic Engineering and Biotechnology.** Bangkok, Thailand.

Poonswad, P., Chimchome, V., Mahannop, N. and Mudsri, S. 2013. Conservation of hornbills in Thailand, pp.157-166. *In* N. Sodhi, L. Gibson and P. Raven, eds. **Conservation Biology: Voices from the Tropics**. Wiley Blackwell, New Jersey.

Trisurat, Y., Chichimec, V., Pattanavibool, A., Sitthichai, J., Thongaree, S., Kanchanasakha, B., Simcharoen, S., Sribuarod, K., Mahannop, N and Poonswad, P. 2013. An assessment of the distribution and conservation status of hornbill species in Thailand. **ORYX** 47 (3): 441-450.

การศึกษาเปรียบเทียบอาหารระหว่างกบทูด (*Limnonectes blythii*) และกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ (*Limnonectes taylori*) ในประเทศไทย

Comparative Study of Diet between Blyth's giant frog (*Limnonectes blythii*) and Taylor's stream Frog (*Limnonectes taylori*) in Thailand.

ชญานี รักนิ่ม[1], เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์[2], ณัฐชภัทร โอทอง[1], ปานวริศร์ ปานศรี[1], ยุวดี พลพิทักษ์[1], วรงค์ สุขเสวต[1], ฉัตรพรรษ พงษ์เจริญ[1], กุศล ตั้งใจพิทักษ์[1], วัฒนชัย ตาเสน[1], ยอดชาย ช่วยเงิน[3] และ **ประทีป ด้วงแค[1*]**

Chayanee Raknim[1], Greangsak Hamarit[2], Nutchapat O-thong[1], Paanwaris Paansri[1], Yuwadee Ponpituk[1], Warong Suksavate[1], Chattraphas Pongcharoen[1], Kusol Tankjaipitak[1], Wattanachia Tasen[1], Yodchaiy Chuaynkern[3] and **Prateep Duengkae[1*]**

[1] ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

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

[2] สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[2] Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

[3] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

[3] Department of Biology; Faculty of Science; Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

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

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบอาหารระหว่างกบทูด (*Limnonectes blythii*) จากตัวอย่างกระเพาะอาหาร บริเวณสวนปาล์ม จังหวัดชุมพร ทำโดยการผ่าดูสิ่งที่ปรากฏในกระเพาะอาหาร (stomach content) และกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ (*Limnonectes taylori*) โดยการเก็บกองมูล เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้าอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย จังหวัดเชียงใหม่ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอาหารของกบในสกุล *Limnonectes* จากการศึกษาพบว่ากบทั้งสองชนิดกินอาหารทั้งหมด 3 ไฟลัม (phylums) 8 ชั้น (classes) 21 อันดับ (orders) 41 วงศ์ (families) เมื่อพิจารณาชนิดอาหารในระดับไฟลัม (phylums) พบชนิดอาหารของกบทั้งสองชนิดทั้งหมด 3 ไฟลัม โดยไฟลัมที่มีค่าความถี่การปรากฏมากที่สุดคือ พวกสัตว์ขาข้อปล้อง (Phylum Arthropoda) เมื่อพิจารณาชนิดอาหารในระดับชั้น (classes) พบชนิดอาหารทั้งหมด 8 ชั้น โดยชั้นที่มีค่าความถี่การปรากฏมากที่สุดคือ ชั้นแมลง (Class Insecta) เมื่อพิจารณาชนิดอาหารในระดับอันดับ (orders) พบชนิดอาหารทั้งหมด 21 อันดับ ซึ่งกบทั้งสองชนิดกินอาหารในอันดับเหมือนกัน 8 อันดับ (38.1%) และกินอาหารในอันดับต่างกัน 13 อันดับ (61.9%) เมื่อพิจารณาชนิดอาหารในระดับวงศ์พบชนิดอาหารทั้งหมด 41 วงศ์ (families) ซึ่งกบทั้งสองชนิดกินอาหารในวงศ์เหมือนกัน 4 วงศ์ (90.3%) และกินอาหารในวงศ์ต่างกัน 37 วงศ์ (9.7%) การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงพฤติกรรมการกินอาหารที่หลากหลายของกบทั้งสองชนิด และเน้นย้ำถึงความสำคัญของการกินเหยื่อที่หลากชนิดของกบทูดและกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ และผลที่ได้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศ ซึ่งมีความสำคัญในการจัดการและอนุรักษ์กบทูดและกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ในประเทศไทยให้คงอยู่ต่อไป

คำสำคัญ: กบทูด กบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ อาหาร กระเพาะ กองมูล

ABSTRACT

The study comparative Study of Diet between Blyth’s giant frog (*Limnonectes blythii*) in Palm plantation, Chumphon Province by analyzing from stomach contents and Taylor’s Stream Frog (*Limnonectes taylori*) by the poop in hill evergreen forest at Huai Kok Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province. The objective was to study the comparative in the diet of frogs in the genus *Limnonectes*. The study found that both frog species of diet are 3 phylums 8 classes 21 orders 41 families, comparing the diet at the phylum there were 3 phyla with the phylums highest frequency of appearance being Phylum Arthropoda, comparing the diet at the class there were 8 classes with the classes the highest frequency of appearance being Class Insecta and the study found that both frog species comparing the diet the order, there were 21 order the same 8 orders (38.1%) and 13 different orders (61.9%), comparing the diet the family, there were 41 familys the same 4 familys (90.3%) and 37 different familys (9.7%). This study highlights the both species of frogs diverse feeding habits and emphasizes the importance of diet on a variety of Blyth’s giant frog and Taylor’s Stream Frog and the results will be information to evaluating the impact of ecosystem changes. The findings provide crucial the management and conservation of the Blyth’s giant frog and Taylor’s stream Frog in Thailand, ensuring its continue existence.

Keywords: Blyth’s giant frog, Taylor’s Stream Frog, diet, stomach, poop

คำนำ

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญทางนิเวศวิทยาในแง่ของการเป็นผู้บริโภคและถ่ายทอดพลังงานในสายใยอาหารและใช้เป็นดัชนีติดตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ (ดอกรัก และ อุทิศ, 2552) ในสถานการณ์ปัจจุบันสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีจำนวนลดลงเนื่องจากภัยคุกคาม (Green *et al*., 2020) โดยมีสาเหตุมาจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงทำให้เกิดการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย โรคระบาด ชนิดพันธุ์รุกราน การทำลายถิ่นที่อยู่อาศัย การใช้ยาฆ่าแมลงและสารเคมีที่เป็นพิษ รวมไปถึงการที่มนุษย์นำมาบริโภคเป็นอาหาร (วีรยุทธ์, 2552)

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตโดยให้พลังงานใช้ในการทำกิจกรรมและทำให้เกิดการเจริญเติบโต การศึกษาอาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีหลายวิธี ประกอบไปด้วยการสังเกตโดยตรง การบังคับสำรอก ผ่าท้อง และวิเคราะห์จากกองมูล ซึ่งทำให้ทราบถึงชนิดอาหารและช่วยทำให้เข้าใจสภาพแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัย และการกระจายพันธุ์ของเหยื่อ (Parker and Goldstein, 2004) ดังนั้นการศึกษาอาหารของกบทูด (*Limnonectes blythii*) และกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ (*Limnonectes taylori*) มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอาหาร ผลจากการศึกษาสามารถนำมาเป็นฐานข้อมูลเปรียบเทียบกับงานที่ศึกษาชนิดเหยื่ออาหารของกบในสกุล *Limnonectes* บริเวณอื่นได้ และเป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการประชากรกบทูดและกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ในประเทศไทยให้สามารถดำรงอยู่ในระบบนิเวศต่อไป การศึกษาอาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญและควรมีการศึกษาเพิ่มมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

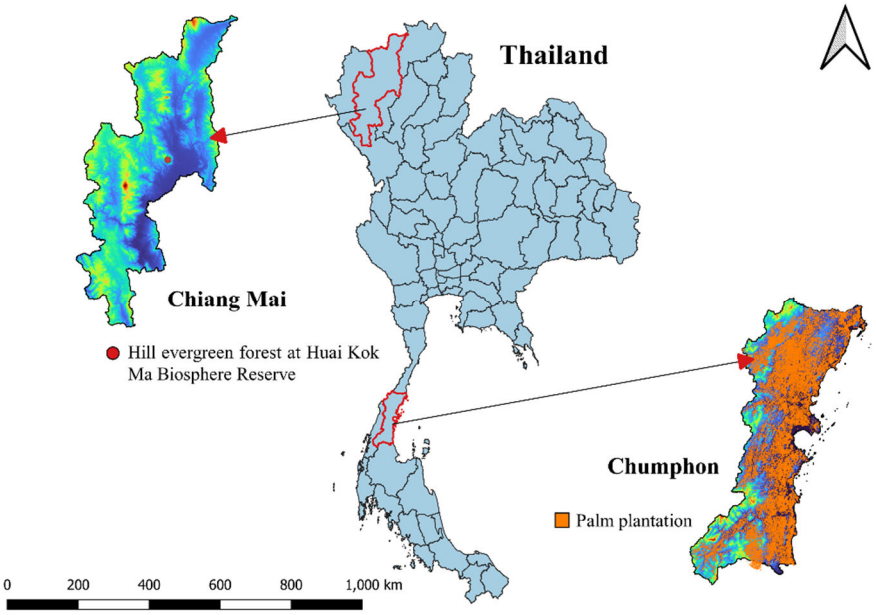


Figure 1 Map illustrating the geographical boundaries of Hill evergreen forest at Huai Kok Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province and Palm plantation, Chumphon Province located in southern Thailand.

จังหวัดชุมพรตั้งอยู่ตอนบนสุดของภาคใต้ สภาพภูมิประเทศมีลักษณะยาวและแคบ ทิศตะวันตกมีลักษณะเป็นที่สูง มีเทือกเขาภูเก็ต และเทือกเขาตะนาวศรีเป็นแนวกั้นเขตแดนธรรมชาติ บริเวณตอนกลางเป็นที่ราบลุ่มอุดมสมบูรณ์ เป็นเขตเกษตรกรรมที่สำคัญของจังหวัด ส่วนพื้นที่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดมีลักษณะเป็นที่ราบตามแนวชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย ประเภทป่าจัดเป็นป่าไม่ผลัดใบ ประกอบด้วย ป่าดิบชื้น (Moist evergreen forest) ป่าชายเลน (Mangrove forest) และป่าพรุ (Swamp forest) สภาพภูมิอากาศรับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฤดูกาล 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน มีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 1,553–2,344 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยโดยประมาณ 27.3 องศาเซลเซียส เนื่องจากมีแนวเขตติดกับประเทศเมียนมาร์จึงมีสัตว์ป่าหลากหลายชนิดทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และแมลง

พื้นที่ป่าดิบเขาในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย อุดมไปด้วยแหล่งทรัพยากรชีวภาพที่สำคัญและปกคลุมด้วยสังคมพืชหลายประเภท ส่วนหนึ่งได้ถูกประกาศขึ้นทะเบียนให้เป็นพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สาห้วยคอกม้า ในปี พ.ศ. 2520 มีชนิดป่าดิบเขาเป็นลักษณะเด่น มีความชุ่มชื้นและอุณหภูมิต่ำตลอดทั้งปี ประกอบกับเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญและยังเป็นแหล่งพื้นที่อาศัยเฉพาะของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบางชนิด ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,250–1,540 เมตร เป็นป่าที่ขึ้นปกคลุมอยู่บนยอดเขาสูงที่มีอากาศหนาวเย็นตลอดปี พื้นที่ศึกษาในแปลงศึกษาสังคมพืชถาวรป่าดิบเขา ขนาด 16 เฮกตาร์ (400x400 เมตร)

อุปกรณ์

1. กบทูด
    1.1 มีดผ่าตัด
    1.2 Forceps
    1.3 ถุงพลาสติกใสขนาด 4x6 นิ้ว
    1.4 Petri dish
    1.5 แอลกอฮอล์ 95%
    1.6 กล้องจุลทรรศน์ stereo microscope
    1.7 สมุดจดบันทึก
    1.8 คู่มือการจำแนกแมลง
2. กบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์
    2.1 ไฟฉาย
    2.2 ถุงพลาสติกใสขนาด 16x26 นิ้ว
    2.3 หลอดเก็บตัวอย่างขนาด 1 cubic centimeter
    2.4 แอลกอฮอล์ 95%
    2.5 ปากคีบ
    2.6 คู่มือการจำแนกชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
    2.7 ถังสีดำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ลึก 40 เซนติเมตร
    2.8 เชือกฟาง และไม้ปักหลัก
    2.9 ผ้าใบพลาสติกขนาดยาว 150 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร
    2.10 เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบดิจิตอล (Digital Vernier Caliper)
    2.11 เครื่องชั่งน้ำหนัก
    2.12 ถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร ลึก 12 เซนติเมตร
    2.13 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอไมโครสโคป (Stereo Zoom Microscope)

วิธีการ

1. กบทูด

การศึกษาชนิดอาหารของกบทูดจากตัวอย่างกระเพาะอาหาร บริเวณสวนปาล์ม จังหวัดชุมพร ทำโดยการผ่าดูสิ่งที่ปรากฏในกระเพาะอาหาร (stomach content) (Razakarivony *et al*., 2005) การวิเคราะห์อาหารในกระเพาะอาหารช่วยให้เข้าใจวัตถุประสงค์ได้ดีและได้ข้อมูลที่ต้องการ (Hyslop, 1980) หลังจากที่ผ่าแล้วจึงนำไปส่องภายใต้กล้องกล้องจุลทรรศน์ stereo microscope ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เก็บข้อมูลเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ทำการวิเคราะห์ และจำแนกชนิดเหยื่อที่พบในระดับไฟลัม (Phylum) ชั้น (Class) อันดับ (Order) และวงศ์ (families) โดยใช้คู่มือการจำแนกแมลง (เกรียงไกร, 2559)

2. กบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์

การเก็บมูลกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ หลังจับกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ทำการแยกใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 1 ตัว โดยให้กบอยู่ในถุง 1 คืน เพื่อให้ถ่ายมูลออกมา ถ้ามีการถ่ายมูลทำการเก็บมูลของแต่ละตัวจากถุงพลาสติกใส่ในหลอดทดลองขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีแอลกอฮอล์ 95% เพื่อนำกลับไปจำแนกชนิดอาหารภายใต้กล้องจุลทรรศน์ stereo microscope ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เก็บข้อมูลเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 (ยุวดี และคณะ, 2557) การจำแนกชนิดอาหาร

ทำโดยเปรียบเทียบกับคู่มือการจำแนกและเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง (Malaipan, 1995, Triplehorn and Johnson, 2005, White, 1983)

วิเคราะห์ข้อมูล

1. กบทูด

การคำนวณหาความถี่โดยใช้สูตรหาความถี่สัมพัทธ์ (Frequency of occurrence ; FO) (Hwang *et al*., 2002) ดังนี้ความถี่สัมพัทธ์ของอาหารแต่ละประเภทที่พบในกระเพาะ

$$(\%FO) = n_i / N \times 100$$

เมื่อ n_i = จำนวนกระเพาะที่มีส่วนประกอบของอาหารแต่ละประเภท

N = จำนวนกระเพาะทั้งหมด

2. กบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์

การคำนวณหาความถี่สัมพัทธ์ (Frequency of occurrence ; FO) ของอาหารแต่ละชนิดที่พบในมูล (Hwang *et al*., 2002) จากสูตร

$$\%FO = (ni / N) \times 100$$

เมื่อ ni = จำนวนกองมูลที่มีส่วนประกอบของอาหารแต่ละกลุ่ม

N = จำนวนกองมูลทั้งหมด

ผลและวิจารณ์

ชนิดอาหารในกระเพาะอาหารของกบทูด

จากการศึกษากระเพาะอาหารทั้งหมด 60 กระเพาะ สามารถจำแนกชนิดอาหารของกบทูดได้จำนวนทั้งสิ้น 7 วงศ์ (families) 15 อันดับ (orders) 8 ชั้น (classes) ใน 3 ไฟลัม (phylums)

ชนิดอาหารจากกองมูลกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์

จากการศึกษากองมูลทั้งหมด 126 กอง สามารถจำแนกชนิดอาหารได้จำนวนทั้งสิ้น 39 วงศ์ (families) 14 อันดับ (orders) 5 ชั้น (classes) ใน 1 ไฟลัม (phylums)

ผลการศึกษาเปรียบเทียบชนิดอาหารของกบทูดและกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์พบชนิดอาหารทั้งหมด 3 ไฟลัม (phylums) 8 ชั้น (classes) 21 อันดับ (orders) 41 วงศ์ (families) เมื่อพิจารณาชนิดอาหารในระดับไฟลัม (phylums) พบชนิดอาหารของกบทั้งสองชนิดทั้งหมด 3 ไฟลัม โดยไฟลัมที่มีค่าความถี่การปรากฏมากที่สุดคือ พวกสัตว์ขาข้อปล้อง (Phylum Arthropoda) ซึ่งกบทั้งสองชนิดกินอาหารในไฟลัมเหมือนกัน 1 ไฟลัม (33.3%) และกินอาหารในไฟลัมต่างกัน 2 ไฟลัม (66.7%) (Table 1)

เมื่อพิจารณาชนิดอาหารในระดับชั้น (classes) พบชนิดอาหารของกบทั้งสองชนิดทั้งหมด 8 ชั้น โดยชั้นที่มีค่าความถี่การปรากฏมากที่สุดคือ ชั้นแมลง (Class Insecta) ซึ่งกบทั้งสองชนิดกินอาหารในชั้นเหมือนกัน 5 ชั้น (62.5%) และกินอาหารในชั้นต่างกัน 3 ชั้น (37.5%) (Table 1)

เมื่อพิจารณาชนิดอาหารในระดับอันดับ (orders) พบชนิดอาหารของกบทั้งสองชนิดทั้งหมด 21 อันดับ โดยพบอาหารของกบทูด 3 อันดับแรก ได้แก่ อันดับทากบก (Order Stylommatophora) อันดับด้วง (Order Coleoptera) และอันดับแมงมุม (Order Araneae) และพบอาหารของกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ 3 อันดับแรก ได้แก่ อันดับมด (Order Hymenoptera) อันดับด้วง (Order Coleoptera) และอันดับตั๊กแตน (Order Orthoptera) ซึ่งกบทั้งสองชนิดกินอาหารในอันดับเหมือนกัน 8 อันดับ (38.1%) และกินอาหารในอันดับต่างกัน 13 อันดับ (61.9%) (Table 1) (Figure 2)

Table 1 Diet species observed in Blyth's giant frog *Limnonectes blythii* and in Taylor’s Stream Frog *Limnonectes taylori.*

Phylum	Class	Order	Family	Lbly	Ltay
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	+	+
			Curculionidae	+	+
			Tenebrionidae	+	+
			Carabidae	+	+
			Staphylinidae		+
			Hydrophilidae		+
			Bostrychidae		+
			Cerambycidae		+
			Elateridae		+
			Lucanidae		+
			Cicindelidae		+
			Coccinellidae		+
			Erotylidae		+
			Dytiscidae		+
			Carabidae	+	
		Hymenoptera	Vespidae		+
			Apidae		+
			Scoliidae		+
			Formicidae	+	+
		Blattodae	Blattellidae	+	+
		Diptera	Cecidomyiidae	+	+
			Tipulidae		+
		Lepidoptera		+	+
		Orthoptera	Gryllacrididae	+	+
			Acrididae		+
			Gryllidae		+
		Hemiptera	Reduviidae		+
			Cydnidae		+
			Pentatomidae		+
			Gerridae		+
			Notonectidae		+
		Homoptera	Cercopidae		+
			Flatidae		+
			Cicadellidae		+
			Membracidae		+
			Cicadidae		+
			Delphacidae		+

Table 1 (continued).

Phylum	Class	Order	Family	Lbly	Ltay
			Fulgoridae		+
		Isoptera	Termitiadae		+
		Trichoptera			+
		Dermaptera			+
	Arachnida	Araneae		+	+
		Opiliones	Sclerosomatidae		+
		Scorpiones	Scorpionoidae	+	+
	Malacostraca	Decapoda		+	+
	Chilopoda	Scolopendromorpha		+	+
	Diplopoda	Spirostreptida		+	+
Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Helicarionidae	+	+
		Mesogastropoda		+	+
Chordata	Amphibia	Anura		+	
	Reptilia	Squamata	Gekkonidae	+	

Remarks: Lbly = *Limnonectes blythii*, Ltay = *Limnonectes taylori* (ยุวดี และคณะ, 2557)

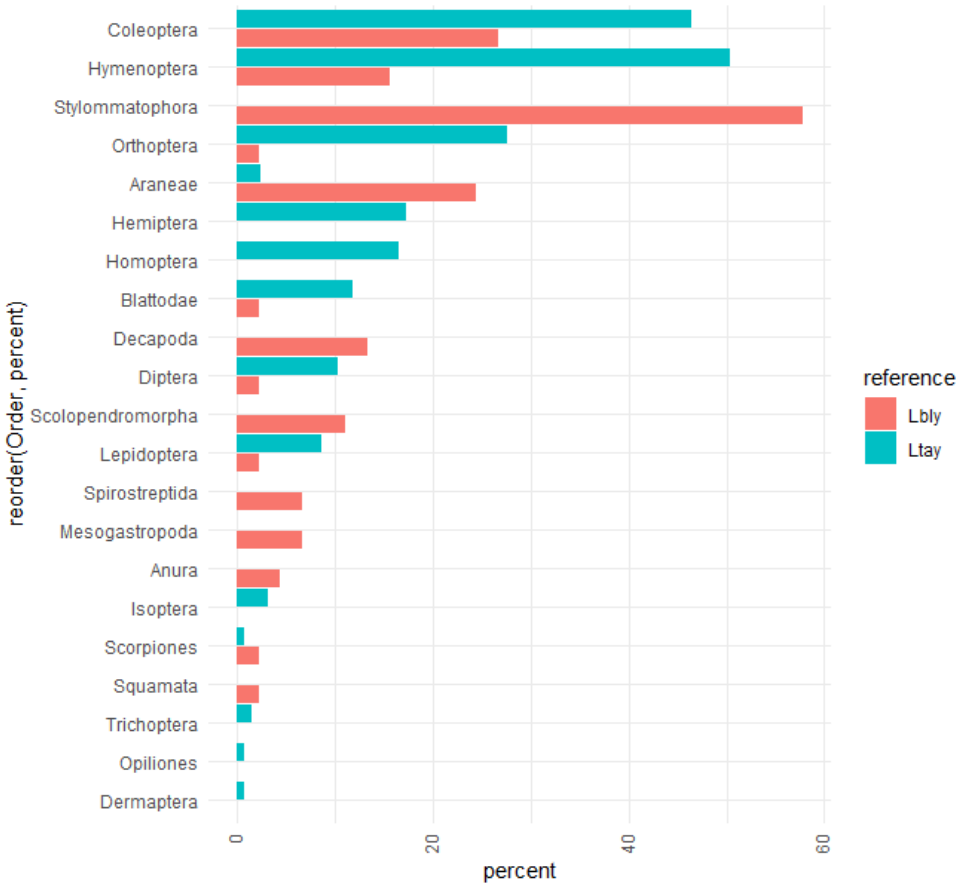


Figure 2 Frequency of diet species observed in Blyth's giant frog *Limnonectes blythii* and Taylor’s Stream Frog *Limnonectes taylori* categorized by order.

เมื่อพิจารณาชนิดอาหารในระดับวงศ์พบชนิดอาหารของกบทั้งสองชนิด 41 วงศ์ (families) โดยพบอาหารของกบทูด 3 อันดับแรก ได้แก่ ทากบกในวงศ์ Helicarionidae ด้วงดินในวงศ์ Carabidae และมอดแป้งในวงศ์ Formicidae และพบอาหารของกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ 3 อันดับแรก ได้แก่ มอดแป้งในวงศ์ Formicidae ตั๊กแตนในวงศ์ Gryllacrididae และแมลงสาบในวงศ์ Blattellidae ซึ่งกบทั้งสองชนิดกินอาหารในวงศ์เหมือนกัน 4 วงศ์ (90.3%) และกินอาหารในวงศ์ต่างกัน 37 วงศ์ (9.7%) (Table 1) (Figure 3)

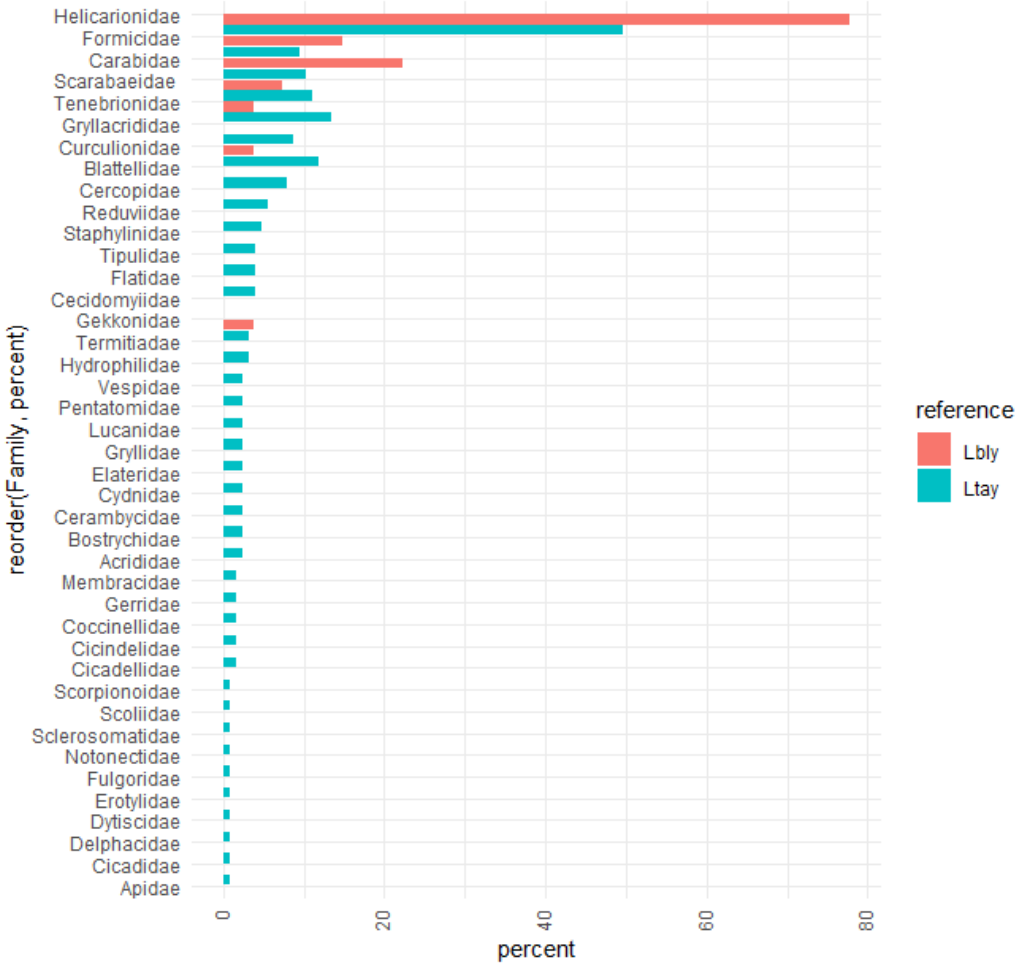


Figure 3 Frequency of diet species observed in Blyth's giant frog *Limnonectes blythii* and Taylor’s Stream Frog *Limnonectes taylori* categorized by family.

เมื่อพิจารณาชนิดอาหารของทั้งสองชนิดในระดับไฟลัม (Phylum) พบว่ามีทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งสอดคล้องกับ Hirai and Matsui (1999) ที่ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการกินอาหารของกบ *Rana nigromaculata* ซึ่งอาศัยอยู่ในนาข้าว เกียวโต ประเทศญี่ปุ่น และจากการศึกษาความแตกต่างของอาหารกบทูดกับกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ผลการศึกษาพบว่าอาหารใหญ่เป็นกลุ่มสัตว์ขาข้อปล้อง (Phylum Arthropoda) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Fabricante and Nuñeza (2012) ที่ศึกษาอาหารของ *Rana grandocula* และ *Limnonectes magnus* ในภูเขาซัมบิลิกัน ประเทศฟิลิปปินส์ พบกลุ่มสัตว์ขาข้อปล้องมากที่สุด และเมื่อพิจารณาในระดับชั้น (classes) ผลการศึกษาสอดคล้องกับ Thongproh *et al.* (2019) ที่ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของสายพันธุ์และเหยื่อของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ายอดโดม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยผลการศึกษาจากการวิเคราะห์จากกองมูลพบว่าเหยื่อส่วนใหญ่ที่พบอยู่ในระดับชั้นแมลง (Class Insecta)

สรุป

ผลการศึกษาเปรียบเทียบชนิดอาหารของกบทูดและกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์พบชนิดอาหารทั้งหมด 3 ไฟลัม (phylums) 8 ชั้น (classes) 21 อันดับ (orders) 41 วงศ์ (families) เมื่อศึกษาในระดับไฟลัม กบทั้งสองชนิดกินอาหารเหมือนกัน 1 ไฟลัม (33.3%) กินอาหารต่างกัน 2 ไฟลัม (66.7%) ระดับชั้น กินอาหารเหมือนกัน 5 ชั้น (62.5%) กินอาหารต่างกัน 3 ชั้น (37.5%) ระดับอันดับ กินอาหารเหมือนกัน 8 อันดับ (38.1%) กินอาหารต่างกัน 13 อันดับ (61.9%) และระดับวงศ์ กินอาหารเหมือนกัน 4 วงศ์ (90.3%) และกินอาหารต่างกัน 37 วงศ์ (9.7%)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอขอบคุณ งานวิจัยเรื่องอาหารของกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ (*Limnonectes taylori*) บริเวณป่าดิบเขา เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ของยุวดี พลพิทักษ์ และคณะ รวมถึงเอกสารเผยแพร่ที่ร่วมให้ข้อมูล

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ประทีป ด้วงแค อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้คำแนะนำแนวทาง วิธีการ และการวิเคราะห์ข้อมูลในการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วัฒนชัย ตาเสน ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องของการจำแนกแมลงและช่วยตรวจสอบแก้ไขในข้อผิดพลาดของการจำแนก

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกรียงไกร สุวรรณภักดิ์. 2559. **คู่มือแมลง (ฉบับปรับปรุง).** พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์กรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

ดอกรัก มารอด และ อุทิศ กุฏอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้.** ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ยุวดี พลพิทักษ์, วัฒนชัย ตาเสน, ประทีป ด้วงแค และ ยอดชาย ช่วยเงิน. 2557. อาหารของกบห้วยขาปุ่มเทย์เลอร์ (*Limnonectes taylori*) บริเวณป่าดิบเขา เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย.** 21 (1): 26-40.

วีรยุทธ์ เลาหะจินดา. 2552. **วิทยาสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก.** ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Fabricante, K.M.B., and Nuñeza, O.M. 2012. Diet and endoparasites of *Rana grandocula* (Amphibia, Ranidae) and *Limnonectes magnus* (Amphibia, Dicroglossidae) in Mt. Sambilikan, Diwata Range, Agusan del Sur, Philippines. **Advances in Environmental Sciences** 4(3): 113-121.

Green, D.M., Lannoo, M.J., Lesbarrères, D. and Muths, E. 2020. Amphibian population declines: 30 years ofprogress in confronting a complex problem. **Herpetologica** 76 (2): 97-100.

Hirai, T. and Matsui, M. 1999. Feeding habits of the Poud frog, *Rana nigromaculata*, inhabiting rice fields in Kyoto, Japan. **Copeia** 4: 940-947.

Hwang, M-H., Garshelis, D.L. and Wang, Y. 2002 Diet of Asiatic black bear in Taiwan, with methodological and geological comparisons. **International Association for Bear Research and Management** 13: 111-125.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology** 17 (4): 411-429.

Malaipan, S. 1995. **Introductory Entomology Laboratory.** Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bankok. (in Thai)

Parker, M.L., and Goldstein, M.I. 2004. Diet of Rio Grande leopard frog (*Rana berlandieri*) in Texas. **Journal of Herpetology** 38: 127-130.

Razakarivony, V., Rajemison, B. and Goodman, S.M. 2005. The diet of Malagasy Microchiroptera based onstomach contents. **Mammalian Biology** 70 (5): 312-316.

Thongproh, P., Duengkae, P., Ratree, P., Phetcharat, E., Kingwongsa, W., Jaitrong, W., Chuaynkern, Y. and Chuaynkern, C. 2019. Species diversity and prey items of amphibians in Yoddom Wildlife Sanctuary,northeastern Thailand. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity** 20 (9): 2718-2732.

Triplehorn, C.A. and Johnson, N.F. 2005. **Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects.** 7th Edition**.** Thompson Brooks/Cole. Rep. 864. Belmont, California.

White, R.E. 1983. **A Field Guide to the Beetles.** Houghton Miffin Company, New York.

วิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์พันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Research and Development to Conserve Rare and Endangered Plants with Economic Potential in National Reserved Forest Ban Nam Red Watershed Forest, Surat Thani Province.

ปรียานันท์ เมืองแสน[1*] ขวัญชัย เจริญกรุง[1] อภิวัฒน์ เอื้ออารีเลิศ[1] วิเชียร จั่นจำรูญ[1] ชญานันท์ พลยูง[1] กวิสรา ศรีทอง[1]

Preeyanan Muangsan[1] Khwanchai Charenkrung[1] Apiwat Uaareeleat[1]

Wichien Janjumroon[1] Chayanant Polyunt[1] Kawisara Sritong[1]

[1]กรมป่าไม้ 61 ถนนพหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพมหานคร

[1]Royal Forest Department, 61 Phahon Yothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author; E-mail: **preeya123.pp@gmail.com**

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์พันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ เพื่อทำให้ทราบถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยา และชีพลักษณ์ของชนิดพันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์เป็นระยะเวลา 12 เดือน รวมไปถึงการศึกษาด้านการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ ซึ่งทำควบคู่ไปกับการทดลองขยายพันธุ์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับพื้นที่ หากชนิดพันธุ์มีประสิทธิภาพในการเพาะขยายพันธุ์จะถูกนำไปส่งเสริมในการปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ สำหรับชนิดพันธุ์ที่การเพาะขยายพันธุ์เป็นไปได้ยากอาจจะต้องมีมาตรการในการปกป้องพื้นที่อย่างเข้มข้นเพื่อให้มีการขยายพันธุ์ได้ตามธรรมชาติต่อไป

ผลการศึกษา พบพืชที่ชุมชนใช้ประโยชน์ และทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชีพลักษณ์ และจำนวนประชากร จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ กระเช้าคลองพนม (*Aristolochia kongkandae* Phuph.) โมกสยาม (*Wrightia siamensis* D. J. Middleton) ยางกล่อง (*Dipterocarpus dyeri* Pierre ex Laness.) ยางขน (*Dipterocarpus baudii* Korth.) หมากพระราหู (*Maxburretia furtadoana* J. Dransf.) รองเท้านารีเหลืองตรัง (*Paphiopedilum godefroyae* (God. - Leb.) stein) ว่านจุกดอกขาว (*Calanthe ceciliae* Rchb.f.) และหวายทะนอย (*Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.)

ทดลองเพาะขยายพันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ด้วยเทคนิคที่เหมาะสมกับชุมชน โดยสามารถแยกเป็นการเพาะขยายพันธุ์โดย 1) ใช้เมล็ด จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โมกสยาม กระเช้าคลองพนม ยางกล่อง ยางขน และหมากพระราหู 2) เสียบยอด ได้แก่ โมกสยาม 3) กระตุ้นการแตกตาข้าง ได้แก่ รองเท้านารีเหลืองตรัง ว่านจุกดอกขาว 4) ตัดลำต้นใต้ดินกระตุ้นการแตกต้นใหม่ ได้แก่ หวายทะนอย โดยการทดลองเพาะขยายพันธุ์โมกสยามด้วยวิธีการเสียบยอดทำให้เกิดการขยายพันธุ์ได้ปริมาณมากที่สุดและรวดเร็วที่สุด ส่วนการเพาะขยายพันธุ์หมากพระราหูได้ปริมาณน้อยที่สุดและช้าที่สุด

คำสำคัญ: ชนิดพันธุ์หายาก ชนิดพันธุ์ใกล้สูญพันธุ์ การขยายพันธุ์พืช

ABSTRACT

Research and development to conserve rare and endangered plant species with economic potential in national forest reserves Ban Nam Rad Watershed Forest area in Surat Thani Province. The survey research for study to determine the morphology and phenology of rare and endangered plant species, including to study natural growth and reproduction. This was done in conjunction with testing different propagation methods suitable for the area. If the species can be propagated

well, it is promoted as industrial drop in the area. For species that are difficult to propagated, intensive conservation measures may be required to allow continued natural propagation.

The results showed 8 species that have been used by the community and then the morphology, phenology and population density were studied. Species included *Wrightia siamensis* D. J. Middleton, *Aristolochia kongkandae* Phuph., *Dipterocarpus dyeri* Pierre ex Laness., *Dipterocarpus baudii* Korth., *Maxburretia furtadoana* J. Dransf., *Paphiopedilum godefroyae* (God. -Leb.) stein., *Calanthe ceciliae* Rchb.f., and *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.)

Rare and endangered species were propagated with techniques suitable for the community including 1) seed propagaion in *Aristolochia kongkandae* Phuph., *Wrightia siamensis* D. J. Middleton., *Dipterocarpus dyeri* Pierre ex Laness., *Dipterocarpus baudii* Korth., *Maxburretia furtadoana* J. Dransf. 2.) grafting in *Wrightia siamensis* D. J. Middleton, 3.) Stimulating lateral budding in *Paphiopedilum godefroyae* (God. -Leb.) stein), Calanthe ceciliae Rchb.f. 4.) root cuttings in *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv. *Wrightia siamensis* D. J. Middleton, propagated by grafting yielded the highest and fastest seedlings while *Maxburretia furtadoana* J. Dransf propagated with seed had the lowest amount of seedlings and took the longest time to propagate.

Keywords: Rare species, endangered species, plant propagation

คำนำ

จากการดำเนินการตามแผนภารกิจการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพอย่างมีส่วนร่วมกับชุมชน ในพื้นที่ป่าสวงวนแห่งชาติป่าย่านยาว ป่าเขาวง และป่ากระซุม ในปีพุทธศักราช 2560 ของกรมป่าไม้ บริเวณพื้นที่ป่าต้นน้ำ บ้านน้ำราด ตำบลท่าทำเนียบ อำเภอศีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าชุมชนมีการใช้ประโยชน์จากพืชที่มีสถานภาพหายากและถูกคุกคาม ยกตัวอย่างเช่น ยางกล่อง (*Dipterocarpus dyeri* Pierre ex Laness.) ซึ่งเป็นพืชใกล้สูญพันธุ์ (Endangered: Ed) ตามสถานภาพการอนุรักษ์ขององค์กรระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) นอกจากนี้ ยังพบว่ามีพืชที่มีสถานภาพถูกคุกคามหลายชนิดที่ถูกลักลอบเก็บหาออกจากป่าเพื่อจำหน่ายเป็นไม้ดอกไม้ประดับ เช่น สะย้า (*Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.) ซึ่งเป็นพืชใกล้เคียงเฟิร์นที่ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (Critically Endangered : CR) (กรมป่าไม้, 2563) ซึ่งหากมีการศึกษารายละเอียดลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญและชีพลักษณ์ของชนิดพันธุ์พืชที่หายากและใกล้สูญพันธุ์เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้ชุมชนรอบป่าเพาะขยายพันธุ์ ลดการพึ่งพิงจากการเก็บหาตามธรรมชาติ และประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวของชุมชน รวมถึงการนำชนิดพันธุ์เหล่านั้นกลับคืนสู่ป่าธรรมชาติต่อไป

การศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชีพลักษณ์ และจำนวนประชากรของชนิดพันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ที่ชุมชนรอบป่าใช้ประโยชน์ ทดลองเพาะขยายพันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ด้วยเทคนิคที่เหมาะสมกับชุมชน ตลอดทั้งการหาแนวทางในการจัดทำแผนการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากชนิดพันธุ์หายากและใกล้สูญพันธุ์ร่วมกับชุมชนที่เกี่ยวข้องเพื่อให้การใช้ประโยชน์เป็นไปอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช ข้อมูลการสำรวจพบพืชหายากและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ และข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด อำเภอศีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. สำรวจความหลากชนิดและเก็บข้อมูลพืชหายากและใกล้สูญพันธุ์

2.1 เดินสำรวจเส้นทางศึกษาธรรมชาติ และเส้นทางใช้ประโยชน์ของชุมชนในพื้นที่ รวมถึงเส้นทางเดินสำรวจตามจำนวนระบบนิเวศชนิดป่า ซึ่งแต่ละเส้นทางสำรวจจะมีลักษณะเฉพาะของแต่ละระบบนิเวศ และครอบคลุมตามช่วงระดับความสูงที่ระบบนิเวศนั้นปรากฏ โดยครอบคลุมทั่วถึงทั้งระบบนิเวศนั้น ๆ

2.2 สำรวจความหลากชนิดและเก็บข้อมูลพืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ตามเส้นทางสำรวจโดยมีรัศมีความกว้างจากเส้นทางด้านละ 5 เมตร

2.3 บันทึกข้อมูลพืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ทุกชนิดที่สำรวจพบตามเส้นทางสำรวจ โดยมีรายละเอียดในการจดบันทึกประกอบด้วย พิกัดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดเส้นทาง พิกัดจุดพบชนิดพันธุ์พืช ข้อมูลชีพลักษณ์ ลักษณะวิสัย สภาพนิเวศวิทยา ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล พร้อมทั้งถ่ายภาพพืชที่พบ เพื่อใช้ติดตามข้อมูล

2.4 นับจำนวนพืชที่พบในพื้นที่ และติดป้ายสัญลักษณ์ระบุหมายเลขตัวอย่างเพื่อติดตามชีพลักษณ์

2.5 ติดตามชีพลักษณ์ทุก ๆ 3 เดือน

3. การทดลองเพาะขยายพันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ในเบื้องต้น โดยเลือกใช้เทคนิคการขยายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิด ดังนี้ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

3.1 การเพาะเมล็ดเลือกพันธุ์ไม้ที่มีการออกดอกติดผลและติดเมล็ดสามารถเก็บเมล็ดมาเพาะขยายพันธุ์ได้ โดยใช้ดินจากบริเวณที่พบพืชชนิดนั้น ๆ เป็นวัสดุเพาะ

3.2 การตอนกิ่งและการเสียบยอด ดำเนินการกับพืชที่ไม่ผลิต เมล็ดติดเมล็ดน้อย หรือเก็บเมล็ดไม่ได้

3.2.1 การตอนกิ่ง ใช้ขุยมะพร้าวหุ้มพลาสติกเป็นวัสดุในการตอนกิ่ง

3.2.2 การเสียบยอดใช้วิธี Cleft grafting

3.3 การตัดลำต้นใต้ดิน ดำเนินการกับพืชที่ไม่สามารถเก็บเมล็ดได้และมีศักยภาพในการขยายพันธุ์โดยการตัดลำต้นใต้ดินเพื่อกระตุ้นให้เกิดการแตกต้นหรือแตกใบใหม่

3.4 การแยกหน่อ ดำเนินการกับพืชพื้นล่างที่มีการแตกเหง้าแตกหน่อแตกกอ โดยใช้ฮอร์โมนจิบเบอร์เรลลิก แอซิด (gibberellic acid) 2%SL และฮอร์โมนไซโตไคนิน ชนิด บีเอ 6-BENZYLAMINOPURINE(BAP) /N6-Benzyladenine (BA) เพื่อกระตุ้นให้เกิดการแตกตาข้าง และเกิดหน่อใหม่ แล้วจึงทำการแยกหน่อ

ผลและวิจารณ์

1. การสำรวจความหลากชนิดและเก็บข้อมูลพืชหายากและใกล้สูญพันธุ์

จากการสำรวจความหลากชนิดและเก็บข้อมูลพืชหายากและใกล้สูญพันธ์ในพื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด พบพืชหายากและใกล้สูญพันธ์ที่มีการใช้ประโยชน์ดังตาราง

Table 1 List of threatened plants

Family	Scientific name	Local name	Habit[1]	Ecological Community[2]	Population[3]	Status[4]		Utilization
						DNP (2017)	IUCN (2019)	
Aristolochiaceae	*Aristolochia kongkandae* Phuph.	กระเช้าคลองพนม	C	DEF/Llhsf	***	VU^{+}		Ornamental plant
Apocynaceae	*Wrightia siamensis* D. J. Middleton	โมกสยาม	S/ST	DEF	**	VU		Ornamental plant
Dipterocarpaceae	*Dipterocarpus dyeri* Pierre ex Laness.	ยางกล่อง	T	DEF	***	CR^{-}	EN	Wood

Table 1 (continued).

Family	Scientific name	Local name	Habit[1]	Ecological Community[2]	Population[3]	Status[4]		Utilization
						DNP (2017)	IUCN (2019)	
Dipterocarpaceae	*Dipterocarpus baudii* Korth.	ยางขน	T	DEF	*		VU	Wood
Arecaceae	*Maxburretia furtadoana* J. Dransf.	หมากพระราหู	P	DEF/Llhsf	*	EN+		Ornamental plant
Orchidaceae	*Paphiopedilum godefroyae* (Godef. – Leb.) Stein	รองเท้านารีเหลืองตรัง	P	DEF/Llhsf	**	EN	EN	Ornamental plant
Orchidaceae	*Calanthe ceciliae* Rchb.f.	ว่านจุกดอกขาว	TerO	Swf	*	R+		Ornamental plant
Psilotaceae	*Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.	หวายทะนอย	EF	Swf	**	CR		Ornamental plant

Remarks:

[1] C= ไม้เถา S/ST = ไม้พุ่มกึ่งไม้ต้นขนาดเล็ก T = ไม้ต้น P = หมาก หรือ ปาล์ม TerO = กล้วยไม้ดิน EF = ผักกูดที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้

[2] DEF = ป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) Llhsf = ป่าละเมาะเขาหินปูนระดับต่ำ (Lower limestone hill scrub forest) Swf = ป่าพุ (Spring water swamp forest)

[3] * = จำนวนน้อยมาก (พบ 1 – 10 ต้น) ** = จำนวนน้อย (พบ 11 – 50 ต้น) *** = จำนวนมากที่สุด (พบมากกว่า 50 ต้น)

[4] DNP (2017) = Threatened Plants in Thailand . IUCN (2019) = IUCN Red List
+ = พรรณไม้เฉพาะถิ่น - = ไม่ได้รับการประเมิน VU = Vulnerable มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ EN = Endangered ใกล้สูญพันธุ์ CR = Critically Endangered ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง R = Rare พรรณไม้หายาก

จากตาราง พบพืชหายากในพื้นที่ จำนวน 6 วงศ์ 7 สกุล 8 ชนิด ประกอบด้วย วงศ์ Aristolochiaceae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ Apocynaceae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ Dipterocarpaceae จำนวน 1 สกุล 2 ชนิด วงศ์ Arecaceae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ Orchidaceae จำนวน 2 สกุล 2 ชนิด และวงศ์ Psilotaceae จำนวน 1 ชนิด ดังนี้

1.1 วงศ์ Aristolochiaceae ได้แก่ กระเช้าคลองพนม (*Aristolochia kongkandae* Phuph.)



Figure 1 *Aristolochia kongkandae* Phuph.

ลักษณะวิสัย ไม้เถา เกาะเลื้อยตามหินปูน ใบรูปไข่หรือแกมรูปขอบขนาน ยาว 5-7.5 เซนติเมตร เส้นโคนใบข้างละ 2-3 เส้น เส้นแขนงใบข้างละ 2-3 เส้น ก้านใบยาว 3-7 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อ ช่อดอกแบบช่อกระจะ ยาว 1.5-5 เซนติเมตร ก้านช่อสั้น มีได้ถึง 10 ดอก ใบประดับรูปขอบขนาน ยาว 1-2 มิลลิเมตร ดอกสีครีมอมแดง ก้านดอกยาว 5-7 มิลลิเมตร หลอดกลีบดอกยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ปลายกลีบบานออก รูปขอบขนาน ด้านในสีม่วงอมแดง ยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร กระเปาะรูปรี ยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร เส้าเกสรยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ผลกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-7 มิลลิเมตร เมล็ดรูปสามเหลี่ยมมีตุ่มกระจาย ไม่มีปีก ฤดูกาลออกดอก เดือนมีนาคม – มิถุนายน พบที่เขาสก คลองพนม และพื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด จังหวัดสุราษฎร์ธานี ขึ้นเกาะเลื้อยตามใต้ร่มเงาหน้าผาหินปูน ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 100-200 เมตร สถานภาพตาม DNP (2017) : Threatened Plants in Thailand เป็นพรรณไม้เฉพะถิ่น มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (VU) (Voradol, 2017) ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด

1.2 วงศ์ Apocynaceae ได้แก่ โมกสยาม (*Wrightia siamensis* D. J. Middleton)



Figure 2 *Wrightia siamensis* D. J. Middleton

ลักษณะวิสัย ไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 1 - 3 เมตร ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม ยาว 3 - 12 เซนติเมตร ดอกช่อ แบบช่อกระจุก ออกสั้น ๆ ตามปลายกิ่ง มี 3 - 5 ดอก มีต่อมที่โคนกลีบเลี้ยง ดอกบานรูปกงล้อ หลอดกลีบยาว 4-5 มิลลิเมตร กลีบยาว 1.4 - 1.5 เซนติเมตร มีปุ่มขนกระจาย กระบังหน้ากลีบดอกแนบติดบนกลีบดอกเกือบตลอดความยาว กระบังระหว่างกลีบดอกปลายแยก 2 แฉก ระหว่างจุดเชื่อมมีกระบังขนาดเล็ก 10 อัน ผลเป็นฝักคู่ แยกกัน มีช่องอากาศ ยาว 13 - 15 เซนติเมตร (กรมป่าไม้, 2563) ฤดูกาลออกดอกช่วงเดือนมีนาคม – มิถุนายน พบเฉพาะทางภาคใต้แถบจังหวัดกระบี่ พังงา สุราษฎร์ธานี ขึ้นตามหน้าผาที่เป็นหินปูน ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ต่ำกว่า 100 เมตร สถานภาพตาม DNP (2017) : Threatened Plants in Thailand มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (VU) ขยายพันธุ์โดยเมล็ด

1.3 วงศ์ Dipterocarpaceae ได้แก่

1.3.1 ยางกล่อง (*Dipterocarpus dyeri* Pierre ex Laness.)



Figure 3 *Dipterocarpus dyeri* Pierre ex Laness.

ลักษณะวิสัย ไม้ต้นไม่ผลัดใบ สูงถึง 40 เมตร ลำต้นเปลาตรง เปลือกหนา แตกเป็นสะเก็ด หรือค่อนข้างเรียบ สีเทาหรือน้ำตาลอมดำ โคนต้นมีพูพอนต่ำ กิ่งอ่อนและหูใบมีขนยาวสีเหลือง ใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับ รูปรีแกมรูปไข่ ถึงรูปรีแกมรูปใบหอก ปลายทู่ถึงเรียวแหลม โคนใบมน บางครั้งสอบแคบ ผิวใบเกลี้ยง ดอกสีชมพู ออกเป็นช่อยาวแตกแขนงสั้น ๆ ตามง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง ออกดอกช่วงเดือน พฤศจิกายน – มีนาคม ผล รูปรี มีสันยาว 5 สัน ด้านบนมีปีกยาว 2 ปีก ปีกสั้น 3 ปีก พบในพื้นที่ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคใต้ของไทย ขึ้นในป่าดิบแล้งและป่าดิบชื้น ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 50-350 เมตร สถานภาพตาม DNP (2017) : Threatened Plants in Thailand ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (CR) สถานภาพตาม IUCN(2019) : IUCN Red list ใกล้สูญพันธุ์ (EN) ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด

1.3.2 ยางขน (*Dipterocarpus baudii* Korth.)



Figure 4 *Dipterocarpus baudii* Korth.

ลักษณะวิสัย ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 40 เมตร ส่วนต่าง ๆ มีขนกระจุกยาวสีน้ำตาลแดงหนาแน่น ขนยาว 3–4 มิลลิเมตร ใบรูปรีกว้าง ยาว 15–35 เซนติเมตร ปลายแหลมยาว โคนแหลม กลม หรือเว้าตื้น เส้นแขนงใบข้างละ 12–18

เส้น ก้านใบยาว 3–6 เซนติเมตร หูใบรูปแถบ ยาวได้ถึง 15 เซนติเมตร ช่อดอกยาว 3–5 เซนติเมตร มี 3–6 ดอก ก้านดอกสั้นมาก กลีบดอกยาว 4–6 เซนติเมตร ด้านนอกมีขนรูปดาวสั้นประปราย หลอดกลีบเลี้ยงยาวประมาณ 1 เซนติเมตร กลีบยาวยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร กลีบสั้นยาว 3–5 มิลลิเมตร เกสรเพศผู้ 30 อัน อับเรณูยาว 7–9 มิลลิเมตร ผลค่อนข้างกลมและมีขนประปราย ปีกยาวยาว 10–20 เซนติเมตร ปีกสั้นยาว 1.5–3 เซนติเมตร ปีกสั้นขอบพับกลับเล็กน้อย ฤดูกาลออกดอกเดือนธันวาคม – มิถุนายน พบทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ ภาคตะวันตกตั้งแต่จังหวัดกาญจนบุรี และภาคใต้ ขึ้นตามป่าดิบแล้งที่ค่อนข้างชื้น และป่าดิบชื้น มีการระบายน้ำดี ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ไม่เกิน 500 เมตร สถานภาพตาม IUCN (2019) : IUCN Red list มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (VU) ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด

1.4 วงศ์ Arecaceae ได้แก่ หมากพระราหู (*Maxburretia furtadoana* J. Dransf.)



Figure 5 *Maxburretia furtadoana* J. Dransf.

ลักษณะวิสัย ปาล์มกอ ต้นจะตั้งตรงหรือโค้งงอ ไม่มีกาบใบ ต้นปกคลุมด้วยหนามแหลมคล้ายกาบใบหนาแน่น และไม่ร่วงง่าย ใบออกเป็นวงรอบต้น ใบรูปฝ่ามือ ตั้งขึ้นและแผ่ออกหรือห้อยลง 8 - 12 ทาง กาบใบสั้น แยกต่ำ ขอบกาบใบมีใยที่เป็นหนามแหลมแข็ง สีน้ำตาล ยาว 8 เซนติเมตร ก้านใบยาว 40 - 60 เซนติเมตร ใบเกือบกลม ขนาด 55x75 เซนติเมตร สีเขียว ใต้ใบสีเทา ใบฉีกเป็นแฉกลึกประมาณ 1/2 - 4/5 ของใบ หรืออาจถึงกลางใบ 15-30 แฉก แต่ละแฉกมีขนาด 1.5-3x50 เซนติเมตร ปลายห้อยลงหรืออาจจะแข็งตั้ง ช่อดอกตั้งขึ้น ปลายโค้งลงออกระหว่างกาบใบ ช่อดอกแยกเพศ ช่อดอกเพศผู้และเพศเมียมีลักษณะคล้ายกัน ช่อดอก ยาว 45 เซนติเมตร แตกกิ่งย่อย 3-5 กิ่ง ยาว 15 เซนติเมตร และแตกกิ่งแขนงย่อยผอมบางและ โค้งงอเล็กน้อยจำนวนมาก ยาว 4 เซนติเมตร ผลทรงกลมแกมรูปไข่ ขนาด 5-7x9 มิลลิเมตร สีส้มอมเหลือง เมื่อแก่จะนิ่มและเปลี่ยนเป็นสีดำ ฤดูกาลออกดอกตลอดทั้งปี แต่ส่วนใหญ่เป็นดอกเพศผู้ พบในที่ระดับต่ำ เช่น ป่าเปิด ป่าชื้น บนหน้าผาเขาหินปูน และตามภูเขาภาคใต้ตอนกลาง บริเวณซอกเขาหินปูนที่มีพืชผุทับถมอยู่ ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 400 – 800 เมตร สถานภาพตาม DNP (2017) : Threatened Plants in Thailand พรรณไม้เฉพะถิ่น ใกล้สูญพันธุ์ (EN^{+}) ขยายพันธุ์โดยเมล็ด

1.5 วงศ์ Orchidaceae ได้แก่

1.5.1 รองเท้านารีเหลืองตรัง (*Paphiopedilum godefroyae* (Godef. – Leb.) Stein)



Figure 6 *Paphiopedilum godefroyae* (Godef. – Leb.) Stein

ลักษณะวิสัย กล้วยไม้ดิน ลำต้นสั้น และแตกกอเป็นพุ่มกว้างประมาณ 15-20 เซนติเมตร ใบรูปขอบขนาน กว้าง 2.5 -3.5 เซนติเมตร ยาว 15-17 เซนติเมตร ผิวใบด้านบนสีเขียวเข้ม มีจุดสีเขียวอ่อน บางต้นจุดสีเขียวเข้ม จนดูคล้ายใบสีเขียวทั้งใบ ใต้ท้องใบสีม่วงคล้ำ ดอกออกเป็นช่อที่ปลายยอด จำนวน 1-2 ดอกต่อช่อ ก้านช่อดอกยาว 5 -7 เซนติเมตร ดอกบานเต็มที่กว้างประมาณ 7.5-8 เซนติเมตร สีพื้นดอกมีทั้ง สีขาว สีครีม สีเหลืองอ่อน ถึงเหลืองเข้ม มีลายสีม่วงแดงถึงม่วงน้ำตาลกระจายหนาแน่นทั่วกลีบ ผลแบบผลแห้งแตก ทรงรี บิดเป็นเกลียว ฤดูกาลออกดอกช่วงเดือน มีนาคม – มิถุนายน พบอยู่ตามภูเขาหินปูนที่อยู่ติดชายฝั่งทะเล หรือตามเกาะที่มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน โดยขึ้นอยู่ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 10 –100 เมตร ตามรอยแยกของหินที่ปกคลุมไปด้วยมอสส์ ซากใบไม้ที่ผุพังทับถมด้วยตะกอนดิน โดยขึ้นอยู่ตามซอกหินที่ได้รับร่มเงาของชะง่อนหิน หรือพุ่มไม้เตี้ยที่มีใบปกคุมหนาทึบ แสงแดดและน้ำฝน ไม่สามารถสัมผัสได้โดยตรง แต่จะได้รับแสงที่สะท้อนจากน้ำทะเล พบในจังหวัดตรัง กระบี่ พังงา สตูล และบริเวณหมู่เกาะในฝั่งทะเลด้านตะวันตก สถานภาพตาม DNP (2017) : Threatened Plants in Thailand และ IUCN (2019) : IUCN Red list พืชใกล้สูญพันธุ์ (EN) ขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อ

1.5.2 ว่านจุกดอกขาว (*Calanthe ceciliae* Rchb.f.)



Figure 7 *Calanthe ceciliae* Rchb.f.

ลักษณะวิสัย กล้วยไม้ดิน สูง 25 – 40 เซนติเมตร ใบรูปรี กว้าง 13 – 15 เซนติเมตร ยาว 25 – 30 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อ จากโคนต้น ยาว 45 – 55 เซนติเมตร ดอกย่อยออกที่ปลายช่อ จำนวน 5 – 8 ดอก

กลีบเลี้ยงและกลีบดอกสีชมพูอมม่วง มีเดือยสีขาว เส้าเกสรสีขาว ฤดูกาลออกดอกช่วงเดือนสิงหาคม-กุมภาพันธ์ พบตามป่าดิบชื้นทางภาคใต้ ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 400-600 เมตร และในพื้นที่ป่าพรุที่น้ำท่วมไม่ถึง สถานภาพตาม DNP (2017) : Threatened Plants in Thailand พรรณไม้เฉพะถิ่น พรรณไม้หายาก (R^+) ขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อ

1.6 วงศ์ Psilotaceae ได้แก่ หวายทะนอย (*Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.)



Figure 8 *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.

ลักษณะวิสัย ลำต้นที่เห็นโดยทั่วไป เป็นระยะสปอร์โรไฟต์ มี 2 ส่วน คือ ลำต้นใต้ดิน มีสีน้ำตาล ทอดราบขนานใต้ผิวดิน ลำต้นใต้ดินที่เรียกว่า เหง้า (rhizome) ซึ่งมีสีน้ำตาลอ่อน เป็นพืชที่ไม่มีราก มีแต่ ไรซอยด์ (rhizoid) ที่ทำการยึดเกาะดิน และทำหน้าที่ดูดน้ำและเกลือแร่ และ ลำต้นเหนือดินมีสีเขียว เรียกว่า แอเรียลสเตม (Aerial Stem) มีลักษณะเป็นเส้นเหมือนแส้ แตกกิ่งแบบไดโคโตมัส ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง ลำต้นมีความสูงประมาณ 20-50 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น 2-3 มิลลิเมตร แตกกิ่งแบบตัว Y จาก 1 กิ่งเป็น 2 กิ่ง แต่ละกิ่งจะเป็นรูปเหลี่ยม โดยประมาณ 5-6 เหลี่ยม โดยกิ่ง อาจมีความยาวได้ถึง 80 เซนติเมตร เมื่อเติบโตเต็มที่ จะสร้างอับสปอร์ ที่มีลักษณะเป็น 3 พู มีสีเขียว รูปร่างค่อนข้างกลม มีขนาดประมาณ 2-2.5x2-2.5 มิลลิเมตร แต่เมื่อแก่จัด จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง โดยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซีส ไม่มีใบที่แท้จริง ส่วนที่คล้ายใบเรียก Phylidium มีลักษณะคล้ายเกล็ด ตำแหน่งของใบเกล็ดแต่ละเกล็ดจะหมุนเวียนไปรอบต้น ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง พบขึ้นเป็นกอขนาดเล็กเกาะอิงอาศัยตามซอกหินคาคบ หรือซอกหลืบของต้นไม้ใหญ่หรือตามพื้นดินที่มีใบไม้ผุทับถมไม่หนานักและมีความชื้นสูง ในป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง หุบเขาหินปูน และพื้นที่ริมน้ำในป่าพุ สถานภาพตาม IUCN (2019) : IUCN Red list ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (CR) การขยายพันธุ์ สืบพันธุ์โดยใช้สปอร์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ และการตัดลำต้นใต้ดินให้มีการแตกไรซอยด์ใหม่

2. การเพาะขยายพันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์

ในการศึกษาได้ทำการเลือกเทคนิคการขยายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับพืชแต่ละชนิดที่ชุมชนศักยภาพในการขยายพันธุ์ได้ ดังนี้

2.1 การเพาะเมล็ด เลือกพันธุ์ไม้ที่มีการออกดอกติดผลและติดเมล็ดสามารถเก็บเมล็ดมาเพาะขยายพันธุ์ได้ พันธุ์พืชที่สามารถขยายพันธุ์ได้ โดยใช้ดินจากบริเวณที่ทำการเก็บเมล็ดจากต้นแม่เป็นวัสดุเพาะ ได้แก่ กระเช้าคลองพนม อัตราการงอกร้อยละ 95 โมกสยาม อัตราการงอกร้อยละ 82.6 ยางกล่อง อัตราการงอกร้อยละ 58.3 ยางขน อัตราการงอกร้อยละ 33.3 และหมากพระราหู อัตราการงอกร้อยละ 8.69



Figure 9 Germination test in *Wrightia siamensis* D. J. Middleton

2.2 การตอนกิ่งและการเสียบยอด ดำเนินการกับพืชที่ไม่ผลิตเมล็ดติดเมล็ดน้อยหรือเก็บเมล็ดไม่ได้ พันธุ์พืชที่สามารถขยายพันธุ์ได้ ได้แก่ โมกสยาม แต่การตอนกิ่งในธรรมชาติพบปัญหาอุปสรรค กิ่งพันธุ์ที่ทำการตอนไว้ถูกทำลายจากสัตว์ทั้งหมด ในส่วนของการเสียบยอดบนต้นโมกมัน ได้ผลร้อยละ 70 และการเสียบยอดบนต้นโมกบ้าน ได้ผลร้อยละ 90



Figure 10 Cleft grafting in *Wrightia siamensis* D. J. Middleto

2.3 การแยกหน่อ ดำเนินการกับพืชพื้นล่างที่มีการแตกเหง้าแตกหน่อแตกกอ โดยทำการกระตุ้นการแตกตาข้างเพื่อให้มีการแตกหน่อเพิ่มขึ้น พันธุ์พืชที่สามารถขยายพันธุ์ได้ ได้แก่ รองเท้านารีเหลืองตรัง และว่านจุกดอกขาว ไม่ได้ผล ควรมีการจัดการให้สามารถกระจายพันธ์เองตามธรรมชาติ

2.4 การตัดรากเพื่อให้เกิดการแตกต้นใหม่ ดำเนินการกับพืชที่ไม่สามารถเก็บเมล็ดได้และมีศักยภาพในการขยายพันธุ์โดยการตัดราก พันธุ์พืชที่สามารถขยายพันธุ์ได้ ได้แก่ หวายทะนอย ได้ผลร้อยละ 70

สรุป

จากผลการศึกษาความหลากชนิดและเก็บข้อมูลพืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ และทดลองการเพาะขยายพันธุ์พืชหายากและใกล้สูญพันธุ์ ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าย่านยาว ป่าเขาวง และป่ากระซุม บริเวณพื้นที่ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด ตำบลท่าทำเนียบ อำเภอคีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นระยะเวลา 12 เดือน พืชหายากใกล้สูญพันธุ์ที่จำนวนประชาการในพื้นที่อยู่ในเกณฑ์จำนวนประชากร 1-10 ต้น จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ยางขน หมากพระราหู และว่านจุกดอกขาว ชนิดพันธุ์ที่พบจำนวนประชากร 11-50 ต้น จำนวน 3 ชนิดได้แก่ โมกสยาม รองเท้านารีเหลืองตรัง และหวายทะนอย ชนิดพันธุ์ที่พบจำนวนประชากรมากกว่า 50 ต้น จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กระเช้าคลองพนม

และยางกล่อง และพืชที่มีศักยภาพในการขยายพันธุ์โดยชุมชนได้ดีสุด ได้แก่ โมกสยาม ใช้วิธีการขยายพันธุ์ด้วยการเสียบยอดกับโมกมัน (*Wrightia pubescens* R. Br.) และโมกบ้าน (*Wrightia religiosa* Benth.) ซึ่งต้นโมกสยามที่แตกใหม่จะออกดอกตลอดทั้งปี และสามารถติดฝักได้ จึงเป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาส่งเสริมให้เกิดการขยายพันธุ์เพื่อใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจได้ ส่วนพืชที่มีศักยภาพในการขยายพันธุ์ได้ยากที่สุด ได้แก่ หมากพระราหู เนื่องจากการเก็บเมล็ดที่มีความสมบูรณ์เป็นไปได้ยาก เนื่องจากต้นหมากพระราหูในพื้นที่สำรวจส่วนใหญ่ช่อดอกที่เกิดขึ้นเป็นช่อดอกเพศผู้ และเกิดอยู่ตามชะง่อนผาสูงชันยากต่อการเข้าถึง จึงควรมีมาตรการในการอนุรักษ์ถิ่นที่อยู่อาศัยให้เกิดการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติก่อนในเบื้องต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้นำชุมชน และเจ้าหน้าที่วิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ป่าต้นน้ำบ้านน้ำราด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพี่ณุ และพี่กล้วย ผู้พาปีนผาตามหาพืชหายาก ขอบคุณทีมงานพืชหายากคนใกล้สูญพันธุ์ทุก ๆ คน ขอบคุณผู้บริหารกรมป่าไม้ทุก ๆ ท่านที่เกี่ยวข้องในการอำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงการ และขอขอบคุณสำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผู้สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2563. **ความหลากหลายทางชีวภาพกับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์.** ส่วนวิจัยความหลากทางชีวภาพด้านป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพมหานคร

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. **องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสู่การเป็น smart officer การขยายพันธุ์พืช**. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ราชัญ ภู่มา. 2554. **พืชชนิดใหม่ของโลกในประเทศไทย**. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

Chamchumroon, V. 2017. **Threatened Plants in Thailand**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, Thailand.

_____, **The IUCN Red list of Threatened Species**. แหล่งที่มา: https://www.iucnredlist.org.

ชีววิทยาบางประการของฟ้ามุ่ยน้อย กล้วยไม้ใกล้สูญพันธุ์ในประเทศไทย
Biological Study of *Vanda coerulescens* Griff, Endangered Orchid of Thailand

เครือวัลย์ พิพัฒน์สวัสดิกุล[1*] ภาณุมาศ ลาดปาละ[1] และอนุพันธ์ กงบังเกิด[2]
Kruewan Pipatsawasdikul[1*], Phanumard Ladpala[1] and Anupan Kongbangkerd[2]
[1]สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
[1] Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900
[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
[2]Department of Biology, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok 65000
*Corresponding Author; E-mail: **kwanomam@gmail.com**

บทคัดย่อ

ฟ้ามุ่ยน้อย (*Vanda coerulescens* Griff) เป็นกล้วยไม้ที่จัดอยู่ในสถานภาพคาดว่าสูญพันธุ์ไปจากถิ่นที่อยู่ในธรรมชาติแล้ว (EW) การศึกษาการกระจายในประเทศไทย ประชากรและพันธุ์ไม้อิงอาศัยของฟ้ามุ่ยน้อย ใช้วิธีส่งแบบสอบถามแล้วสำรวจในภาคสนามโดยการวางแปลง 10x10 เมตร ตั้งแต่ตุลาคม 2560 ถึงกันยายน 2562 และติดตามซ้ำ ผลการศึกษาพบว่ากล้วยไม้ชนิดนี้มีการกระจายในเขตจังหวัดแม่ฮ่องสอนและเชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 610–1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล ในป่าเต็งรัง และป่ารอยต่อระหว่างป่าเบญจพรรณกับป่าเต็งรัง ฟ้ามุ่ยน้อยที่สำรวจพบส่วนใหญ่เป็นพืชอิงอาศัย นอกจากนี้ยังพบว่าส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในส่วนบน (2/3) จากลำต้นหลัก (34.22%) และไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับชนิดไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์หรือค่าความเด่นสัมพัทธ์ ต้นไม้ที่ฟ้ามุ่ยน้อยอิงอาศัยพบ 25 ชนิด ชนิดที่อิงอาศัยมากที่สุดได้แก่ เต็ง *(Shorea roxburghii* Wall.) สัก (*Tectona grandis* L.f.) และ รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth) มีค่าความถี่สัมพัทธ์ (%RF) เท่ากับ 36.12, 14.45 และ 13.31 ตามลำดับ ฟ้ามุ่ยน้อยเริ่มแทงดอกในเดือนมกราคม ติดผลหรือเป็นฝักหลังจากผสม 150 วัน และฝักแก่ใช้เวลาประมาณ 250 วัน กล้วยไม้ชนิดนี้พบในพื้นที่อาศัยจำนวนน้อย กลุ่มประชากรมีขนาดเล็กมากและถูกคุกคามอย่างหนักในทุกพื้นที่ สาเหตุหลักเกิดจากการบุกรุกป่าที่เป็นที่อยู่อาศัยเพื่อเกษตรกรรม ไฟป่าและโครงการพัฒนาสิ่งก่อสร้างต่างๆ รวมถึงการลักลอบเก็บออกมาจำหน่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางโซเชียลมิเดีย ทำให้อยู่ในสถานภาพเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์อย่างยิ่งหากไม่มีมาตรการด้านการอนุรักษ์อย่างจริงจัง

คำสำคัญ: ฟ้ามุ่ยน้อย ประชากร ต้นไม้ที่อิงอาศัย ชีพลักษณ์

ABSTRACT

Distribution and phenology of the endangered orchid, *Vanda coerulescens* Griff, was studied from October 2017 to September 2019 and rechecked in 2022 by surveying from the reported sources in Thailand and examined by gathering questionnaires. Purposive sampling on 10x10 m^2 plot was used. All data on orchid species were recorded including its number, host trees and zone of the host tree where the orchid attached. The species was found restricted in distribution to Chiang Mai and Mae Hong Son Province. This rare orchid inhabits in dry dipterocarp forest or ecotone between dry dipterocarp forest and mixed deciduous forest. Most of them are epiphyte and grow in the protected forest area at 610-1,200 m. above sea level. Some population is *lithophyte*. Furthermore, most of epiphytic type were attach at 2/3 of trunk (34.22%) followed by 1/3 of trunk (34.22%). However, there were no significantly different in relative frequency and relative dominance of phorophyte. This *Vanda* inhabits on the total of 25 host trees and *Shorea*

roxburghii was the most abundant host tree (RF = 36.12), followed by *Tectona grandis* L.f. (RF = 14.45) and *Terminalia alata* Heyne ex Roth. (%RF = 13.31), respectively. This species bloom in winter season during January to April, then produces the fruits within 150 days after breeding and ripes within 250 days. Nowadays, *V. coerulescens* is found in small habitats with very small populations, and is heavily threatened in every area. The main causes are deforestation for agriculture, forest fires, various construction projects, and being collected for commercial purposes. This puts the species at an especially high risk of extinction if serious conservation efforts are not put in place.

Keywords: *Vanda coerulescens*, population, host tree, phenology

คำนำ

ฟ้ามุ่ยน้อย หรือฟ้ามุ่ยดอกเล็ก หรือเอื้องเข็ม (Sky Blue Vanda ; Vanda coerulescens Griff) เป็นกล้วยไม้อิงอาศัย ที่มีการกระจายพันธุ์ในแถบตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย เมียนมาร์ จีนตอนใต้ และไทย ในประเทศไทยมีรายงานว่าพบตามป่าดิบแล้งทางภาคเหนือที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 1,000 เมตร ในจังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และลำปาง (Seidenfaden, 1998; Baker and Baker, 2015) ในปี พ.ศ. 2563 สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้จัดให้เป็นพืชในสถานภาพคาดว่าสูญพันธุ์ไปจากถิ่นที่อยู่ในธรรมชาติแล้ว (Extinct in the Wild : EW) เนื่องจากประชากรมีขนาดเล็กและอาศัยอยู่เฉพาะเจาะจงในพื้นที่ (niche) สาเหตุมาจากการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยและการเก็บหามาขาย ทำให้ประชากรฟ้ามุ่ยน้อยลดลงอย่างรวดเร็ว และอาจรุนแรงถึงขั้นสูญพันธุ์ในที่สุด โดยมีจำนวนน้อยมากตั้งแต่ปี ค.ศ. 2014 ตามรายงานของ Taraksa et al. (2014) ที่เสนอว่าควรต้องอนุรักษ์กล้วยไม้ป่าชนิดนี้อย่างเร่งด่วน

ในประเทศไทยข้อมูลของกล้วยไม้ฟ้ามุ่ยน้อยมีน้อยมาก และเป็นข้อมูลนานมาแล้ว มีการรายงานว่าพบฟ้ามุ่ยน้อยในป่าดิบแล้งและป่าดิบเขาทางภาคเหนือที่ความสูงจากน้ำทะเล 800-1,500 เมตร ในพื้นที่อำเภอพร้าว ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ ปางมอ ปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ตอนใต้ของอำเภอเด่นชัยและในจังหวัดลำปาง โดย Seidenfaden (1988), Thaithong (1999), อบฉันท์ (2543), สลิลและนฤมล (2545), สุมิตราและคณะ (2550), สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช (2551), เอกลักษณ์ (2555), พฤกษ์ (2555), ก่องกานดาและคณะ (2557), ปวีณาและคณะ (2558) และ Chamchumroon *et al*., (2017) โดยปวีณาและคณะ (2558) ได้การรายงานการแพร่กระจายโดยละเอียดว่าพบกล้วยไม้ฟ้ามุ่ยน้อยเพียงสองแห่ง คือ บริเวณป่าดิบแล้งในเขตอำเภอเชียงดาวและอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่เท่านั้น โดยพบจำนวนประมาณ 120 ต้น จากการสุ่มสำรวจประชากรฟ้ามุ่ยน้อยในธรรมชาติ 6 ครั้ง 10 แห่ง ในเขตจังหวัดกำแพงเพชร เชียงใหม่ เชียงราย ตาก และแม่ฮ่องสอน) จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อรักษาชนิดพันธุ์กล้วยไม้พื้นเมืองของไทย เร่งฟื้นฟูประชากรชนิดพันธุ์ที่มีสถานภาพวิกฤต และอนุรักษ์คุ้มครองและฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ รวมถึงด้านวิจัยพัฒนาและให้บริการด้านวิชาการ รวมถึงสนับสนุนความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงส่งเสริมการวิจัยเพื่อตอบสนองต่อวิกฤตปัญหาปัจจุบันทางด้านทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า และสอดคล้องกับกลยุทธ์ทั่วโลกว่าด้วยการอนุรักษ์พืช (Global Strategy for Plant Conservation) อันเป็นแนวทางให้ภาคีอนุสัญญา CBD นำไปปฏิบัติเพื่อช่วยกันอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพอีกด้วย

วิธีการ

1. การสำรวจการแพร่กระจาย โดยตรวจติดตามข้อมูลกล้วยไม้ฟ้ามุ่ยน้อย แล้วใช้แบบสอบถาม ส่งไปยังในสถานที่ต่าง ๆ ที่เคยมีรายงานการแพร่กระจายทั้งหน่วยงานรัฐบาล เช่น สถานที่เพาะเลี้ยงและพื้นที่ใกล้เคียงโดยอ้างอิงและขยายผลจากการตรวจเอกสาร จำนวน 128 แห่ง และส่งแบบสอบถามออนไลน์ และสำรวจหาฟ้ามุ่ยน้อย

ในพื้นที่จริง (Field check) จำนวน 16 แห่ง เพื่อจัดทำข้อมูลการกระจายของชนิดพันธุ์ให้เป็นปัจจุบัน (Data Revisions) บันทึกข้อมูลภาคสนามด้านลักษณะแหล่งอาศัย และชีพลักษณ์ (phenology)

2. การศึกษาปริมาณกล้วยไม้ตามแหล่งอาศัย โดยวางแปลงตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงในบริเวณที่พบฟ้ามุ่ยน้อย โดยใช้แปลงตัวอย่าง ขนาด 10x10 เมตร เพื่อศึกษาพันธุ์ไม้ยืนต้น ทำการวัดขนาดเส้นรอบวงลำต้นของต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 30 เซนติเมตรขึ้นไป และวัดที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดินของพรรณไม้ทุกชนิดที่พบ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าตัวแปรทางนิเวศวิทยา รวมถึงข้อมูลชนิดและความสูงของต้นไม้ ชนิดของกล้วยไม้อิงอาศัยที่เกาะอาศัย บันทึกข้อมูลต่าง ๆ ฟ้ามุ่ยน้อยทุกต้นที่พบภายในพื้นที่สำรวจ ต้นไม้ที่อิงอาศัยและบริเวณที่กล้วยไม้ฟ้ามุ่ยน้อยติดอยู่บนต้นไม้อิงอาศัย โดยได้แบ่งตำแหน่งการปรากฏบนต้นไม้ที่อิงอาศัยเป็น 5 โซน ประยุกต์จาก ter Steege and Cornelissenter (1989) ดังนี้ โซน 1 : ส่วนล่าง (1/3) ของลำต้นหลัก โซน 2 : ส่วนบน (2/3) จากลำต้นหลัก โซน 3 : ส่วนล่างสุดของสาขา โซน 4 : ส่วนตรงกลางของสาขา และโซน 5 : ส่วนนอกของกิ่ง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลการกระจายของฟ้ามุ่ยน้อย โดยค่าความถี่สัมพัทธ์ (%Ft) และค่าความชุกชุมสัมพัทธ์ (F0)

ผลและวิจารณ์

1. การแพร่กระจาย (Distribution range)

จากการส่งแบบสอบถามจำนวน 128 ชุด ปรากฏว่าได้รับการตอบกลับ 120 ชุด (93.75%) เมื่อตรวจสอบในพื้นที่จริงพบว่ากล้วยไม้ได้รับรายงานในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอนเท่านั้นที่เป็นฟ้ามุ่ยน้อย ส่วนในพื้นที่จังหวัดเชียงรายและลำปางพบว่าไม่ใช่ฟ้ามุ่ยน้อยแต่เป็นเข็มขาว (*Vanda lilacina* Teijsm. & Binn.) พบการปรากฏของกล้วยไม้ชนิดนี้ใน 10 พื้นที่อาศัย ที่ความสูง 610–1,200 เมตร ในป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest) เป็นส่วนใหญ่ แต่ก็พบว่าอาศัยในป่ารอยต่อระหว่างป่าเบญจพรรณกับป่าเต็งรัง (Ecotone between dry dipterocarp forest and mixed deciduous forest) ด้วย กล้วยไม้ชนิดดังกล่าวที่สำรวจพบส่วนใหญ่เป็นพืชอิงอาศัย (epiphyte plant) แต่พบประชากรบางกลุ่มอาศัยอยู่บนก้อนหินหรือหน้าผา (lithophyte plant) ไม่พบฟ้ามุ่ยน้อยในพื้นที่อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ ส่วนแหล่งที่อยู่อาศัยของฟ้ามุ่ยน้อยในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ น่าจะเป็นพื้นที่เดียวกันกับที่เคยมีการรายงานในอดีต แต่แหล่งอาศัยที่พบกล้วยไม้ฟ้ามุ่ยน้อยในพื้นที่บ้านห้วยไคร้ ตำบลเปียงหลวง อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ และบ้านกิจโป่ง ตำบลแจ่มหลวง อำเภอกัลยาณิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ เป็น 2 พื้นที่ที่ไม่เคยมีการรายงานมาก่อน ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งอาศัยแหล่งใหม่ที่มีรายงานการพบ (New localities) ผลปรากฏตาม Table 1

จากการสำรวจ พบว่าประชากรฟ้ามุ่ยน้อยในแต่ละพื้นที่มีจำนวนน้อย กลุ่มประชากรมีขนาดเล็กมากถูกคุกคามอย่างหนักในทุกพื้นที่ และลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยอย่างเข้มข้น ปัจจัยคุกคามประชากรฟ้ามุ่ยน้อยในแต่ละพื้นที่นั้น สาเหตุหลักเกิดจากการบุกรุกป่าที่เป็นที่อยู่อาศัยเพื่อเกษตรกรรม ไฟป่า และโครงการพัฒนาสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ รวมถึงการเก็บกล้วยไม้ออกมาจำหน่าย ซึ่งในปัจจุบันมีการซื้อขายได้อย่างรวดเร็วตามเว็บไซต์ต่าง ๆ เป็นผลให้มีการเก็บหาเพื่อจำหน่ายมากขึ้น ปัจจุบันสภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนไปเกิดภัยคุกคามจากธรรมชาติ ทำให้จำนวนและกล้วยไม้ลดน้อยลงรวมถึงฟ้ามุ่ยน้อยด้วย จากการตรวจสอบในพื้นที่ปรากฏว่าหลายแห่งที่เคยพบว่ามีฟ้ามุ่ยน้อย ปัจจุบันเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและได้ตัดต้นไม้ที่ฟ้ามุ่ยน้อยอิงอาศัยเกือบทั้งหมด แม้ว่าฟ้ามุ่ยน้อยยังสามารถพบได้ในพื้นที่ทั้ง 10 แห่งที่ทำการสำรวจพบ แต่กลุ่มประชากรมีจำนวนน้อย เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ไปจาก เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการรายงานของวรดลต์ (2554) ที่ระบุว่าฟ้ามุ่ยน้อยอยู่ในสถานะสูญพันธุ์ไปจากธรรมชาติ เป็นที่ประจักษ์จากผลการศึกษาในครั้งนี้

Table 1 Localities for *Vanda coerulescens* in Thailand

Locality confirmed (District; Province)	Authority
Phrao; Chiangmai	Seidenfaden, 1988; Thaithong, 1999; Sitthisatjatham and Kritchanachandee, 2002; Wongsangthong, 2012; Chamchumroon *et al*., 2017; **This study**
Pangmapa; Maehongson	
Denchai Phrae; Lampang	Seidenfaden, 1988; Thaithong, 1999; Sitthisatjatham and Kritchanachandee, 2002; Wongsangthong, 2012; Chamchumroon *et al*., 2017
Chiangdao, Chaiprakarn ; Chiangmai	Tharaksa *et al*., 2015; **This study**
Wiang Haeng, Kalayaniwattana ; Chiangmai	**This study**

2. ชีพลักษณ์ของฟ้ามุ่ยน้อย (Phenology of *V. coerulescens*)

ฟ้ามุ่ยน้อยมีลำต้นเจริญทางปลายยอดหรือลำต้นเดี่ยวมีขนาด 2–8 ซม.หรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 1–1.5 ซม. ใบมีลักษณะแบนรูปขอบขนานหรือเป็นร่องรูปตัววี (blade) มีขนาดยาว 7–12 ซม. กว้าง 1–1.3 ซม. ช่อดอกแบบกระจะ ดอกออกที่ข้างลำต้น มีหลายช่อก้านช่อดอกยาว มี 15–20 ดอก/ช่อ ดอกมีสีม่วงอ่อนจนถึงสีชมพูและสีม่วงเข้ม กลีบปากสีม่วงเข้ม กลางกลีบคอดเล็กน้อย กลีบปากมีสีเข้มกว่ากลีบอื่น มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ เริ่มดอกออกตั้งแต่มกราคมจนถึงเมษายน ฝักรูปกระบอกยาว 6–8 ซม. มีการติดฝักและฝักเจริญขณะที่ดอกยังคงบานในช่อ เมื่อแก่แตกตามยาว ช่อดอก 1 หรือ 2 14–36 ซม. ดอกมี 10–16 ดอก/ช่อ ก้านช่อดอกยาว 11–35 ซม. แกนกลางของช่อดอกไม่ซิกแซกชัดเจนยาว 10-25 ซม. ใบประดับรูปไข่ เป็นสันรูปสามเหลี่ยมขนาด 1.5–3×1.5–3 มม. ปลายแหลม ดอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5–2.5 ซม. ก้านดอกและรังไข่สีขาวปนสีน้ำเงินซีดยาว 1.5–3 ซม. กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมีรูปร่างเป็นรูปไข่กลับผสมรูปช้อนสีฟ้าอ่อนหรือสีขาวที่คล้ายกัน กว้างxยาว ประมาณ 6-8 × 10-17 มม. โคนกลีบดอกเป็นรูปหอกกลับผสมรูปช้อนขนาด 10–17×5–7 มม. ปากลึกสีน้ำเงินสั้นกว่ากลีบดอกและกลีบเลี้ยง กลีบด้านข้างตั้งตรงสีฟ้าอ่อนเกือบจะเป็นรูปขอบขนาน ขนาด 3–4×1.5–2.3 มม. ปลายกลีบเลี้ยงด้านบนมีสีม่วงเข้มหรือน้ำเงินรูปใบหอกกลับขนาด 7-9×4-6 มม., ปลายกลีบปากกลมและมีรอยเว้าตื้น บนกลีบปากมีสันนูนเป็นแนว 3-5 สัน และสันนูนบริเวณปลายกลีบปากจะขยายออก โคนกลีบปากเชื่อมกับเดือยที่โค้งเล็กน้อย รูปทรงกระบอกยาวประมาณ 5 มม. เส้าเกสรสีขาวอมชมพูไปจนถึงสีน้ำเงินยาว 5–7 มม. ฝาครอบกลุ่มเรณูสีเหลืองอ่อน กว้าง 1.5 มม. เริ่มแทงช่อดอกเดือนมกราคม ดอกบานเต็มที่เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน (40-70 วันหลังแทงช่อดอก) และเริ่มพัฒนาเป็นผลอ่อนในเดือนเมษายนหรือพฤษภาคม (140-160 วันหลังแทงช่อดอก) โดยผลจะแก่ประมาณเดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไป (250-300 วันหลังแทงช่อดอก) สีของดอกฟ้ามุ่ยน้อยมีความผันแปร ขอบของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกอาจมีขอบเรียบหรือขอบหยักเป็นคลื่น สีของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกอาจจะมีสีขาวอมม่วง/ขาวอมชมพู/ชมพูอ่อน/ชมพู/ชมพูอมม่วง/ม่วงอ่อน/ม่วง กลีบปากอาจจะมีสีม่วง/สีน้ำเงินอมม่วง/สีชมพูเข้ม ปลายกลีบปากมีรอยแฉกเป็นสองแฉกหรือปลายกลีบปากเรียบ ฝาครอบกลุ่มเรณูอาจจะมีสีขาวหรือสีชมพู และอับเรณูอาจจะมีสีเหลืองหรือสีชมพูเข้ม และอาจจะพบดอกที่มีสีล้วน (Figure 1)

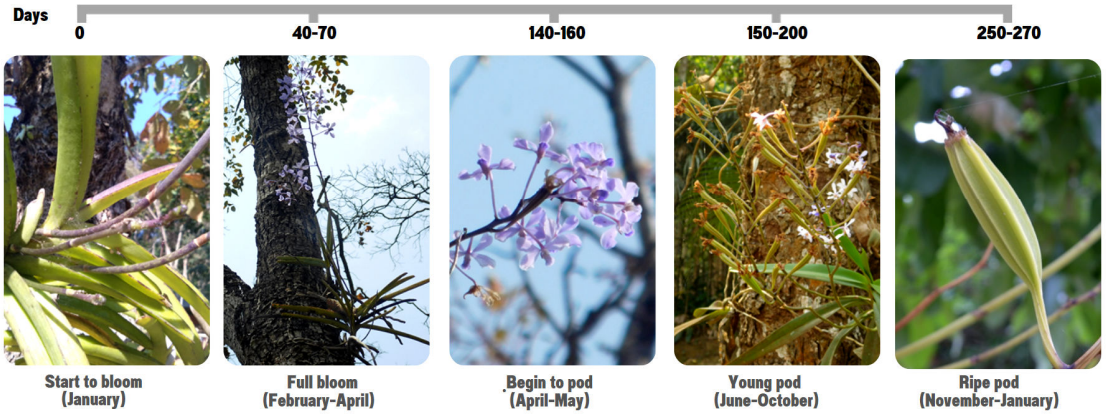


Figure 1 Phenology of *V. coerulescens*

3. ปริมาณกล้วยไม้ฟ้ามุ่ยน้อยตามแหล่งอาศัย (Quantitative characteristics) ปรากฏดังนี้

พบกล้วยไม้ 10 แหล่ง 263 ต้น/กอ มีจำนวนประชากรตั้งแต่ 2-71 ต้น/กอ ที่ระดับความสูง 610–1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล ในป่าเต็งรัง และป่ารอยต่อระหว่างป่าเบญจพรรณกับป่าเต็งรัง ฟ้ามุ่ยน้อยที่สำรวจพบส่วนใหญ่เป็นกล้วยไม้อิงอาศัย เกาะติดอยู่ในส่วนบน (2/3) จากลำต้นหลัก (34.22%) ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมมีผลต่อการเติบโตต่อกล้วยไม้ เช่น แสง อุณหภูมิ ความเร็วลมและความสามารถในการดูดซึม (Parnata, 2005) รูปแบบการกระจายของกล้วยไม้อิงอาศัยบนลำต้นและกิ่งของต้นไม้ที่อิงอาศัยในแต่ละโซนเกิดจากความต้องการแสงแดดและความชื้น (Yulia and Yanti 2010) ซึ่ง O'Malley (2009) ระบุว่าความสูงและตำแหน่งของต้นไม้ที่อิงอาศัยมีความสัมพันธ์อย่างมากกับชั้นของเปลือกที่กล้วยไม้อาศัย ส่วนบน (2/3) จากลำต้นหลักเป็นโซนที่ดีที่สุดสำหรับฟ้ามุ่ยน้อย เนื่องจากในโซนนี้น่าจะมีสารอาหารและปัจจัยที่เหมาะสม เป็นไปในทำนองเดียวกันกับที่ Dressler (1990) บันทึกว่ากล้วยไม้อิงอาศัยไม่ได้เกิดขึ้นในทุกส่วนของต้นไม้ที่อิงอาศัย กล้วยไม้จะอาศัยในโซนไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านแสงและสารอาหาร ในทางกลับกันโซน 1 มีจำนวนน้อยเนื่องจากในโซนนี้ความเข้มของแสงต่ำมาก Puspitaningtyas and Fatimah (1999) กล่าวว่ากล้วยไม้ที่พบในโซน 3-5 เป็นกล้วยไม้ที่ชอบแสงแดดมาก อย่างไรก็ตามต้นไม้ที่อิงอาศัยแต่ละสภาวะมีผลต่อการเกิดขึ้นของกล้วยไม้อิงอาศัยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่เหมาะสม เช่น ความเข้มแสง การหมุนเวียนอากาศและความชื้น (Zotz and Hietz, 2001) นอกจากนี้ผลศึกษาแสดงให้เห็นว่าแม้ว่าในพื้นที่นั้น ๆ ชนิดไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์มากก็มีค่าความเด่นสัมพัทธ์มากไปด้วย แต่ชนิดไม้ดังกล่าวไม่ได้ผันแปรกับชนิดไม้ที่ฟ้ามุ่ยน้อยอิงอาศัยทั้งหมดทุกพื้นที่ (พื้นที่ที่ 1 2 และ 5) ในแต่ละพื้นที่กล้วยไม้ชนิดนี้ก็ปรากฏบนต้นไม้ที่อิงอาศัยในโซนต่าง ๆ ต่างกัน พบว่าฟ้ามุ่ยน้อยอาศัยอยู่กับต้นไม้มากกว่าหนึ่งต้น เช่นเดียวกับ Puspitaningtyas (2007) ที่ศึกษาความสัมพันธ์เฉพาะระหว่างต้นไม้กับกล้วยไม้อิงอาศัยในอุทยานแห่งชาติ Meru Betiri และในป่ากึ่งเขตร้อนในไต้หวัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากล้วยไม้สายพันธุ์ทั่วไปมีแนวโน้มที่จะเติบโตบนต้นไม้อิงอาศัยต่าง ๆ โดยไม่มีการเชื่อมโยงกับต้นไม้ชนิดใดชนิดหนึ่ง (Martin *et al*., 2007 ; Laube and Zotz, 2006 ; Yulia and Ruseani, 2008) สอดคล้องกับ Callaway *et al*. (2002) และ Adhikari *et al*. (2012b) กล้วยไม้อิงอาศัยมีความต้องการที่อยู่อาศัยแบบเฉพาะเจาะจง และพึ่งพาทั้งลักษณะของต้นไม้อิงอาศัยและสภาพภูมิอากาศเฉพาะสำหรับการเจริญเติบโต กล้วยไม้เหล่านี้จะอาศัยบนลำต้นหรือกิ่งของต้นไม้หรือพุ่มไม้ และไม่ได้ทำอันตรายต้นไม้ที่อิงอาศัยโดยตรง แต่จะได้รับความชื้นและสารอาหารต่าง ๆ จากบรรยากาศที่บริเวณผิวของต้นไม้ที่อิงอาศัย (Nieder *et al*., 2001) พืชอิงอาศัยเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากทั้งด้านความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Hietz *et al*., 2009) และบทบาทหน้าที่ในระบบนิเวศเรือนยอด เช่น การหมุนเวียนของธาตุอาหารและน้ำ (Hofstede *et al*., 1993 ; Nadkarni *et al*., 2004) ทั้งนี้พืชอิงอาศัยมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อม (Song *et al*., 2011) ความสามารถที่เหมาะสมของต้นไม้อิงอาศัยมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเหล่านั้นในระยะแรก (Ackerman, 1996; Benzing, 1990)

Table 2 แสดงให้เห็นว่าว่าฟ้ามุ่ยน้อยไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับชนิดไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์หรือค่าความเด่นสัมพัทธ์ พบต้นไม้ที่ฟ้ามุ่ยน้อยอิงอาศัย 25 ชนิด ชนิดที่อิงอาศัยมากที่สุดได้แก่ เต็ง *(Shorea roxburghii* Wall.) สัก (*Tectona grandis* L.f.) และรกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth) มีค่าความถี่สัมพัทธ์ (%RF) เท่ากับ 36.12, 14.45 และ 13.31 ตามลำดับ ฟ้ามุ่ยน้อยไม่ได้อิงอาศัยกับต้นไม้ที่มีเปลือกหนาแต่มีลักษณะขรุขระหรือแตกเป็นสะเก็ด ซึ่งจะเห็นได้ว่าเปลือกของต้นไม้ที่ฟ้ามุ่ยน้อยอิงอาศัยมาก แตกเป็นร่อง และมักจะเป็นสะเก็ด สอดคล้องกับ Flores-Palacios and Ortiz-Pulido (2005), Callaway *et al*. (2002) และ Yulia and Budiharta (2014) ที่บันทึกว่าพืชอิงอาศัยชอบต้นไม้ที่มีเปลือกไม้ขรุขระมากกว่าเปลือกเรียบ หรือมีแนวโน้มที่จะยึดติดกับต้นไม้ที่มีเปลือกขรุขระหรือเปลือกหยาบมากกว่าต้นที่มีเปลือกเรียบเนื่องจากรากสามารถยึดติดและเก็บความชื้นได้นานกว่า (Zimmerman and Olmsted, 1992) นอกจากนี้เปลือกลอกทั่วไปที่มีรอยร้าวและเนื้อสัมผัสที่ชัดเจนจะจับน้ำและสารอาหารได้มากกว่าเปลือกเรียบ ดังนั้นเมล็ดกล้วยไม้ที่อาศัยอยู่ในบริเวณรอยแยกของเปลือกไม้จะเจริญเติบโตได้ง่ายขึ้นเนื่องจากมีสารตั้งต้นที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของเมล็ด ในขณะที่ Bergstrom and Carter (2008) ที่รายงานว่าโครงสร้างของเปลือกไม้ได้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการเกิดกล้วยไม้อิงอาศัยและต้นไม้ที่มีเปลือกต้นที่มีเปลือกเรียบและค่อนข้างบางซึ่งเป็นที่ต้องการของกล้วยไม้

นอกจากนี้พบว่ามีกล้วยไม้ชนิดอื่น ๆ ที่อาศัยในพื้นที่เดียวกันกับฟ้ามุ่ยน้อย จำนวน 37 ชนิด เช่น กุหลาบแดง (*Aerides crassifolia*) กุหลาบกระเป๋าเปิด (*A. falcata*) มาลัยแดง (*A. multiflora*) รองเท้านารีฝาหอย (*Bullophyllum bellatulum*) สิงโตงาม (*B. polystictum*) เขาแพะ (*Cleisostoma arietinum*) สร้อยทับทิม (*C. simondii*) เอื้องเทียนลำเขียว (*C. lentiginosa*) กะเรกะร่อน (*Cymbidium aloifolium*) สายน้ำเขียว (*Dendrobium capillipes*) เอื้องคำป๊อก (*D. capillipes*) เอื้องคำ (*D. chrysotoxum*) สายสามสี (*D. crystallinum*) กระเพาะปลา (*Eria acervata*) ตาลหม่น (*E. discolor*) ขาไก่ (*Flickingeria albopurpurea*) เอื้องนางรุ้ง (*Hygrochilus parishii*) แก่นตัวผู้ (*Oberonia falconeri*) มังกรทอง (*Ornithochilus difformis*) เขากวางอ่อน (*Phalaenopsis cornu-cervi*) ลำต่อ (*Pholidota convallariae*) เสือแผ้ว (*Pomatocalpa naevata*) และสามปอยหางปลา (*Vanda liouvillei*) เป็นต้น

Table 2 Distributional and population details of *Vanda coerulescens* Griff.

No.	Area	Tree species		*Vanda coerulescens*							Number of host tree
		Relative Frequency (RF)	Relative Dominance (RDo)	Found number	Relative Density (RD)	Occurrence on host tree zone					
						Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	
1	Thamlod	รัง (22.22)	รัง (78.69)	17	6.46	4	3	6	3	1	12
2	Nalao	เต็ง (20.00)	เต็ง (39.60)	51	19.39	4	30	7	9	1	23
3	Arunothai	-	-	2	0.76	-	-		1	1	2
4	Tham grab	-	-	36	13.69	18	6	6	6	-	3
5	Rinluang	รัง (33.33)	รัง (89.55)	19	7.22	0	7	5	1	6	11
6	HauiKhai	เต็ง (75.00)	เต็ง (98.94)	15	5.70	9	2	4	0	0	5
7	Pangmakhampom	เต็ง (22.86)	พลวง (57.43)	71	27.00	20	32	19	0	0	15
8	Muangna	-	-	4	1.52	-	-	4	-	-	1
9	Maepakee	ก่อแพะ (15.79)	เต็ง (48.41)	34	12.93	2	3	12	14	3	14
10	Kitpong	-	-	14	5.32	-	7	7	-	-	4
	Total			**263**	**100.00**	**21.67**	**34.22**	**26.62**	**12.93**	**4.56**	**90**

Remarks: * The only host tree in area

สรุป

ประชากรฟ้ามุ่ยน้อยที่สำรวจพบในครั้งนี้มีจำนวนไม่น้อยกว่า 263 ต้นและแหล่งอาศัยอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 610-1,200 เมตร กระจายอยู่ในพื้นที่ 10 แห่งและแหล่งที่มีจำนวนประชากรมากที่สุด 112 ต้น/กอ ชนิดต้นไม้ที่ฟ้ามุ่ยน้อยอิงอาศัยมีทั้งหมด 25 ชนิด ๆ ที่อิงอาศัยมากได้แก่ เต็ง สัก และรกฟ้า ฟ้ามุ่ยน้อยไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับชนิดไม้ที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์หรือค่าความเด่นสัมพัทธ์ และไม่ได้อิงอาศัยกับต้นไม้ที่มีเปลือกหนาแต่มีลักษณะขรุขระหรือแตกเป็นสะเก็ด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพนักงาน เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ผู้ตอบแบบสอบถาม และผู้นำทาง และขอขอบคุณกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืชที่สนับสนุนทุนในการวิจัยจากงบประมาณแผนงานพื้นฐานด้านการสร้างการเติบโตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กิจกรรมองค์ความรู้ด้านป่าไม้และสัตว์ป่า กิจกรรมการวิจัยด้านป่าไม้และสัตว์ป่า ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560-2562

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ปวีณา ทะรักษา, ดวงเดือน ศรีโพทา และ สุมาลี ทองดอนแอ. 2558. รายงานการศึกษาผลกระทบจากการค้าที่มีต่อประชากรฟ้ามุ่ยน้อยในธรรมชาติ (Non–detriment Findings on *Vanda coerulescens* Griff. proceedings/KUCON/search_detail/result/10158) *ใน* **รายงานโครงการวิจัยและพัฒนาอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมกล้วยไม้เพื่อใช้ประโยชน์ (Orchid Germplasm Conservation for Sustainable Use)**. กลุ่มวิจัยอนุสัญญาไซเตสด้านพืช สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช.

พรชัย วิสุทธาจารย์. 2540. **ชีพลักษณ์ของพรรณไม้และอุปนิสัยการกนิอาหารของนกในป่าดิบแล้ง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤไน จังหวัดฉะเชิงเทรา.**วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดลอ้ม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนู ปนาทกูล. 2542. ความหลากชนิดและชีพลักษณ์ของพรรณไม้พื้นล่างที่มีท่อลำเลียงตามแนวลำห้วยแม่มอนที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 475 ถึง 575 เมตร ณ อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง. **วารสารวนศาสตร์** 18: 127–148.

วรดลต์ แจ่มจำรูญ. 2554. **พื้นที่สำคัญเพื่อการอนุรักษ์พืชในประเทศไทย**. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

วีระชัย ณ นคร และสันติ วัฒฐานะ. 2551. **สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กล้วยไม้ไทย 1.** วนิดาการพิมพ์, เชียงใหม่.

วีระชัย ณ นคร และสุรางค์รัชต์ อินทะมุสิก. 2543. **สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กล้วยไม้ไทยเล่ม 6**. โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

สลิล สิทธิสัจจธรรม และนฤมล กฤษณชาญดี. 2545. **คู่มือกล้วยไม้.** สารคดี, กรุงเทพฯ.

สุมิตรา สุปินราช, อิศรา สุปินราช, เพียงพิมพ์ ชิดบุรี, อภิชาติ ชิดบุรี, พิทักษ์ พุทธวรชัย และรัชนี พนเจริญสวัสดิ์. 2555. **การสำรวจกล้วยไม้ป่าเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์ในจังหวัดลำปาง**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาพืช.

อบฉันท์ ไทยทอง. 2543. **กล้วยไม้เมืองไทย.** บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.

เอกลักษณ์ วงษ์แสงทอง. 2555. **ความหลากชนิดของพืชให้อาศัยของกล้วยไม้ไทยในลุ่มน้ำแม่วะ ตำบลบ้านโป่ง อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Adhikari, Y.P., Fischer, A. and Fischer, H.S. 2016. Epiphytic orchids and their ecological niche under anthropogenic influence in central Himalayas, Nepal. **Journal of Mountain Science** 13 : 774-784.

Ah Nge Htwe. 2011. Taxonomic Study on Five Vanda Species from Goktwin Area, Northern Shan State. **Universities Research Journal** 4(1): 175-186.

Bajracharya, D.M. 2005. **The Genus Eria Lindl. (Orchidaceae) of the Himalayas: A Taxonomic Revision**. Ph.D. Dissertation, Central Department of Botany, Tribhuvan University, Kirtipur, Kathmandu, Nepal.

Baker, C. and Baker, M. 2015. **Orchid species culture**. http://www.orchidculture.com, July 15, 2558.

Chaudhary, R.P. 2000. Forest conservation and environmental management in Nepal: a review. Biod. **Conser** 9: 1235-1260.

Dixon, K.W., Kell, S.P., Barrett, R.L. and Cribb, P.J. (eds). 2003. **Orchid Conservation**. Natural History Publication, Sabah.

Dressler, R.L. 1993. **Phylogeny and Classification of the Orchid Family**. Cambridge University Press, Cambridge.

Dressler, R.L. 1990. **The Orchid: Natural History and Classification**. Harvard University Press. USA.

Elliott, S., Promkutkaew, S. and Maxwell, J.F. 1994. The phenology of flowering and seed production of dry tropical forest tree in northern Thailand, pp. 52-62. *In* **Proc. Int. Symp. on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed.** ASEAN–Canada Forest Tree Seed Project.

Heitz, P. 1998. Diversity and Conservation of epiphytes in a changing environment. **Pure Appl. Chem** 70(11): 2114-2125.

Hey, G.L. and Hey, M.G. 1966. Raising rare orchids from seeds, pp.35-39. *In* **Proceedings of 5th World Orchid Conference**. Long Beach, USA.

Hirata, A., Kamijo, T. and Saito, S. 2009. Host trait preferences and distribution of vascular epiphytes in a warmtemperate forest. **Plant Ecology** 201: 247-254.

Medhi, R.P. and Chakrabarti, S. 2009. Traditional knowledge of NE people on conservation of wild orchids. **Indian J. Traditional Knowl.** 8: 11-16.

Myers, N. 1993. Biodiversity and the Precautionary Principle. **Ambio** 22(2-3): 74-79.

National Research Centre for Orchids (NRCO). 2011. **National Research Centre for Orchids, Annual Report 2010-11**. Pakyong, Sikkim.

Pridgeon, A.M., Cribb, P.J., Chase, M.W. and Rasmussen, F. (eds.). 1999**. Genera Orchidacearum Vol. 1. General introduction, Apostasioideae, Cypripedioideae**. Oxford University Press, New York.

Rao, A.N. 1977. Tissue culture in the orchid industry, pp. 44-69. *In* J. Reinert and Y.P.S. Bajaj, eds. **Applied and Fundamental Aspects of Plant Cell Tissue and Organ Culture**. McGraw-Hill, New York.

Rao, A.N., Ahmed N. and S.N. Hegde. 1998. Culture notes from O.R.D.C.. Tipi-4 In vitro culture of some rare and endangered species of Arunachal Pradesh, pp.16-27. *In* S.N. Hegde, ed. **Proceedings of International Festival of Orchids**. Itanagar. 17-18th April, 1998.

Schuiteman, A. and de Vogel, E.F. 2000. **Orchid genera of Thailand, Laos; Cambodia and Vietnam**. Grafische Vormgeving Kanters, Sliedrecht, Leiden, The Netherlands.

Seidenfaden, G. 1988. **Orchid Genera in Thailand XIV**. Vandoid. Opera Botanica.

Setyawan, A.D. 2000. Epiphytic plants on stand of Schima wallichii (D.C.) Korth. at Mount Lawu. Indonesia. **Biodiversitas** 1 (1): 14-20.

Sundarapandian, S.M., Chandrasckaran, S. and Swamy, P.S. 2005. Phenological behavior of selected tree species in tropical forest at Kodayar in the Western Ghats, Tamil Nadu, India. **Current Science** 88(5): 805-810.

Taraksa, P., Jaichagun, M., Sripotar, D., Tongdonae, S., Sonsupab, Y. and Niyagas, V. 2014. Non-detriment Findings of *Vanda coerulescens* Griff. *In* **The Second International Orchid Symposium 2014** . Golden Tulip Sovereign Hotel Bangkok, Thailand. Plant Varieties Protection Division, Department of Agriculture, Bangkok, Thailand.

ter Steege, H. and Cornelissen, J.H.C. 1989. Distribution and ecology of vascularepiphytes in lowland rain forest of Guyana. **Biotropica** 21: 331–339.

Thaithong, O. 1999. **Orchids of Thailand**. Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand.

The Royal Botanic Gardens, Kew. 1999. **A Survey of the Orchid Trade in Thailand**. The Royal Botanic Gardens, Kew, UK.

การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ครั่ง กรณีศึกษา: การเปรียบเทียบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งในท้องที่ต่าง ๆ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อลิปสติกสีครั่ง

Research and development of Utilization of Lac A Case Study of: Comparison of general requirements of lac from different areas and consumer acceptance of lac dye lipstick.

ณรัฐนันทน์ สุวรรณผ่อง[1*] และ ศศิธร สุขสบาย[1]

Narattanan Suwanphong[1*] and Sasithon Suksabai[1]

[1]ฝ่ายพัฒนาของป่า ส่วนวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]Non-Wood Forest Products Development Section, Forest Utilization Research and Development Division, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

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

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีแหล่งเพาะเลี้ยงครั่งที่สำคัญในทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อุตสาหกรรมครั่งส่วนใหญ่เป็นการผลิตครั่งเม็ดเพื่อส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ในการผลิตครั่งเม็ดทำให้เกิดผลิตภัณฑ์พลอยได้ คือ น้ำล้างครั่งที่สามารถนำไปเพิ่มมูลค่าใช้เป็นสีย้อมผ้าและสีผสมอาหารซึ่งปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำครั่งในประเทศไทยจาก 5 แหล่ง ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา เลย ร้อยเอ็ด มหาสารคาม และเชียงราย มาผลิตเป็นครั่งเม็ดและสีจากครั่ง ทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ครั่ง มอก. 233-2520 ได้แก่ ปริมาณยางครั่งที่ละลายในแอลกอฮอล์เย็น ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ร้อน และปริมาณสารที่ละลายในน้ำ ทดลองทำผลิตภัณฑ์ลิปสติกจากสีครั่ง และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic scale

ผลการศึกษา พบว่า ครั่งจากจังหวัดมหาสารคามให้ผลผลิตจากครั่งเม็ดและสีจากครั่ง มากที่สุด โดยครั่งจากทุกแหล่งมีปริมาณยางครั่งที่ละลายในแอลกอฮอล์เย็นอยู่ในช่วงร้อยละ 80-87 มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 1.96 - 1.98 มีปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.32-0.53 มีปริมาณสารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ร้อนอยู่ในช่วงร้อยละ 2.11-2.31 และมีปริมาณสารที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 0.41-0.51 ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ครั่ง มอก. 233-2520 ผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในรูปแบบ สี เนื้อสัมผัส ความติดทน และความชอบโดยรวม มีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.38-8.26 คะแนน ยอมรับในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก สำหรับคุณลักษณะด้านกลิ่นของลิปสติก ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ 4.84 คะแนน ซึ่งเป็นการยอมรับในระดับไม่ชอบเล็กน้อย โดยผู้บริโภคร้อยละ 50 ให้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการปรุงแต่งกลิ่นของลิปสติกสีครั่งให้มีความหอมมากขึ้น

คำสำคัญ: ครั่ง การใช้ประโยชน์ครั่ง สีครั่ง

ABSTRACT

Lac is currently produced in the north and northeast of Thailand such as Lampang, Chiang Rai, Maha Sarakham, and Loei. The lac industry in Thailand mainly produces seed lac for export. The lac washing water was by-product from the production of seed lac can be used to fabric dyes and food coloring which is safe for consumers and environmentally friendly.

Research studied on Lac were from five places i.e., Nakhon Ratchasima Province, Loei Province, Roi Et Province, Maha Sarakham Province and Chiang Rai Province used to produce seed lac and lac dye.

Seed lacs were tested for general requirements according to the industrial product standard TIS 233-2520 (1977) including Moisture, Ash, Hot Alcohol insoluble - impurity and Water-soluble matter. Lac dye was used to make lipstick. An acceptance of consumers' data was collected by using a questionnaire and using the Hedonic nine-point scale for acceptance test.

The results revealed that lac from Maha Sarakham Province is the highest yield of seed lac and dye lac. The lac from all sources had the content of the cold alcohol insoluble - resin within the percentage range 80-87%, the moisture content within the percentage range 1.96-1.98%, the ash content within the percentage range 0.32-0.53%, and the hot alcohol insoluble - impurity within the percentage range 2.11-2.31% and the water-soluble matter within the percentage range 0.41-0.51%. All lacs in this study from all sources passed the industrial standard 233-2520 (1977). The results found that the respondents accepted of lac dye lipstick filling at like moderately to like very much in all quality attributes: appearance, color of lipstick, texture of lipstick, longevity of lipstick and overall-preference with the preference scores between 7.38 – 8.26. But the respondents accepted filling at dislike slightly in the smell of lac dye with the preference scores 4.84. The 50 percent of respondents commented on lac dye should improve to be more fragrant for good smell to make more pleasant to use.

Keywords: Lac, Utilization of Lac, lac dye

คำนำ

ประเทศไทยมีแหล่งเพาะเลี้ยงครั่งที่สำคัญในจังหวัดทางภาคเหนือ เช่น จังหวัดลำปาง เชียงราย เชียงใหม่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด เลย นครราชสีมา สกลนคร (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, ม.ป.ป.) ครั่งสามารถนำมาแปรรูปได้หลายรูปแบบ เช่น ครั่งเม็ด (seed lac) สีครั่ง (dye lac) และแชลแลค (shellac) เพื่อส่งต่อให้กับอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อาหาร และยา เป็นต้น สำหรับประเทศไทยส่วนใหญ่จะส่งออกครั่งในรูปแบบของครั่งเม็ด (อนุศิษฏ์, 2558) โดยผู้รวบรวมผลผลิตครั่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้รวบรวมรายย่อยจะรับซื้อและส่งขายเฉพาะครั่งดิบ และผู้รวบรวมรายใหญ่จะรับซื้อครั่งดิบและส่งขายครั่งดิบหรือบางรายนำครั่งดิบมาตากแห้งแล้วจึงส่งขายให้กับโรงงานผลิตครั่งเม็ด สำหรับโรงงานผลิตครั่งเม็ดจะรับซื้อผลผลิตจากผู้รวบรวมและเกษตรกรเพื่อแปรรูปเป็นครั่งเม็ดแล้วขายภายในประเทศและต่างประเทศ (นิศากร และคณะ, 2561)

อุตสาหกรรมครั่งในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการผลิตครั่งเม็ดเพื่อส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ไม่เน้นการแปรรูปครั่งเม็ดเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่น ๆ และเกิดของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตครั่งเม็ดที่ไม่ได้นำกลับมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเพิ่มมูลค่า เช่น น้ำล้างครั่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสกัดสีเพื่อใช้เป็นสีย้อมผ้าและสีผสมอาหารได้ ซึ่งการทิ้งน้ำล้างครั่งนั้นเป็นการใช้ประโยชน์จากครั่งที่ไม่คุ้มค่าและไม่มีประสิทธิภาพ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการวิจัยเปรียบเทียบคุณลักษะที่ต้องการของครั่งในท้องที่ต่าง ๆ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง เพื่อนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ประโยชน์เพื่อการส่งเสริมและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงครั่ง ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมครั่ง และประชาชนผู้สนใจ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเปรียบเทียบคุณลักษะที่ต้องการของครั่งในท้องที่ต่าง ๆ

1) เก็บตัวอย่างครั่งในท้องที่จังหวัดนครราชสีมา เลย ร้อยเอ็ด มหาสารคาม และเชียงราย

2) นำครั่งดิบมาทดสอบคุณลักษะของครั่งดิบตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ครั่ง มอก. 233-2520 โดยวิธีการวิเคราะห์ปริมาณยางครั่งที่ละลายในแอลกอฮอล์เย็น

3) นำครั่งดิบมาบดให้ละเอียดและเติมน้ำสะอาด ผสมให้เข้ากัน คนเป็นระยะ ๆ เพื่อละลายสีครั่ง ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง กรองน้ำล้างครั่งออก เปลี่ยนน้ำล้างครั่งใหม่ ทำซ้ำจนได้น้ำล้างครั่งที่ใสไม่มีสี จะได้ผลผลิตครั่งเม็ด นำครั่งเม็ดที่ผ่านการล้างสี ไปอบในตู้อบ อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นพักทิ้งไว้ในโถดูดความชื้นจนเย็น ชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่ เก็บครั่งเม็ดในโถดูดความชื้นเพื่อนำทดสอบคุณลักษณะของครั่งเม็ดตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ครั่ง มอก. 233-2520 โดยวิธีการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณสารที่ละลายในน้ำ (water soluble matter) ปริมาณเถ้า และปริมาณสารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ร้อน

4) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งดิบและครั่งเม็ด ด้วยตัวทดสอบ T-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคุณลักษะของครั่งดิบและคุณลักษะของครั่งเม็ด ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และสรุปผล

2. การศึกษาการยอมรับขอผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง

1) นำน้ำล้างครั่งมากรองเพื่อให้ไม่มีสิ่งเจือปน และระเหยแห้งด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำ จากนั้นนำเข้าตู้อบเพื่อให้ความร้อนอบสีครั่งให้แห้งสนิท พักทิ้งไว้ในโถดูดความชื้นจนเย็น นำมาชั่งน้ำหนัก แล้วจึงขูดสีครั่งใส่ขวดเก็บในโถดูดความชื้นเพื่อนำใช้ประโยชน์ต่อไป

2) นำสีจากครั่งมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง สูตร Matte Lip Cream เตรียมสารส่วน Base ประกอบด้วย Isododecane 39% Hectorite Oil Gel 7.50% Natural White Beeswax 7.50% Silisolve Plus 0.50% Silicone Blender 4% และ Silicone Gel 13% มาอุ่นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนจนละลายเป็นเนื้อเดียวกัน และค่อย ๆ เติมสารส่วน Foundation ได้แก่ Silk Talc Power 7.50% Matte Silica 2% สีครั่ง (ปรับสีตามต้องการ) 4% และ Silk Mica Powder 15% ทีละตัวลงไปในสารส่วนเบสที่กำลังร้อนอยู่ปั่นหรือคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำลิปสติกเทใส่ในบรรจุภัณฑ์

3) ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อลิปสติกสีครั่ง ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic scale ทดสอบกับผู้บริโภคเพศหญิงอายุ 25 - 55 ปี จำนวน 50 คน โดยแจกแบบสอบถามและตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้ทดลองใช้โดยใช้แทนผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่เดิมและผู้ทดสอบจะต้องเป็นผู้ตอบแบบสอบถามเองโดยให้คะแนนความชอบในการพิจารณาคุณลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ การทดสอบการยอมรับแบบ 9 จุด ได้แก่

1 = ไม่ชอบเลย (dislike extremely)
2 = ไม่ชอบมาก (dislike very much)
3 = ไม่ชอบปานกลาง (dislike moderately)
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (dislike slightly)
5 = เฉย ๆ (neither like nor dislike)
6 = ชอบเล็กน้อย (like slightly)
7 = ชอบปานกลาง (like moderately)
8 = ชอบมาก (like very much)
9 = ชอบเป็นพิเศษ (like extremely)

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วัดระดับการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากสเกลที่กำหนด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive) โดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และสรุปผล

ผลและวิจารณ์

1. การเปรียบเทียบคุณลักษะที่ต้องการของครั่งในท้องที่ต่าง ๆ

การทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งดิบในท้องที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดเลย จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดมหาสารคาม และจังหวัดเชียงราย

การผลิตครั่งเม็ด สีจากครั่ง และทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งดิบจาก 5 แหล่ง พบว่า ครั่งจากจังหวัดมหาสารคามให้ผลผลิตครั่งเม็ดและสีจากครั่งมากที่สุด ครั่งจากจังหวัดเชียงรายให้ผลผลิตครั่งเม็ดและสีจากครั่งน้อยที่สุด ครั่งจากจังหวัดนครราชสีมามีปริมาณยางครั่งที่ละลายในแอลกอฮอล์เย็นมากที่สุด ครั่งจากจังหวัดเชียงรายมีปริมาณยางครั่งที่ละลายในแอลกอฮอล์เย็นน้อยที่สุด โดยครั่งจากทุกแหล่งมีปริมาณยางครั่งที่ละลายในแอลกอฮอล์เย็นไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ครั่ง มอก. 233-2520 การพิจารณาจากทั้ง 3 คุณลักษณะโดยรวม ได้แก่ ผลผลิตครั่งเม็ด ปริมาณสีจากครั่ง และปริมาณยางครั่งที่ละลายในแอลกอฮอล์เย็น พบว่า ครั่งจากจังหวัดมหาสารคามมีคุณภาพสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากครั่งดิบจากจังหวัดมหาสารคามเป็นตัวอย่างครั่งที่เพิ่งทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตและมีอายุการเก็บรักษาน้อยกว่าครั่งในท้องที่อื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าแหล่งของครั่ง ฤดูกาลในการเก็บเกี่ยวครั่ง และระยะเวลาในการเก็บรักษาครั่งหลังการเก็บเกี่ยวอาจจะมีผลต่อคุณลักษณะของครั่งที่ต้องการ (Table 1)

Table 1 General characteristics of Stick lac

Province	Seed lac (%)	Lac dye (%)	Lac resin (%)
Nakhon Ratchasima	74.90^{b}	7.46^{c}	87.00^{c}
Loei	70.43^{a}	5.96^{b}	82.00^{b}
Roi Et	74.90^{b}	5.90^{b}	86.00^{bc}
Maha Sarakham	77.57^{b}	8.20^{d}	84.20^{c}
Chiang Rai	68.13^{a}	4.70^{a}	80.00^{a}

Remark: a-c Means with different letters within the same column are significantly different ($p \leq 0.05$)

การทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งเม็ดในท้องที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดเลย จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดมหาสารคาม และจังหวัดเชียงราย

ผลการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งเม็ดในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดเลย จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดมหาสารคาม จังหวัดเชียงราย พบว่า ผลการทดสอบคุณภาพของครั่งเม็ดทั้ง 5 แหล่ง มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วงร้อยละ 1.96 - 1.98 ครั่งเม็ดจากจังหวัดเชียงรายมีปริมาณเถ้ามากที่สุด ครั่งเม็ดจากจังหวัดมหาสารคามมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด ครั่งเม็ดจากทุกแหล่งมีปริมาณสารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ร้อนไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วงร้อยละ 2.11-2.31 และพบว่าครั่งเม็ดจากทุกแหล่งมีปริมาณสารที่ละลายในน้ำแตกต่างกัน โดยครั่งเม็ดจากจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดมหาสารคามมีปริมาณสารที่ละลายในน้ำมากกว่าครั่งเม็ดจากจังหวัดเลย จังหวัดร้อยเอ็ด และจังหวัดเชียงราย (Table 2) ทั้งนี้ ครั่งเม็ดจากทุกแหล่งมีคุณลักษณะต้องการของครั่งเม็ดผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ครั่ง มอก. 233-2520 ชั้นคุณภาพ ก. ที่กำหนดให้ครั่งเม็ดที่ผ่านมาตรฐานต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 2 ปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 1 ปริมาณสารที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ร้อนไม่เกินร้อยละ 3 และปริมาณสารที่ละลายในน้ำไม่เกินร้อยละ 1

Table 2 General characteristics of Seed lacs

Province	Moisture (%)	Ash (%)	Hot Alcohol insoluble - impurity (%)	Water-soluble matter (%)
Nakhon	1.96 [a]	0.53[ab]	2.11[a]	0.51 [b]
Ratchasima Loei	1.96 [a]	0.61[b]	2.14[a]	0.41[a]
Roi Et	1.97 [a]	0.46[ab]	2.21[a]	0.42[a]
Maha Sarakham	1.98 [a]	0.32[a]	2.23[a]	0.51 [b]
Chiang Rai	1.96 [a]	0.87[c]	2.31[a]	0.41[a]

Remark: a-c Means with different letters within the same column are significantly different ($p \leq 0.05$)

2. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง

นำสีจากครั่งมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง สูตร Matte Lip Cream และทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่งของผู้บริโภค ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-Point Hedonic scale

ผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง จากผู้ตอบแบบสอบถามเพศหญิง จำนวน 50 ราย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีช่วงอายุระหว่าง 40-50 ปี มีระดับการศึกษาสูงสุดระดับปริญญาตรี มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 20,001 - 30,000 บาท มีความชอบลิปสติกโทนสีแดง แบบเนื้อแมท รูปแบบของลิปติกที่ชอบคือแบบแท่ง และชอบลิปสติกแบบมีกลิ่น (Table 3) เมื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามทดสอบใช้ผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง พบว่าในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง ได้แก่ รูปแบบ สีของลิปสติก เนื้อของลิปสติก ความติดทน และความชอบโดยรวม ผู้ตอบแบบสอบถามให้การยอมรับอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.38-8.26 (Table 4) ซึ่งเป็นการยอมรับในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยที่การทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคระดับคะแนนตั้งแต่ 6 ขึ้นไป ถือว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ (ดารณี, 2555) สำหรับคุณลักษณะด้านกลิ่นของลิปสติก ผู้ตอบแบบสอบถามให้คะแนนอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย (4.84) เนื่องจากมีกลิ่นของสีครั่งค่อนข้างชัดเจนในผลิตภัณฑ์ โดยผู้ตอบแบบสอบถามได้แนะนำให้พัฒนาปรับปรุงกลิ่นของลิปสติกสีครั่งให้มีความหอมน่าใช้มากขึ้น นอกจากนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่งว่ามีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

Table 3 General information of respondents

General information		Quantity (people)	%
Age	Less than 30 years	5	10
	30 - 40	24	48
	41 - 50	14	28
	51 - 60	7	14
Highest level of education	Undergraduate	21	42
	Bachelor's degree	26	52
	Master's degree	3	6
	Master's degree or above	-	-

Table 3 (continued).

General information		Quantity (people)	%
Average monthly income	Below 10,000 baht	2	4
	10,001 - 20,000 baht	9	18
	20,001 - 30,000 baht	17	34
	25,001 - 30,000 baht	17	34
	30,001 baht or more	5	10
Favorite lipstick color	Red	28	59
	Pink	12	24
	Orange	3	6
	Purple	7	14
Favorite type of lipstick	Matte lipstick texture	17	34
	Sheer/satin lipstick	4	8
	Frosty Lipstick / Lip Blend Glitter	3	6
	Liquid Lipstick / Lip Dip	10	20
	Lip Gloss / Tints	8	16
	Lip balm / lip balm	6	12
	Lip liner	2	4
Favorite type of lipstick	Stick type	25	50
	Dip type	15	30
	Squeeze tube	8	16
	Cartridge type	2	4
Like lipstick with smells	Like	45	90
	Dislike	5	10

Table 4 Consumers’ acceptance of lac dye lipstick.

Attribute	Like level from low to high (%)									average	Consumers’ acceptance
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
appearance	-	-	-	-	-	-	24	26	50	8.26	like very much
color of lipstick	-	-	-	-	-	12	34	30	24	7.66	like moderately
texture of lipstick	-	-	-	-	-	20	38	26	16	7.38	like moderately
longevity of lipstick	-	-	-	-	-	-	34	26	40	8.06	like very much
overall-preference	-	-	-	58	-	42	-	-	-	4.84	dislike slightly
appearance	-	-	-	-	-	-	56	20	24	7.68	like moderately



Figure 1 lac dye lipstick

สรุป

การผลิตครั่งเม็ดและสีครั่งจากครั่งดิบในท้องที่จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดเลย จังหวัดร้อยเอ็ด จังหวัดมหาสารคาม และจังหวัดเชียงราย พบว่า ครั่งจากจังหวัดมหาสารคามให้ปริมาณครั่งเม็ดและสีครั่งมากที่สุด ครั่งจากจังหวัดเชียงรายให้ปริมาณครั่งเม็ดและสีครั่งน้อยที่สุด การทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งดิบ ได้แก่ ปริมาณยางครั่งที่ละลายในแอลกอฮอล์เย็น และการทดสอบคุณลักษณะต้องการของครั่งเม็ด ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณสารละลายที่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์ร้อน และปริมาณสารที่ละลายในน้ำ พบว่า ครั่งจากทุกแหล่งมีคุณลักษณะที่ต้องการของครั่งผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ครั่ง มอก. 233-2520 สีจากครั่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำสีเครื่องสำอางได้ สำหรับการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง ได้แก่ รูปแบบ สีของลิปสติก เนื้อของลิปสติก ความติดทน และความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก แต่คุณลักษณะด้านกลิ่นของลิปสติก ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในระดับไม่ชอบเล็กน้อย โดยผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการปรับปรุงกลิ่นของลิปสติกสีครั่งที่มีกลิ่นของสีครั่งปนอยู่ให้มีความหอมน่าใช้มากขึ้น ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น อายแชว์ บลัชออน ได้ในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตครั่งเม็ดและสีจากครั่งที่ได้จากตัวอย่างครั่งดิบในท้องที่ต่าง ๆ พบว่า มีปริมาณแตกต่างกัน จึงควรมีการศึกษาปัจจัยที่อาจจะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตครั่งเม็ดและสีจากครั่งเพิ่มเติม ได้แก่ แหล่งเพาะเลี้ยงครั่ง ไม้เลี้ยงครั่ง สภาพอากาศที่เหมาะสม ฤดูกาลในการเก็บเกี่ยวครั่ง วิธีและระยะเวลาในการเก็บรักษาครั่งหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลผลิตปริมาณมากและมีคุณลักษณะตามที่ต้องการ

2. ผลิตภัณฑ์ลิปสติกสีครั่ง ควรปรับปรุงเรื่องกลิ่นของลิปสติกสีครั่งที่มีกลิ่นของสีครั่งปนอยู่ให้มีความหอมน่าใช้มากขึ้น และควรมีการนำสีครั่งไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดอื่น ๆ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากสารจากครั่งเป็นผลผลิตจากธรรมชาติ ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2520. **การกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ครั่ง.** *ใน* ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 291 (พ.ศ. 2520) ออกความตามในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ดารณี สุขรอด. 2555. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วเน่าก้อน.** ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิศากร คำปุก, ปัญญา หมั่นเก็บ และ ธำรงค์ เมฆโหรา. 2561 ห่วงโซ่อุปทานการเพาะเลี้ยงครั่งในจังหวัดลำปาง. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 36(1): 1-11

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 7. มปป. **ครั่ง,** น. 126 – 139. แหล่งที่มา :https://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=7&chap=5&page=t7-5-infodetail05.html, 9 สิงหาคม 2558.

อนุศิษฏ์ ภูวเศรษฐ. 2558. **ความคิดเห็นของนายกสมาคมครั่งไทยกับการส่งออกครั่ง.** บริษัทครีเอเชียมิลล์ จำกัด. ให้สัมภาษณ์, 24 เมษายน 2558. นิศากร คำปุก ผู้สัมภาษณ์.

แมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูงบริเวณสวนป่าในประเทศไทย
The Major Insect Pest of Siamese Rosewood Plantation in Thailand

นภาลัย เสมอใจ[1*], ขวัญชัย เจริญกรุง[1], จิตติมา อยู่หาญ[1], สุพีร์ญา วิลาศ[1], ปรียากรณ์ กล้าใจ[1], อุทัย ขวัญไพโรจน์กิจ[1] และ อนิรุต พลฤทธิ์[1]

Napalai Samerjai[1*], Khwanchai Charoenkrung[1], Jittima Yuharn[1], Supeeya Vilars[1], Preyakorn Klajai[1] Uthai Khwanpirotkij[1], and Anirut Polrit[1]

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

[1]Forest Research and Development Office, Royal Forest Department

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

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสถานการณ์การระบาด สำรวจชนิด ศึกษาข้อมูลด้านชีววิทยา นิเวศวิทยา ลักษณะการทำลายของแมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูงและการป้องกันกำจัด ดำเนินการในแปลงปลูกพะยูงในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย สถานการณ์การระบาดในพื้นที่ 14 จังหวัด พบด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ ด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ (*Aristobia horridula* Hope) สร้างความเสียหายให้แก่ต้นพะยูงที่ลำต้นและกิ่ง พบระบาดมากที่สุด ร้อยละ 64.29 ส่วนด้วงหนวดยาวพะยูง (*Threnetica lacrymans* Thomson) สร้างความเสียหายให้แก่ต้นพะยูงที่โคนต้นและราก พบระบาดร้อยละ 50 ทั้งสองชนิดพบมากที่จังหวัดราชบุรี ระยะสำคัญที่สร้างความเสียหายคือระยะตัวหนอน ต้นที่ถูกทำลายมากจะทรุดโทรมและตาย เนื้อไม้ภายในลำต้นเกิดร่องรอยซึ่งมีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ส่วนแมลงศัตรูอื่น ได้แก่ มอดรูเข็ม (*Euplatypus parallelus* Fabricius) ด้วงขาโต (*Sagra femorata* Drury) และด้วงหนวดยาวควั่นกิ่ง (*Elaphidionoides villosus)* พบทำลายต้นพะยูงในช่วงอายุ สภาพแวดล้อม และการจัดการแปลงที่แตกต่างกัน การศึกษาการป้องกันกำจัดในแปลงทดสอบสายพันธุ์พะยูงที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี ที่ปลูกในปี พ.ศ. 2554 ใช้การทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมี 4 ชนิด ต่อการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวพะยูงและด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ ผลการทดสอบพบว่า Fipronil 5% SC (0.01) และ Imidacloprid 20% SC (0.03) มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวพะยูงมากที่สุด เช่นเดียวกับ Bifenthrin 5% SC (0.0075) ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดปมสีตาลไหม้มากที่สุด ซึ่งภายหลังการทดสอบไม่พบต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดยาวทั้ง 2 ชนิดทำลายแล้ว

คำสำคัญ: แมลงศัตรูที่สำคัญ พะยูง

ABSTRACT

The objectives of the study aim to assess the outbreak situation, explore species, biology, ecology, destroying characteristic of the major insect pest of Siamese rosewood plantation and control. This study was conducted in Siamese rosewood plantations in different regions of Thailand. The outbreak situation in 14 provinces, found 2 species of longhorn beetles that are important pest: 1) Hairy tuft-bearing longhorn (*Aristobia horridula* Hope) that found most by pest and damages at the trunk and branches. 2) White-spotted longhorn (*Threnetica lacrymans* Thomson) that destroys and damages at the base of the trunks and roots. The average outbreak percentages were 64.29 and 50 respectively. Both species are so found in Ratchaburi province. Larvae stage was the main cause to destroy rosewood. Heavily damaged tree will deteriorate and die. The woods have affected for utilization. Other insect pests include ambrosia beetles (*Euplatypus parallelus* Fabricius), purple

swollen-legged beetle (*Sagra femorata* Drury) and twig pruner beetle (*Elaphidionoides villosus)*. The destruction was found in different ages, environmental conditions and plantation management. The study of control was conducted at Ratchaburi Silvicultural Research Station was planted in 2011. The experimental design was using randomized complete block design to compare the effectiveness of 4 insecticides to control of both longhorns. The results showed that Fipronil 5% SC (0.01) and Imidacloprid 20% SC (0.03) were the most effective to control and reduce the infestation of White-spotted longhorn as well as Bifenthrin 5% SC (0.0075) was the most effective to control and reduce the infestation of Hairy tuft-bearing longhorn. After testing, no rosewood trees were destroyed by the both of longhorn beetles.

Keywords: The major insect pest, Siamese rosewood (*Dalbergia cochinchinesis* Pierre)

คำนำ

จากนโยบายป่าไม้แห่งชาติที่กำหนดให้มีการปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจ ปัจจุบันเกษตรกรและองค์กรภาคเอกชนหลายแห่งสนใจปลูกพืชป่าไม้เป็นสวนป่าไม้เศรษฐกิจเพื่อสร้างผลประโยชน์และรายได้อย่างยั่งยืน พะยูงเป็นไม้อีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นไม้มีค่าที่มีราคาแพงอีกทั้งความต้องการในการใช้ไม้ทั้งในและต่างประเทศก็เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง การปลูกพะยูงก็เช่นเดียวกับการปลูกสร้างสวนป่าเชิงพาณิชย์อื่น ๆ ที่พบว่ามีแมลงศัตรูรบกวน ซึ่งการเข้าทำลายของแมลงศัตรูนั้นบางครั้งเห็นได้ชัดเจนในระยะเวลาสั้น บางครั้งใช้เวลานานและมีผลกระทบภายหลัง ผลของการเข้าทำลายของแมลงศัตรูนั้น มีทั้งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นและสร้างความเสียหายให้แก่เนื้อไม้ เกิดเป็นตำหนิและร่องรอยถาวรซึ่งส่งผลคุณภาพของไม้และการนำไปใช้ประโยชน์

สำหรับแมลงศัตรูที่สร้างความเสียหายให้แก่ต้นพะยูงบริเวณสวนป่าในประเทศไทยนั้น พบว่ามีหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วงหนวดยาวซึ่งเป็นกลุ่มแมลงศัตรูที่สำคัญที่พบระบาดและสร้างความเสียหายให้แก่ต้นพะยูงเป็นอย่างมาก ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ด้วงหนวดยาวพะยูง (*T. lacrymans*) ที่พบทำลายบริเวณโคนต้นที่อยู่ติดกับพื้นดิน โคนราก และราก (ฉวีวรรณ, 2533) และด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ (*A. horridula*) ที่พบทำลายบริเวณกิ่งและลำต้น (Wanida and Leela, 1988) ซึ่งทั้งสองชนิดหากเกิดการระบาดอย่างรุนแรงในพื้นที่ อาจทำให้ต้นได้รับความเสียหายหักโค่นและล้มตายลงได้

สำหรับการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวที่ทำลายต้นพะยูงนั้นปัจจุบันยังไม่มีรายงานวิธีการป้องกันกำจัดที่มีประสิทธิภาพ การจัดการด้วงหนวดยาวในบริเวณสวนป่าพะยูงที่ผ่านมา ดำรง (2510) เคยทดลองใช้ดีลเดร็กซ์ 18 อีซี ผสมน้ำเทราดโดยรอบโคนดิน พบว่าตัวหนอนมีอัตราการตาย 54.99% ในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งปัจจุบันสารเคมีนี้ได้ยกเลิกการใช้งานไปแล้ว และการใช้ศัตรูธรรมชาตินั้นไม่พบรายงาน ส่วนการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญทางการเกษตรอื่น ๆ พบว่ามีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด เช่น ด้วงหนวดยาวเจาะลำต้นในทุเรียน เกรียงไกร และคณะ (2549) ได้ทดลองใช้สารเคมี Imidacloprid 10% SL ในการกำจัดด้วงหนวดยาวในระยะหนอน พบว่าให้ผลดีในการป้องกันกำจัด ส่วนสุภราดา และคณะ (2564) แนะนำให้ใช้ Fipronil 5% SC ในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวอ้อย และ Eiriki *et al*. (2021) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมี thiamethoxam และ dinotefuran ในการกำจัดหนอนของด้วงหนวดยาว *Aromia bungii* โดยพบว่ามีผลทำให้ตัวหนอนอ่อนแอและตายลงได้

ดังนั้นการสำรวจสถานการณ์การระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูง รวมถึงศึกษาแนวทางในการป้องกันกำจัดหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูงจึงมีความสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้มีข้อมูลสนับสนุนการปลูกสร้างสวนป่าพะยูงให้ได้ผลผลิตตามเป้าประสงค์ เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดและยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและประเมินสถานการณ์การระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูง

ดำเนินการสำรวจสวนป่าพะยูงในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศทั้งของหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และแปลงปลูกพะยูงของเกษตรกร ระหว่างเดือนมกราคม 2564 ถึงเดือนเมษายน 2566 ดังนี้

1.1 การสำรวจด้วงหนวดยาวและแมลงศัตรูอื่นใช้วิธีการสำรวจร่องรอยการเข้าทำลาย ความเสียหายของต้นพะยูงที่ปรากฏในแปลง รวมถึงระยะต่าง ๆ ของแมลงศัตรูที่พบ เช่น หนอน ดักแด้ ตัวเต็มวัย โดยสำรวจทุกส่วนของต้นพะยูง ทั้งลำต้น โคนต้น กิ่ง ใบ และราก และบันทึกข้อมูลตามแบบบันทึก

1.2 การสำรวจมอดรูเข็มใช้วิธีการสังเกตร่องรอยการเข้าทำลายและใช้กับดักแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70% ติดตั้งในแปลงพะยูง 1-2 คืน (ผูกกับดักไว้กับต้นพะยูงโดยสุ่มให้กระจายครอบคลุมทั้งแปลง) และเก็บตัวอย่างมอดรูเข็มมาจำแนกในห้องปฏิบัติการ

2. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาบางประการแมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูง

ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม 2564 ถึงเดือนมิถุนายน 2566 ศึกษาวงจรชีวิต ลักษณะการทำลาย และความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูชนิดที่สำคัญ ครอบคลุมทุกวงจรชีวิต ในพื้นที่ที่พบแมลงศัตรูนั้น ๆ โดยรวบรวมและบันทึกข้อมูลตามแบบบันทึก

3. การศึกษาการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูสำคัญของต้นพะยูง

ดำเนินการศึกษาแนวทางการป้องกันกำจัดในแปลงทดสอบสายพันธุ์พะยูงที่สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี ตำบลหินสี อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี ที่ปลูกในปี พ.ศ. 2554 โดยคัดเลือกพื้นที่ จำนวน 8 ไร่ ซึ่งประกอบด้วยแปลงย่อย จำนวน 8 แปลง (1 แปลงย่อย เท่ากับพื้นที่ 1 ไร่) ระยะปลูก 2x4 เมตร (200 ต้นต่อไร่) ดำเนินการโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ Dinotefuran 10% SL (0.015), Fipronil 5% SC (0.01), Imidacloprid 20% SC (0.03) และ Bifenthrin 5% SC (0.0075) ต่อการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวชนิดที่เป็นศัตรูที่สำคัญ ได้แก่ ด้วงหนวดยาวพะยูง (*T. lacrymans*) และด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ (*A. horridula*) (Figure 1)

วิธีการโดยการสำรวจต้นพะยูงที่อยู่ในแปลงทุกต้นก่อนและหลังการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบข้อมูล โดยสังเกตุร่องรอยการเข้าทำลาย (น้ำยางที่ไหลออกจากรอยแผล, ขี้ขุยไม้ที่หล่นบริเวณโคนต้นหรือพื้นดิน) ลักษณะความมีชีวิตของตัวหนอน ความเสียหายของต้นพะยูง และรูออกของตัวเต็มวัย สำหรับด้วงหนวดยาวพะยูงให้สังเกตุร่องรอยที่บริเวณโคนต้นที่อยู่ติดกับพื้นดินจนถึงเหนือพื้นดินขึ้นมาประมาณ 30 ซม. บริเวณโคนราก และบริเวณส่วนของรากที่โผล่พื้นดิน ส่วนด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ให้สังเกตุร่องรอยบริเวณลำต้นและกิ่งที่อยู่เหนือขึ้นไป (Figure 2)

การศึกษาการป้องกันกำจัดดำเนินการโดยฉีดพ่นสารเคมีอัตราความเข้มข้นตามที่กำหนดที่บริเวณโคนต้น ลำต้น และกิ่ง (ในระดับความสูง 2 เมตร) ปริมาณ 2 ลิตร/ต้น ฉีดพ่นตามระยะเวลาที่กำหนด จำนวน 5 ครั้ง (ครั้งที่ 1 และ 2 ดำเนินการในช่วงเดือน มิถุนายน-กันยายน 2564, ครั้งที่ 3-5 ดำเนินการในช่วงเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2565) ระยะห่างครั้งละ 8 สัปดาห์ สำรวจและบันทึกข้อมูลทุกกครั้งก่อนดำเนินการฉีดพ่นสารเคมีรอบใหม่ในสัปดาห์ที่ 7 ส่วนการสำรวจและบันทึกข้อมูลครั้งสุดท้ายภายหลังการฉีดพ่นสารเคมี 1 สัปดาห์

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดยาวทำลายภายหลังดำเนินการฉีดพ่นสารเคมี นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ถ้าค่าเฉลี่ยนั้น ๆ มีนัยสำคัญทางสถิติตามวิธีการ Duncan’s multiple range test (อนันต์ชัย, 2539)

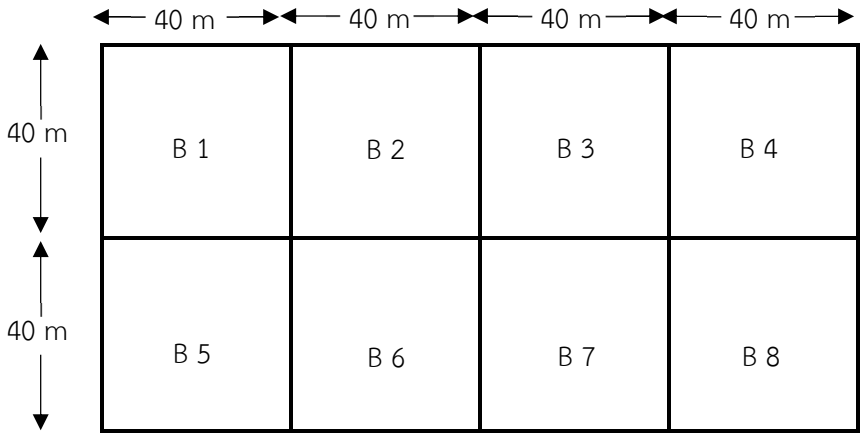


Figure 1 Layout of Siamese rosewood for study that consisted of 8 blocks.

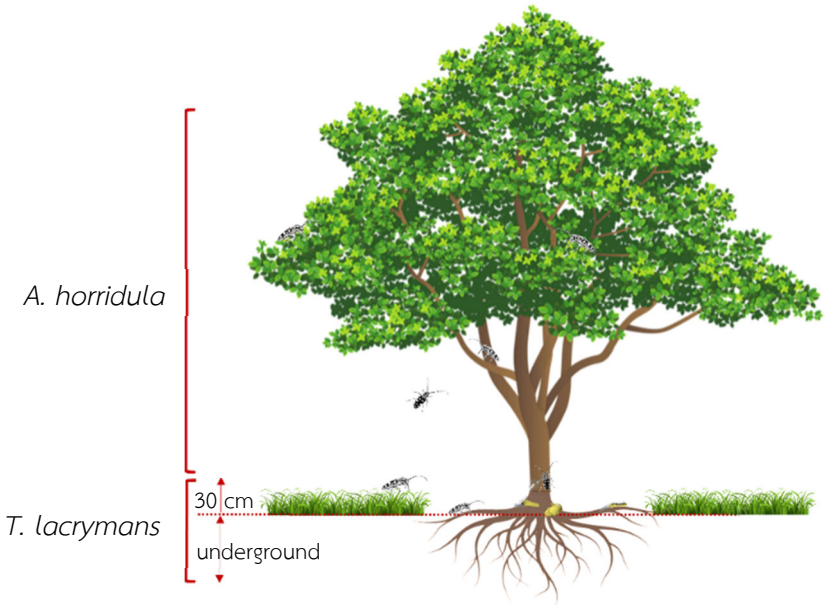


Figure 2 Position on Siamese rosewood used to investigate the infestation of longhorn beetles.

ผลและวิจารณ์

1. การสำรวจและประเมินสถานการณ์การระบาดของแมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูง

การสำรวจแมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูงในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย ดำเนินการในพื้นที่ 14 จังหวัด ประกอบด้วย ภาคเหนือ ได้แก่ เชียงราย และพะเยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น หนองบัวลำภู เลย ร้อยเอ็ด และสุรินทร์ ภาคตะวันตก ได้แก่ กาญจนบุรี และราชบุรี ภาคกลาง ได้แก่ กำแพงเพชร และภาคใต้ ได้แก่ สุราษฎร์ธานี พังงา และสงขลา รวมทั้งสิ้น 31 แปลง (Figure 3) ผลการสำรวจพบด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ ด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ (*A. horridula*) มีการระบาดมากที่สุด โดยพบในพื้นที่ 9 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 64.29 ครอบคลุมทุกภูมิภาคที่ดำเนินการ ส่วนด้วงหนวดยาวพะยูง (*T. lacrymans*) พบการระบาดในพื้นที่ 7 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 50.00 ครอบคลุมทุกภูมิภาคที่ดำเนินการยกเว้นภาคกลาง (Table 1) ซึ่งด้วงหนวดยาวทั้งสองชนิดนี้พบระบาดมากในพื้นที่จังหวัดราชบุรี โดยพบทำลายต้นพะยูงในแปลงตั้งแต่อายุ 1-2 ปี จนถึงอายุหลายสิบปี เช่นเดียวกับพรหทัย และคณะ (2559) ที่ศึกษาการเข้าทำลายของด้วงหนวดยาวในแปลงปลูกพะยูง อายุ 2 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี โดยที่ระยะปลูก 2x2 เมตร พบการเข้าทำลายของด้วงหนวดยาวพะยูงสูงสุด

ส่วนแมลงศัตรูอื่นพบว่ามอดรูเข็ม (*E. parallelus*) เป็นแมลงศัตรูที่พบมาก การระบาดครอบคลุมทุกภูมิภาค พบในพื้นที่ 10 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของพื้นที่ที่ดำเนินการสำรวจ พบมากที่สุดที่จังหวัดราชบุรี ส่วนใหญ่พบทำลายต้นพะยูงในแปลงที่อายุมากและมีสภาพอ่อนแอ ด้วงขาโต (*S. femorata*) พบทำลายต้นพะยูงในแปลงเล็กน้อย โดยพบในพื้นที่ 4 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 28.57 ซึ่งต้นพะยูงที่พบด้วงชนิดนี้เข้าทำลายมักเป็นต้นขนาดเล็ก อายุ 1-5 ปี ที่มีการจัดการแปลงและจัดการวัชพืชที่ไม่ดี ส่วนแมลงศัตรูที่พบน้อยที่สุดในการสำรวจ ได้แก่ ด้วงหนวดยาวควั่นกิ่ง (*E. villosus)* ซึ่งพบทำลายต้นพะยูงในพื้นที่ 2 จังหวัด คิดเป็นร้อยละ 14.29

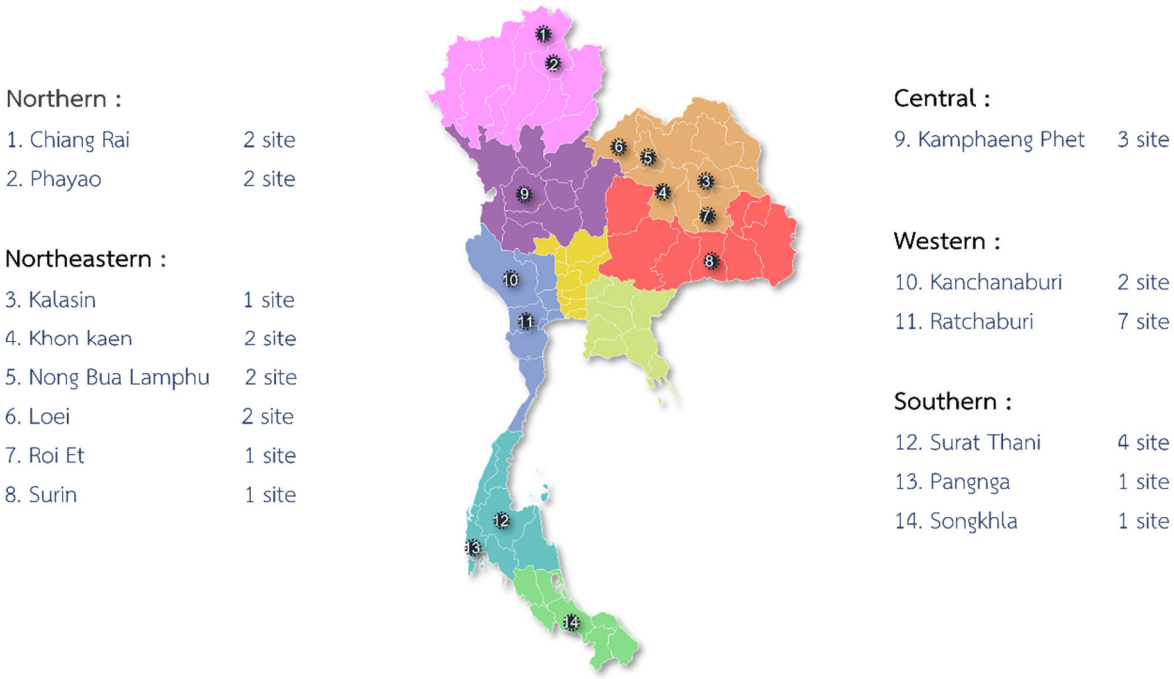


Figure 3 Localities of survey the major insect pests of Siamese rosewood in plantations of Thailand.

Table 1 The major insect pests of Siamese rosewood in plantations of Thailand.

Province	Insect pest of Siamese rosewood				
	Longhorn beetles (major insect pest)		Other pests		
	T. lacrymans	*A. horridura*	*E. villosus*	*S. femorata*	*E. parallelus*
Northern					
Chiang Rai	/	/	X	/	/
Phayao	/	/	X	/	X
Northeastern					
Kalasin	X	/	X	X	/
Khon Kaen	/	/	/	X	/
Nong Bua Lamphu	X	/	X	X	/
Loei	/	/	X	X	/
Roi Et	X	X	X	X	/
Surin	X	X	X	X	X
Western					
Kanchanaburi	/	X	X	X	-
Ratchaburi	/	/	X	/	/
Central					
Kamphaeng Phet	X	*	X	X	/
Southern					
Surat Thani	/	/	/	/	/
Phangnga	X	X	X	X	/
Songkhla	X	/	X	X	-

Remarks : - no survey x no infestation / infestation * ever encountered an outbreak/destruction

2. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาบางประการแมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูง

2.1 ด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญ

2.1.1 ด้วงหนวดปมสีตาลไหม้

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Aristobia horridula* (Hope) จัดอยู่ในวงค์ Cerambycidae มักพบทำลายต้นไม้โดยเป็นศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูง และต้นประดู่ วงจรชีวิต ไข่มีสีขาวขุ่น ตัวเมียวางไข่ครั้งละ 1 ฟอง กระจายตามลำต้น ไข่จะฟักเป็นตัวหนอนภายใน 7-14 วัน ตัวหนอนขนาดโตเต็มที่ ยาว 3.5-5 ซม. ระยะหนอนประมาณ 8 เดือน ต้นที่ถูกเจาะจะสังเกตเห็นขุยไม้จำนวนมากตกตามโคนต้น หนอนจะกัดทำลายส่วนของเนื้อไม้ไปในทิศทางต่าง ๆ หลังจากเป็นตัวหนอนแล้วจะเข้าดักแด้อยู่ภายในลำต้นอีกประมาณ 1 เดือน จนเมื่อฝนตกและต้นไม้เริ่มแตกใบอ่อน ตัวเต็มวัยจึงออกจากดักแด้ ลักษณะของตัวเต็มวัยเป็นด้วงขนาดกลาง ยาว 3 ซม. หนวดมีขนสีดำเป็นพู่ ลำตัวสีน้ำตาลเข้ม มีขนสั้นแข็งสีดำและจุดสีขาวเล็ก ๆ กระจายทั่ว หลังจากตัวเต็มวัยจับคู่ผสมพันธุ์แล้วตัวเมียจะกัดและวางไข่บริเวณเปลือก

ลักษณะการการทำลาย ตัวหนอนเจาะกินส่วนของกระพี้ของลำต้นทำให้เกิดเป็นตำหนิและรูขึ้นในเนื้อไม้ ต้นที่ถูกหนอนเจาะทำลายมาก ๆ จะมีอาการทรุดโทรม ใบร่วง กิ่งแห้งและยืนต้นตาย ตัวเต็มวัยกัดกินส่วนเปลือกของกิ่งอ่อนและลำต้นเป็นอาหาร หากกินเป็นวงรอบจะทำให้ยอดหักและแห้งตาย จุดสังเกตที่สำคัญจะพบขี้ขุยไม้ที่มีความสดร่วงหล่นที่บริเวณกิ่ง ลำต้น โคนต้น หรือรอบ ๆ ทรงพุ่ม พบน้ำยางหรือของเหลวสีดำไหลที่บริเวณกิ่ง ลำต้นที่ถูกด้วงหนวดยาวเข้าทำลาย พบกิ่งหรือลำต้นโป่ง นูน มีลักษณะผิดปกติไปจากเดิม ความเสียหายในระดับที่รุนแรงกิ่งหรือ

ลำต้นที่ถูกทำลายจนเสียหายไปแล้วจะเป็นจุดที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อรา และเมื่อถูกฝนลมพายุอาจหักล้มลงได้ (Figure 4)

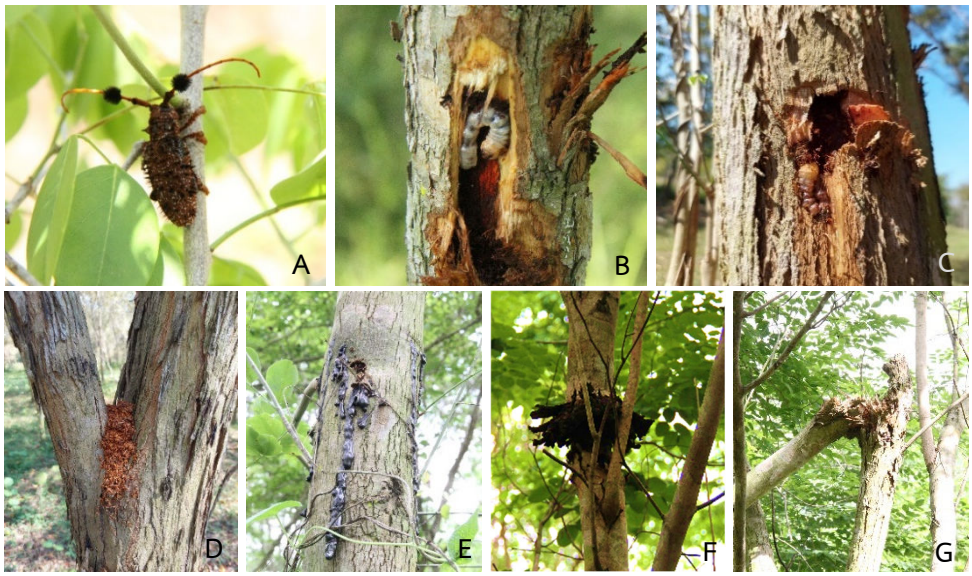


Figure 4 *A. horridula*; (A) adult, larval stages: (B) on small trunk, (C) on large trunk. Indication of destruction: (D) a bunch of sawdust on the trunk, (E) weeping symptom (oozing of black fluid). (F, G) Destruction characteristic and damage.

2.1.2 ด้วงหนวดยาวพะยูง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Threnetica lacrymans* (Thomson) จัดอยู่ในวงศ์ Cerambycidae เป็นศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูง ต้นแดง และต้นข่อย วงจรชีวิต ไข่มีสีขาวอมชมพู ลักษณะคล้ายเมล็ดข้าวสาร ยาว 0.6 ซม. และกว้าง 0.25 ซม. ด้วงหนวดยาวตัวเมียวางไข่ที่บริเวณโคนต้นที่อยู่ติดกับพื้นดิน ส่วนของโคนต้นที่อยู่ใต้ดินและบริเวณรากที่โผล่พ้นดิน วางไข่ใต้เปลือกครั้งละ 1 ฟอง ใช้เวลาในฟักเป็นตัวหนอนประมาณ 7-14 วัน ตัวหนอนโตเต็มที่ขนาดยาว 5.5-7.5 ซม. ระยะหนอนประมาณ 8 เดือน ภายหลังจากเป็นตัวหนอนแล้วจะเข้าดักแด้อยู่ภายในลำต้นอีกประมาณ 2 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน จึงออกจากต้น ตัวเต็มวัยเป็นด้วงขนาดกลาง มีขนาด 2-3.7 ซม. หนวดมีสีดำสลับขาว ส่วนหัว อก หลัง และปีกมีสีดำเป็นมันวาว มีจุดสีขาวกระจายอยู่ทั่วตัว มีขาสีดำ

ลักษณะการทำลาย ที่บริเวณโคนต้นหรือโคนรากจะพบตัวหนอนเจาะทำลายกินเนื้อไม้บริเวณส่วนที่เป็นกระพี้ใต้เปลือกบริเวณโคนต้นที่อยู่ติดกับพื้นดินหรือส่วนของโคนต้นที่อยู่ใต้ดิน ทำให้การลำเลียงน้ำและอาหารถูกตัดขาด มีผลทำให้ต้นได้รับความเสียหายและเป็นช่องทางให้เชื้อราเข้าทำลายต้นไม้อีกด้วย ในต้นพะยูงที่มีขนาดเล็กที่ถูกทำลายมาก ๆ โดยเฉพาะบริเวณโคนต้นและราก ความเสียหายจะปรากฏออกมาอย่างชัดเจน เช่น พบใบมีลักษณะซีดเหลืองคล้ายอาการขาดน้ำ ระบบรากถูกตัดขาดถูกทำลาย ซึ่งหากรุนแรงมาก ๆ ต้นอาจหัก โค่น และล้มตายได้ สำหรับความเสียหายที่เกิดขึ้นที่บริเวณรากพบหนอนทำลายระบบรากโดยการกินเนื้อไม้ภายในตามลักษณะความยาวของราก ทิศทางการกินไม่แน่นอน ทำให้ภายในรากถูกทำลายมีลักษณะกลวง ต้นพะยูงที่หักโค่นล้มจากการทำลายของด้วงหนวดยาวพะยูง เมื่อดูโครงสร้างภายในพบร่องรอยความเสียหาย และพบการทำลายของเชื้อราเสียสี (staining fungi) ที่ทำลายไม้หลังตัดฟันหรือไม้ที่ล้ม ทำให้ไม้เกิดการเสียสีเนื้อไม้ปรากฏรอยด่างดำ (ยศนันท์ และคณะ, 2558) จุดสังเกตสำหรับแปลงพะยูงที่พบการระบาดหรือเคยถูกด้วงหนวดยาวพะยูงเข้าทำลายไปแล้ว โคนต้นพะยูงที่อยู่ติดกับพื้นดินและเปลือกโดยรอบจะมีลักษณะแห้ง โป่งบวม มีร่องรอยถูกทำลายหรือมีการสร้างแคลลัสที่บริเวณแผล ส่วนต้นพะยูงที่มีหนอนซึ่งเป็นระยะทำลายอาศัยอยู่จะพบขี้ขุยไม้ที่มีความสดร่วงหล่นที่บริเวณโคนต้น หรือตามแนวราก หรืออาจพบต้นพะยูงที่โคนต้นหักล้มอยู่ในแปลง (Figure 5)



Figure 5 *T. lacrymans*: (A) adult, larval stages: (B) an older larva (C) on base (D) on root, (E, F) destructioncharacteristic and damage, (G) a bunch of sawdust on base, (H) staining fungi attack wood.

2.2 แมลงศัตรูอื่น

2.2.1 ด้วงขาโตสามสี

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sagra femorata* (Drury) จัดอยู่ในวงศ์ Chrysomelidae พืชอาหารที่สำคัญ ได้แก่ เถารกฟ้า กวาวเครือ และถั่วลาย ตัวเต็มวัยเป็นด้วงขนาดกลางสีเขียวหรือสีเขียวปนทองแดง ปีกมีความแวววาว จัดเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญอีกชนิดที่สร้างความเสียหายให้แก่ต้นพะยูงที่ยังมีขนาดเล็ก ลักษณะตัวอ่อนจะเจาะกินอยู่ในไม้เถาที่ขึ้นพันอยู่แนบชิดกับลำต้นพะยูง เมื่อหนอนมีขนาดที่โตขึ้นจะเจาะเข้ามาที่ลำต้นพะยูงเพื่อรอระยะการเป็นดักแด้ และจะกลับไปเข้าดักแด้ที่ไม้เถาอันเดิมอีกครั้ง ซึ่งลักษณะหนอนของด้วงชนิดนี้จะไม่ได้กัดเจาะลำต้นพะยูงเพื่อกินส่วนของเนื้อไม้เป็นเป็นอาหาร แต่กัดลำต้นเพื่ออาศัยอยู่เท่านั้น หากลำต้นพะยูงยังมีขนาดเล็กบริเวณที่ถูกกัดทำลายนี้อาจหักลงมาได้ จุดสังเกตที่สำคัญสำหรับด้วงชนิดนี้จะพบขุยไม้เป็นเส้นยาวติดตามผิวกิ่ง บางกิ่งอาจมีน้ำไหลออกมา (Figure 6)



Figure 6 *S. femorata*; (A) adult and larval stages, (B) form enlarged galls on the damaged part, (C, D) destruction characteristic and damage: larvae eat internal tissues and dies.

2.2.2 มอดรูเข็ม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Euplatypus parallelus* (Fabricius) เป็นด้วงขนาดเล็กที่อยู่ในวงศ์ Platypodidae เป็นแมลงศัตรูที่เข้าทำลายต้นไม้ที่อ่อนแอหรือตายใหม่ ๆ ลักษณะการทำลายที่พบในต้นพะยูง ขณะที่มอดรูเข็มเข้าทำลายจะพบขี้ขุยไม้ขนาดเล็กถูกขับออกมาจากรูบริเวณลำต้น สีของขุยไม้ตามลักษณะของเปลือกและเนื้อไม้ ขนาด

ของรูที่เจาะพอดีกับลำตัว ในต้นพะยูงที่แข็งแรงเมื่อถูกมอดรูเข็มเจาะทำลายไปแล้วจะพบน้ำยางสีดำไหลออกมาจากต้นพร้อมกับซากมอดรูเข็มที่ตายแล้ว ซึ่งการเจาะทำลายนั้นไม่สำเร็จเป็นกลไกการป้องกันตัวเองของไม้ที่มีการสร้างน้ำยาง ส่วนในต้นพะยูงที่อ่อนแอจะไม่มีการสร้างหรือขับน้ำยางออกมา ที่บริเวณลำต้นจะพบร่องรอยการเจาะทำลายเป็นรูเล็ก ๆ และพบขี้ขุยที่ถูกดันออกมาเป็นเส้น ๆ จำนวนมาก เมื่อดูเนื้อไม้ภายในจะพบแกลลอรี่ซึ่งเป็นทางเดินของมอด การที่มอดรูเข็มเจาะต้นพะยูงนี้มอดจะไม่กินเนื้อไม้พะยูงการเจาะเพื่อวางไข่เท่านั้น ความเสียหายของต้นพะยูงที่เกิดขึ้นเนื่องจากเชื้อราที่มอดรูเข็มตัวเมียนำเข้าไปเพื่อเป็นอาหารของตัวอ่อนภายในต้น มีผลต่อระบบลำเลียงน้ำและอาหารของต้นพะยูง ส่งผลทำให้ต้นยืนต้นตาย (Figure 7)



Figure 7 *E. parallelus;* (A) adult (male). (B) Sign of attacked: frass at the opening of holes. (C) The infested tree: sap flowing at the opening of holes from in living trees, (D) dying trees. (E) Galleries.

2.2.3 ด้วงหนวดยาวอื่น ๆ

พบหลายชนิดโดยเฉพาะด้วงหนวดยาวควั่นกิ่ง (*Elaphidionoides villosus)* จัดอยู่ในวงศ์ Cerambycidae ลักษณะการทำลายที่พบในต้นพะยูง ตัวหนอนของด้วงหนวดยาวจะทำลายกิ่งโดยการกัดกินส่วนของเนื้อไม้ที่อยู่ใต้เปลือก กินวนรอบกิ่งในทิศทางเดียวกัน พบทำลายในกิ่งสดทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ความกว้างหรือความลึกของรอยแผลประมาณครึ่งหนึ่งหรือกัดกินโดยรอบ เมื่อกิ่งเหล่านี้ถูกลมพัดก็จะฉีกขาดหักและร่วงหล่นจากต้น กิ่งที่ร่วงหล่นลงมานี้จะพบตัวหนอนที่ทำลายไม้ติดลงมาด้วย ซึ่งหนอนนี้จะยังคงกัดกินและอาศัยอยู่ในกิ่งไม้นั้นจนกว่าจะเป็นดักแด้และออกมาเป็นตัวเต็มวัยต่อไป (Figure 8)

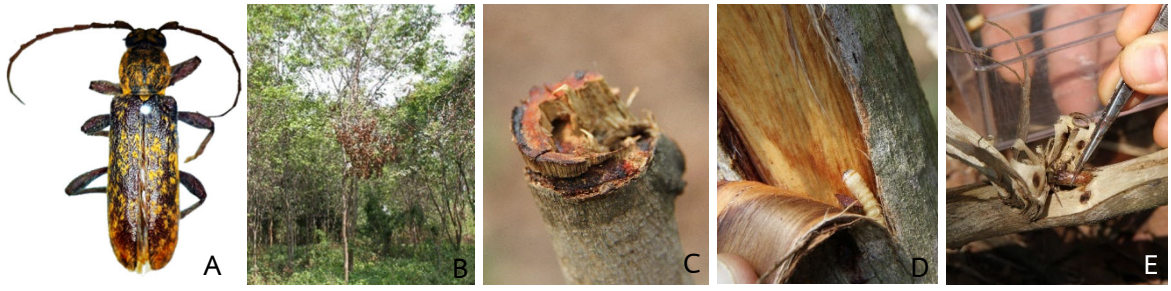


Figure 8 *E. villosus*; (A) adult, (B) infested branches and swing in the tree. (C) Severed portion of the twig, (D) the larva moves back into the severed portion of the twig. (E) Adult found in the branches on the ground.

3. การศึกษาการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูสำคัญของต้นพะยูง

การศึกษาแนวทางการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญของพะยูง โดยใช้สารเคมี ได้แก่ Dinotefuran 10% SL และ Imidacloprid 20% SC ซึ่งเป็นสารเคมีในกลุ่ม neonicotinoid, Fipronil 5% SC ซึ่งเป็นสารเคมีในกลุ่ม phenyl pyrazoles และ Bifenthrin 5% SC ซึ่งเป็นสารเคมีในกลุ่ม synthetic pyrethroid ฉีดพ่นต้นพะยูงทุกต้นในแปลงทดสอบ ผลการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวพะยูง (*T. lacrymans)* พบว่าสารเคมี Fipronil

5% SC ความเข้มข้น 0.01 และ Imidacloprid 20% SC ความเข้มข้น 0.03 มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดมากที่สุด ภายหลังการทดสอบไม่พบต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดยาวทำลายแล้ว ส่วนสารเคมี Dinotefuran 10% SL ความเข้มข้น 0.015 และ Bifenthrin 5% SC ความเข้มข้น 0.0075 พบต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดยาวทำลายร้อยละ 0.43 และ 1.03 ตามลำดับ (Table 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดยาวพะยูง (*T. lacrymans)* ทำลายพบว่าสารเคมีทั้ง 4 ชนิด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=0.619^{ns}$) (Table 3)

ส่วนผลการป้องกันกำจัดด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ (A. *horridula)* พบว่าสารเคมี Bifenthrin 5% SC ความเข้มข้น 0.0075 มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดมากที่สุด ภายหลังการทดสอบไม่พบต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดยาวทำลายแล้ว ส่วนสารเคมี Dinotefuran 10% SL ความเข้มข้น 0.015 Fipronil 5% SC ความเข้มข้น 0.01 และ Imidacloprid 20% SC ความเข้มข้น 0.03 ยังคงพบต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดยาวทำลายร้อยละ 0.0.95, 1.04 และ 1.20 ตามลำดับ (Table 2) เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ (A. *horridula)* ทำลายพบว่าสารเคมีทั้ง 4 ชนิด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=0.635^{ns}$) (Table 3)

จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสารเคมีทั้ง 4 ชนิด สามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญทั้ง 2 ชนิดให้ลดลงได้ โดยให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับ Meng *et al*. (2015) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวเอเชีย (*Anoplophora glabripennis)* ที่ทำลายต้นเมเปิ้ลและไม้เนื้อแข็งบางชนิด โดยพบว่าสารเคมี Imidacloprid และ Dinotefuran มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวเอเชียได้ ส่วน Pan Hong Yang (2005) ศึกษาแนวทางการควบคุมด้วงหนวดยาวเอเชียเช่นกัน และพบว่าต้องดำเนินการหลายวิธีร่วมกันทั้งการใช้วิธีกล การใช้สารเคมีด้วยรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ควบคู่ไปกับวิธีการวนวัฒนวิธีอื่น ๆ ดังนั้นในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญของพะยูงบริเวณสวนป่าในประเทศไทยอาจต้องดำเนินการศึกษาวิธีทางเลือกอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

Table 2 Efficacy of some insecticides to control longhorn beetles, the major insect pest of Siamese rosewood at Ratchaburi Silvicultural Research Station.

Insecticides/ Concentration (Dosage)	Block	Total trees in plot	Average Infestation by longhorn beetles (%)			
			T. lacrymans		*A. horridula*	
			Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Dinotefuran 10 % SL	1	118	42.37	0.85	6.78	0.85
0.015	3	95	29.47	0	9.47	1.05
	Mean	106.50	35.92	0.43	8.13	0.95
	SD	16.26	9.12	0.60	1.90	0.14
Fipronil 5% SC	2	96	32.29	0	10.42	2.08
0.01	4	102	31.37	0	6.86	0
	Mean	99.00	31.83	0	8.64	1.04
	SD	4.24	0.65	0	2.52	1.47
Imidacloprid 20% SC	5	83	42.17	0	13.25	2.41
0.03	7	80	43.75	0	3.75	0
	Mean	81.50	42.96	0	8.50	1.20
	SD	2.12	1.12	0	6.72	1.70
Bifenthrin 5% SC	6	103	33.98	0	5.83	0
0.0075	8	97	35.05	2.06	12.37	0
	Mean	100.00	34.52	1.03	9.10	0
	SD	4.24	0.76	1.46	4.62	0

Table 3 ANOVA of average infestation by longhorn beetles (post-test) of Siamese rosewood at various insecticides.

	Source of Variance	df	Sum of Square	Mean of Square	F
T. lacrymans	Block	1	0.183	0.183	0.239^{ns}
	Insecticide	3	1.425	0.475	0.619^{ns}
	Error	3	2.300	0.767	
A. horridula	Block	1	2.301	2.301	2.477^{ns}
	Insecticide	3	1.768	0.589	0.635^{ns}
	Error	3	2.787	0.929	

Remark: ns Not significant

สรุป

จากการศึกษาแมลงศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูงบริเวณสวนป่าในประเทศไทย พบว่าด้วงหนวดปมสีตาลไหม้ (*A. horridula*) และด้วงหนวดยาวพะยูง (*T. lacrymans*) เป็นแมลงศัตรูที่มีความสำคัญที่สร้างความเสียหายให้แก่ต้นพะยูงเป็นอย่างมาก สถานการณ์การระบาดครอบคลุมทุกภูมิภาคของประเทศไทย พบทำลายต้นพะยูงในแปลงได้ทั้งต้นขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ส่วนแมลงศัตรูอื่นที่พบ ได้แก่ มอดรูเข็ม (*E. parallelus*) ด้วงขาโต (*S. femorata*) และด้วงหนวดยาวควั่นทำลายกิ่ง (*E. villosus*) การศึกษาแนวทางการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญของพะยูง พบว่า Fipronil 5% SC (0.01) และ Imidacloprid 20% SC (0.03) มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดยาวพะยูงมากที่สุด เช่นเดียวกับ Bifenthrin 5% SC (0.0075) ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหนวดปมสีตาลไหม้มากที่สุด ที่ภายหลังการทดสอบไม่พบต้นพะยูงที่ถูกด้วงหนวดยาวทั้ง 2 ชนิดทำลายแล้ว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยด้วงหนวดยาวที่เป็นศัตรูที่สำคัญของต้นพะยูงและแนวทางการป้องกันกำจัด ดำเนินงานสำเร็จได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกพะยูง เจ้าหน้าที่หน่วยงานภาคสนามทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ศึกษาวิจัย ตลอดจนอำนวยความสะดวกระหว่างการปฏิบัติงาน และขอขอบคุณนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทั้งในโครงการวิจัยย่อยฯ และภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาพะยูงเพื่อส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ทุกท่านที่ช่วยปฏิบัติงานจนเสร็จสิ้นโครงการ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกรียงไกร จำเริญมา, ศรุต สุทธิอารมณ์, พิเชษฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ และ วิภาดา ปลอดครบุรี. 2549. หนอนด้วงหนวดยาวเจาะลำต้นที่สำคัญในทุเรียนและเการป้องกันกำจัด. **วารสารวิชาการเกษตร** 24(1). 40-51.

ฉวีวรรณ หุตะเจริญ. 2533. **แมลงป่าไม้ของไทย**. แสงเทียนการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ดำรง ใจกลม. 2510. **ผลการสำรวจและทดลองวิธีกำจัดตัวหนอนระบาดเจาะลำต้นไม้พะยูง ในสวนป่าปากปวน อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย**. กองค้นคว้า, กรมป่าไม้.

พรหทัย แสนกำแพง, สมพร แม่ลิ่ม และ วาทินี สวนผกา. 2559. ผลของระยะปลูกต่อการเติบโตและการทำลายของแมลงของพะยูง อายุ 2 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยราชบุรี อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี, น. 51-59. *ใน* **การสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 10**. 1-4 พฤษภาคม 2559. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยศนันท์ พรหมโชติกุล. 2558. **คู่มือปฏิบัติการป้องกันเห็ดราทำลายไม้ Laboratory Manual for Decrying Fungi Protection.** กลุ่มงานแมลงและจุลชีววิทยาป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพ.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, พฤทธิชาติ ปุญวัฒโฑ, เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ และศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา. 2564. **เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืชอย่างปลอดภัย...จากงานวิจัย ปี 2564**. กลุ่มบริการศัตรูพืช/กุ่มกีฏวิทยาและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2539. **หลักการวางแผนการทดลอง**. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Meng, P.S., Hooverm, K. and Keena, M.A. 2015. Asian longhorned beetle (Coleoptera: Cerambycidae), an introduced pest of maple and other hardwood trees in North America and Europe**. Journal of integrated pest management** 6 (1): 1-13.

Pan Hong Yang. 2005. **Review of the Asian Longhorned Beetle Research, Biology, Distribution and Management in China**. For. Dep. Work. Pap., FBS/6E, Food Agric. Org., Rome, Italy.

Subansenee, W. and Kayikananta, L. 1988. Study on the insect enemies of Siamese rosewood. *In* **IUFRO Regional Workshop on Pests and Diseases of Forest Plantations**. 5-11 June 1988. Bangkok Thailand.

Sunamura E., Shigeaki, T., Hisatomo, T., Hiroki, S., Shoda-Kagaya, E. and Tadahisa, U. 2021. Efficacy of two neonicotinoid insecticides against invasive wood borer *Aromia bungii* Larvae in dietary toxicity test. **Insects**. 12 (7): 592.

ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดโรคพืชในการป้องกันกำจัดโรคของกล้าพะยูง
Efficacy of Fungicide to Controlling Seedling Diseases of Siamese Rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre)

อินทิรา พันธาสุ[1*] เจนวิชญ์ พฤฑฒิกุล[1] น้ำตาล คุ้มตะโก[1] และพจนีย์ ยิ่งคุ้ม[1]
Inthira Panthasu[1*], Janwit Phuttikul[1] Numtan Kumtago[1] and Phojjanee Yingkum[1]
[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงทพฯ 10900
[1]Forest Research and Development office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **inpan2005@gmail.com**

บทคัดย่อ

พะยูงเป็นไม้ยืนต้นที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ ใช้เป็นทรัพย์สินเพื่อเป็นหลักประกันทางธุรกิจ และเป็นการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายป่าไม้แห่งชาติ จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่า กล้าพะยูงแคระแกรน ลำต้นอ่อนแอ และชะงักการเจริญเติบโต มีสาเหตุจากเชื้อราที่ก่อโรคราสนิม (rust) โรคใบจุดนูนดำ (black spot / tar spot) และโรคใบจุดกลมสีน้ำตาล (brown circular leaf spot) ดังนั้น การศึกษาวิจัยถึงแนวทางการป้องกันการเกิดโรค โดยการใช้สารเคมีควบคุมโรคพืช จำนวน 3 ชนิด คือ อีพอกซีโคนาโซล ไดฟีโนโคนาซอล และ แมนโคเซบ จึงเป็น องค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญ และเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการควบคุมและป้องกันการระบาดของโรคได้ต่อไป จากการสำรวจ และเก็บตัวอย่างโรคในกล้าพะยูงที่อายุ 4 เดือน ณ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 3 (กำแพงเพชร) อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ระหว่างเดือน พฤษภาคม – มิถุนายน และเดือน สิงหาคม - กันยายน พ.ศ. 2565 พบว่า โรคที่สร้างความเสียหายต่อกล้าพะยูงที่สำคัญมีจำนวน 3 โรค คือ โรคใบจุดกลมสีน้ำตาล โรคราสนิม และโรคใบจุดนูนดำ โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 83.65 84.58 และ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และศึกษาการควบคุมโรคกล้าพะยูงด้วยการใช้สารเคมีทั้ง 3 ชนิด คือ อีพอกซีโคนาโซล ไดฟีโนโคนาซอล และแมนโคเซบ โดยฉีดพ่นตามอัตราแนะนำที่กำหนดต่อเนื่องทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 5 เดือน โดยใช้น้ำเป็นตัวเปรียบเทียบ พบว่าสารเคมีทั้ง 3 ชนิด สามารถลดความรุนแรงของการเกิดโรคติดเชื้อได้ทั้ง 3 โรค โดยไดฟีโนโคนาซอลสามารถควบคุมการเกิดโรคได้ดีที่สุดรองลงมาเป็นอีพอกซีโคนาโซลและแมนโคเซบ ตามลำดับ ไดฟีโนโคนาซอลสามารถควบคุมโรคใบจุดกลมสีน้ำตาล โรคราสนิมและโรคใบจุดนูนดำในพะยูง โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 35.18 23.57 และ 12.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: พะยูง โรคของกล้าไม้ การป้องกันจำกัดโรคพืช

ABSTRACT

Siamese rosewood (*D. cochinchinensis* Pierre) is a perennial plant that is used as an asset for business collateral and increasing the forest area, which is in line with the national forest policy. From previous studies, it was found that Siamese rosewood seedlings were weak, stunted and their growth stalled. It is caused by fungi that cause rust, black spot / tar spot and brown circular leaf spot diseases. Therefore, the research on ways to prevent disease occurrence by using chemical plant disease control agents, 3 types, namely epoxiconazole, difenoconazole and mancozeb, is an important basic knowledge. and another way to control and prevent disease outbreaks in the future. From surveying and collecting disease samples in 4-month-old Siamese rosewood seedlings at Silvicultural Research Center 3 (Kamphaeng Phet), Mueang Kamphaeng Phet District, Kamphaeng Phet Province between May-June and August-September 2022, shown the important diseases that cause damage to Siamese rosewood seedlings are 3 types: brown circular leaf spot, rust and tar

spot with an average percentage of disease incidence of 83.65 84.58 and 83.33% respectively. The control of Siamese rosewood seedling diseases was studied by using 3 types of chemicals, namely epoxiconazole, difenoconazole and mancozeb by spraying at the rate according to the label continuously every 2 weeks for a period of 5 months. The experimental groups were compared with water which served as a control group. Three types of chemicals could reduce the severity of infection of all 3 diseases. Difenoconazole was found to be the most effective in controlling disease activity, followed by epoxiconazole and mancozeb, respectively. The average percentage of disease severity of difenoconazole was 35.18 23.57 and 12.56% respectively.

Keywords: Siamese rosewood, Seedling diseases, Diseases Controlling

คำนำ

ปัจจุบันรัฐบาลได้แก้ไขพระราชบัญญัติ (พ.ร.บ.) ป่าไม้ พ.ศ. 2484 ในมาตรา 7 โดยที่ประชาชนสามารถตัดไม้ในที่ดินกรรมสิทธิ์ได้ และได้กำหนดให้ไม้ยืนต้นที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสามารถใช้เป็นทรัพย์สิน เพื่อเป็นหลักประกันทางธุรกิจ โดยสามารถนำมาค้ำประกันการกู้ยืมเงินหรือขอสินเชื่อ ยังช่วยเพิ่มพื้นที่ป่าเศรษฐกิจให้กับประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายป่าไม้แห่งชาติ ที่กำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศอย่างน้อยร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ ประกอบด้วย พื้นที่ป่าอนุรักษ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ประเทศ และพื้นที่ป่าเศรษฐกิจและป่าชุมชนไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของพื้นที่ประเทศ และยังสามารถแก้ปัญหาความยากจนของเกษตรกรตามนโยบายของรัฐบาล จึงเป็นผลให้ประชาชนหันมาสนใจปลูกไม้มีค่าจำนวนมาก โดยเฉพาะกล้าพะยูง เป็นกล้าไม้ที่มีประชาชนมาขอรับเป็นจำนวนมากที่สุด จากสถิติกรมป่าไม้ที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 - 2565 จำนวนกล้าพะยูงที่ประชาชนมาขอรับประมาณ 4 - 9 ล้านกล้าต่อปี โดยเฉพาะปี พ.ศ. 2564 กรมป่าไม้แจกกล้าพะยูงให้ประชาชนจำนวน 9.6 ล้านกล้า (สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้, 2564) ซึ่งการเพาะชำกล้าไม้พะยูงพบปัญหาการเข้าทำลายของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น โรคราสนิม (rust) โรคใบจุดนูนดำ (black spot / tar spot) โรคใบจุดกลมสีน้ำตาล (brown circular leaf spot) เชื้อราเข้าทำลายบริเวณยอด ใบ ก้านใบ กิ่ง และลำต้น ส่งผลให้กล้าพะยูงอ่อนแอ ชะงักการเติบโต ต้นแคระแกรนหรืออาจถึงตายในที่สุด (กฤษณา และคณะ 2530) จึงเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งต่อการเพาะชำกล้าพะยูง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มในการจัดหาต้นกล้าไม้พะยูงทดแทนให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน จึงควรหาแนวทางในการป้องกันกำจัดและควบคุมโรคพืชที่เกิดขึ้น แนวทางการควบคุมโรคพืชมีหลายวิธี เช่น วิธีเขตกรรม ชีววิธี และการควบคุมโดยการใช้สารเคมีซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากมีประสิทธิภาพดี สะดวก รวดเร็ว การใช้สารเคมีควบคุมโรคพืชควรใช้ด้วยวิธีการที่ถูกต้อง ใช้ในเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้สารเคมี เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด การใช้สารเคมีในการควบคุมโรคพืชจะมีความเฉพาะเจาะจงต่อชนิดของเชื้อสาเหตุ จึงจำเป็นต้องทราบชนิดของเชื้อสาเหตุให้แน่ชัด และการใช้สารเคมียังพบปัญหาการต้านทานของเชื้อสาเหตุโรค ซึ่งทำให้สารเคมีที่เคยใช้ไม่สามารถใช้ควบคุมโรคพืชในบางโรคได้ ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและเก็บตัวอย่างโรคพืช เพื่อหาเชื้อสาเหตุของโรค และความรุนแรงของโรคที่เกิดกับกล้าพะยูง ในขั้นตอนการผลิตกล้าไม้พะยูง รวมทั้งหาแนวทางควบคุมโรคในกล้าพะยูงโดยใช้สารเคมีควบคุมโรคให้มีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการศึกษา

1. การสำรวจโรคของกล้าพะยูงและประเมินการเกิดโรค

1.1 สำรวจและเก็บตัวอย่างโรคที่พบในกล้าพะยูงอายุ 4 เดือน เนื่องจากกล้าพะยูงมีจำนวนใบมากพอที่พบลักษณะอาการของโรคที่ชัดเจน ณ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 3 (กำแพงเพชร) อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร โดยการสุ่มต้นกล้าพะยูงแปลงละ 20 ต้น ทำการสำรวจในระหว่างเดือน พฤษภาคม – มิถุนายน และเดือนสิงหาคม -

กันยายน พ.ศ. 2565 เป็นเวลา 4 เดือน และเก็บตัวอย่างโรคที่พบในกล้าพะยูงใส่ถุงพลาสติก รัดปากถุงด้วยยาง โดยแยกแต่ละลักษณะอาการที่ผิดปกติของแต่ละต้น เพื่อไม่ให้ตัวอย่างโรคปะปนกัน จากนั้นนำถุงตัวอย่างใส่กล่องโฟมเก็บความเย็น เพื่อนำไปศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการ

1.2 ประเมินความรุนแรงและการเกิดโรคของกล้าพะยูง

นำข้อมูลการสำรวจโรคของกล้าพะยูง มาประเมินการเกิดโรคและความรุนแรงของแต่ละโรค ตามวิธีการของ Rai and Mamatha (2005) ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (disease incidence)} = \left(\frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่แสดงอาการ}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมดที่สุ่ม}} \right) \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคต่อต้น (disease severity)} = \left(\frac{\text{จำนวนใบที่เกิดโรค}}{\text{จำนวนใบทั้งหมดต่อต้น}} \right) \times 100$$

1.3 การแยกเชื้อและจำแนกชนิดของเชื้อสาเหตุของแต่ละโรค

นำตัวอย่างของกล้าพะยูงที่แสดงอาการของโรคที่ได้จากการสำรวจ มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อสาเหตุโรค โดยการตรวจสอบลักษณะการเกิดโรคที่ปรากฏบนส่วนของพืชที่เป็นโรคด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด stereo microscope ถ่ายภาพและบันทึกลักษณะอาการที่พบ จากนั้นใช้เข็มเขี่ยที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เขี่ยโครงสร้างต่าง ๆ ของเชื้อที่พบบนรอยแผล หรือตัดบริเวณเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นโรคตามขวาง (cross section) ให้เป็นแผ่นบาง ๆ ด้วยวิธี Free–hand section แล้วนำไปวางในหยดน้ำกลั่นหรือ Lactophenol ที่อยู่บนแผ่นสไลด์ ปิดด้วย Cover slip ตรวจดูลักษณะและรูปร่างของเชื้อ ได้แก่ สปอร์ ก้านชูสปอร์ เส้นใย หรือส่วนขยายพันธุ์อื่น ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด Compound microscope ถ่ายภาพและบันทึกลักษณะอาการที่พบ แล้วนำไปตรวจสอบกับเอกสารอ้างอิงที่ใช้จำแนกเชื้อรา สำหรับชิ้นส่วนพืชที่ไม่สามารถตรวจพบส่วนของเชื้อสาเหตุด้วยกล้องจุลทรรศน์ได้นั้น ใช้วิธีการทำให้พืชมีความชื้น (moist chamber) เป็นเวลา 2 – 3 วัน เพื่อให้เชื้อสร้างส่วนขยายพันธุ์ออกมาบริเวณแผล แล้วนำไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ หรือใช้วิธี Tissue transplanting โดยการตัดชิ้นส่วนบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อดีกับเนื้อเยื่อที่เป็นโรค ออกเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 3x3 ตารางมิลลิเมตร ฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยคลอรอกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 - 5 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อล้างสารละลายที่ติดผิวพืชออก นาน 1 นาที จำนวน 2 ครั้ง ซับชิ้นส่วนของพืชให้แห้งด้วยกระดาษกรองที่ปลอดเชื้อ แล้วนำมาวางบนอาหาร water agar (WA) บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3-5 วัน แยกเชื้อทุกชนิดที่เจริญออกมาจากชิ้นตัวอย่าง และแยกเชื้อบริสุทธิ์บนอาหารแข็ง Potato dextrose agar (PDA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องประมาณ 7 – 10 วัน หลังจากนั้นนำมาตรวจดูลักษณะของโคโลนี เส้นใย และการเจริญของเส้นใย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด Stereo microscope แล้วนำไปตรวจสอบกับเอกสารอ้างอิงที่ใช้จำแนกเชื้อ

2. ทดสอบการควบคุมโรคของกล้าพะยูงโดยใช้สารเคมีกำจัดโรคพืช

2.1 คัดเลือกกล้าพะยูงอายุ 4 เดือน ที่มีความแข็งแรง มีการเจริญที่สม่ำเสมอ นำมาเรียงเป็นกลุ่มทดลอง 4 กลุ่ม/ซ้ำ ตามชนิดของสารเคมีกำจัดโรคพืช จำนวน 3 ชนิด และใช้น้ำเป็นตัวเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นวิธีการควบคุม (control treatment) เตรียมกลุ่มทดลองทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละกลุ่มทดลองใช้กล้าพะยูงกลุ่มละ 20 ต้น โดยดำเนินการทดสอบ ณ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 3 (กำแพงเพชร) อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร

2.2 โดยทดสอบสารเคมีกำจัดโรคพืช จำนวน 3 ชนิด (มีระดับความเป็นพิษชั้น 3 เป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่มีพิษน้อย) แบ่งตามการออกฤทธิ์เป็น แบบดูดซึม 2 ชนิด และแบบสัมผัส 1 ชนิด ประกอบด้วย

1) ชื่อสามัญ อีพอกซีโคนาโซล (Epoxiconazole) ชื่อทางการค้า อีโปนอล สูตร 12.5% SC โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ แบบดูดซึม (systemic)

2) ชื่อสามัญ ไดฟีโนโคนาซอล (Difenoconazole) ชื่อทางการค้า สกอร์ สูตร 25% EC โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ แบบดูดซึม (systemic)

3) ชื่อสามัญ แมนโคเซบ (Mancozeb) ชื่อทางการค้า แมนเซท สูตร 80% WP โดยมีกลไก การออกฤทธิ์แบบสัมผัส (contact)

โดยฉีดพ่นสารเคมีกำจัดโรคพืช ในอัตราแนะนำที่กำหนดของสารเคมี ทั้งนี้อัตราแนะนำมีดังนี้ อีพอกซีโคนาโซล 12.5% SC ในอัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ไดฟีโนโคนาซอล 25% EC ในอัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และแมนโคเซบ 80% WP ในอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นต่อเนื่องทุก 2 สัปดาห์จนสิ้นสุดการทดลอง ในระหว่างเดือน พฤษภาคม - กันยายน พ.ศ. 2565 เป็นระยะเวลา 5 เดือน ในขณะฉีดพ่นสารเคมีแต่ละชนิดจะใช้โครงพลาสติกคลุม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนระหว่างสารเคมีที่ทำการทดสอบ

2.3 ทำการเก็บข้อมูลการเกิดโรค (disease incidence) และเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค (disease severity) ที่พบกับกล้าพะยูงในทุกเดือน ตามวิธีการของ Rai and Mamatha (2005) ตามข้อ 1.2

2.4 วิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค ด้วยตัวทดสอบสถิติ F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคของแต่ละวิธีด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

1. การสำรวจโรคของกล้าพะยูงและประเมินการเกิดโรค

ผลการสำรวจและรวบรวมตัวอย่างของโรคกล้าพะยูง ในช่วงระหว่างเดือน พฤษภาคม – มิถุนายน และเดือนสิงหาคม - กันยายน ปี พ.ศ. 2565 พบโรคที่เกิดในกล้าพะยูง 3 โรค (Table 1) คือ โรคใบจุดกลมสีน้ำตาล มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 83.65 เปอร์เซ็นต์ โรคราสนิม มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 84.58 เปอร์เซ็นต์ และโรคใบจุดนูนดำมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 83.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ กฤษณา (2541) ได้สำรวจโรคของพะยูง พบทั้ง 3 โรคเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นนำมาแยกเชื้อและจำแนกชนิดของเชื้อสาเหตุของแต่ละโรคเพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้ดังนี้

โรคใบจุดกลมสีน้ำตาล (brown circular leaf spot) พบลักษณะอาการเริ่มแรกใบมีแผลเป็นจุดกลมสีน้ำตาลอ่อน ต่อมาขยายเป็นจุดสีน้ำตาลเข้ม ขนาดประมาณ 2 - 5 มิลลิเมตร หากมีอาการรุนแรงแผลจะทะลุจนทำให้ใบขาดและขอบแผลเชื่อมติดกันจนเกิดแผลขยายทั่วทั้งใบ ส่งผลทำให้ใบม้วนงอ ใบไหม้ และร่วง เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุดในช่วงเดือน พฤษภาคม 99.58 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ในช่วงเดือน กันยายน 63.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อสาเหตุโรค ด้วยวิธี Tissue transplanting พบว่า เส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีสีดำ เส้นใยมีผนังกั้น โครงสร้างไม่อาศัยเพศสร้างโคนิเดีย (conidia) เป็นรูปวงรี มีผนังเรียบ สีน้ำตาล โดยเซลล์หัวท้ายมีสีอ่อนกว่าเซลล์กลาง จากลักษณะสัณฐานวิทยาระบุได้ว่าเป็นเชื้อรา *Curvularia* sp. และนำใบที่เป็นโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลตัดตามขวาง (cross section) ตรงเนื้อเยื่อบริเวณแผล และตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบลักษณะของ setae สีน้ำตาล โคนิเดียเป็นรูปทรงกระบอกปลายมน จากลักษณะสัณฐานวิทยาระบุได้ว่าเป็นเชื้อรา *Colletotrichum* sp. จึงทำให้ยังไม่ทราบเชื้อสาเหตุโรคที่แน่ชัด (Figure 1) และพบว่าโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลสามารถระบาดได้ ทุกช่วงอายุของกล้าไม้พะยูงและมีความรุนแรงที่สุด ซึ่งผลมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ วรัญญู และ นิวัฒ (2559) พบเชื้อราที่เกี่ยวข้องกับอาการโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลของพะยูง คือ *Alternaria* sp. *Curvularia* sp. *Colletotrichum* sp. จึงทำให้ไม่ทราบถึงชนิดของเชื้อสาเหตุของโรคใบจุดกลมสีน้ำตาล และWuttiwat *et al.* (2021) ได้ศึกษาการจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลของพะยูง ด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล พบว่า เชื้อสาเหตุโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลของพะยูง คือ *Alternaria alternata, Colletotrichum siamense* และ *Curvularia aeria*

โรคราสนิม (rust) พบลักษณะอาการใบมีแผลเป็นจุดนูนเล็กสีเหลือง เมื่อแผลแตกจะเห็นกลุ่มของสปอร์เป็นผงสีเหลืองกระจายทั่วผิวใบ บริเวณที่เกิดส่วนใหญ่จะเริ่มเกิดบริเวณใต้ใบอ่อนก่อน จนกระจายทั่วทั้งใบ และสามารถเกิดที่ก้านใบ ยอดอ่อนและกิ่งอ่อนอีกด้วย เมื่อมีอาการรุนแรงส่งผลให้ใบม้วนงอ แห้ง ร่วง กิ่งก้านแห้งหัก ส่งผลต่อการเจริญของกล้าไม้และอาจตายได้ พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม 100 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ในเดือน มิถุนายน 68.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อสาเหตุโรคพบลักษณะของสปอร์มีรูปร่างค่อนข้างกลม มีสีเหลืองสด สปอร์มี 1 เซลล์ จากลักษณะสัณฐานวิทยาพบเชื้อราสาเหตุของโรค คือ *Maravalia pterocarpi* สอดคล้องกับ กฤษณา (2541) และจันจิรา และคณะ (2552) ที่ได้ศึกษาพบโรคราสนิมที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Maravalia pterocarpi* (Figure 2)

โรคใบจุดนูนดำ (black spot/ tar spot) พบลักษณะอาการใบมีแผลจุดนูนสีดำ กระจายอยู่ทั่วผิวใบ รอยแผลมีลักษณะด้านหรือมันวาว ด้านหลังใบพบรอยช้ำสีน้ำตาล และยังสามารถเกิดที่ก้านใบ กิ่งอ่อนได้ ถ้ามีอาการรุนแรงมาก จะทำให้ใบแห้ง ส่งผลต่อการเจริญของกล้าพะยูง พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม ที่ 93.33 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด ในเดือน กันยายน 73.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อสาเหตุโรค โดยนำใบที่เป็นโรคใบจุดนูนดำ ตัดตามขวาง (cross section) ตรงเนื้อเยื่อบริเวณแผล และตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบโครงสร้างที่ให้กำเนิดสปอร์ของเชื้อรา เรียกว่า Perithecium ฝังอยู่ในเนื้อเยื่อบนผิวใบพะยูง ภายใน Perithecium พบ Ascospore ที่บรรจุอยู่ใน ascus จำนวนมาก พบเชื้อสาเหตุของโรค คือ *Phyllachora pterocarpi* (Figure 3) ซึ่งสอดคล้องการศึกษาของจันจิรา และคณะ (2552) พบสาเหตุของโรคใบจุดนูนดำเกิดจากเชื้อราในกลุ่ม Ascomycetes และการศึกษาของวรัญญู และนิวัฒ (2559) ที่พบว่าโรคใบจุดนูนดำเกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Phyllachora pterocarpi*

โรคใบจุดกลมสีน้ำตาล โรคราสนิมและโรคใบจุดนูนดำ พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม เนื่องจากโรงเรือนเพาะชำมีกล้าไม้หลายชนิดและมีจำนวนมาก เป็นเดือนที่รอการแจกกล้าให้กับประชาชน ซึ่งศูนย์มีกำหนดการกล้าไม้ให้กับประชาชนในช่วงเดือน กรกฎาคม - กันยายน ซึ่งทำให้กล้าไม้มีความหนาแน่น ส่งผลให้อากาศไม่ถ่ายเท จึงเป็นแหล่งสะสมเชื้อสาเหตุโรค และพบการแพร่ระบาดของแมลงจำพวกปากดูดที่บริเวณใบเป็นจำนวนมาก แมลงจำพวกปากดูดจะเข้าทำลายบริเวณใบอ่อนของกล้าพะยูง และแมลงเป็นตัวนำสปอร์ไปยังกล้าพะยูงต้นอื่น ๆ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคได้

Table 1 Disease incidence percentage of seedling diseases of Siamese rosewood

Disease	Month/Disease incidence (%)				
	May	Jun	Aug	Sep	Mean
Brown circular leaf spot	99.58	96.67	75	63.33	83.65
Rust	100	68.33	85	85	84.58
Black spot/Tar spot	93.33	83.33	83.33	73.33	83.33

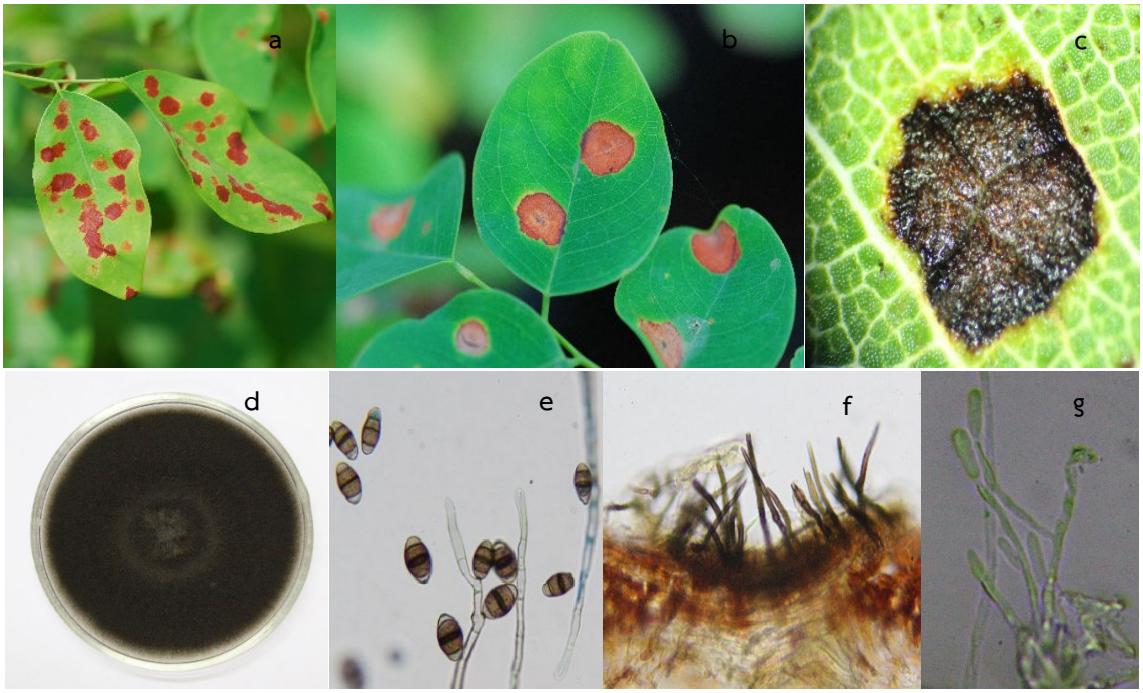


Figure 1 Brown circular leaf spot disease: (a,b and c) symptoms of brown circular leaf spot (d) colony of *Curvularia* sp. grown on PDA (e) conidia of *Curvularia* sp. (f) setae of *Colletotrichum* sp. (g) conidia of *Colletotrichum* sp.

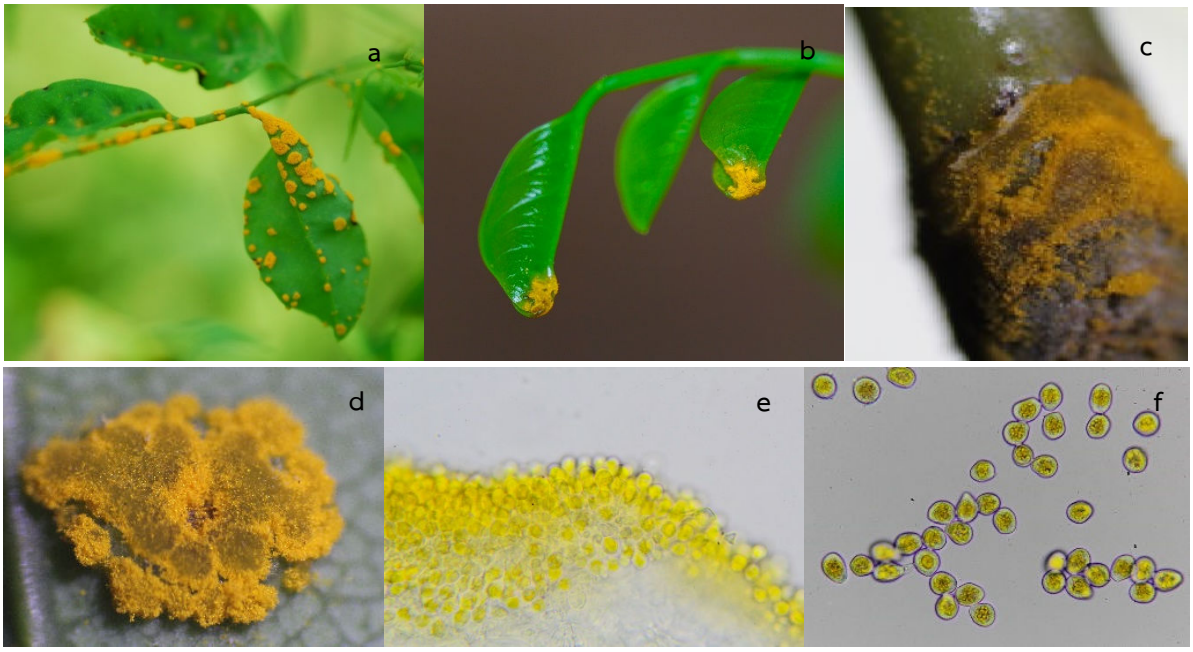


Figure 2 Rust disease: (a and b) rust symptom on leaf (c) uredinium on stem (d and e) uredinium on leaf (f) urediniospores of rust

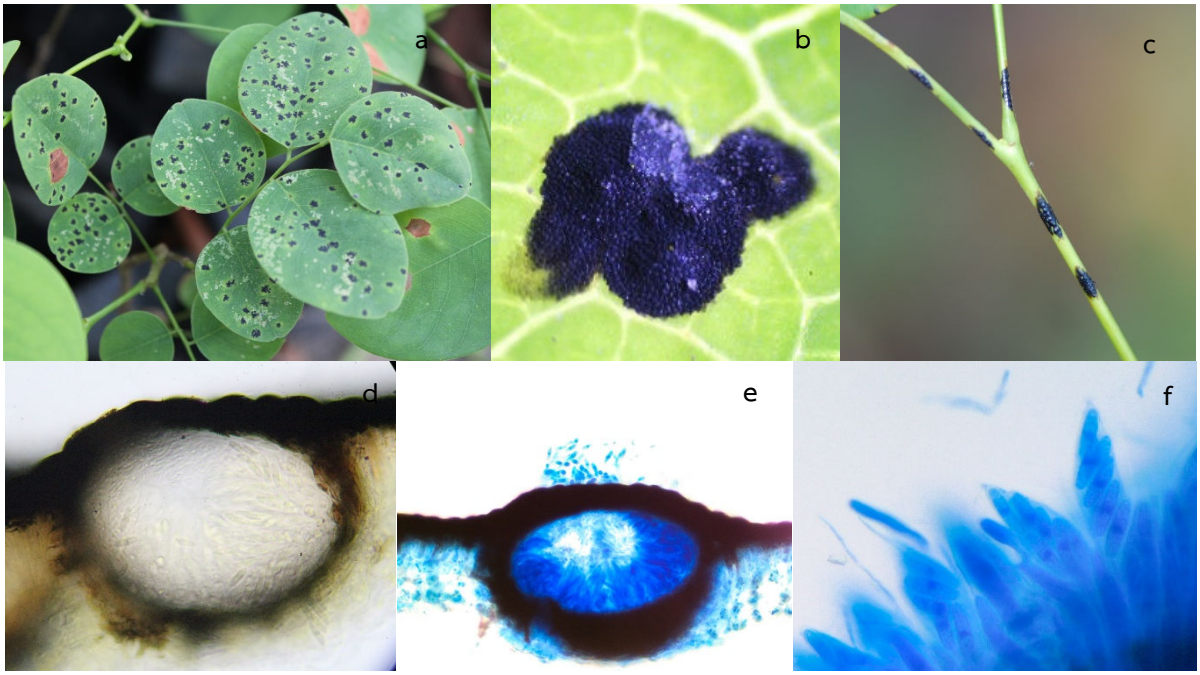


Figure 3 Black spot/Tar spot disease: (a and b) symptom on leaf (c) symptom on stem (d and e) cross section of Perithecium (f) ascus with ascospores

2. ทดสอบการควบคุมโรคของกล้าพะยูงโดยใช้สารเคมีกำจัดโรคพืช

จากการศึกษาการควบคุมโรคของกล้าพะยูงโดยใช้สารเคมีกำจัดโรคพืช 3 ชนิด คือ สารอีพอกซีโคนาโซล (Epoxiconazole 12.5% SC) สารไดฟีโนโคนาซอล (Difenoconazole 25% EC) และสารแมนโคเซบ (Mancozeb 80% WP) (Table 2) พบว่าสารไดฟีโนโคนาซอลสามารถป้องกันกำจัดโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงเฉลี่ยของโรคน้อยที่สุด ที่ 35.18 เปอร์เซ็นต์ สารอีพอกซีโคนาโซลและสารแมนโคเซบ สามารถป้องกันกำจัดโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลเฉลี่ยที่ 39.90 และ 39.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกล้าพะยูงที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยสารเคมี ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคใบจุดกลมสีน้ำตาลเฉลี่ยที่ 47.02 เปอร์เซ็นต์ สารไดฟีโนโคนาซอลสามารถป้องกันกำจัดโรคราสนิมได้ที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคราสนิมเฉลี่ยที่ 23.57 เปอร์เซ็นต์ และสามารถป้องกันกำจัดโรคราสนิมได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารอีพอกซีโคนาโซลโดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคราสนิมเฉลี่ยที่ 24.39 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกล้าพะยูงที่ฉีดพ่นด้วยสารแมนโคเซบ มีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคราสนิมเฉลี่ยที่ 31.04 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกล้าพะยูงที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยสารเคมี ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคราสนิมเฉลี่ยที่ 43.33 เปอร์เซ็นต์ และสารไดฟีโนโคนาซอลสามารถป้องกันกำจัดโรคใบจุดนูนดำได้ดีที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคใบจุดนูนดำเฉลี่ยน้อยที่สุด ที่ 12.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลการควบคุมกำจัดโรคใบจุดนูนดำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารอีพอกซีโคนาโซล โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคใบจุดนูนดำเฉลี่ย 12.70 เปอร์เซ็นต์ แต่ให้ผลการควบคุมโรคใบจุดนูนดำหลังฉีดพ่นด้วยสารแมนโคเซบที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคใบจุดนูนดำเฉลี่ย 26.97 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกล้าพะยูงที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยสารเคมี ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคใบจุดนูนดำเฉลี่ยที่ 38.13 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาของ กฤษณา (2541) ที่พบว่าสารไดฟีโนโคนาซอลสามารถควบคุมโรคราสนิมและโรคใบจุดนูนดำของพะยูง ซึ่งเกิดจากเชื้อราชั้นสูง (Ascomycetes) ได้ดีที่สุด ยังสามารถควบคุมโรคใบจุดนูนดำของกล้าสาธร ที่เกิดจากเชื้อราในกลุ่ม Ascomycetes เช่นเดียวกับโรคใบจุดนูนดำของกล้าพะยูงได้ดี

(วินันท์ดา และจันจิรา, 2547) อภาพร และศุภลักษ์ (2566) พบว่าสารไดฟีโนโคนาซอลสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Phomopsis* sp. เชื้อสาเหตุโรคเมล็ดเน่าโฟมอปซิสในถั่วเหลืองบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ สารแมนโคเซบสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* สาเหตุโรคแอนแทรคโนส บนลำต้นและผลแก้วมังกรบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (พิกุล และอัจฉรา, 2558) แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคพะยูงให้หมดไปจากพื้นที่เป็นไปได้ยาก เนื่องจากบริเวณที่ทำการศึกษามีการเพาะชำกล้าไม้พะยูงและกล้าไม้อื่นเป็นจำนวนมาก จึงเป็นแหล่งอาศัยของเชื้อสาเหตุโรค และสามารถแพร่ระบาดของเชื้อได้โดยธรรมชาติ โดยเชื้อสาเหตุโรค ส่วนใหญ่จะแพร่กระจายโดยลม น้ำ แมลง คน เครื่องมือทางการเกษตรและส่วนขยายพันธุ์ของพืช เมล็ดพันธุ์ (พัชรวิภา และคณะ, 2561)

Table 2 Result for chemical control of seedling diseases of Siamese rosewood

Chemical	Disease severity (%)		
	Brown circular leaf spot[1/]	Rust[1/]	Black spot/Tar spot[1/]
Control	47.02[a]	43.33[a]	38.13[a]
Epoxiconazole	39.90[b]	24.39[c]	12.70[c]
Difenoconazole	35.18[c]	23.57[c]	12.56[c]
Mancozeb	39.89[b]	31.04[b]	26.97[b]

Remarks: [1/] In each column, Means followed by same letter are not significantly different at 95% confidence level by DMRT

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าสารเคมีทั้ง 3 ชนิดสามารถป้องกันกำจัดโรคพืชได้แตกต่างกัน เนื่องจากสารเคมีแต่ละชนิดมีกลไกการยับยั้งหรือกำจัดโรคพืชที่แตกต่างกัน สารไดฟีโนโคนาซอลและสารอีพอกซีโคนาโซล เป็นสารชนิดดูดซึมในกลุ่ม triazoles ที่มีกลไกที่มีผลต่อการสังเคราะห์สเตอรอลในเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อรา และสารแมนโคเซบเป็นสารชนิดสัมผัส เมื่อฉีดพ่นลงบนต้นพืชจะปกคลุมผิวภายนอกพืชเท่านั้น จะกำจัดเชื้อที่อยู่บนผิวนอก เป็นสารในกลุ่ม dithio - carbamates and relatives ที่มีกลไกป้องกันกำจัดเชื้อราได้หลายแบบหรือหลายตำแหน่ง (multi-site contact activity) (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2561) และสารเคมีทั้ง 3 ชนิดสามารถควบคุมการเกิดโรคของกล้าพะยูงได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้าพะยูงที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยสารเคมี โดยทั่วไปคำแนะนำการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคพืชควรใช้สารเคมีในกลุ่มสัมผัสสลับกับสารเคมีชนิดดูดซึม เพื่อลดความต้านทานสารเคมีของเชื้อสาเหตุโรค และแนวทางการในการควบคุมโรคในกล้าพะยูงโดยใช้สารเคมีในอัตราตามคำแนะนำอย่างเดียวไม่สามารถควบคุมโรคได้สมบูรณ์ ควรใช้วิธีการควบคุมด้วยวิธีการอื่นควบคู่กัน เช่น การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมต่อการเกิดโรค โดยการลดความชื้นในแปลงเพาะชำกล้าไม้ การกำจัดเศษซากพืชที่เป็นโรคและวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยของเชื้อสาเหตุโรค และก่อนการเพาะกล้าควรกำจัดเชื้อในดินด้วยแสงแดด (ชลิดา, 2554)

สรุป

โรคที่เกิดในกล้าพะยูงอายุ 4 เดือน ณ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 3 (กำแพงเพชร) จังหวัดกำแพงเพชร พบว่าส่วนใหญ่เป็นโรคพืชที่เกิดจากเชื้อราที่เกิดที่ใบ ยอดอ่อน ก้านใบ ที่สำคัญ จำนวน 3 โรค คือ โรคใบจุดกลมสีน้ำตาล (brown circular leaf spot) โรคราสนิม (rust) และโรคใบจุดนูนดำ (black spot / tar spot) โดยความรุนแรงของแต่ละโรคแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อโรค เช่น สภาพแวดล้อมในการเพาะกล้ามีความชื้นสูง อากาศภายในโรงเรือนไม่ถ่ายเท กล้าถูกวางไว้กับพื้นดินที่มีความชื้นสูง พบชิ้นส่วนของพะยูงที่เป็นโรคอยู่บริเวณที่เพาะกล้า เป็นต้น และการควบคุมโรคกล้าไม้พะยูงโดยใช้สารเคมี พบว่า สารไดฟีโนโคนาซอลสามารถป้องกันกำจัดโรคใบจุดกลมสีน้ำตาล โรคราสนิม และโรคใบจุดนูนดำในกล้าพะยูงได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นสารอีพอกซีโคนาโซล และ

สารแมนโคเซบ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคพะยูงให้หมดไปจากพื้นที่เป็นไปได้ยาก เนื่องจากบริเวณที่ทำการศึกษามีการเพาะชำกล้าไม้พะยูงและกล้าไม้อื่นเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของเชื้อสาเหตุโรค และการควบคุมโรคกล้าพะยูงให้มีประสิทธิภาพที่สุด จำเป็นต้องใช้วิธีการผสมผสาน เช่น ทำความสะอาดแปลง กำจัดใบพะยูงที่เป็นโรคหรือชิ้นส่วนของพะยูงที่เป็นโรค จัดการเรือนเพาะชำให้โปร่ง การวางกล้าไม้ไม่ควรแน่นเกินไป ลดความชื้น มีการระบายอากาศที่ดีในเรือนเพาะชำ ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีในการควบคุมโรคพะยูง ควรใช้ด้วยวิธีการที่ถูกวิธี โดยผสมสารเคมีด้วยอัตราที่ถูกต้อง พ่นตามจำนวนครั้งและระยะเวลาตามอัตราแนะนำที่กำหนดของสารเคมี เลือกใช้ชนิดสารเคมีให้ถูกกับชนิดเชื้อสาเหตุโรคพืช และไม่ควรใช้สารกลุ่มเดียวหรือประเภทเดียวกันซ้ำเป็นระยะเวลานาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 3 (กำแพงเพชร) สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และสนับสนุนต้นกล้าพะยูงในการศึกษา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายกีฏวิทยาและจุลชีววิทยาป่าไม้ ส่วนวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ทุกท่าน ที่ช่วยเก็บข้อมูลและให้คำแนะนำในการศึกษาครั้งนี้ให้สำเร็จด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษณา พงษ์พานิช. 2541. การควบคุมโรคของกล้าไม้ประดู่และพะยูงโดยใช้สารเคมี. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 4. กรมป่าไม้**, กรุงเทพฯ.

กฤษณา พงษ์พานิช, อนิวรรต เฉลิมพงษ์ และ ธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. 2530. โรคของกล้าไม้ในเรือนเพาะชำสะแกราช. *ใน* **รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 4**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

จันจิรา อายะวงศ์, กฤษณา พงษ์พานิช, วินันท์ดา หิมะมาน และ กิตติมา ด้วงแค. 2552. **โรคของกล้าไม้ป่าในเรือนเพาะชำ**. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ชลิดา เล็กสมบูรณ์. 2554. **โรคพืชและการวินิจฉัย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชรวิภา ใจจักรคำ, อนงค์นุช สาสนรักกิจ, วีระณีย์ ทองศรี, สุพจน์ กาเซ็ม, ธิดา เดชฮวบ, ปัฐวิภา สงกุมาร, บัญชา ชิณศรี, วันวิสา ศิริวรรณ์, สวิตา สุวรรณรัตน์, อรอุมา เพียซ้าย, เนตรนภิส เขียวขำ และ ติยากร ฉัตรนภารัตน์. 2561. **หลักการควบคุมโรคพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

พิกุล นุชนวลรัตน์ และ อัจฉรา บุญโรจน์. 2558. ผลของสารเคมีProchloraz, Benomyl, Carbendazim, Azoxystrobin, Mancozeb และ Copper oxychloride ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของแก้วมังกร. **วารสารวิจัยรำไพพรรณี** 9 (2): 15-20.

วินันท์ดา หิมะมาน และ จันจิรา อายะวงศ์. 2547. การควบคุมโรคของกล้าไม้สาธรโดยใช้สารเคมี เชื้อรา, น.24. *ใน* **บทคัดย่อและผลงานวิจัย ปี พ.ศ. 2528 - 2548 งานจุลชีววิทยาป่าไม้.** สำนักการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

วรัญญู ชัยรพ และ นิวัฒ เสนาะเนือง. 2559**.** โรคของกล้าไม้พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre ex Laness) และเชื้อราที่เกี่ยวข้องกับโรคใบจุดกลมสีน้ำตาล. **แก่นเกษตร** 44 ฉบับพิเศษ 1 (2559): 976-982.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2561. **ความรู้สำหรับผู้ควบคุมการขายวัตถุอันตรายทางการเกษตร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท นิวธรรมดา การพิมพ์ (ประเทศไทย) จำกัด.

สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้. 2564. **ระบบบันทึกการจ่ายกล้าไม้ประจำวัน**. แหล่งที่มา: http://fp.forest.go.th/rfd_app/rfd_nursery/app/main_daily_executive.php?p_direct_status=RFD-NURSERYEXECUTIVE-2023Thu06, 21 มิถุนายน 2566.

อภาพร โพธิยอด และ ศุภลักษ์. 2566. ประสิทธิภาพของสารกำจัดเชื้อราในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Phomopsis* sp. สาเหตุโรคเมล็ดเน่าโฟมอปซิสในถั่วเหลือง. **แก่นเกษตร** 51 (ฉบับเพิ่มเติม 1) : 663-667.

Rai, V.R. and Mamatha, T. 2005. Seedling diseases of some important forest tree species and their management**.** pp. 51 – 63. *In* **Diseases and Insects in Forest Nurseries. Proceedings of the 5th Meeting of IUFRO Working Party S7.03.04**. May 6-8 2003. at Peechi, Kerala, India.

Wuttiwat, J., Chairop, W. and Sanoamuang, N. 2021. Molecular identification of fungal species causing brown circular leaf spot disease in seedlings of Siamese Rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre ex Laness). **Science & Technology Asia** 26(3): 156-166.

ความหลากหลายและพฤติกรรมของแมลงผสมเกสรดอกพะยูงในสวนป่า
Species Diversity and Behavior of Insect Pollinators of Siamese Rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) in Plantations

วีรณา สมพีร์วงศ์[1] **ประสิทธิ์ วงษ์พรม**[2*], จิดาภา แสงสุริยา[1] ชลดา พรจ่าย[1] และสนั่น หมัดสะ[1]
Weerana Sompeewong[1], **Prasit Wongprom**[2*], Jidapa Sangsuriya[1], Chonlada Pornjai[1] and Sanan Madsa[1]
[1]ส่วนวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest Biodiversity Division, Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
[2]ศูนย์ธรรมชาติศึกษาไทย 12/1 อำเภอแกลง จังหวัดระยอง 22160
[2]Thai Nature Education Center 12/1 M.2 Klaeng Rayong Thailand, 22160
*Corresponding Author; E-mail: **fbdentom@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของแมลงผสมเกสรในแปลงปลูกพะยูงของสถานีวนวัฒนวิจัยดงลานและสถานีวนวัฒนวิจัยกาฬสินธุ์ โดยใช้กับดักมุ้ง พบแมลงผสมเกสรทั้งหมด 65 ชนิด 52 สกุล 19 วงศ์ 5 อันดับ จาก 593 ตัวอย่าง อันดับที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดคือ Lepidoptera จำนวน 29 ชนิด รองลงมาคือ อันดับ Hymenoptera พบ 25 ชนิด และ อันดับ Diptera, Coleoptera และ Hemiptera ตามลำดับ ความชุกชุมของแมลงผสมเกสร พบอันดับ Hymenoptera มีความชุกชุมมากที่สุด ร้อยละ 61.89 วงศ์ที่พบชุกชุมมากที่สุด คือ วงศ์ Apidae พบร้อยละ 49.41 ของแมลงที่พบทั้งหมด และพบผึ้งมิ้ม (*Apis florea*) มากที่สุด รองลงมาคือ ผึ้งท้องแถบฟ้า (*Amegilla cingulata*) และชันโรง (*Tetragonilla collina*) ตามลำดับ เปรียบเทียบแมลงผสมเกสรดอกพะยูง พื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยดงลาน จ.ขอนแก่น พบจำนวน 64 ชนิด 52 สกุล 19 วงศ์ 5 อันดับ มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 3.58 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ เท่ากับ 0.56 และสถานีวนวัฒนวิจัยกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์ พบจำนวน 44 ชนิด 35 สกุล 15 วงศ์ 5 อันดับ มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 3.26 มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.59 และค่าความหลากชนิดและความชุกชุมของทั้งสองพื้นที่ไม่แตกต่างกัน การศึกษาพฤติกรรมของแมลงผสมเกสรดอกพะยูง พบว่าจำนวนชนิดและความชุกชุมของแมลงที่เข้าตอมดอกมากที่สุด คือ อันดับ Hymenoptera จำนวน 13 ชนิด 716 ตัว คิดเป็นร้อยละ 94.33 ของแมลงที่พบทั้งหมด โดยมีผึ้งมิ้ม (*Apis florea*) ลงตอมดอกพะยูงบ่อยครั้งมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 59.42 รองลงมาคือ ผึ้งโพรง (*Apis cerana*) ร้อยละ 25.30 ช่วงเวลาที่มีแมลงเข้าตอมดอกหลากชนิดมากที่สุด คือ ช่วงเวลา 07.00 น. ถึง 08.00 น. และเวลา 10.00 น. ถึง 11.00 น. และช่วงเวลาที่มีจำนวนแมลงเข้าตอมดอกมากที่สุด คือ ช่วงเวลา 07.00 ถึง 08.00 น. รองลงมาคือ เวลา 10.00 น. ถึง 1100 น. และช่วงเวลา 15.00 น. ถึง 16.00 น. ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความหลากหลาย แมลงผสมเกสร พะยูง

ABSTRACT

The study on species diversity of insect pollinators of Siamese Rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) Plantations at Dong Lan Silvicultural Research Station, Khon Kaen province and Kalasin Silvicultural Research Station, Kalasin province using malaise traps. The results of the research showed that of insect pollinators. In total, 65 species, 52 genus, 19 families, 5 orders from 593 examples. The highest number of obtained species was in order Lepidoptera (29 species), Hymenoptera (25 species) and order Diptera, Coleoptera, Hemiptera, respectively. The highest abundance of insect pollinators that order Hymenoptera (61.89%), The highest families abundant on Apidae (49.41%) and the highest species on *Apis florea* and following by *Amegilla cingulate* and *Tetragonilla collina*, respectively. Comparative of insect pollinators in *Dalbergia*

cochinchinensis Pierre Plantations at Donglan Silvicultural Research Station found 64 species, 52 genus, 19 families, 5 orders. Diversity index (H’) was 3.58 and pielous’s evenness index (J’) was 0.56. Kalasin Silvicultural Research Station found 44 species, 36 genus, 15 families, 5 orders. Diversity index (H’) was 3.26 and pielous’s evenness index (J’) was 0.59. The research results of species diversity and abundance were found not different in both areas. The study behavior of insect pollinators of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre showed that the highest of species and abundance of individual visitors on the flowers is order Hymenoptera (13 species) 716 pollinators that is 94.33% of all insect pollinators found. The most frequently visitor is *Apis florea* (59.42 %) and followed by *Apis cerana* (25.30 %). The number of species of insect visitors is found during 07:00 - 08.00 a.m. The highest visitation of all pollinators is found during 07:00 - 08.00 a.m. followed by 10:00 - 11.00 a.m. and 03:00 - 04.00 p.m., respectively.

Keywords: Diversity, Insect pollinator, Siamese Rosewood, *Dalbergia cochinchinensis* Pierre

คำนำ

พะยูงเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีลวดลายและสีสันสวยงาม มีความทนทานมาก และเป็นที่ต้องการของตลาดไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่มีราคาสูง มีการลักลอบตัดในป่าธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง ทำให้พะยูงที่มีลักษณะดีในป่าธรรมชาติสูญหายไปอย่างรวดเร็ว จึงทำให้พะยูงถูกจัดเป็นชนิดพันธุ์ที่อยู่ในระดับใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (CR: Critically Endangered) ของสหภาพเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ ค.ศ. 2022 (The IUCN Red list of threatened species 2022) และจัดเป็นไม้หวงห้ามประเภท ก ไม้หวงห้ามธรรมดา เช่นเดียวกับสักและยาง ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดไม้หวงห้าม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2565 เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตที่ได้จากไม้พะยูงและลดผลกระทบที่เกิดจากการลักลอบตัดไม้พะยูงในป่าธรรมชาติ จึงควรสนับสนุนให้ปลูกไม้พะยูงในรูปแบบสวนป่าให้มากขึ้น การสนับสนุนให้ปลูกไม้พะยูงในรูปแบบสวนป่านั้นควรศึกษาข้อมูลปัจจัยพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ไม้พะยูงและเพิ่มผลผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้พะยูง ซึ่งการศึกษาในเรื่องแมลงผสมเกสรของพะยูงเป็นข้อมูลสำคัญด้านหนึ่ง เนื่องจากดอกพะยูงที่เป็นดอกสมบูรณ์เพศสามารถผสมเองในดอกได้ แต่ยังให้ผลผลิตน้อย หากมีการผสมข้ามระหว่างดอกอื่น ๆ โดยอาศัยแมลงนำพาละอองเกสรตัวผู้มาสัมผัสติดกับยอดเกสรตัวเมียอาจทำให้การติดฝักของพะยูงให้ผลผลิตที่ดีขึ้น แมลงจัดได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่ช่วยผสมเกสรพืชดอกมากที่สุด เนื่องจากแมลงจะอาศัยอาหารที่ได้มาจากเรณูของดอกไม้เป็นแหล่งที่ให้โปรตีนและอาศัยน้ำหวานเป็นอาหารที่ให้พลังงาน โดยเฉพาะแมลงในอันดับ Hymenoptera วงศ์ใหญ่ Apoidea ได้แก่ ผึ้ง ชันโรง และแมลงภู่ เป็นต้น แมลงเหล่านี้เป็นแมลงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยผสมเกสรให้กับพืชป่าและพืชเศรษฐกิจ (ไชยา, 2549) อีกทั้งประสิทธิภาพในการช่วยผสมเกสรโดยแมลงจะเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์พืช

ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความหลากหลายและพฤติกรรมของแมลงผสมเกสรพะยูงในสวนป่า เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างความรู้ความเข้าใจเรื่องแมลงผสมเกสรในต้นพะยูง เพื่อใช้ข้อมูลเป็นแนวทางในการปลูกและดูแลรักษาต้นพะยูงให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นข้อมูลในการสนับสนุนการส่งเสริมให้ปลูกไม้พะยูงในรูปแบบสวนป่า นำไปสู่การเพิ่มผลผลิต อีกทั้งยังเป็นการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากชนิดพันธุ์หายากและใกล้สูญพันธุ์ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจให้เกิดความยั่งยืนและเป็นข้อมูลที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ของแมลงผสมเกสรต่อการติดฝักของพะยูง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาความหลากหลายของแมลงผสมเกสรในแปลงปลูกพะยูง

ในแปลงปลูกพะยูงของสถานีวนวัฒนวิจัยดงลาน ตำบลนาหนองทุ่ม อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2542 อายุ 24 ปี โดยมีระยะปลูก 3x6 เมตร เนื้อที่ 35 ไร่ จำนวนต้นพะยูง 3,080 ต้น และสถานีวนวัฒนวิจัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2510 อายุประมาณ 56 ปี โดยมีระยะปลูก 8×8 เมตร เนื้อที่ 90 ไร่ จำนวนต้นพะยูง 750 ต้น คัดเลือกพื้นที่สำหรับตั้งกับดัก จำนวน 4 จุดสำรวจ ใช้กับดักมุ้งสำหรับการเก็บตัวอย่างแมลงบินที่มีขนาดเล็กถึงเล็กมาก ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างแมลงในแอลกอฮอล์ 70% เพื่อนำไปคัดแยกในห้องปฏิบัติการ

การจัดจำแนกแมลงและการวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธาน โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากชนิดของแมลงผสมเกสร (species diversity index) โดยใช้สมการของแชนนอน – ไวเนอร์ (Shannon – Wiener index) วิเคราะห์ค่าดัชนีความมากมาย และค่าความคล้ายคลึง (similarity) (Krebs, 1999)

การศึกษาพฤติกรรมของแมลงผสมเกสรที่เข้าตอมดอกพะยูง

โดยการศึกษาชนิดแมลงที่เข้าตอมดอกพะยูงตั้งแต่เวลา 06.00 น. ถึง 18.00 น. จากต้นพะยูง พื้นที่ละ 3 ต้น สังเกตลักษณะในการเข้าหาดอก ระยะเวลาที่ลงตอมดอกพะยูง พฤติกรรมการเข้าตอมดอก 1) สังเกตการหาอาหารและการเคลื่อนไหวของแมลง พฤติกรรมหลังจากแมลงตอมดอก 2) สังเกตและบันทึกข้อมูลความถี่ของแมลงที่เข้าลงตอมดอกพะยูง โดยเฝ้าสังเกตทุกต้นชั่วโมง เป็นเวลาประมาณ 15 นาที

ผลและวิจารณ์

ความหลากชนิดของแมลงผสมเกสร

พบแมลงผสมเกสรทั้งหมด 65 ชนิด 52 สกุล 19 วงศ์ 5 อันดับ จาก 593 ตัวอย่าง อันดับที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดคือ Lepidoptera จำนวน 29 ชนิด 24 สกุล 6 วงศ์ รองลงมาคือ อันดับ Hymenoptera พบ 25 ชนิด 16 สกุล 4 วงศ์ และ อันดับ Diptera, Coleoptera และ Hemiptera ตามลำดับ ดัง Table 1

Table 1 Number of families, genus, species and individuals of insect visitors of Rosewood in plantations

Order	No. of Family	No. of Genus	No. of Species	Number
Lepidoptera	6	24	29	367
Hymenoptera	5	16	25	175
Diptera	5	8	8	38
Coleoptera	2	2	2	7
Hemiptera	1	1	1	6

ความชุกชุมของแมลงผสมเกสร

พบอันดับ Hymenoptera มีความชุกชุมมากที่สุด ร้อยละ 61.89 วงศ์ที่พบชุกชุมมากที่สุด คือ วงศ์ Apidae พบจำนวน 293 ตัว เท่ากับร้อยละ 49.41 ของแมลงที่พบทั้งหมด และพบผึ้งมิ้ม (*Apis florea*) มากที่สุด รองลงมาคือ ผึ้งท้องแถบฟ้า (*Amegilla cingulata*) และชันโรง (*Tetragonilla collina*) ตามลำดับ อันดับที่ชุกชุมรองลงมาคือ Lepidoptera ร้อยละ 29.51 วงศ์ที่พบชุกชุมมากที่สุด คือ วงศ์ Nymphalidae และวงศ์ Pieridae

ชนิดที่พบชุกชุมมากที่สุด คือ ผีเสื้อหนอนคูณธรรมดา (*Catopsilia pomona pomona*) รองลงมา คือ ผีเสื้อจรกาหนอนยี่โถ (*Euploea core graminifera*) และผีเสื้อหนอนใบกุ่มเส้นดำ (*Appias albina darada*)

ความหลากหลายแมลงผสมเกสรดอกพะยูงในพื้นที่ศึกษา

เปรียบเทียบแมลงผสมเกสรดอกพะยูงพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยดงลาน จังหวัดขอนแก่น พบจำนวน 64 ชนิด 52 สกุล 19 วงศ์ 5 อันดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon Weiner' index เท่ากับ 3.58 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ เท่ากับ 0.56 และสถานีวนวัฒนวิจัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ พบจำนวน 44 ชนิด 35 สกุล 15 วงศ์ 5 อันดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon Weiner' index เท่ากับ 3.26 มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.59 Table 2 ทั้งสองพื้นที่พบว่าแมลงที่มีความหลากชนิดและความชุกชุมเหมือนกัน คือ แมลงในอันดับ Lepidoptera และ Hymenoptera ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงของ Sorensen's Similarity Coefficient เท่ากับ 0.44 ซึ่งมีค่าความแตกต่างกัน 0.56

Table 2 Number of families, genus, species and individuals of insect visitors of Rosewood in plantations at Donglan Silvicultural Research Station, Khon Kaen province and Kalasin Silvicultural Research Station, Kalasin province

Study site	Order	Family	Genus	species	No.	H′	J'
Donglan	5	19	52	64	429	3.581156	0.56
Kalasin	5	15	35	44	330	3.25967	0.59

แมลงผสมเกสรดอกพะยูงที่สำคัญ ได้แก่ 1) แมลงกลุ่มหลักที่ทำหน้าที่ผสมเกสร คือ กลุ่มผึ้ง (Apidae) พบชุกชุมมากที่สุด ผึ้งสกุล *Apis* ที่พบได้แก่ ผึ้งหลวง *(A. dorsata*) ผึ้งโพรง (*A. cerana*) และผึ้งมิ้ม (*A. florea*) ส่วนที่พบรองลงมา ได้แก่ สกุล *Amegilla*, *Tetragonilla*, *Tetragonula*, *Nomia* และ *Ceratina* 2) ผึ้งกลุ่มแมลงภู่พบ 3 ชนิด คือ แมลงภู่เหลืองดำ (*Xylocopa aestuans*), แมลงภู่ดำใหญ่ (*Xylocopa latipes*) และแมลงภู่น้ำตาล (*Xylocopa tranquebarica*) และผึ้งกัดใบวงศ์ Megachilidae จำนวน 2 ชนิด คือ ผึ้งกัดใบท้องน้ำตาล (*Megachile sculpturalis*) และผึ้งกัดใบท้องคาดขาว (*Megachile disjuncta*) ผึ้งกาเหว่า (*Thyreus* sp.) พบลงชุกชุมน้อยและมักพบเข้าเกาะที่ดอกไม่บ่อยมาก 3) กลุ่มต่อและแตน (Vespidae) พบมากที่สุดในสกุล *Vespa* จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ต่อหัวเสือ (*V. affinis*), ต่อหลุม (*V. tropica*) และ *V. velutina* สำหรับ *V. velutina* พบไม่ชุกชุม นอกจากนี้ยังพบแตนในสกุล *Allorhynchium, Delta, Rhynchium, Ropalidia, Polistes* และ *Phimenes* 4) กลุ่มผีเสื้อ (Lepidoptera) พบวงศ์ Nymphalidae และวงศ์ Pieridae ชนิดที่พบชุกชุมมากที่สุด คือ ผีเสื้อหนอนคูณธรรมดา (*Catopsilia pomona pomona*) รองลงมา คือ ผีเสื้อจรกาหนอนยี่โถ (*Euploea core graminifera*) และผีเสื้อหนอนใบกุ่มเส้นดำ (*Appias albina darada*) ผีเสื้อสีตาลจุดตาห้าธรรมดา (*Ypthima baldus baldus*) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบผีเสื้อกลางคืนเลียนแบบผึ้งท้องแถบฟ้า วงศ์ Sesiidae คือ ผีเสื้อเหยี่ยวเลียนผึ้งแถบฟ้า (*Melittia sangaica*) บินลงดอกพะยูงอีกด้วย 5) กลุ่มแมลงวัน (Diptera) พบจำนวน 9 ชนิด 5 วงศ์ วงศ์ที่พบหลากชนิดมากที่สุด คือ แมลงวันดอกไม้ วงศ์ Syrphidae พบ 4 สกุล คือ *Phytomia, Eristalinus, Sphaerophoria* และ *Epistrophe* และในพื้นที่แปลงพะยูงพบสกุล *Bacrtocera* (Tephritidae) ชุกชุมมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบสกุล *Chrysomya* (Calliphoridae), *Tachina* (Tachinidae), *Clephydroneura* (Asilidae) Table 3

สำหรับแมลงในอันดับ Hemiptera และ Coleoptera คาดว่าไม่ได้ทำหน้าที่เป็นแมลงผสมเกสรแต่เข้ามาใช้ประโยชน์จากดอกพะยูงด้วยจุดประสงค์อื่น

Table 3 Insect pollinators' species of Rosewood *Dalbergia cochinchinensis* Pierre at Donglan Silvicultural Research Station, Khon Kaen province and Kalasin Silvicultural Research Station, Kalasin Province

Order	Family	Scientific Name	Thai Name	Donglan	Kalasin
Lepidoptera	Papilionidae	*Graphium agamemnon agamemnon*	ผีเสื้อหนอนจำปีธรรมดา	6	0
Lepidoptera	Papilionidae	*Papilio memnon agenor*	ผีเสื้อหางติ่งหางระเวง	4	1
Lepidoptera	Papilionidae	*Troides aeacus aeacus*	ผีเสื้อถุงทองธรรมดา	7	1
Lepidoptera	Papilionidae	*Papilio demoleus malayanus*	ผีเสื้อหนอนมะนาว	5	3
Lepidoptera	Papilionidae	*Cupha erymanthis erymanthis*	ผีเสื้อลายขี้เมี่ยง	3	0
Lepidoptera	Pieridae	*Appias olferna olferna*	ผีเสื้อหนอนใบกุ่มเส้นดำ	3	5
Lepidoptera	Pieridae	*Appias albina darada*	ผีเสื้อหนอนใบกุ่ม ธรรมดา	4	6
Lepidoptera	Pieridae	*Leptosia nina nina*	ผีเสื้อขาวแคระ	3	2
Lepidoptera	Pieridae	*Hebomoia glaucippe glaucippe*	ผีเสื้อปลายปีกส้มใหญ่	4	0
Lepidoptera	Pieridae	*Pareronia anais anais*	ผีเสื้อฟ้าเมียเลียน ธรรมดา	2	1
Lepidoptera	Pieridae	*Catopsilia pomona pomona*	ผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา	11	4
Lepidoptera	Pieridae	*Eurema hecabe hecabe*	ผีเสื้อเณรธรรมดา	5	2
Lepidoptera	Nymphalidae	*Elymnias hypermnestra tinctoria*	ผีเสื้อหนอนมะพร้าว ธรรมดา	1	1
Lepidoptera	Nymphalidae	*Hypolimnas bolina jacintha*	ผีเสื้อปีกไข่ใหญ่	5	0
Lepidoptera	Nymphalidae	*Hypolimnas misippus*	ผีเสื้อปีกไข่เมียเลียน	0	5
Lepidoptera	Nymphalidae	*Ypthima baldus baldus*	ผีเสื้อสีตาลจุดตาห้า ธรรมดา	4	6
Lepidoptera	Nymphalidae	*Ariadne merione tapestrina*	ผีเสื้อหนอนละหุ่ง ธรรมดา	4	1
Lepidoptera	Nymphalidae	*Danaus chrysippus chrysippus*	ผีเสื้อหนอนใบรัก ธรรมดา	1	1
Lepidoptera	Nymphalidae	*Danaus genutia genutia*	ผีเสื้อหนอนใบรักลายเสือ	3	1
Lepidoptera	Nymphalidae	*Acraea violae*	ผีเสื้อหนอนหนาม กระทกรก	5	0
Lepidoptera	Nymphalidae	*Ideopsis vulgaris macrina*	ผีเสื้อหนอนใบรัก ฟ้าสีคล้ำ	1	5
Lepidoptera	Nymphalidae	*Euploea core graminifera*	ผีเสื้อจรกาหนอนยี่โถ	8	4
Lepidoptera	Lycaenidae	*Cheritra freja evansi*	ผีเสื้อขาวหางริ้ว	3	0
Lepidoptera	Lycaenidae	*Edales pandava pandava*	ผีเสื้อฟ้าหิ่งห้อยสีคล้ำ	6	1
Lepidoptera	Lycaenidae	*Anthene emolus emolus*	ผีเสื้อฟ้าขอบขนธรรมดา	2	3
Lepidoptera	Lycaenidae	*Arhopala centaurus nakula*	ผีเสื้อฟ้าไม้ก่อมดเลี้ยง	1	5
Lepidoptera	Lycaenidae	*Castalius rosimon rosimon*	ผีเสื้อหนอนพุทรา ธรรมดา	1	4

Table 3 (continued).

Order	Family	Scientific Name	Thai Name	Donglan	Kalasin
Lepidoptera	Hesperidae	*Udaspes folus*	ผีเสื้อดำทุ่งหญ้า	3	0
Lepidoptera	Sesiidae	*Melittia sangaica*	ผีเสื้อเหยี่ยวเลียนผึ้งฟ้า	8	0
Hymenoptera	Apidae	*Apis dorsata*	ผึ้งหลวง	3	1
Hymenoptera	Apidae	*Apis cerana*	ผึ้งโพรง	2	1
Hymenoptera	Apidae	*Apis florea*	ผึ้งมิ้ม	11	2
Hymenoptera	Apidae	*Thyreus* sp.	ผึ้งกาเหว่า	21	9
Hymenoptera	Apidae	*Amegilla cingulata*	ผึ้งท้องแถบฟ้า	48	31
Hymenoptera	Apidae	*Tetragonilla collina*	ชันโรงดิน/แมงขี้สูด	5	0
Hymenoptera	Apidae	*Tetragonula laeviceps*	ชันโรงเล็ก	50	0
Hymenoptera	Apidae	*Xylocopa aestuans*	แมลงภู่เหลืองดำ	27	16
Hymenoptera	Apidae	*Xylocopa latipes*	แมลงภู่ดำใหญ่	19	9
Hymenoptera	Apidae	*Xylocopa tranquebarica*	แมลงภู่น้ำตาล	5	2
Hymenoptera	Apidae	*Ceratina hieroglyphica*		3	1
Hymenoptera	Halictidae	*Lasioglossum* spp.		3	0
Hymenoptera	Halictidae	*Homalictus* sp.		23	8
Hymenoptera	Megachilidae	*Megachile sculpturalis*	ผึ้งกัดใบท้องน้ำตาล	4	1
Hymenoptera	Megachilidae	*Megachile disjuncta*	ผึ้งกัดใบท้องคาดขาว	3	0
Hymenoptera	Megachilidae	*Nomia strigata*		3	0
Hymenoptera	Vespidae	*Vespa affinis*	ต่อหัวเสือ	2	0
Hymenoptera	Vespidae	*Vespa tropica*	ต่อหลุม	11	0
Hymenoptera	Vespidae	*Vespa velutina*		7	4
Hymenoptera	Vespidae	*Allorhynchium* sp.	แตนดำ	13	1
Hymenoptera	Vespidae	*Delta pyriforme*		3	0
Hymenoptera	Vespidae	*Rhynchium quinquecinctum*		2	0
Hymenoptera	Vespidae	*Ropalidia sp.*		4	2
Hymenoptera	Vespidae	*Polistes brunus*	แตนปั้นหม้อ	1	1
Hymenoptera	Vespidae	*Phimenes flavopictum*		4	2
Diptera	Syrphidae	*Eristalinus* sp.1	แมลงวันดอกไม้	3	2
Diptera	Syrphidae			1	0
Diptera	Syrphidae			2	0
Diptera	Syrphidae	*Eristalinus* sp.2	แมลงวันดอกไม้	1	1
Diptera	Calliphoridae	*Chrysomya* sp.		1	0
Diptera	Tephritidae	*Bacrtocera* sp.		2	0
Diptera	Tachinidae	*Tachina* sp.		1	1
Diptera	Asilidae	*Clephydroneura* sp.		15	4
Hemiptera	Alydidae	*Riptortus linearis*	มวนถั่วเหลือง	4	2

พฤติกรรมหาอาหารของแมลงตอมดอกพะยูง

จากการศึกษาชนิดแมลงที่เข้าตอมดอกพะยูงตั้งแต่เวลา 06.00 น. ถึง 18.00 น. จากต้นพะยูง พื้นที่ละ 3 ต้น พบแมลงเข้าตอมดอกทั้งหมด 759 ตัว จำแนกเป็น 6 อันดับ 13 วงศ์ 32 ชนิด ไม่สามารถระบุชนิดได้ 3 ชนิด อันดับที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด คือ Hymenoptera จำนวน 13 ชนิด รองลงมาคืออันดับ Lepidoptera จำนวน 11 ชนิด ความชุกชุมของแมลงที่เข้าตอมดอกพบว่าอันดับ Hymenoptera สูงสุด จำนวน 716 ตัว คิดเป็นร้อยละ 94.33 ของแมลงที่พบทั้งหมด และพบว่าผึ้งมิ้ม (*Apis florea*) และผึ้งโพรง (*Apis cerana*) มีความชุกชุมโดดเด่นมากที่สุด พบจำนวน 451 ตัวและ 192 ตัว ตามลำดับ รองลงมาคืออันดับ Lepidoptera จำนวน 24 ตัว คิดเป็นร้อยละ 3.82 ของแมลงที่พบทั้งหมด Figure 1

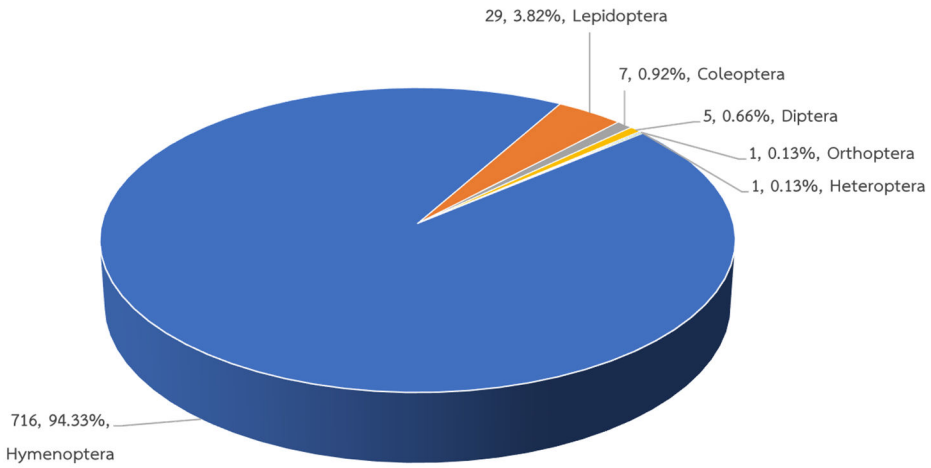


Figure 1 จำนวนและร้อยละของแมลงที่เข้าตอมดอกพะยูงในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยดงลาน จังหวัดขอนแก่น และสถานีวนวัฒนวิจัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์

ลักษณะการเข้าตอมดอกของแมลง

โดยจัดกลุ่มแมลงที่เข้าตอมดอกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มที่เข้าผสมเกสรและมีประสิทธิภาพนำพาเกสร พบอันดับ Hymenoptera จำนวน 13 ชนิด อันดับ Lepidoptera จำนวน 11 ชนิด และอันดับ Diptera จำนวน 2 ชนิด พบว่าผึ้งมิ้มและผึ้งโพรง มีจำนวนและความถี่ในการเข้าตอมดอกมากที่สุด โดยมีอัตราการเข้าตอมดอกเฉลี่ยเท่ากับ คือ 0.442 และ 0.425 ตามลำดับ Table 4

2) กลุ่มแมลงที่เข้ามาเก็บเกสรดอกพะยูงและล่าแมลงอื่นบนดอกพะยูง พบจำนวน 3 ชนิด จัดอยู่ในอันดับ Hymenoptera ได้แก่ ต่อหัวเสือ (*Vespa affinis*) แตนลิ้นหมา (*Ropalidia fasciata*) และแตนดำ (*Ropalidia* sp.)

3) กลุ่มแมลงที่เข้ามาตอมเพื่อกินดอก ซึ่งเป็นการดูดน้ำเลี้ยงหรือกัดกินดอกโดยตรง พบ 3 ชนิด คือ ตั๊กแตนหนวดสั้น มวนแดงฝ้าย (*Dysdercus cingulatus*) และด้วงแตงแดง (*Aulacophora femoralis*)

Table 4 Foraging rate of insect visitors of Rosewood in plantations at Donglan Silvicultural Research Station, Khon Kaen province and Kalasin Silvicultural Research Station, Kalasin Province

Thai Name	การเข้าตอมดอก	การกินอาหาร	การเคลื่อนย้าย	Foraging rate
ผึ้งมิ้ม	ด้านบน	เกสร/น้ำหวาน	ดอกเดิม/ต่างดอกช่อเดิม	0.442
ผึ้งโพรง	ด้านบน	เกสร/น้ำหวาน	ต่างดอกช่อเดิม	0.425
ชันโรงดิน/แมงขี้สูด	ด้านบน	เกสร/น้ำหวาน	ต่างดอกช่อเดิม	0.161
ชันโรงเล็ก	ด้านบน	เกสร/น้ำหวาน	ต่างดอกช่อเดิม	0.120
ชันโรงปลายปีกขาว	ด้านบน	เกสร/น้ำหวาน	ต่างดอกช่อเดิม	0.167
ชันโรง *Ceratina* sp.	ด้านบน	เกสร/น้ำหวาน	ดอกเดิม	0.100
ผึ้งกัดใบท้องน้ำตาล	ด้านหน้า	เกสร/น้ำหวาน	ต่างดอกช่อเดิม	0.100
ผึ้งกัดใบท้องคาดขาว	ด้านบน	เกสร	ต่างดอกช่อใหม่	0.111
มดน้ำผึ้ง	ด้านบน	น้ำหวาน	ดอกเดิม	0.167
แตนลิ้นหมา	ด้านบน	เกสร	ดอกเดิม/ต่างดอกช่อเดิม	0.084
แตนดำ	ด้านหน้า/ด้านบน	เกสร	ดอกเดิม/ต่างดอกช่อเดิม/ช่อใหม่	0.159
แตนปั้นหม้อ	ด้านบน	เกสร	ดอกเดิม	0.067
ต่อหัวเสือ	ด้านหน้า	-	ดอกเดิม	0.050
ผีเสื้อหนอนคูนธรรมดา	ด้านบน	น้ำหวาน	ดอกเดิม/ต่างดอกช่อเดิม	0.100
ผีเสื้อเหลืองกำมะถันธรรมดา	-			0.033
ผีเสื้อหนอนใบกุ่มเส้นดำ	ด้านบน	น้ำหวาน	ดอกเดิม	0.033
ผีเสื้อหนอนกาฝากธรรมดา	ด้านบน	น้ำหวาน	ดอกเดิม	0.033
ผีเสื้อเณรธรรมดา	-			0.033
ผีเสื้อฟ้าขีดหกปีกจาง	ด้านบน	น้ำหวาน	ต่างดอกต่างช่อ	0.067
ผีเสื้อหางติ่งนางละเวง	ด้านบน	น้ำหวาน	ดอกเดิม	0.033

การศึกษาช่วงเวลากลางวันเนื่องจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าดอกพะยูงจะหุบและเหี่ยวลงในช่วงเวลากลางคืน พบว่าช่วงเวลาที่มีแมลงเข้าตอมดอกหลากชนิดมากที่สุด คือ ช่วง 07.00 น. ถึง 08.00 น. และเวลา 10.00 น. ถึง 11.00 น. ดัง Figure 2 และช่วงเวลาที่มีจำนวนแมลงเข้าตอมดอกมากที่สุด คือ ช่วงเวลา 07.00 ถึง 08.00 น. ซึ่งอยู่ในช่วงพร้อมรับการผสมเกสร ประมาณ 05.00 ถึง 11.00 น. (พวงพรรณ และคณะ, 2557) รองลงมา คือ เวลา 10.00 น. ถึง 11.00 น. และช่วง 15.00 น. ถึง 16.00 น. ตามลำดับ ดัง Figure 3

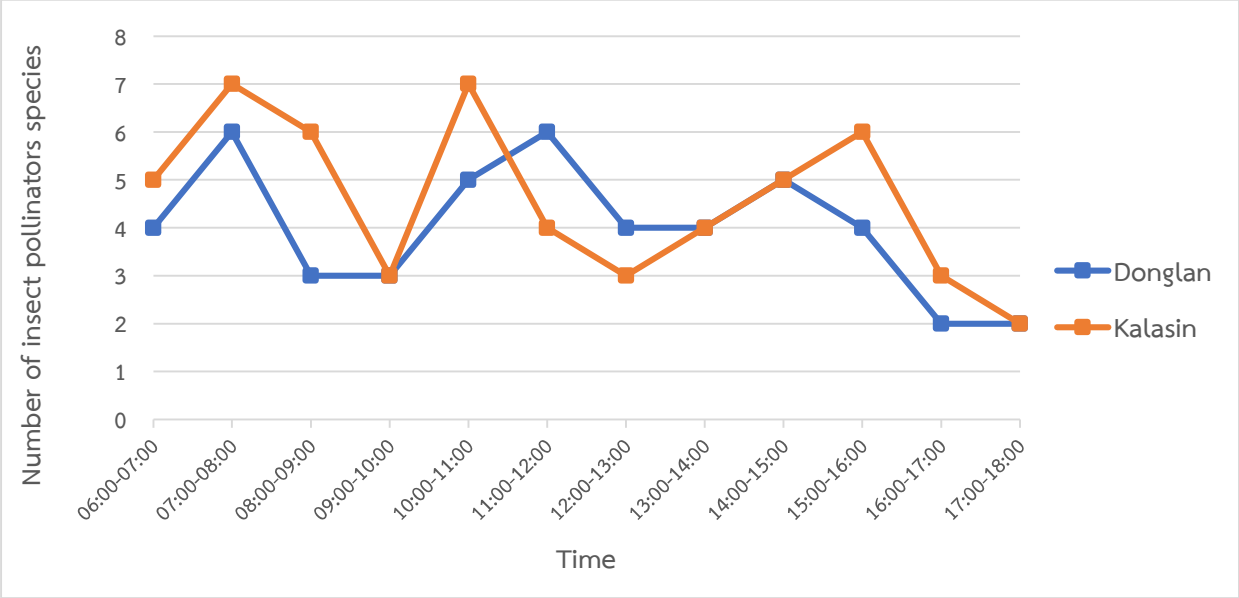


Figure 2 Correlation of insect pollinators’s species with time from the 1st hour (06.00–07.00 a.m.) until the 12th hour (05.00–06.00 p.m.)

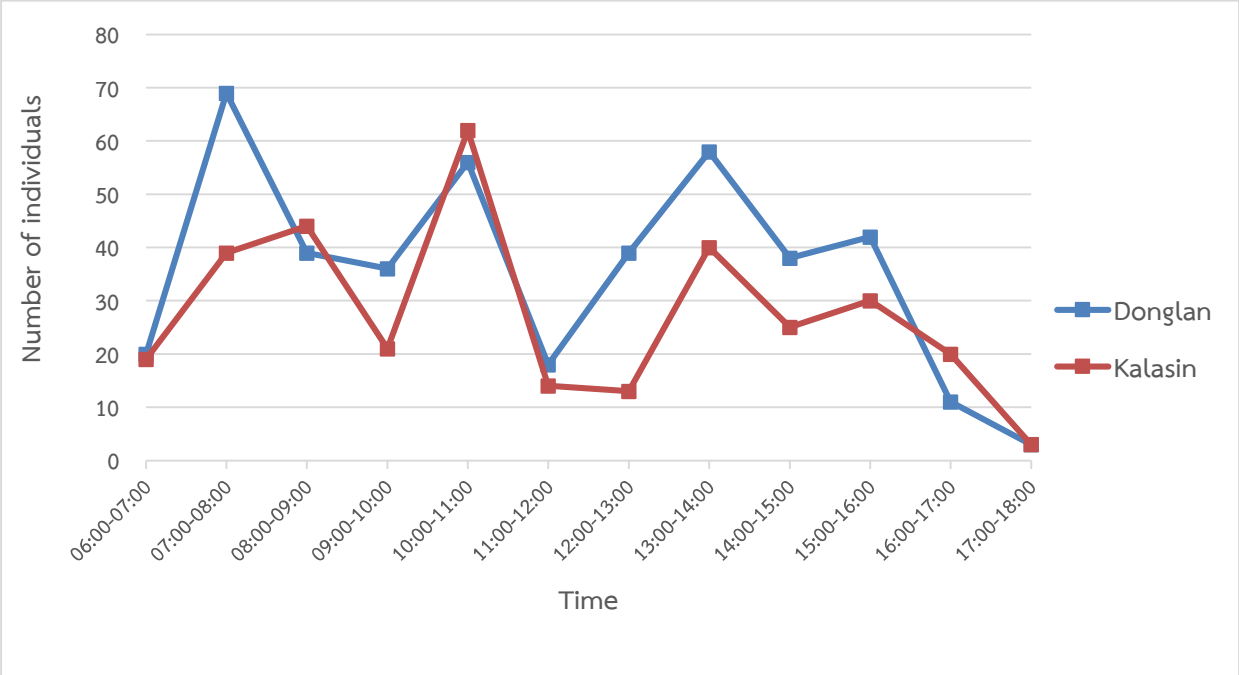


Figure 3 Correlation of insect pollinators with time from the 1st hour (06.00–07.00 a.m.) until the 12th hour (05.00–06.00 p.m.)

สรุป

แมลงผสมเกสรที่พบในสถานีวนวัฒนวิจัยดงลาน จังหวัดขอนแก่น และสถานีวนวัฒนวิจัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ มีจำนวนทั้งหมด 65 ชนิด 52 สกุล 19 วงศ์ 5 อันดับ ทั้งสองพื้นที่พบว่าแมลงมีความหลากชนิดและความชุกชุมเหมือนกัน คือ แมลงในอันดับ Lepidoptera และ Hymenoptera โดยที่สถานีวนวัฒนวิจัยดงลานพบจำนวน 64 ชนิด และสถานีวนวัฒนวิจัยกาฬสินธุ์ พบจำนวน 44 ชนิด ทั้งนี้อาจเกิดจากปัจจัยความหลากหลายของพืชอาหารอื่น ๆ และสภาพภูมิทัศน์ที่แตกต่างกัน ซึ่งในพื้นที่สถานีวนวัฒน์วิจัยดงลานล้อมรอบด้วยสวนป่าและอุทยานแห่งชาติ มีพืชพรรณที่หลากหลายและหนาแน่นกว่า รวมทั้งมีระบบนิเวศที่มีภูเขาล้อมรอบ ส่วนสถานีวนวัฒนวิจัยกาฬสินธุ์ล้อมรอบด้วยทุ่งนา พื้นที่เกษตรกรรมต่าง ๆ รวมทั้งพื้นที่ชุมชน จึงทำให้ความชุกชุมและความหลากชนิดของแมลงแตกต่างกัน และพบว่าความชุกชุมของแมลงที่เข้าตอมดอกพะยูงสูงที่สุด คือ Hymenoptera ร้อยละ 94.33 ของแมลงที่พบทั้งหมด ซึ่งพบเป็นผึ้งมิ้ม (*Apis florea*) และผึ้งโพรง (*Apis cerana*) ร้อยละ 59 และ 25 ตามลำดับ และมีความถี่ในการเข้าตอมดอกมากที่สุด คือ 0.442 และ 0.425 จึงจัดเป็นแมลงที่เข้าผสมเกสรที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด สำหรับช่วงเวลาที่มีแมลงเข้าตอมดอกหลากชนิดมากที่สุด คือ ช่วง 07.00 น. ถึง 08.00 น. และเวลา 10.00 น. ถึง 11.00 น. ช่วงเวลาที่มีจำนวนชนิดของแมลงเข้าตอมดอกมากที่สุด คือ ช่วงเวลา 07.00 ถึง 08.00 น. รองลงมา คือ เวลา 10.00 น. ถึง 11.00 น. ซึ่งอยู่ในช่วงพร้อมรับการผสมเกสรของดอกพะยูง ประมาณ 05.00 ถึง 11.00 น. (พวงพรรณ และคณะ, 2557)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ไชยา อั้ยสูงเนิน. 2549. **การเพาะเลี้ยงผึ้งพันธุ์.** โรงพิมพ์ ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ.

พวงพรรณ ยงรัตนา, สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ, ปทุม บุญนะฤธี, เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ และ ประพันธ์ ผู้กฤติยาคามี. 2557. **ชีววิทยาดอกและชีพลักษณ์ไม้พะยูง.** เอกสารนำเสนอในการจัดแสดงนิทรรศการการประชุมวิชาการป่าไม้ ปี 2557. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

วัฒนชัย ตาเสน, สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ และ เดชา วิวัฒนวิทยา. 2543-2545. บทบาทและพฤติกรรมของแมลงที่สำคัญบางชนิดในการช่วยผสมเกสรดอกสัก. **วารสารวนศาสตร์** 19-21 : 52-64.

วัฒนชัย ตาเสน และ สาวิตรี มาไลยพันธุ์. 2556. ความหลากชนิดของแมลงผสมเกสรในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกันบริเวณจังหวัดเชียงใหม่, น. 347-358. *ใน* **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 2 ความรู้นิเวศวิทยาเพื่อการฟื้นฟู.** เครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

Krebs, C.J. 1999**. Ecological methodology**. Addison-Educational Publishers, California.

อิทธิพลของวัสดุเพาะและวัสดุปลูกที่มีผลต่อเวลางอกและการเจริญเติบโตของสาวสนมดงนาทาม
Effect of Seedling Media and Growing Media on Seed Germination Time and Growth Seedling of *Sonerila dongnathamensis* Suddee, Phutthai & Rueangruea

สุวรรณา ขวาของ[1*] นันท์สินี ปราศภัย [1] วรดลต์ แจ่มจำรูญ[2]
Suwanna Kwakhong[1*], Nansinee Praspai[1], Voradol Chamchumroon[2]
[1]สวนรุกขชาติอุบลวนารมย์ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
[1]Vanarom Aboretum, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900
[2]สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
[2] Forest and Plant Conservation Research Division, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **suwanna_dnp@hotmail.com**

บทคัดย่อ

สาวสนมดงนาทาม เป็นพืชถิ่นเดียวในประเทศไทย และยังคงมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติม เพื่อการอนุรักษ์ในถิ่นกำเนิดและการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิดต่อไป การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาถิ่นที่อยู่อาศัยของต้นสาวสนมดงนาทามและศึกษาอิทธิพลของวัสดุเพาะและวัสดุปลูกต่อเวลาในการงอกและการเจริญเติบโตของพืช โดยเข้าสำรวจในพื้นที่ป่าอนุรักษ์อุทยานแห่งชาติผาแต้ม จัดเก็บเมล็ด และวางแผนการทดลองเพาะเมล็ดแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) ออกแบบวัสดุทดลองและสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับถิ่นอยู่ในธรรมชาติ โดยเลือกใช้วัสดุในท้องตลาดการเกษตรผสมในอัตราส่วน 1:1 จำนวน 7 ชนิด คือ พี้ทมอส (M1) พี้ทมอส:ทราย (M2) พี้ทมอส:หินภูเขาไฟละเอียด (M3) ใบก้ามปู:ทราย (M4) ใบก้ามปู:หินภูเขาไฟละเอียด (M5) ขุยมะพร้าว: ทราย (M6) ขุยมะพร้าว:หินภูเขาไฟละเอียด (M7) บันทึกข้อมูลเวลาที่พืชใช้ในการงอก ความสูงและทรงต้น ผลการศึกษาพบว่า ต้นสาวสนมดงนาทามงอกเร็วที่สุดและรองลงมาในวัสดุต่างๆ ตามลำดับ ได้แก่ วัสดุ M1 และ M4 ใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุดที่ 19.4 วัน รองลงมาได้แก่ วัสดุ M5, M3, M6, M2 โดยใช้เวลาเฉลี่ย 20 วัน,20.4 วัน, 23.8 วัน, 24 วัน ตามลำดับ สำหรับวัสดุ M7 ใช้เวลางอกนานที่สุดเฉลี่ยที่ 29.4 วัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อวัดความสูงต้นในทุกวัสดุเพาะเมื่อพืชอายุ 4 เดือน พบว่า M3 เป็นวัสดุที่พืชมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดที่ 0.6 ซม. รองลงมาได้แก่วัสดุ M1 มีความสูงเฉลี่ยที่ 0.5 ซม. วัสดุ M2 มีความสูงเฉลี่ยที่ 0.4 ซม. วัสดุ M4, M5, M6 มีความสูงเฉลี่ยเท่ากันที่ 0.3 ซม. และวัสดุ M7 เป็นวัสดุที่พืชเติบโตช้าที่สุดมีความสูงเฉลี่ยที่ 0.2 ซม. ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสรุปวัสดุที่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของสาวสนมดงนาทาม 3 ลำดับแรกในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ วัสดุ M3, M1 และ M2 ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการอนุรักษ์พืชชนิดนี้ทั้งในถิ่นกำเนิดและการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิดได้เป็นอย่างดี
คำสำคัญ : พืชหายาก การอนุรักษ์ในถิ่นกำเนิด การอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด

ABSTRACT

Sonerila dongnathamensis Suddee, Phutthai & Rueangr. It's an endemic species in Thailand and the conservation is deficient. More exploration is needed in order to gain more information for conservation. Therefor, the objective of this study was to survey habitat in Pha Taem National Park and determine the effect of seedling media and growing media on seed germination time and growth of *Sonerila dongnathamensis.* The experiment design was a Completely Randomized Design with 7 types of seedling media, growing media and micro climate similar natural habitat in 1:1 ratio. Peat Moss (M1), Peat Moss : Sand (M2), Peat Moss : Pumice (M3), *Sanmanea saman* leaf : Pumice (M4), *Sanmanea saman* leaf : Sand (M5), Coconut coir : Sand

(M6), Coconut coir : Pumice (M7). Result showed that the quickness time for seed germination in M1 and M4 was 19.4 days, while the slowest was found in M7 (29.4 days.) In addition, height of *Sonerila dongnathamensis* of M1 was significantly high compared to other media. The result showed M3, M1, M2 was the three suitable material in this study.

Keywords : Endemic plants, *Sonerila dongnathamensis,* In-situ and Ex-situ conservation

คำนำ

สาวสนมดงนาทาม (*Sonerila dongnathamensis* Suddee, Phutthai & Rueangr.) เป็นพืชถิ่นเดียว ในวงศ์โคลงเคลง Melastomataceae ที่มีการจัดสถานภาพให้เป็นพืชถิ่นเดียวพืชหายากที่ถูกคุกคาม ตามหลักเกณฑ์การจัดสถานภาพของสหภาพนานาชาติเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติและทรัพยากรธรรมชาติ โดยเป็นหนึ่งใน 88 ชนิดที่ได้รับการประเมินสถานภาพถูกคุกคาม (IUCN, 1978; 2006) และยังมีความสำคัญในการเป็นพืชชนิดใหม่ของโลกจากการสำรวจพบครั้งแรกในพื้นที่ป่าดงนาทาม อุทยานแห่งชาติผาแต้ม จังหวัดอุบลราชธานี โดยคณะ ดร.สมราน สุดดี ธรรมรัตน์ ภู่ไทย และสุคิด เรืองเรื่อ เมื่อปี พ.ศ. 2557 และเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในฐานะพืชชนิดใหม่ของโลก ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร Thai Forest Bulletin (Botany) (2014) และยังคงมีข้อมูลไม่เพียงพอในการประเมินแนวทางการอนุรักษ์ ซึ่งมีความจำเป็นและสำคัญในการศึกษาเพิ่มเติม (สมราญ และคณะ, 2547) ซึ่งการเป็นพืชหายากที่ถูกคุกคาม แสดงถึงการมีความสำคัญในการอนุรักษ์ ดูแลความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งในเชิงปริมาณชนิดพันธุ์ และถิ่นอาศัย การศึกษาวิธีการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนด้วยการเพาะเมล็ดในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสม จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการทดลองศึกษา หาวัสดุที่เหมาะสม เพื่อให้พืชงอกและเจริญเติบโตได้ดี สามารถเพิ่มจำนวนให้มีเพิ่มขึ้น สนับสนุนการปลูกฟื้นฟูในถิ่นกำเนิดหรือการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิดเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพให้แก่พืชต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สำรวจ ศึกษาถิ่นที่อยู่อาศัยของต้นสาวสนมดงนาทาม ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ อุทยานแห่งชาติผาแต้ม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี จัดเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความชื้น จัดเก็บฝักและเมล็ดของพืชตัวอย่างจากพื้นที่น้ำตกห้วยพอก ป่าดงนาทาม อุทยานแห่งชาติผาแต้ม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อการศึกษาทดลองต่อไป

2. ศึกษาอิทธิพลของวัสดุเพาะและวัสดุปลูก ที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตทางความสูงและทรงต้น โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) เลือกวัสดุทดลองที่สามารถหาได้ตลาดวัสดุการเกษตร ออกแบบทดลองโดยใช้วัสดุ 7 ชนิด ๆ ละ 5 ซ้ำ อัตราส่วน 1:1 ดังนี้ พีทมอส (M1) พีทมอส: ทราย (M2) พีทมอส : หินภูเขาไฟ (M3) ใบก้ามปู:ทราย (M4) ใบก้ามปู : หินภูเขาไฟ (M5) ขุยมะพร้าว : ทราย(M6) ขุยมะพร้าว : หินภูเขาไฟ (M7) ดูแลสภาพแวดล้อม แสง ความชื้น อุณหภูมิ ให้ใกล้เคียงถิ่นที่อยู่ของพืชในธรรมชาติ ให้ความชื้นในวัสดุเพาะ 75% โรยเมล็ด ให้ความชื้นอีกครั้ง ให้ยาป้องกันเชื้อราแม็คตาแลกซิลในวัสดุทุกชนิดที่ 1 มล. ต่อน้ำ 100 มล. ดูแลอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 25-28 องศาเซลเซียส ให้แสงสว่างส่องถึงรำไรใกล้เคียงกับถิ่นที่อยู่ในธรรมชาติ

3. บันทึกเวลาที่ใช้ในการงอกหลังการเพาะเป็นเวลา 1 เดือน เมื่อต้นกล้าอายุ 4 เดือนบันทึกความสูงและทรงต้นในทุกวัสดุ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ค่าทางสถิติหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการงอกของเมล็ด ความสูง ในทุกวัสดุ และคำนวณหาความมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ $p<0.05$ ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจถิ่นที่อยู่อาศัยของต้นสาวสนมดงนาทาม

จากการสำรวจ ศึกษา พบว่า มีถิ่นที่อยู่อาศัยบริเวณน้ำตกห้วยพอก เสาเฉลียงคู่ และโบกปลาม้า ในพื้นที่ป่าดงนาทามอุทยานแห่งชาติผาแต้ม อ.โขงเจียม จ.อุบลราชธานี (Figure 1) พืชเกิดและอยู่อาศัย ใต้ร่มเงาหินทรายขนาดใหญ่หรือยึดเกาะผิวหน้าผาก้อนหินที่มีรากไม้ยึดเกาะอยู่ร่วมด้วย ที่มีแสงสว่างรำไร มีซากพืชกิ่งไม้ใบไม้ผุและอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งอาหารใช้ในการเติบโต รับความชื้นจากน้ำฝน น้ำซึมน้ำซับไหลผ่านในฤดูฝน พบพืชจำพวกไลเคน มอส และเฟินบางชนิดขึ้นอยู่ใกล้เคียงหรืออยู่ร่วมด้วย สภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัยของพืช มีอุณหภูมิเฉลี่ย 24.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเฉลี่ย ร้อยละ 76 (Table 1) และถิ่นที่ที่อยู่จะขาดความชื้นและแห้งแล้งเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยเป็นพืชขนาดเล็ก สูงไม่เกิน 15 เซนติเมตร ไม่มีลำต้น แตกใบเป็นพุ่ม ลักษณะใบค่อนข้างกลมสีเขียวถึงสีเขียวเข้ม มีขนทั่วต้น ดอกสีม่วง เกสรสีเหลือง น่ารักและสวยงาม ออกดอกช่วงเดือนกันยายน - ตุลาคม ฝักแก่โปรยเมล็ดช่วงเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน และทยอยพักตัวลงหัวไปบนผิวดินหรือก้อนหินที่อาศัยอยู่จนถึงฤดูฝนถัดไป จึงเจริญเติบโตขึ้นใหม่ สำหรับพื้นที่ที่มีความชื้นในดินหรืออากาศมาก จะลงหัวช้ากว่าบริเวณที่แห้งแล้ง ที่หัวของพืชมีใบห่อหุ้มปกป้องตายอดตลอดฤดูที่พักตัว เมล็ดมีขนาดเล็กมากรูปรี ๆ สีน้ำตาล คล้ายฝุ่นหรือสปอร์ของพืชจำพวกเฟิน

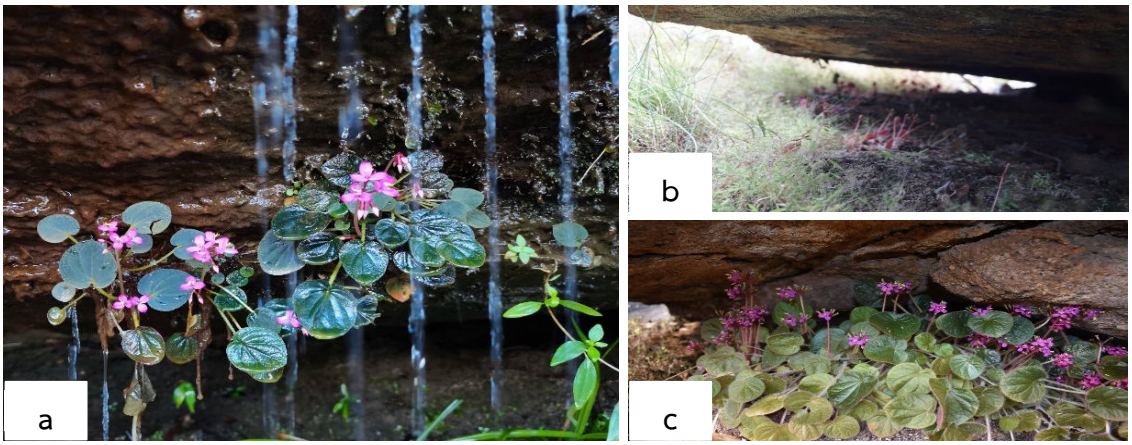


Figure 1 Habitat of *Sonerilla dongnathamensis* at Pha Taem National Park, a : Huay Pok Waterfall, b : Soa Cha Liang Koo, c : Pok Pla Ma

Table 1 Temperature and humidity of the habitat of *Sonerila dongnathamensis* at Huay Pok Waterfall

Climate					
Temperature (C˚)			Humidity (%)		
Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
38.9	18.7	24.10	99.6	51.5	76

2. การศึกษาอิทธิพลของวัสดุเพาะและวัสดุปลูกกับการงอกและการเติบโตของต้นสาวสนมดงนาทาม

ดำเนินการโดยจัดเก็บตัวอย่างเมล็ดพืชจากพื้นที่สำรวจ วางแผนการทดลองเพาะเมล็ดแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) ออกแบบวัสดุทดลองและสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับถิ่นที่อยู่ในธรรมชาติ โดยเลือกใช้วัสดุในท้องตลาด ผสมในอัตราส่วน 1:1 จำนวน 7 ชนิด คือ พีทมอส (M1) พีทมอส : ทราย

(M2) พีทมอส : หินภูเขาไฟ (M3) ใบก้ามปู : ทราย (M4) ใบก้ามปู : หินภูเขาไฟ (M5) ขุยมะพร้าว : ทราย (M6) ขุยมะพร้าว : หินภูเขาไฟ (M7) บันทึกข้อมูล เวลาที่พืชใช้ในการงอกหลังการเพาะ 1 เดือน

2.1 ผลการศึกษาอิทธิพลของวัสดุเพาะวัสดุปลูกที่มีต่อเวลาที่ใช้ในการงอก พบว่า ต้นสาวสนมดงนาทามงอกเร็วที่สุดและรองลงมาในวัสดุต่าง ๆ ตามลำดับ ได้แก่ วัสดุ M1 และ M4 ใช้เวลาในการงอกเฉลี่ยเร็วที่สุดที่ 19.4 วัน รองลงมา ได้แก่ วัสดุ M5, M3, M6, M2 โดยใช้เวลาเฉลี่ย 20 วัน 20.4 วัน 23.8 วัน และ 24 วัน ตามลำดับ (Table 2) สำหรับวัสดุ M7 ใช้เวลางอกนานที่สุดเฉลี่ยที่ 29.4 วัน ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Table 2 The time for seed germination of *Sonerila dongnathamensis* seed

Growing Media	Time for seed germination (day)					Mean
	Replication 1	Replication 2	Replication 3	Replication 4	Replication 5	
Peat Moss (M1)	19	20	20	19	19	19.4[c]
Peat Moss : Sand (M2)	29	19	25	23	24	24.0[b]
Peat Moss : Pumice (M3)	19	21	23	19	20	20.4[c]
Samanea saman Leaf : Pumice (M4)	19	19	20	20	19	19.4[c]
Samanea saman Leaf : Sand (M5)	21	19	19	22	19	20[c]
Coconut coir : Sand (M6)	19	29	24	23	24	23.8[b]
Coconut coir : Pumice (M7)	29	30	29	30	29	29.4[a]
F – test	*	*	*	*	*	
C.V>%	17.86	17.63	17.30	17.75	17.98	

Remark * Means followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level, using DMRT (Duncan New Multiple Range Test)

ผลของวัสดุ M1 และ M4 ที่มีส่วนผสมเป็น Peat Moss (M1) และ *Samanea saman* Leaf : Pumice ทำให้เมล็ดใช้เวลาในการงอกเร็วกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ (จำนวน 19.4 วัน) เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพ มีความเหมาะสม เนื่องจากมีความโปร่งเบา ระบายอากาศและเก็บกักความชื้นได้ดี และเป็นอินทรียวัตถุจากธรรมชาติ ที่ผ่านการหมักบ่มจากธรรมชาติเองรวมถึงการปรับเติมธาตุอาหารพืชของผู้ผลิตก่อนนำมาจำหน่ายในท้องตลาด (ออลเกษตร (ALLKASET), 2566) ประกอบกับวัสดุ Pumice เป็นหินที่มีลักษณะรูพรุนคล้ายฟองน้ำ ที่โปร่งเบา และเป็นวัสดุที่ใกล้เคียงกับถิ่นที่อยู่อาศัยในธรรมชาติของต้นสาวสนมดงนาทาม จึงทำให้เป็นวัสดุที่เหมาะสมต่อการใช้เพาะเมล็ด

ในวัสดุ *Samanea saman* Leaf : Sand (M5) และวัสดุ Peat Moss : Pumice (M3) พืชใช้เวลาในการงอกใกล้เคียงกับวัสดุ M1 และ M4 คือที่ 20 วันและ 20.4 วัน เนื่องจากเป็นวัสดุที่ใกล้เคียงกับถิ่นที่อยู่ของต้นสาวสนมดงนาทาม ที่อาศัยร่มเงาหินทราย และผงฝุ่นหินทรายที่ย่อยสลายยุ่ยผสมกับซากพืช อินทรียวัตถุที่สะสม ทับถมไหลมาตามน้ำซึมน้ำซับในพื้นที่

สำหรับวัสดุ Coconut coir : Sand (M6) เป็นขุยมะพร้าวที่ใหม่และเบาไม่ได้ทำการบ่มหรือหมักให้เปื่อยยุ่ยสลายมาก่อนผสมกับทรายทีมีความแน่นหนัก ระบายอากาศได้ไม่ดี ทำให้การกักเก็บความชื้นในลักษณะที่พืชดูดซึมมาใช้ได้น้อยกว่าและไม่มีธาตุอาหารที่พืชต้องการ คงมีเพียงสารแทนนินที่มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแก่พืช อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้พืชงอกช้ากว่าวัสดุเพาะวัสดุชนิดอื่นๆ ในลักษณะเดียวกับวัสดุ Peat Moss : Sand (M2) ซึ่งสอดคล้องกับการงานวิจัย ผลของวัสดุปลูก ถ่านแกลบ : ทราย หยาบ : ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1:1 ที่มีผลทำให้เมล็ดมัลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2 มีร้อยละการงอกสูงที่สุดแต่ใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกนานที่สุด (เจนจิรา, 2559)

2.2 ความสูงของต้นในทุกวัสดุเพาะเมื่ออายุ 4 เดือน พบว่า M3 เป็นวัสดุที่พืชมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดที่ 0.62 ซม. รองลงมาได้แก่วัสดุ M1 มีความสูงเฉลี่ยที่ 0.54 ซม. วัสดุ M2 มีความสูงเฉลี่ยที่ 0.44 ซม. วัสดุ M4, M5, M6 มีความสูงเฉลี่ยเท่ากันที่ 0.3 ซม. และวัสดุ M7 เป็นวัสดุที่พืชเติบโตช้าที่สุดมีความสูงเฉลี่ยที่ 0.22 ซม.ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสรุปวัสดุที่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของสาวสนมดงนาทาม 3 ลำดับแรกในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ วัสดุ M3, M1 และ M2 (Table 3) (Figure 2)

Table 3 Average height of 4 month old *Sonerila dongnathamensis*

Growing Media	Average height (cm.)				Shape
	Mont 1	Mont 2	Mont 3	Mont 4	
Peat Moss (M1)	0.14 ^{ab}	0.24 ^{b}	0.38 ^{b}	0.54^{a}	Perfect
Peat Moss : Sand (M2)	0.10^{bc}	0.20 ^{bc}	0.30 ^{c}	0.44^{b}	Perfect
Peat Moss : Pumice (M3)	0.18 ^{a}	0.34 ^{a}	0.46 ^{a}	0.62^{a}	Perfect
Samanea saman Leaf : Pumice (M4)	0.08^{bc}	0.16 ^{bc}	0.22 ^{cd}	0.32^{c}	Thin and short
Samanea saman Leaf : Sand (M5)	0.08^{bc}	0.18 ^{bc}	0.26 ^{c}	0.34^{c}	Perfect but short
Coconut coir : Sand (M6)	0.06^{c}	0.20 ^{bc}	0.26 ^{c}	0.32^{c}	Thin and short
Coconut coir : Pumice (M7)	0.06^{c}	0.12 ^{c}	0.16 ^{c}	0.22 ^{d}	Thin and short
F Test	*	*	*	*	
C.V.	64.17	42.42	37.57	36.88	

Remark * Means follow by the same letter are not significantly different at the 0.05 level sing DMRT (Duncan New Multiple Range Test)

การเจริญเติบโตของต้นสาวสนมดงนาทามในด้านความสูงของต้นกล้าอ่อนและทรงต้น ในวัสดุที่แตกต่างกัน พบว่า ต้นกล้าอ่อนที่เพาะในวัสดุ M3 มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุดที่ 0.62 ซม. และแตกใบจริงเป็นพุ่มสมบูรณ์ในระยะ 4 เดือน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวัสดุชนิดอื่นๆ ที่เป็นดังนี้ เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีส่วนผสมของ Peat Moss และหิน Pumice ที่สามารถเก็บกักความชื้นได้ดี โปร่งเบา เป็นอินทรียวัตถุที่มีธาตุอาหารพืช มีความเป็นกรดอ่อนหรือเป็นกลาง เป็นวัสดุที่เหมาะสมและนิยมใช้เป็นวัสดุเพาะเมล็ดหรือเพาะกล้าพันธุ์ที่บอบบางของพืชที่มีราคาแพงชนิดต่างๆ ซึ่ง สอดคล้องกับงานศึกษาวิจัยอิทธิพลของวัสดุเพาะพี้ทมอสและวัสดุปลูกพี้ทมอส : ทราย อัตราส่วน 1:1 ที่ให้การเจริญเติบโตของกล้าบานชื่นหนู ด้านความกว้างทรงพุ่ม ความยาวใบ ความกว้างใบ และจำนวนใบมากที่สุด ส่วนการเพาะในพี้ทมอสและย้ายลงปลูกใน พี้ทมอส : ทราย ให้ต้นกล้าที่มีความสูงที่สุด (กนิษฐา, 2542.) สำหรับ Pumice เป็นวัสดุธรรมชาติที่มีฟองอากาศเล็กๆอยู่ในเนื้อหินมากมายจนคล้ายฟองน้ำ มีรูพรุน โปร่งเบา ระบายน้ำได้ดี ดูดซับความชื้นและปุ๋ยได้ดี และมีแร่ธาตุ ซิลิก้า โพแทสเซี่ยม แมกนีเซี่ยม แมงกานีส แคลเซี่ยม ซึ่งเป็นธาตุอาหารรองที่จำเป็นในการสร้างผนังเซล โครงสร้างเซลและระบบรากพืชแข็งแรง ดูดน้ำดูดอาหารได้ดี เหมาะกับพืชที่มีระบบราก

ตื้นและเน่าง่ายของต้นแคคตัส (Kodangcactus, 2564) ซึ่งสอดคล้อง ใกล้เคียงกับสภาพโครงสร้างของต้นสาวสนมดงนาทามในธรรมชาติ ที่มีความบอบบางในทุกส่วนของต้นพืชและมีระบบรากยึดเกาะตามพื้นผิวก้อนหินทรายหรือผิวหน้าดิน ซึ่งคาดว่าระบบรากต้องการการระบายอากาศที่ดี ทำให้วัสดุทดลองที่มีส่วนผสมของ Pumice มีช่องว่างระบายความชื้นที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโต ทำให้มีความสูงและทรงต้นสมบูรณ์กว่าวัสดุเพาะวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ ซึ่งทั้งวัสดุ Peat Moss และ Pumice ซึ่งเป็นส่วนผสมในวัสดุที่ทำให้เมล็ดสาวสนมดงนาทามงอกได้เร็ว และเจริญเติบโตทางความสูงและทรงต้นได้ดี เป็นวัสดุที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาดในปัจจุบันและมีราคาสมเหตุสมผลกับการนำมาใช้ในการเพาะขยายพันธุ์พืชถิ่นเดียว พืชมีค่าหายาก ชนิดนี้

สำหรับวัสดุ M7 และวัสดุ M6 เป็นวัสดุที่มีส่วนผสมของ Coconut coir เป็นวัสดุที่มีสารแทนนิน ที่มีความเป็นด่างสูง ไม่มีธาตุอาหาร ไม่ได้หมักให้ย่อยสลายก่อนนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะจึงดูดซับน้ำอย่างรวดเร็วในปริมาณมากทำให้วัสดุเพาะอัดแน่น มีช่องว่างอากาศน้อย ทำให้รากอ่อนของพืชไม่สามารถดูดความชื้นได้ทัน วัสดุแน่นถ่ายเทอากาศน้อย ทำให้ต้นกล้าสาวสนมดงนาทามขาดธาตุอาหารที่จำเป็นในการเติบโต ทำให้เติบโตช้า และไม่สมบูรณ์

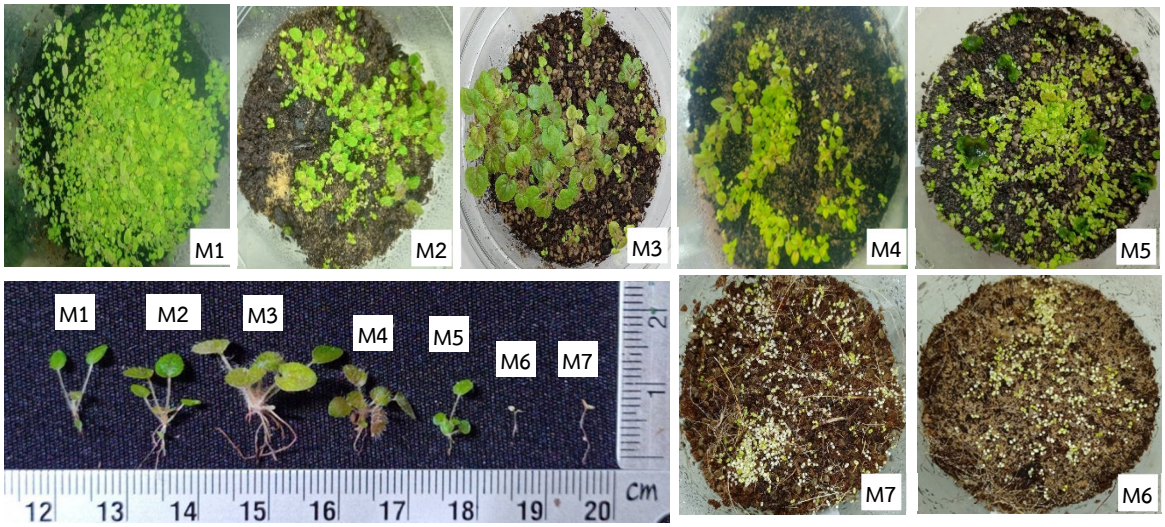


Figure 2 Germination and height of 4 month old *Sonerilla dongnathamensis*

สรุป

วัสดุเพาะและวัสดุปลูก M1 และวัสดุ M3 มีอิทธิพลต่อเวลาที่เมล็ดของต้นสาวสนมดงนาทามใช้ในการงอกมากที่สุด โดยใช้เวลาในการงอก 19.4 วัน ซึ่งแตกต่างจากวัสดุอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงทำให้มีการเจริญเติบโตด้านความสูงและทรงต้นที่สมบูรณ์ ในการศึกษาครั้งนี้ วัสดุที่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของสาวสนมดงนาทาม 3 ลำดับแรก ได้แก่ วัสดุ M3, วัสดุ M1 และวัสดุ M2 โดยมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดและรองลงไปที่ 0.62 ซม. 0.54 ซม. และ 0.44 ซม. และทรงต้นสมบูรณ์ ตามลำดับ วัสดุที่ไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาใช้เพาะขยายพันธุ์ต้นสาวสนมดงนาทาม เนื่องจากใช้เวลาในการงอกเฉลี่ยนานที่สุดที่ 29 วัน และ 24 วัน คือวัสดุ M7 และวัสดุ M6 รวมทั้งมีอิทธิพลทำให้การเติบโตด้านความสูงน้อยและต้นอ่อนแอมีความสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งผลงานวิจัยนี้มีคุณค่าต่อการเป็นข้อมูลสำคัญในการอนุรักษ์ในถิ่นกำเนิดอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด และด้วยสาวสนมดงนาทามเป็นพืชที่สวยงามตามฤดูกาลและมีศักยภาพในการเป็นไม้ประดับ หากมีการศึกษาต่อยอดด้านการขยายพันธุ์ ปลูกเลี้ยงหรือสนับสนุนให้เป็นไม้ประดับในตลาดต้นไม้ คาดว่าจะสามารถสร้างรายได้แก่ประชาชนผู้อยู่อาศัยรอบแนวเขตป่าอนุรักษ์รวมถึงประชาชนทั่วไป สร้างเศรษฐกิจและรายได้แก่ประชาชนในอนาคตได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ผู้สนับสนุนทุนในการวิจัย และสำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช หน่วยงานผู้สนับสนุนบุคลากร วัสดุครุภัณฑ์ สถานที่ทำการทดลอง และพื้นที่ในการสำรวจ ศึกษาถิ่นที่อยู่อาศัยของพืช รวมถึงอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน ดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กนิษฐา สินสมุทร์. 2542. **อิทธิพลของวัสดุเพาะและวัสดุปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าบานชื่นหนู.** งานวิจัย คณะเกษตร ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เจนจิรา ชุมภูคำ. 2559. **ผลของวัสดุปลูกต่อการงอกของเมล็ด การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของต้นกล้ามัลเบอร์รี่พันธุ์เวียดนาม GQ2**

ออลเกษตร (ALLKASET). 2566. เพจประชาสัมพันธ์ความรู้เรื่องพี้ทมอสและโฆษณาสินค้าเกษตร. แหล่งที่มา: https://www.allkaset.com, 26 กรกฎาคม 2566.

Kodangcactus. 2564. **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับแคคตัสหิน “ภูเขาไฟ แหล่งรวมสารอาหารชั้นดีของแคตตัส”**. แหล่งที่มา: https://www.livingpop.com/pumice-stone, 26 กรกฎาคม 2566.

Sudee, S., Phutthai, T. and Rueangruea, S. 2014. *Sonerrila dongnathamensis* (Melastomataceae) a new species from Thailand. **Thai Forest Bulletin (Botany)** 42:81-84.

Forest Herbarium. 2017. **Threatened Plant in Thailand**. Department of Nation Parks, Wildlife and Plant Conservation Bangkok, Thailand.

สาขาเทคโนโลยี
และนวัตกรรมการป่าไม้

การพัฒนาวิสาหกิจชุมชนต้นแบบการจัดการผลผลิตไม้ฝางครบวงจร
Development of Community Enterprise model for Sappan tree integrated production

รักษา สุนินทบูรณ์[1] และ **วชิราภรณ์ สุบินนาม**[2*]
Raksa Suninthaboonrana[1] and **Wachirapon Subinnam**[2]
[1] สถานีวนวัฒนวิจัยเขาสอยดาว กรมป่าไม้ จันทบุรี 22140
[1]Khao Soi Dao Silvicultural Research Station, Royal Forest Department, Chanthaburi, 22140
[2] วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก(ปม.) จันทบุรี 22140
[2]HUGCHANG HUGPA Community Enterprise, Chanthaburi, 22140
*Corresponding author: E-mail: **raksaku54forester60@gmail.com**

บทคัดย่อ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออกโดยดำริของกรมป่าไม้ ได้จัดตั้งขึ้นมาเป็นระยะเวลากว่า 7 ปี เป็นการทำธุรกิจเพื่อสังคมในการแก้ไขปัญหาช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ป่าตะวันออก โดยทำการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืชที่ช้างป่าไม่กิน มีวัตถุดิบหลัก คือ ฝาง แม้ว่าคุณค่าคุณประโยชน์ของฝาง มีประวัติศาสตร์และหลักวิทยาศาสตร์รองรับ แต่มีการยอมรับเฉพาะกลุ่มเท่านั้น ซึ่งยังไม่เป็นที่รู้จักของคนไทยโดยส่วนใหญ่ การวิจัยการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนต้นแบบการจัดการผลผลิตไม้ฝางครบวงจร ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาจุดแข็งและจุดบกพร่องที่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) ประสบอยู่และหาแนวทางการแก้ไข ศึกษาชีววิทยาของต้นฝาง การเติบโตในระยะ 5 ปี เพื่อให้ประชาชนมีความมั่นใจในกระบวนการปลูก การจัดการผลิตภัณฑ์คุณภาพจากฝางเพื่อสุขภาพที่ดีของประชาชน และการเผยแพร่ประโยชน์ของฝางที่มีศักยภาพ ได้คู่มือการจัดการผลผลิตไม้ฝางครบวงจร เพื่อการขยายผลในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทย โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Parcipatory Action Research: PAR)

ผลการวิจัย พบว่า จุดแข็งจุดอ่อนและแนวทางการแก้ไข (SWOT Analysis) สามารถวิเคราะห์ได้ตามโครงสร้างองค์ประกอบของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) โดยจุดแข็ง คือ บุคลากรมีความรู้ มีความตั้งใจแน่วแน่ มีวิสัยทัศน์ และมีธรรมาภิบาล มีเงินทุน มีอุปกรณ์และวัตถุดิบที่มีคุณภาพสูง พัฒนาผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย มีพื้นที่และวัตถุดิบเพียงพอสำหรับการผลิตและสร้างรายได้ มีอุดมการณ์ชัดเจนในการทำธุรกิจเพื่อสังคมและเพื่อการแก้ปัญหาช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม มีการใช้งานวิจัยควบคู่กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จุดอ่อน คือ มีจำนวนบุคลากรไม่เพียงพอต่อความต้องการ เงินทุนไม่เพียงพอต่อการพัฒนา วัตถุดิบและอุปกรณ์การผลิตมีอยู่อย่างจำกัด อีกทั้งผู้บริโภคยังขาดความมั่นใจในการใช้ผลิตภัณฑ์จากฝาง โดยมีแนวทางการแก้ไข ดังนี้ ต้องมีการระดมทุนเพิ่ม การกู้เงินจากแหล่งทุน การขอรับการสนับสนุนจากภาครัฐ การร่วมเป็นพันธมิตร การส่งเสริมองค์ความรู้ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม การสร้างความเชื่อมั่น ขอความร่วมมือแก่ผู้มีศักยภาพทางสังคม อีกทั้งการศึกษาชีววิทยาของฝางพบว่าฝางมีแก่นตั้งแต่อายุ 2 ปี จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัมประมาณ 1,570 เมล็ด มีอัตราการงอกอยู่ที่ 44.74% สามารถขายเมล็ดฝางได้อย่างน้อยที่สุดในกิโลกรัมละ 375 บาท การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นฝาง พบว่า ต้นฝางอายุ 5 ปี มีความสูงเฉลี่ย 3.98 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร (DBH) เฉลี่ย 2.17 เซนติเมตร ซึ่งความโตระดับนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี โดยมีน้ำหนักสด 4 กิโลกรัม ได้จำนวนแก่น 2.8 กิโลกรัม และการศึกษามวลชีวภาพต้นฝางอายุ 5 ปี พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพรวมเฉลี่ย 1,111.59 กรัม จากน้ำหนักสด 2,500 กรัม เท่ากับ 44.46 % ของน้ำหนักสด การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชนได้ทำการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฝางผสมกับต้นไม้ชนิดอื่น ๆ เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องดื่ม สบู่ น้ำมันนวด ข้าวหอมมะลิเคลือบฝาง น้ำผึ้ง เป็นต้น มีต้นไม้ที่สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้นอกจากฝางอีก 7 ชนิด ได้แก่ ชะมวง เดื่อหว้า โป๊ยกั๊ก มะขาม ขมิ้น เทพทาโร ข้าว เมื่อทำการศึกษาจำนวนการสั่งซื้อของผลิตภัณฑ์ พบว่าเครื่องดื่มสมุนไพรฝางบริสุทธิ์มียอดการจำหน่ายสินค้ามากที่สุดคือ 360 ชิ้น

คำสำคัญ: ฝาง การจัดการฝางตามหลักวนวัฒน์วิธี การจัดการผลผลิตไม้ฝางครบวงจร

ABSTRACT

HugChangHugPa Community is a social enterprise to solve the problem of wild elephants destroyed agricultural land. It produces and processes plant products that wild elephants do not eat. The main ingredient is Sappan tree. Although the benefits of Sappan tree. There will be scientific evidence to support. However, it is not known and accepted in most Thai people. This research to find the strengths and flaws that community enterprises are experiencing and study the biology of Sappan tree. 5 years growth to give the public confidence in the transplant process. Quality product management from Sappan tree for the good health of the people. and dissemination of Sappan tree potential benefits. Get a comprehensive guide to managing Sappan wood production. to expand the Results in other areas of Thailand. By Parcipatory Action Research: PAR

The results showed that weaknesses, strengths and solutions can be analyzed according to the composition structure of community enterprises. The strength is that the personnel are knowledgeable.There's a strong intention. Visionary and High-quality equipment and raw materials Develop a wide range of products. There are enough space and raw materials to produce and make money. The research is used in conjunction with product development. The weakness is that there are not enough personnel to meet the needs. Insufficient funding for development. Raw materials and production equipment are limited. In addition, consumers lack confidence in the use of Sappan tree products. The solutions are as follows: Additional funding is required. Loan from capital source Government Support Request. Building confidence.the study biology of Sappan Tree we found it made core since 2 years the number of seeds per kilogram had approximately 1,570 seeds. The seeds growth rate is 44.74%. Can be sold seed in 375 baht/kg. Sappan Tree Growth Study It was found that the 5-year-old Sappan tree had an average height of 3.98 meters. and diameters at 1.30 m (DBH) average 2.17 cm which this size can be utilized as well and had fresh weight about 4 kilograms which is 2.8 kilograms of core. And 5 years of Sappan tree biomass found an average biomass content of 1,111.59 grams from 2500 grams equal to 44.46% of fresh weight. Product Development of HugChangHugPa Community Enterprises.They invented and developed product by another tree mixed with Sappan Tree.There are various products such as function drinks, soup, massage oil, jasmine rice coated Sappan Tree and honey. There are 7 kinds of plant that can be processed into products other than Sappan Tree, including Cowa, Fig, Chinese star anise, Tamarind, Turmeric, Safrol laurel and rice. When studying the number of product orders. It found that Sappan tree pure herbal drinks were the highest selling of 360 pcs.

Keywords: Sappan tree, Silvicultural methods, Integrated Sappan Wood Production Management.

บทนำ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออกโดยดำริของกรมป่าไม้ ได้จัดตั้งขึ้นมาเป็นระยะเวลากว่า 4 ปีเต็ม เป็นการทำธุรกิจเพื่อสังคมในการแก้ไขปัญหาช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ป่าตะวันออก มีปณิธาน 4 ข้อ คือ รักษ์ช้าง สร้างป่า สร้างรายได้ พัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงนิเวศการเกษตรและวิถีชุมชน ตามพันธกิจ 5 ข้อ คือ 1) เพื่อสุขภาพที่ดีของคนไทย 2) สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร 3) มีส่วนร่วมในการรักษ์ช้าง 4) มีส่วนร่วมในการสร้างป่า 5) สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลัก 3 ประการได้แก่ 1) หยุดความยากจนให้ประชาชน 2) ป่าไม้อุดมสมบูรณ์ และ 3) ช้างและสัตว์ป่าน้อยใหญ่ดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างปลอดภัย

มีโอกาสประสบความสำเร็จสูง โดยทำการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืชที่ช้างป่าไม่กิน เช่น แปรรูปเป็นอาหาร เครื่องดื่ม ยาสมุนไพร และเวชสำอาง มีวัตถุดิบ หลักคือ ฝาง (*Caesalpinia sappan L.*) ซึ่งฝางชื่อสามัญ Sappan tree วงศ์ FABACEAE เป็นไม้ต้นขนาดเล็กหรือไม้พุ่มรอเลื้อย สูง 8-10 ม. มีหนามแข็ง ๆ ทั่วทั้งลำต้น โคนหนามนี้พองคล้ายกับฐานนม (เต็ม, 2523) ฝางมีประวัติศาสตร์และเรื่องราวที่ดีงาม มีภูมิปัญญาแพทย์แผนไทยกำกับ มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อประชาชนและสังคมไทย ฝางสามารถนำมาผสมอาหารเพื่อให้เกิดสีสันและเพื่อการถนอมอาหาร (นฤพร และศุทธินี, 2549) ฝางมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญต่าง ๆ 2 กลุ่ม คือกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เช่น Quercetin, Rhamnetin และ Ombuin เป็นต้น กลุ่มสเตอร์รอล (Sterols) เช่น Brazilin, Tannin และ sappanin มีสรรพคุณและประโยชน์บำรุงหัวใจ ส่งเสริมการไหลเวียนเลือด ฟอกเลือด บำรุงเลือด ต้านอนุมูอิสระ รักษาประจำเดือนมาผิดปกติ รักษาระดูขาว สมานแผลในระบบทางเดินอาหาร รักษาเบาหวาน ลดน้ำตาลในเลือด บำรุงปอดรักษาวัณโรค ต้านการอักเสบ แก้ปวด ควบคุมน้ำหนัก (ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี) มีการใช้ฝางในการย้อมผ้าให้เกิดสีแดงหรือสีชมพูบานเย็น (อุไรลักษณ์, 2543) และพบว่าฝางสามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในผ้าไหมได้ (พลอยทราย และณัฐกมล, 2560) อีกทั้งมีการนำฝางไปใช้ประโยชน์ในการสร้างที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก จากผลการทดลองปลูกฝางเพื่อแก้ปัญหาช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ป่ารอยต่อ 5 จังหวัดภาคตะวันออก พบว่าฝางเป็นต้นไม้ที่โตเร็วซึ่งช้างป่าไม่กินและทำลาย สามารถปลูกเพื่อเป็นไม้เศรษฐกิจควบคู่กับพืชอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี (วิบูลย์ และคณะ, 2550)

จากการศึกษามูลค่าการตลาดของศูนย์วิจัยกสิกรไทย ในปี 2557 ที่ทำการศึกษามูลค่าทางการตลาดของสินค้าแต่ละประเภท พบว่า มูลค่าทางการตลาดของเครื่องดื่มรวมทุกชนิดประมาณ 1.27 แสนล้านบาท มูลค่าทางการตลาดของเครื่องสำอาง 1.4 แสนล้านบาท มูลค่าทางการตลาดของอาหาร 1.43 ล้านล้านบาท ทางวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) เล็งเห็นแนวทางในการนำฝางมาเป็นองค์ประกอบเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จะเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละด้านตามแนวคิดชุมชนไม้มีค่าจากอนุรักษ์สู่นวัตกรรม:ไม้ป่ามีศักยภาพในการจัดการเพื่อการค้าและการแก้ปัญหาช้างป่ารอบกลุ่มป่าตะวันออก หมายถึง การแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจให้กับประชาชนรอบป่านั่นเอง กล่าวคือ การปลูกต้นฝางและไม้ที่มีศักยภาพในที่อยู่อาศัยและทำกินระบบวนเกษตร (agroforestry) หรือป่าครอบครัว (farm forestry) เป็นการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ให้กับประเทศ ช้างป่าสามารถมีอิสระในการหากินเพราะมีป่าไม้มากขึ้นหยุดความยากจนของประชาชนรอบป่า เนื่องจากมีรายได้จากต้นไม้ที่ช้างไม่กิน แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าคุณค่าคุณประโยชน์ของฝางจะมีประวัติศาสตร์และหลักวิทยาศาสตร์รองรับ แต่มีการยอมรับเฉพาะกลุ่ม ซึ่งยังไม่เป็นที่ยอมรับและเป็นที่รู้จักของคนไทยโดยส่วนใหญ่ การวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นไปเพื่อเติมเต็มและแก้ไขจุดบกพร่องที่วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) ประสบอยู่ให้สามารถดำเนินการกิจการอย่างมั่นคงใน 3 ประเด็นหลัก คือ การจัดการฝางตามหลักวนวัฒน์วิธีเพื่อให้ประชาชนมีความมั่นใจในกระบวนการปลูก การจัดการผลิตภัณฑ์คุณภาพจากฝางเพื่อสุขภาพที่ดีของประชาชนและการเผยแพร่ประโยชน์ของฝางผ่านการตลาดที่มีศักยภาพได้คู่มือการจัดการผลผลิตไม้ฝางครบวงจร เพื่อการขยายผลในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้แนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) ดังนี้

1. ประชุมกลุ่ม (focus group) ทำการ SWOT Analysis วิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) โดยคณะกรรมการบริหารและตัวแทนสมาชิกทั้ง 6 จังหวัดภาคตะวันออก พร้อมศึกษาดูงานการจัดการแปลงปลูกฝาง ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี 60 คน

2. ดำเนินการร่วมกับชุมชนเพื่อศึกษาศึกษาชีววิทยาไม้ฝาง และองค์ความรู้เกี่ยวกับการเพาะชำกล้าไม้ฝาง และเพาะกล้าฝางจำนวน 20,000 กล้า แจกประชาชน

3. ศึกษามวลชีวภาพและการเติบโตของต้นฝางอายุ 5 ปี โดยการตัดต้นเหนือพื้นดินจำนวน 2,500 กรัม มาอบแห้ง

4. การทำผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภคจากฝางของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) 8 ผลิตภัณฑ์

5. ประชุมกลุ่ม (Focus group) เพื่อสรุปบทเรียนโดยคณะกรรมการบริหารวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) 10 คน

ผลและวิจารณ์

จากผลการศึกษา พบว่า จุดแข็งจุดอ่อนและแนวทางการแก้ไข (SWOT Analysis) สามารถวิเคราะห์ได้ตามโครงสร้างองค์ประกอบของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) โดยจุดแข็ง คือ บุคลากรมีความรู้ มีความตั้งใจแน่วแน่ มีวิสัยทัศน์ และ มีธรรมาภิบาล มีเงินทุน มีอุปกรณ์และวัตถุดิบที่มีคุณภาพสูง พัฒนาผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย มีพื้นที่และวัตถุดิบเพียงพอสำหรับการผลิตและสร้างรายได้ มีอุดมการณ์ชัดเจนในการทำธุรกิจเพื่อสังคม และเพื่อการแก้ปัญหาช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม มีการใช้งานวิจัยควบคู่กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จุดอ่อน คือ มีจำนวนบุคลากรไม่เพียงพอต่อความต้องการ เงินทุนไม่เพียงพอต่อการพัฒนา วัตถุดิบและอุปกรณ์การผลิตมีอยู่อย่างจำกัด อีกทั้งผู้บริโภคยังขาดความมั่นใจในการใช้สินผลิตภัณฑ์จากฝาง โดยมีแนวทางการแก้ไข ดังนี้ ต้องมีการระดมทุนเพิ่ม การกู้เงินจากแหล่งทุน การขอรับการสนับสนุนจากภาครัฐ การร่วมเป็นพันธมิตร การส่งเสริมองค์ความรู้ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม การสร้างความเชื่อมั่นกับขอความร่วมมือผู้มีศักยภาพทางสังคม (Table 1)

Table 1 SWOT Analysis

Issue	Result
จุดแข็ง: Strengths	1. มีผู้นำในเครือข่ายที่เข้มแข็ง
	2. สินค้ามีความหลากหลายทั้งสินค้าอุปโภคบริโภค
	3. สมาชิกของวิสาหกิจชุมชนมีความมุ่งมั่นตั้งใจ
	4. มีความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซ้ำแบบใคร
	5. ประโยชน์เชิงประจักษ์ของฝาง
จุดอ่อน: Weaknesses	1. เงินทุนในการจัดการมีอยู่อย่างจำกัด
	2. ระยะทางในการเชื่อมต่อประสานงานของสมาชิก
	3. สินค้าบางชนิดยังไม่ได้มาตรฐานรองรับ
	4. ยังไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามมาตรฐานสำนักงานอาหารและยา
	5. ขาดบุคลากรที่เพียงพอต่อการบริหารองค์กร
โอกาส: Opportunities	1. เริ่มมีหน่วยงานเข้ามาช่วยสนับสนุน
	2. สินค้าอยู่ในกระแสการดูแลสุขภาพ
	3. รัฐมีนโยบายสนับสนุนSME
	4. มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฝางในประเทศรองรับ
	5. สินค้าสามารถพัฒนาให้ได้รับมาตรฐานต่างๆ
	6. สามารถขยายตลาดได้ทั้งภายในและนอกประเทศ
อุปสรรคที่เกิดขึ้น: Threats	1. ช่องทางการตลาดแคบ ไม่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง
	2. ขาดหน้าร้านในการจำหน่ายสินค้า
	3. การเกิดการระบาดของไวรัส COVID-19
	4. ไม่สามารถการจัดเวทีเสวนาแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ได้ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย
	5. วัตถุดิบอาจไม่เพียงพอ

องค์ประกอบสำคัญที่จะนำมาหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาจากผลของการ SWOT Analysis มีดังต่อไปนี้

1) บุคคล (man)

จุดแข็ง 1. มีความรู้ 2. มีความตั้งใจแน่วแน่ 3. มีวิสัยทัศน์ 4. มีธรรมาภิบาล

จุดอ่อน 1. มีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการ

แนวทางการแก้ไข การส่งเสริมองค์ความรู้ผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) ทำไปเรียนรู้ไป สรุปบทเรียนแก้ไขปรับปรุงใหม่ ดำเนินการใหม่ไปพร้อม ๆ กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เน้นกลุ่ม อสม. การถ่ายทอดองค์ความรู้โดยการมีส่วนร่วมของพระสงฆ์ในพื้นที่

2) เงินทุน (money)

จุดแข็ง มีในจุดเริ่มต้นประคองตัวได้ 7 ปี เกิดจุดเริ่มต้นที่ดีในการพัฒนาสินค้าและผลิตภัณฑ์

จุดอ่อน ไม่เพียงพอต่อการพัฒนาไปตามเป้าหมายที่วางไว้

แนวทางการแก้ไข หยุดเท่ากับติดลบต้องมีการระดมทุนเพิ่ม การกู้เงินจากแหล่งทุน การขอสนับสนุนจากภาครัฐ การร่วมเป็นพันธมิตรแล้วแบ่งปันผลประโยชน์

3) อุปกรณ์และวัตถุดิบ (material)

จุดแข็ง 1. วัตถุดิบมีคุณภาพสูงเป็นที่ยอมรับในวงการแพทย์แผนไทย

2. สามารถแปรรูปแลพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ได้ครบวงจรทั้งสินค้าอุปโภคบริโภค และในทุกปัจจัยอาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม และที่อยู่อาศัย

3. มีเพียงพอสำหรับการสร้างรายได้ระดับ 5 ล้านบาทต่อปี

4. มีพื้นที่ที่เหมาะในการผลิตวัตถุดิบ

จุดอ่อน 1. มีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการ

2. ไม่มีโรงเรือน และอุปกรณ์การผลิตมีอยู่อย่างจำกัด และยังไม่เพียงพอต่อการลดต้นทุน

3. กำลังเร่งสร้างความร่วมมือกับเกษตรกรในการสร้างป่าระบบวนเกษตรป่าครอบครัว เกษตรทฤษฎีใหม่ เกษตรพอเพียง ในรูปแบบ contact farming เพื่อรองรับการเติบโตในอนาคต

แนวทางการแก้ไข การส่งเสริมให้สมาชิกปลูกปาระบบวนเกษตรป่าครอบครัวผ่านกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) ทำไปเรียนรู้ไป สรุปบทเรียนแก้ไขปรับปรุงใหม่ ดำเนินการใหม่ไปพร้อม ๆ กับสมาชิก

4) การจัดการทางธุรกิจ (business management)

จุดแข็ง 1. ฝางมีประวัติศาสตร์เรื่องราวที่ดีงามต่อประเทศชาติ

2. อุดมการณ์และแนวทางการทำงานของวิสาหกิจชุมชนที่ชัดเจนในการทำธุรกิจเพื่อสังคมและเพื่อการแก้ปัญหาช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม

3. สร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย

4. มีนวัตกรรมใหม่มานำเสนอต่อผู้บริโภคและอุปโภค

5. การใช้งานวิจัยควบคู่กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์

จุดอ่อน 1. ฝางยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางทั้งที่มีคุณประโยชน์และเรื่องราวประวัติศาสตร์ที่ดีงาม

2. ผู้บริโภคและอุปโภคยังขาดความมั่นใจในการใช้สินค้าและผลิตภัณฑ์

แนวทางการแก้ไข แนวทาง : การสร้างความเชื่อมั่น ขอความร่วมมือแก่ผู้มีศักยภาพทางสังคม เพื่อให้การสนับสนุนและช่วยเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้ฝางและผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากฝางให้เป็นที่รู้จักในวงกว้าง

อีกทั้ง การศึกษาชีววิทยาของฝาง พบว่า ฝางมีแก่นตั้งแต่อายุ 2 ปี โดยทำการตัดตอนต้นฝางอายุ 1 ปี จำนวน 10 ต้นและ 2 ปี จำนวน 10 ต้น (ตัดระดับคอดิน) จำนวนเมล็ดต่อกิโลกรัมประมาณ 1,570 เมล็ด นับ 1

กิโลกรัม 6 ซ้ำ นำทั้ง 6 กิโลกรัม ไปเพาะ พบว่ามีอัตราการงอกอยู่ที่ ร้อยละ 44.74 สามารถขายเมล็ดฝาง ได้อย่างน้อยที่สุดในกิโลกรัมละ 375 บาท ตามตาราง (Table 2)

Table 2 Conducted with the community to study the knowledge of Sappan seedling cultivation.

Duration of the management (day)	Sample 1 kg (6 replication)	Sappan tree seeds 1 kg (seed)	Sappan tree seeds 6 kg (seed)	Seedlings germinated (stem)	Germination rate (%)	Buying and selling rates (baht) / 1 kg
4 days/ 1	1	1,564				
person	2	1,563				
-management	3	1,542				
chart 1,500	4	1,593	9,417	4,214	44.74%	375
baht					(45%)	
- Service chart	5	1,571				
50%	6	1,584				
	mean	1,570				

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นฝางจากทั้งหมด 169 ต้น อายุ 5 ปี พบว่า มีความสูงเฉลี่ย 3.98 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร (DBH) เฉลี่ย 2.17 เซนติเมตร ซึ่งความโตระดับนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี โดยมีน้ำหนักสด 4 กิโลกรัม ได้จำนวนแก่น 2.8 กิโลกรัม และการศึกษามวลชีวภาพต้นฝางอายุ 5 ปี พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพรวมเฉลี่ย 1,111.59 กรัม จากน้ำหนักสด 2500 กรัม เท่ากับ 44.46 % ของน้ำหนักสด (Table 3)

Table 3 Aboveground biomass and total biomass of individual parts (stems, leaves, branches) of the 5-year-old Sappan tree.

Sample of the Sappan tree	Mean of fresh weight (g)	Mean of dry weight (g)	Mean of moisture content (%)	Mean of biomass (g)
trunk	1,000	507.21	106.49	484.30
branches	1,000	474.12	116.58	461.73
leaf	500	169.55	202.01	165.56
Total	2,500	1150.79		1,111.59

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของวิสาหกิจชุมชน ทำการคิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์ฝางผสมกับต้นไม้ชนิดอื่น ๆ เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องดื่ม สบู่ น้ำมันนวด ข้าวหอมมะลิเคลือบฝาง น้ำผึ้ง เป็นต้น มีต้นไม้ที่สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้นอกจากฝางอีก 7 ชนิด ได้แก่ ชะมวง (*Garcinia cowa* Roxb. exChoisy) เดื่อหว้า (*Ficus auriculata* Lour.) โป๊ยกั๊ก (*Illicium verum* Hook. f.) มะขาม (*Tamarindus indica* L.) ขมิ้น (*Curcuma longa* L.) เทพธาโร (*Cinnamomum porrectum* Kosterm) ข้าว (*Oryza sativa* L.) เมื่อทำการศึกษาจำนวนการสั่งซื้อของผลิตภัณฑ์ พบว่าเครื่องดื่มสมุนไพรฝางบริสุทธิ์มียอดการจำหน่ายสินค้ามากที่สุด คือ 360 ชิ้น (Figure 1)



Figure 1 The number of product orders.

สรุป

การพัฒนาวิสาหกิจชุมชนต้นแบบการจัดการไม้ฝางครบวงจร โดยวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก โดยดำริของกรมป่าไม้ มีโอกาสประสบความสำเร็จสูง หากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) มีงบประมาณในการดำเนินการบริหารจัดการที่เพียงพอ เพราะมีทรัพยากรบุคคลที่มีศักยภาพ มีระบบการจัดการที่สามารถพัฒนาสู่แนวทางที่ดี สามารถพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นและชาวบ้านสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีกระบวนการเรียนรู้ภายใต้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม (PAR) เพื่อแก้ปัญหาการบริหารจัดการไม้มีค่าอย่างต่อเนื่อง มีศักยภาพและนวัตกรรมความพร้อมด้านการพัฒนาอาชีพที่เกี่ยวข้องกับไม้มีค่าอื่น ๆ หลากหลายมติ มีเครือข่ายความร่วมมือทั้งภายในและภายนอกชุมชน โดยเฉพาะการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสร้างความเชื่อมั่นต่อผู้อุปโภคบริโภค มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาวิสาหกิจชุมชนต้นแบบการจัดการผลผลิตไม้ฝางครบวงจร **Development of Community Enterprise model for Sappan tree integrated production**) ภายใต้แผนวิจัยการพัฒนาต้นแบบชุมชนไม้มีค่า เพื่อการขยายผลในประเทศไทย (Development of prototype of valuable wood lot community for extension in Thailand) ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2562 โดยศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยครั้งนี้ ได้รับความร่วมมือจากสมาชิกวิสาหกิจชุมชนกลุ่มรักษ์ช้างรักษาป่าตะวันออก (ปม.) เป็นอย่างดี จึงทำให้การดำเนินงานกิจกรรมต่าง ๆ เป็นไปด้วยความราบรื่น อีกทั้งขอขอบคุณสถานีวนวัฒนวิจัยเขาสอยดาว ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทำงานวิจัยการศึกษามวลชีวภาพและการเจริญเติบโตของต้นฝางอายุ 5 ปี ในพื้นที่แปลงสาธิตเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ และสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรม

ราชกุมารี (พระยศในขณะนั้น) ขอขอบคุณหน่วยงานต่าง ๆ และผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในหลาย ๆ ด้านในโครงการวิจัยนี้ แม้มิได้กล่าวถึงแต่ขอเรียนให้ท่านทราบว่าท่านมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จเกิดประโยชน์ต่อสังคมต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ

นฤพร สุทธิสวัสดิ์ และศุทธินี ธไนศวรรยางค์กูร. 2549. **ฤทธิ์กันเสียของฝาง (*Caesalpinia sappan* L.) ในผลิตภัณฑ์อาหาร ประเภทน้ำพริก.** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. นครปฐม

วิบูลย์ เข็มเฉลิม ,รักษา สุนินทบูรณ์ และธวัช เกียรติเสรี . 2550. **โครงการแก้ปัญหาช้างป่าบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมจากกระบวนการมีส่วนร่วมของเกษตรกรรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤไน.** รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 และ 4. ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อุไรลักษณ์ คุณสิงห์. 2543. **การศึกษาการย้อมกระดาษรีไซเคิลด้วยสีธรรมชาติ.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น

ฐานข้อมูลฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ม.ป.ป. **ฝาง** http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=88, 1 เมษายน 2566.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2557. **อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม (foods and Bererages).** กรุงเทพฯ

พลอยทราย โอฮาม่า และณัฐกมล พึ่งสำราญ. 2560. **ผ้าไหมย้อมสีธรรมชาติต้านแบคทีเรีย.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพฯ

ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้และวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อไม้ของพรรณไม้สกุล *Dalbergia* บางชนิด

Wood Anatomy and Suitable Methods for DNA Extraction from the Wood of some *Dalbergia* Species

สุดารัตน์ ศิริมัณฑนวงศ์[1*] และ บางรักษ์ เชษฐสิงห์[1]

Sudarat Sirimantanawong[1*] and Bangrak Chadthasing[1]

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1] Forest research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: **sangbua68@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้และวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดดีเอ็นเอจากชิ้นไม้ของพรรณไม้สกุล *Dalbergia* บางชนิด โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้ ลักษณะของพอร์ เรย์ และพาเรงคิมา ด้วยแว่นขยาย 10 – 15 เท่า และทดสอบการสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อไม้จำนวน 4 วิธี ได้แก่ DNA Trap I, DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN), CTAB และ Mercapto ethanol ศึกษาในพรรณไม้สกุล *Dalbergia* 9 ชนิด รวม 69 ตัวอย่าง โดยใช้ ส่วนเนื้อไม้ ทั้งแก่นและกระพี้ (น้ำหนักตัวอย่างเฉลี่ย 0.35 กรัม) ตรวจวัดปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเครื่อง Nanophotometer และทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเทคนิค PCR โดยการศึกษาโครงสร้างเนื้อไม้สกุล *Dalbergia* พบว่าส่วนมากมีพอร์เดี่ยวขนาดใหญ่ แบบของการเรียงตัวไม่เด่นชัด ภายในพอร์มักพบสารตกค้าง พาเรงคิมาส่วนมากเป็นแบบปีก และแบบปีกต่อ ในส่วนของการสกัดดีเอ็นเอพบว่าวิธี Mercaptoethanol ให้ปริมาณ ดีเอ็นเอมากที่สุด เฉลี่ย 350.12 ng/ul คิดเป็นร้อยละ 61 ของทั้ง 4 วิธี โดยในเนื้อไม้กระพี้เขาควาย ให้ปริมาณดีเอ็นเอมากถึง 1,589.2 ng/µl รองลงมาคือวิธี DNA Trap I ให้ปริมาณ ดีเอ็นเอ 165.72 ng/µl คิดเป็นร้อยละ 29 ส่วนวิธี DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) และ CTAB ให้ปริมาณดีเอ็นเอคิดเป็นร้อยละ 5 เท่ากัน (28.16 ng/µl และ 27.37ng/µl ตามลำดับ) ในเนื้อไม้พะยูงที่สกัดจากส่วนของแก่นด้วยวิธี DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) ให้ปริมาณดีเอ็นเอน้อยที่สุดเพียง 1.35 ng/µl การตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอที่ได้จากการสกัดดีเอ็นเอทั้ง 4 วิธี พบว่าวิธีการสกัดดีเอ็นเอด้วย Mercaptoethanol และ วิธี CTAB ให้ดีเอ็นเอที่มีคุณภาพดี (A260/A280 เท่ากับ 1.89 และ 1.73 ตามลำดับ) เมื่อแยกศึกษาตามส่วนของเนื้อไม้ พบว่าในเนื้อไม้พะยูงที่สกัดดีเอ็นเอจากส่วนของกระพี้ให้ปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอที่ดีกว่าส่วนของแก่น 2.76 เท่า การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยวิธี PCR คัดเลือก ไพรเมอร์จำนวน 13 ตำแหน่ง ผลปรากฏว่า มีเพียง 6 ตำแหน่งเท่านั้นที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในไม้สกุล *Dalbergia* ที่สกัดจากเนื้อไม้ได้ คือ TP, Matk, COC_01, COC_06, COC_07 และ COC_13 จากการศึกษาจึงสรุปได้ว่า วิธีการสกัดดีเอ็นเอที่เหมาะสมกับชิ้นไม้สกุล *Dalbergia* คือ Mercaptoethanol และควรใช้ชิ้นส่วนของกระพี้ไม้ในการสกัดดีเอ็นเอ และสามารถนำดีเอ็นเอที่ได้มาเพิ่มปริมาณด้วยไพรเมอร์ในส่วนที่ต้องการเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์เนื้อไม้ได้ต่อไป

คำสำคัญ: ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ การตรวจพิสูจน์ไม้ การสกัดดีเอ็นเอ พรรณไม้สกุล *Dalbergia*

ABSTRACT

This study was purposed to investigate the structure of wood and appropriate DNA extraction method from wood samples of some *Dalbergia* species. The characteristics of wood structures including pores, rays, and parenchyma were studied with 10-15 times magnifying glasses and four methods of DNA extraction; DNA Trap I, DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN), CTAB, and Mercapto ethanol were tested. A total of 69 samples from 9 species of *Dalbergia* were classified into heartwood and sapwood parts (with an average sample weight of approximately 0.35 g. in each sample) for DNA extraction. The quantity

and quality of extracted DNA were measured by Nanophotometer and PCR technique was used to increase the amount of DNA. The result of wood anatomy showed that mostly of *Dalbergia* species had large solitary pores with indistinct arrangements. The residues were often found in pores and most parenchyma was classified as aliform and confluent parenchyma. Mercaptoethanol showed the highest amount of extracted DNA with approximately 350.12 ng/µl or 61%. The extracted DNA of Burmese Blackwood (*Dalbergia cultrata*) by using Mercaptoethanol revealed the highest quantity was 1,589.2 ng/µl followed by the DNA Trap I method with a total of extracted DNA approximately 165.72 ng/µl or 29% whereas the quantity of extracted DNA from DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) and CTAB method were 5% (28.16 ng/µl and 27.37ng/µl respectively). DNA extraction from the heartwood of Siamese Rosewood (*Dalbergia cochinchinensis*) by the DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) showed the lowest amount of DNA extracted with accounted for 1.35ng/µl. The comparison among four DNA extraction methods suggested Mercaptoethanol and CTAB were the efficient methods and provided good quality DNA extracted (A260/A280, 1.89, and 1.73, respectively). Moreover, sapwood showed better quality of DNA extracted than heartwood approximately 2.76 times. DNA amplification with selected 13 primers revealed only 6 primers can be used to increase the DNA quantity of wood samples from the genus *Dalbergia* comprising TP, Matk, COC_01, COC_06, COC_07, and COC_13. These results provided the appropriate DNA extraction method for wood samples of the genus *Dalbergia* was Mercaptoethanol and sapwood contained the highest quality of extracted DNA that can be useful for wood identification by increasing DNA at the interested site by selected primer.

Keywords: Wood anatomy, Wood identification, DNA Extraction, *Dalbergia* spp.

คำนำ

ปัญหาการลักลอบตัดไม้ และขนส่งไม้โดยผิดกฎหมาย เมื่อมีการจับกุมดำเนินคดีป่าไม้ที่มีของกลางเป็นไม้ท่อนและไม้แปรรูป ผู้ต้องหาหรือจำเลยมักกล่าวอ้างว่า แหล่งที่มาของไม้ดังกล่าวมาจากที่ดินในที่มีเอกสารกรรมสิทธิ์ที่ดิน ซึ่งการตรวจพิสูจน์ไม้ในชนิดไม้ที่มีความใกล้เคียงกันของเนื้อไม้ หรือตรวจเปรียบเทียบกับตอไม้ที่กล่าวอ้าง ผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีความเชี่ยวชาญด้านการตรวจพิสูจน์เนื้อไม้อาจสรุปผลไปในทางที่ผิดพลาดได้ การจำแนกชนิดไม้ด้วยลักษณะทางโครงสร้างของเนื้อไม้ มีข้อจำกัดทางด้านบุคคล ต้องอาศัยประสบการณ์ และความชำนาญ จึงส่งผลให้ปัจจุบันนี้นิยมใช้ข้อมูลทางด้านดีเอ็นเอเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบ แต่ในการสกัดดีเอ็นเอจากชิ้นไม้ก็พบว่ามีปัญหาความไม่สมบูรณ์ในเรื่องปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอที่ได้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะหาวิธีการสกัดดีเอ็นเอให้มีประสิทธิภาพมีปริมาณและคุณภาพดีในการนำไปใช้ในการตรวจพิสูจน์ไม้ เพื่อสามารถตรวจสอบได้รวดเร็ว แม่นยำ ใช้เป็นหลักฐานการดำเนินคดีเพิ่มความน่าเชื่อถือและให้ความเป็นธรรมแก่ทุกฝ่าย และนอกจากนี้ข้อมูลทางด้านดีเอ็นเอสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบชนิดพันธุ์ของพืชป่า ตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมทั้งในพืชชนิดเดียวกันและพืชต่างชนิดกันได้อีกทั้งการหาวิธีสกัดดีเอ็นเอจากชิ้นไม้จะเป็นประโยชน์ในการจัดทำฐานข้อมูลดีเอ็นเอของชนิดพันธุ์ไม้ต่าง ๆ ได้ด้วย

พรรณไม้สกุล *Dalbergia* หลายชนิด เป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของประเทศ เช่น พะยูง ชิงชัน เป็นต้น โดยปัจจุบันกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มอบหมายให้กรมป่าไม้ เป็นหน่วยงานหลักในการดำเนินการส่งเสริมการปลูกต้นไม้เศรษฐกิจ ซึ่งในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 กรมป่าไม้มีโครงการส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจ จำนวน 5 โครงการ แต่ก็อาจมีปัญหาการลักลอบตัดไม้มีค่าออกจากพื้นที่ป่าแล้วสวมไม้จากแปลงปลูกได้ จำเป็นต้องหามาตรการในการตรวจสอบที่มีความถูกต้องและแม่นยำ การตรวจสอบไม้ทางกายภาพ ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน เมื่อเกิดการจับกุมในคดีลักลอบตัดไม้ ขนไม้ ก็เกิดปัญหาความคล้ายคลึงกันของชิ้นไม้ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานที่ไม่มีความ

เชี่ยวชาญพอก็อาจจะวินิจฉัยไปในทางที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้หลักการทางนิติวิทยาศาสตร์การตรวจพิสูจน์ไม้โดยใช้ข้อมูลทางด้านดีเอ็นเอเข้าช่วย

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้ในพรรณไม้สกุล *Dalbergia* บางชนิด และวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดดีเอ็นเอจากชิ้นไม้ของพรรณไม้สกุล *Dalbergia*

อุปกรณ์และวิธีการ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างเนื้อไม้ในพรรณไม้ 9 ชนิด จำนวน 69 ตัวอย่าง ได้แก่ พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) จำนวน 19 ตัวอย่าง ชิงชัน (*D. oliveri*) จำนวน 13 ตัวอย่าง เก็ดแดง (*D. assamica*) จำนวน 11 ตัวอย่าง กระพี้เขาควาย (*D. cultrata*) จำนวน 13 ตัวอย่าง ฉนวน (*D. nigrescens*) จำนวน 7 ตัวอย่าง ประดู่ลาย (*D. errans*) จำนวน 1 ตัวอย่าง เก็ดขาว (*D. ovata* var. *glomeriflora*) จำนวน 4 ตัวอย่าง กระพี้นางนวล (*D. cana*) จำนวน 1 ตัวอย่าง และ กำพี้ (*D. ovata*) จำนวน 1 ตัวอย่าง เก็บในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย ตามที่เคยได้มีการสำรวจพรรณไม้สกุลนี้ไว้ และได้แบ่งการศึกษาเป็น 3 ข้อ ดังนี้

1. การศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของไม้สกุล *Dalbergia*

ศึกษาลักษณะโครงสร้างด้านหน้าตัดไม้ จะศึกษาเฉพาะลักษณะที่สามารถมองเห็นด้วย แฮนด์เลนส์หรือแว่นขยาย กำลังขยาย 10- 15 เท่า โดยศึกษาลักษณะของพอร์ (pores) สารสะสมในพอร์ เรย์ (rays) พาเรงคิมา (parenchyma) พร้อมทั้งบันทึกภาพหน้าตัดไม้ (งานคุณสมบัติและวิศวกรรมโครงสร้างไม้, 2554)

2. การศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อไม้ของพรรณไม้สกุล *Dalbergia*

นำเนื้อไม้สกุล *Dalbergia* ที่ทำการศึกษามาขูดและบดตัวอย่างด้วยเครื่องบด (mixer mill) จนเป็นผงแป้งละเอียดและทำการสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธีการต่าง ๆ จำนวน 4 วิธี ได้แก่ วิธีการสกัดดีเอ็นเอ CTAB (Doyle and Doyle, 1990), วิธี DNA Trap I (DNATEC, Cat No. 100-1003), วิธี Mercaptoethanol (Lim *et al*., 1997) และชุดสกัดสำเร็จรูป DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN) เมื่อสกัดดีเอ็นเอเสร็จสิ้นแล้วนำสารละลายดีเอ็นเอไปตรวจวัดปริมาณ และคุณภาพ ด้วย Agarose gel electrophoresis เครื่อง Nanophotometer

3. การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากชิ้นไม้สกุล *Dalbergia* และการคัดเลือกไพรเมอร์

คัดเลือกไพรเมอร์จากส่วน non-coding region ของคลอโรพลาสต์จีโนมจำนวน 4 คู่ ที่เป็นสากล (universal primer) ได้แก่ ITS2, *mat*K, *trnH-psbA* และ TP และไพรเมอร์ Microsatellite markers ที่พัฒนามาจากไม้พะยูง จำนวน 9 คู่ (Malausa *et al*., 2011) นำดีเอ็นเอของชิ้นไม้ มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้นของดีเอ็นเอ 10 ng/µl แล้วจึงทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณที่ต้องการ โดยใช้ primer จำนวน 13 คู่ ในปฏิกิริยาการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอประกอบด้วย DNA เริ่มต้น 10 ng, primer (forward and reward) สารละลาย 0.5 µM, 1X Taq buffer, 2.0 mM $MgCl_2$, 200 µM dNTPs, และเอนไซม์ Taq DNA polymerase 0.5 unit (biotechrabbit, Cat. No. BR200102) ในปริมาตรรวมทั้งหมด 10 µl โดยใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (GeneAmpR PCR System 9700 (Applied Biosystem)) ขั้นตอน Denaturation ใช้อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที ขั้นตอน Annealing ใช้อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส (ขึ้นอยู่กับไพรเมอร์) เป็นเวลา 45 วินาที ขั้นตอน Extension ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ทำซ้ำ 35 รอบ ขั้นตอน Final Extension ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เมื่อเสร็จสิ้นปฏิกิริยาทุกขั้นตอน หยุดปฏิกิริยาด้วย 5µl Loading buffer (10 mM EDTA (pH 8.0), 98% formamide, Bromophenol Blue & Xylenecyanol) และนำผล PCR มาตรวจสอบโดยใช้ 4.5% Denaturing Polyacrylamide Gel Electrophoresis ใน 1X TBE buffer และย้อมแผ่นเจลด้วย Silver nitrate เพื่อดูแถบดีเอ็นเอที่เกิดขึ้น

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของไม้สกุล *Dalbergia*

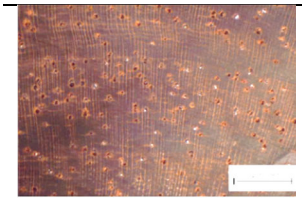
การศึกษาลักษณะโครงสร้างด้านตัดขวางของชิ้นไม้ พบว่ามีความแตกต่างกันของสีแก่นและสีกระพี้ โดยเมื่อมองทางด้านหน้าตัดขวางจะเห็นส่วนของแก่นไม้ (heart wood) มีสีเข้ม ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ของเนื้อเยื่อท่อลำเลียงน้ำ (xylem) ที่มีอายุมากซึ่งไม่ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำแล้ว จะมีสารประกอบต่าง ๆ เช่น แทนนิน (tannin) มาสะสม โดยส่วนนี้จะมีความแข็งมาก ในส่วนของกระพี้ (sapwood) จะมีสีจางอย่างเห็นได้ชัด และอยู่บริเวณรอบนอก โดยในส่วนของไม้พะยูงจะเห็นได้ว่า แก่นไม้มีสีแดงเข้ม ส้ม หรือน้ำตาล และกระพี้มีสีเหลืองอ่อน (Figure 1)



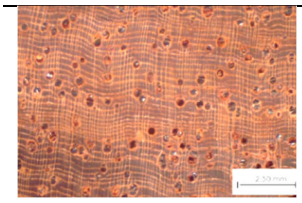
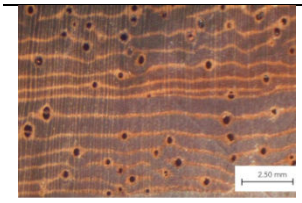
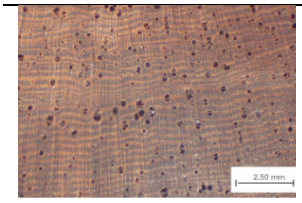
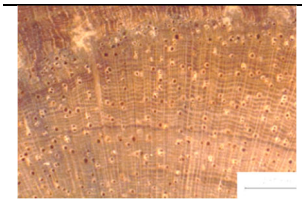
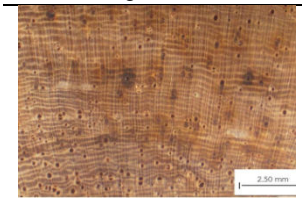
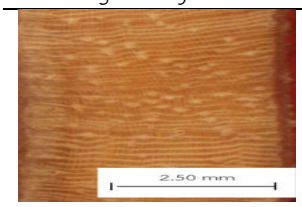
Figure 1 Heart wood and Sap wood of Siamese rosewood (*D. cochinchinensis*)

ในส่วนของลักษณะโครงสร้างภายใน จะศึกษาเฉพาะลักษณะที่สามารถมองเห็นด้วยแว่นขยาย 10- 15 เท่า เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ประกอบการตรวจพิสูจน์ไม้แบบทั่วไป พอร์ ส่วนมากเป็นพอร์เดี่ยว (solitary pore) พอร์แฝด (multiple pore) มีน้อย พอร์มีขนาดใหญ่ แบบของการเรียงตัวไม่เด่นชัด การกระจายเป็นแบบกระจัดกระจาย (diffuse porous) ภายในพอร์มีสารตกค้าง (deposit) เป็นบางพอร์ เส้นรัศมี (rays) เห็นไม่ค่อยชัด พาเรงคิมาแบบปีก (aliform parenchyma) และแบบปีกต่อ (confluent parenchyma) มักจะเจอลักษณะเรย์ในด้านสัมผัส มีลักษณะเรย์เป็นชั้น ๆ หรือ Ripple mark (งานคุณสมบัติและวิศวกรรมโครงสร้างไม้, 2554) รายละเอียดตาม Tabel 1

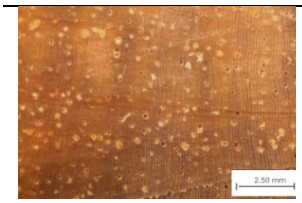
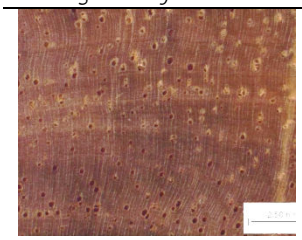
Tabel 1 Wood anatomy characteristic of eight species of the genus *Dalbergia* that can be seen with a hand-lensed magnifying glass, size 10 -15 times

Wood species	Porosity	Type of pore	Inclusion in pore	Type of axial parenchyma	Pore per area (30 mm^2)
 *D. cochinchinensis*	- Diffuse porous	- Exclusively solitary - Multiples	- Deposit	- Aliform - Confluent - Fine line -Ripple mark	65

Tabel 1 (continued).

Wood species	Porosity	Type of pore	Inclusion in pore	Type of axial parenchyma	Pore per area (30 mm^2)
 *D. oliveri*	- Diffuse porous	- Exclusively solitary - Multiples	- Tylosis	- Vasicentric - Fine line - Ripple mark	59
 *D. assamica*	- Diffuse porous	-Exclusively solitary - Multiples	- Deposit	- Aliform - Confluent - Ripple mark	60
 *D. cultrata*	- Diffuse porous	- Exclusively solitary - Multiples	- Deposit	-Aliform -Confluent - Ripple mark	67
 *D. nigrescens*	- Diffuse porous	- Exclusively solitary - Multiples	- Deposit	-Aliform -Confluent -Ripple mark	70
 *D. glomeriflora*	- Diffuse porous	- Exclusively solitary - Multiples	- Deposit - Gum	- Aliform - Confluent	66
 *D. cana*	- Diffuse porous	- Exclusively solitary - Multiples	- Deposit	- Aliform - Confluent	73

Tabel 1 (continued).

Wood species	Porosity	Type of pore	Inclusion in pore	Type of axial parenchyma	Pore per area (30 mm^2)
 *D. ovata* var. *glomeriflora*	- Diffuse porous	- Exclusively solitary p - Multiples pores	- Deposit	- Aliform - Diffuse in aggregates	70
 *D. errans*	- Diffuse porous	- Exclusively solitary - Multiples	-	- Aliform - Diffuse	66

2. วิธีการที่เหมาะสมในการสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อไม้ของพรรณไม้สกุล *Dalbergia*

จากการทดลองสกัดดีเอ็นเอและเปรียบเทียบผลการสกัดดีเอ็นเอ ทั้ง 4 วิธี เมื่อนำมาตรวจสอบด้วยวิธี Agarose gel electrophoresis พบว่าแถบดีเอ็นเอที่ได้จากวิธี Trap I และวิธี Mercaptoethanol ปรากฏแถบดีเอ็นเอในทุกตัวอย่าง สารละลายดีเอ็นเอที่ได้มีความใสและไม่มีสี แต่ผลการสกัดดีเอ็นเอด้วย วิธี CTAB พบว่าแถบดีเอ็นเอปรากฏแค่บางตัวอย่าง (Figure 2) อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของสารละลายในบางตัวอย่างมีปริมาณน้อย จนแทบจะไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอบนแผ่นเจล เนื่องจากสารสารละลายดีเอ็นเอที่ได้ส่วนใหญ่มีสีเหลือง โดยอาจมีการปนเปื้อนของสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) หรือสารพวก Polysaccharide ที่มีอยู่ในพืช (Lim *et al.,* 1997)

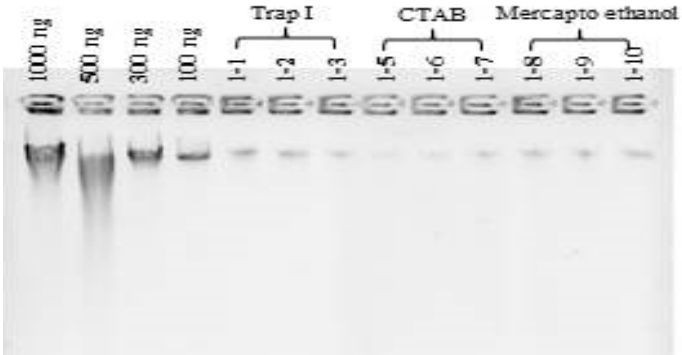


Figure 2 Quantity and quality of Siamese rosewood DNA solution extracted by four different methods.

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณและคุณภาพสารละลายดีเอ็นเอที่สกัดด้วยวิธีต่าง ๆ (Figure 3-4) พบว่าตัวอย่างไม้ที่ให้ปริมาณดีเอ็นเอน้อยที่สุด คือตัวอย่างไม้พะยูงจากส่วนของแก่นไม้ และเป็นไม้ที่ถูกตัดฟันทิ้งไว้ เมื่อปี พ.ศ. 2559 ซึ่งถือว่าผ่านระยะเวลามานาน การสกัดดีเอ็นเอจึงได้ปริมาณน้อย และคุณภาพต่ำ อีกตัวอย่างที่ให้ปริมาณดีเอ็นเอที่ต่ำคือ ไม้พะยูง ที่สกัดจากส่วนของแก่น เป็นตัวอย่างไม้จากจังหวัดนครศรีธรรมราช ตัวอย่างไม้ที่

ให้ปริมาณดีเอ็นเอที่มากที่สุด คือ ไม้กระพี้เขาควาย เป็นส่วนของกิ่งไม้ จากจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นไม้ที่เก็บในปี พ.ศ. 2562 มีอายุการเก็บตัวอย่างน้อยกว่าไม้พะยูง

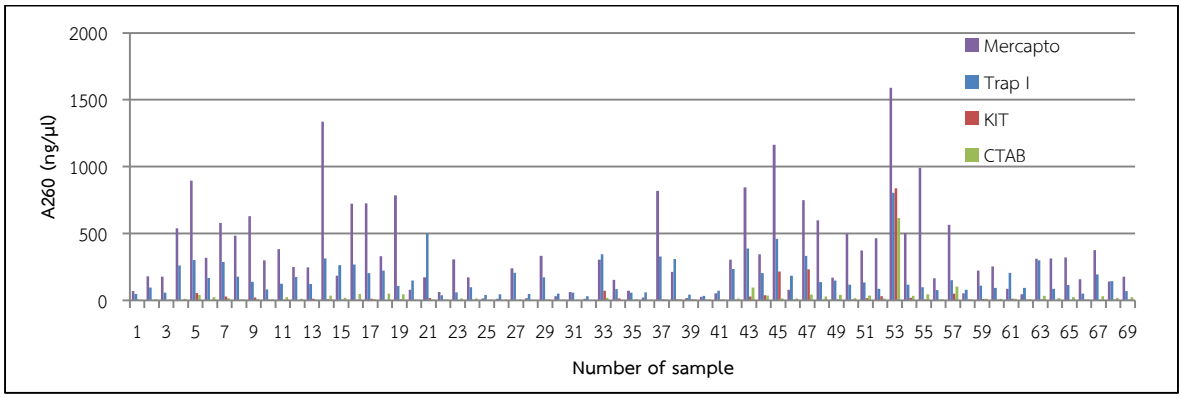


Figure 3 Comparison of the quantity of DNA solution extracted by different methods. (No.1-11 *D. assamica*, 12-24 *D. oliveri*, 25-42 *D. cochinchinensis*, 43-49 *D. nigrescens*, 50-62 *D. cultrata*, 63 *D. errans*, 64-67 *D. ovata* var. *glomeriflora*, 68 *D. ovata* and 69 *D. cana*)

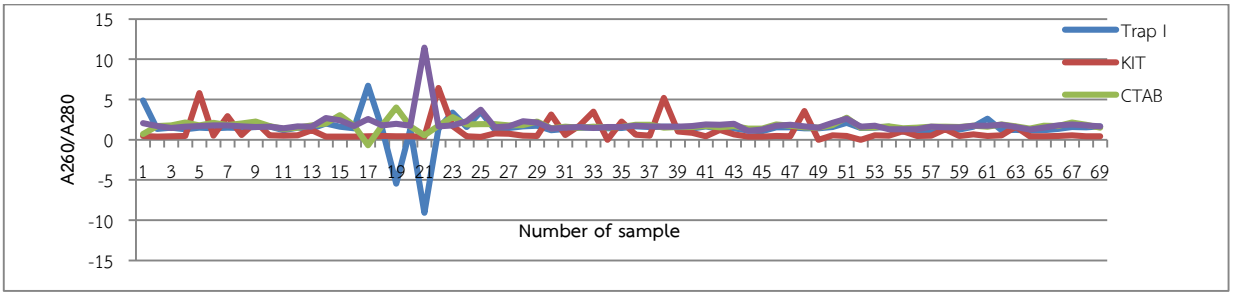


Figure 4 Comparison of the quality of DNA solution extracted by different methods (No.1-11 *D.* assamica, 12-24 *D. oliveri*, 25-42 *D. cochinchinensis*, 43-49 *D. nigrescens*, 50-62 *D. cultrata*, 63 *D. errans*, 64-67 *D. ovata* var. *glomeriflora*, 68 *D. ovata* and 69 *D. cana*)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของเนื้อไม้ โดยใช้ตัวอย่างไม้พะยูง เนื่องจากเป็นตัวอย่างไม้ชนิดเดียวที่สามารถเก็บตัวอย่างได้ครอบคลุมทั้งในส่วนของแก่นและกระพี้ จากการสกัดดีเอ็นเอ ทั้ง 4 วิธี ตรวจวัดปริมาณและคุณภาพจากส่วนของแก่นและกระพี้ไม้ พบว่าปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากส่วนของกระพี้ มีปริมาณมากกว่าส่วนของแก่น ถึง 2.76 เท่า คุณภาพดีเอ็นเอที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของเนื้อไม้ (Figure 5-6) พบว่า คุณภาพดีเอ็นเอที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี Mercaptoethanol ให้คุณภาพดีเอ็นเอที่ดีที่สุดโดยส่วนที่สกัดจากกระพี้ อัตราส่วนการดูดกลืนแสงที่ A260/A280 มีค่าใกล้เคียง 1.8 รองลงมาคือวิธีที่สกัดโดยใช้สาร CTAB ส่วนวิธีที่ได้จากการสกัดจากชุดสำเร็จรูป ให้ อัตราส่วนการดูดกลืนแสงที่ A260/A280 ที่ต่ำมาก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ ไม่มีสาร CTAB เป็นองค์ประกอบ ซึ่งสารดังกล่าวมีความสามารถในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีนและสาร Polysaccharide ช่วยในการกำจัดสาร Polysaccharide ที่มีปริมาณมากในพืชออกไปได้และสาร Mercaptoethanol ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น Antioxidant หรือ Chelating agents ซึ่งจะช่วยรักษาสภาพของเซลล์ทำให้ดีเอ็นเอเกิดการแตกหักน้อย

ทั้งนี้การสกัดดีเอ็นเอจากพืชการใช้วิธีการสกัดดีเอ็นเอเดียวให้เหมาะกับพืชแต่ละชนิด หรือให้เหมาะกับส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชนั้นเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีปริมาณสารที่แตกต่างกัน (Loomis, 1974) ในพืชหลายชนิด มีสารที่จำเพาะได้แก่ พวกโพลิแซคคาไรด์ โพลีฟีนอล และสารทุติภูมิ (secondary metabolism) อื่น ๆ

ในปริมาณสูง ซึ่งสารเหล่านี้จะไปจับกับกรดนิวคลีอิกระหว่างการสกัดดีเอ็นเอและไปขัดขวางปฏิกิริยาอื่น ๆ ที่ตามมา (Pirttila *et al.*, 2001)

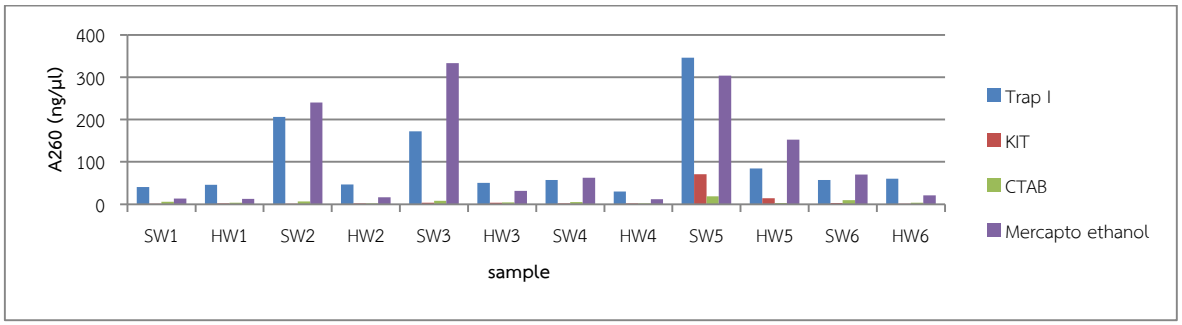


Figure 5 Comparison of the quantity of DNA solution extracted by different methods from the heartwood and sapwood sections of six samples of Siamese rosewood. (SW = sapwood, HW= heartwood)

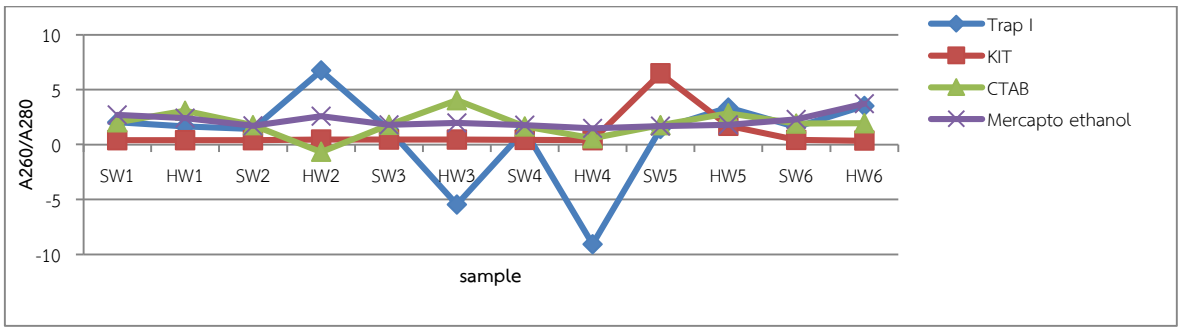


Figure 6 Comparison of the quality of DNA solution extracted by different methods from the heartwood and sapwood sections of six samples of Siamese rosewood. (SW = sapwood, HW= heartwood

3. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้จากชิ้นไม้สกุล *Dalbergia* และการคัดเลือกไพรเมอร์

ผลการทดสอบพบว่าการทำ PCR ขนาดเล็กสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ง่ายกว่าการทำ PCR ขนาดใหญ่ โดยในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าสามารถทำ PCR ในไพรเมอร์จำนวน 6 คู่จาก 13 คู่ที่คัดเลือก โดยเป็น Microsatellite marker จำนวน 4 คู่ ได้แก่ COC_01, OC_06, COC_07 และ COC_13 และตำแหน่งที่เป็น Universal marker จำนวน 2 คู่ คือ TP และ MatK โดยมีค่าอุณหภูมิช่วง annealing อยู่ที่ 50 – 54 องศาเซลเซียส (Figure 7-8)

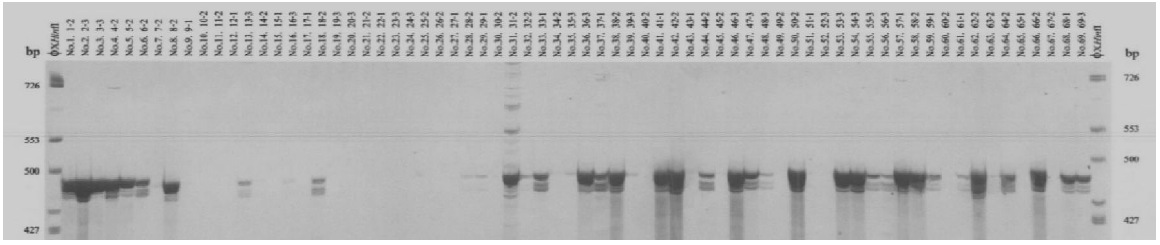


Figure 7 DNA amplification using *MatK* primers

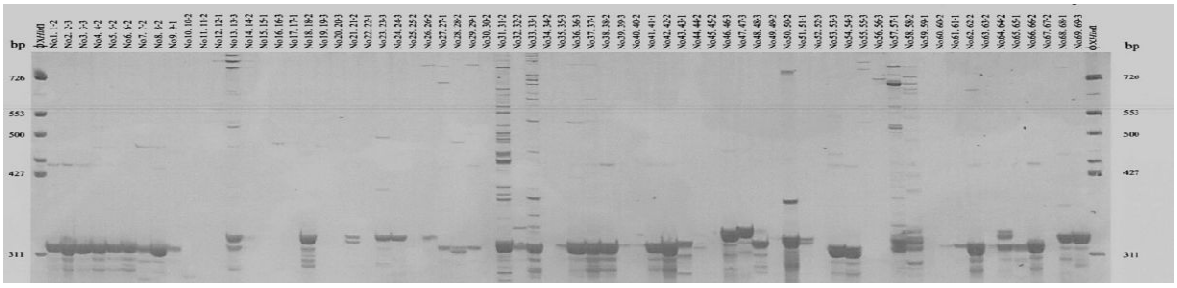


Figure 8 DNA amplification using *TP* primers

สรุป

การศึกษาลักษณะโครงสร้างไม้ภายในเนื้อไม้สกุล *Dalbergia* ที่สามารถมองเห็นด้วยแว่นขยายขนาด 10 – 15 เท่า นั้น พบว่า พรรณไม้ในสกุล *Dalbergia* ส่วนมากมีพอร์เดี่ยวขนาดใหญ่ แบบของการเรียงตัวไม่เด่นชัด ภายในพอร์มักพบสารตกค้าง พาเรงคิมาส่วนมากเป็นแบบปีก และแบบปีกต่อ มักจะเจอลักษณะเรย์เป็นชั้น หรือ Ripple mark ซึ่งถือว่าเป็นจุดเด่นในไม้สกุลนี้ วิธีการที่เหมาะสมในการสกัดดีเอ็นเอจากเนื้อไม้สกุล *Dalbergia* พบว่าการสกัดดีเอ็นเอด้วยวิธี Mercaptoethanol และ วิธี DNA Trap I เนื่องจากให้ปริมาณดีเอ็นเอมากที่สุดตามลำดับ ส่วนวิธีการสกัดดีเอ็นเอที่ให้คุณภาพดีเอ็นเอดีที่สุดได้แก่ คือ Mercaptoethanol และ วิธี CTAB ส่วนของเนื้อไม้ที่ให้ปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอดีที่สุด คือ ดีเอ็นเอที่สกัดจากกระพี้ไม้ การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR สามารถคัดเลือกไพรเมอร์ได้ 6 ตำแหน่ง ที่สามารถใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดจากเนื้อไม้สกุลนี้ อย่างไรก็ตามหากต้องการนำไพรเมอร์เหล่านี้ไปใช้ จำเป็นต้องเลือกไพรเมอร์ให้มีความจำเพาะและเหมาะกับชนิดไม้ที่จะใช้ด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

งานคุณสมบัติและวิศวกรรมโครงสร้างไม้. 2554. **คู่มือการตรวจพิสูจน์ไม้**. กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 104 หน้า

Doyle, J.J. and Doyle, J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus** 12: 13-15.

Scott, K.D and Playford, J. 1996. DNA extraction technique for PCR in rain forest plant species. **Biotechniques** 20: 974-979.

Lim, S.H., Liew, C.F., Lim, C.N., Lee, Y.H. and Goh, C.J. 1997. A simple and efficient method of DNA isolation from orchid species and hybrids. **Biological Plantarum** 41(2): 314-316.

Loomis, D.V. 1974. Overcoming problems of phenolics and quinines in the isolation of plant enzymes and organelles. **Methods Enzymol**. 31: 528-544.

Malausa, T., Gilles, A., Meglécz, E., *et al.* 2011. High-throughput microsatellite isolation through 454 GS-FLX Titanium pyrosequencing of enriched DNA libraries. **Molecular Ecology Resources** 11: 638–644.

Pirttilä, A.M., Hirsikorpi, M., Kämäräinen, T., Jaakola, L. and Hohtola, A. 2001. DNA isolation methods for medicinal and aromatic plants. **Plant Mol. Biol. Rep.** 19: 273a-273f.

การตรวจนับอายุต้นไม้บางชนิดจากเนื้อไม้ กรณีศึกษา ไม้กระถินเทพา
Counting The Age of Some Tree from The Wood A Case Study of *Acacia mangium*

บางรักษ์ เชษฐสิงห์[1*]
Bangrak chadthasing[1*]
[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1] Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **chadthasing@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) เพื่อใช้ตรวจนับอายุของไม้ โดยใช้ตัวอย่างไม้กระถินเทพาที่ทราบอายุปลูกในท้องที่จังหวัดสงขลา จำนวน 25 ต้น พบว่าลักษณะโครงสร้างด้านหน้าตัดของไม้กระถินเทพา จำนวน 2 ต้น มองเห็นวงปีได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับอายุของต้นไม้ตัวอย่างอายุ 1 ปี 6 เดือน และตัวอย่างไม้อายุ 5 ปี ส่วนตัวอย่างไม้ที่เหลือจำนวน 23 ต้น พบลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ด้านหน้าตัดไม้ไม่ชัดเจน และจากลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด โดยดูจากสไลด์เนื้อไม้ พบว่าเนื้อไม้กระถินเทพา เป็นแบบพอร์กระจัดกระจาย พาเรงคิมาแบบติดพอร์ ที่ปรากฏเห็นเป็นวงปีที่เกิดจากความแตกต่างของความหนาของผนังเซลล์ไฟเบอร์และมองเห็นได้ชัดเจนในไม้ที่มีอายุไม่มากนัก ส่วนตัวอย่างเนื้อไม้กระถินเทพาอายุมากผนังเซลล์ไฟเบอร์มองเห็นไม่แตกต่างกัน ทำให้มองเห็นวงปีไม่ชัดเจน การตรวจนับอายุไม้จากเนื้อไม้กระถินเทพาสามารถตรวจนับอายุไม้ได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียงในไม้ที่มีอายุน้อย ลักษณะที่เกิดวงปี เกิดจากความแตกต่างของความหนาของผนังเซลล์ไฟเบอร์ต้นฤดูบางกว่าผนังเซลล์ไฟเบอร์ปลายฤดู
คำสำคัญ: อายุต้นไม้ อายุไม้ วงปี วงเจริญเติบโต กระถินเทพา

ABSTRACT

To determine the age of *Acacia mangium* Wild., structural characteristics were examined. Using samples of 25 Acacia trees of known age planted in Songkhla province, it was found that the cross section structure of two *Acacia mangium* trees clearly saw the year circle and related to the age of the sample trees at the ages of 1 year and 6 months, and 5 years old. The sapwood is a diffuse porous wood, parenchyma that appears as early age caused by the difference in the thickness of the fiber cell wall, according to the detailed texture structure found by looking at the wood slide. Since the fiber cell walls of aged acacia wood showed no difference in visual clarity, distinguishing the annual ring remained difficult. Thus, tree age counting from acacia wood can be used to determine the age of young trees with accuracy or consistency. Growth rings arise because the thickness of early-season fiber cell walls is thinner than that of late-season fiber cell walls.
Keywords: age of tree, annual rings, growth rings, *Acacia mangium*

คำนำ

ต้นไม้ทุกต้นมีการเจริญเติบโตทุกปี ทั้งทางด้านความโตและด้านความสูง อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันไปตามชนิดไม้และปัจจัยแวดล้อมที่ต้นไม้ขึ้นอยู่ เนื้อไม้บางชนิดในสามารถมองเห็นลักษณะวงปี (annual ring, annual growth ring) หรือวงเติบโต (growth ring) (ราชบัณฑิตยสถานสถาน, 2547) ด้านหน้าตัดของท่อนไม้ได้อย่างชัดเจน เช่น ไม้สัก ไม้เลี่ยน ไม้สนสองใบ ไม้สนสามใบ เป็นต้น วงเจริญเติบโตที่มองเห็นได้ชัดเจน เกิดจากลักษณะโครงของเซลล์เนื้อไม้ ได้แก่ ความแตกต่างของขนาดความหนาของผนังเซลล์เส้นไย (fibres) หรือเซลล์เทรคีด

(tracheids) โดยผนังเซลล์เส้นใยปลายฤดูหนา (thick-walled latewood fibres or tracheids) และผนังเซลล์เส้นใยปลายฤดูบาง (thin-walled early-wood fibres or tracheids) ความแตกต่างของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์เวสเซลปลายฤดูและต้นฤดู (semi-ring-porous and ring-porous woods) ลักษณะของพาเรงคิมาแบบขอบ (marginal parenchyma (terminal or initial)) ลักษณะแคบและรูปแบบจำนวนของเซลล์เทรคีดและเวสเซล ลักษณะความถี่ของพาเรงคิมาแบบแถบ (decreasing frequency of parenchyma bands) ลักษณะเซลล์เรย์ขยาย (distended rays) (IAWA Committee, 1989) ไม้จำพวกสน (coniferous tree) เนื้อไม้โดยปกติวงปีจะมองเห็นชัดเจน (IAWA Committee, 2004) การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้และอายุของไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) ใช้ตัวอย่างไม้กระถินเทพาที่ปลูกและทราบอายุไม้ในพื้นที่จังหวัดสงขลา โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบจากด้านหน้าตัดไม้ของแว่นไม้และโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียดจากสไลด์ไม้ผ่านกล้องจุลทรรศน์

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างไม้ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ชนิดไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) วงศ์ FABACEAE ที่ทราบอายุ ในท้องที่จังหวัดสงขลา จำนวน 25 ต้นหรือตัวอย่าง โดยใช้เนื้อไม้จากส่วนโคนต้นที่ใกล้ชิดพื้นดินที่สุดเป็นตัวอย่าง แบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบ (macroscopic features) ตัดอย่างเนื้อไม้ส่วนโคนต้นท่อนแรกชิดพื้นดินที่สุด ตัดเป็นแว่นหรือเขียงไม้ ทำการขัดให้เรียบ ล้างฝุ่นขัดออกด้วยน้ำสะอาด เช็ดให้แห้ง ศึกษาลักษณะวงปีจากด้านหน้าตัดไม้

2. การศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด (microscopic features) แปรรูปไม้ขนาด 2x2x2 เซนติเมตร นำไปต้มในน้ำ จนชิ้นไม้อ่อนตัว นำไปเข้าเครื่องตัดสไลด์ไม้ (microtome) ตัดขนาด 10-15 ไมครอน นำชิ้นไม้ที่ได้ย้อมด้วยสีแดง (safranin-O) นำไปทำสไลด์ไม้ และศึกษาลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อไม้ด้วยกล้องจุลทรรศน์

3. สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) จำนวน 25 ต้นหรือตัวอย่าง ที่ทราบอายุต้นไม้ ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบและลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด ดังนี้

1. ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบ พบว่าสีเนื้อไม้กระถินเทพา สีของกระพี้ออกโทนสีขาวปนเหลืองหรือขาวนวล แตกต่างจากสีของแก่นไม้ที่มีสีโทนน้ำตาล ลักษณะของวงปีหรือวงเจริญเติบโต ด้านหน้าตัดของท่อนไม้ปรากฏเห็นความแตกต่างของสีเนื้อไม้ส่วนสีจางและสีเข้มดำ เป็นวงคล้ายวงปี ตัวอย่างไม้กระถินเทพา จำนวน 2 ต้นหรือตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1 (รหัส A001) ตัวอย่างไม้กระถินเทพา อายุ 1 ปี 6 เดือน ปลูกปลายปี พ.ศ. 2562 และเก็บตัวอย่าง พฤษภาคม พ.ศ. 2564 และตัวอย่างที่ 2 (A002) ตัวอย่างไม้กระถินเทพา อายุ 5 ปี ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ด้านหน้าตัด (แว่นไม้) มองเห็นวงปีชัดเจน สอดคล้องกับอายุปลูกต้นไม้ ส่วนลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ที่เหลือ 23 ต้นหรือตัวอย่าง มองเห็นวงปีได้ แต่ไม่สามารถนับได้อย่างชัดเจน รายละเอียดปรากฏตาม Table 1

Table 1 Characteristics of the wood structure the front cut of the *Acacia mangium* Willd. 25 samples

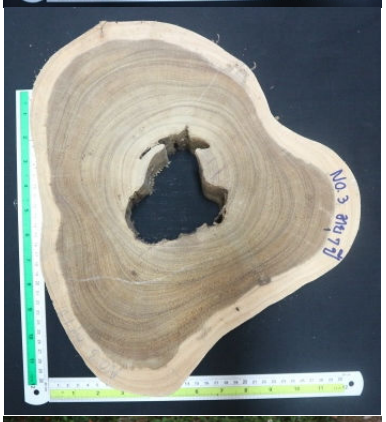
Code	Age	Planting year	Circumference size (cm)	Location	Picture
A001	1 year 6 months	2019	26.5	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A002	5 year	2016	107	Thung Tam Sao,Hat Yai, Songkhla.	
A003	7 year	2014	102	Thung Tam Sao,Hat Yai, Songkhla.	
A004	15 year	2006	188	Thung Tam Sao,Hat Yai, Songkhla.	

Table 1 (continued)

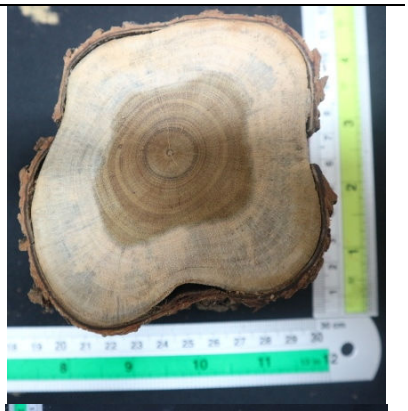
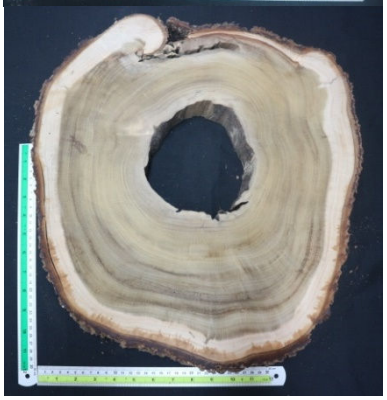
Code	Age	Planting year	Circumference size (cm)	Location	Picture
A005	2 year	2019	28	Khuan So, Khuan Niang, Songkhla.	
A006	3 year	2017	65	Khuan So, Khuan Niang, Songkhla.	
A007	10 year	2011	43	Na Mom, Na Mom, Songkhla	
A008	7 year	2011	152	Na Mom, Na Mom, Songkhla	

Table 1 (continued)

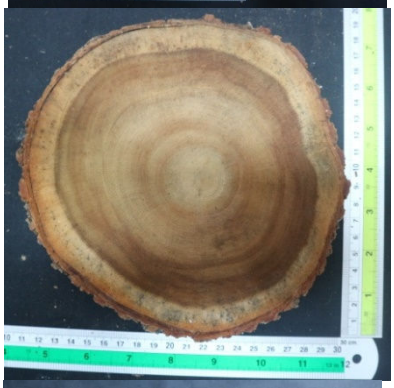
Code	Age	Planting year	Circumference size (cm)	Location	Picture
A009	13 year	2009	165	Khuan So, Khuan Niang, Songkhla.	
A010	12 year	2009	58	Khuan So, Khuan Niang, Songkhla.	
A011	33 year	1988	94	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A012	5 year	2016	134	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	

Table 1 (continued)

Code	Age	Planting year	Circumference size (cm)	Location	Picture
A013	27-28 year	1993-1994	134	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A014	32-34 year	1987-1989	125	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A015	32 year	1989	105	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A016	24-25 year	1996-1997	76.5	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	

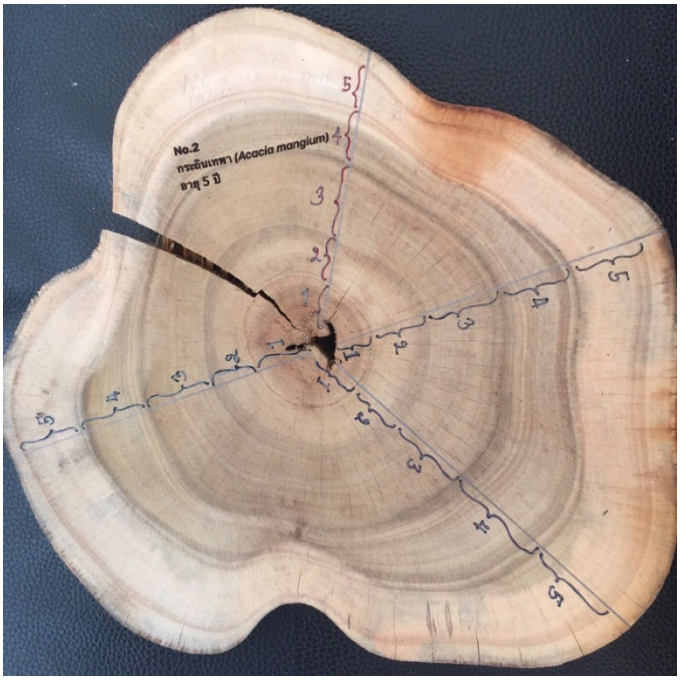
Table 1 (continued)

Code	Age	Planting year	Circumference size (cm)	Location	Picture
A017	24-25 year	1996-1997	113	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A018	5 year	2016	115	Khuan So, Khuan Niang, Songkhla.	
A019	33 year	1988	104	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A020	33 year	1988	97	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A021	33 year	1988	105	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	

Table 1 (continued)

Code	Age	Planting year	Circumference size (cm)	Location	Picture
A022	33 year	1988	95	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A023	33 year	1988	85	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A024	33 year	1988	77	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	
A025	33 year	1988	88	Chalung, Hat Yai, Songkhla.	

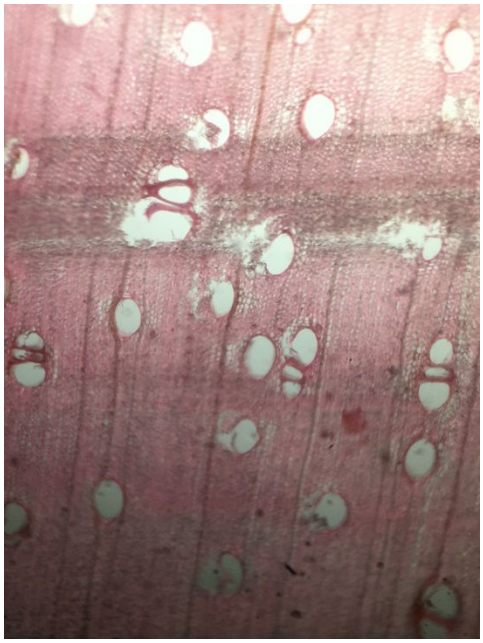
2. ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้จากแผ่นสไลด์ไม้ผ่านกล้องจุลทรรศน์ พบว่าลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ พอร์หรือเวสเซลเป็นพอร์กระจัดกระจาย (wood diffuse -porous) พอร์เดี่ยว (vessel solitary) และพอร์แฝด 2-3 เรียงตามแนวเส้นเรย์ (vessels in radial multiple (2-3 vessels)) ขนาดปานกลาง พาเรงคิมา (parenchyma) แบบติดพอร์ (paratracheal axial parenchyma) เป็นแบบล้อมรอบพอร์ (axial parenchyma vasicentric) เส้นเรย์ (rays) มองเห็นได้ ความกว้าง 1-3 เซลล์ (ray width 1 to 3 cells) ลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้ที่ปรากฏเห็นเป็นวงปีเกิดจากผนังเซลล์เส้นใยปลายฤดูหนา (thick-walled latewood fibres) และผนังเซลล์เส้นใยปลายฤดูบาง (thin-walled early-wood fibres) รายละเอียดตาม Figure 1



(A)



(B)



(C)

Figure 1 Characteristics of the structure of acacia wood, 5 years old (A) in front of the log cut (B) The front side is cut from the slide plate, 20x. (C) The front side is cut from the slide, 50x.

สรุป

การศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้กระถินเทพา (*Acacia mangium* Willd.) เพื่อใช้ตรวจนับอายุของไม้ โดยใช้ตัวอย่างไม้กระถินเทพาที่ทราบอายุปลูกในท้องที่จังหวัดสงขลา จำนวน 25 ต้น พบว่าลักษณะโครงสร้างด้านหน้าตัดของไม้กระถินเทพา จำนวน 2 ต้น มองเห็นวงปีได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับอายุของต้นไม้ตัวอย่าง อายุ 1 ปี 6 เดือน และตัวอย่างไม้อายุ 5 ปี ส่วนตัวอย่างไม้ที่เหลือจำนวน 23 ต้น พบลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ด้านหน้าตัดไม้ไม่ชัดเจน และจากลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด โดยดูจากสไลด์เนื้อไม้ พบว่าเนื้อไม้กระถินเทพาเป็นแบบพอร์กระจัดกระจาย พาเรงคิมาแบบติดพอร์ ที่ปรากฏเห็นเป็นวงปีที่เกิดจากความแตกต่างของความหนาของผนังเซลล์ไฟเบอร์และมองเห็นได้ชัดเจนในไม้ที่มีอายุไม่มากนัก ส่วนตัวอย่างเนื้อไม้กระถินเทพาอายุมากผนังเซลล์ไฟเบอร์มองเห็นไม่แตกต่างกัน ทำให้มองเห็นวงปีไม่ชัดเจน การตรวจนับอายุไม้จากเนื้อไม้กระถินเทพาสามารถตรวจนับอายุไม้ได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียงในไม้ที่มีอายุน้อย ลักษณะที่เกิดวงปี เกิดจากความแตกต่างของความหนาของผนังเซลล์ไฟเบอร์ต้นฤดูบางกว่าผนังเซลล์ไฟเบอร์ปลายฤดู

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ข้าราชการ และพนักงานราชการที่เกี่ยวข้องในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

ราชบัณฑิตยสถานสถาน. 2547. **ศัพท์ป่าไม้ อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ ฉบับราชบัณฑิตสถาน.** กรุงเทพฯ.

IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bull. n.s.** 10: 219–332

IAWA Committee. 2004. IAWA List of microscopic features for softwood identification. **IAWA Journal** 25(1): 1–70

การตรวจนับอายุต้นไม้บางชนิดจากโครงสร้างเนื้อไม้ กรณีศึกษา ไม้แดง
The Age Determination of Some Tree Speciea from The Wood Structure : A Case Study of *Xylia xylocarpa*.

บางรักษ์ เชษฐสิงห์[1*]
Bangrak chadthasing[1*]
[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1] Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **chadthasing@gmail.com**

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) W. Theob.) วงศ์ FABACEAE จำนวน 10 ต้นหรือตัวอย่าง อายุ 2-6 ปี ตัวอย่างไม้จากต้นที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบ พบว่าสีของกระพี้ออกโทนสีขาวปนเหลืองหรือขาวนวล แตกต่างจากสีแก่นเนื้อไม้ สีแดงหรือโทนสีแดง สีน้ำตาลหรือโทนสีน้ำตาล เนื้อไม้ไม่มีกลิ่น เนื้อไม้หนัก ลักษณะวงเติบโตด้านหน้าตัดของท่อนไม้ เห็นไม่ชัดเจน และลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้จากแผ่นสไลด์ไม้ผ่านกล้องจุลทรรศน์ พบว่าลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ วงเติบโตมองเห็นไม่ชัดเจนไม่มีพอร์หรือเวสเซลเป็นพอร์กระจัดกระจาย พอร์เดี่ยวและพอร์แฝด 2-3 เรียงตามแนวเส้นเรย์ ขนาดเล็ก ถึง ปานกลาง จำนวน 5-20 เวสเซลต่อตารางมิลลิเมตร พบสารแทรกในเซลล์เวสเซล ไฟเบอร์แบบผนังบางและผนังหนาและแบบผนังหนามาก พาเรงคิมาแบบติดพอร์ เป็นแบบล้อมรอบพอร์ แบบปีก และแบบปีกต่อ และพาเรงคิมาแบบแถบ เป็นแบบขอบ เรย์มองเห็นได้ ความกว้าง 1-3 เซลล์ ลักษณะโครงสร้างเซลล์ของเนื้อไม้แดงบางท่อนหรือบางตัวอย่างเนื้อไม้ด้านหน้าตัดไม้มองเห็นได้เป็นวง คล้ายวงปี เกิดจากลักษณะของเซลล์พาเรงคิมาแบบแถบ แต่ไม่สัมพันธ์กับอายุต้นไม้ จึงสรุปได้ว่าไม่สามารถตรวจนับอายุไม้แดงจากลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อไม้แดง

คำสำคัญ: อายุต้นไม้ อายุไม้ วงปี วงเติบโต ไม้แดง

ABSTRACT

Results of the study of wood structure of *Xylia xylocarpa* (Roxb.) W. Theob, FABACEAE family, 10 trees or specimens, 2-6 years old, wood samples from trees grown in Songkhla and Phatthalung provinces, Southern Thailand. The macroscopic features were showed that the color of the sapwood was white, yellow or white differed from the color of the heartwood which was red or shade of red, brown or shade of brown. The wood is not odor and heavy, while the appearance of growth rings is not clear. Microscopic features of the wood structure by studying the wood structure characteristics on wood slides through a compound microscope were found that the growth rings were not clear or absent. Pores or Vessels are wood diffuse-porous. Fibers were thin- to thick-walled and very thick-walled. Parenchyma types are axial parenchyma with vasicentric, aliform, lozenge-aliform, and banded marginal parenchyma. Rays are visible with the width of 1 to 3 cells. The cell structure of some pieces of wood can be seen like a ring. It was caused by marginal banded parenchyma, but did not correlate with the age of the trees. In summary, the structural characteristics of the wood cannot be waed to determination the age of the tree.

Keywords: age of tree, annual rings, growth rings, *Xylia xylocarpa*.

คำนำ

ต้นไม้ทุกต้นมีการเจริญเติบโตทุกปี ทั้งทางด้านความโตและด้านความสูง อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันไปตามชนิดไม้และปัจจัยแวดล้อมที่ต้นไม้ขึ้นอยู่ เนื้อไม้บางชนิดในสามารถมองเห็นลักษณะวงปี (annual ring, annual growth ring) หรือวงเติบโต (growth ring) (ราชบัณฑิตยสถานสถาน, 2547) ด้านหน้าตัดของท่อนไม้ได้อย่างชัดเจน เช่น ไม้สัก ไม้เลี่ยน ไม้สนสองใบ ไม้สนสามใบ เป็นต้น วงเจริญเติบโตที่มองเห็นได้ชัดเจน เกิดจากลักษณะโครงของเซลล์เนื้อไม้ ได้แก่ ความแตกต่างของขนาดความหนาของผนังเซลล์ไฟเบอร์ (fibres) หรือเซลล์เทรคีด (tracheids) โดยผนังเซลล์ไฟเบอร์ปลายฤดูหนา (thick-walled latewood fibres or tracheids) และผนังเซลล์ไฟเบอร์ปลายฤดูบาง (thin-walled early-wood fibres or tracheids) ความแตกต่างของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์เวสเซลปลายฤดูและต้นฤดู (semi-ring-porous and ring-porous woods) ลักษณะของพาเรงคิมาแบบขอบ (marginal parenchyma (terminal or initial)) ลักษณะแคบและรูปแบบจำนวนของเซลล์เทรคีดและเวสเซล ลักษณะความถี่ของพาเรงคิมาแบบแถบ (decreasing frequency of parenchyma bands) ลักษณะเซลล์เรย์ขยาย (distended rays) (IAWA Committee, 1989) ไม้จำพวกสน (coniferous tree) เนื้อไม้โดยปกติวงปีจะมองเห็นชัดเจน (IAWA Committee, 2004)

ไม้แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) W. Theob.) วงศ์ FABACEAE ชื่อการค้า Pyinkado ชื่อพ้อง (synonym) *Xylia dolabriformis*, *Xylia kerrii* Craib & Hutch. เป็นชนิดไม้ที่มีความสำคัญทางการค้า พบในไทย ลาว เมียนม่าร์ กัมพูชา เวียดนาม อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย บรูไน เนื้อไม้หนัก ค่าความถ่วงจำเพาะ มากกว่า 0.75 สีแก่นเนื้อไม้เข้มกว่าสีกระพี้ไม้ แก่นไม้สีน้ำตาลหรือโทนสีน้ำตาล สีแดงหรือโทนสีแดง

การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้และอายุของไม้แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) W. Theob.) วงศ์ FABACEAE ใช้ตัวอย่างไม้แดงที่ปลูกและทราบอายุไม้ในพื้นที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบจากด้านหน้าตัดไม้ของแว่นไม้และโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียดจากสไลด์ไม้ผ่านกล้องจุลทรรศน์

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างชนิดไม้ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ไม้แดง (X. *xylocarpa* (Roxb.) W. Theob.) วงศ์ Fabaceae ที่ทราบอายุ ในท้องที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง จำนวน 10 ต้นหรือตัวอย่าง โดยใช้เนื้อไม้จากส่วนโคนต้นที่ใกล้ชิดพื้นดินที่สุดเป็นตัวอย่าง แบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบ (macroscopic features) ตัดอย่างเนื้อไม้ส่วนโคนต้นท่อนแรกชิดพื้นดินที่สุด ตัดเป็นแว่นหรือเขียงไม้ ทำการขัดให้เรียบ ล้างฝุ่นขัดออกด้วยน้ำสะอาด เช็ดให้แห้ง ศึกษาลักษณะวงเติบโตจากด้านหน้าตัดไม้

2. การศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด (microscopic features) แปรรูปไม้ขนาด 2x2x2 เซนติเมตร นำไปต้มในน้ำ จนชิ้นไม้อ่อนตัว นำไปเข้าเครื่องตัดสไลด์ไม้ (microtome) ตัดขนาด 10-15 ไมครอน นำชิ้นไม้ที่ได้ย้อมด้วยสีแดง (safranin-O) นำไปทำสไลด์ไม้ และศึกษาลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อไม้ด้วยกล้องจุลทรรศน์

3. การเปรียบเทียบจำนวนวงเติบโตที่พบในตี่ละตัวอย่างกับอายุของไม้แดงเพื่อยืนยันอายุไม้จากโครงสร้างของเนื้อไม้

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) W. Theob.) วงศ์ Fabaceae จำนวน 10 ต้นหรือตัวอย่าง อายุ 2-6 ปี ตัวอย่างไม้จากต้นที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง รายละเอียดตาม Table 1

Table 1 Characteristics of the wood structure the front cut of the *Xylia xylocarpa* 10 samples.

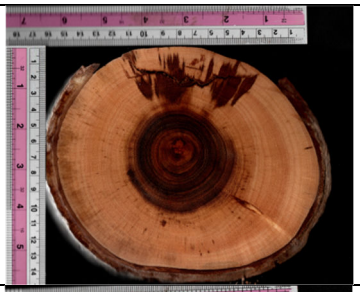
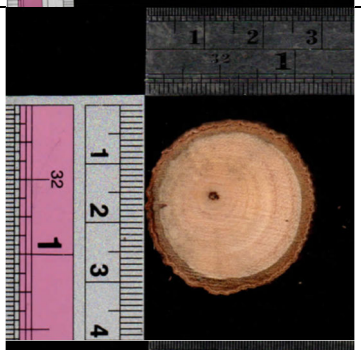
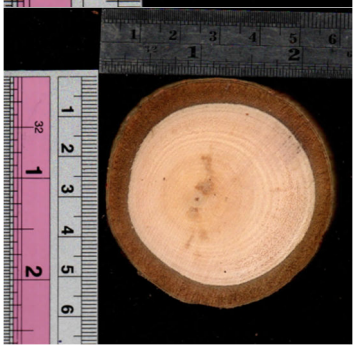
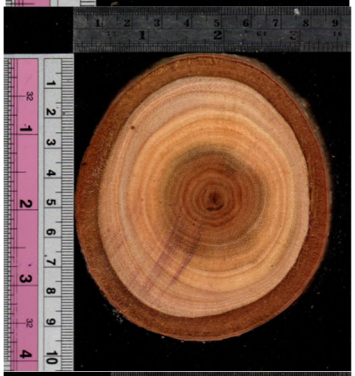
Code	Age	Planting year	Circumference size (cm)	Location	Picture
B001	4 year	2017	52.5	Rai Damrongkit Muang Ngam, Sathing Phra, Songkhla.	
B002	4 year	2017	33.5	Rai Damrongkit Muang Ngam, Sathing Phra, Songkhla.	
B003	4 year	2018	7.6	Pha Lamee, Pak Phayun, Phatthalung.	
B004	4 year	2019	6.8	Pha Lamee, Pak Phayun, Phatthalung.	
B005	5 year	2017	15.6	Pha Lamee, Pak Phayun, Phatthalung.	

Table 1 (continued).

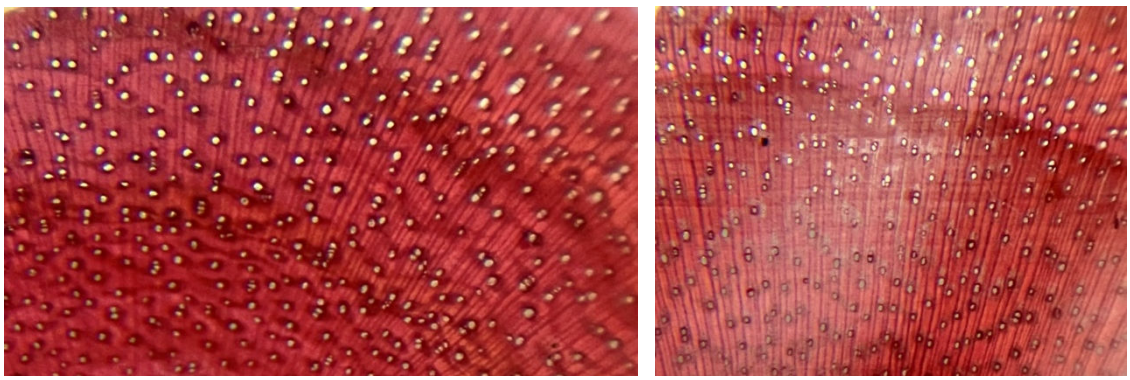
Code	Age	Planting year	Circumference size (cm)	Location	Picture
B006	6 year	2016	16.3	Pha Lamee, Pak Phayun, Phatthalung.	
B007	4 year	2018	22	Padang Besar, Sadao, Songkhla.	
B008	2 year	2020	15.4	Padang Besar, Sadao, Songkhla.	
B009	5 year	2017	24	Kamphaeng Phet, Rattaphum, Songkhla.	
B010	5 year	2017	13	Kamphaeng Phet, Rattaphum, Songkhla.	

1. ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบ (macroscopic features) พบว่า สีของกระพี้ออกโทนสีขาวปนเหลืองหรือขาวนวล แตกต่างจากสีแก่นเนื้อไม้ สีแดงหรือโทนสีแดง สีน้ำตาลหรือโทนสีน้ำตาล เนื้อไม้ไม่มีกลิ่น เนื้อไม้หนัก ลักษณะวงเติบโตด้านหน้าตัดของท่อนไม้ เห็นไม่ชัดเจน รายละเอียดตาม Figure 1

2. ลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด (microscopic features) โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้จากแผ่นสไลด์ไม้ผ่านกล้องจุลทรรศน์ พบว่าลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ วงเติบโต (growth rings) มองเห็นไม่ชัดเจนหรือไม่มี พอร์หรือเวสเซลเป็นพอร์กระจัดกระจาย (wood diffuse-porous) พอร์เดี่ยว (vessel solitary) และพอร์แฝด 2-3 เรียงตามแนวเส้นเรย์ (vessels in radial multiple (2-3 vessels)) ขนาดเล็ก ถึง ปานกลาง จำนวน 5-20 เวสเซลต่อตารางมิลลิเมตร (vessels per square millimetre) พบสารแทรกจำนวน Gums ในเซลล์เวสเซล พบไฟเบอร์แบบผนังบางและผนังหนา (fibres thin- to thick-walled) และไฟเบอร์ผนังหนามาก (fibres very thick-walled) พาเรงคิมา (parenchyma) แบบติดพอร์ (paratracheal axial parenchyma) เป็นแบบล้อมรอบพอร์ (axial parenchyma vasicentric) แบบปีก (axial parenchyma aliform) แบบปีกต่อ (axial parenchyma lozenge-aliform) และพาเรงคิมาแบบแถบ แบบ axial parenchyma inmarginal or in seemingly marginal bands เส้นเรย์ (rays) มองเห็นได้ ความกว้าง 1-3 เซลล์ (ray width 1 to 3 cells) (Figure 2)



Figure 1 Characteristics of the wood structure *Xylia xylocarpa* wood cutting front growth rings are not clearly visible.



(A) (B)

Figure 2 Characteristics of the wood structure *Xylia xylocarpa* The front side is cut from the slide 20X (A) growth rings, wood diffuse-porous (B) axial parenchyma inmarginal or in seemingly marginal bands, Fibres thin- to thick-walled and Fibres very thick-walled.

สรุป

ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) W. Theob.) วงศ์ Fabaceae จำนวน 10 ต้นหรือตัวอย่าง อายุ 2-6 ปี ตัวอย่างไม้จากต้นที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง พบว่าลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างหยาบ (macroscopic features) พบว่าสีของกระพี้ออกโทนสีขาวปนเหลืองหรือขาวนวล แตกต่างจากสีแก่นเนื้อไม้ สีแดงหรือโทนสีแดง สีน้ำตาลหรือโทนสีน้ำตาล เนื้อไม้ไม่มีกลิ่น เนื้อไม้หนัก ลักษณะวงเติบโตด้านหน้าตัดของท่อนไม้ เห็นไม่ชัดเจน และลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้อย่างละเอียด (microscopic features) โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้จากแผ่นสไลด์ไม้ผ่านกล้องจุลทรรศน์ พบว่าลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ วงเติบโต (growth rings) มองเห็นไม่ชัดเจนหรือไม่มี พอร์หรือเวสเซลเป็นพอร์กระจัดกระจาย (wood diffuse-porous) พอร์เดี่ยว (vessel solitary) และพอร์แฝด 2-3 เรียงตามแนวเส้นเรย์ (vessels in radial multiple (2-3 vessels)) ขนาดเล็กถึงปานกลาง จำนวน 5-20 เวสเซลต่อตารางมิลลิเมตร (vessels per square millimetre) พบสารแทรกจำนวน Gums ในเซลล์เวสเซล พบไฟเบอร์แบบผนังบางและผนังหนา (Fibres thin- to thick-walled) และไฟเบอร์ผนังหนามาก (Fibres very thick-walled) พาเรงคิมา (parenchyma) แบบติดพอร์ (paratracheal axial parenchyma) เป็นแบบล้อมรอบพอร์ (axial parenchyma vasicentric) แบบปีก (axial parenchyma aliform) แบบปีกต่อ (axial parenchyma lozenge-aliform) และพาเรงคิมาแบบแถบ (bended parenchyma) แบบขอบ (axial parenchyma inmarginal or in seemingly marginal bands) เส้นเรย์ (rays) มองเห็นได้ ความกว้าง 1-3 เซลล์ (ray width 1 to 3 cells) ลักษณะโครงสร้างเซลล์ของเนื้อไม้แดง ที่บางท่อนมองเห็นได้เป็นวง คล้ายวงปี เกิดจากลักษณะของเซลล์พาเรงคิมาแบบแถบ (bended parenchyma) แบบขอบ (axial parenchyma inmarginal or in seemingly marginal bands) แต่ไม่สัมพันธ์กับอายุต้นไม้แดงตัวอย่างที่ศึกษา จึงสรุปได้ว่าไม่สามารถตรวจนับอายุไม้แดงได้จากลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ข้าราชการ และพนักงานราชการที่เกี่ยวข้องในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารและอ้างอิง

ราชบัณฑิตยสถานสถาน. 2547. ศัพท์ป่าไม้ อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ ฉบับราชบัณฑิตสถาน. กรุงเทพฯ.

IAWA Committee. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bull. n.s.** 10: 219–332.

IAWA Committee. 2004. IAWA List of microscopic features for softwood identification. **IAWA Journal** 25(1): 1–70.

The InsideWood Working Group (IWG). *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taubert (PYINKADO). Available Source : https://insidewood.lib.ncsu.edu/description?3, 9 พฤษภาคม 2566.

Selection of DNA Markers for Haplotype Analysis of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex

Panida Roongrattanakul[1*], Kittiya Singthong[1], Keereeluk Sirikarin[1],
Nareerat Thongboonsong[1], Yuwaluk Chanachai[1] and Prin Phunngam[1]
[1]Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900
[*]Corresponding Author; E-mail: **panidha@gmail.com**

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญหาการเสื่อมทางพันธุกรรม (genetic erosion) ของพะยูง (*D. cochinchinensis*) จากการลักลอบตัดอย่างผิดกฎหมายในพื้นที่กลุ่มป่าดงพญาเย็น - เขาใหญ่ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนวิกฤต การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและรูปแบบของดีเอ็นเอ (haplotype) ของพะยูงที่มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่จึงมีความสำคัญอย่างมากเพื่อเพิ่มความเข้าใจและสามารถใช้ในการสืบหาต้นกำเนิดทางภูมิศาสตร์ของพะยูงในกรณีของการลักลอบค้าไม้ที่ผิดกฎหมาย รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการปลูกพื้นฟูป่าให้ตรงตามฐานพันธุกรรมตามธรรมชาติได้ต่อไป ซึ่งพบว่ายังไม่มีข้อมูลการศึกษารูปแบบดีเอ็นและความหลากหลายทางพันธุกรรมของพะยูงในกลุ่มป่าดงพญาเย็น - เขาใหญ่มาก่อน งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการคัดเลือกเครื่องหมายดีเอ็นเอเพื่อการวิเคราะห์รูปแบบดีเอ็นเอของพะยูงในกลุ่มป่าดงพญาเย็น - เขาใหญ่ โดยการเลือกเครื่องหมายดีเอ็นเอในคลอโรพลาสจีโนมที่มีการเผยแพร่มาก่อนหน้าและทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมจากตัวอย่างของพะยูงที่เก็บในพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติปางสีดา และอุทยานแห่งชาติทับลาน ผลพบว่าจากบริเวณของคลอโรพลาสดีเอ็นเอที่ไม่กำหนดรหัส (non-coding region) จำนวน 17 บริเวณ มีเพียง 3 บริเวณที่พบความหลากหลายของดีเอ็นเอ ได้แก่ ลำดับเบสเดี่ยว จำนวน 3 ตำแหน่ง และบริเวณที่มีการเพิ่มหรือลดของลำดับเบส จำนวน 6 ตำแหน่ง โดยเครื่องหมายดีเอ็นเอที่ได้จากการคัดเลือกนี้สามารถใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและรูปแบบของดีเอ็นเอของพะยูงในกลุ่มป่าดงพญาเย็น - เขาใหญ่ได้ต่อไป

คำสำคัญ: พะยูง เครื่องหมายดีเอ็นเอ การวิเคราะห์รูปแบบดีเอ็นเอ

ABSTRACT

Presently, the genetic erosion of *D. cochinchinensis* arising from the illegal logging in Dong Phayayen – Khao Yai Forest Complex is still critically increasing. Studying the nucleotide diversity and haplotype pattern based on provenance play an important role in better understanding and searching for the geographical origin of *D. cochinchinensis* in case of illegal logging, including utilizing for management plans in the forest restoration according to the natural genetic bases. The previous studies show that the lack of information of haplotype pattern and genetic diversity is obviously present. This research makes an emphasis on the selection of DNA markers for haplotype analysis of *D. cochinchinensis* in Dong Phayayen – Khao Yai Forest Complex performed by screening the available universal *cp*DNA primers and testing the optimal condition in the samples of Khao Yai National Park, Pang Sida National Park and Thap Lan National Park where the illegal logging is still increasing. The result showed that only three of 17 non-coding regions of *cp*DNA presented DNA polymorphisms, including three single nucleotide polymorphisms and six insertion/deletion sites. These primers can be further used to study the haplotype pattern and nucleotide diversity of *D. cochinchinensis* in Dong Phayayen – Khao Yai Forest Complex.

Keywords: *Dalbergia cochinchinensis*, DNA markers, haplotype analysis

INTRODUCTION

The Siamese rosewood (*Dalbergia cochinchinensis*) is recognized as an economically considerable tree species of the Legumisosae-Papilionoideae Family which is widespread throughout Southeast Asia, especially Cambodia, Lao People's Democratic Republic, Viet Nam, and Thailand (IUCN, 2023). In Thailand, the species can be founded in dry evergreen and mixed deciduous forests, with an elevation of 50–200 m, of the central, northeast and east regions of the country (IUCN, 2023). Because of the attractive texture of wood and durable property, the high demand by illegal logging is still increasing for the decades. DNA fingerprinting of *D. cochinchinensis* plays an important role in the database of genetic resources to identify each individual tree and to use as the standard and up-to-date technology tools for preventing smuggling of valuable trees. Moreover, the information of genetic diversity and haplotype pattern of plant species pave the way for better understanding status of the genetic bases of those species which face the risk of survival fitness, evolution, environmental adaptation, or tolerance and resistance in disease and insect. Previously, the genetic diversity of *D. cochinchinensis* in Thailand, covering the central and northeastern regions, based on the chloroplast DNA (*cp*DNA) markers (Yooyuen *et al.*, 2012; Changtragoon *et al.*, 2019; Hartvig *et al.*, 2020) was assessed. The result presented the distinguishing haplotypes between these regions, and the limitation of separated haplotypes in northeastern areas. However, evolutionary forces in various environments and conditions might have an effect on levels and patterns of genetic variability and haplotype in natural populations. Therefore, the additional and suitable regions of *cp*DNA should be chosen to reveal DNA variations of *D. cochinchinensis* in Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex.

In this research, the published universal chloroplast DNA primers (Taberlet *et al.*, 1991; Demesure *et al.*, 1995; Halmilton 1999; Kress *et al.*, 2005; CBOL Plant Working Group, 2009;) will be selected to screen and test the optimal condition for further analysis of haplotype of *D. cochinchinensis* widespread in Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex

MATERIALS AND METHODS

1. Sample preparation

Fresh leaves of *D. cochinchinensis* were collected from Khao Yai National Park (KY), Pang Sida National Park (PS) and Thap Lan National Park (TL) and stored in plastic bags filled with desiccants. Total genomic DNA was isolated using DNeasy Plant Mini Kit (QIAGEN, Germany) and DNA quality of each sample was checked using spectrophotometer and running on 1% agarose gel electrophoresis. Random five sample trees per sampling site were used to screen the primers in the next step.

2. DNA primer screening and testing

Based on the previous studies of the *cp*DNA in the flowering plants, the random 17 published non-coding spacers covering throughout the genome, including *atpF–atpH*, *trnH–psbA*, *psbK–psbI* (CBOL Plant Working Group, 2009), *trnS-trnG* (Halmilton 1999), *trnC-petN1R* (Kress *et al.*, 2005), *trnH-trnK*, *trnK-trnK*, *trnC-trnD*, *trnD-trnT*, *psbC-trnS*, *trnS-trnfM*, *psaA-trnS*, *trnS-trnT*, *trnM-rbcL, trnV-trnM* (Demesure *et al.*, 1995), *trnT-trnL*, and *trnL-trnF* (Taberlet *et al.*, 1991) were retrieved for screening and testing the appropriate DNA primers to analyze the haplotype of *D. cochinchinensis* in Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex. Polymerase Chain Reactions (PCR) were carried out in a volume of 25 µl, consisting of 1 µl of genomic DNA (approximate 50 ng), 2.5 µl of 10X PCR buffer, 0.5 µl of 10 mM dNTPs, 0.75 µl of 50 mM $MgCl_2$, 0.25 µl of 10 pmol forward and reverse primers, 0.2 µl of DNA polymerase (5 U/µl) and 19.55 µl of sterilized distilled water. PCR conditions were as follows: the initial denaturation step at 94°C for 1.30 min, 40 cycles of 5sec denaturation at 94°C, 30sec annealing at temperature gradients from 50°C to 62°C, and 20sec primer extension at 72°C, and 7min of final extension at 70°C. The products of PCR amplification were examined on 1% agarose gel electrophoresis. The suitable annealing temperatures of single band of expected PCR product size were chosen. The enzyme-cleaned PCR products were directly sequenced using BigDye Terminator v.3.1 (Thermo Fisher, Foster City, CA, United States) and performed on an ABI 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, USA) with both forward and reverse strands. Base calling of chromatogram and DNA sequencing alignment were performed using Bioedit 7.0.5,3 software (Hall 1999) and manually edited by researcher. Nucleotide polymorphisms among populations were observed. The proper *cp*DNA primers were used for the further haplotype analysis. Testing nucleotide diversity was done by using 15 samples across 3 selected conservation areas (KY, PS, TL). Finally, the preliminary estimations of polymorphic sites and nucleotide diversity were accomplished using DnaSP version 6.12.03. (Rozas *et al*., 2017)

RESULTS AND DISCUSSION

DNA primer screening and testing

The result showed that nucleotide variations in all populations were observed in *trnS-trnG*, *trnV-trnM* and *trnC-petN1R* fragments which was matched with the previous studies of *D. cochinchinensis* in Thailand (Yooyuen *et al.*, 2012; Changtragoon *et al.*, 2019). The lengths of the studied nucleotide sequences (*trnS-trnG*, *trnV-trnM* and *trnC-petN1R*) were 455 bp, 775 bp, and 521 bp, respectively. According to the obtained three non-coding fragments, a total of 26,265 nucleotides were analyzed and polymorphic sites including three single nucleotide polymorphisms (SNPs) and six insertion/deletion polymorphisms (indels) were identified. Nucleotide diversity based on Watterson estimator (θ_w) (Watterson, 1975) and π (Nei, 1987) across all studied sites and fragments was investigated and presented in Table 1. Comparably low level of nucleotide diversity in all fragments was observed (π = 0 to 0.00132). The result is consistent with the previous studied of *D. cochinchinensis* in the central and northeastern Thailand (Yooyuen *et al.*, 2012). The comparison among the nucleotide diversity of *D. cochinchinensis* and other species was analyzed. For the *trnS-trnG* intergenic regions of *cp*DNA, level of nucleotide variation in all populations of this

study (π = 0.00109) was lower than in whole population of *Hosta* genus from Shikoku Island, Kochi prefecture, Japan (π = 0.00450) (Mehraj *et al.*, 2007) and *Cycas* taxa from Thailand (π = 0.03181) (Sangin *et al.*, 2010). (Table 1)

Table 1 Results of investigated nucleotide diversity

Populations	Fragments	Length (base pairs)	Nucleotide diversity θ_w[1]	Nucleotide diversity π[2]
KY[3]	*trnS-trnG*	455	0.00105	0.00132
	trnV-trnM	775	0	0
	trnC-petN1R	521	0	0
PS[4]	*trnS-trnG*	455	0.00105	0.00132
	trnV-trnM	775	0	0
	trnC-petN1R	521	0	0
TL[5]	*trnS-trnG*	455	0	0
	trnV-trnM	775	0	0
	trnC-petN1R	521	0.00077	0.00092
All	*trnS-trnG*	455	0.00135	0.00109
	trnV-trnM	775	0	0
	trnC-petN1R	521	0.00059	0.00026

Remarks: [1] Watterson estimator (Watterson, 1975); [2] Pi (Nucleotide diversity base on Nei) (Nei, 1987)
[3] Khao Yai National Park [4] Pang Sida National Park
[5] Thap Lan National Park

CONCLUSION

Three populations of *D. cochinchinensis* from Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex (Khao Yai National Park, Pang Sida National Park and Thap Lan National Park) were used to screen and test the selected non-coding spacers of *cp*DNA markers for further haplotype analysis and nucleotide diversity evaluation. Only three *cp*DNA fragments (*trnS-trnG*, *trnV-trnM* and *trnC-petN1R*) from total 17 primers showed nucleotide polymorphisms. The total length of three analyzed loci ranges from 455 bp to 775 bp. Nucleotide diversity based on single nucleotide polymorphisms (SNPs) was evaluated using Watterson estimator (θ_w) and π. The level of nucleotide variation (π) across all studied populations and fragments varies from 0 – 0.00109. This primary observation presented low level of nucleotide diversity of all three *D. cochinchinensis* populations. For further study, more population sizes and sample sites of *D. cochinchinensis* must be added to reveal the haplotype analysis and nucleotide diversity in Dong Phayayen - Khao Yai Forest Complex by using these proper non-coding regions of *cp*DNA primers. Finally, the research will be utilized as a tool for investigating the haplotype patterns in accordance with topographic influencing genetic adaptation.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Thailand Science Research and Innovation (TSRI).

REFFERENCES

CBOL Plant Working Group. 2009. A DNA barcode for land plants. **PNAS** 106 (31): 12794-12797.

Changtragoon, S., Roongrattanakul, P. and Singthong, K. 2018. Developments of DNA Markers Specific to *Dalbergia cochinchinensis* Populations in Thailand, pp 349-350. *In* **Forestry Conference 2018 (FORCON 2018)**. The Thai elephant conservation center Lampang, Thailand, 19-21 August 2018.

Demesure, B., Sodzi, N. and Petit, R.J. 1995. A set of universal primers for amplification of polymorphic non-coding regions of mitochondrial and chloroplast DNA in plants. **Molecular Ecology** 4: 129-131.

Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. **Nucleic Acids Symposium Series** 41(1): 95–98.

Hartvig, I., So, T., Changtragoon, S., Tran, H.T., Bouamanivong, S., Ogden, R. and Kjær, E.D. 2020. Conservation genetics of the critically endangered Siamese rosewood (*Dalbergia cochinchinensis*): recommendations for management and sustainable use. **Conservation Genetics** 21(4): 677-692.

IUCN. 2023. **The IUCN Red List of Threatened Species 2023**. IUCN Red List. Available Source: http://www.iucnredlist.org, June 30, 2023.

Keating, N.G. and Bolza, E. 1982**. Characteristics, Properties, and Uses of Timbers: South-east Asia, northern Australia, and the Pacific Vol 1**. Inkata Press, Melbourne.

Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sánchez-DelBarrio, J.C., Guirao-Rico, S., Librado, P., Ramos-Onsins, S.E. and Sánchez-Gracia, A. 2017. DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets. **Mol. Biol. Evol.** 34 (12): 3299-3302

Meharaj, H., Sharma, S., Ohnishi, K. and Shimazaki, K. 2017. Study on inter-taxon population structure and diversity variation of hosta inferring from *trnG-trnS* regional *cp*DNA. **Annals of Agricultural Sciences** 62(2): 211-220.

Nei, M. 1987. **Molecular Evolutionary Genetics**. Columbia University Press, New York.

Niyomdham, C. 2002. An account of *Dalbergia* (Leguminosae-Papilionoidae) in Thailand. **Thai For. Bull. (BOT)** 30: 124-166.

Sangin, P., Lindstrom, A.J., Kokubugata, G., Chaiprasongsuk, M. and Mingmuang, M. 2010. Phylogenetic Relationships Within Cycadaceae Inferred from Non-Coding Regions of Chloroplast DNA. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 44: 544-557.

Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. and Bouvet, J. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. **Plant Molecular Biology** 17: 1105-1109.

Watterson, G.A. 1975. On the number of segregating sites in genetical models without recombination. **Theor. Popul. Biol.** 7: 256-276.

Yooyuen, R., Duangjai, S. and Changtragoon, S. 2011. Chloroplast DNA variation of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in Thailand and Laos, Pp. 84-87. *In* S. Heok-Choh, S.A. Hamid and L. Me, eds. **IUFRO World Series Vol.30 Asia and the Pacific Workshops: Multinational and Transboundary Conservation of Valuable and Endangered Forest Tree Species**. IUFRO, Kuala Lumpur, Malaysia.

สาขาวนผลิตภัณฑ์

กรรมวิธีการผลิตและคุณสมบัติไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่น
Manufacturing Processes and Properties of Laminated Scrim Bamboo from *Dendrocalamus sericeus* Munro

ปิยะวดี บัวจงกล[1*] และ วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์[1]
Piyawade Bauchongkol[1*] and Vallayuth Fueangvivat[1]
[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **meawthai56@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำไม้ไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamus sericeus* Munro) เป็นวัตถุดิบในการทำไม้ไผ่อัดประสานที่ใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ที่ความเข้มข้น 15% เป็นสารเชื่อม เมื่อทดสอบสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐาน BS 373 และเปรียบเทียบกับสมบัติของไม้ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) สัก (*Tectona grandis* Linn.f.) และยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) พบว่า ไม้ไผ่อัดประสานจากไม้ไผ่ซางหม่นมีค่ากลสมบัติ คือ ค่าความต้านแรงดัด ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น และค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยน เท่ากับ 150.30 20,586 และ 98.77 เมกกะพาสคัล ตามลำดับ ค่าความเหนียว เท่ากับ 9.09 กิโลกรัม - เมตร และค่าความแข็ง เท่ากับ 7,515 นิวตัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าไม้เนื้อแข็งทั้งสามชนิด แต่ค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนมีค่าต่ำกว่าไม้สามชนิดดังกล่าว

จากคุณสมบัติที่ได้แสดงให้เห็นว่า ไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นเป็นผลิตภัณฑ์ไม้ที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนและงานก่อสร้างได้

คำสำคัญ: ไม้ไผ่อัดประสาน ไผ่ซางหม่น กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ ความแข็งแรงเชิงกล

ABSTRACT

Research studied on laminated scrim bamboo from *Dendrocalamus sericeus* Munro made by Phenol formaldehyde (PF) at 15% solid content. All experimental lumber were tested the results for properties according to BS 373 compared with some hardwood of Thailand; Takiantong (*Hopea odorata* Roxb.), teak (*Tectona grandis* Linn.f.) and rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.)

This study investigated that mechanical strength, compression parallel to grain, toughness and hardness of laminated scrim bamboo respectively by 150.30, 20,586 and 98.77 MPa, 9.09 kg-m. and 7,515 N. better than some hardwood of Thailand, but shearing stress parallel to grain lower than the above 3 species.

More strength and stiffness properties of laminated scrim bamboo from *Dendrocalamus sericeus* Munro that suitable material for furniture household and construction.

Keywords: laminated scrim bamboo, *Dendrocalamus sericeus* Munro, phenol formaldehyde, mechanical strength

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรได้หันมาปลูกไผ่เป็นจำนวนมากเนื่องจากไผ่เป็นพืชที่โตเร็วอายุ 3 ปี ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ การดูแลง่าย การตัดฟันมาใช้ประโยชน์จะเลือกเฉพาะลำที่แก่ ทำให้พื้นที่ปลูกยังคงความอุดมสมบูรณ์อยู่ตลอด ต่างจากการปลูกไม้โตเร็วประเภทอื่น เมื่อตัดฟันนำไม้ไปใช้ประโยชน์ก็จะเปิดพื้นที่ให้ว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุมจนกว่ามีการปลูกทดแทนขึ้นมาใหม่ ดังนั้นไผ่จึงเป็นหนึ่งในจำนวนไม้มีค่าหลายชนิดที่รัฐบาลส่งเสริมให้มีการปลูก เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าเศรษฐกิจให้ได้ร้อยละ 15 และเพิ่มพื้นที่สีเขียวของประเทศให้ได้ร้อยละ 55 ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี

แต่การนำไผ่มาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมยังไม่หลากหลาย ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่น การจักสาน อุตสาหกรรมพื้นฐานที่ไม่มีการใช้เทคโนโลยี เช่น การทำไม้จิ้มฟัน ไม้เสียบลูกชิ้น และไม้ตะเกียบ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เช่น เฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ในลักษณะไม้ทั้งลำ หรือเฟอร์นิเจอร์ไม้ไผ่ลามิเนต และอุตสาหกรรมการก่อสร้าง เช่น การทำไม้พื้นลามิเนต เป็นต้น ดังนั้น เพื่อเป็นการรองรับจำนวนไม้ไผ่ที่จะออกสู่ตลาดทั้งในปัจจุบันและอนาคต จึงมีแนวความคิดในการศึกษาวิจัยกระบวนการผลิตไม้ไผ่อัดประสานที่เป็นการนำไม้ไผ่มาใช้ประโยชน์ให้เกิดมูลค่าสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบจากไผ่ซางหม่น

นำไม้ไผ่ซางหม่น (*Dendrocalamus sericeus* Munro) จากท้องที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มาผ่าเป็นซีกไม้ด้วยจำปา ความกว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตร ทำการเลาะข้อและผิวออกทั้งสองด้าน ไม้ไผ่ที่ได้นำเข้าเครื่องเพื่อบีบให้แตก แล้วเข้าอบร้อนเพื่อควบคุมปริมาณความชื้นให้เหลือประมาณ 10% (Figure 1)



1 bamboo plantation
2 bamboo split
3 bamboo slicing
4 Scrim bamboo

Figure 1 Raw material preparation

2. การทำไม้ไผ่อัดประสาน

นำไม้ไผ่ที่เตรียมไว้ในข้อ 1. มาทำเป็นไม้ไผ่อัดประสานตามกรรมวิธีและขั้นตอนที่กำหนด (Figure 2) โดยมีสภาวะในการทำ ดังนี้

ปริมาณความชื้นของไม้	10%
ความเข้มข้นของกาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol formaldehyde: PF)	15%
ระยะเวลาในการแช่กาว	6 นาที
แรงอัดจำเพาะ	160 กก./ซม.^{2}

อุณหภูมิในการอัดร้อน 150 องศาเซลเซียส
ระยะเวลาในการอัดร้อน 1-3 นาทีต่อความหนา 1 มิลลิเมตร



1 glue soaking
2 mat forming
3 hot pressing
4 laminated scrim bamboo

Figure 2 Laminated scrim bamboo manufacturing

3. การทดสอบคุณลักษณะของไม้ไผ่อัดประสาน

ไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นที่ได้นำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน BS 373 -1957; Methods of testing small clear specimens of timber กำหนด โดยทดสอบสกายสมบัติและกลสมบัติ ดังนี้ ค่าความหนาแน่น (density) ปริมาณความชื้น (moisture content) ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (compression perpendicular to grain) ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (Shearing stress parallel to grain) ความต้านแรงดัด (modulus of rupture) มอดุลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) ความแข็ง (hardness) และค่าความเหนียว (toughness) นำค่าคุณสมบัติที่ทดสอบได้เปรียบเทียบกับสมบัติของไม้ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) สัก (*Tectona grandis* Linn.f.) และยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) (Figure 3)



1 density 2 moisture content 3 bending strength
4 Compression perpendicular to grain 5 compressions parallel to grain
6 shearing stress parallel to grain 7 hardness 8 toughness

Figure 3 Properties test

ผลและวิจารณ์

จากการทดสอบสมบัติของไม้ไผ่อัดประสานจากไม้ไผ่ซางหม่นใช้กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ ที่ความเข้มข้น 15% (Table 1 และ Figure 4) เปรียบเทียบกับสมบัติของไม้เนื้อแข็งบางชนิดของประเทศไทย เช่น ไม้ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) ไม้สัก (*Tectona grandis* Linn.f.) และ ไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) จะเห็นได้ว่า

1. ไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นมีค่าความต้านแรงดัดเท่ากับ 150.30 เมกกะพาสคัล เป็นค่าความแข็งแรงที่สูงกว่าไม้ตะเคียนทอง ไม้สัก และไม้ยางพารา

2. จากคุณสมบัติของไม้ไผ่ที่มีความยืดหยุ่นสูง ดังนั้น เมื่อนำไม้ไผ่มาทำเป็นไม้ไผ่อัดประสานจึงให้ค่ามอดุลัสยืดหยุ่นที่สูงกว่าไม้ทั้ง 3 ชนิด ประมาณสองเท่า

3. ค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนของไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นมีค่าเท่ากับ 6.10 เมกกะพาสคัล เป็นค่าที่ต่ำกว่าไม้ตะเคียนทอง สัก และยางพารา เนื่องจากไม้ไผ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวลักษณะเสี้ยนไม้จะเรียงตัวตามแนวยาวและเมื่อใช้กาวเป็นตัวประสานจึงมีความทนทานต่อความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนได้ต่ำกว่าไม้จริง ซึ่งเป็น

ค่าที่แสดงให้เห็นว่า ไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของข้อต่อไม้ คาน และคานไม้ประกับได้ไม่ดีเท่าไม้ทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าว

4. ค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนของไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นมีค่าเท่ากับ 98.77 เมกกะพาสคัล เป็นค่าที่สูงกว่าไม้ตะเคียนทอง สัก และยางพารา เกือบ 2 เท่า เนื่องจากไม้ไผ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวลักษณะเสี้ยนไม้มีการเรียงตัวเฉพาะตามแนวยาวเท่านั้น เมื่อมีแรงกดในแนวขนานกับเสี้ยนจึงมีความทนทานต่อความอัดขนานเสี้ยนได้สูงกว่าไม้จริง ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่า ไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของเสาอาคาร เสาเข็มสำหรับฐานรากได้

5. ค่าความแข็งของไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นมีค่าเท่ากับ 7,515 เมกกะพาสคัล มีค่าสูงกว่าไม้ตะเคียนทอง และยางพารา ซึ่งคุณสมบัตินี้แสดงให้เห็นว่า ไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของไม้พื้น ปาร์เก้ และเฟอร์นิเจอร์ได้

6. ค่าความเหนียวของไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นมีค่าเท่ากับ 9.09 เมกกะพาสคัล เป็นค่าที่สูงกว่าไม้ตะเคียนทอง สัก และยางพารา เนื่องจากคุณสบัติของไม้ไผ่ที่มีความยืดหยุ่นสูง ดังนั้น จึงสามารถนำไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของกล่อง ลัง ไม้รองยก ด้ามเครื่องมือ และเสาไม้ได้

Table 1 Laminated Scrim Bamboo from *Dendrocalamus sericeus* Munro compared with some hardwood of Thailand

Properties	Laminated Scrim Bamboo from *Dendrocalamus sericeus* Munro.	Takiantong[1]	Teak[1]	Rubberwood[1]
Density (kg./m^3.)	1,157	800	650	700
Moisture Content (%)	12.01	12.00	12.00	13.00
Compression parallel to grain (MPa)	98.77	51.00	52.30	46.90
Compression perpendicular to grain (MPa)	51.90	-	-	-
Shearing stress parallel to grain (MPa)	6.10	15.00	15.00	16.00
Modulus of rupture (MPa)	150.30	115	102	95
Modulus of elasticity (MPa)	20,586	11,790	11,150	9,420
Hardness (N)	7,515	6,370	4,860	5,280
Toughness (kg.-m)	9.09	4.70	1.70	2.86

Remark : Takiantong **:** *Hopea odorata* Roxb.; Teak **:** *Tectona grandis* Linn.f.; Rubberwood **:** *Hevea brasiliensis* Muell.Arg.
Source : [1] Forest Products Development Group (2005).

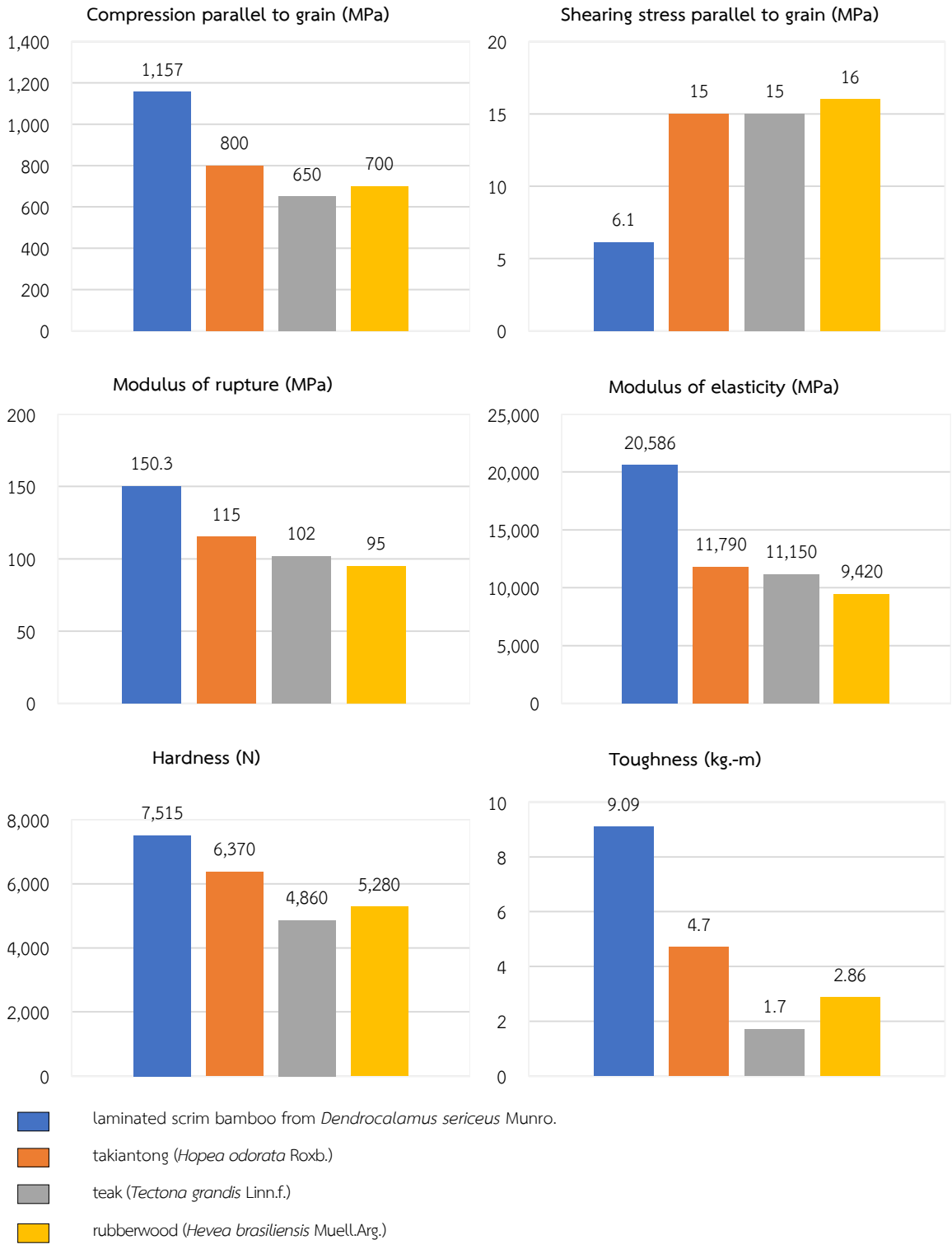


Figure 4 Laminated Scrim Bamboo from *Dendrocalamus sericeus* Munro compared with some hardwood of Thailand

สรุป

เมื่อพิจารณาสมบัติของไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นจะเห็นได้ว่า สมบัติในด้านความแข็งแรง คือ ค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยน ความต้านแรงดัด มอดุลัสยืดหยุ่น ความแข็ง และความเหนียวที่ดีกว่าไม้ตะเคียนทอง ไม้สัก และไม้ยางพารา ส่วนค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติในการยึดเหนี่ยวของกาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ที่ใช้กับไม้ไผ่ซางหม่นมีค่าที่ต่ำกว่าการยึดเหนี่ยวของเนื้อไม้ตะเคียนทอง ไม้สัก และไม้ยางพารา อย่างไรก็ตาม จากคุณสมบัติด้านความแข็งแรงข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นถือเป็นผลิตภัณฑ์ไม้ที่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนและงานก่อสร้างได้

อย่างไรก็ตามการวิจัยไม้ไผ่อัดประสานนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยย่อย "กรรมวิธีการผลิตและคุณสมบัติไม้ไผ่อัดประสาน" ซึ่งเป็นการวิจัยต่อเนื่องซึ่งได้ทำศึกษาถึงปัจจัยของชนิดไผ่ตลอดจนความเข้มข้นและปริมาณกาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ที่ใช้ในการขึ้นรูปแผ่นเพื่อเป็นทางเลือกแก่เกษตรกรผู้ปลูกสร้างสวนป่าไผ่และอุตสาหกรรมไม้ในโอกาสต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยย่อย "กรรมวิธีการผลิตและคุณสมบัติไม้ไผ่อัดประสาน" ภายใต้โครงการวิจัย "วิจัยและพัฒนานวัตกรรมไผ่เพื่อเศรษฐกิจชุมชน" ซึ่งได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกรมป่าไม้ ภายใต้งบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่เล็งเห็นถึงประโยชน์ของการปฏิบัติงานวิจัย และให้การสนับสนุนในการดำเนินงานด้วยดีตลอดมา จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณนางสาววิมลสิริ อินทรประสิทธิ์ และนางสาวแก้วกัลยา ลุผักชี ผู้ช่วยนักวิจัย ที่ร่วมแรงในการจัดเก็บไม้ไผ่ และเตรียมวัตถุดิบในการทำไม้ไผ่อัดประสานจากไผ่ซางหม่นในการทดลองครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มพัฒนาผลิตผลป่าไม้. 2548. **ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์ บริษัท สุขุมวิทมีเดีย มาร์เก็ตติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

ธีระ วีณิน และ ทรงกลด จารุสมบัติ. 2549. **ไม้โครงสร้าง คุณสมบัติ.** ปทุมธานี, ม.ป.ท.

บุญนำ เกี่ยวข้อง และ มยุรี ดวงเพชร. 2542. **คู่มือปฏิบัติการทดสอบเชิงกลของไม้.** โครงการเผยแพร่ความรู้ทางวนผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลักเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิยะวดี บัวจงกล และ วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์. 2560. **ไม้ไผ่แปรรูป**. แหล่งที่มา: http://forprod.forest.go.th/forprod/forprod2017/research_forest/data/ไผ่/Bamboo%20Lumber.pdf, 1 กุมภาพันธ์ 2565.

วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์, ปิยะวดี บัวจงกล, วีรญา ธรรมขันธ์, บวรวิชญ์ แพงวงศ์ และ พิทักษ์ หางาม. 2558. การวิจัยและพัฒนาการผลิตไผ่อัดประสานเพื่องานประดิษฐกรรม, น. 93-105 *ใน* **การวิจัยด้านวนวัฒน์และการใช้ประโยชน์ไม้ไผ่ที่มีศักยภาพสูงทางเศรษฐกิจ.** สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อิทธิพงษ์ อินพล. 2540. **คุณสมบัติการดัดของไม้ไผ่ประกับกาว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

British Standard. 1957. **British Standard : Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber**. No. BS EN 373-1957.

Kollmann, F.F.P., Kuenzi, E.W. and Stamm, A.J. 1975. **Principles of wood Science and Technology**. Vol. II. Springer-Verlag, Berlin.

Royal Forest Department. 2004. **Bamboo Flooring from Pai Tong**, pp. 63-68 *in* **Final Technical Report Project: PD 56/99 Rev.1(I) Promotion of the Utilization of Bamboo from Sustainable Sources in Thailand.** Bangkok, Thailand.

การศึกษาคุณสมบัติไม้พะยูงในแปลงปลูกของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้
Study on wood properties of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre located in Forest Research and Development Office, Royal Forest Department

แสงระวี สุขีธรรม[1*]
Sangrawee Sukeetham[1*]
[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร 10900
[1]Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
*Corresponding Author; E-mail: **panda_fon@hotmail.com**

บทคัดย่อ

ไม้พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pirerre) เป็นไม้ยืนต้น เติบโตช้า เนื้อไม้มีลวดลายสวยงาม จัดเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่มีราคาสูง กรมป่าไม้มีการปลูกไม้พะยูงเพื่อศึกษาทดลองและเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์อยู่หลายแห่ง ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการที่ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 4 (กาญจนบุรี) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 5 (ขอนแก่น) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ที่ 8 (สงขลา) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติไม้พะยูง เพื่อนำไปใช้ต่อยอดในการจัดทำผลิตภัณฑ์ และเป็นข้อมูลสนับสนุนการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรม

ผลการศึกษาพบว่า คุณสมบัติไม้พะยูงจาก ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 4 (กาญจนบุรี) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 5 (ขอนแก่น) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ที่ 8 (สงขลา) มีค่าความชื้นร้อยละ 11.85, 11.83 และ 13.19 ค่าความแน่น 922.40, 906.50 และ 1,031.49 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าความต้านแรงดัด 167.01, 158.70 และ 142.42 เมกะปาสคาล ค่ามอดูลัสยืดหยุ่น 16,752.43, 14,994.84 และ 13,448.89 เมกะปาสคาล ค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยน 85.80, 80.70 และ 80.74 เมกะปาสคาล ค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน 26.07, 26.76 และ 28.79 เมกะปาสคาล ค่าความแข็ง 14,697.23, 10,784.02 และ 13,580.48 นิวตัน ค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน 50.01, 46.48 และ 58.67 เมกะปาสคาล และค่าความเค้นดึงขนานเสี้ยน 134.05, 142.98 และ 129.32 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ซึ่งค่าคุณสมบัติของไม้พะยูงที่ได้สามารถนำไปต่อยอดงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลการทดสอบเนื้อไม้พะยูงไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

คำสำคัญ : ไม้พะยูง คุณสมบัติไม้

ABSTRACT

Siamese rosewood (*Dalbergia cochinchinensis* Pirerre), is a perennial plant which grow slowly has a beautiful pattern. Classified as high-priced economically valuable wood. The Royal Forest Department planted its for research and seed production source in many places. This research study at Silvicultural Research Center 4 (Kanchanaburi), Silvicultural Research Center 5 (Konkaen) and Forest utilization research and development centers No. 8 (Songkla) The objective of this research for study the properties of Siamese rosewood for value added products.

As the results of the study. Rosewood properties at Silvicultural Research Center 4 (Kanchanaburi), Silvicultural Research Center 5 (Konkaen) and Forest utilization research and development centers No. 8 (Songkla) moisture content was 11.85%, 11.83% and 13.19%, and density was 922.40, 906.50 and 1,031.49 kg/m^3, modulus of rupture 167.01, 158.70 and 142.42 MPa , modulus of elasticity 16,752.43, 14,994.84 and 13,448.89 MPa, compression stress parallel to grain was 85.80, 80.70 and 80.74 MPa, shearing stress parallel to grain was 26.07, 26.76 and 28.79 MPa, hardness was 14,697.23, 10,784.02 and 13,580.48 N, compressive stress perpendicular to grain was

50.01, 46.48 and 58.67 MPa, tensile stress parallel to grain was 134.05, 142.98 and 129.32 MPa respectively. According to the properties result will be use to expand the research and to using for forest industry.

Keywords : Rosewood, Wood Properties

คำนำ

ไม้พะยูง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dalbergia cochinchinensis* Pierre (เต็ม, 2523) อยู่ในอนุวงศ์ **Papilionaceae** วงศ์ **Leguminosea** มีชื่อทางการค้าในตลาดต่างประเทศว่า **Siamese Rosewood** หรือ **Thailand Rosewood** มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย พม่า กัมพูชา ลาว และเวียดนาม มีลักษณะเป็นไม้เนื้อแข็ง ไม้พะยูงจัดเป็นไม้เศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีการปลูกในหลายพื้นที่ เนื่องจากเป็นไม้ที่มีสีสันและลวดลายสวยงาม ถือได้ว่าเป็นไม้ที่มีราคาแพงที่สุดชนิดหนึ่งและเป็นที่ต้องการของอุตสาหกรรมไม้

การนำไม้ไปใช้ประโยชน์จำเป็นต้องหาคุณสมบัติไม้ เพื่อให้สามารถนำไม้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในโครงการนี้ จะทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ หมายถึง คุณลักษณะ และพฤติกรรมของไม้ต่ออิทธิพลภายนอก นอกเหนือจากแรงต่าง ๆ (Winandy, 1994) เช่น ปริมาณความชื้น ความแน่น ความถ่วงจำเพาะ เป็นต้น และคุณสมบัติทางกล หมายถึง คุณสมบัติของไม้หรือวัตถุใด ๆ ที่มีต่อน้ำหนักหรือแรงภายนอกที่มากระทำ ความสามารถต่อต้านหรือรับแรงหรือน้ำหนักมากน้อยแตกต่างกัน (บุญส่ง และคณะ, 2556)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้ไม้พะยูงจากแปลงปลูกของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ซึ่งได้ทำการทดลอง 3 พื้นที่ ได้แก่ ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 4 (กาญจนบุรี) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 5 (ขอนแก่น) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ที่ 8 (สงขลา) ซึ่งยังไม่เคยทำการศึกษาคุณสมบัติไม้มาก่อน จึงได้จัดทำโครงการนี้ เพื่อนำข้อมูลการทดลองที่ได้ไปใช้ต่อยอดในการจัดทำผลิตภัณฑ์ และเป็นข้อมูลสนับสนุนการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมแผ่นไม้เพื่อทดสอบ (preparing the wood before testing)

เตรียมไม้พะยูงตามแนวทางของบุญนำ และมยุรี (2542) โดยนำไม้พะยูงที่แปรรูปแล้วไปไสให้ได้ฉากตัดให้ได้ขนาดความกว้าง 25 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปไสจนได้ขนาดที่มีความกว้างและความหนา 20x20 มิลลิเมตร และนำไปตัดให้มีความยาวแผ่นละ 340 มิลลิเมตร ซึ่งในการทดสอบจะใช้การทดสอบ จำนวน 20 ซ้ำ โดยพื้นผิวด้านหนึ่งเป็นด้านรัศมี (radial) หรือด้านสัมผัส (tangential) จะทำการเลือกชิ้นทดสอบที่ปราศจากรอยตำหนิ

2. ทดสอบคุณสมบัติทางกลและคุณสมบัติทางกายภาพ (mechanical and physical properties)

ใช้อุปกรณ์และเครื่องทดสอบสากล (Universal testing mechine) ของส่วนวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ในการทดสอบมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ

1) การปรับสภาวะไม้พะยูงก่อนการทดสอบ : นำไม้พะยูงที่ตัดชิ้นทดสอบเรียบร้อยแล้วจัดเรียงในตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ตั้งค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 65 ± 5 เปอร์เซ็นต์ และตั้งค่าอุณหภูมิที่ 20 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการปรับสภาวะจนไม้พะยูงมีน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้ง ในเวลาห่างกัน 24 ชั่วโมง จะต่างกันไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์

2) การทดสอบสมบัติ ตามมาตรฐาน British standards 373 : 1957 (methods of testing small clear specimens of timber)

2.1) ความแน่น (density) ความชื้น (moisture content) โดยตัดขนาดของชิ้นทดสอบ 20x20 มิลลิเมตร ความยาวตามเสี้ยน 25 ± 5 มิลลิเมตร จำนวน 20 ชิ้น ทำการชั่งชิ้นทดสอบด้วยเครื่องชั่งชิ้นทดสอบที่มีความแน่นอนถึง 0.1 กรัม บันทึกข้อมูลไว้เป็นน้ำหนักสด ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนา ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดความกว้าง

และความยาวของชิ้นทดสอบ รายงานค่าความแน่นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น และนำชิ้นทดสอบไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103 ± 2 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่ นำชิ้นทดสอบมาใส่ในโถดูดความชื้น (desicator) ปล่อยไว้ให้เย็น บันทึกเป็นน้ำหนักเมื่ออบแห้ง รายงานค่าความชื้นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นและหาค่าเฉลี่ย

2.2) ความต้านทานแรงดัด (modulus of rupture) และมอดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity) การทดสอบค่าความต้านทานแรงดัดและมอดูลัสยืดหยุ่นสำหรับไม้มีประโยชน์มาก เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณออกแบบความแข็งแรงและการโก่งของส่วนที่รับน้ำหนักตั้งฉากกับแกน เช่น คาน (beam) ตง (joint) จันทัน (rafter) แป (purlin) เป็นต้น และโครงสร้างไม้เกือบทุกชนิดจะต้องมีส่วนประกอบเหล่านี้อยู่ โดยเฉพาะคานเป็นส่วนสำคัญของโครงสร้างและรับน้ำหนักมาก จึงต้องคำนวณออกแบบอย่างรอบคอบ โดยการนำชิ้นทดสอบขนาด 20x20 มิลลิเมตร ความยาวตามแกน 300-380 มิลลิเมตร จำนวน 20 ชิ้น ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนา ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบเพื่อหาความแน่นของชิ้นทดสอบ รายงานค่าความแน่นของชิ้นทดสอบแต่ละชิ้น และนำชิ้นทดสอบไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบสากลโดยวางชิ้นทดสอบบนแท่นรองรับ (supports) ซึ่งมีระยะห่างกัน (span) 280 มิลลิเมตร จากนั้น กดน้ำหนักลงบนกึ่งกลางของชิ้นทดสอบด้วยหัวกดที่มีรัศมีความโค้ง 25 มิลลิเมตร เดินเครื่องทดสอบโดยใช้ความเร็วคงที่ให้หัวกดสัมผัสกับชิ้นทดสอบ และกดน้ำหนักจนชิ้นทดสอบแตกหัก ทำการบันทึก

2.3) ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (compression parallel to grain) คือ ส่วนของโครงสร้างอาคารไม้แทบทุกชนิดจะต้องมี เช่น เสา (column) คร่าวฝา (stud) เสาเข็ม (pile) เป็นต้น โดยมีวิธีการ ดังนี้ นำชิ้นทดสอบขนาด 20x20 มิลลิเมตร ความยาวของชิ้นไม้ 60 มิลลิเมตร โดยตัดให้ด้านหน้าตัดทั้ง 2 ข้าง ตั้งฉากกับเสี้ยนไม้ จำนวน 20 ชิ้น ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนา ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบไปวางในช่องสำหรับทดสอบแรงอัดของเครื่องทดสอบสากล ทดสอบด้วยความเร็วคงที่ในการเคลื่อนที่ของหัวกดเพื่อให้ตัวอย่างไม้แตกหักภายในเวลา 1.5 ถึง 2 นาที และกดน้ำหนักจนตัวอย่างไม้แตกหัก จดค่าแรงสูงสุด (P max) ไว้เพื่อคำนวณตามสูตรและเปรียบเทียบลักษณะการแตกหักเนื่องจากแรงอัด

2.4) ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (shearing stress parallel to grain) ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน คือ การทดสอบความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนมีประโยชน์ในการออกแบบโครางสร้างไม้ในการออกแบบบางส่วนของโครงสร้างไม้ เช่น ข้อต่อไม้ที่ยึดด้วยอุปกรณ์ยึดทางกล (mechanical connected timber joint) คาน (beam) โดยเฉพาะไม้ประกับที่มีความลึก เป็นต้น โดยมีวิธีการดังนี้ นำชิ้นทดสอบขนาด 20x20x20 มิลลิเมตร ตัดให้ตรงกับด้านรัศมีและด้านสัมผัสที่แท้จริง จำนวน 20 ชิ้น ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนา ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบเข้าเครื่องทดสอบสากล โดยจับยึดปลายบนก่อนจัดตัวอย่างไม้ให้ตรงแล้วเลื่อนที่จับมายึดกับปลายด้านล่าง ควรให้ที่จับอยู่ห่างจากส่วนคอดของชิ้นทดสอบประมาณ 20 ถึง 25 มิลลิเมตร ทำการทดสอบโดยใช้ความเร็วคงที่

2.5) ความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน (compressive stress perpendicular to grain) การทดสอบความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนเพื่อทดสอบองค์ประกอบของอาคารที่รับแรงอัดเพียงบางส่วนของผิวหน้าเท่านั้น เช่น คาน (beam) รับแรงอัดตั้งฉากเสี้ยนที่รองรับที่ปลายทั้งสองข้าง หรือหมอนไม้รถไฟรับแรงอัดจากรางรถไฟและพื้นดิน เป็นต้น โดยมีวิธีการดังนี้ นำชิ้นทดสอบขนาด 20x20x60 มิลลิเมตร ตัดให้ด้านหน้าตัดตั้งฉากเสี้ยนไม้อย่างแท้จริงและด้านยาวขนานกับเสี้ยน จำนวน 20 ชิ้น ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนา ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบไปวางบนแท่นสำหรับทดสอบแรงอัดของเครื่องทดสอบสากล โดยวางชิ้นทดสอบในแนวนอนนำแผ่นเหล็กกว้าง 20 มิลลิเมตรวางทับผิวหน้าด้านบน ให้แผ่นเหล็กอยู่ตรงกลางตั้งฉากกับความยาวของชิ้นทดสอบ ทดสอบด้วยความเร็วคงที่ในการเคลื่อนที่ของหัวกด โดยเลือกอัตราความเร็วภายในเวลา 1.5 ± 0.5 นาที และกดน้ำหนักจนตัวอย่างไม้ถูกแผ่นเหล็กกดยุบลงไป 2.5 มิลลิเมตร แล้วหยุดเครื่อง รายงานค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยน

2.6) ความเค้นดึงขนานเสี้ยน (tensile stress parallel to grain) การรับแรงดึงขนานเสี้ยนเป็นค่ากลสมบัติที่สูงที่สุดของไม้ การดึงไม้ที่เสี้ยนตรงและปลอดตำหนิในทิศทางที่ขนานกับเสี้ยนเพื่อให้ขาดออกเป็นสองส่วนจึงทำได้ยาก เพราะไม้จะเกิดฉีกขาดหรือหลุดตรงบริเวณจับเสียก่อนการทดสอบความเค้นดึงขนานเสี้ยน โดยมีวิธีการดังนี้ นำชิ้น

ทดสอบขนาด 20x20x340 มิลลิเมตร โดยตัดให้ทิศทางเสี้ยนขนานกับความยาว จำนวน 20 ชิ้น นำชิ้นทดสอบมาตัดให้มีส่วนคอดขนาดเล็กตรงกลาง มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีมิติด้านรัศมี ขนาด 10 มิลลิเมตร ด้านหน้าสัมผัสขนาด 5 มิลลิเมตร ความยาวส่วนคอดขนานกับเสี้ยน 50 มิลลิเมตร โดยกำหนดส่วนโค้งให้มีรัศมี 100 มิลลิเมตร นำชิ้นทดสอบไปปรับสภาวะที่อุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 3 % จนมวลคงที่ เมื่อชั่งน้ำหนัก 2 ครั้ง น้ำหนักแตกต่างไม่เกิน 0.5 % แล้วทดสอบทันทีที่พ้นจากการปรับสภาวะ เพื่อหาความแน่นของชิ้นทดสอบ ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนา ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบเข้าเครื่องทดสอบสากล โดยจับยึดปลายบนก่อนจัดตัวอย่างไม้ให้ตรงแล้วเลื่อนที่จับมายึดกับปลายด้านล่าง ควรให้ที่จับอยู่ห่างจากส่วนคอดของชิ้นทดสอบประมาณ 20 ถึง 25 มิลลิเมตร ทำการทดสอบโดยใช้ความเร็วคงที่ โดยทำให้ชิ้นทดสอบขาดใน 1.5 ถึง 2 นาที เดินเครื่องจนบริเวณคอดของชิ้นทดสอบขาดออกจากกัน เมื่อทดสอบเสร็จแล้วรายงานค่าความเค้นดึงขนานเสี้ยน

2.7) ความแข็ง (hardness) หมายถึง ความต้านทานของวัสดุชนิดหนึ่ง (ไม้) ต่อการสอดแทรกโดยใช้แรงของวัตถุอีกชนิดหนึ่ง (เหล็ก) การทดสอบความแข็งมีประโยชน์ในการเลือกไม้ไปใช้งานที่ต้องทนต่อการขีดข่วนเสียดสีเป็นประจำ เช่น พื้น (floor) ไม้ปาร์เก้ (parquet) เครื่องเรือน (furniture) เป็นต้น โดยมีวิธีการดังนี้ นำชิ้นทดสอบขนาด 50x50x50 มิลลิเมตร โดยตัดให้ยาวตามเสี้ยน จำนวน 20 ชิ้น ใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนา ใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์วัดความกว้างและความยาวของชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบเข้าเครื่องทดสอบสากล ใช้หัวกดลงบนตัวอย่างไม้ โดยใช้ความเร็วคงที่ ในการเคลื่อนที่ของเครื่องระหว่าง 3 ถึง 6 มิลลิเมตร/นาที หยุดเครื่องเมื่อหัวกดจมในเนื้อไม้ลึก 5.64 มิลลิเมตร และจดค่าสูงสุดไว้คำนวณหาค่าความแข็งตามสูตร ดำเนินการทดสอบซ้ำ 3 ครั้งบนด้านรัศมี ด้านสัมผัส และด้านหน้าตัด (อย่างละครั้ง) และเปรียบเทียบความแข็งที่ได้

ผลและวิจารณ์

คุณสมบัติทางกลและคุณสมบัติทางกายภาพของไม้พะยูง ได้ข้อมูลผลการทดสอบ ดัง Table 1 ดังนี้

ผลการทดสอบคุณสมบัติของไม้พะยูงที่ได้จากศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 4 (กาญจนบุรี) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 5 (ขอนแก่น) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ที่ 8 (สงขลา) เปรียบเทียบกับคุณสมบัติของไม้พะยูงที่กรมป่าไม้รวบรวมไว้ และคุณสมบัติของไม้ตะเคียงทอง (*Hopea odorata* Roxb.) ซึ่งถือเป็นค่าไม้เนื้อแข็งตามมาตรฐานกรมป่าไม้ (กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้, 2548) แสดงให้เห็นว่า

1. ค่าความชื้นของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด ซึ่งความชื้นไม้ที่เหมาะสม ควรอยู่ที่ 12%
2. ค่าความแน่นของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ มีค่าต่ำกว่าไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ทั้งหมด แต่สูงกว่าไม้ตะเคียนทอง
3. ค่าความต้านทานแรงดัดของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ พบว่า น้อยกว่า 172 MPa ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ตะเคียนทอง มีค่า 115 MPa พบว่าไม้พะยูงมีความแข็งแรงสูงกว่าไม้ตะเคียนทอง
4. ค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ พบว่าไม้พะยูงที่ได้จากศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 4 (กาญจนบุรี) มีค่า 16752.43 MPa ซึ่งมีค่าความแข็งแรงสูงกว่าไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ และค่ามอดูลัสยืดหยุ่นของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ตะเคียนทอง พบว่า มีค่าสูงกว่าไม้ตะเคียนทองทั้งหมด
5. ค่าความเค้นอัดขนานเสี้ยนของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ พบว่า มีค่าต่ำกว่าทั้งหมด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ตะเคียนทอง พบว่า มีค่าสูงกว่าไม้ตะเคียนทองทั้งหมด
6. ค่าความเค้นเฉือนขนานเสี้ยนของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้และไม้ตะเคียนทอง พบว่า มีค่าสูงกว่าทั้งหมด

7. ค่าความแข็งของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ พบว่า ไม้พะยูงที่ได้จากศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 4 (กาญจนบุรี) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ที่ 8 (สงขลา) มีค่าความแข็งสูงกว่าไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ และเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ตะเคียนทอง พบว่า ไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ มีค่าความแข็งสูงกว่าไม้ตะเคียนทองทั้งหมด

8. ค่าความเค้นอัดตั้งฉากเสี้ยนของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า ไม้พะยูงที่ได้จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ที่ 8 (สงขลา) มีค่าสูงสุด

9. ค่าความเค้นดึงขนานเสี้ยนของไม้พะยูง ทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า ไม้พะยูงที่ได้จากศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 5 (ขอนแก่น) มีค่าสูงสุด

Table 1 The mechanical and physical properties testing result of processed *Dalbergia cochinchinensis* Pierre

Properties state	Silvicultural Research Center 4 (Kanchanaburi) (planted 2534)	SD	Silvicultural Research Center 5 (Konkaen) (planted 2542)	SD	Forest utilization research and development centers No. 8 (Songkla) (planted 2532)	SD	*Dalbergia cochinchinensis* Pierre	*Hopea odorata* Roxb.
MC (%)	11.85	0.87	11.83	1.08	13.19	0.79	9.00	12.00
Density (kg/m^3)	922.40	20.91	906.50	37.42	1031.49	34.18	1032	800
MOR (MPa)	167.01	20.47	158.70	32.26	142.42	36.35	172	115
MOE (MPa)	16752.43	1836.22	14994.84	2035.98	13448.89	2025.12	16380	11790
Compressive parallel to grain (MPa)	85.80	7.82	80.70	6.79	80.74	7.66	117	51
Shearing stress parallel to grain (MPa)	26.07	2.62	26.76	2.71	28.79	4.50	26	15
Hardness (N)	14697.23	793.16	10784.02	536.72	13580.48	954.73	11520	6370
Compressive stress perpendicular to grain (MPa)	50.01	4.46	46.48	2.99	58.67	9.77	-	-
Tensile stress parallel to grain (MPa)	134.05	36.30	142.98	43.03	129.32	33.55	-	-

สรุป

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของไม้พะยูงจากศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 4 (กาญจนบุรี) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 5 (ขอนแก่น) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ ที่ 8 (สงขลา) จะเห็นได้ว่า คุณสมบัติทางกล คือ ค่าความมอดูลัสยืดหยุ่นและค่าความแข็งมีค่าที่ดีกว่าไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ ส่วนค่าคุณสมบัติทางกลด้านอื่นมีค่าต่ำกว่าไม้พะยูงตามมาตรฐานกรมป่าไม้ อย่างไรก็ตามค่าคุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของไม้พะยูงที่ได้จากการทดสอบมีค่าที่ดีกว่าไม้ตะเคียนทอง แสดงให้เห็นว่า ไม้พะยูงจากศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 4 (กาญจนบุรี) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 5 (ขอนแก่น) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ ที่ 8 (สงขลา) สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนและงานก่อสร้างได้ ซึ่งค่าสมบัติไม้พะยูงข้างต้นที่ได้ผลแตกต่างกัน นอกจากปัจจัยด้านอายุไม้ ยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลให้คุณสมบัติไม้ที่ได้มีความแตกต่างกัน เช่น สภาพแวดล้อม สภาพพื้นที่ปลูก และการดูแลรักษา เป็นต้น

อย่างไรก็ตามงานวิจัยการศึกษาคุณสมบัติไม้พะยูงในแปลงปลูกของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้นี้ เป็นเพียงส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยย่อย “การศึกษาคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ไม้พะยูงจากการตัดขยายระยะ อายุ 10 ปี” ซึ่งเป็นการวิจัยต่อเนื่องและได้นำคุณสมบัติไม้ที่ได้ไปต่อยอดในการจัดทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกสร้างสวนป่าไม้พะยูงและใช้ในเชิงอุตสาหกรรมไม้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณสมบัติไม้พะยูงในแปลงปลูกของสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการวิจัยและพัฒนาพะยูงเพื่อส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ โครงการย่อย การศึกษาคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ไม้พะยูงจากการตัดขยายระยะ อายุ 10 ปี ที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) ภายใต้กรมป่าไม้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มงานพัฒนาผลิตผลป่าไม้. 2548. **ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย**. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ

บุญนำ เกี่ยวข้อง และ มยุรี ดวงเพชร. 2542. **คู่มือปฏิบัติการทดสอบเชิงกลของไม้**. ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญส่ง สมเพาะ วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์ ปิยะวดี บัวจงกล และวรัญญู ราษฎร์เจริญ. 2556. **คุณสมบัติของไม้ไผ่บางชนิดเพื่อการก่อสร้าง**. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ

เต็ม สมิตินันทน์. 2523. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย**. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

British standards institution. 1957. **Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber. B.S. 373 : 1957**. London, UK.

Winandy, J. 1994. Wood Properties, pp. 549-561. *In* C.J. Arntzen, ed. **Encyclopedia of Agriculture Science**. Vol. 4. Academic Press, Orlando, FL.

สาขาวนวัฒนวิทยา
และเศรษฐกิจการป่าไม้

การควบคุมผสมเกสรแบบข้ามของพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซีย
Interspecific Hybridization of *Acacia* Species

อุษารัตน์ เทียนไชย[1*] และ นรินทร์ เทศสร[1]
Usarat Tianchai[1*] and Narin Tedsorn[1]
[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1] Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **Usarat65@gmail.com**

บทคัดย่อ

งานวิจัยการควบคุมผสมเกสรแบบข้ามของพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซีย มีวัตถุประสงค์เพื่อการควบคุมผสมเกสรแบบข้ามและการผลิตลูกผสมของไม้อะเคเซีย 3 ชนิด ได้แก่ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) กระถินเทพา (*Acacia mangium*) และกระถินออลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) พบว่า มีความสำเร็จในการผสมเกสรแบบข้ามระหว่าง กระถินณรงค์ กับ กระถินเทพา จำนวน 3 ครั้ง รวมทั้งหมด 8 ฝัก (72 เมล็ด) และ กระถินณรงค์ กับ กระถินออลาโคคาร์ปา จำนวน 1 ฝัก (3 เมล็ด) สำหรับการผสมเกสรแบบข้ามระหว่าง กระถินณรงค์ กับ กระถินออลาโคคาร์ปา มีต้นที่รอดตาย จำนวน 3 ต้น จาก 3 เมล็ด เพียง 1 ครั้งเท่านั้น เมื่อนำลูกผสมที่ได้จากการควบคุมผสมเกสรแบบข้ามไปตรวจพิสูจน์สารพันธุกรรม (DNA) พบว่า ผลของขนาดดีเอ็นเอที่ปรากฏนำมาเปรียบเทียบพ่อ แม่ และลูกผสม สามารถจำแนกกระถินณรงค์ ออกจากกระถินเทพา และแสดงผลการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อ แม่ไปยังลูกได้ชัดเจน

คำสำคัญ: การผสมเกสรแบบข้าม ไม้อะคาเซีย

ABSTRACT

The purpose of this study was for cross-pollination control and hybrid production of three acacia species, namely *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium*, and *Acacia aulacocarpa*. It was successful in cross-pollination between *Acacia auriculiformis* and *Acacia mangium* three times, totaling 8 pods (72 seeds), and *Acacia auriculiformis* and *Acacia* aulacocarpa: 1 pod of Acacia (3 seeds). When the hybrid obtained from controlled cross-pollination was tested for DNA, the results of the DNA size that appeared were compared with the father, mother, and hybrid, and it was possible to distinguish *Acacia auriculiformis* from *Acacia mangium* and clearly show the results of genetic transmission from father and mother to child.

Keywords: Interspecific hybridization, Acacia

คำนำ

พรรณไม้สกุลอะเคเซีย (*Acacia*) มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติแตกต่างกันมาก พบมากในประเทศออสเตรเลียและปาปัวนิวกินี โดยพบในเขตร้อน 4 ชนิด ได้แก่ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) กระถินเทพา (*Acacia mangium*) *Acacia aulacocarpa* และ *Acacia crassicarpa* ปัจจุบันเป็นไม้ที่มีบทบาทในวงการอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง เช่น เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ไม้แปรรูป และเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น Midgley *et al*, Somporn MAELIM (n.d.) รายงานว่า ในทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ปลูกสร้างสวนป่าไม้สกุลอะเคเซียเพื่อสนองความต้องการกว่า 100,000 เฮกตาร์ (625,000 ไร่) สำหรับประเทศไทยโดยส่วนใหญ่นิยมปลูก 2 ชนิด คือ กระถินณรงค์ และกระถินเทพา

กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) เป็นไม้เบิกนำที่มีการเติบโตเร็ว ขึ้นได้ทุกภาคของประเทศไทย ไม้เนื้อแข็งปานกลาง ลักษณะรูปทรงลำต้นที่คดงอ กรมป่าไม้จึงเริ่มดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ ในปี พ.ศ. 2527 (Pinyopusarerk, 1987) ปัจจุบันได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ไม้กระถินณรงค์เป็นรุ่นที่สองแล้ว (วิฑูรย์, 2542)

กระถินเทพา (*Acacia mangium*) เป็นไม้โตเร็วที่มีลักษณะรูปทรงลำต้นเปลาตรง นิยมใช้ทำเครื่องเรือน กรอบวงกบ บานประตูหน้าต่าง ทำชิ้นไม้สับสำหรับอุตสาหกรรมแผ่นชิ้นไม้อัด ฯลฯ

Acacia aulacocarpa เป็นไม้ที่มีการเติบโตดี รูปทรงเปลาตรง จากการศึกษาพบว่า ไม้ชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่มีศักยภาพในการเป็นวัตถุดิบผลิตเยื่อและกระดาษ (เพ็ญศรี และคณะ, 2552) และกรมป่าไม้ได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์และสร้างฐานพันธุกรรมแล้ว (วิฑูรย์, 2545)

Acacia crassicarpa เป็นไม้ที่มีการเติบโตดี ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูงมาก ปัจจุบันในประเทศอินโดนีเซียจึงนำไปปลูกป่าเพื่อผลิตเป็นเยื่อกระดาษ แต่ลำต้นยังไม่เปลาตรงนัก ซึ่งกรมป่าไม้ได้ปรับปรุงพันธุ์ไม้ *Acacia crassicarpa* และสร้างฐานพันธุกรรมสำหรับส่งเสริมให้ประชาชนปลูกป่าเศรษฐกิจต่อไป (วิฑูรย์, 2545)

เนื่องจากพรรณไม้สกุลอะเคเซีย ทั้ง 4 ชนิด เป็นไม้โตเร็วที่มีศักยภาพในการนำไปปลูกสร้างสวนป่าเศรษฐกิจ สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย ทั้งในการก่อสร้าง ภาคอุตสาหกรรมกระดาษ เฟอร์นิเจอร์ และสำหรับใช้สอย เป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกร เพิ่มวัตถุดิบในการใช้ประโยชน์ และลดการนำเข้าไม้จากต่างประเทศ รวมไปถึงสามารถใช้ในการปลูกเพื่อฟื้นฟูป่าได้อีกด้วย ดังนั้น จึงควรมีการปรับปรุงสายพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซีย ทั้ง 4 ชนิด ให้ได้สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพทางด้านเนื้อไม้ และเหมาะสมกับการนำไปปลูกสร้างสวนป่าแต่ละสภาพพื้นที่ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการในการใช้ไม้ที่เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบันและอนาคต รวมถึงการเตรียมพร้อมรองรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สายพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษา

การควบคุมผสมเกสรแบบข้ามของพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซีย 3 ชนิด ได้แก่ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) จากแปลงกระถินณรงค์ลูกผสมรุ่นที่ 1 กระถินเทพา (*Acacia mangium*) ได้แก่ Aa 33/19/9 (ลูกผสมระหว่าง QLD + PNO) Aa 13/8/13 (ลูกผสมระหว่าง PNO+ QLD) Aa 24/14/3 (ลูกผสมระหว่าง PNG+QLD) และ กระถินออลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) โดยทำการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศด้วยวิธีตอนแต่ละโคลนแล้วนำลงดินในแปลง เพื่อเตรียมการผสมข้าม

2. การผสมเกสร (Control pollination techniques)

แผนการผสมแบบข้าม (Hybridization of Acacia Species)

Female	Male		
	Am	Am	*A.aulacocarpa*
Aa 33/19/9	QLD	PNG	x
Aa 13/8/13	PNG	QLD	x
Aa 24/14/3	PNG	QLD	x

2.1 การเตรียมก่อนผสมเกสรแบบข้าม

2.1.1 การเก็บรักษาละอองเกสร (storage pollen) เนื่องจากการออกดอกไม่พร้อมกันของแต่ละชนิด จึงมีความจำเป็นต้องเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ (sieving pollens) โดยร่อนตะแกรงขนาดรูผ่าน 53 Micron แบ่งเก็บใส่หลอดไมโครเซนติฟิ้ว Micro-centrifuge tube แล้วนำไปแช่ตู้เย็นเพื่อเก็บรักษา

2.1.2 เตรียมช่อดอกเพื่อทำการผสม ผนึกไว้สำหรับผสมเกสรในวันถัดไป คัดเลือกดอกที่จะสุกเต็มที่พร้อมบาน (ดอกสีเหลืองนวล) ทำการตัดแต่งช่อ ลิดใบออกบางส่วนเพื่อลดการคายน้ำในถุง และต้องมั่นใจว่าในช่อดอกที่เลือกนั้น ไม่มีดอกใดดอกหนึ่งในช่อบานแล้ว หากมีก็ใช้คีมปลายแหลมคีบออกเหลือไว้เพียง จากนั้นทำการผนึกถุงโดยครอบช่อทั้งช่อไว้แล้วรัดปากถุงด้วยลวด

2.1.3 เคลือบพลาสติก เพื่อป้องกันไม่ให้มีแมลงเข้าไปทำการผสมก่อนต้องการ รอดอกบานในวันรุ่งขึ้น

2.2 ผสมเกสร (hand pollination)

2.2.1 การเลือกช่อดอกที่พร้อมผสม สามารถดูการบานของดอกได้จากบานหน้าต่างถุงกระดาษ ดอกแรกแย้มจะทำให้สังเกตเห็นก้านเกสรตัวเมีย ทำการดึงเกสรตัวผู้รอบ ๆ ออกทั้งหมด (emasculate) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากละอองเกสรตัวผู้ของดอกเดียวกัน (contaminate) อาจส่งผลให้เกิดการผสมภายในดอกเดียวกัน (selfing)

2.2.2 การดึงเกสรตัวผู้รอบ ๆ ออกทั้งหมด (emasculate) โดยใช้คีมปลายแหลม (fine forceps) ดึงเกสรตัวผู้ออกจนหมดทุกก้าน เหลือไว้เพียงก้านเกสรตัวเมียก้านเดียว ระวังอย่างให้ปลายแหลมของคีมบาดถูกก้านช่อดอก จะทำให้เกิดแผลที่ก้านและฐานรองดอก หมั่นเช็ดคีมปลายแหลมที่ใช้ดึงเกสรตัวผู้ออกจากดอกเพื่อไม่ให้เกสรตัวผู้เข้าไปสัมผัสกับเกสรตัวเมีย หากยังไม่สามารถดึงก้านเกสรตัวผู้ออกได้จากดอกทั้งหมด สำหรับการดึงเกสรตัวผู้ควรใช้แว่นขยายชนิดสวมหัว (head magnifier) ช่วยในการมองเห็น

2.2.3 ดำเนินการถ่ายละอองเรณู (pollination) โดยใช้พู่กันขนละเอียด (paint brush) ที่เตรียมไว้แตะละอองเกสรตัวผู้ที่เตรียมไว้แต้มลงบนปลายยอดของก้านเกสรตัวเมีย (stigma) อย่างระมัดระวัง จากนั้นคลุมถุงใบใหม่กลับดังเดิมอีกครั้ง แล้วบันทึกรายละเอียดของการผสมบนแท็กติดกับถุง เช่น ต้นแม่ ต้นพ่อ วัน เดือน ปีที่ทำการผสม และชื่อผู้ผสม

3. การติดผลและนำเมล็ดที่ได้มาเพาะกล้า

การปฏิบัติต่อฝัก ทำการตรวจสอบการติดผล เมื่อเวลาผ่านไปดอกที่ผสมแล้วจะเติบโตกลายเป็นฝักอ่อน เมื่อฝักอ่อนมีความยาวพอประมาณ ทำการคลุมฝักไว้ด้วยถุงผ้าตาข่าย หลังจากฝักมีอายุประมาณ 17-19 สัปดาห์ ฝักจะแก่และแตกพร้อมที่จะเก็บเมล็ดได้ เพื่อนำไปเพาะเป็นกล้าต่อไป

4. ตรวจพิสูจน์สารพันธุกรรม (DNA)

4.1 เก็บตัวอย่างใบของไม้สกุลอะเคเซีย ที่เป็นต้นพ่อ ต้นแม่ และต้นลูกที่ผสมได้ ใส่ในภาชนะที่บรรจุซิลิก้าเจลเพื่อใช้สำหรับนำมาเข้าตรวจพิสูจน์สารพันธุกรรม (DNA) ในห้องปฏิบัติการ

4.2 การสกัด วัดคุณภาพและปริมาณดีเอ็นเอ นำตัวอย่างใบของกระถินเทพา (*Acacia mangium*) กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) กระถิน *Acacia aulacocarpa* และกระถินลูกผสม มาสกัดดีเอ็นเอตามวิธีที่ประยุกต์มาจากวิธีการสกัดของ Doyle and Doyle เก็บสารละลายดีเอ็นเอไว้ที่ตู้ –20 องศาเซลเซียส วัดคุณภาพและปริมาณของสารละลายดีเอ็นเอด้วยวิธีอะกาโรสเจลอีเล็กโตรโฟริซีส (agarose gel electrophoresis) โดยใช้อะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.8% และนำแผ่นเจลไปส่องดูภายใต้แสงอัตราไวโอเลต เปรียบเทียบความเข้มข้นกับดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 1 kb

4.3 การวิเคราะห์ดีเอ็นเอโดยเทคนิคไมโครแซทเทลไลท์ นำสารละลายดีเอ็นเอที่ได้มาวิเคราะห์โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ (PCR) ด้วยไพรเมอร์ 2 ชนิด คือ forward และ reverse จำนวน 19 คู่ไพรเมอร์ ซึ่งมีขนาดอัลลีลใกล้เคียงกัน โดยใช้ *Taq* DNA polymerase จากนั้นแยกชิ้นส่วนดีเอ็นเอด้วยวิธีโพลีอะคริลาไมด์เจลอีเล็กโตรโฟริซีส polyacrylamide gel electrophoresis ผ่านกระแสไฟฟ้า 1,000 โวลต์ นาน 60-90 นาที ย้อมเจลด้วยซิลเวอร์ไนเตรท เพื่อดูแถบดีเอ็นเอ เปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน (DNA ladder)

ผลและวิจารณ์

1. การผสมเกสร (control pollination techniques) การติดผล และนำเมล็ดที่ได้มาเพาะกล้า

จากการศึกษาการควบคุมผสมเกสรแบบข้ามของพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซีย ทั้ง 3 ชนิด พบว่า มีความสำเร็จในการผสมเกสรแบบข้ามระหว่าง กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) กับ กระถินเทพา (*Acacia mangium*) จำนวน 3 ครั้ง รวมทั้งหมด 8 ฝัก (72 เมล็ด) และ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) กับ *Acacia aulacocarpa* จำนวน 1 ฝัก (3 เมล็ด) (Table 1)

Table 1 Interspecific Hybridization of *Acacia* Species.

Species	number of pods from Control pollination techniques			number of seeds from Control pollination techniques		
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
	Female	Female	Female	Female	Female	Female
A. auriculiformis+ A. mangium	1	3	4	8	32	32
A.auriculiformis+A. aulacocarpa	1	-	-	3	-	-
Total	2	3	4	11	32	32

จากการนำเมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรแบบข้ามไปเพาะในกระบะทรายและย้ายลงถุงเพาะชำ พบว่า เมล็ดที่ได้จากการผสมเกสรแบบข้ามระหว่าง กระถินณรงค์+กระถินเทพา ครั้งที่ 1 มีต้นที่รอดตาย จำนวน 6 ต้น จาก 8 เมล็ด (Figure 1) ครั้งที่ 2 รอดตาย 2 ต้น จาก 32 เมล็ด อาจเนื่องมาจากเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้กล้าที่เพาะได้เกิดการงันของการเติบโตและตายไป สอดคลองกับ NGTH (2018: ออนไลน์) สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยในการงอกของเมล็ด และครั้งที่ 3 มีจำนวนต้นที่รอดตาย จำนวน 30 ต้น จาก 32 เมล็ด ดังนั้นจึงมีต้นที่รอดตายทั้งหมด รวม 36 ต้น ในขณะที่ สุวรรณ และคณะ (2553) สามารถผลิตลูกผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างคู่กระถินณรงค์และกระถินเทพา จำนวน 2 สายพันธุ์

การผสมเกสรแบบข้ามระหว่าง กระถินณรงค์+กระถินออลาโคคาร์ปา มีต้นที่รอดตาย จำนวน 3 ต้น จาก 3 เมล็ด เพียง 1 ครั้งเท่านั้น (Figure 2) อาจมีผลเนื่องมาจากความแตกต่างทางชีพลักษณ์ดอก (phenology)



Figure 1 Seed obtained by cross-pollination between *Acacia auriculiformisxAcacia mangium.*



Figure 2 Seed obtained by cross-pollination between *Acacia auriculiformisxAcacia aulacocarp.*

2. ตรวจพิสูจน์สารพันธุกรรม (DNA)

2.1 ผลของดีเอ็นเอที่ปรากฏนำมาเปรียบเทียบพ่อ แม่ และลูกผสม สามารถจำแนกกระถินออลาโคคาร์ปาออกจากกระถินณรงค์ และกระถินเทพา และแสดงผลการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อ แม่ไปยังลูกได้ชัดเจน (Figure 3)

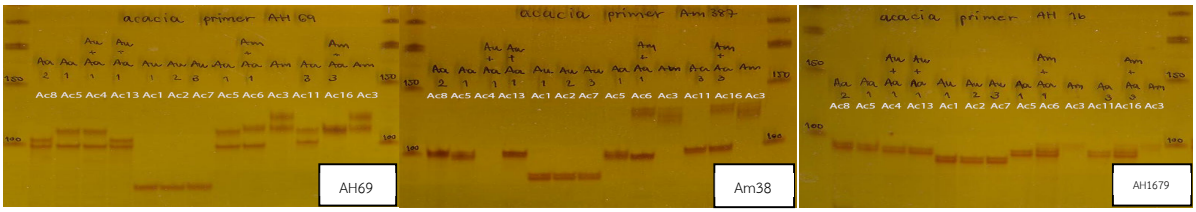


Figure 3 Examples of the DNA fingerprint positions of 11 Acacia samples using a microsatellite DNA marker at position AH69, Am387, and AH16

ไพรเมอร์ AH69 Am387 และ AH16 สามารถจำแนกความแตกต่างของลูกผสมระหว่างกระถินณรงค์และกระถินเทพา และระหว่างกระถินณรงค์และกระถินออลาโคคาร์ปาได้ โดยผลการจำแนกยืนยันว่า

2.1.1 ตัวอย่าง Ac6 เป็นลูกผสมระหว่าง Ac5 (กระถินณรงค์1) และ Ac3 (กระถินเทพา) ตัวอย่าง Ac16 เป็นลูกผสมระหว่าง Ac11 (กระถินณรงค์3) และ Ac3 (กระถินเทพา)

2.1.2 ตัวอย่าง Ac4 และ Ac13 ไม่ใช่ลูกผสมระหว่าง Ac5 (กระถินณรงค์1) และ Ac1 Ac2 และ Ac7 (กระถินออลาโคคาร์ปา) อาจเนื่องมาจากเกิดการผสมเองตามธรรมชาติก่อน หรืออาจเกิดจากความผิดพลาดของผู้ทำการทดลอง

จากผลที่ได้ในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าปัจจุบันการตรวจสารพันธุกรรมมีบทบาทสำคัญในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การระบุสายพันธุ์หรือความบริสุทธิ์ของพันธุ์ และในงานด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช นอกจากนั้นยังมีการใช้เครื่องหมายการระบุดีเอ็นเอเพื่อติดตามยีนที่ควบคุมลักษณะที่ดีต่าง ๆ ซึ่งสามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ (จุฑาพร, 2555)

สรุป

การผสมเกสรแบบข้ามระหว่าง กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) กับ กระถินเทพา (*Acacia mangium*) จำนวน 3 ครั้ง รวมทั้งหมด 8 ฝัก (72 เมล็ด) และ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) กับ *Acacia aulacocarpa* จำนวน 1 ฝัก (3 เมล็ด) และจากการนำไปตรวจพิสูจน์สารพันธุกรรม (DNA) พบว่า ผลของขนาดดีเอ็นเอที่ปรากฏนำมาเปรียบเทียบพ่อ แม่ และลูกผสม สามารถจำแนกกระถิน *Acacia auriculiformis* (Aa) ออกจาก *Acacia mangium* (Am) และแสดงผลการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากพ่อ แม่ไปยังลูกได้ชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง ที่ให้คำแนะนำ แนวทางรวมถึงการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณหัวหน้าศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่แปลงวิจัยและอำนวยความสะดวก

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการพันธกรรมไม้ป่าและเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มงานวิจัยพันธุศาสตร์ป่าไม้ และพันธุ์พืชป่าหายากสำหรับตรวจพิสูจน์ผลการผสมข้ามสายพันธุ์เพื่อผลิตกระถินลูกผสม โดยใช้เครื่องหมายไมโครแซทเทลไลท์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จุฑาพร แสงประจักษ์. 2555. การใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอสำหรับศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและการปรับปรุงพันธุ์ข้าว. **แก่นเกษตร**. 40: 299-308.

เพ็ญศรี อติวรรณาพัฒน์, วิขัณฑ์ อรรณพานุรักษ์ และ วรธรรม อุ่นจิตติชัย. 2552. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไม้ *Acacia aulacocarpa. ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47**. 17-20 มีนาคม 2552 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2542. การวางแผนการทดลองทางวนวัฒนวิจัย. **เอกสารส่งเสริมและเผยแพร่ทางวนวัฒนวิทยา.** ปีที่ 1 เล่มที่ 1 มีนาคม 2542. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 86 หน้า

วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2545. การปรับปรุงพันธุ์ไม้อะเคเซียเพื่อการปลูกป่าเศรษฐกิจ, น. 1-10. *ใน* **รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 7 “วนวัฒนวิทยาเพื่อพัฒนาสวนป่าเศรษฐกิจ”.** 12–14 ธันวาคม 2544 ณ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง, คงศักดิ์ ภิญโญภูษาฤกษ์, สุรชัย ปราณศิลป์ และ พรศักดิ์ มีแก้ว. 2542. **ลักษณะสายพันธุ์รุ่นที่สองของการปรับปรุงไม้กระถินณรงค์**. เอกสารผลงานวิจัย กลุ่มปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 15 หน้า.

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ, พวงพรรณ ยงรัตนา, ธิติ วิสารัตน์ และ วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2553. **รายงานความก้าวหน้าฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยการปรับปรุงพันธุ์ไม้โตเร็วเพื่ออุตสาหกรรม.** แหล่งที่มา : https://shorturl.asia/tb6dP, 29 สิงหาคม 2566.

Midgley, S. J.; Turnbull, J.W.; Pinyopusarerk, K. 2003. Industrial Acacias in Asia: Small brother or big competitor?, pp. 19-36. *In* R.P. Wei and D. Xu, eds. **Proceedings of the international symposium on Eucalyptus Plantations: Research, Management and Development**. World Scientific, Singapore.

NGTH. 2018. **การเจริญเติบโตของพืช: การงอกของเมล็ด.** แหล่งที่มา : https://ngthai.com/science/15713/plantgermination/, 29 สิงหาคม 2566.

Pinyopusarerk, K. 1987. Improving *Acacia auriculiformis* through selection and breeding in Thailand, pp. 147-148. *In* J.W. Turnbull, ed. **Australian Acacias in Developing Countries. Proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Queensland, Australia.** 4-7 August 1986. ACIAR Proceedings No.16, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

คุณสมบัติของดินในระบบวนเกษตรรูปแบบสวนหลังบ้านจังหวัดแพร่และจังหวัดเชียงใหม่
Soil Properties on Agroforestry System in Home Garden Pattern at Phrae Province and Chiang Mai Province

ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ[1*]
Thanakorn Lattirasuvan[1*]
[1]สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 55140
[1]Forest Management ,Maejo University Phrae Campus, Phrae, 54140
*Corresponding Author; E-mail: **formanmju@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติของดินในพื้นที่ระบบวนเกษตรแบบสวนหลังบ้านในพื้นที่จังหวัดแพร่ และจังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ในสวนหลังบ้าน โดยนำมาวิเคราะห์ และเรียบเรียงเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของดินในสวนหลังบ้านบนพื้นที่สูง ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะของดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินแตกต่างกัน ส่งผลความอุดมสมบูรณ์ของดินมีค่าแตกต่างกัน โดยส่วนมากดินจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินแปรจะมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่า วัตถุต้นกำเนิดดินจากหินแกรนิต และหินทราย ตามลำดับ ส่วนดินจากหินแกรนิตและหินทราย ความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ปริมาณของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) ในระบบวนเกษตรรูปแบบสวนหลังบ้านมีปริมาณสูงในดินชั้นบน และลดลงในดินชั้นล่าง สวนหลังบ้านที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าหรืออยู่ในบริเวณใกล้กับแหล่งน้ำจะมีการทับถมของตะกอนที่ไหลมาจากที่สูง บทบาทและหน้าที่ของสวนหลังบ้านนั้นมีความจำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวัน ขณะที่ปัจจัยภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านสังคมและเศรษฐกิจเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ภายใต้การทำสวนหลังบ้านมีค่าสูงลึกลงไปจนถึงดินชั้นล่าง เมื่อเปรียบเทียบกับสวนหลังบ้านในพื้นที่อื่น ๆ และการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ

คำสำคัญ: ระบบวนเกษตร รูปแบบสวนหลังบ้าน จังหวัดแพร่ จังหวัดเชียงใหม่

ABSTRACT

The study of soil properties on agroforestry system in home garden pattern at Phrae province and Chiang Mai province. This study was conducted and reviewed from home garden‘s research papers. This research paper was analyzed and revised about soil ecology on upland home garden. Result shown that difference soil parent material, soil fertility was difference. Soil weathered from metamorphic rock was higher fertile soil than granite soil and sand stone soil respectively. Available P content on upland home gardens were high on surface soil and slightly on subsurface soil. Home gardens which located in lower attitude or near river, sedimentary process was deposited. Role and function of home gardens have especially them daily life in spite of recent rapid changes in socioeconomic condition. Home gardens could be characterized by high contents of nutrients throughout soil profile. In comparison with other home gardens and land uses in northern Thailand.

Keywords: Agroforestry systems, Home garden, Phrae province

คำนำ

สวนหลังบ้าน (home garden) ในประเทศไทยมีความซับซ้อนทางวัฒนธรรม การถ่ายทอดความรู้จากอดีตที่ยาวนานจากบรรพบุรุษสู่รุ่นลูกหลานกับคนไทยมานานถือเป็นเรื่องใกล้ตัวจนมองข้ามไป ความผูกพันของคนไทยกับสวนหลังบ้าน เช่น เป็นแหล่งปัจจัยสี่ ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค อดีตในพื้นที่สวนหลังบ้านมีความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสูง ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสังคมไทย เป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการสร้างบ้านในรูปแบบใหม่มากขึ้น เช่น มีการเทคอนกรีตทับพื้นที่ดินในบริเวณสวนหลังบ้าน ทำให้พื้นที่ของสวนหลังบ้านเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะระบบนิเวศของดินภายในสวนหลังบ้าน ถูกรบกวนจากกิจกรรมต่าง ๆ สวนหลังบ้านเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากมนุษย์สร้างขึ้น เป็นรูปแบบการใช้ที่ดินแบบวนเกษตรหรือเกษตรป่าไม้ที่ยั่งยืน เป็นการพึ่งพาตนเองตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง และลดการทำไร่เลื่อนลอยในพื้นที่สูงภาคเหนือประเทศไทย เพราะโครงสร้างของชนิดพืชมีความหลากหลายสูงและมีหลายชั้นเรือนยอด โดยเฉพาะสวนหลังบ้านในเขตร้อนซึ่งเป็นรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เก่าแก่ที่สุด (Nair, 2001; Kumar and Nair, 2004)

ปัจจุบันมีการศึกษาลักษณะนิเวศของสวนหลังบ้าน โครงสร้าง หน้าที่ ความหลากหลาย และการหมุนเวียนของธาตุอาหาร หลายประเทศเขตร้อน เช่น (Gillespie *et al*. 1993 ในกัวเตมาลา; Jensen, 1993 อินโดนีเซีย; Millat-E-Mustafa, 1996 บังคลาเทศ; Peyre *et al*. 2006 ในอินเดีย; Abebe *et al*. 2006 ใน เอธิโอเปีย) รวมทั้งการศึกษามากมายทางนิเวศและสังคมของสวนหลังบ้าน เน้นไปที่รูปแบบการจัดการ ความหลากหลายของโครงสร้าง และหน้าที่ แต่ยังมีงานวิจัยน้อยในเรื่องความสัมพันธ์และสถานภาพของความอุดมสมบูรณ์ของดินภายในสวนหลังบ้าน

สำหรับการศึกษาสวนหลังบ้านในประเทศไทยเช่น Gajaseni and Gajaseni (1999) ทำการศึกษาตัวอย่างสวนหลังบ้าน 4 แห่งในลุ่มน้ำเจ้าพระยา และวิจารณ์เกี่ยวกับลักษณะนิเวศของสวนหลังบ้านรูปแบบดั้งเดิมของไทยในเรื่องลักษณะทางกายภาพสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ การหมุนเวียนของธาตุอาหารและความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชในสวนหลังบ้านเหล่านั้น รวมทั้ง ธนากร และ วรรณา (2554) และ ธนากร (2555) ได้ศึกษาถึงสมบัติของดินและความหลากหลายของพืชรวมทั้งความสัมพันธ์ของดินและพืชในสวนหลังบ้าน จังหวัดแพร่ ในขณะที่ Schipani *et al*. (2002) ศึกษาธาตุอาหารของคนในชนบทที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตจากสวนหลังบ้าน Lattirasuvan *et al*. (2010) ได้ทำการศึกษาลักษณะนิเวศสวนหลังบ้านจำนวน 60 สวนในจังหวัดแพร่ โดยเน้นที่ความหลากหลายของชนิดพืชที่ปรากฏ และลักษณะของดินภายในสวนหลังบ้านที่มีการจัดการโดยการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันในประเทศไทยยังมีการศึกษาในเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดินในสวนหลังบ้านน้อย เนื่องจากอยู่ใกล้จึงละเลยและได้ถูกมองข้าม อีกทั้งการศึกษาในเรื่องลักษณะของดิน การตรวจวิเคราะห์ดินมีขั้นตอนที่ซับซ้อน และเครื่องมือที่ตรวจสอบดินอย่างละเอียดมีราคาแพง จึงทำให้มีงานวิจัยน้อย การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษานิเวศวิทยาของดิน และความสัมพันธ์ของพืชกับปัจจัยคุณสมบัติของดิน ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้กรณีศึกษาในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลุ่มน้ำปิง และจังหวัดแพร่ ลุ่มน้ำยม ซึ่งเลือกเป็นพื้นที่ศึกษา เป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการสวนหลังบ้านบนพื้นที่สูงให้เป็นรูปแบบวนเกษตรที่ยั่งยืนในการจัดการที่ดิน ให้สามารถพึ่งตนเองได้ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อลดปัญหาการทำไร่เลื่อนลอยบนพื้นที่สูง

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ รวบรวม จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสมบัติของดินในสวนหลังบ้านและพื้นที่ป่าที่ปรากฏในระดับที่สูงกว่าสวนหลังบ้าน โดยเลือกพื้นที่ตามวัตถุต้นกำเนิดดินดังนี้

พื้นที่ที่ 1 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิตที่อยู่ในระดับสูงประมาณ 800 เมตรจากระดับน้ำทะเล สวนหลังบ้านในพื้นที่บ้านเหล่า (BL) พื้นที่ป่าผสมผลัดใบ (MDF) และพื้นที่ป่าทุติยภูมิ (SF) จำนวน 5, 3 และ 4 พื้นที่ตามลำดับ ศึกษาโดย (Tanaka *et al*., 2010)

พื้นที่ที่ 2 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแปร ระดับสูงประมาณ 500 เมตรจากระดับน้ำทะเล สวนหลังบ้านในพื้นที่บ้านปางยาง (BP) และ พื้นที่ป่าไผ่ จำนวน 5 และ 3 พื้นที่ ตามลำดับ (Tanaka *et al*., 2012)

พื้นที่ที่ 3 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย ระดับสูงประมาณ 180 เมตรจากระดับน้ำทะเล สวนหลังบ้านในพื้นที่ตำบลห้วยหม้าย (BH) และ พื้นที่ป่าเต็งรัง จำนวน 16 และ 3 พื้นที่ ตามลำดับ (ธนากร, 2555)

พื้นที่ที่ 4 วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย ระดับสูงประมาณ 250 เมตรจากระดับน้ำทะเล สวนหลังบ้านในพื้นที่ตำบลแม่ทราย (BM) และ พื้นที่ป่าไผ่ จำนวน 16 และ 2 พื้นที่ ตามลำดับ สำหรับป่าไผ่ในพื้นที่วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นดินทราย สามารถเก็บตัวอย่างได้เพียง 2 พื้นที่ ถูกจำกัดด้วยขนาดของพื้นที่ (ธนากร และ วรรณา, 2554)

โดยพื้นที่ที่ 1 และ 2 อยู่ในพื้นที่ตำบลสบเปิง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่ที่ 3 อยู่ในพื้นที่อำเภอสอง และพื้นที่ที่ 4 อยู่ในพื้นที่อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ตามลำดับ (Figure 1)

การวิเคราะห์ข้อมูล จากข้อมูลที่ได้ศึกษาในพื้นที่ต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์สมบัติของดิน เปรียบเทียบจากลักษณะป่าชนิดต่าง ๆ และคุณสมบัติของดินในสวนหลังบ้าน โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) รวมทั้งหาความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านพืชพันธุ์ที่ปรากฏ

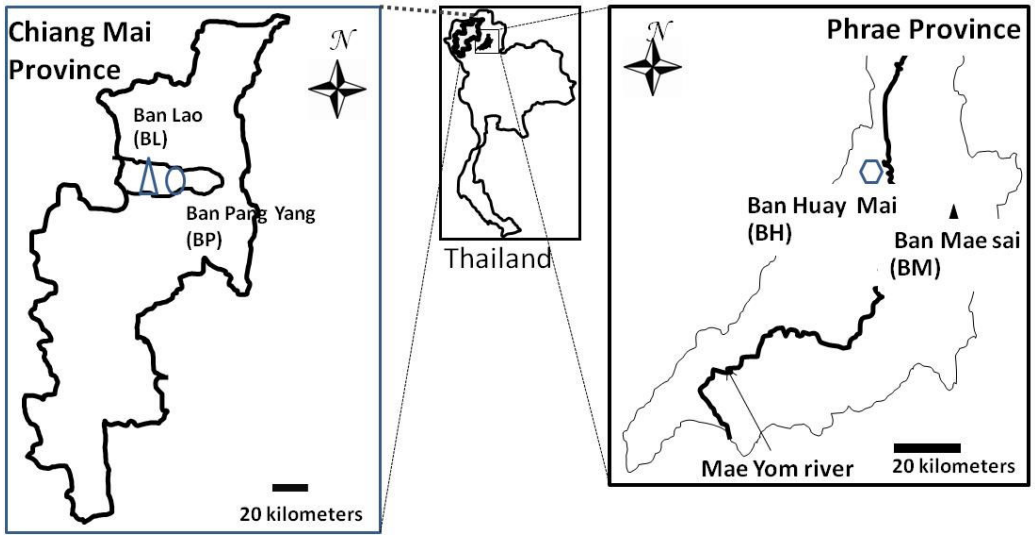


Figure 1 Map of study sites

ผลการศึกษา

ข้อมูลพื้นฐานของสวนหลังบ้าน

ลักษณะทั่วไปของสวนหลังบ้านที่ศึกษาในครั้งนี้ (Table1) ตำแหน่งของหมู่บ้านที่ศึกษาในครั้งนี้ สวนหลังบ้านพื้นที่บ้านเหล่าตั้งอยู่ในระดับความสูงเฉลี่ย 810 เมตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) ตั้งอยู่ในระดับที่สูงกว่าบ้านปางยาง (BP) บ้านแม่ทราย (BM) บ้านห้วยหม้าย (BH) มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเท่ากับ 552, 256 และ 189 เมตร ตามลำดับ บ้านเหล่า และบ้านปางยางลักษณะหมู่บ้านตั้งอยู่บนที่สูงในหุบเขา บ้านแม่ทรายตั้งอยู่เชิงเขา และบ้านห้วยหม้าย ตั้งอยู่เชิงเขาใกล้แม่น้ำยม

ลักษณะนิเวศดั้งเดิมของบ้านเหล่าเป็นป่าผสมผลัดใบ และป่าทุติยภูมิรอยต่อระหว่างป่าดิบเขาผสมกับป่าผลัดใบ วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิต ชาวบ้านมีอาชีพดั้งเดิมทำสวนชาเมี่ยงในพื้นที่สูง สวนลิ้นจี่ สวนส้ม กะหล่ำปลี พริก และฟักทอง บ้านปางยางซึ่งอยู่ในระดับต่ำลงมาตั้งอยู่ในหุบเขาที่มีลักษณะนิเวศดั้งเดิมเป็นป่าไผ่ล้วน วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแปร ชาวบ้านมีอาชีพปลูก สวนลิ้นจี่ มะม่วง สวนลำไย สวนส้ม และสวนกล้วย บ้านแม่ทรายและบ้านห้วยหม้าย นิเวศดั้งเดิมเป็นป่าเต็งรัง และป่าไผ่ขึ้นประปราย วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย

อายุของการเริ่มทำสวนหลังบ้าน ในพื้นที่บ้านเหล่า (BL) มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 48 ปีมีค่าแตกต่างที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับสวนหลังบ้านบ้านปางยาง (BP) บ้านห้วยหม้าย (BH) และ

บ้านแม่ทราย (BM) อายุโดยเฉลี่ยเท่ากับ 27, 20 และ 17 ปี ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยอายุของสวนหลังบ้านที่ศึกษาในครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าอายุของสวนหลังบ้านโดยเฉลี่ยในจังหวัดแพร่ (Lattirasuvan *et al*., 2010)

ขนาดพื้นที่ของสวนหลังบ้านมีความผันแปรมาก สวนหลังบ้านปางยางมีขนาดพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 6,000 ตารางเมตร มีค่าแตกต่างที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับบ้านแม่ทราย (BM) บ้านห้วยหม้าย (BH) และบ้านเหล่า (BL) ที่มีขนาดพื้นที่สวนหลังบ้านเฉลี่ยเท่ากับ 806, 400 และ 220 ตารางเมตร ตามลำดับ

Table 1 Fundamental information about home gardens in northern Thailand

		BL (n=5)[1/]	BP (n=5)[2/]	BH (n=16)[3/]	BM (n=15)[4/]
Age	year	48[a] (24-65)	27[b] (19-40)	20[b] (4-70)	17[b] (3-52)
Size	m^2	220[b] (100-400)	6,000[a] (3,000-10,000)	400[b] (100-1,050)	806[b] (300-1600)
Elevation	m. asl	810[a] (780-840)	552[b] (510-630)	189[d] (179-202)	256[c] (220-298)
Slope	%	17[a] (11-29)	4[b] (0-8)	4[b] (1-14)	1[b] (0-2)
Spp. number per garden	number	19.4 (8-26)	20.2 (6-34)	31.8 (13-69)	28.5 (16-48)
Spp. number m^2	number	0.12[a] (0.05-0.26)	0.01[b] (0.00-0.01)	0.10[ab] (0.03-0.24)	0.05[bc] (0.02-0.08)
Parent material		granite	metamorphic	sandstone	sandstone
Original forest type		MDF,SF	BBm	DDF, BBs	DDF, BBs

Remarks: Mean and the minimum and maximum values in parentheses. The same letters following figures in the same row indicate are not significantly difference by Tukey's multiple comparison test, p≤0.05. BL, Ban Lao; BP, Ban Pang Yang; BH, Ban Hui Mai; BS, Ban Mae Sai; MDF, Mixed deciduous forest; [1/]Tanaka *et al*.(2010), [2/]Tanaka *et al*. (2012) [3/]Lattirasuvan (2012), [4/]Lattirasuvan and Wanna (2011)

ทั้งนี้ขนาดพื้นที่ของสวนหลังบ้านขึ้นอยู่กับฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจของเจ้าของบ้าน รวมถึงมรดกตกทอดที่ได้รับจากบรรพบุรุษ ทำให้ขนาดพื้นที่สวนหลังบ้านไม่แน่นอน จากการศึกษาสวนหลังบ้านที่แตกต่างกันทางระบบนิเวศและสภาพภูมิประเทศขนาดพื้นที่ของสวนหลังบ้านในประเทศไทย ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาพบว่ามีขนาดพื้นที่ของสวนหลังบ้านมีค่าระหว่าง 864-2,284 ตารางเมตร (Gajaseni and Gajaseni, 1999) ขณะเดียวกันสวนหลังบ้านในจังหวัดแพร่มีขนาดระหว่าง 100-3,600 ตารางเมตร จำนวนชนิดพันธุ์พืชที่พบต่อสวนหลังบ้านไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าจำนวนชนิดพันธุ์ที่ปรากฏต่อตารางเมตรในสวนหลังบ้าน บ้านเหล่า (BL) มีค่าแตกต่างที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับ บ้านปางยาง (BP) และบ้านแม่ทราย (BM)

ลักษณะของดินป่าไม้ภายใต้วัตถุต้นกำเนิดดินที่ต่างกัน

ดินมีค่าความเป็นกรดสูงในดินชั้นบน และน้อยลงในดินชั้นล่างในดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิต ส่วนวัตถุต้นกำเนิดดินจากหินแปร และหินทราย มีค่าตรงกันข้าม อนุภาคของดินเหนียวในดินชั้นล่างมีค่าสูงกว่าดินชั้นบน ในวัตถุต้นกำเนิดดินทั้ง 3 ชนิด อนุภาคดินเหนียวในพื้นที่ป่าทุติยภูมิ (SF) ที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิตมีค่าแตกต่างที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับป่าไผ่ (BBm) ที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแปรและป่าเต็งรัง (DDF) ที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ในดินชั้นบนของดินจากหินแกรนิตพื้นที่ป่าทุติยภูมิ(SF) มีค่าแตกต่างที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับ

ป่าผสมผลัดใบ (MDF) ในดินชั้นล่างมีค่าไม่แตกต่างกัน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (T-N) ที่เป็นดินจากหินทรายมีค่าแตกต่างที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับดินจากหินแปร และ หินแกรนิต ทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ส่วนปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (T-C) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) ในดินที่มาจากหินทั้ง 3 ชนิด

ปริมาณแคตไอออนที่สามารถแลกเปลี่ยนได้มีค่าสูงสุดในดินที่มาจากหินแปร และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับดินจากหินทราย ทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. Ca) มีค่าสูงสุดในดินที่มาจากหินแปร และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับดินจากหินทราย และดินจากหินแกรนิต ปริมาณ Mg, K และ NH_4-N ที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชใช้ประโยชน์ได้ (available P) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) ในดินจากหินทั้ง 3 ชนิด ความหนาแน่นรวม (BD) ของดินชั้นบนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) ส่วนดินชั้นล่าง ความหนาแน่นรวม (BD) ของดินจากหินทรายมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับดินจากหินแกรนิต และดินจากหินแปร (Table 2)

Table 2 Soil physico-chemical properties under forest types in terms of parent materials.

Parent material		Surface 0-5 cm soils (Mean±S.E.)					Subsurface 20-25 cm soils (Mean±S.E.)				
		Granite[1/]		Metamorphic[2/]	Sandstone[3,4/]		Granite[1/]		Metamorphic[2]	Sandstone[3,4/]	
Forest type (No. sites)		MDF (3)	SF (4)	BBm (3)	DDF (3)	BBs (2)	MDF (3)	SF (4)	BB (3)	DDF (3)	BB (2)
pH(H_2O)		5.43±0.06^{b}	5.12±0.84^{b}	7.33±0.32^{a}	6.50±0.17^{b}	7.37	5.66±0.33^{b}	5.07±0.26^{b}	6.97±0.32^{a}	6.43±0.12^{b}	6.70
pH(KCl)		4.00±0.00^{b}	4.25±0.27^{b}	6.23±0.13^{a}	5.43±0.12^{b}	6.39	4.00±0.00^{b}	4.13±0.05^{b}	5.67±0.35^{a}	5.14±0.07^{b}	5.29
EC	(mS m^{-1})	2.7±0.7^{b}	4.7±0.2^{a}	3.7±0.3^{ab}	3.5±0.4^{ab}	4.5	1.0±0.0	1.3±0.1	1.6±0.5	1.0±0.1	1.6
T-C	(g kg^{-1})	30.0±3.8	38.1±3.3	35.5±3.2	28.4±4.8	33.8	12.0±1.5	17.3±2.7	12.1±3.5	9.5±1.9	9.6
T-N	(g kg^{-1})	2.0±0.0^{ab}	2.8±0.3^{a}	2.5±0.3^{a}	1.4±0.3^{b}	2.6	1.0±0.0^{a}	1.2±0.1^{a}	1.1±0.2^{a}	0.4±0.1^{b}	1.1
C/N ratio	($cmol_c$ kg^{-1})	15.7±1.8^{b}	13.6±0.2^{b}	14.1±0.5^{b}	21.2±1.1^{a}	13.0	14.0±1.1^{b}	13.9±1.2^{b}	10.3±1.3^{b}	22.7±3.7^{a}	8.7
CEC	($cmol_c$ kg^{-1})	11.3±0.9^{ab}	12.4±0.8^{ab}	15.1±1.4^{a}	10.2±1.8^{b}	17.2	7.3±0.3^{ab}	6.4±0.4^{b}	9.1±1.2^{a}	6.3±0.8^{b}	12.0
Exch. Ca	($cmol_c$ kg^{-1})	0.8±0.1^{b}	0.8±0.5^{b}	6.6±1.2^{a}	0.7±0.1^{b}	7.0	0.3±0.3	0.2±0.1	3.8±2.6	0.1±0.1	2.4
Exch. Mg	($cmol_c$ kg^{-1})	1.2±0.4	1.5±0.7	2.9±0.2	1.7±0.0	3.2	0.3±0.3^{b}	0.2±0.1^{b}	1.0±0.1^{a}	0.8±0.1^{ab}	1.7
Exch. K	($cmol_c$ kg^{-1})	0.5±0.1	0.6±0.1	1.0±0.2	0.6±0.0	0.7	0.3±0.0	0.3±0.1	0.9±0.5	0.4±0.0	0.5
Exch. Al	($cmol_c$ kg^{-1})	0.7±0.1	1.2±0.6	0.0±0.0	0.3±0.1	0.0	1.6±0.3^{a}	1.6±0.2^{a}	0.3±0.1^{b}	1.4±0.3^{a}	0.4
Exch. H	($cmol_c$ kg^{-1})	0.3±0.0	0.4±0.1	0.1±0.0	0.2±0.0	0.1	0.4±0.1	0.4±0.1	0.2±0.0	0.3±0.1	0.2
Exch. NH_4-N	($cmol_c$ kg^{-1})	0.07±0.02	0.10±0.01	0.04±0.01	0.06±0.01	0.04	0.04±0.00	0.04±0.00	0.02±0.00	0.04±0.00	0.02
Available P	(mg kg^{-1})	1.3±0.1	1.0±0.1	5.2±2.3	6.0±4.9	2.0	0.7±0.1	0.6±0.1	1.0±0.4	2.8±2.4	0.6
Clay	(%)	27.2±1.1^{ab}	36.5±4.3^{a}	23.9±1.8^{b}	24.0±3.5^{b}	22.2	33.7±1.0^{b}	43.8±2.0^{a}	26.4±2.6^{c}	33.9±2.1^{b}	39.3
Silt	(%)	15.1±0.5	15.2±1.2	16.0±0.9	14.3±1.5	16.1	14.6±0.3	15.0±1.6	14.5±1.7	17.1±1.0	13.3
Sand	(%)	57.6±0.5^{ab}	48.3±4.9^{b}	60.1±1.0^{a}	61.7±3.3^{a}	61.8	51.7±0.8^{b}	41.1±2.2^{c}	59.0±0.9^{a}	48.9±1.9^{b}	47.4
Bulk density	(Mg m^{-3})	1.06±0.07	0.95±0.06	1.02±0.03	1.16±0.12	1.13	1.3±0.0^{b}	1.2±0.0^{b}	1.3±0.1^{b}	1.5±0.0^{a}	1.4
Soil hardness	(mm)	9.8±1.3^{b}	9.8±0.6^{b}	15.2±1.1^{a}	13.7±2.3^{ab}	14.9	24.3±0.7	25.3±0.5	23.1±2.4	26.2±0.9	27.3

Remarks: Mean± S.E shown in the same letters following figures in the same row indicate are not significantly difference by Tukey's multiple comparison test, p≤0.05.; MDF, Mixed deciduous forest; SF, Secondary forest; BBm, Bamboo purestand in metamorphic rock; BBs, Bamboo purestand in sand stone; [1/]Tanaka *et al.*(2010), [2/]Tanaka *et al.*(2012), [3/]Lattirasuvan (2012), [4/]Lattirasuvan and Wanna (2011)

สมบัติของดินในสวนหลังบ้านบนพื้นที่สูงในภาคเหนือ

ในการศึกษาครั้งนี้ สมบัติของดินสวนหลังบ้านมีความอุดมสมบูรณ์สูง ทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (Table 3) ดินในสวนหลังบ้านส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนปนทรายที่มีดินเหนียวปน ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของดินชั้นบนในสวนหลังบ้านห้วยหม้าย (BH) มีค่ามากกว่า สวนหลังบ้านที่อยู่ในระดับสูงขึ้นไป และมีค่าแตกต่างทางสถิติกับสวนหลังบ้านบ้านเหล่า (BL) และ สวนหลังบ้านบ้านปางยาง (BP) อินทรียวัตถุที่ทับถมและพัดพาโดยน้ำจากพื้นที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ทำให้มีการสะสมของตะกอนของสวนหลังบ้านที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามีค่ามากกว่าซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธนากร (2555) ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ในสวนหลังบ้านทั้ง 4 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (T-C) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (T-N) ในดินชั้นบนมีค่าสูงกว่าในดินชั้นล่าง และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในสวนหลังบ้าน ทั้ง 4 กลุ่ม ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) มีค่าสูงในดินชั้นบน และมีค่าลดลงในดินชั้นล่าง เบสที่สามารถแลกเปลี่ยน เช่น แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), โพแทสเซียม (K), อลูมิเนียม (Al), แอมโมเนียม (NH_4-N) ทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่างของสวนหลังบ้านห้วยหม้าย (BH) และบ้านแม่ทราย (BM) มีค่าแตกต่างที่สูงกว่าบ้านเหล่า (BL) และบ้านปางยาง (BP) ปริมาณของฟอสฟอรัสที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (available P) มีปริมาณสูงในดินชั้นบน และลดลงในดินชั้นล่าง สวนหลังบ้านที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าหรืออยู่ในบริเวณใกล้กับแหล่งน้ำจะมีการทับถมของตะกอนที่ไหลมาจากที่สูง เช่น สวนหลังบ้านห้วยหม้าย (BH) และบ้านแม่ทราย (BM) มีค่าที่สูงกว่าและแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (≤0.05) กับบ้านเหล่า (BL) และบ้านปางยาง (BP) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lattirasuvan *et al*. (2010) (Table 3)

สมบัติของดินในสวนหลังบ้านกับดินป่าไม้

คุณสมบัติของดินในสวนหลังบ้านกับดินป่าไม้ (Table 4) สวนหลังบ้านที่ตั้งอยู่ในพื้นที่หินแกรนิต ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าดินป่าไม้ ทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ยกเว้น อลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. Al) มีค่าต่ำกว่าดินป่าไม้ ดินชั้นบนสวนหลังบ้านที่อยู่ในพื้นที่หินแปรมีคุณสมบัติของดินต่ำกว่า ดินในป่าไผ่ ยกเว้นอลูมิเนียม (Exc. Al) และ Available P ในสวนหลังบ้านมีค่าสูงกว่า ดินชั้นล่างสวนหลังบ้านในพื้นที่หินแปรมี โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. K) และอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exch. Al) มีค่าต่ำกว่าดินป่าไผ่ ดินในสวนหลังบ้านที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำในพื้นที่หินทรายมีปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (Total C) ต่ำกว่าป่าเต็งรัง ทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ดินสวนหลังบ้านแม่ทรายที่ตั้งอยู่ในพื้นที่หินทรายมีสมบัติของดินชั้นบนสูงกว่าป่าเต็งรัง แต่จะมีค่าต่ำกว่าดินในป่าไผ่ ดินชั้นล่างในสวนหลังบ้านแม่ทรายมีค่าสูงกว่าป่าเต็งรัง และป่าไผ่

ดินชั้นบนเกิดจากการสะสมของซากพืช การทับถมของตะกอนจากน้ำพัดพา ส่วนดินล่างสมบัติของดิน และการสะสมธาตุอาหารสวนหลังบ้านจะแตกต่างจากป่าธรรมชาติเป็นผลมาจากความแตกต่างของวัตถุต้นกำเนิดดิน การชะล้างโดยฝน และกิจกรรมทางการเกษตร พื้นที่ศึกษามีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิต หินแปร และหินทราย ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของดินในสวนหลังบ้านกับพืชพันธุ์มีการศึกษาสำหรับประเทศไทยนั้นเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติดินแล้วพบว่า ดินในสวนหลังบ้านมีความเป็นกรดต่ำ และมีปริมาณธาตุอาหารพืชสูงกว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบอื่น ๆ Lattirasuvan *et al*. (2010) เช่นในพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่การเกษตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชและปริมาณคาร์บอนที่สะสมในสังคมพืชประเภทต่าง ๆ กับการศึกษาของ จักรพงษ์ และคณะ (2563): อลงกรณ์ และคณะ (2560): พงษ์ชัย และคณะ (2561): วสันต์ และคณะ (2563): วรพัชร และคณะ (2561) ปริมาณของ T-C และ T-N มีค่าสูงกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบอื่น ๆ รวมทั้งสวนหลังบ้านในจังหวัดสุโขทัยและจังหวัดอยุธยา (Gajaseni and Gajaseni, 1999) ในระดับดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ในดินชั้นบนปริมาณของแอมโมเนียมไอออนที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าต่ำกว่า ดินมีแนวโน้มความเป็นกรดตามธรรมชาติต่ำ และปริมาณธาตุอาหารสูงทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง อาจเกิดจากสาเหตุสองประการดังนี้ ประการแรกคือ สวนหลังบ้านตั้งอยู่บนพื้นที่ค่อนข้างราบสามารถปกป้องการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้างพังทลาย หรือน้ำไหลบนผิวดิน ธาตุอาหารเคลื่อนที่สะสมลงไปอยู่ในดินชั้นที่ลึกกว่า ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะมีการเพิ่มธาตุอาหารจากขี้เถ้าในการทำไร่หมุนเวียน

Table 3 Soil physico-chemical properties under various home gardens.

		BL (n=5)[1/]		BP(n=5)[2/]		BH (n=16)[3/]		BM (n=15)[4/]	
Surface (0-5 cm)									
pH_{water}		6.39c	(5.77-6.80)	6.10c	(5.91-6.30)	7.71a	(6.77-8.85)	7.08b	(6.06-7.74)
pH_{KCl}		5.47b	(4.55-6.18)	5.33b	(5.00-5.53)	6.43a	(4.44-7.46)	6.55a	(5.36-7.44)
EC	mSm^{-1}	5.8bc	(2.9-8.5)	4.2c	(2.7-6.8)	24.8a	(10.1-48.1)	15.7ab	(6.0-28.7)
T-C	$g\ kg^{-1}$	28.5	(25.4-36.4)	21.2	(15.8-25.2)	27.9	(14.1-49.7)	31.6	(13.0-61.4)
T-N	$g\ kg^{-1}$	2.0	(1.8-2.5)	1.4	(1.0-1.8)	2.1	(1.1-4.1)	2.0	(1.0-3.8)
C/N ratio		14.2	(13.9-14.6)	14.8	(14.0-16.3)	13.6	(11.0-16.8)	15.7	(12.9-22.6)
CEC	$cmol_c\ kg^{-1}$	9.9bc	(7.9-11.2)	9.7c	(6.8-13.0)	14.6a	(10.6-22.9)	14.3ab	(8.6-19.8)
Exchangeble Ca	$cmol_c\ kg^{-1}$	2.4b	(1.0-3.5)	2.5b	(1.7-3.2)	14.3a	(6.8-36.7)	11.2a	(4.8-20.5)
Exchangeble Mg	$cmol_c\ kg^{-1}$	1.5b	(0.9-1.9)	1.3b	(0.8-1.7)	3.9a	(2.4-5.9)	2.1b	(1.03-3.67)
Exchangeble K	$cmol_c\ kg^{-1}$	1.0ab	(0.7-1.1)	0.5b	(0.3-0.6)	1.1ab	(0.30-2.37)	1.72a	(0.54-3.34)
Exchangeble Al	$cmol_c\ kg^{-1}$	0.12b	(0.0-0.2)	0.01a	(0.0-0.1)	0.00c	(0.00-0.00)	0.00c	(0.00-0.00)
Exchangeble NH_4-N	$cmol_c\ kg^{-1}$	0.04	0.04 (0.04-0.04)	0.04	(0.02-0.06)	0.15	(0.06-0.26)	0.11	(0.06-0.35)
Available P	$mg\ kg^{-1}$	12.0b	12 (2-32)	9.9b	(4-15)	31.0ab	(2-76)	43.0a	(9-70)
Clay	%	24.0	(18-30)	22.1	(18-25)	20.0	(8.4-34.9)	21.0	(11.5-37.3)
Silt	%	12.4ab	(10.1-15.6)	10.2b	(7.9-16.1)	18.6a	(11.7-31.9)	15.4ab	(5.6-24.7)
Sand	%	63.5	(57.9-67.1)	67.7	(59.3-72.4)	61.4	(35.2-74.7)	63.6	(45.2-74.3)
Bulk density	$g.cm^{-3}$	1.3	(1.2-1.5)	1.4	(1.3-1.5)	1.3	(1.1-1.5)	1.1	(0.9-1.4)
Subsurface (20-25 cm)									
pH_{water}		6.10c	(5.34-6.69)	6.20bc	(6.03-6.30)	7.58a	(6.22-8.74)	6.95ab	(5.88-8.23)
pH_{KCl}		4.79b	(4.10-5.56)	5.04ab	(4.76-5.25)	5.63ab	(3.83-6.73)	6.1a	(4.75-7.59)

Table 3 (continued)

		BL (n=5)[1/]		BP(n=5)[2/]		BH (n=16)[3/]		BM (n=15)[4/]	
Subsurface (20-25 cm) (continued)									
T-C	g kg^{-1}	15.9	(13.0-21.4)	13.8	(10.0-18.5)	11.7	(4.5-23.5)	16.6	(6.3-48.7)
T-N	g kg^{-1}	1.1	(0.8-1.4)	0.9	(0.7-1.1)	0.9	(0.4-1.7)	1.1	(0.6-1.6)
C/N ratio		14.8	(13.5-16.3)	15.9	(14.3-17.0)	12.1	(8.6-14.6)	14.2	(9.8-33.6)
CEC	$cmol_c$ kg^{-1}	7.5	(6.4-8.7)	9	(6.5-12.0)	13	(6.4-20.7)	10.6	(2.1-22.9)
Exchangeble Ca	$cmol_c$ kg^{-1}	1.2b	(0.29-1.90)	2.1b	(1.3-3.0)	9.4a	(0.8-18.5)	7.6ab	(2.2-19.0)
Exchangeble Mg	$cmol_c$ kg^{-1}	1.0b	(0.3-1.6)	0.9b	(0.7-1.1)	3.4a	(1.1-5.6)	1.5b	(0.4-2.8)
Exchangeble K	$cmol_c$ kg^{-1}	0.6ab	(0.3-0.7)	0.3b	(0.2-0.5)	0.8ab	(0.2-1.6)	1.4a	(0.5-3.5)
Exchangeble Al	$cmol_c$ kg^{-1}	0.33	(0.05-1.24)	0.09	(0.05-0.13)	0.25	(0.00-1.93)	0.02	(0.00-0.23)
Exchangeble NH_4-N	$cmol_c$ kg^{-1}	0.02	(0.02-0.02)	0.02	(0.02-0.04)	0.04	(0.01-0.08)	0.04	(0.02-0.09)
Available P	mg kg^{-1}	4.0b	(1-7)	4.9b	(1-9)	17.5ab	(1-47)	31.0a	(1-53)
Clay	%	30.6a	(18.1-37.3)	22.3b	(20.4-25.1)	21.9b	(10.4-31.9)	17.5b	(6.9-23.7)
Silt	%	11.4b	(8.7-13.4)	13.6ab	(11.1-18.6)	22.0a	(13.1-38.7)	20.6ab	(6.8-31.5)
Sand	%	58.1	(50.7-68.5)	64.1	(56.3-67.8)	56.2	(32.3-76.5)	61.9	(44.8-86.3)
Bulk density	g.cm^{-3}	1.4	(1.3-1.5)	1.5	(1.2-1.6)	1.4	(1.2-1.6)	1.3	(0.9-1.6)

Remarks: Mean and the minimum and maximum values in parentheses. The same letters following figures in the same row indicate are not significantly difference by Tukey's multiple comparison test, p≤0.05; BL, Ban Lao; BP, Ban Pang Yang; BH, Ban Hui Mai; BS, Ban Mae Sai

[1/]Tanaka *et al*. (2010), [2/]Tanaka *et al*. (2012) [3/]Lattirasuvan (2012), 4/Lattirasuvan and Wanna (2011)

Table 4 Comparison of soil physico-chemical properties under home garden and forest soil

Land uses	Parent material	n	Depth	pH_{water}	T-C	T-N	CEC	Exchangeable					Available P	Clay	References
								Ca	Mg	K	Al	NH_4-N			
			(cm)		(g kg^{-1})			($cmol_c$ kg^{-1})					(mg kg^{-1})	(%)	
Surface soils															
MDF	Granite	3	0-5	5.43	29.6	1.9	11.3	0.8	1.2	0.5	0.73	0.07	1.36	27.2	Tanaka *et al*. (2009)
Home garden (BL)	Granite	5	0-5	6.39	28.5	2.0	9.9	2.4	1.5	1.0	0.12	0.04	12.00	24.0	Tanaka *et al*. (2009)
BBm	Metamorphic	3	0-5	7.33	33.5	2.5	15.1	6.6	2.9	1.0	0.00	0.05	5.2	23.9	Tanaka *et al*. (2012)
Home garden (BP)	Metamorphic	5	0-5	6.10	21.2	1.4	9.7	2.5	1.3	0.5	0.01	0.04	9.9	22.1	Tanaka *et al*. (2012)
DDF	Sandstone	3	0-5	5.50	28.4	1.4	10.2	0.7	1.7	0.6	0.00	0.06	6.0	24.0	ธนากร (2555)
BBs	Sandstone	2	0-5	7.37	33.8	2.6	17.2	7.0	3.2	0.7	0.00	0.04	2.0	22.2	ธนากร และวรรณา (2554)
Home garden (BH)	Sandstone	16	0-5	7.71	27.9	2.1	14.6	14.3	3.9	1.12	0.00	0.15	31.0	20.0	ธนากร (2555)
Home garden (BM)	Sandstone	15	0-5	7.08	31.6	2.0	14.3	11.2	2.08	1.72	0.00	0.11	43.0	21.0	ธนากร และวรรณา (2554)
Subsurface soils															
MDF	Granite	3	20-25	5.47	12.0	0.9	7.4	0.4	0.3	0.3	1.6	0.03	0.7	33.7	Tanaka *et al*. (2009)
Home garden (BL)	Granite	5	20-25	6.10	15.9	1.1	7.5	1.18	1.0	0.57	0.33	0.02	4.0	30.6	Tanaka *et al*. (2009)
BBm	Metamorphic	3	20-25	6.97	12.1	1.1	9.1	3.8	1.0	0.9	0.0	0.02	1.0	26.4	Tanaka *et al*. (2012)
Home garden (BP)	Metamorphic	5	20-25	6.10	21.2	1.4	9.7	2.5	1.3	0.5	0.0	0.04	9.9	22.1	Tanaka *et al*. (2012)
DDF	Sandstone	3	20-25	5.51	8.8	0.3	6.0	0.1	0.9	0.4	1.4	0.04	0.4	32.6	ธนากร (2555)
BBs	Sandstone	2	20-25	6.70	9.6	1.1	12.0	2.4	1.7	0.5	0.4	0.02	0.6	39.3	ธนากร และวรรณา (2554)
Home garden (BH)	Sandstone	16	20-25	7.71	6.43	2.1	14.6	14.3	3.9	1.12	0.0	0.15	31.0	20.0	ธนากร (2555)
Home garden (BM)	Sandstone	15	20-25	7.08	31.6	2.0	14.3	11.2	2.08	1.72	0.0	0.11	43.0	21.0	ธนากร และวรรณา (2554)

Remarks: Mean values shown. BL, Ban Lao; BP, Ban Pang Yang; BH, Ban Hui Mai; BS, Ban Mae Sai.

MDF, Mixed deciduous forest; SF, Secondary forest; BBm, Bamboo purestand in metamorphic rock; BBs, Bamboo purestand in sand stone.

จากการเผาหรือการใส่ปุ๋ยเกิดขึ้น แต่ก็มีการสูญเสียธาตุอาหารโดยการชะล้างจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน (Tanaka,1998) และประการที่สอง ความหนาแน่นรวมของดินในสวนหลังบ้านมีค่าสูง ทำให้น้ำซึมผ่านลงไปในดินได้น้อยเป็นการป้องกันการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้าง เป็นสองเหตุผลที่ทำให้พื้นที่สวนหลังบ้าน มีการสูญเสียธาตุอาหารต่ำ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Latiirasuvan *et al*. (2010): Tanaka *et al*. (2010):Tanaka *et al*. (2012): ธนากร และวรรณา (2554) : ธนากร (2555) สวนหลังบ้านเป็นพื้นที่ที่ใช้ในชีวิตประจำวันของเจ้าของสวน เป็นไปได้ที่แหล่งธาตุอาหารมาจากกิจกรรมเหล่านั้น เช่น น้ำเสียจากการซักล้าง หรือห้องน้ำระบายโดยตรงสู่พื้นที่สวนหลังบ้าน และการเพิ่มขี้เถ้าที่ได้จากการเผาถ่าน หุงต้ม เผาขยะ หรือเศษไม้ปลายไม้ในชีวิตประจำวัน เป็นการเพิ่มธาตุอาหารจากกิจกรรมของเจ้าของสวนหลังบ้าน ถึงแม้ว่าในเขตร้อนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะมีปริมาณสูง แต่ปริมาณความเป็นกรดด่างของดินสูงกว่า เป็นการลดประจุบวกและเพิ่มประจุลบของปริมาณออกไซด์ (Oxides) อย่างไรก็ตามจุลธาตุอาหารบางชนิด เช่น แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และ ทองแดง (Cu) อาจจะขาดแคลนในสภาพที่มีค่าความเป็นกรดเบสของดินสูง ปริมาณแอมโมเนียมไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exc. NH_4-N) มีค่าต่ำและต่ำกว่าระดับปริมาณธาตุอาหารพืชชนิดอื่นกระบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrification) เกิดขึ้นได้ง่ายภายใต้สภาพดินที่มีความเป็นกลาง

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับปัจจัยต่าง ๆ ในสวนหลังบ้าน

ความสัมพันธ์ระหว่างอายุระหว่างอายุของสวนหลังบ้าน และปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (T-C) มีความสัมพันธ์ที่ไม่เด่นชัด แต่แนวโน้มของบ้านเหล่า (BL) และ บ้านปางยาง (BP) เป็นไปในทิศทางเดียวกัน (Figure 2 and Figure 3) ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดพืชพันธุ์ที่พบต่อพื้นที่ (Spp. number m^{-2}) กับแคตไอออนที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (CEC) ในสวนหลังบ้านที่อยู่ในระดับสูง บ้านเหล่า (BL) และบ้านปางยาง (BP) มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือค่อนข้างคงที่ แต่สวนหลังบ้านที่อยู่ในระดับต่ำกว่า บ้านห้วยหม้าย (BH) และ บ้านแม่ทราย (BM) กระจัดกระจายและมีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (Figure 2 and Figure 3) สำหรับปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกันคือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และการจัดการสวนหลังบ้าน เช่น การใส่ปุ๋ย เป็นเรื่องที่ต้องนำมาพิจารณาในการศึกษาในอนาคต

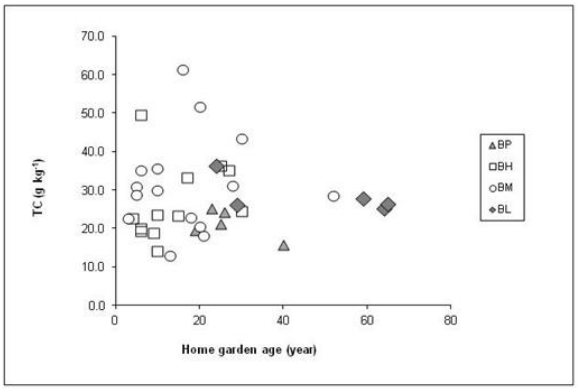


Figure 2 Relationship of home gardens age and Total carbon (TC), Surface soil (0-5 cm)

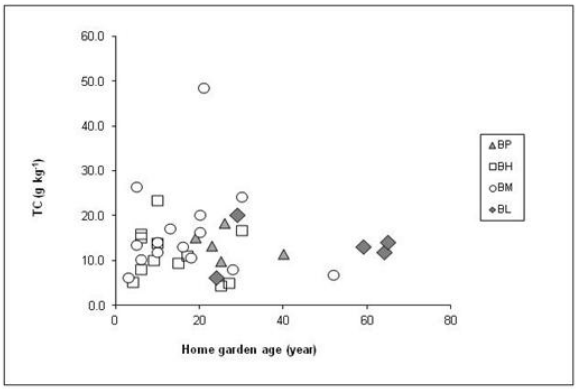


Figure 3 Relationship of home gardens age and Total carbon (TC), Subsurface soil (20-25 cm)

สรุป

สมบัติดินในสวนหลังบ้านที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินแตกต่างกันส่งผลให้ ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีค่าแตกต่างกัน ส่วนมากดินจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินแปรจะมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่า ดินจากวัตถุต้นกำเนิดดินจากหินแกรนิต และหินทราย ตามลำดับ ส่วนดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินจากหินแกรนิตและหินทราย ความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่แตกต่างกัน

สวนหลังบ้านมีปริมาณของฟอสฟอรัสที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (available P) มีปริมาณสูงในดินชั้นบน และลดลงในดินชั้นล่าง สวนหลังบ้านที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าหรืออยู่ในบริเวณใกล้กับแหล่งน้ำจะมีการทับถมของตะกอนที่ไหลมาจากที่สูง เช่น สวนหลังบ้านห้วยหม้าย (BH) และบ้านแม่ทราย (BM) มีค่าที่สูงกว่า กับบ้านเหล่า (BL) และบ้านปางยาง (BP) บทบาทและหน้าที่ของสวนหลังบ้านนั้นมีความจำเป็นในชีวิตประจำวัน ขณะที่ปัจจัยภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านสังคมและเศรษฐกิจเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ภายใต้การทำสวนหลังบ้านมีค่าสูงในดินชั้นบนลึกลงไปจนถึงดินชั้นล่าง เมื่อเปรียบเทียบกับสวนหลังบ้านในพื้นที่อื่น ๆ การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษา ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของสวนหลังบ้านความสัมพันธ์ระหว่างดินกับความหลากหลายของพืชและผลผลิตตลอดจนการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศของสวนหลังบ้าน โดยเฉพาะเน้นการกระจายของปริมาณธาตุอาหารจากกิจกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน และกิจกรรมทำการเกษตรควบคู่กันไป นอกจากนี้ ต้องศึกษาถึงความเป็นพิษในดินที่อาจจะปรากฏในสวนหลังบ้านจากกิจกรรมของเจ้าของสวนหลังบ้านที่อาจจะรู้เท่าไม่ถึงการณ์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จักรพงษ์ ไชยวงศ์, สุนทร ลำยอง, นิวัติ อนงรักษ์, ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์ และสุภาพ ปารมี. 2563. ลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกันภายใต้ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่**. PSRU Journal of Science and Technology** 5 (1):41-51.

ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ และ วรรณา มังกิตะ. 2554. **ความอุดมสมบูรณ์ของดินและความหลากหลายของพืชในสวนหลังบ้าน ตำบลแม่ทราย อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่**. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 2**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ. 2555. คุณสมบัติของดินและความหลากหลายของพืชในสวนหลังบ้าน อำเภอสอง จังหวัดแพร่**. วารสารวนศาสตร์** 31(2):16-28.

พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา, พัทธ์ธีรา เพชรทองเกลี้ยง และ ชุตาภา คุณสุข. 2561. การสะสมธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ยืนต้น ในพื้นที่ปกปักทรัพยากร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. **วารสารวิจัยรำไพพรรณี** 12 (3):190-200.

วรพัชร วิชัยสุชาติ, สมนิมิต พุกงาม, ปิยะพงษ์ ทองดีนอก, นฤมล แก้วจำปา และ รจนา ตั้งกุลบริบูรณ์. 2561. การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดิน บริเวณพื้นที่ ป่าชนิดต่าง ๆ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา)** 18 (4):61-77.

วสันต์ จันทร์แดง, ลดาวัลย์ พวงจิตร, นพพร จันเกิด และ นรินธร จำวงษ์. 2563. การกักเก็บคาร์บอนในสังคมพืชป่าไม้ชนิดต่าง ๆ ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. **วารสารวนศาสตร์ไทย** 39 (1):57-70.

อลงกรณ์ วงศ์หมั่น, กัญจน์ชญา เม้าสิ้ว และ จรัณธร บุญญานุภาพ. 2560. มูลค่าการบริการของระบบนิเวศของดินบริเวณพื้นที่แหล่งต้นน้ำที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่มในตำบลแม่พูล อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์. **วารสารวนศาสตร์** 36(1): 99-112.

Abebe, T., Wiersum, K.F., Bongers, F. and Sterck, F. 2006. Diversity and dynamics in homegardens of southern Ethiopia, pp. 123-142. *In* B.M. Kumar and P.K.R. Nair. **Tropical Homegarden: A time-Tested Example of Sustainable Agroforestry**. Springer, Dordrecht.

Gajaseni, J. and Gajaseni, N. 1999. Ecological rationalities of the traditional homegarden system in the Chao Phraya Basin, Thailand. **J. Agr. Sys.** 46:3–23.

Gillespie, A.R., Knudson, D.M. and Geilfus, F. 1993. The structure of four home gardens in the Petén, Guatemala. **J. Agr. Sys**. 24:157–170.

Jensen, M. 1993. Productivity and nutrient cycling of a Javanese homegarden. **J. Agr. Sys.** 24:187-201.

Kumar, B.M. and Nair, P.K.R. 2004. The enigma of tropical homegardens. **J. Agr. Sys.** 61:135–152.

Lattirasuvan, T., Tanaka, S., Nakamoto, K., Hattori, D. and Sakurai, K. 2010. Ecological characteristics of home gardens in Northern Thailand. **Tropics** 18:172-184.

Millat-E-Mustafa, M.D. 1996. Structure and floristics of Bangladesh homegardens. **J. Agr. Sys**. 33: 263–280.

Nair, P.K.R. 2001. Do tropical homegardens elude science, or is it the other way around?. **J. Agr. Sys.** 53: 239–245.

Peyre, A., Guidal, A., Wiersum, K.F. and Bongers, F. 2006. Homegarden dynamics in Kerala, India, pp. 87-103. *In* B.M. Kumar and P.K.R. Nair, eds. **Tropical Homegarden: A Time-Tested Example of Sustainable Agroforestry.** Springer, Dordrecht.

Schipani S., Haar, F.V.D., Sinawat, S. and Maleevong, K. 2002. Dietary intake and nutritional status of young children in families practicing mixed home gardening in northeast Thailand. **Food and Nutrition Bulletin** 23:175–180.

Tanaka, S. 1998. **Soil Ecological Study on Shifting Cultivation in Mountainous Area in Northern Thailand.** Ph.D. Dissertation, Kyoto Prefectural University, Japan.

Tanaka S., Lattirasuvan, T., Nakamoto, K., Sritulanon, C. and Sakurai, K. 2010. Soil fertility status under various types of upland farming in northern Thailand. I. A case study of a village located in a transitional zone of hill evergreen and mixed deciduous forests. **Tropics** 18:185-199.

Tanaka S., Lattirasuvan, T., Sritulanon, C., Iwasaki, K. and Sakurai, K. 2012. Soil fertility status under various types of upland farming in northern Thailand -Case study of a village located in a mixed deciduous forests. **Pedologist** 16:1-12.

สมบัติดินหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่

Soil Properties of Remnant Forest, Forest Restoration and Agricultural Area in Boon Chaem Village, Nam Lao Sub-district, Rong Kwang District, Phrae Province

ศิริรัตน์ สมประโคน[1*] ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ[1] ฑีฆา โยธาภักดี[2] อิสรีย์ ฮาวปินใจ[3]
สุทธิดา ยอดแก้ว[1] เพ็ญพิลัย เปี่ยนคิด[1]
Sirirat Somprakon[1*] Thanakorn Lattirasuvan[1] Teeka Yothapakdee[2] Itsaree Howpinjai[3]
Suttida Yodkeaw[1] Penpilai Painkhit[1]
[1]สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[1]Department of Forest Management, Maejo University, Phrae Campus, Phrae 54140
[2]สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์เพื่อการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[2]Department Applied Economics for Community Development, Maejo University, Phrae Campus, Phrae 54140
[3]สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140
[3]Department of Forest Industry Technology, Maejo University, Phrae Campus, Phrae 54140
*Corresponding author: E-mail: **siriratsomprakon@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาสมบัติดินในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติดินทางเคมี ทางกายภาพ และความสัมพันธ์ของสมบัติดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมี ได้แก่ pH ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) อินทรียวัตถุ (OM) ไนโตรเจน (total N) ฟอสฟอรัส (avail. P) โพแทสเซียม (exch. K) แคลเซียม (Exch. Ca) แมกนีเซียม (Exch. Mg) และทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อดิน ความแข็งและความชื้นในดิน ที่ระดับดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และ ดินชั้นล่าง (20-25 เซนติเมตร) ผลการศึกษาสมบัติดิน พบว่า ที่ระดับความลึกดินชั้นบน ค่า pH ของพื้นที่หย่อมป่าเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าเท่ากับ 6.77 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ในพื้นที่หย่อมป่ามีค่ามากที่สุด เท่ากับ 12.5 meq/100g และปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ของพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟูมีค่าสูงกว่าพื้นที่เกษตร มีค่าเท่ากับ 6.65, 5.47 และ 5.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ธาตุอาหารหลัก (Avail. P, Exch. K) และธาตุอาหารรอง (exch. Ca, exch. Mg) ในพื้นที่หย่อมป่ามีค่าสูงที่สุด ในดินชั้นล่าง สมบัติดินทางเคมีไม่มีความแตกต่างจากดินชั้นบนมากนัก โดยเฉพาะสมบัติดินทางกายภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: สมบัติดิน หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู พื้นที่เกษตร

ABSTRACT

The study of soil properties of remnant forest, forest restoration and agricultural soil properties were studied at Ban Boon Jam, Nam Lao Sub-District, Rong Kwang District, Phrae Province. The purpose of this study was to study and comparative of the chemical, physical of soil properties and the relationship of soil properties affecting plant growth. The soil samples were collected for analyzing soil chemical properties for analysis the properties of the soil such as pH, Cation Exchange Capacity (CEC), Organic Matter (OM), Available Phosphorus (P), Exchangeable Potassium (K), Exchangeable Calcium (Ca), Exchangeable Magnesium (Mg) and the soil physical properties such as soil texture, soil hardness and soil moisture. The both of two layers on surface soil in depth (0-5 cm) and sub-surface soil in depth (20-25 cm). The results showed that at surface soil in the remnant

forest was less of acid soil (pH was 6.77). The cation exchange capacity (CEC) in the remnant forest was the highest to 12.5 meq /100 g and the organic matter content (OM) in remnant forest and forest restoration was higher than the agricultural area to 6.65, 5.47 and 5.02 %, respectively. The macronutrients (P, K) and micronutrients (Ca, Mg) in remnant forest were highest. The mostly of soil properties at the surface soil and sub-surface soil were not significant difference at the level of 95 %.
Keywords: Soil properties, Remnant Forest, Forest Restoration, Agricultural Area

คำนำ

ดินมีความสำคัญต่อมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกทั้งประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม เนื่องจากเป็นแหล่งที่มาของปัจจัยสี่ที่ใช้ในการดำรงชีวิต ได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ดินแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันไปตามปัจจัยในการสร้างตัวของเนื้อดิน ส่งผลให้ดินมีลักษณะและสมบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชจะต้องมีปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต โดยทั่วไปดินจะมีหน้าดินสีคล้ำหนา มีอินทรียวัตถุมาก มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืช เนื้อดินร่วนซุย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างใกล้เป็นกลาง ไม่เป็นกรดหรือด่างจนเกินไป ค่า pH อยู่ในช่วงประมาณ 5.5-7.0 และไม่มีชั้นดานหรือชั้นหินที่ขัดขวางการเจริญเติบโตของรากพืชอยู่ในระดับตื้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) ในทางด้านป่าไม้และเกษตรกรรมดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชต้องอาศัยดินเป็นที่ให้รากพืชยึดเหนี่ยว สามารถต้านทานต่อลมพายุ ไม่โค่นล้มหรือถูกถอนรากถอนโคนได้ง่าย นอกเหนือจากนั้นยังเป็นแหล่งธาตุอาหารต่าง ๆ ที่พืชจำเป็นต้องใช้ในการสร้างดอก ใบ และผล นอกเหนือจากนั้นดินยังเป็นที่กักเก็บน้ำหรือความชื้น รวมถึงอากาศ เพื่อใช้ในการหล่อเลี้ยงลำต้นของพืช ดินที่มีอากาศถ่ายเทดี รากพืชจะเจริญเติบโตแข็งแรง ดูดน้ำ และธาตุอาหารได้มาก ทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตแข็งแรงและให้ผลิตผลได้สูง อีกทั้งลักษณะสังคมพืชที่มีความสัมพันธ์ระหว่างนิเวศวิทยา และภูมิประเทศ ในปัจจัยแวดล้อมบางประการของดินอาจมีอิทธิพลเป็นอย่างมาก ดังนั้นจะเห็นว่าปัจจัยดินนั้นมีอิทธิพลต่อลักษณะโครงสร้างสังคมพืช รวมถึงอายุไม้ และองค์ประกอบชนิดพันธุ์ต่าง ๆ (Sellan *et al.*, 2019)

บ้านบุญแจ่ม ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ เป็นหมู่บ้านที่มีการทำเกษตรกรรมและเลี้ยงปศุสัตว์ มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,000-1,200 มิลลิเมตร มีลักษณะสังคมพืชในพื้นที่เป็นป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ โดยพื้นที่ศึกษาเดิมเป็นที่สาธารณประโยชน์มีสภาพเป็นป่าเต็งรัง ซึ่งดินยังเป็นปัจจัยจำกัดที่มีความสำคัญต่อการกำหนดลักษณะสังคมพืชของป่าเต็งรัง ด้วยคุณสมบัติดินทางกายภาพที่เป็นดินทรายมีกรวดปะปนอยู่มาก จึงทำให้สูญเสียธาตุอาหารในดินได้ง่าย ซึ่งดินถือว่ามีส่วนสำคัญที่เป็นตัวกำหนดคุณสมบัติดินแต่หากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมหรือมีการจัดการโดยมนุษย์ย่อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดินได้เช่นเดียวกัน (ปรัชญาภรณ์, 2564) ต่อมาได้มีการยกพื้นที่ดังกล่าวบางส่วนให้ชาวบ้านในพื้นที่ได้เข้ามาใช้ประโยชน์ทำการเกษตร ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และมีการเรียกคืนพื้นที่บางส่วนเพื่อส่งเสริมการปลูกกระถินยักษ์ให้เป็นพืชอาหารสัตว์ เนื่องจากไม้กระถินยักษ์เป็นไม้โตเร็วที่ถูกจัดให้เป็นพันธุ์ไม้ต่างถิ่นรุกรานทำให้เกิดการแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็วและมีจำนวนมาก รุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ใกล้เคียงส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าดั้งเดิม ทำให้กล้าไม้ไม่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาได้ จึงมีการตัดต้นกระถินยักษ์ในบริเวณดังกล่าว และในปี พ.ศ. 2557 จึงมีการส่งเสริมและสนับสนุนการปลูกฟื้นฟูไม้ 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง เพื่อการใช้ประโยชน์ของคนในชุมชนอย่างยั่งยืน ดังนั้นในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาคุณสมบัติของดิน และปริมาณธาตุอาหารในดินของหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร ในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับแนวทางการฟื้นฟูคุณสมบัติดินจากการเปลี่ยนแปลงใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่การศึกษา

การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ มีการแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 234-237 เมตร พบว่าหย่อมป่ามีลักษณะสังคมพืชในพื้นที่เป็นป่าผสมผลัดใบ พันธุ์ไม้เด่นที่พบ ได้แก่ สัก ประดู่ รัง แดง ยมหิน เป็นต้น พื้นที่ประมาณ 10 ไร่ ป่าฟื้นฟูมีการสนับสนุนปลูกไม้ 3 อย่าง ประโยชน์ 4 อย่าง เพื่อให้คนในชุมชนสามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ได้หลากหลาย มีอายุการใช้ประโยชน์ที่ดินประมาณ 9 ปี จำนวนพื้นที่ 5 ไร่ และพื้นที่เกษตรมีการปลูกข้าวโพดอาหารสัตว์ตลอดทั้งปี มีอายุการใช้ประโยชน์ที่ดินประมาณ 20-30 ปี ความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ศึกษาไม่แตกต่างกัน (Table 1) (Figure 1)

Table 1 Land use and information

Land use	No. sites	Years Of cropping*	Altitude (m)	Area (rai)
Remnant forest	3		237	10
Restoration forest	3	9	235	5
Agriculture**	3	20-30	234	13

Note: *Data years of cropping from interview, ** Agriculture = maize field

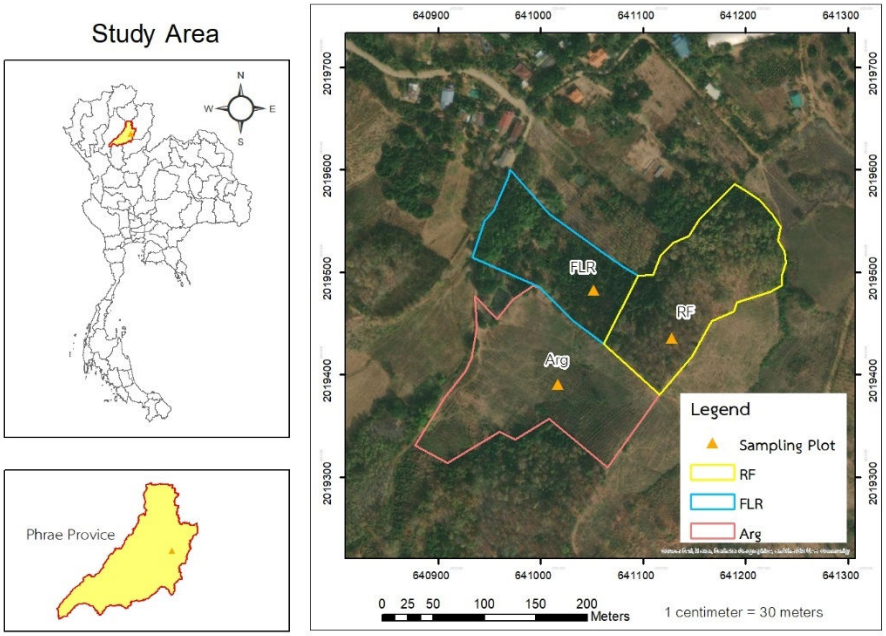


Figure 1 Study Area

1. เลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างดินในแปลงหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร แปลงตัวอย่างละ 3 จุด เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีและทางกายภาพ (Figure 2)

2. เก็บตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี ดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร จำนวน 3 จุด/พื้นที่ และดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร จำนวน 3 จุด/พื้นที่ รวมเป็น 18 ตัวอย่าง น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม/จุด

3. เก็บข้อมูลความแข็งดินในแนวนอนทำการขุดหลุมดินเพื่อวัดความแข็งดินในแนวนอน ขุดหลุมลึกขนาด 30 เซนติเมตร วัดความแข็งดินแนวนอนที่ระดับ 0–5 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) และวัดที่ระดับ 20–25 เซนติเมตร (ดินชั้นล่าง) โดยการใช้เครื่องมือวัดความแข็งดิน (Yamanaka– type Push Cone Penetrometer) วัดค่าความชื้นของดินโดยใช้เครื่องมือวัดความชื้นของดิน (Field Scout TDR Soil Moisture) ที่ระดับ 0–5 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) และที่ระดับ 20–25 เซนติเมตร (ดินชั้นล่าง) (Sakurai, 1995)

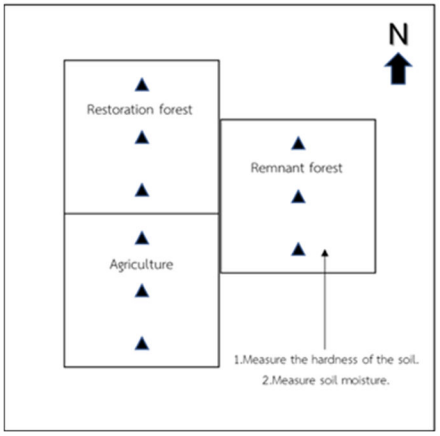


Figure 2 Soil samples are collected.

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีของตัวอย่างดิน จำนวน 18 ตัวอย่าง ในห้องปฏิบัติการสถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์ค่า pH ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (avail.P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch.K) และธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch.Ca) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exch.Mg) เนื้อดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) อนุภาคทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินเหนียว (clay)

2. วิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อดิน ความแข็งของดิน ความชื้นในดิน วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม Excel

3. ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สมบัติดิน และจัดกลุ่มธาตุอาหารโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ (principal component analysis : PCA)

ผลและวิจารณ์

ดินมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชจะต้องมีปริมาณน้ำและธาตุอาหารที่พอเพียงต่อการเจริญเติบโต โดยทั่วไปหน้าดินมักเป็นสีคล้ำหนาพบอินทรียวัตถุมาก เนื้อดินร่วนซุย มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มากหรือน้อยจนเกินไป การวิจัยครั้งนี้ศึกษาคุณสมบัติของดินจากการเปรียบเทียบชั้นดิน 2 ระดับ คือ ดินชั้นบนความลึกดินที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร และดินชั้นล่างความลึกดินที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร (Table 2)

1. สมบัติดินทางเคมีและกายภาพในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร

ดินชั้นบน (ความลึกดินที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร)

ในพื้นที่หย่อมป่า พบว่า สมบัติดินทางเคมี มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) มีค่าเท่ากับ 6.77 แสดงถึงค่าเป็นกรดอ่อน เนื่องจากภายในพื้นที่หย่อมป่ามีการทับถมของใบไม้อยู่เสมอ เกิดการย่อยสลายของซากพืชส่งผลให้

มีค่า pH เป็นกรดอ่อน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าเท่ากับ 12.5 meq/100g อยู่ในระดับต่ำ (ระดับ CEC ต่ำ 10-15 meq/100g) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ในพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 6.65 แสดงถึงปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก (ระดับ OM สูงมาก >4.5%) ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) พบฟอสฟอรัสของพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับ 17.27 mg/kg อยู่ในระดับค่อนข้างสูง (P ค่อนข้างสูง 15-25 mg/kg) ด้านโพแทสเซียมที่มีส่วนสำคัญในการเคลื่อนย้ายสารอาหารหรือผลผลิตจากการสังเคราะห์แสง พบในพื้นที่หย่อมป่ามีค่าเท่ากับ 91.86 mg/kg อยู่ในระดับที่สูง (K สูง 90-120 mg/kg) ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) พบแคลเซียม เป็นองค์ประกอบในสารที่เชื่อมผนังเซลล์ให้ติดกัน ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด และช่วยให้เอนไซม์บางชนิดทำงานได้ดีขึ้น ในพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับ 2,292.92 mg/kg อยู่ในระดับที่สูง (Ca สูง 2,000-3,000 mg/kg) แมกนีเซียม ทำให้สภาพความเป็นกรด-ด่างในเซลล์พอเหมาะ ช่วยในการงอกของเมล็ด มีค่าเท่ากับ 265.94 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง (Mg ปานกลาง 120-360 mg/kg) ทางกายภาพ เนื้อดิน (soil texture) มีลักษณะเนื้อดินที่แตกต่างกัน โดยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ อนุภาคดินทราย รองลงมา คือ อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียว ตามลำดับ (วีระชัย, 2564) พบว่า มีค่าอนุภาคดินทราย (sand) ร้อยละ 59.12 อนุภาคทรายแป้ง ร้อยละ 14.20 และอนุภาคดินเหนียว เท่ากับร้อยละ 26.68 ความแข็งของดิน (soil hardness) พบว่า ความแข็งของดินหย่อมป่ามีค่า เท่ากับ 13.67 และความชื้นในดิน (soil moisture) อยู่ระหว่างร้อยละ 10.22 (Sakurai, 1995) (Table 2)

ป่าฟื้นฟู พบว่า สมบัติดินทางเคมี มีค่า pH เท่ากับ 6.01 มีค่าเป็นกรดปานกลาง ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู มีค่าเท่ากับ 9.6 meq/100g อยู่ในระดับต่ำมาก (ระดับ CEC ต่ำมาก 4-9) ค่าปริมาณอินทรียวัตถุ มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.47 แสดงถึงการมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาก ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม พบฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับ 0.97 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก (P ต่ำมาก 0-3 mg/kg) ธาตุอาหารโพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 83.47 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (K ปานกลาง 60-90 mg/kg) ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม พบแคลเซียม มีค่าเท่ากับ 1396.25 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง (Ca ปานกลาง 1,000-2,000 mg/kg) แมกนีเซียม มีค่าเท่ากับ 172.70 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง ทางกายภาพ เนื้อดิน พบว่า มีค่าอนุภาคดินทราย ร้อยละ 42.72 อนุภาคทรายแป้ง ร้อยละ 23.8 และอนุภาคดินเหนียว เท่ากับร้อยละ 33.48 ความแข็งของดิน พบว่า ความแข็งของดินป่าฟื้นฟูมีค่า เท่ากับ 17.44 และความชื้นในดิน อยู่ระหว่างร้อยละ 10.33 (Table 2)

พื้นที่เกษตร พบว่า สมบัติดินทางเคมี มีค่า pH เท่ากับ 6.37 มีค่าเป็นกรดปานกลาง ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก พบว่า พื้นที่เกษตร มีค่าเท่ากับ 11.6 meq/100g อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุ พื้นที่เกษตร มีค่า OM เท่ากับร้อยละ 2.95 อินทรียวัตถุสูง (ระดับ OM สูง 2.5-4.5%) ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม พบฟอสฟอรัส ในพื้นที่เกษตร มีค่าเท่ากับ 0.76 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก ธาตุอาหารโพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 74.50 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม พบแคลเซียม มีค่าเท่ากับ 1610.56 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง แมกนีเซียม มีค่าเท่ากับ 190.81 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง ทางกายภาพ เนื้อดิน พบว่า มีค่าอนุภาคดินทราย ร้อยละ 37.52 อนุภาคทรายแป้ง ร้อยละ 21.40 และอนุภาคดินเหนียว เท่ากับร้อยละ 41.08 ความแข็งของดิน พบว่า ความแข็งของดินมีค่า เท่ากับ 15.67 และความชื้นในดินอยู่ระหว่างร้อยละ 10.33 (Table 2)

ดินชั้นล่าง (ความลึกที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร)

ในพื้นที่หย่อมป่า พบว่าสมบัติดินทางเคมี ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ในพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับ 6.70 แสดงถึงค่าเป็นกรดอ่อน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าเท่ากับ 11.56 meq/100g อยู่ในระดับต่ำ (ระดับ CEC ต่ำ 10-15 meq/100g) ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับร้อยละ 5.15 แสดงถึงอินทรียวัตถุสูงมาก (ระดับ OM สูงมาก >4.5%) ธาตุอาหารหลัก พบฟอสฟอรัส ของพื้นที่หย่อมป่า มีค่าเท่ากับ 13.73 mg/kg อยู่ใน

ระดับปานกลาง (P ปานกลาง 10-15 mg/kg) ด้านโพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 76.3 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง (K ปานกลาง 60-90 mg/kg) ธาตุอาหารรอง พบแคลเซียม มีค่าเท่ากับ 2,116.86 mg/kg อยู่ในระดับที่สูง (Ca สูง 2,000-3,000 mg/kg) แมกนีเซียม มีค่าเท่ากับ 256.79 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง (Mg ปานกลาง 120-360 mg/kg) ทางกายภาพ เนื้อดิน พบอนุภาคดินทรายของหย่อมป่า มีค่าร้อยละ 57.20 อนุภาคทรายแป้ง (Silt) มีค่าร้อยละ 14.2 อนุภาคดินเหนียว (Clay) เท่ากับร้อยละ 28.28 ความแข็งของดิน (Soil hardness) เท่ากับ 16.78 และความชื้นในดิน (Soil moisture) เท่ากับ 10.56 (Table 2)

ป่าฟื้นฟู พบว่า สมบัติดินทางเคมี ค่า pH ของป่าฟื้นฟู มีค่าเท่ากับ 6.27 ค่าเป็นกรดปานกลาง ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าเท่ากับ 9.65 meq/100g อยู่ในระดับต่ำมาก (ระดับ CEC ต่ำมาก 4-9) ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับร้อยละ 4.86 แสดงถึงอินทรียวัตถุสูงมาก ธาตุอาหารหลัก พบฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับ 0.82 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก (P ต่ำมาก 0-3 mg/kg) โพแทสเซียม (K) มีค่าเท่ากับ 69.34 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ธาตุอาหารรอง พบแคลเซียม มีค่าเท่ากับ 1,343.81 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง (Ca ปานกลาง 1,000-2,000 mg/kg) แมกนีเซียมมีค่าเท่ากับ 158.51 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง ทางกายภาพ เนื้อดิน พบอนุภาคดินทราย มีค่าร้อยละ 40.32 อนุภาคทรายแป้ง มีค่าร้อยละ 25 อนุภาคดินเหนียว เท่ากับร้อยละ 34.68 ความแข็งของดิน เท่ากับ 15.78 และความชื้นในดิน เท่ากับ 10.11 (Table 2)

พื้นที่เกษตร พบว่า สมบัติดินทางเคมี มีค่า pH เท่ากับ 6.44 เป็นกรดปานกลาง ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีค่าเท่ากับ 10.48 meq/100g อยู่ในระดับต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุ เท่ากับร้อยละ 2.59 อินทรียวัตถุสูง (ระดับ OM สูง 2.5-4.5%) ธาตุอาหารหลัก พบฟอสฟอรัส ในพื้นที่เกษตร มีค่าเท่ากับ 0.88 mg/kg อยู่ในระดับที่ต่ำมาก โพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 68.41 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ธาตุอาหารรอง พบแคลเซียม มีค่าอยู่ในช่วง 1700.56 mg/kg อยู่ในระดับที่ปานกลาง แมกนีเซียม มีค่าเท่ากับ 203.20 mg/kg อยู่ในระดับปานกลาง ทางกายภาพ เนื้อดิน พบอนุภาคดินทราย มีค่าร้อยละ 38.32 อนุภาคทรายแป้ง มีค่าร้อยละ 21 อนุภาคดินเหนียว เท่ากับร้อยละ 40.68 ความแข็งของดิน เท่ากับ 15.00 และความชื้นในดิน เท่ากับ 10.33 (Table 2)

จากการศึกษาดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร พบว่า สมบัติดินทางเคมีในพื้นที่หย่อมป่ามีปริมาณอินทรียวัตถุหน้าดิน ธาตุอาหารหลัก (P, K) ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg) มากที่สุด ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก พบว่าสามารถแลกเปลี่ยนค่าได้มากที่สุด และมีค่า pH กรดอ่อน ต่างจากป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร ทั้งสองพื้นที่มีค่า pH เป็นกรดปานกลาง ในส่วนของสมบัติดินทางกายภาพเนื้อดินของพื้นที่หย่อมป่าเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ในขณะที่พื้นที่ป่าพื้นฟูเป็นดินร่วนเหนียว (Clay loam) และพื้นที่เกษตรเป็นดินเหนียว ด้านความแข็งและความชื้นในดิน พบว่า เนื่องจากหย่อมป่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก และมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงส่งผลให้ดินมีค่าความแข็งน้อยที่สุด ความชื้นดินหย่อมป่า ป่าฟื้นฟูและพื้นที่เกษตรนั้นมีความใกล้เคียงกัน ดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร พบว่าสมบัติดินทางเคมี และทางกายภาพของดินระหว่างดินชั้นบน (ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร) และดินชั้นล่าง (ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร) ไม่มีความแตกต่างกันมากในแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์

Table 2 Soil properties under various land uses

Soil properties	Remnant forest	forest Restoration	Agriculture
No. sites	3	3	3
<u>Surface soil (0-5 cm)</u>			
1. pH	6.77 b	6.01 a	6.37 ab
2.Cation Exchange Capacity (CEC) (meq/100g)	12.5 b	9.6 a	11.6 b
3.Organic Matter (OM) (%)	6.65 c	5.47 b	2.95 a
4.Available Phosphorus (P) (mg/kg)	17.27 b	0.97 a	0.76 a
5.Exchangeable Potassium (K) (mg/kg)	91.86	83.47	74.5
6.Exchangeable Calcium (Ca) (mg/kg)	2292.92 b	1396.25 a	1610.56 a
7.Exchangeable Magnesium (Mg) (mg/kg)	265.94 b	172.70 a	190.81 a
8.Sand (%)	59.12 a	42.72 b	37.52 c
9.Silt (%)	14.2 a	23.8 b	21.4 ab
10.Clay (%)	26.68 b	33.48 a	41.08 a
11.Soil hardness*	13.67 b	17.44 b	15.67 a
12.Soil moisture** (%)	10.22	10.33	10.33
<u>Subsurface soil (20-25 cm)</u>			
1. pH	6.70	6.27	6.44
2.Cation Exchange Capacity (CEC) (meq/100g)	11.56 b	9.65 a	10.48 a
3.Organic Matter (OM) (%)	5.15	4.86	2.59
4.Available Phosphorus (P) (mg/kg)	13.73	0.82	0.88
5.Exchangeable Potassium (K) (mg/kg)	76.3	69.34	68.41
6.Exchangeable Calcium (Ca) (mg/kg)	2116.86 b	1343.81 a	1700.56 a
7.Exchangeable Magnesium (Mg) (mg/kg)	256.79 b	158.51 a	203.20 a
8.Sand (%)	57.2 a	40.32 a	38.32 b
9.Silt (%)	14.2 a	25 b	21 b
10.Clay (%)	28.28 b	34.68 a	40.68 a
11.Soil hardness*	16.78	15.78	15.00
12.Soil moisture** (%)	10.56 b	10.11 ab	10.33 a

Remarks: RF = Remnant Forest, FLR = Forest Restoration , Ag = Agriculture. Smc = *Soil hardness was measured using Yamanaka-type penetrometer. Sh = ** Soil moisture was measured using a TDR Soil Moisture Meter. Values in the same row followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$ (Duncan's multiple comparison test) Analysis in the laboratory of the Product Quality and Standards Inspection Service Institute Princess Sirindhorn Building Maejo University Chiang Mai Province

2. ความสัมพันธ์ของสมบัติดิน และการจัดกลุ่มธาตุอาหารในพื้นที่หย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความลึกดินที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร โดยใช้ Principal component analysis (PCA) พบว่า สามารถจัดกลุ่มดินออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 พื้นที่หย่อมป่า สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ฟอสฟอรัส Organic Matter (OM) และปริมาณ sand จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มที่ 2 พื้นที่ป่าฟื้นฟู สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง แมกนีเซียม กลุ่มที่ 3 พื้นที่เกษตร สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ปริมาณเนื้อดิน silt clay และ soil hardness (Figure 3)

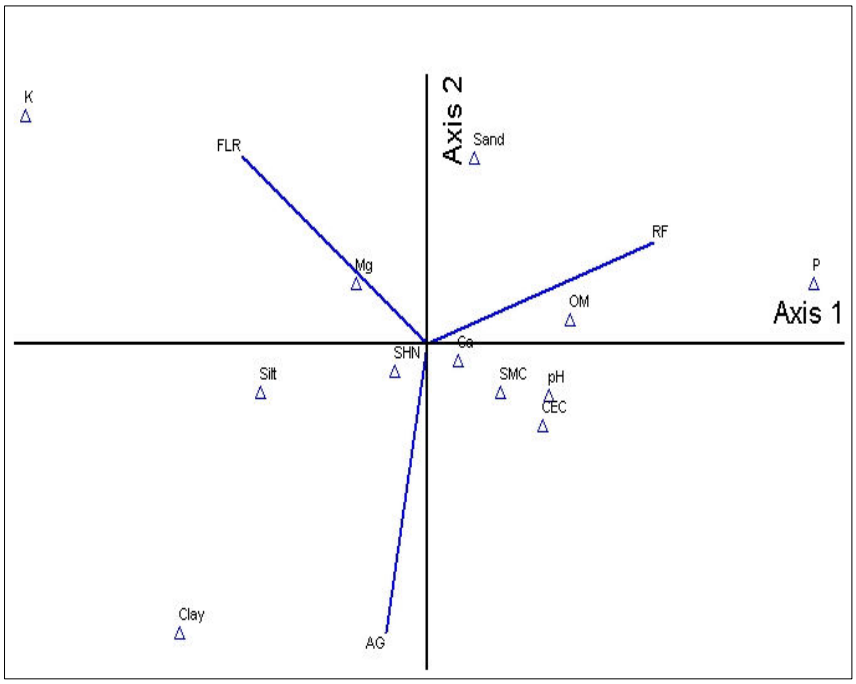


Figure 3 Principal Component Analysis (PCA) (Surface soil 0-5 cm)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความลึกดินที่ระดับ 20-25 เซนติเมตร โดยใช้ Principal component analysis (PCA) พบว่า สามารถจัดกลุ่มดินออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 พื้นที่หย่อมป่า สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ฟอสฟอรัส Organic Matter และปริมาณ sand จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน กลุ่มที่ 2 พื้นที่ป่าฟื้นฟู สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก โพแทสเซียม ธาตุอาหารรอง แคลเซียม และปริมาณ Silt กลุ่มที่ 3 พื้นที่เกษตร สมบัติดินที่แสดงออก ได้แก่ ปริมาณเนื้อดิน silt clay และแคลเซียม (Figure 4)

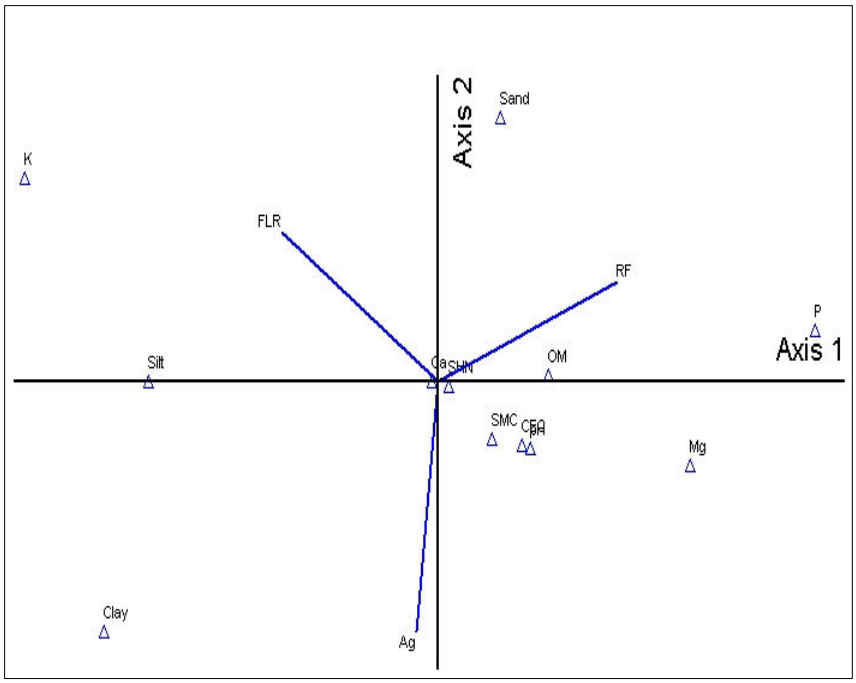


Figure 4 Principal Component Analysis (PCA) (Subsurface soil 20-25 cm)

สรุป

สมบัติดินของหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตร บ้านบุญแจ่ม ตำบลน้ำเลา อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ จากพื้นที่ศึกษาคุณสมบัติดินทั้ง 3 ลักษณะ ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าคุณสมบัติดินทางเคมีของหย่อมป่าที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มีค่า pH เป็นกรดอ่อน ในขณะที่ป่าฟื้นฟูและพื้นที่เกษตรมีค่า pH เป็นกรดปานกลาง ความสามารถในการแลกประจุบวกของหย่อมป่าพบว่าสามารถแลกเปลี่ยนค่าได้มากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งหย่อมป่ายังมีการสะสมอินทรียวัตถุหน้าดิน ธาตุอาหารหลัก (P, K) ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg) มากที่สุด ด้านเนื้อดินพบว่าหย่อมป่าเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ในขณะที่พื้นที่ป่าพื้นฟูเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) และพื้นที่เกษตรเป็นอนุภาคดินเหนียว (clay) ความแข็ง และความชื้นในดินของหย่อมป่า ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรใกล้เคียงกัน ที่ระดับความลึก 20-25 เซนติเมตร พบว่าไม่มีความแตกต่างจากดินชั้นบนมากนัก เนื่องจากดินชั้นล่างไม่มีการรบกวนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินจึงทำให้มีการกักเก็บความชื้นในดินได้ดี จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันนั้นมักมีการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินไปจากเดิม ทั้งทางด้านกายภาพ และด้านเคมี ดังนั้นควรมีจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อให้เกิดความเหมาะสม และความยั่งยืนของทรัพยากรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายจิรพัฒน์ แจ่มรัตนโสภิณ ผู้ใหญ่บ้านบุญแจ่ม และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีช่วยให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. **ดินของประเทศไทย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ปรัชญาภรณ์ ศรีคุณ, รุ่งระวี ทวีสุข, พิทักไทย ประโมสี, เพรชรัตน์ จันทร์แก้ว และ แหลมไทย อาษานอก. 2564. ลักษณะสังคมพืชและปัจจัยดินของป่าเต็งรังแคระป้องกันไฟ 40 ปี ในพื้นที่วนอุทยานแพะเมืองผี จังหวัดแพร่. **วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย** 5 (1): 33- 52

วีระชัย ฟองธิวงค์, ธนากร ลัทธิ์ถีระสุวรรณ, ฑีฆา โยธาภักดี, ธัญญรัตน์ เชื้อสะอาด และ ศรินทิพย์ ชัยมงคล. 2565. ลักษณะนิเวศของสวนชาเมี่ยงบ้านศรีนาป่าน ตำบลเรือง อำเภอเมือง จังหวัดน่าน. **แก่นเกษตร** 49(6): 1351-1363

Sakurai K. , Puriyakorn, B., Preechapanya, P., Tanpibal, V., Muangnil, K., and Prachaiyo, B. 1995. Improvement of Biological Productivity in Degraded Lands in Thailand III. **Tropics**. 4 (2/3): 151-172.

Sellan G., Thompson J., Majalap N. and Brearley Q.F. 2019. Soil characteristics influence species composition and forest structure differentially among tree size classes in a Bornean heath forest. **Plant Soil (2019)**. 438:173–185

สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้มีค่า 3 ชนิด ที่ปลูกในสวนป่าในภาคใต้ของประเทศไทย

Allometric Equations for Estimating the Aboveground Biomass of 3 High-Value Tree Species in the Plantation in Southern Thailand

วรพรรณ หิมพานต์[1*] สุพรณี พวงสุนทร[2] อารียาพัชร์เพชรรัตน์[2] และ ชนิษฐา จันทโชติ[2]
Woraphun Himmapan[1*], Supornnee Poungsuntorn[2], Areeyapat Petcharat[2] and Chanittha Chuntachot[2]
[1]สำนักป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟป่า กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest Protection and Forest Fire Control Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
[2]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[2]Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
[*]Corresponding Author; E-mail: **woraphun0901@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาหาสมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้มีค่าบางชนิดที่ปลูกในสวนป่าของภาคใต้ ดำเนินการในแปลงทดลองปลูกของกรมป่าไม้ ได้แก่ เทพทาโร อายุ 14 ปี ในจังหวัดสงขลา ตะเคียนทอง อายุ 24 ปี และเคี่ยม อายุ 27 ปี ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้สมการแอลโลเมตรีที่สร้างขึ้นจากตัวแทนต้นไม้ในแต่ละแปลง ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นไม้ทุกต้น คัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างแต่ละชนิด จำนวน 10 ต้น ตามชั้นของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ทำการตัดต้นไม้ แยกส่วนต่าง ๆ ออกเป็น ใบ กิ่ง และลำต้น ชั่งน้ำหนักและเก็บตัวอย่างไปหาความชื้น เพื่อทำการประมาณค่ามวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คำนวณจากสมการ (ปริมาณคาร์บอน = มวลชีวภาพx0.47 และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ = ปริมาณคาร์บอนx3.67)

ผลการศึกษาพบว่า เทพทาโร อายุ 14 ปี มีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 76.00 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 19.68$\pm$4.65 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 14.48$\pm$3.51 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 1.42 เซนติเมตรต่อปี และ 1.13 เมตรต่อปี ตามลำดับ อัตราการรอดตายของตะเคียนทองอายุ 24 ปี เท่ากับร้อยละ 72.00 มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 14.09$\pm$4.26 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 10.94$\pm$2.78 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 0.59 เซนติเมตรต่อปี และ 0.46 เมตรต่อปี ตามลำดับ เคี่ยมอายุ 27 ปี ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 68.00 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 15.98$\pm$6.35 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 18.75$\pm$3.36 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 0.59 เซนติเมตรต่อปี และ 0.69 เมตรต่อปี ตามลำดับ สมการแอลโลเมตริกสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ใช้เฉพาะค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพียงปัจจัยเดียวของเทพทาโร คือ $W_{AG} = 0.1671 \times DBH^{2.2964}$ ($R^2 = 0.9616$) ตะเคียนทอง คือ $W_{AG} = 0.1245 \times DBH^{2.7409}$ ($R^2 = 0.9641$) และเคี่ยม คือ $W_{AG} = 0.2127 \times DBH^{2.2878}$ ($R^2 = 0.9620$) ตามลำดับ สมการเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับเกษตรกรและประชาชนทั่วไปในการนำไปประมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อไป

คำสำคัญ : เทพทาโร ตะเคียนทอง เคี่ยม สมการมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน

ABSTRACT

The allometric equation for estimating the aboveground biomass of 3 high-value tree species in the plantation in Southern Thailand were conducted in the plantation belong to the Royal Forest Department namely 14-year-old *Cinnamomum porrectum* at Songkla Province, 24-year-old *Hopea odorata and* 27-year-old *Cotylelobium lanceolatum* at Surat Thani Province. The all trees in each plantation were measured diameter at breast height (DBH) and height. In order to estimate biomass by weighting techniques and allometric equations were established. The 10 sample trees were selected by DBH classes and cut according to a stratified-clip technique and weigh the each parts (leaf, branch and stem) of sample trees, including collected each part samples to moisture content analysis to assess the biomass. The carbon storage and carbon dioxide absorption in biomass were analyzed by equation (carbon = biomassx0.47 and carbon dioxide = carbonx3.67).

The results of 14-year-old *Cinnamomum porrectum* showed that the survival percentage was 76.00, the average DBH and height were 19.68$\pm$4.65 cm and 14.48$\pm$3.51 m, while the annual increment of DBH and height were 1.42 cm.year^{-1} and 1.13 m.year^{-1}, respectively. The survival percentage of 24-year-old of *Hopea odorata* was 72.00, the average DBH and height were 14.09$\pm$4.26 cm and 10.94$\pm$2.78 m. The annual increment of DBH and height 0.59 cm.year^{-1} and 0.46 m.year^{-1}, respectively. The survival percentage of 27-year-old of *Cotylelobium lanceolatum* was 68.00, the average DBH and height were 15.98$\pm$6.35 cm and 18.75$\pm$3.36 m. The annual increment of DBH and height 0.59 cm.year^{-1} and 0.69 m.year^{-1}, respectively.

The allometric equations with only DBH as a single factor for estimating the above-ground biomass of *Cinnamomum porrectum, Hopea odorata and Cotylelobium lanceolatum* were W_{AG} = 0.1671x$DBH^{2.2964}$ (R^2 = 0.9616), W_{AG} = 0.1245x$DBH^{2.7409}$ (R^2 = 0.9641) and W_{AG} = 0.2127x$DBH^{2.2878}$ (R^2 = 0.9620), respectively. These allometric equations were created to facilitate farmers and general people in estimating carbon dioxide absorption for carbon credits in the future.

Keywords : *Cinnamomum porrectum*, *Hopea odorata*, *Cotylelobium lanceolatum*, biomass equation, high-value tree species

คำนำ

ในขณะที่ประชากรทั่วโลกกำลังตระหนักถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาโลกร้อนที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงในปัจจุบัน การซื้อขายคาร์บอนเป็นเรื่องที่น่าสนใจทั่วโลกเช่นเดียวกัน ตามที่ทราบกันเป็นอย่างดีว่า ระบบนิเวศป่าไม้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง และนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ ทั้งในส่วนเหนือพื้นดินและส่วนใต้ดิน (ชนิตา และคณะ, 2556) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนขึ้นกับปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ (เสริมพงศ์ และจงรัก, 2543) ในทุกวันนี้การปลูกต้นไม้ไม่เป็นเพียงเพื่อการซื้อขายเนื้อไม้หรือการนำไม้ไปใช้ประโยชน์เพียงอย่างเดียว แต่ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังสามารถซื้อขายกันได้ด้วย ทำให้เกษตรกรทั่วไปเริ่มให้ความสนใจกับการประมาณคาร์บอนในสวนป่าของตนเอง ส่งผลให้สมการสำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ยังไม่ครอบคลุมกับไม้ทุกชนิด และ/หรือยังเป็นสมการที่ใช้เฉพาะพื้นที่ โดยเฉพาะไม้ที่นิยมปลูกในภาคใต้ เช่น เทพทาโร เคี่ยม และตะเคียนทอง ดังนั้นการศึกษาเพื่อการสร้างสมการแอลโลเมตริกสำหรับการประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีความหลากหลายทั้งในเรื่องชนิดไม้ อายุ และพื้นที่ปลูกจึงมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น

เทพทาโร *(Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm) เป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ มีความสูงประมาณ 10-30 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มทึบ กิ่งอ่อนเกลี้ยงและมักจะมีคราบขาว เปลือกสีเทาอมเขียวหรือสีน้ำตาลเข้ม แตกเป็นร่องตามยาวลำต้น เปลือกในสีน้ำตาลอมแดง ใบเดี่ยว ออกเรียงตรงข้ามกัน ดอกสีขาว หรือเหลืองอ่อน ออกเป็นช่อเป็นกระจุกออกตามปลายกิ่ง ผลกลมเล็ก มีสีเขียว ผลสุกจะกลายเป็นสีม่วงเข้มถึงดำ (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.ก) มีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศไทย พบมากในภาคใต้ เนื้อไม้และเนื้อรากเทพทาโรมีกลิ่นหอมนิยมนำมาใช้ในงานก่อสร้าง ปูพื้นบ้าน แกะสลัก ทำเครื่องเรือน เครื่องประดับตกแต่งบ้าน ซึ่งปัจจุบันประดิษฐกรรมแกะสลักเป็นสินค้าโอทอปของจังหวัดตรังและมีการส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศ เศษไม้ที่เหลือจากการแกะสลักยังนำมากลั่นเป็นน้ำมันหอมระเหยเพื่อใช้ประโยชน์ในธุรกิจสปาและทำเป็นธูปหรือกำยานได้ นอกจากนี้ ยังสามารถนำผลเทพทาโรมาบีบเอาน้ำมันซึ่งมีกลิ่นหอมมาใช้เป็นยาสมุนไพรทาแก้ปวดข้อ ข้ออักเสบ ทาแผลสด แก้ปวดฟัน และแก้แผลน้ำร้อนลวก ฯลฯ ซึ่งเป็นภูมิปัญญาของพระอาจารย์วิชาญ วัดนิโรธรังสี อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.ข)

ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) เป็นไม้ต้นไม่ผลัดใบ ขนาดกลางถึงใหญ่ ลำต้นเปลาตรง สูงประมาณ 20-40 เมตร เปลือกหนา สีน้ำตาลดำ แตกเป็นร่องตามยาว หรือลอกเป็นสะเก็ด ใบโค้งคล้ายรูปเคียว ด้านล่างมักมีต่อมที่ซอกระหว่างเส้นกลางใบกับเส้นแขนงใบ ดอกสีขาวขนาดเล็กมีกลิ่นหอม ผลมีปีกยาว 2 ปีก ปีกสั้น 3 ปีก ไม้ตะเคียนทองนิยมใช้ทำเรือขุด ทำไม้หมอนรถไฟ เครื่องเรือนและการก่อสร้างที่ต้องการความแข็งแรง ยางไม้สีเหลืองและมีกลิ่นเล็กน้อย ชื่อทางการค้าคือ “Rock Dammar” ใช้เป็นน้ำมันชักเงา ตบแต่งเครื่องใช้ในร่ม (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.ค)

เคี่ยม (*Cotylelobium lanceolatum* Craib.) ไม้ต้นขนาดกลางถึงใหญ่ สูง 20-40 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มทึบ รูปเจดีย์ต่ำ ลำต้นตรง เปลือกเรียบ สีน้ำตาลเข้ม มีต่อมระบายอากาศกระจายทั่วไป ใบมนหรือรูปไข่ ปลายใบสอบเรียว หลังใบเรียบเป็นมัน ท้องใบมีขนสีน้ำตาลปนเหลืองเป็นกระจุก ดอกสีขาว มีกลิ่นหอมอ่อน ๆ ผลกลมเล็ก มีขนนุ่ม มีปีกยาว 2 ปี ปีกสั้น 3 ปีก เนื้อไม้ใช้ทำเรือ สะพาน งานก่อสร้างที่ต้องการความแข็งแรง เปลือกและชันมีสรรพคุณทางยา (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, ม.ป.ป.)

ในปัจจุบันที่โลกกำลังตระหนักถึงปัญหาโลกร้อน และลดภาวะดังกล่าวด้วยการปลูกป่าหรือเพิ่มพื้นที่สีเขียว ความต้องการทราบความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ชนิดต่าง ๆ ยังเป็นที่ต้องการเนื่องจากข้อมูลที่มีการศึกษากันมาแล้วยังไม่สามารถครอบคลุมพรรณไม้ในทุกชนิดและทุกช่วงอายุ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพไม้มีค่าในสวนป่าที่ปลูกในภาคใต้ โดยทำการศึกษาในไม้มีค่า 3 ชนิด ได้แก่ เทพทาโร อายุ 14 ปี ในจังหวัดสงขลา ตะเคียนทอง อายุ 24 ปี และเคี่ยม อายุ 27 ปี ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งสมการที่ได้จากการศึกษานี้ เกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปสามารถนำไปใช้ในการประเมินมวลชีวภาพเพื่อนำไปใช้ในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับการซื้อขายคาร์บอนต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ศึกษา

ทำการศึกษาในแปลงทดลองของกรมป่าไม้ ได้แก่ สวนรวมพันธุ์ไม้เทพทาโร ที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 9 (สงขลา) จังหวัดสงขลา ปลูกปี พ.ศ. 2551 ระยะปลูก 4 เมตรx4 เมตร พื้นที่ 5 ไร่ จังหวัดสงขลา ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ ตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมเมืองร้อน มีลมมรสุมพัดผ่านประจำทุกปีคือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกลางเดือนมกราคม และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม จากอิทธิพลของลมมรสุมดังกล่าว ส่งผลให้มี ฤดูกาลเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม และฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมกราคม (ศูนย์ภูมิอากาศ, 2566ก) ส่วนสวนรวมพันธุ์ไม้ตะเคียนทอง ปลูกปี พ.ศ. 2541 ระยะปลูก 2 เมตรx4 เมตร พื้นที่ 10 ไร่ และแหล่งผลิตเมล็ดไม้เคี่ยม ปลูกปี พ.ศ. 2538 ระยะปลูก 2 เมตรx4 เมตร พื้นที่ 5 ไร่ ที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 8

(สุราษฎร์ธานี) พื้นที่ทางด้านตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาบรรทัด มีลักษณะเป็นที่ราบสูงลาดเอียงไป ตลอดแนว ส่วนทางด้านตะวันตกเป็นที่ราบสูงและภูเขาใหญ่น้อยสลับซับซ้อนเต็มไปด้วยป่าไม้อันมีค่า จึงเป็นแหล่ง ต้นน้ำลำธารที่สำคัญ มีที่ราบอยู่บริเวณตอนกลางและริมทะเล ตลอดชายฝั่งทะเลมีภูเขาและป่าเบญจพรรณ ป่าชายเลน และทุ่งหญ้าอยู่ทั่วไป จังหวัดสุราษฎร์ธานีอยู่ภายใต้อิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำเป็นฤดูกาล 2 ชนิด คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านมหาสมุทรอินเดีย จึงพาเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นมาสู่ประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ทำให้มีฝนตกชุกและมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือฤดูหนาว จะมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมเย็นและแห้งจากประเทศจีน พัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้มีอากาศเย็นลงและมีฝนชุกต่อเนื่องอีกระยะหนึ่งโดยเฉพาะในเดือนพฤศจิกายน (ศูนย์ภูมิอากาศ, 2566ข) ทั้งสามแปลงเป็นแปลงที่เริ่มจากการทดลองการดูแลรักษาดำเนินการเพียงการกำจัดวัชพืชประจำปี ไม่ได้มีการดำเนินการทางวนวัฒนวิธี เช่น การลิดกิ่ง หรือการตัดขยายระยะ แต่อย่างใด

การเก็บข้อมูล

1. เนื่องจากเป็นแปลงทดลองของกรมป่าไม้ ซึ่งได้ทำการวัดข้อมูล ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height: DBH) และความสูง (height: H) ของต้นไม้ทุกต้นในพื้นที่ทั้งหมด และนำมาหาค่าเฉลี่ย

2. ทำการคัดเลือกต้นตัวอย่างจากการจัดอัตรภาคชั้นของค่า DBH จำนวนชนิดละ 10 ต้น ทำการตัดต้นไม้ตัวอย่างให้ชิดติดดินมากที่สุด แยกส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ออก เป็น ใบ กิ่ง ลำต้น ส่วนที่เป็นลำต้น นำส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ใบ กิ่ง ลำต้น มาชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักสดทั้งหมด และเก็บตัวอย่างส่วนลำต้น ใบ และกิ่ง ประมาณ 500 กรัม นำมาชั่งหาน้ำหนักสดของตัวอย่าง และเก็บใส่ถุงกระดาษนำมาที่ห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างแต่ละส่วนของแต่ละต้นเข้าอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างจะคงที่ และทำการชั่งน้ำหนักแห้งของตัวอย่างเพื่อคำนวณหาค่าความชื้นของตัวอย่าง

3. คำนวณหาค่าความชื้นของตัวอย่างและการหาน้ำหนักแห้ง จากสมการ (เกียรติก้อง และคณะ, 2530)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสดตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสดทั้งหมด}}{100 + \text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}}$$

4. สร้างสมการประมาณมวลชีวภาพในรูปแบบแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ของมวลชีวภาพของแต่ละส่วนกับขนาดของต้นไม้ (DBH และ H) จากสมการ (พงษ์ศักดิ์, 2552)

$$Y = aX^b$$

โดย Y = มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)
X = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร) และความสูง (เมตร)
a และ b เป็นค่าคงที่ของสมการ

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับขนาดของต้นไม้ (DBH และ H) ในรูปแบบแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ทางวิชาการป่าไม้ สมการแอลโลเมตริกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกร่วมกับความสูง ($DBH^{2}H$) และเพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการนำสมการไปใช้ของเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไป การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างสมการที่ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพียงปัจจัยเดียวด้วย ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การ

ตัดสินใจ (R^2) สูงเป็นที่ยอมรับได้ เนื่องจากสะดวกต่อการวัด สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือธรรมดา ไม่ต้องทำการวัดความสูง ซึ่งต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ ไม่สะดวกและอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด

ผลและวิจารณ์

การเติบโตของไม้มีป่า 3 ชนิด

เทพทาโรอายุ 14 ปี ในสวนพันธุกรรมไม้เทพทาโรเพื่อผลิตกล้าพันธุ์ดี จังหวัดสงขลา มีอัตราการรอดตายร้อยละ 76.00 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 19.68$\pm$4.65 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 14.48$\pm$3.51 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 1.42 เซนติเมตรต่อปี และ 1.13 เมตรต่อปี ตามลำดับ เนื่องจากการใช้เทพทาโรมุ่งเน้นไปที่การผลิตสารหอมระเหย ทำให้การปลูกในรูปแบบสวนป่ารวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับการเติบโตมีไม่มากนัก มีเพียงการเก็บข้อมูลจากแปลงทดลองของกรมป่าไม้ที่พบว่าเทพทาโรที่ปลูกที่ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 9 (สงขลา) หรือสถานีวนวัฒนวิจัยสงขลา (เดิม) เมื่ออายุ 1 ปี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 1.8 เซนติเมตร ความสูง 2.1 เมตร และเมื่ออายุ 3 ปี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 6.8 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย 5.4 เมตร (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.ก) หรือมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยด้าน DBH และความสูงเท่ากับ 2.27 เซนติเมตรต่อปี และ 1.80 เมตรต่อปี ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าในการศึกษาครั้งนี้ อาจกล่าวได้ว่าเมื่อต้นเทพทาโร อายุมากขึ้นการเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูง มีค่าลดลง การศึกษาการเติบโตของต้นเทพทาโร อายุ 4 ปี ในพื้นที่ทดลองปลูกพันธุ์ไม้ของสถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่าที่ปลูกในที่เปิดโล่งมีอัตราการรอดตายร้อยละ 54 ในขณะที่ปลูกภายใต้เรือนยอดกระถินณรงค์มีอัตราการรอดตายเหลือเพียงร้อยละ 3 เท่านั้น ในขณะที่ในช่วงปีแรกกล้าไม้ที่ปลูกใน 2 พื้นที่มีอัตราการรอดตายใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 57 และ 56 ตามลำดับ ในพื้นที่ปลูกภายใต้เรือนยอดและพื้นที่โล่งตามลำดับ เทพทาโรจะมีอัตราการเติบโตทางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นและความสูงทั้งหมดต่ำกว่าในพื้นที่ที่ปลูกภายใต้ร่มเงาอยู่เล็กน้อย และยังมีข้อแนะนำในการปลูกว่าสมควรที่จะปลูกสร้างสวนป่าในที่ที่มีความชุ่มชื้นเพียงพอ เพราะเทพทาโรชอบขึ้นอยู่บนเขาในป่าดงดิบ พบมากที่สุดในภาคใต้ อาจจะปลูกใต้ร่มไม้อื่นหรือปลูกเป็นไม้แซมสวนป่าจะเติบโตดีกว่าปลูกเป็นไม้เบิกนำในที่โล่งแจ้ง รวมถึงควรปลูกระยะห่างต้นละ 5 เมตร อาจปลูกแซมสวนป่า หรือปลูกพืชจำพวกกล้วยน้ำว้า เป็นพืชพี่เลี้ยงแซมลงไปเพื่อให้มีรายได้ในช่วง 2-3 ปีแรก (พรเทพ และคณะ, 2556)

ตะเคียนทองอายุ 24 ปี ในสวนพันธุกรรมไม้ตะเคียนทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 72.00 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 14.09$\pm$4.26 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 10.94$\pm$2.78 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 0.59 เซนติเมตรต่อปี และ 0.46 เมตรต่อปี ตามลำดับ ซึ่งมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงกว่าผลการศึกษาของวาทินีและ สมบูรณ์ (2559) ที่ทำการศึกษาต้นตะเคียนทอง อายุ 25 ปี ระยะปลูก 2 เมตร × 2 เมตร ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสงขลา จังหวัดสงขลา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.52 เซนติเมตรต่อปี และผลการศึกษาของปริญญาและคณะ (2561) ที่ทำการศึกษาการเติบโตของไม้ป่า 4 ชนิด โดยตะเคียนทอง อายุ 21 ปี ระยะปลูก 2 เมตรx2 เมตร ที่แปลงปลูกพรรณไม้ป่า 4 ชนิด ที่สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี 0.54 เซนติเมตรต่อปี แต่มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของความสูงต่ำกว่าตะเคียนทองที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.51 เมตรต่อปี ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีความเหมาะสมกับการปลูกตะเคียนทองมากกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกตะเคียนทองในระบบปลูกร่วมกับไม้ชนิดอื่น พบว่าการปลูกตะเคียนทองร่วมไม้ยางพาราขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เมื่ออายุ 2 ปี มีความสูง 0.48 เมตรต่อปี (สำนักวิจัยพัฒนาการจัดการป่าไม้เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน, 2560) และปลูกตะเคียนทองภายใต้ร่มเงาของกล้วยน้ำว้าและมะละกอของอภิสิทธิ์ (2545) ที่มีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 0.94 เซนติเมตรต่อปีและ 0.73 เมตรต่อปี ตามลำดับ พบว่ามีค่าต่ำกว่ามาก ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกไม้อื่นร่วม โดยเฉพาะพืชเกษตรจะมีการ

จัดการ เช่น การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืช ส่งผลให้ตะเคียนทองมีการเติบโตที่ดีกว่าการปลูกเชิงเดี่ยว รวมทั้งระยะปลูกที่กว้างกว่าในระบบการปลูกพืชร่วม เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเติบโตของตะเคียนทองที่สูงกว่า

เคี่ยมอายุ 27 ปี ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้เคี่ยม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 68.00 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 15.98$\pm$6.35 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 18.75$\pm$3.36 เมตร ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเท่ากับ 0.59 เซนติเมตรต่อปี และ 0.69 เมตรต่อปี ตามลำดับ เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับไม้เคี่ยมส่วนใหญ่ จะมุ่งเน้นไปทางการศึกษาสารสกัดจากเปลือกของไม้เคี่ยม ทำให้การปลูกในรูปแบบสวนป่ารวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับการเติบโตมีไม่มากนัก มีเพียงการศึกษาของบรรดิษฐ์ (2544) ที่ทำการศึกษาการเติบโตของไม้วงศ์ยางซึ่งรวมถึงไม้เคี่ยมด้วยใต้ร่มเงาระดับต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่า เคี่ยมมีอัตราการเติบโตต่ำมาก ในระยะเริ่มปลูก ถึงอายุ 1.5 ปี ค่าเฉลี่ยการเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับดินเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในทุกแปลงปลูก ในแปลงปลูกในที่โล่งไม่มีร่มเงา ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับดินมากที่สุดเมื่ออายุ 5 ปี เท่ากับ 3.70 เซนติเมตร ส่วนในแปลงใต้ร่มเงาที่ระดับร้อยละ 25 และร้อยละ 50 มีอัตราการเติบโตใกล้เคียงกัน โดยเมื่ออายุ 5 ปี มีค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับดินเฉลี่ย 2.35 และ 2.23 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในแปลงปลูกภายใต้ร่มเงาที่ระดับร้อยละ 75 มีอัตราการเติบโตต่ำมาก คือเมื่ออายุ 5 ปี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับชิดดินเฉลี่ย เพียง 0.81 เซนติเมตรเท่านั้น ส่วนความสูงในแปลงปลูกในที่โล่งไม่มีร่มเงาเมื่ออายุ 5 ปี มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 3.84 เมตร หรือ 0.77 เมตรต่อปี ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนในแปลงปลูกภายใต้ร่มเงาที่ระดับร้อยละ 75 มีค่าเฉลี่ยความสูงเพียง 1.10 เมตร หรือ 0.22 เมตรต่อปีเท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าไม่ควรแนะนำให้ปลูกเคี่ยมภายใต้ร่มเงาของไม้ชนิดอื่น

สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้มีค่า 3 ชนิด

จากการศึกษาได้ Allometric equations แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกร่วมกับความสูง (DBH^2xH) รวมทั้ง Allometric equations แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพียงค่าเดียว (DBH) ในไม้มีค่าทั้ง 3 ชนิด (Table 1) พบว่า

สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพส่วนลำต้นของเทพทาโร ให้ค่า R^2 ที่สูง ส่วนมวลชีวภาพส่วนอื่นมีค่า R^2 ไม่สูงมากนัก อย่างไรก็ตามมวลชีวภาพส่วนใหญ่คือส่วนของลำต้น สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินซึ่งให้ค่า R^2 สูงด้วยเช่นกัน และจากการที่สมการสำหรับการประมาณมวลชีวภาพส่วนใบและกิ่ง ให้ค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากลักษณะของลำต้นที่ตรงเปลา ไม่มีกิ่งก้าน และมีเรือนยอดสูง ทำให้ปริมาณกิ่งก้านและใบมีน้อยลง รวมทั้งอาจเนื่องจากสภาพอากาศและช่วงฤดูที่ผันแปรทำให้การผลัดใบแตกต่างกันไป มวลชีวภาพส่วนใบและกิ่งจึงให้ค่าความสัมพันธ์กับขนาดของต้นเทพทาโรต่ำกว่าส่วนที่เป็นลำต้น สำหรับสมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพของตะเคียนทองพบว่า สมการประมาณมวลชีวภาพส่วนลำต้น ใบ และส่วนเหนือพื้นดินให้ค่า R^2 สูง ในขณะที่สมการประมาณมวลชีวภาพส่วนกิ่งมีค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากตะเคียนทองในการศึกษาครั้งนี้มีอายุมาก และมีความตรงเปลา มีเรือนยอดสูง มีกิ่งก้านน้อย ทำให้มีมวลชีวภาพในส่วนของกิ่งน้อย ในส่วนสมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพของเคี่ยมพบว่า มวลชีวภาพส่วนลำต้นมีค่าสูงที่สุดและใบมีค่าต่ำสุด โดยที่สมการสำหรับการประมาณมวลชีวภาพส่วนลำต้นและกิ่ง ให้ค่า R^2 ค่อนข้างสูง แต่สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพของส่วนใบมีค่า R^2 ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของลำต้นของเคี่ยมในการศึกษาครั้งนี้มีอายุมาก มีลำต้นที่เปลาตรง มีเรือนยอดสูง ทำให้มีมวลชีวภาพในส่วนของใบน้อย อย่างไรก็ตามสมการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินของไม้มีค่าทั้ง 3 ชนิด ให้ค่า R^2 ที่สูง สามารถนำไปใช้ประมาณค่าได้ เช่นเดียวกับสมการที่ใช้ค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพียงค่าเดียว ซึ่งลดปัญหาการตรวจวัดค่าความสูงซึ่งต้องใช้เครื่องมือเฉพาะเพื่อให้เกิดความถูกต้อง และสะดวกต่อการตรวจวัดของเกษตรกรโดยทั่วไปที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประมาณมวลชีวภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนเหนือพื้นดินไป

Table 1 Allometric equation for estimating aboveground biomass of 3 high-value tree species.

Species	Allometric equation	R^2
Cinnamomum porrectum	$W_S = 0.0383x(DBH^{2x}H)^{0.9230}$	0.9915
	$W_B = 0.0090x(DBH^{2x}H)^{0.9016}$	0.7342
	$W_L = 0.0079x(DBH^{2x}H)^{0.7423}$	0.5485
	$W_{AG} = 0.0536x(DBH^{2x}H)^{0.9156}$	0.9833
	$W_S = 0.1202xDBH^{2.3137}$	0.9699
	$W_B = 0.0296xDBH^{2.2346}$	0.7020
	$W_L = 0.0236xDBH^{1.7961}$	0.5000
	$W_{AG} = 0.1671xDBH^{2.2964}$	0.9616
Hopea odorata	$W_S = 0.0532x(DBH^{2x}H)^{0.9873}$	0.9541
	$W_B = 0.0072x(DBH^{2x}H)^{1.0248}$	0.6627
	$W_L = 0.0016x(DBH^{2x}H)^{1.0231}$	0.9275
	$W_{AG} = 0.0621x(DBH^{2x}H)^{0.9946}$	0.9325
	$W_S = 0.1064xDBH^{2.7194}$	0.9726
	$W_B = 0.0139xDBH^{2.8476}$	0.7423
	$W_L = 0.0035xDBH^{2.801}$	0.9400
	$W_{AG} = 0.1245xDBH^{2.7409}$	0.9641
Cotylelobium lanceolatum	$W_S = 0.0490x(DBH^{2x}H)^{0.9116}$	0.9744
	$W_B = 0.0013x(DBH^{2x}H)^{1.1272}$	0.8573
	$W_L = 0.0449x(DBH^{2x}H)^{0.5638}$	0.4303
	$W_{AG} = 0.0600x(DBH^{2x}H)^{0.9112}$	0.9765
	$W_S = 0.1731xDBH^{2.2901}$	0.9536
	$W_B = 0.0058xDBH^{2.857}$	0.8764
	$W_L = 0.1031xDBH^{1.3967}$	0.4337
	$W_{AG} = 0.2127xDBH^{2.2878}$	0.9620

Remarks : W_S = Biomass of stem (kg) W_B = Biomass of branch (kg)
W_L = Biomass of leaf (kg) W_{AG} = Biomass of aboveground (kg)
DBH = Diameter at breast height (cm) H = Total height (m)

มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จาก Allometric equation ของไม้มีค่าทั้ง 3 ชนิด เมื่อนำมาสมการที่ใช้ค่า DBH^2xH ประมาณมวลชีวภาพ และนำมาหาค่าการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า

เทพทาโร อายุ 14 ปี มีผลผลิตมวลชีวภาพส่วนลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 56.50 ตันต่อเฮกตาร์ 10.99 ตันต่อเฮกตาร์ และ 2.36 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาของพรเทพ และคณะ (2556) พบว่าผลผลิตมวลชีวภาพของเทพทาโรอายุ 4 ปี ที่ปลูกใต้เรือนยอดของกระถินณรงค์ส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 2.62 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ 1.50 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ 2.69 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และ 0.03 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตมวลชีวภาพของเทพทาโรที่ปลูกกลางแจ้ง ของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 10.43 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ 5.37 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ 14.37 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และ 0.06 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ เนื่องจากจำนวนต้นเทพทาโรที่ปลูกใต้เรือนยอดของกระถินณรงค์เหลือน้อยกว่าที่ปลูกกลางแจ้งมาก เมื่อนำมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้มาเปรียบเทียบสัดส่วนกันแล้วพบว่า ส่วนลำต้น กิ่ง และใบ มีค่าร้อยละ 80.89, 15.73

และ 3.38 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่ามวลชีวภาพส่วนลำต้นมีค่าสูงที่สุดและใบมีค่าต่ำสุด ซึ่งเป็นไปตามการศึกษามวลชีวภาพในต้นไม้ส่วนใหญ่ทั่วไป ในขณะที่การศึกษาของพรเทพ และคณะ (2556) พบว่าสัดส่วนของมวลชีวภาพระหว่างลำต้นและใบมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยในส่วนของใบมีมวลชีวภาพมากกว่าลำต้นเล็กน้อย ในการศึกษาครั้งนี้เทพทาโรที่มีอายุมากมีมวลชีวภาพส่วนใบต่ำที่สุด ดังนั้นการปลูกเพื่อมีวัตถุประสงค์เพื่อนำใบไปใช้ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ซึ่งทำได้ง่ายกว่าส่วนอื่นนั้น ควรใช้เมื่อต้นเทพทาโรยังมีอายุน้อยซึ่งจะมีใบปริมาณมาก หรือต้องจัดการเพื่อลดทอนความสูงของลำต้นเพื่อให้มีใบปริมาณที่มากขึ้นและสะดวกต่อการจัดเก็บใบไปใช้ประโยชน์

ตะเคียนทอง อายุ 24 ปี มีค่ามวลชีวภาพส่วนลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 113.79 ตันต่อเฮกตาร์, 20.90 ตันต่อเฮกตาร์ และ 4.58 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ หรือมีผลผลิตมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เท่ากับ 139.26 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี ในขณะที่การศึกษาของปริญญา และคณะ (2561) พบว่าผลผลิตมวลชีวภาพของตะเคียนทองอายุ 21 ปี ที่ปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีค่าเท่ากับ 131.82 ตันต่อเฮกตาร์ และผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 6.28 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี การศึกษาครั้งนี้พบว่ามวลชีวภาพส่วนลำต้นมีค่าสูงที่สุด (ร้อยละ 81.70) และใบมีค่าต่ำสุด (ร้อยละ 3.29) ซึ่งเป็นไปตามการศึกษามวลชีวภาพในต้นไม้ส่วนใหญ่ทั่วไป ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของต้นตะเคียนทองในพื้นที่ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (2561) ที่พบว่าสัดส่วนของมวลชีวภาพระหว่างลำต้นและใบมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยในส่วนของลำต้นมีมวลชีวภาพมากกว่าใบเล็กน้อย

มวลชีวภาพส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ ของเคี่ยม อายุ 27 ปี มีค่าเท่ากับ 82.66 ตันต่อเฮกตาร์, 15.29 ตันต่อเฮกตาร์ และ 3.49 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ หรือมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดินมีค่าเท่ากับ 101.44 ตันต่อเฮกตาร์ เมื่อคิดเป็นสัดส่วนแล้วพบว่าส่วนที่เป็นลำต้น ใบ และกิ่ง มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 81.48, ร้อยละ 15.07 และ ร้อยละ 3.44 ตามลำดับ ซึ่งส่วนที่เป็นลำต้นจะมีค่าสูงที่สุดและใบมีค่าต่ำสุด เช่นเดียวกับเทพทาโรและเคี่ยม ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาเรื่องมวลชีวภาพในไม้เคี่ยมมากนัก จึงไม่สามารถเปรียบเทียบมวลชีวภาพของเคี่ยมกับการศึกษาที่ผ่านมาได้ อย่างไรก็ตามหากต้องการปลูกเพื่อต้องการนำเปลือกไปใช้ในการสกัดสารเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ควรใช้เมื่อต้นเคี่ยมมีอายุมาก ซึ่งจะมีปริมาณเปลือกมาก และการนำไปใช้ในการสกัดสารจะทำให้ได้ปริมาณสารที่มากด้วยเช่นกัน

จากค่าของมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน เมื่อนำมาหาค่าการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้มีค่าทั้ง 3 ชนิด พบว่า เทพทาโร สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 32.83 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ หรือ 120.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ ตะเคียนทอง สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 65.45 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ หรือ 240.00 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ และเคี่ยมสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 47.68 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ หรือ 174.82 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ และเมื่อทดลองคำนวณด้วยสมการประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนที่มีการศึกษามาก่อน พบว่า การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเทพทาโรและเคี่ยมมีค่าใกล้เคียงกับค่าจากสมการของ Duangsathaporn *et al*. (2023) และมีค่าต่ำกว่า Tsutsumi *et al*. (1983) ส่วนตะเคียนทองมีค่าสูงกว่าการศึกษาทั้งสอง ทั้งนี้เนื่องจาก Tsutsumi *et al*. (1983) และ Duangsathaporn *et al*. (2023) ดำเนินการในป่าดิบแล้งตามธรรมชาติในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย ตามลำดับ การเติบโตและรูปทรงจะแตกต่างจากต้นไม้ในแปลงปลูกเป็นลักษณะสวนป่า (Table 2)

Table 2 Aboveground biomass, Carbon storage and CO_2 absorption of 3 high-value tree species.

Species	Tree part	Biomass (ton ha^{-1})	Carbon storage (ton C ha^{-1})	CO_2 absorption (ton CO_2 ha^{-1})		
				this study	Tsutsumi *et al.* (1983)	Duangsathaporn *et al.* (2023)
Cinnamomum	Stem	56.50	26.56	97.37		
porrectum	Branch	10.99	5.16	18.93		
	Leaf	2.36	1.11	4.07		
	Total	69.85	32.83	120.38	165.32	124.44
Hopea	Stem	113.79	53.48	196.09		
odorata	Branch	20.90	9.82	36.01		
	Leaf	4.58	2.15	7.89		
	Total	139.26	65.45	240.00	141.98	103.59
Cotylelobium	Stem	82.66	38.85	142.45		
lanceolatum	Branch	15.29	7.19	26.35		
	Leaf	3.49	1.64	6.02		
	Total	101.44	47.68	174.82	313.91	216.78

อย่างไรก็ตาม การจัดการตามหลักวนวัฒนวิธีอย่างประณีตขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ หากต้องการนำส่วนเนื้อไม้ไปใช้ประโยชน์ จำเป็นที่ต้องได้ต้นที่มีความโตและตรงเปลา การลิดกิ่งจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม ในขณะที่การปลูกเพื่อต้องการใบ หรือการปลูกเพื่อสิ่งแวดล้อมในด้านการช่วยลดแรงกระแทกของน้ำฝนลงสู่พื้นดิน รวมถึงความต้องการการกักเก็บคาร์บอนของส่วนเหนือพื้นดินอาจไม่จำเป็นต้องมีการลิดกิ่ง เพื่อให้มีกิ่งและใบปริมาณที่มาก อย่างไรก็ตามเนื่องจากมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนส่วนที่เป็นลำต้นมีค่าสูงกว่าส่วนของกิ่งและใบอยู่แล้ว ดังนั้นการจัดการทางวนวัฒนวิธีที่ทำให้ต้นไม้เติบโตดี ทำให้ลำต้นมีขนาดใหญ่ นอกจากจะเพื่อประโยชน์ทางเนื้อไม้แล้วยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้อีกด้วย

สรุปผลการศึกษา

สมการประมาณมวลชีวภาพที่ได้จากการศึกษา สามารถนำไปใช้ประมาณมวลชีวภาพเพื่อการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของไม้มีค่า 3 ชนิด ได้แก่ เทพทาโร ตะเคียนทอง และเคี่ยม ที่ปลูกในภาคใต้ นอกจากนี้ยังได้สร้างสมการที่ใช้เพียงค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเป็นตัวแปรเพียงค่าเดียวเป็นทางเลือกสำหรับการนำไปใช้ เนื่องจากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกทำได้ง่าย โดยเครื่องมือที่หาได้ทั่วไป ในขณะที่การวัดความสูง ต้องใช้เครื่องมือเฉพาะ และยากต่อการวัดให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำ หากค่าที่ได้มีความถูกต้องน้อย การนำมาใช้ในสมการอาจทำให้ได้ผลผลิตที่คลาดเคลื่อนได้ สมการแอลโลเมตริกสำหรับประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ใช้ของเทพทาโร คือ $W_{AG} = 0.1671 \times DBH^{2.2964}$ ($R^2 = 0.9616$) ตะเคียนทอง คือ $W_{AG} = 0.1245 \times DBH^{2.7409}$ ($R^2 = 0.9641$) และเคี่ยม คือ $W_{AG} = 0.2127 \times DBH^{2.2878}$ ($R^2 = 0.9620$) ตามลำดับ เกษตรกรสามารถเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการประมาณผลผลิตในการซื้อขายเนื้อไม้ และใช้เป็นข้อมูลประกอบในการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อไปในอนาคตได้

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาไม้มีค่า 3 ชนิด ที่ปลูกในภาคใต้ ไม่อาจกล่าวได้ว่าสมการนี้จะนำไปใช้ได้ในทุกสวนป่า ทุกขนาดหรือทุกช่วงชั้นอายุ เพียงแต่เป็นสมการที่เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับนำไปใช้ในการประเมินไม้ทั้ง 3 ชนิดที่ปลูกในภาคใต้ ควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มขึ้นให้ครอบคลุมลักษณะพื้นที่และชั้นอายุมากยิ่งขึ้นจนมีข้อมูลเพียงพอจะสามารถนำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาสมการที่สามารถใช้ได้ในสวนป่าของไม้มีค่า 3 ชนิด ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นโครงการวิจัยหนึ่งของกรมป่าไม้ และได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอธิบดีกรมป่าไม้ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ผู้อำนวยการส่วนวนวัฒนวิจัย ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินการ ขอขอบพระคุณ คุณวรัญญู ราษฎร์เจริญ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ ผู้ริเริ่มและเขียนข้อเสนอโครงการวิจัย ขอขอบคุณ คุณบางรักษ์ เชษฐสิงห์ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. ม.ป.ป. ก. **เทพทาโร ไม้มงคลมหัศจรรย์**. แหล่งที่มา : http://forprod.forest.go.th/forprod/nana/PDF/9.pdf, 22 พฤษภาคม, 2566.

กรมป่าไม้. ม.ป.ป. ข. **เทพทาโร ไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัดพังงา**. แหล่งที่มา : http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/teptaro.pdf, 22 พฤษภาคม, 2566.

กรมป่าไม้. ม.ป.ป. ค. **ตะเคียนทอง**. แหล่งที่มา: https://shorturl.at/apsWY, 22 พฤษภาคม, 2566.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, ม.ป.ป. **เคี่ยม พันธุ์ไม้พระราชทานเพื่อปลูกเป็นมงคลจังหวัดสุราษฎร์ธานี.** แหล่งที่มา: https://www.dnp.go.th/EPAC/province_plant/suratthani.htm, 5 มิถุนายน, 2566

เกียรติก้อง พิตรปรีชา, ธิติ วิสารัตน์, สมบูรณ์ กีรติประยูร และชิงชัย วิริยะบัญชา. 2530 **การประมาณมวลชีวภาพและปริมาตรรายต้นของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส**. เอกสารทางวิชาการ เล่มที่ 18. งานนิเวศวิทยาป่าไม้, ฝ่ายวนวัฒนวิจัย กองบำรุง กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ชนิตา ทองฝาก, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และจงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2556. มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของสัก ณ สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี, น. 221-231. *ใน* **รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 9: วนวัฒนวิทยา การฟื้นฟูป่าตามแนวพระราชดำริ ฝ่าวิกฤตสิ่งแวดล้อม**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

บรรดิษฐ์ หงส์ทอง. 2544. การเจริญเติบโตของไม้วงศ์ไม้ยาง 6 ชนิดใต้ร่มเงาระดับต่าง ๆ, น. 100-127. *ใน* **รายงานวนวัฒนวิจัย ประจำปี 2544**. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ปริญญา ภูศักดิ์สาย, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, รุ่งเรือง พูลศิริ, และชนิษฐา จันทโชติ. 2561. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่า 4 ชนิด ณ สถานีวนวัฒนวิจัย ประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. **วารสารวนศาสตร์** 37 (2) : 13-26.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2552. การประมาณมวลชีวภาพของพืชและของป่าไม้. **วารสารการจัดการป่าไม้** 3 (5) : 63-88.

พรเทพ เหมือนพงษ์ คงศักดิ์ มีแก้ว และสมบูรณ์ บุญยืน. 2556. การเจริญเติบโต และการจัดการไม้เทพทาโร, น. 265-281. *ใน* **การประชุมวิชาการป่าไม้ประจำปี 2556 “ผลผลิตและงานวิจัยป่าไม้สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน”.** กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

วาทินี สวนผกา และ สมบูรณ์ บุญยืน. 2559. การเติบโต และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ 8 ชนิด ในแปลงทดสอบชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. น. 320-326. *ใน* **รายงานการสัมมนา ทางวนวัฒนวิทยาครั้งที่ 10 “ป่าปลูก...นำไทย สู่เศรษฐกิจเชิงนิเวศ”**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์ภูมิอากาศ. 2566ก. **ภูมิอากาศจังหวัดสงขลา.** แหล่งที่มา: https://shorturl.at/kquyQ, 5 มิถุนายน, 2566

ศูนย์ภูมิอากาศ. 2566ข. **ภูมิอากาศจังหวัดสุราษฎร์ธานี.** แหล่งที่มา: https://shorturl.at/nxU05. 5 มิถุนายน, 2566

ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม. 2561. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การพัฒนาวิธีการประเมินการกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอน ภายใต้โครงการพัฒนาเครื่องมือ/วิธีการประเมินกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอน**. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม, กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ

เสริมพงศ์ นวลงาม และจงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2543. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บ คาร์บอนที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. **วารสารวนศาสตร์** 19-21: 96-103.

อภิสิทธิ์ สิมศิริ. 2545. ไม้ตะเคียนทอง: การเจริญเติบโตในแปลงปลูกป่าภาคอีสานของประเทศไทย, น. 101-111. *ใน* **รายงานการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 7: วนวัฒนวิทยาเพื่อพัฒนาสวนป่าเศรษฐกิจ**, กรุงเทพฯ.

Duangsathaporn, K., Sangram, N., Omule, Y., Prasomsin, P., Palakit, K. and Lumyai, P. 2023. Formulating Equations for Estimating Forest Stand Carbon Stock for Various Tree Species Groups in Northern Thailand. **Forest** 14: 1584.

Tsutsumi, T., Yoda, K., Sahunaru, P., Dhanmanonda, P. and Prachaiyo, B. 1983. Forest: Felling, Burning and Regeneration, pp. 13-62. *In* K.Kyuma and C. Pairintra, eds. **Forest: Felling, Burning and Regeneration In Shifting cultivation, An experiment at Nam Phrom, Thailand, and its Implications for upland farming in the monsoon Tropics**. A Report of a Cooperative Research Between Thai-Japanese Universities.

ผลเบื้องต้นของการรอดตายและการเติบโตของหอมแก่นจันทน์ 15 สายต้น ที่ปลูกทดลองในพื้นที่ 5 จังหวัด

Preliminary results of survival and growth the 15 clones Sandalwood (*Santalum album* Linn.) planted in 5 experimental provinces

ชนิษฐา จันทโชติ[1*] วรพรรณ หิมพานต์[2] ดุริยะ สถาพร[1] บางรักษ์ เชษฐสิงห์[1] เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ[1] สมพร คำชมภู[1]

Chanittha Chantachot[1*] Woraphan Himmapan[2] Duriya Staporn[1] Bangrak Chadthasing[1]
Benjarat Prompen[1] and Somporn Khumchompoo[1]

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Research And Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900

[2]สำนักป้องกันรักษาป่าและควบคุมไฟป่า กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[2] Forest Protection and Forest Fire Control Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **chanittha5460@gmail.com**

บทคัดย่อ

หอมแก่นจันทน์เป็นไม้ต่างถิ่นที่นิยมและตลาดมีต้องการสูง ในประเทศไทยยังมีการศึกษารูปแบบการปลูกและการเติบโตไม่มากนัก การทดลองปลูกหอมแก่นจันทน์มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลเบื้องต้นของการรอดตายและการเติบโตของหอมแก่นจันทน์ลูกผสม จำนวน 15 สายต้น ที่ปลูกร่วมกับไม้พี่เลี้ยง 5 ชนิด ในพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ สักในจังหวัดขอนแก่น กระถินลูกผสมในจังหวัดนครราชสีมา สนทะเลในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มะค่าโมงในจังหวัดพะเยา และกระถินเทพาในจังหวัดสงขลา ในแต่ละพื้นที่ปลูกหอมแก่นจันทน์จำนวน 5 ต้น รอบต้นไม้พี่เลี้ยง 1 ต้น ระยะห่าง 2 เมตร ทำการปลูก 4 ซ้ำ วัดข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิดดินและความสูง เมื่อหอมแก่นจันทน์อายุ 6 เดือน ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิดดินเฉลี่ยสูงที่สุด คือหอมแก่นจันทน์ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (0.61 เซนติเมตร) โดยสายต้น 4 มีค่าสูงที่สุด (0.77 เซนติเมตร) ด้านความสูงเฉลี่ยมากที่สุดปลูกที่จังหวัดพะเยา (53.71 เซนติเมตร) โดยสายต้น 19 มีค่าสูงที่สุด (78.06 เซนติเมตร) หอมแก่นจันทน์ที่มีอัตราการรอดตายร้อยละ 100 ได้แก่ สายต้น 4, 13 และ 17 ที่ปลูกในจังหวัดขอนแก่น และสายต้น 19 และ 22 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา นอกจากนี้ยังพบว่าสายต้น 16 ที่ปลูกที่จังหวัดนครราชสีมา มีการรอดตายเพียงร้อยละ 5 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิดดิน ความสูง และการรอดตายของหอมแก่นจันทน์ 15 สายต้นที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดเดียวกัน ส่วนใหญ่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนหอมแก่นจันทน์สายต้นเดียวกันที่ปลูกต่างพื้นที่พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิดดินและความสูงส่วนใหญ่มีความแตกต่างกัน แต่การรอดตายส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยด้านสภาพพื้นที่และไม้พี่เลี้ยงที่แตกต่างกันจึงไม่สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติได้ อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองเบื้องต้นในเรื่องการรอดตายสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการแนะนำหรือส่งเสริมสายต้นที่เหมาะสมต่อการปลูกในแต่พื้นที่ได้ และควรมีการศึกษาต่อเนื่องในเรื่องการเติบโตและผลผลิตสำหรับการส่งเสริมปลูกหอมแก่นจันทน์ต่อไป

คำสำคัญ: หอมแก่นจันทน์ ไม้พี่เลี้ยง พื้นที่ การรอดตาย

ABSTRACT

Sandalwood is a popular exotic tree with a high demand in the market. There is still limited research on the cultivation and growth of sandalwood in Thailand. The objective of this study were to examine the preliminary result of survival and growth of 15 clones Sandalwood planted with the 5-host tree species in 5 Provinces namely : *Tectona grandis in* Khon Kaen Province, *Acacia* hybrid in Nakhon Ratchasima Province, *Casuarina equisetifolia* in Prachuap Khiri

Khan Province, *Afzelia xylocarpa* in Phayao Province, and *Acacia mangium* in Songkhla Province. There were 5 Sandalwood trees 2 meter around the host tree within 4 replications. Diameter at ground level (D_0) and height were measured in 6 months. The preliminary result showed that the largest D_0 was in Prachuap Khiri Khan Province (0.61 cm) and the clone number 4 was largest (0.77 cm). The highest Sandalwood was planted in Phayao Province (53.71 cm), while the clone number 19 was highest (78.06 cm). The survival was 100% found in clone number 4, 13 and 17 were planted in Khon Kaen Province and 19 and 22 were planted in Nakhon Ratchasima Province. The clone number 16 planted in Nakhon Ratchasima Province showed only 5% survival. The comparison found that almost all of average of D_0, height, and survival of Sandalwood planted in the same province showed significant differences. The same clone number planted in different provinces showed differences in D_0 and height, while survival showed little difference. Due to the differences in area conditions and the host tree species, the statistical analysis could not be performed. However, the preliminary result of the survival can be used as information to recommend or promote the suitable clone number for planting in each province. Further studies of the growth and yield are needed for the further promotion of planting Sandalwood.

Keywords: Sandalwood, Host tree, Site, Survival

คำนำ

หอมแก่นจันทน์ (*Santalum album*) เป็นไม้ต่างถิ่นที่นิยมและตลาดมีต้องการสูง (Kumar *et al*., 2012) เนื่องจากเนื้อไม้นำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น แกะสลัก ชิ้นไม้ขนาดเล็กนำมาทำธูป เนื่องจากเนื้อไม้จะมีกลิ่นหอมโดยเฉพาะแก่นไม้ แก่นไม้และรากเมื่อนำมาสกัดจะให้น้ำมันที่มีความหอมในปริมาณสูง เหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นส่วนผสมของอุตสาหกรรมน้ำหอมและเครื่องสำอาง จึงทำให้น้ำมันหอมแก่นจันทน์มีมูลค่าสูง หอมแก่นจันทน์นำมาทดลองปลูกในประเทศไทยมากกว่า 20 ปี โดยนำมาทดลองเพาะและปลูกในสถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งพบว่าเติบโตได้ดี แม้ว่าบริเวณที่ปลูกดินมีสารอาหารในดินต่ำ ดินเป็นดินทรายและพื้นที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย (พรศักดิ์, 2550) หอมแก่นจันทน์เป็นไม้กึ่งกาฝาก (hemi parasite) ในช่วงที่มีอายุน้อยต้องพึ่งพาไม้พี่เลี้ยง (host tree) เพื่อให้เติบโตได้ดี โดยไม้ส่วนใหญ่ที่เหมาะสมสำหรับเป็นไม้เจ้าบ้านจะเป็นกลุ่มไม้ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ เช่น สนทะเล (*Casuarina equisetifolia*) พะยูงอินเดีย (*Dalbergia latifolia*) และหยีทะเล (*Derris indica*) (Applegate *et al*., 1990; Barbour, 2008) อย่างไรก็ตามรูปแบบการปลูกและการจัดการหอมแก่นจันทน์ในประเทศไทยมีการศึกษาน้อยมาก โดยเฉพาะการปลูกหอมแก่นจันทน์ร่วมกับไม้เจ้าบ้านในรูปแบบที่แตกต่างกัน รวมไปถึงปัจจัยแวดล้อมที่จะส่งผลต่อการเติบโตของไม้ชนิดนี้ จากการที่หอมแก่นจันทน์มีศักยภาพด้านการเติบโตและการสร้างแก่นที่จะให้น้ำมัน (พรศักดิ์, 2550) ซึ่งเป็นการสร้างรายได้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่งเมื่อมีการปลูกร่วมกับพืชเกษตร หรือปลูกผสมผสานร่วมกับไม้อื่น ๆ กรมป่าไม้ ได้มีการคัดเลือกแม่ไม้ประมาณ 30 สายต้น รวมทั้งหอมแก่นจันทน์ลูกผสมสำหรับการส่งเสริมการปลูก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษารูปแบบการปลูกที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอมแก่นจันทน์ ได้แก่ สายต้นและชนิดของไม้พี่เลี้ยงที่เหมาะสมต่อการปลูกในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการปลูกไม้หอมแก่นจันทน์เชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาในพื้นที่แปลงทดลองของกรมป่าไม้ใน 5 พื้นที่ เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละภาคในประเทศไทย ได้แก่ ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ขอนแก่น) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 6 (นครราชสีมา) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 7

(ประจวบคีรีขันธ์) ศูนย์วนวัฒนวิจัยที่ 9 (สงขลา) และสถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา จังหวัดพะเยา ทำการปลูกเสริมในแปลงปลูกไม้ชนิดต่าง ๆ กันของกรมป่าไม้ เพื่อให้เป็นไม้พี่เลี้ยง พื้นที่ศึกษา ชนิดและอายุของไม้พี่เลี้ยง แสดงใน Table 1

Table 1 Study areas and host trees

No.	Study area	Host tree	Age of host tree (year)
1	Khon Kaen	*Tectona grandis*	10
2	Nakhon Ratchasima	*Acacia* hybrid	6
3	Prachuap Khiri Khan	*Casuarina equisetifolia*	40
4	Phayao	*Afzelia xylocarpa*	16
5	Songkhla	*Acacia mangium*	34

วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) พื้นที่ละ 4 ซ้ำ ในแปลงทดลองขนาด 20x20 เมตร โดยใช้กล้าไม้หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ผ่านการคัดเลือกจากแปลงปลูก ปี 2539 ของสถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ เป็นพันธุกรรมที่ให้ปริมาณน้ำมันสูง จำนวน 15 สายต้น (4 5 6 9 13 15 16 17 18 19 20 22 26 27 และ 29) คัดเลือกกล้าไม้อายุ 8-10 เดือน ที่มีความสูง ระหว่าง 25-30 เซนติเมตร ปลูกระหว่างแถวของไม้พี่เลี้ยง โดยปลูกหอมแก่นจันทน์ เมื่อเดือนสิงหาคม 2565 จำนวน 15 สายต้น สายต้นละ 5 ต้น รอบต้นไม้พี่เลี้ยงแต่ละชนิด ด้วยระยะห่างจากไม้พี่เลี้ยง 2 เมตร และห่างกันระหว่างหอมแก่นจันทน์ 2.5 เมตร (Figure 1) ในแต่ละซ้ำมีไม้พี่เลี้ยงจำนวน 15 ต้น และหอมแก่นจันทน์จำนวน 75 ต้น ดำเนินการ 4 ซ้ำ รวมไม้พี่เลี้ยง 60 ต้น และหอมแก่นจันทน์ 300 ต้น ดูแลรักษาต้นไม้ ด้วยการรดน้ำกล้าไม้ทุกต้นหลังปลูกเพื่อให้กล้าไม้ตั้งตัวได้ดี กำจัดวัชพืชและเถาวัลย์ปีละ 3 ครั้ง เพื่อลดการแก่งแย่งสารอาหารจากวัชพืช พร้อมทั้งจัดทำแนวกันไฟเพื่อป้องกันไฟป่าที่อาจจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ตรวจนับการรอดตาย และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิดดิน (D_0) และความสูง เมื่ออายุ 6 เดือน แล้วนำข้อมูลการรอดตาย D_0 และความสูงมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ระหว่างสายต้นของแต่ละพื้นที่โดยใช้โปรแกรม R 4.3.1

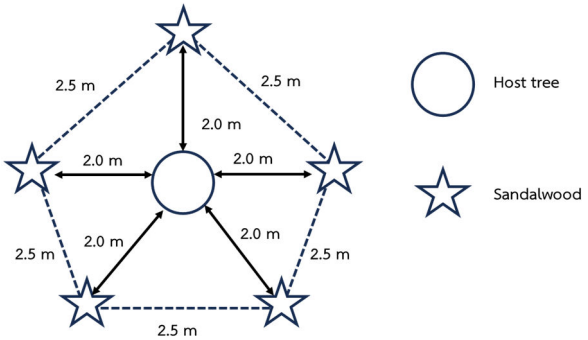


Figure 1 Lay out of planting

ผลและวิจารณ์

จากการตรวจวัดการรอดตายและการเติบโตของหอมแก่นจันทน์ลูกผสม 15 สายต้น ที่ปลูกในจังหวัดขอนแก่น ไม้พี่เลี้ยงคือสัก จังหวัดนครราชสีมา ไม้พี่เลี้ยงคือกระถินลูกผสม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ไม้พี่เลี้ยงคือสนทะเล จังหวัดพะเยา ไม้พี่เลี้ยงคือมะค่าโมง และจังหวัดสงขลา กระถินเทพาเป็นไม้พี่เลี้ยง ตรวจนับเมื่ออายุ 6 เดือน มีผลการศึกษาเบื้องต้น ดังนี้

1. การรอดตายของหอมแก่นจันทน์ลูกผสม

การรอดตายของหอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ปลูกในขอนแก่น นครราชสีมา ประจวบคีรีขันธ์ พะเยา และสงขลา มีการรอดตายเฉลี่ย ร้อยละ 87.0 68.7 77.0 80.3 และ 59.7 ตามลำดับ หากพิจารณาการรอดตายของหอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่มีการรอดตายต่ำกว่า ร้อยละ 60 เพื่อประกอบการส่งเสริมการปลูก ผลการศึกษาเบื้องต้นในช่วงอายุ 6 เดือน พบว่า จังหวัดขอนแก่นสามารถแนะนำให้ปลูกได้ทุกสายต้น ท้องที่นครราชสีมาไม่ควรแนะนำให้ปลูก สายต้น 4 16 และ 20 สายต้นที่ไม่ควรแนะนำปลูกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ คือ สายต้น 6 และ 26 จังหวัดพะเยาไม่ควรแนะนำให้ปลูกสายต้น 16 ในขณะที่จังหวัดสงขลา สายต้นที่ไม่ควรแนะนำให้ปลูกคือ สายต้น 15 9 16 18 20 22 และ 26 การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การรอดตายของหอมแก่นจันทน์ลูกผสมแต่ละสายต้นที่ปลูกในท้องที่จังหวัดขอนแก่น จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดพะเยา แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสายต้นเดียวกันที่ปลูกต่างพื้นที่นั้น แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นหอมแก่นจันทน์สายต้น 4 เนื่องจากการรอดตายของต้นที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมามีค่าต่ำมาก เช่นเดียวกับการรอดตายของหอมแก่นจันทน์สายต้น 20 สายต้น 22 ที่ปลูกในจังหวัดสงขลาซึ่งมีการรอดตายต่ำ แต่เนื่องจากปัจจัยส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้พี่เลี้ยงที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าทางสถิติการรอดตายในต่างพื้นที่ (Table 2)

Table 2 Survival (%) of 15-clone-number of Sandalwood in each study sites

Clone	Survival (%)									
No.	Khon Kaen		Nakhon Ratchasima		Prachuab Kririkan		Phayao		Songkla	
4	100.0	a	20.0	cd	95.0	a	80.0	ab	80.0	a
5	85.0	ab	70.0	ab	75.0	a	85.0	ab	60.0	a
6	90.0	ab	70.0	ab	55.0	a	75.0	ab	80.0	a
9	95.0	ab	75.0	ab	80.0	a	90.0	a	35.0	a
13	100.0	a	90.0	ab	75.0	a	95.0	a	85.0	a
15	75.0	ab	75.0	ab	80.0	a	90.0	a	20.0	a
16	85.0	ab	5.0	c	80.0	a	35.0	b	45.0	a
17	100.0	a	60.0	bd	80.0	a	80.0	ab	70.0	a
18	65.0	ab	75.0	ab	70.0	a	75.0	ab	45.0	a
19	95.0	ab	100.0	b	80.0	a	95.0	a	75.0	a
20	90.0	ab	55.0	ad	85.0	a	85.0	ab	45.0	a
22	95.0	ab	100.0	b	90.0	a	85.0	a	50.0	a
26	80.0	ab	90.0	ab	55.0	a	85.0	a	55.0	a
27	90.0	ab	85.0	ab	75.0	a	80.0	ab	75.0	a
29	60.0	b	60.0	bd	80.0	a	70.0	ab	75.0	a
Avg	**87.0**		**68.7**		**77.0**		**80.3**		**59.7**	
p value	**0.007**	**	**<0.001**	**	**0.444**	ns	**0.027**	*	**0.474**	ns

Remarks : ns : not significant, * : significant at $p \leq 0.05$, ** : significant at $p \leq 0.01$
Different letter indicated statistically significant different ($p \leq 0.05$)

2. การเติบโตของหอมแก่นจันทน์ลูกผสม

ผลเบื้องต้นพบว่าค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชิดดิน (D_0) ของหอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ปลูกในจังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา ประจวบคีรีขันธ์ พะเยา และสงขลา มีค่าเท่ากับ 0.28 เซนติเมตร 0.30 เซนติเมตร 0.61 เซนติเมตร 0.50 เซนติเมตร และ 0.25 เซนติเมตร ตามลำดับ หอมแก่นจันทน์ที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีค่า D_0

สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ หอมแก่นจันทร์ที่ปลูกในจังหวัดพะเยา โดย D_0 สูงที่สุดคือหอมแก่นจันทน์สายต้น 4 ที่ปลูกที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (0.77 เซนติเมตร)

หากพิจารณาในด้าน D_0 ที่มีค่าสูงที่สุด 5 อันดับแรก หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ได้แก่ สายต้น 4 13 26 5 และ 9 ตามลำดับ หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ 26 22 19 27 และ 4 ตามลำดับ หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่ สายต้น 4 22 13 29 และ 27 ตามลำดับ หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดพะเยา ได้แก่ สายต้น 19 26 15 13 และ 20 ตามลำดับ และที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดสงขลา ได้แก่ สายต้น 18 22 13 4 และ 5 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่า D_0 ในแต่ละพื้นที่พบว่าหอมแก่นจันทน์ลูกผสมแต่ละสายต้นที่ปลูกในจังหวัดขอนแก่นและประจวบคีรีขันธ์ไม่แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการเปรียบเทียบหอมแก่นจันทน์ลูกผสมสายต้นเดียวกันที่การปลูกแต่ละพื้นที่ พบว่ามีความแตกต่างกัน แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมและไม้พี่เลี้ยงที่ต่างกัน จึงไม่สามารถวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติได้ (Table 3)

Table 3 Diameter at ground level (D_0, cm) of 15-clone-number of Sandalwood in each study sites

Clone	Diameter at ground level (D_0, cm)				
No.	Khon Kaen	Nakhon Ratchasima	Prachuab Kririkan	Phayao	Songkla
#04	0.31	0.33 bce	0.77	0.46 ab	0.31 a
#05	0.31	0.28 ae	0.58	0.51 ab	0.30 a
#06	0.27	0.24 ab	0.50	0.41 ac	0.26 a
#09	0.29	0.33 bce	0.62	0.36 a	0.21 a
#13	0.31	0.32 bce	0.70	0.61 ab	0.31 a
#15	0.27	0.21 ac	0.55	0.64 bc	0.20 a
#16	0.18	0.17 ab	0.59	0.40 ab	0.17 a
#17	0.29	0.26 abd	0.61	0.47 ab	0.30 a
#18	0.23	0.32 bce	0.50	0.42 ab	0.33 b
#19	0.28	0.37 def	0.67	0.68 b	0.24 a
#20	0.24	0.28 ae	0.63	0.53 ab	0.21 a
#22	0.28	0.39 ef	0.71	0.48 ab	0.33 b
#26	0.31	0.47 f	0.44	0.65 bc	0.16 a
#27	0.29	0.34 be	0.67	0.52 ab	0.27 a
#29	0.27	0.18 a	0.70	0.37 a	0.18 a
Avg	**0.28**	**0.30**	**0.61**	**0.50**	**0.25**
p value	**0.51 ns**	**<0.01 ****	**0.24 ns**	**<0.01 ****	**0.03 ***

Remarks : ns : not significant, * : significant at $p \leq 0.05$, ** : significant at $p \leq 0.01$
Different letter indicated statistically significant different ($p \leq 0.05$)

ส่วนของความสูงเฉลี่ยของหอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ปลูกในจังหวัดขอนแก่น นครราชสีมา ประจวบคีรีขันธ์ พะเยา และสงขลา มีค่าเท่ากับ 30.67 25.99 51.08 53.71 และ 26.64 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยหอมแก่นจันทน์ลูกผสมสายต้น 19 ที่ปลูกในจังหวัดพะเยามีค่าสูงที่สุด (78.06 เซนติเมตร) หากพิจารณาปัจจัยด้านความสูง สายต้นที่ควรแนะนำให้ปลูกในจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ 13 4 19 5 และ 26 ตามลำดับ สายต้นที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ 26 22 4 13 และ 18 ตามลำดับ สายต้นที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่ 5 13 19 4 และ 17 ตามลำดับ สายต้นที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดพะเยา ได้แก่

19 15 13 26 และ 20 ตามลำดับ และที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดสงขลา ได้แก่ สายต้น 5 13 6 4 และ 22 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติพบว่าหอมแก่นจันทน์ลูกผสมสายต้นต่าง ๆ เกือบทุกพื้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในจังหวัดสงขลา หอมแก่นจันทน์ลูกผสมสายต้นเดียวกันที่การปลูกแต่ละพื้นที่พบว่ามีความแตกต่าง แต่เนื่องจากสภาพแวดล้อมและไม้พี่เลี้ยงที่ต่างกัน จึงไม่สามารถวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติได้ (Table 4)

Table 4 Height (cm) of 15-clone-number of Sandalwood in each study sites

Clone	Height (cm)									
No.	Khon Kaen		Nakhon Ratchasima		Prachuab Kririkan		Phayao		Songkla	
#04	37.97	bc	33.50	ab	55.83	ab	49.65	ab	31.46	
#05	36.22	bc	22.12	ab	62.01	b	55.81	ac	38.54	
#06	27.44	ab	24.22	ab	42.68	ab	45.36	ab	33.13	
#09	29.73	abc	28.51	ab	50.75	ab	33.61	a	20.38	
#13	39.01	c	33.26	ab	58.47	ab	63.84	bc	35.95	
#15	28.30	abc	18.00	ab	47.80	ab	65.99	bc	15.83	
#16	21.46	a	15.00	ab	47.38	ab	45.91	ab	18.31	
#17	32.95	abc	15.63	b	55.44	ab	51.03	ab	28.21	
#18	26.31	abc	30.53	ab	53.96	ab	49.47	ab	30.86	
#19	37.77	bc	25.15	ab	57.79	ab	78.06	c	27.28	
#20	27.58	abc	21.21	ab	48.09	ab	59.16	bc	25.10	
#22	26.21	ab	37.85	ab	51.66	ab	52.14	ab	31.45	
#26	33.74	bc	41.09	a	35.94	a	61.72	bc	17.23	
#27	28.83	abc	27.94	ab	49.14	ab	52.66	ab	28.52	
#29	26.46	ab	15.88	b	49.23	ab	41.26	ab	17.30	
Avg	**30.67**		**25.99**		**51.08**		**53.71**		**26.64**	
p value	**0.04**	*	**0.01**	**	**0.04**		**<0.01**	**	**0.11**	ns

Remarks : ns : not significant, * : significant at p≤0.05, ** : significant at p≤0.01
Different letter indicated statistically significant different (p≤0.05)

จากรายงานของ AsiaFarming (2023) พบว่าในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศ ดิน และระบบชลประทานที่เหมาะสม หอมแก่นจันทน์สามารถเติบโตทางขนาดเส้นรอบวงได้ 5 เซนติเมตรต่อปี ผลผลิตของแก่นไม้เมื่ออายุ 10-15 ปี จะได้ประมาณ 2-4 กิโลกรัม โดยผลผลิตเนื้อไม้ต่อต้นอยู่ระหว่าง 10-25 กิโลกรัมต่อปี ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะการเติบโตของหอมแก่นจันทน์ ซึ่งขึ้นกับการคัดเลือกพื้นที่ การจัดการไม้พี่เลี้ยง ระบบชลประทาน การควบคุมโรคและแมลง

หอมแก่นจันทน์ในประเทศไทยมีการศึกษาไม่มากนัก การศึกษาที่ผ่านมา พรศักดิ์ (2550) พบว่าหอมแก่นจันทน์ที่ทดลองปลูกในท้องที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีการเติบโตดี และมีการรอดตายสูง ในปีแรกมีความสูง 0.89 เมตร D_0 เท่ากับ 1.32 เซนติเมตรและในปีที่ 5 มีความสูง 4.9 เมตร D_0 เท่ากับ 10.10 เซนติเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) 6.42 เซนติเมตร ในขณะที่การใช้ประโยชน์จากไม้หอมแก่นจันทน์จะใช้ในรูปแบบของไม้สด ในการศึกษาหอมแก่นจันทน์เมื่อมีอายุ 10 ปี ที่มี DBH เฉลี่ยเท่ากับ 9.4 เซนติเมตร มีน้ำหนักลำต้น กิ่ง ใบ เท่ากับ 28.8 กิโลกรัม 28.0 กิโลกรัม และ 15 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่คงศักดิ์ และทรรศนีย์ (2558) ได้ทำการศึกษามวลชีวภาพของไม้หอมแก่นจันทน์อายุ 15 ปี DBH เฉลี่ย 11.0 เซนติเมตร มีมวลชีวภาพส่วนลำต้น กิ่ง และใบ เท่ากับ 9.67 กิโลกรัม 2.29 กิโลกรัม และ 0.98 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้หอมแก่นจันทน์

ยังมีอายุเพียง 6 เดือน และเป็นหอมแก่นจันทน์ลูกผสม จึงไม่สามารถเปรียบเทียบการเติบโตกับการศึกษาที่ผ่านมาได้ ต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

สรุป

ผลการศึกษาเบื้องต้นในช่วงอายุ 6 เดือน สามารถสรุปผลการศึกษา ได้ดังนี้

1. การรอดตายของหอมแก่นจันทน์ลูกผสม พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องพื้นที่ปลูกและแต่ละสายต้น จากอัตราการรอดตาย สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการส่งเสริมการปลูกโดยสายต้นที่มีการรอดตายต่ำแสดงว่าไม่เหมาะสมต่อการนำไปปลูกในพื้นที่ จากการศึกษาพบว่า จังหวัดขอนแก่นสามารถแนะนำให้ปลูกได้ทุกสายต้น ท้องที่นครราชสีมาไม่ควรแนะนำให้ปลูก สายต้น 4, 16 และ 20 สายต้นที่ไม่ควรแนะนำปลูกในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ คือ สายต้น 6 และ 26 จังหวัดพะเยาไม่ควรแนะนำให้ปลูกสายต้น 16 ในขณะที่จังหวัดสงขลาสายต้นที่ไม่ควรแนะนำให้ปลูกคือ สายต้น 15, 9, 16, 18, 20, 22 และ 26

2. ค่า D_0 ของหอมแก่นจันทน์แต่ละสายต้นที่ปลูกในพื้นที่เดียวกัน มีความแตกต่างกัน โดยหากพิจารณาในด้าน D_0 ที่มีค่าสูงที่สุด 5 อันดับแรก หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ได้แก่ สายต้น 4, 13, 26, 5 และ 9 ตามลำดับ หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ 26, 22, 19, 27 และ 4 ตามลำดับ หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่ สายต้น 4, 22, 13, 29 และ 27 ตามลำดับ หอมแก่นจันทน์ลูกผสมที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดพะเยา ได้แก่ สายต้น 19, 26, 15, 13 และ 20 ตามลำดับ และที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดสงขลา ได้แก่ สายต้น 18, 22, 13, 4 และ 5 ตามลำดับ

3. ค่าความสูงของหอมแก่นจันทน์แต่ละสายต้นที่ปลูกในพื้นที่เดียวกัน มีความแตกต่างกัน สายต้นที่ควรแนะนำให้ปลูกในจังหวัดขอนแก่น ได้แก่ 13, 4, 19, 5 และ 26 ตามลำดับ สายต้นที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ 26, 22, 4, 13 และ 18 ตามลำดับ สายต้นที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่ 5, 13, 19, 4 และ 17 ตามลำดับ สายต้นที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดพะเยา ได้แก่ 19, 15, 13, 26 และ 20 ตามลำดับ และที่ควรแนะนำให้ปลูกในพื้นที่จังหวัดสงขลา ได้แก่ สายต้น 5, 13, 6, 4 และ 22 ตามลำดับ

4. เนื่องจากสภาพพื้นที่และไม้พี่เลี้ยงในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าในแต่ละพื้นที่ได้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเป็นผลการศึกษาเบื้องต้น ข้อมูลด้านการเติบโตควรมีการเก็บอย่างต่อเนื่อง ในขณะเดียวกันควรทำการศึกษาในเรื่องอื่น ๆ เช่น รูปทรงลำต้น ปริมาตรและมวลชีวภาพ การให้ปริมาณน้ำมัน และคุณสมบัติของน้ำมัน เพื่อประกอบการคัดเลือกสายพันธุ์ และเนื่องจากเป็นการศึกษาเพียงในพื้นที่ 5 จังหวัด อาจยังไม่ครอบคลุมลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศของประเทศไทย จึงควรมีการขยายผลโดยการนำไปปลูกในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะแตกต่างกันไป เพื่อให้มีข้อมูล สำหรับในการส่งเสริมการปลูกหอมแก่นจันทน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

คงศักดิ์ มีแก้ว และทรรศนีย์ พัฒนเสรี. 2558. **เอกสารโครงการวิจัยและพัฒนาไม้หอมแก่นจันทน์เพื่อการค้า**. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

พรศักดิ์ มีแก้ว. 2550. การทดลองปลูกไม้หอมแก่นจันทน์, น. 171-179. *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 8 เทคโนโลยีวนวัฒนเพื่อขจัดความยากจน**. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Applegate, G.B. 1990. Sandalwood in the Pacific : A state-of-knowledge synthesis and summary from the April 1990 Symposium. USDA Forest Service**. Gen.Tech.Rep. PSW-122**.

AsiaFarming. 2023. **Sandalwood License, Loan in India: Number of Sandalwood Trees, Cultivation Profit Per Acre, Weight After 10 and 15 Years**. Available source: https://www.asiafarming.com/sandalwood-license-loan-in-india-number-of-sandalwood-trees-cultivation-profit-per-acre-weight-after-10-and-15-years, June 28, 2023.

Barbour, L. 2008. **Analysis of Plant-Host Relationships in Tropical Sandalwood (*Santalum album*)**. RIRDC, Australia.

Kumar, A., Arun, N., Joshi, G. and Mohan Ram, H.Y. 2012. **Sandalwood: History, Uses, Present Status and the Future**. Available source: https://www.jstor.org/stable/24089347, June 28, 2023.

การเปรียบเทียบการเติบโตของกล้ากระถินณรงค์หลังจากการใส่เชื้อเห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus*) และเห็ดเผาะหนัง (*Astraeus odoratus*)

Comparison of the growth of *Acacia auriculiformis* seedling inoculated with *Phlebopus portentosus* and *Astraeus odoratus*

ปิติ กาลธิยานันท์ [1*] นภาลัย เสมอใจ[1] และพิสุทธิณี เจริญศรี[1]

Piti Kalthiyanant[1*], Napalai Samerjai[1] and Phisuttinee Charoensri[1]

[1]สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

[1]Forest Research And Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: **pit_pet1144@yahoo.com**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่เชื้อเห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus*) และเห็ดเผาะ (*Astraeus odoratus*) ต่อการรอดตายและการเติบโตของกระถินณรงค์ ทำการทดลองในแปลงปลูกกระถินณรงค์ของเกษตรกรในอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) ใส่เชื้อเห็ด 3 รูปแบบ ได้แก่ หัวเชื้อบนอาหารวุ้น (T1) หัวเชื้อจากดอกสด (T2) และหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) ลงในดินพร้อมปลูกกล้ากระถินณรงค์อายุ 1 เดือน และไม่ใส่เชื้อเป็นตัวควบคุม จำนวน 3 ซ้ำ ทำการสังเกตการเจริญของเชื้อเห็ด และเก็บข้อมูลการเติบโตด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง เมื่ออายุ 6 12 18 และ 24 เดือนหลังจากใส่เชื้อเห็ด

ผลการศึกษาพบว่า การใส่เชื้อเห็ดตับเต่าในแปลงปลูกกระถินณรงค์ มีแนวโน้มส่งผลให้กระถินณรงค์มีอัตราการรอดตายสูง โดยการใส่เชื้อด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) มีการรอดตายสูงที่สุด เช่นเดียวกับกระถินณรงค์ที่ใส่เชื้อเห็ดเผาะมีอัตราการรอดตายสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อเห็ดเผาะ โดยการใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนอาหารวุ้น (T1) มีการรอดตายสูงที่สุด จากผลการศึกษาการเติบโตของกระถินณรงค์หลังการใส่เชื้อเห็ดตับเต่าและเห็ดเผาะ 24 เดือน สรุปได้ว่าทั้ง 3 วิธี และไม่ใส่เชื้อเห็ด ทำให้กล้าไม้มีการเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรืออาจกล่าวได้ว่าจะใส่หรือไม่ใส่เชื้อเห็ด รวมทั้งการใส่เชื้อเห็ดด้วยวิธีการใดก็ตามไม่มีผลต่อการเติบโตของกล้าไม้ และจากการศึกษายังไม่พบการเกิดดอกเห็ดในแปลงปลูกกระถินณรงค์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพอากาศของพื้นที่ทดลองที่ค่อนข้างแห้งแล้ง ทำให้ไม่สามารถสรุปผลได้แน่นอนว่าการใส่เชื้อเห็ดเผาะและเห็ดตับเต่าจะทำให้เกิดเห็ดในแปลงทดลองกระถินณรงค์หรือไม่ หรือจะเกิด ในช่วงเวลาใด เพื่อเป็นการส่งเสริมการปลูกสวนป่าไม้เศรษฐกิจและเพิ่มรายได้จากเห็ดในสวนป่า จึงควรมีการศึกษาเพื่อหาแนวทางการสร้างดอกเห็ดในสวนป่ากระถินณรงค์เพิ่มเติมต่อไป

คำสำคัญ: กระถินณรงค์ เห็ดตับเต่า เห็ดเผาะ

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the effect of inoculation with *Phlebopus portentosus* and *Astraeus odoratus* on the survival and growth of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. The experiment was conducted in *A. auriculiformis* plantations in Dan Chang District, Suphanburi Province with randomized complete block design (RCBD). The 1 month of *A. auriculiformis* seedlings were inoculated by three types of inoculant, namely inoculum on agar medium (T1), inoculum from fresh flowers (T2), and inoculum on substrate (T3) including uninoculated as a control. There were 3 replications of each type. The growth of mushroom was

observed, while the Diameter at breast height (DBH) and total height of *A. auriculiformis* were measured at 6, 12, 18 and 24 months after inoculation.

The study found that inoculation with *P. portentosus* in *A. auriculiformis* plantation has the potential to improve the seedling survival. The seedlings incoculated with inoculum from fresh flowers (T2) showed the highest survival rate. The seedling inoculated with *A. odoratus* also had a higher survival rate than control and the seedling inoculated with inoculum on agar medium (T1) had the higher than others. The results of the study on the growth of *A. auriculiformis* seedlings after inoculation with *P. portentosus* and *A. odoratus* for 24 months showed that there was no significant difference in the height and DBH of the seedlings between the three treatments and the control. This indicates that inoculation with *P. portentosus* and *A. odoratus* has no effect on the growth of the seedlings.

However, there were no any mushrooms appearance in this study. This may be the relatively dry weather in the experimental area. Therefore, this study cannot be concluded that can the mushroom of *A. odoratus* and *P. portentosus* be grown in the *A. auriculiformis* plantation or when they growth? To promote the economic tree plantation and increase the income from mushroom in the plantation, the method for cultivating these mushrooms in *A. auriculiformis* plantations should be further study.

Keywords: *Acacia auriculiformis*, *Phlebopus portentosus*, *Astraeus odoratus*

คำนำ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีนโยบายเพิ่มพื้นที่สีเขียวด้วยการปลูกป่าและยกระดับความมั่นคงทางด้านอาหารและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติจากป่า สร้างความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นแรงจูงใจให้เห็นว่าคนกับป่าสามารถอยู่ร่วมกันได้แบบกลมกลืนโดยส่งผลกระทบต่อธรรมชาติน้อยที่สุด ปัจจุบันการปลูกป่านั้นอาจปลูกเป็นพื้นที่ใหญ่ใช้ไม้ชนิดเดียวหรือปลูกแบบผสมผสานใช้ไม้หลายชนิดหรือปลูกแบบวนเกษตรเพื่อจัดการป่าไม้ให้ใช้ประโยชน์ร่วมกับกิจกรรมทางการเกษตร รวมทั้งการปลูกไม้โตเร็วยังเป็นการสร้างป่าด้วยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับประเทศ ไม้โตเร็วจะช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นการช่วยลดก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่งด้วย แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นของเกษตรกรผู้ปลูกต้นไม้คือจะไม่มีรายได้ระหว่างที่รอต้นไม้จนถึงอายุที่สามารถตัดฟันออกมาใช้ประโยชน์หรือจำหน่ายได้ การแก้ปัญหาดังกล่าวนอกจากสถาบันการเงินสามารถให้สินเชื่อแก่เกษตรกรหรือรับต้นไม้ (กระถินณรงค์) เป็นหลักประกัน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกไม้กระถินณรงค์เป็นอย่างมากแล้ว การใส่เชื้อเห็ดลงในพื้นที่เพื่อให้เกิดรายได้จากเห็ดระหว่างที่รอตัดฟันกระถินณรงค์น่าจะเป็นแนวทางแก้ปัญหาได้อีกทางหนึ่ง

กระถินณรงค์เป็นไม้วงศ์ถั่วที่ระบบรากสามารถตรึงไนโตรเจนและช่วยปรับปรุงดิน สามารถปลูกและเจริญเติบโตได้ในหลายสภาพท้องที่เนื่องจากเป็นไม้โตเร็ว และสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพท้องที่ต่าง ๆ นิยมปลูกไว้เพื่อให้ร่มเงาและใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ เนื่องจากเป็นไม้ยืนต้นประเภทโตเร็ว มีรอบตัดฟันสั้น กระถินณรงค์ที่มีอายุน้อยกว่า 5 ปี สามารถนำไม้มาใช้ประโยชน์เป็นไม้ค้ำยันหรือทำเป็นเสาสำหรับโรงเรือนและที่พักชั่วคราว และเมื่อมีอายุมากกว่า 5 ปี สามารถตัดไม้ส่งโรงงานกระดาษเพื่อทำเยื่อกระดาษ หรือทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดไม้ทั้งในและต่างประเทศสูง ราคาซื้อขายค่อนข้างคงที่และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ. 2527 กรมป่าไม้ได้เล็งเห็นศักยภาพของไม้กระถินณรงค์ (Pinyopusarerk, 1987) ที่มีบทบาทสำคัญในการนำไปปลูกสวนป่า และเริ่มโครงการปรับปรุงพันธุ์ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนากระถินณรงค์ให้นำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น เพื่อการสกัดสารแทนนินที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง ใช้เป็นไม้ฟืน ใช้ใบเป็นอาหารสัตว์ ใช้เป็นไม้ใช้สอยทดแทนไม้

จากป่าธรรมชาติที่ลดลง ใช้ปลูกเพื่อฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรม และใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นเยื่อกระดาษ และอุตสาหกรรม (medium density fiberboard, MDF) โดยจะเน้นส่งเสริมการปลูกกระถินณรงค์ให้กับเกษตรกรนำไปใช้ในการปลูกป่าเพื่อการใช้สอยและป่าเศรษฐกิจเพื่อการผลิตเป็นเยื่อกระดาษต่อไป (กิตติภรณ์ และคณะ, 2565)

เห็ดตับเต่าดำ *Phlebopus portentosus* (Berk. & Broome) Boedijn หรือเห็ดห้า (ภาคเหนือ) หรือเห็ดผึ้ง (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เป็นที่นิยมบริโภคกันมากแทบทุกภาคของไทย เห็ดตับเต่าดำตามธรรมชาติพบช่วงฤดูฝนบริเวณป่าธรรมชาติโดยเฉพาะในบริเวณป่าเต็งรังหรือ ป่าแดง ป่าแพะ ป่าสะแก และในสวนไม้ผลยืนต้น เช่น มะม่วง มะไฟ ลำไย ทองหลาง กระถินยักษ์ กระถินเทพา ฯลฯ โดยเห็ดตับเต่าจะขึ้นอยู่ใต้ร่มของต้นไม้ และเชื่อว่าสามารถสร้างไมคอร์ไรซาในพืชเหล่านี้ (ดีพร้อม, 2546) ส่งผลให้ต้นไม้เติบโตได้ดี (อุทัยวรรณ, 2537) ส่วนเห็ดเผาะ พบได้ทั่วโลกมีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทั่วทุกภาคยกเว้นภาคใต้ ในประเทศไทยมี 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดเผาะฝ้าย (*A. asiaticus* C. Phosri, M.P. Martin & R. Watling) เห็ดเผาะหนัง (*A. odoratus* C. Phosri, R. Watling, M.P. Martin & A.J.S. Whalley) และ เห็ดเผาะสิรินธร (*A. Sirindhorniae*) Phosri *et al*. (2004) และ Phosri *et al*. (2007) ในประเทศไทยเห็ดเผาะนิยมนำมารับประทานกันมาก เพราะมีรสชาติดี จึงทำให้มีราคาแพง (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539) ซึ่งเห็ดเผาะนอกจากมีรายงานการวิจัยว่ามีความสัมพันธ์แบบเอคโตไมคอร์ไรซากับยางนาแล้ว (ทนุวงศ์, 2534) ยังเป็นเอคโตไมคอร์ไรซาของสนสามใบด้วย เห็ดเผาะพบในธรรมชาติเท่านั้น ยังไม่สามารถเพาะเลี้ยงให้เกิดดอกได้ในสภาพของเรือนเพาะ จึงทำให้เห็ดเผาะถูกจัดเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่ทำรายได้ดี เฉลี่ยแล้วไม่ต่ำกว่าร้อยบาทต่อวันตามจำนวนที่หาได้ ราคาในท้องตลาดขึ้นกับฤดูกาลและความต้องการของผู้บริโภค (จันจิรา และคณะ, 2552) กล้าไม้โดยทั่วไปรวมทั้งกล้ากระถินณรงค์ หากได้รับเชื้อไมคอร์ไรซากล้าไม้จะแข็งแรงเติบโตได้ดีตลอดไปและเมื่อย้ายปลูกในสวนป่าขนาดใหญ่เชื้อราไมคอร์ไรซาจะช่วยให้กล้าไม้กระถินณรงค์มีอัตราการรอดสูงและทนทานต่อสภาพแวดล้อม การศึกษาวิจัยโดยการใส่เชื้อเห็ดตับเต่าและเห็ดเผาะในกล้าไม้กระถินณรงค์ในโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่เชื้อเห็ดรูปแบบต่าง ๆ ต่ออัตราการรอดตายและการเติบโตของกระถินณรงค์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

การวิจัยดำเนินการในแปลงกระถินณรงค์ ปลูกด้วยระยะปลูก 3x3 เมตร ที่ศูนย์เรียนรู้เศรษฐกิจชุมชนพอเพียงของเกษตรกรดีเด่น สาขาปลูกสร้างสวนป่าระดับจังหวัด ประจำปี 2566 (คุณณธรา แย้มพิกุล) บ้านทรัพย์ศิลา ตำบลด่านช้าง อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นแปลงทดลองที่ได้น้อมนำแนวคิดตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จ พระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราชบรมนาถบพิตร ในการทำวนเกษตรและไร่นาสวนผสม พืชที่ปลูกในแปลงไม่ใช้สารเคมีเป็นเกษตรอินทรีย์ทั้งแปลง ซึ่งเป็นผลดีต่อการทดลองใส่เชื้อเห็ด

2. การเตรียมหัวเชื้อเห็ดตับเต่าและเห็ดเผาะเจริญในจานอาหารวุ้น

แยกเชื้อบริสุทธิ์จากดอกเห็ดเผาะและเห็ดตับเต่า เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) ที่นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส แรงดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้วเป็นเวลา 20 นาที เทใส่จานอาหารปริมาตร 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น แยกเชื้อบริสุทธิ์จากดอกเห็ดเริ่มจากคัดเลือกดอกที่สะอาดและสมบูรณ์ใช้เข็มเขี่ยเชื้อกรีดเนื้อเห็ดตรงกลางดอกออกเป็นชิ้นเล็กนำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นใยจะเจริญเต็มจานเพาะประมาณ 30 วัน หลังจากนั้นทำการขยายเชื้อ (subculture) จากเชื้อบริสุทธิ์ที่เพาะเลี้ยงไว้ โดยทำในสภาพปลอดเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาประมาณ 30-40 วัน จนเส้นใยเจริญดี พร้อมที่จะนำมาเพาะเชื้อให้กับกล้าไม้ต่อไป

3. การเตรียมหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างสำหรับขยายเชื้อเห็ดตับเต่า

เตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง ล้างให้สะอาด คัดเอาเมล็ดลีบ ลอยน้ำออก จากนั้นนำแช่น้ำ ทิ้งไว้ 1 คืน นำไปต้มให้สุกแต่ไม่เละจนเกินไป และผึ่งให้แห้ง บรรจุลงในขวดที่เตรียมไว้ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที วางพักทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำไปเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนต่อไป โดยทำการขยายเชื้อ (subculture) จากเชื้อเห็ดตับเต่าบริสุทธิ์ที่เพาะเลี้ยงไว้ในอาหารวุ้น ลงไปในขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่เตรียมไว้ โดยทำในสภาพปลอดเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาประมาณ 30-40 วัน จนเส้นใยเจริญดี พร้อมที่จะนำมาเพาะเชื้อให้กับกล้าไม้ต่อไป (นัยนา และคณะ, 2560)

4. การเตรียมหัวเชื้อเวอร์มิคูไลท์สำหรับขยายเชื้อเห็ดเผาะ

ผสมเวอร์มิคูไลท์และพีทมอสให้เข้ากัน ในอัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร บรรจุลงในขวดที่เตรียมไว้ จากนั้นผสมอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร Modified Melin-Norkrans Medium Broth (MMN-B) ซึ่งเป็นอาหารเหลวลงไปในขวด นำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำไปเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนต่อไป โดยทำการขยายเชื้อ (subculture) จากเชื้อเห็ดเผาะบริสุทธิ์ที่เพาะเลี้ยงไว้ในอาหารวุ้น ลงไปในขวดที่เตรียมไว้ โดยทำในสภาพปลอดเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาประมาณ 30-40 วัน จนเส้นใยเจริญดีพร้อมที่จะนำมาเพาะเชื้อให้กับกล้าไม้ต่อไป

5. การนำเชื้อเห็ดตับเต่าทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ หัวเชื้อสปอร์ (ดอกสด) หัวเชื้อเส้นใยเจริญบนอาหารวุ้น และหัวเชื้อเส้นใยเจริญบนวัสดุเพาะ นำไปใส่ในแปลงภาคสนาม

5.1 การเตรียมหัวเชื้อเห็ดตับเต่าดอกสดเพื่อปลูกเชื้อใส่ต้นไม้ในแปลงทดลอง

คัดเลือกเอาส่วนดอกแก่ของเห็ดตับเต่า (เนื่องจากส่วนดอกของเห็ดเป็นที่สร้างสปอร์ซึ่งสปอร์จะพัฒนาเป็นเส้นใยเห็ดต่อไป) ไม่ต้องล้างน้ำ เนื่องจากสปอร์ที่อยู่ใต้ดอกจะถูกน้ำชะล้างออกไป นำดอกเห็ดสดแก่ 1 ส่วน ผสมกับน้ำเปล่าสะอาดปราศจากคลอรีน 1 ส่วน ปั่นให้ละเอียด จะได้หัวเชื้อเห็ดตับเต่าจากดอกสด โดยจะใช้น้ำหัวเชื้อเห็ดตับเต่าดอกสด จำนวน 1 ถุง (ปริมาณ 1 ลิตร) ต่อต้นไม้ 1 ต้น

5.2 การใส่หัวเชื้อเส้นใยเห็ดตับเต่าเจริญบนอาหารวุ้น

เตรียมหัวเชื้อเส้นใยเห็ดตับเต่าที่เจริญเต็มที่บนจานอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อ จำนวน 2 เพลท ผสมกับน้ำเปล่าที่ปราศจากคลอรีน ปริมาณ 1 ลิตร ปั่นรวมกันให้เส้นใยเห็ดบนอาหารวุ้นละเอียด จะได้หัวเชื้อเห็ดตับเต่าเจริญบนอาหารวุ้น โดยจะใช้น้ำหัวเชื้อเห็ดตับเต่าเจริญบนอาหารวุ้น จำนวน 1 ถุง (ปริมาณ 1 ลิตร) ต่อต้นไม้ 1 ต้น

5.3 การใส่หัวเชื้อเส้นใยเห็ดตับเต่าเจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง

นำเชื้อเห็ดตับเต่าที่เลี้ยงในเมล็ดข้าวฟ่างที่เจริญเต็มขวดแล้ว จำนวน 1 ขวด ผสมกับน้ำเปล่าที่ปราศจากคลอรีน ปริมาณ 1 ลิตร ขยี้เมล็ดข้าวฟ่างจนเส้นใยเชื้อเห็ดหลุดออก กระทั่งน้ำเป็นสีน้ำตาลดำ จะได้หัวเชื้อเห็ดตับเต่าเจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง โดยจะใช้น้ำหัวเชื้อเห็ดตับเต่าเจริญบนข้าวฟ่าง จำนวน 1 ถุง (ปริมาณ 1 ลิตร) ต่อต้นไม้ 1 ต้น

6. การนำเชื้อเห็ดเผาะทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ หัวเชื้อสปอร์ (ดอกสด) หัวเชื้อเส้นใยเจริญบนอาหารวุ้น และหัวเชื้อเส้นใยเจริญบนวัสดุเพาะ นำไปใส่ในแปลงภาคสนาม

6.1 การเตรียมหัวเชื้อเห็ดเผาะดอกสดเพื่อปลูกเชื้อใส่ต้นไม้ในแปลงทดลอง

นำดอกเห็ดเผาะล้างให้สะอาด ผ่าครึ่งดอกแล้วคัดเลือกเอา ดอกแก่ของเห็ดเผาะ (ดอกแก่สปอร์ที่อยู่ภายในดอกมีสีดำ ซึ่งสปอร์จะเจริญและพัฒนาเป็นเส้นใยเห็ดต่อไป) นำดอกเห็ดแก่ 1 ส่วน ผสมกับน้ำเปล่าสะอาดปราศจาก

คลอรีน 1 ส่วน ปั่นให้ละเอียด จะได้หัวเชื้อเห็ดเผาะจากดอกสด โดยจะใช้น้ำหัวเชื้อเห็ดเผาะดอกสด จำนวน 1 ถุง (ปริมาณ 1 ลิตร) ต่อต้นไม้ 1 ต้น

6.2 การใส่หัวเชื้อเส้นใยเห็ดเผาะเจริญบนอาหารวุ้น

เตรียมหัวเชื้อเส้นใยเห็ดเผาะที่เจริญเต็มที่บนจานอาหารวุ้นเลี้ยงเชื้อ จำนวน 2 เพลท ผสมกับน้ำเปล่าที่ปราศจากคลอรีน ปริมาณ 1 ลิตร ปั่นรวมกันให้เส้นใยเห็ดบนอาหารวุ้นละเอียด จะได้หัวเชื้อเห็ดเผาะ เจริญบนอาหารวุ้น โดยจะใช้น้ำหัวเชื้อเห็ดเผาะเจริญบนอาหารวุ้น จำนวน 1 ถุง (ปริมาณ 1 ลิตร) ต่อต้นไม้ 1 ต้น

6.3 การใส่หัวเชื้อเส้นใยเห็ดเผาะเจริญบนเวอร์มิคูไลท์

นำเชื้อเห็ดเผาะที่เลี้ยงบนเวอร์มิคูไลท์ที่เจริญเต็มขวดแล้ว โดยใส่หัวเชื้อเห็ดเผาะ จำนวน 1 ขวด ต่อต้นไม้ 1 ต้น

7. การเก็บข้อมูล

7.1 การวางแปลงทดลอง

ทำการศึกษาในแปลงกระถินณรงค์ โดยเริ่มปลูกจากต้นกล้ากระถินณรงค์ อายุ 1 เดือน ระยะปลูก 3x3 เมตร วางแปลงขนาด 36x36 เมตร แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 18x36 เมตร จำนวน 12 แปลง โดยใส่เชื้อเห็ดตับเต่าและเห็ดเผาะแต่ละรูปแบบ ปีละ 3 ครั้ง เป็นระยะเวลา 4 ปี โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 หน่วยทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำใส่เชื้อเห็ดในต้นกระถินณรงค์ 18 ต้น มีแผนการทดลอง ดังนี้

1) การใส่เชื้อเห็ดตับเต่า ประกอบด้วย หัวเชื้อบนอาหารวุ้น (T1) หัวเชื้อจากดอกสด (T2) หัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) และไม่ใส่เชื้อ (control)

2) การใส่เชื้อเห็ดเผาะ ประกอบด้วย หัวเชื้อบนอาหารวุ้น (T1) หัวเชื้อจากดอกสด (T2) และหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) และไม่ใส่เชื้อ (control)

7.2 การเก็บข้อมูลการเติบโตของกระถินณรงค์

1) ศึกษาอัตราการรอดตายของกล้าไม้โดยนับจำนวนต้นไม้ที่ยังเหลือรอดในแปลงทดลองหลังจากใส่เชื้อเห็ด

2) ทำการวัดขนาดกระถินณรงค์ในแปลงทุกต้นที่ทำการทดลอง บันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูง ทุก 6 เดือน 12 เดือน 18 เดือน 24 เดือน หลังจากใส่เชื้อเห็ด

7.3 สังเกตการเกิดเห็ดในแปลงทดลอง

8. การวิเคราะข้อมูล

นำข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงของต้นกระถินณรงค์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเติบโตนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ Data Analysis Tools โปรแกรม Microsoft Excel

ผลและวิจารณ์

1. ผลของการใส่เชื้อเห็ดตับเต่ากับการเติบโตของกระถินณรงค์

จากการใส่เชื้อเห็ดตับเต่าในต้นกระถินณรงค์ พบว่าทุกหน่วยทดลอง มีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 100 หลังจากใส่เชื้อเห็ดตับเต่า 6 เดือน และเมื่อ 12 เดือน พบว่าต้นที่ไม่ใส่เชื้อเห็ด (control) มีการรอดตาย ร้อยละ 94.4 ส่วนต้นที่ใส่เชื้อเห็ดในหน่วยทดลองอื่นยังคงมีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 100 การใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อ บนวัสดุเพาะ (T3) มีอัตราการรอดตายลดลง (ร้อยละ 94.4) หลังการใส่เชื้อเห็ด 18 เดือน เนื่องจากหัวเชื้อในวัสดุเพาะของเห็ดตับเต่าคือเมล็ดข้าวฟ่างนั้นสิ่งที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่างคือเส้นใยของเห็ดตับเต่าซึ่งเมื่อนำไปปลูกเชื้อใส่

ต้นกระถินณรงค์เชื้อมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมในแปลงทดลองภาคสนามและเกิดการอ่อนแรงและตายได้จึงมีผลทำให้อัตราการรอดตายของต้นกระถินณรงค์ที่ใส่เชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) ลดลง และเมื่อครบ 24 เดือน พบว่ามีเพียงการใส่เชื้อด้วยหัวเชื้อจากดอกสดเพียงหน่วยทดลองเดียวที่มีการรอดตายร้อยละ 100 ในขณะที่หน่วยทดลองอื่นมีอัตราการรอดตายร้อยละ 94.4 เนื่องจากหัวเชื้อจากดอดสดนั้นเป็นสปอร์ของเชื้อเห็ดตับเต่าซึ่งเมื่อนำไปปลูกเชื้อใส่ในต้นกระถินณรงค์สปอร์จะมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่าเส้นใยเห็ดจึงมีโอกาสอยู่รอดเข้าไปในรากของต้นกระถินณรงค์ได้มากกว่า จึงทำให้อัตราการรอดตายของกระถินณรงค์ที่ใส่เชื้อด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) จึงมีอัตราการรอดตายสูงสุดคือร้อยละ 100

การเติบโตของกระถินณรงค์หลังการทดลองใส่เชื้อเห็ดตับเต่าด้วยหัวเชื้อจาก 3 รูปแบบ และไม่ใส่เชื้อ พบว่าการเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของกระถินณรงค์ หลังการใส่เชื้อเห็ด 12 เดือน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของกระถินณรงค์ที่ใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) มีค่าสูงที่สุด (2.97 เซนติเมตร) รองลงมาคือการไม่ใส่เชื้อเห็ด (control) (2.65 เซนติเมตร) ซึ่งยังส่งผลเช่นเดิมจนเมื่ออายุ 18 เดือน หลังการทดลองและการใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) มีค่าต่ำสุด (3.57 เซนติเมตร) และเมื่อทำการวัดค่าหลังการใส่เชื้อเห็ด 24 เดือน พบว่ากระถินณรงค์ที่ไม่ใส่เชื้อเห็ดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกสูงที่สุด (6.11 เซนติเมตร) รองลงมาได้แก่ กระถินณรงค์ที่ใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) (6.02 เซนติเมตร) แสดงตาม Table 1 อย่างไรก็ตามค่า DBH ของทุกหน่วยทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเติบโตทางด้านความสูง พบว่า หลัง 6 เดือน ค่าความสูงของการใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) มีค่าสูงสุด (2.23 เมตร) รองลงมาคือ การไม่ใส่เชื้อเห็ด (control) (2.21 เมตร) โดยมีการใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) มีค่าต่ำสุด (1.90 เมตร) หลังการทดลองความสูงของทุกหน่วยทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อหลังการทดลอง 24 เดือน พบว่าการไม่ใส่เชื้อเห็ด (control) มีความสูงมากที่สุด (5.41 เมตร) ในขณะที่การใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) มีค่าต่ำสุด (5.07 เมตร) แสดงตาม Table 1

2. ผลของการใส่เชื้อเห็ดเผาะกับการเติบโตของกระถินณรงค์

จากการใส่เชื้อเห็ดเผาะในต้นกระถินณรงค์ พบว่าช่วง 6-12 เดือนหลังการทดลอง ต้นกระถินณรงค์ในทุกหน่วยทดลอง มีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 100 ยกเว้นในหน่วยทดลองที่ไม่ใส่เชื้อ (control) มีอัตรารอดตายร้อยละ 77.80 หลังจากใส่เชื้อเห็ดเผาะ 18 เดือน พบว่าต้นที่ใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) มีการรอดตายลดลงเหลือร้อยละ 94.4 และหลังจากการทดลองใส่เชื้อเห็ดเผาะ 24 เดือน พบว่ากระถินณรงค์ที่ไม่ใส่เชื้อเห็ดมีอัตราการรอดตายลดลงเหลือ ร้อยละ 61.1 ในหน่วยทดลองอื่น ได้แก่ ใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) และใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) มีอัตราการรอดตาย ร้อยละ 94.4 และ ร้อยละ 83.3 ตามลำดับ ในขณะที่ต้นที่ใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนอาหารวุ้น (T1) ยังพบว่ามีอัตราการรอดตายเช่นเดียวกับเมื่อเริ่มการทดลอง คือ ร้อยละ 100

การเติบโตของกระถินณรงค์หลังการทดลองใส่เชื้อเห็ดเผาะ พบว่าค่า DBH ของกระถินณรงค์ หลังการใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) มีค่าต่ำสุดตั้งแต่ 6 เดือนหลังการทดลอง (0.92 เซนติเมตร) จนถึง 24 เดือนหลังจากการทดลอง (4.83 เซนติเมตร) ในขณะที่การใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนอาหารวุ้น (T1) และเชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) แสดงค่า DBH สูงกว่ากระถินณรงค์ที่ไม่ใส่เชื้อเห็ด (control) โดยหลังการทดลอง 24 เดือน พบว่ากระถินณรงค์ที่ใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนอาหารวุ้น (T1) มีค่า DBH สูงที่สุด (5.62 เซนติเมตร) รองลงมาคือใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) ส่วนการเติบโตทางด้านความสูง พบว่า มีแนวโน้มไปในทางเดียวกับค่า DBH โดยการใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) มีค่าต่ำสุดตั้งแต่ 6 เดือนหลังการทดลอง (1.85 เมตร) ซึ่งใกล้เคียงกับการไม่ใส่เชื้อเห็ด (control) (1.89 เมตร) และเมื่อถึง 24 เดือน หลังจากการทดลอง กระถินณรงค์ที่ไม่ใส่เชื้อเห็ด (control) มีค่าความสูงต่ำที่สุด (4.71 เมตร) ในขณะที่กระถินณรงค์ที่ใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อจากดอกสด (T2) และใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ (T3) มีค่าความสูงเท่ากันคือ 4.97 เมตร โดยกระถินณรงค์ที่ใส่เชื้อเห็ดด้วยหัวเชื้อบนอาหารวุ้น (T1) ซึ่งมีค่าสูงสุด (5.46 เมตร) (Table 1)

อย่างไรก็ตามผลการศึกษาการเติบโตของกระถินณรงค์ทั้งด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงที่ทดลองใส่เชื้อเห็ดตับเต่าและเห็ดเผาะ ด้วยวิธีการต่าง ๆ กันนั้น แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) โดยการวิจัยในครั้งนี้ยังขาดผลการยืนยันการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อเห็ดที่รากภายหลังจากการใส่เชื้อเห็ด ผู้วิจัยท่านอื่นที่จะทำการต่อยอดโครงการวิจัยนี้ควรมีการเพิ่มการตรวจหาการเข้าอาศัยอยู่ของเชื้อเห็ดที่รากภายหลังการใส่เชื้อเห็ดด้วยงานวิจัยนี้จะสมบูรณ์ขึ้นและสามารถนำองค์ความรู้ในโครงการวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

Table 1 Effects of inoculation of *Phlebopus portentosus* and *Astraeus odoratus* with inoculum on agar medium (T1), inoculum from fresh flowers (T2), inoculum on substrate (T3) and non-inoculation (Control) in *Acacia auriculiformis*

Species	Variable	Age (months)	Control	T1	T2	T3	F-test	p Value
P. portentosus	DBH (cm)	6	1.09	0.98	1.06	1.22	0.665	0.664
		12	2.65	2.28	2.32	2.97	1.488	0.290
		18	4.10	3.74	3.57	4.60	1.414	0.308
		24	6.11	5.28	5.16	6.02	1.025	0.431
	Height (m)	6	2.21	2.07	1.90	2.23	1.040	0.472
		12	3.05	2.98	3.00	3.19	0.245	0.863
		18	4.77	4.33	4.44	4.84	1.029	0.430
		24	5.41	5.25	5.07	5.34	0.308	0.819
A. odoratus	DBH (cm)	6	1.06	1.20	1.29	0.92	0.287	0.904
		12	2.23	2.58	2.72	2.21	0.185	0.958
		18	3.22	4.06	3.79	3.56	0.322	0.883
		24	5.25	5.62	5.44	4.83	0.772	0.603
	Height (m)	6	1.89	2.24	2.38	1.85	0.548	0.737
		12	2.66	3.15	3.06	2.89	0.130	0.980
		18	3.93	4.89	4.44	4.41	0.193	0.954
		24	4.71	5.46	4.97	4.97	1.375	0.351

3. การเกิดเห็ดตับเต่าและเห็ดเผาะในแปลงกระถินณรงค์

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลการเกิดดอกเห็ดระยะเวลา 24 เดือน หลังการทดลองใส่เชื้อเห็ด ไม่พบการเกิดเห็ดในพื้นที่แปลงทดลอง ซึ่งอาจเกิดจากสภาพอากาศที่แห้งแล้งมากเกินไป หรือวิธีการใส่เชื้อเห็ดจากวิธีการตามที่ทำการศึกษาครั้งนี้ ยังไม่เหมาะสมต่อการเกิดดอกเห็ด นันทินี และคณะ (2552) รายงานว่า เชื้อเห็ดตับเต่ามีการอยู่ร่วมกัน (colonization) กับรากมะเกี๋ยงป่าได้ดี เมื่อการปลูกหัวเชื้อเห็ดตับเต่าที่เลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างกับรากมะกอกน้ำซ้ำกัน 3 ครั้ง ภายในเวลา 3 ปี พบว่ามีดอกเห็ดเกิดขึ้นใต้ทรงพุ่มต้นมะกอกน้ำ นอกจากนี้การให้น้ำโดยระบบสปริงเกอร์เลียนแบบการตกของฝนสามารถกระตุ้นให้เกิดดอกเห็ดตับเต่านอกฤดู โดยพบว่าหลังจากให้น้ำ 2-3 สัปดาห์ พบมีดอกเห็ดตับเต่าเกิดขึ้นบริเวณใต้ทรงพุ่มของพืชอาศัย เนื่องจากแปลงทดลองในโครงการวิจัยนี้เกิดสภาพอากาศที่แห้งแล้งเกินไปจึงไม่เหมาะสมต่อการเกิดดอกเห็ด ต้องมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในแปลงทดลองให้มีความชุ่มชื้นเพียงพอ โดยการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ จึงจะสามารถเกิดดอกเห็ดขึ้นได้ จากผลการศึกษาครั้งนี้ จึงควรมีการศึกษาหาวิธีการอื่น ๆ ต่อไป เพื่อให้ได้ดอกเห็ดในสวนป่ากระถินณรงค์เป็นมูลค่าที่เพิ่มขึ้นทั้งในรูปแบบของการใช้ประโยชน์ในครัวเรือนหรือการสร้างรายได้ในช่วงที่รอรอบตัดฟันต้นกระถินณรงค์ต่อไป

สรุป

1. การใส่เชื้อเห็ดตับเต่าในแปลงปลูกกระถินณรงค์ มีแนวโน้มให้กระถินณรงค์มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น การใส่เชื้อเห็ดทุกวิธีการให้ค่าการเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height) ต่ำกว่าการไม่ใส่เชื้อเห็ด หากต้องการให้มีเห็ดตับเต่าในพื้นที่ปลูกกระถินณรงค์ควรเลือกใส่เชื้อเห็ดตับเต่าด้วยหัวเชื้อบนวัสดุเพาะ

2. การใส่เชื้อเห็ดเผาะในแปลงปลูกกระถินณรงค์ พบว่ามีอัตราการรอดตายสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อเห็ดเผาะ อาจกล่าวได้ว่าการใส่เชื้อเห็ดเผาะช่วยให้กระถินณรงค์อัตราการรอดตายสูงขึ้น การใส่เชื้อเห็ดเผาะส่งผลให้การเติบโตด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของกระถินณรงค์ ดีกว่าการไม่ใส่เชื้อเห็ดเผาะ โดยการใส่เชื้อเห็ดเผาะจากหัวเชื้อบนอาหารวุ้นมีค่าสูงสุด ในขณะที่การใช้เชื้อเห็ดเผาะด้วยหัวเชื้อบนอาหารวุ้น ให้ค่าความสูงของกระถินณรงค์สูงที่สุด หากต้องการให้มีเห็ดเผาะในพื้นที่ปลูกกระถินณรงค์ควรเลือกใส่เชื้อเห็ดเผาะด้วยหัวเชื้อบนอาหารวุ้น ซึ่งนอกจากส่งผลดีต่ออัตราการรอดตายของกระถินณรงค์แล้วยังส่งผลดีต่อการเติบโตทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงด้วย

3. จากการศึกษายังไม่พบการเกิดดอกเห็ดทั้งสองชนิดในแปลงปลูกกระถินณรงค์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพอากาศของพื้นที่ทดลองที่ค่อนข้างแห้งแล้ง ซึ่งต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดดอกเห็ดในแปลงสำหรับการบริโภคหรือการจำหน่าย อันจะเป็นการลดรายจ่ายและเพิ่มรายได้ให้แก่ผู้ปลูกกระถินณรงค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ยังไม่ถึงอายุตัดฟันกระถินณรงค์ออกไปจำหน่ายได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณที่ปรึกษาของโครงการคือ ดร.วรพรรณ หิมพานต์ ที่ให้คำปรึกษาในการเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการวิจัยนี้และให้คำแนะนำกับนักวิจัยเพื่อเป็นแนวคิดในการเขียนสรุปโครงการวิจัยจนทำให้รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติภรณ์ สุวรรณพงษ์, สมพร แม่ลิ่ม, ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง และประพาย แก่นนาค. 2565. การแปรผันการเติบโตและสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรมของไม้กระถินณรงค์ในแปลงทดสอบลูกหลาน รุ่นที่ 2 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร. **วารสารวนศาสตร์ไทย** 41(2): 136-146.

จันจิรา อายะวงศ์, วินันท์ดา หิมะมาน, กิตติมา ด้วงแค, บารมี สกลรักษ์ และ กฤษณา พงษ์พานิช. 2552. **การศึกษานิเวศวิทยา การกระจายพันธุ์ และการทดสอบคุณลักษณะไมคอร์ไรซาของเห็ดเผาะ**. ผลงานวิจัย. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพมหานคร.

ดีพร้อม ใชยวงศ์เกียรติ. 2546. **เห็ดตับเต่า เห็ดห้า เห็ดผึ้ง**. เอกสารประกอบการบรรยาย วันอาทิตย์ที่ 27 กรกฎาคม 2546 ห้อง 4412 ตึกจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทนุวงศ์ แสงเทียน. 2534. **เอคโตไมคอร์ไรซาของไม้วงศ์ยาง (*Dipterocarpus alatus* Roxb.) และผลที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทินี ศรีจุมปา, ไว อินต๊ะแก้ว และ บัณฑิต จันทร์งาม. 2552. การเพาะเห็ดตับเต่า, น.47-57**.** *ใน* **เห็ดไทย 2552.** สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร.

นัยนา ทองเจียม, อินทิรา พันธาสุ, ปิติ กาลธิยานันท์, พจนีย์ ยิ่งคุ้ม และ น้ำตาล คุ้มตะโก. 2560. **การเพาะเลี้ยงเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซ่าชนิดกินได้ในกล้าไม้โตเร็ว.** แหล่งที่มา: http://forprod.forest.go.th/forprod/forprod2017/Project_research/61/pdf/, 15 สิงหาคม 2566.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. **เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย**. ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, กรุงเทพมหานคร.

อุทัยวรรณ แสงวณิช. 2537. เอคโตไมคอร์ไรซ่าของไม้ป่า. **เรื่องน่ารู้สำหรับประชาชน 21**: 192-199

Pinyopusarerk, K. 1987. Improving *Acacia auriculiformis* through selection and breeding in Thailand, pp.147-148. *In* W. Turnbulll, ed. **Australian Acacias in Developing Countries**. **ACIAR Proceedings No. 16.** Australian Centre for Inter-national Agricultural Research, Canberra.

Phosri, C., Watling, R., Martin, M.P. and Whalley, A.J.S. 2004. The genus Astraeus in Thailand**.** **Mycotaxon** 89(2): 453-463.

Phosri, M., Martin, P., Sihanonth, P., Whalley, A.J.S. and Watling, R. 2007. Molecular study of the genus Astraeus. **Mycological Research** 111: 275-286.

การวิเคราะห์ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูงร่วมกับกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดพะเยา
Analysis of Highland Agroforestry Systems with Ethnic Groups in Phayao Province

สมพร คำชมภู[1*] จตุรภัทร ศรีอาคะ[1] อภัชรา เมืองคำ[1] และ สุทัศน์ ตาปัญโญ[1]
Somporn Khumchompoo[1*] Jathurapat Sriaka[1] Apachara Meaungkom[1] and Sutat Tapunyo[1]
[1] สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900
[1] Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **forest.636383@gmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเพื่อวิเคราะห์ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูงร่วมกับกลุ่มชาติพันธุ์ในครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ของสถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา จังหวัดพะเยา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ความรู้ด้านระบบวนเกษตรในพื้นที่สวนป่าเดิมและพื้นที่ป่าธรรมชาติที่เสื่อมโทรม และศึกษาและพัฒนาระบบวนเกษตรควบคู่ไปกับการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน โดยผู้ศึกษาจัดเตรียมกล้าไม้ เพื่อส่งเสริมให้ชาวไร่ผู้เข้าร่วมโครงการปลูกเป็นไม้ชั้นกลาง เช่น มะขามป้อม ไม้ผลต่าง ๆ ที่เป็นความต้องการของผู้เข้าร่วมโครงการ เป็นต้น ชาวไร่ (ตามคำขอสมัครเป็นชาวไร่ประจำสวนป่า) จัดเตรียมเมล็ดพันธุ์พืชควบมาเอง กำหนดพื้นที่ปลูกครอบครัวละไม่เกิน 15 ไร่ โดยพื้นที่ที่ใช้ดำเนินการโครงการนี้มีไม้เศรษฐกิจหลัก คือ ไม้สัก และ ไม้มะค่าโมง (ปลูกปี พ.ศ. 2543) ปลูกระยะห่างประมาณ 12x12 เมตร นำกล้าไม้เรือนยอดชั้นกลางมอบให้ชาวไร่ปลูกและช่วยบำรุงรักษา (ห้ามตัดฟันและถ้าตายให้ขอกล้าไปปลูกซ่อมใหม่) ปลูกห่างกันตามความเหมาะสมของต้นไม้ และปลูกพืชควบให้ห่างจากโคนต้นไม้ (เดิม) ในแปลง รัศมีประมาณ 1 เมตร จัดทำเครื่องมือเก็บข้อมูลทางเศรษฐกิจ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา โดยอาศัยสถิติแบบง่ายในรูปของ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ รวมถึงการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มชาติพันธุ์ที่มีที่ดินทำกินและที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณติดกับสถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา คือ กลุ่มลีซอ และเย้าหรือเมี่ยน ซึ่งกลุ่มที่เข้ามาเข้าร่วมโครงการกับสถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา คือ กลุ่มลีซอ ซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับไม่มีที่ดินทำกิน และได้เริ่มเข้ามาปลูกพืชควบและพืชเกษตรเนื่องจากความยากจนและไม่ตัดไม้เดิมที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ สถานีวนวัฒนวิจัยแม่กาจึงรายงานความสำคัญของสวนป่าที่ปลูกไว้ว่าสามารถพัฒนาและส่งเสริมรายได้ให้แก่ชุมชนได้ต่อกรมป่าไม้ โดยจัดทำโมเดลไม้สักและไม้มะค่าโมงที่ปลูกระยะห่างระหว่างต้นมากกว่า 12x12 เมตร สามารถปลูกพืชควบ (พืชเกษตร) ที่ให้ผลผลิตที่สามารถเก็บเกี่ยวและสร้างรายได้ให้แก่ผู้เข้าร่วมโครงการ (ชาวไร่) ในปีแรกได้ ซึ่งผลกำไรสุทธิต่อ 1 ไร่ สามารถเรียงตามลำดับได้ คือ ขิง 47,320 บาท ได้ผลกำไรสุทธิมากที่สุด รองลงมา คือ พริก เป็นเงิน 13,240 บาท กล้วย 11,220 บาท และข้าวโพด เป็นเงิน 714 บาท และสามารถปลูกพืชเกษตรที่นำมาใช้ในครัวเรือนได้ด้วย เช่น ข้าวไร่และถั่วลิสง สำหรับไม้ผลต่าง ๆ เช่น ลำไย อะโวคาโด้ เงาะ ลองกอง เป็นต้น ยังไม่สามารถให้ผลผลิตในปีแรกได้และต้องมีค่าใช้จ่ายในการดูแล บำรุงรักษาในระยะยาว ทั้งนี้ในการปลูกพืชควบหรือพืชเกษตร ต้องมีแหล่งน้ำเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งเป็นทรัพยากรทำให้ชาวไร่เข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้

คำสำคัญ: วนเกษตร พื้นที่สูง กลุ่มชาติพันธุ์ พืชควบหรือพืชเกษตร

ABSTRACT

This research study to analyze highland agroforestry systems with ethnic groups was conducted in the area of Mae Ka Forestry Research Station, Phayao Province. The objective of this research study is to study the knowledge of agroforestry systems in existing and degraded forest plantation areas. and to study and develop agroforestry systems along with community economic development. Prepare seedlings to encourage farmers who participate in the project to grow trees under the crown, such as Malacca tree, various fruit trees that needs of the project participants,

etc. Requesting to apply for being a farmer at the forest plantation. Farmer prepare your own plant seeds. The planting area for each family is not more than 15 rai. The area used for this project is the main economic trees, namely teak and Pod mahogany (planted in 2000), planted at a distance of about 12x12 meters Farmers planted and help maintain (do not cut the tree and if the seedling dies), plant trees under the canopy at appropriate distances from the trees and grow the crops about 1 meter from the base of the trees. Prepare a tool to collect economic data by descriptive data analyzing. Using simple statistics in the form of mean and percentage including analysis of production costs.

The results of the study revealed that the ethnic groups with arable land and residences in the vicinity of the Maegar Silvicultural Research Station were Lisu and Yao or Mien groups. The group that joins the project with the Mae Ka Research Station is the Lisu group, which has problems with not having land to cultivate and has started to grow crops and agricultural crops due to poverty and not cutting trees in the area**.** Maegar Forestry Research Station reported to the Royal Forest Department the importance of planted forests that can be developed and promoted income for the community by creating a teak and Pod mahogany model, that are planted at a distance between trees of more than 12x12 meters, which can be planted together with crops (agricultural crops) that can generate income for the project participants (farmers) in the first year. Net profit of agricultural crops for a period of 1 year, an area of 1 rai, ranked in order of profit as follows: *Zingiber officinale* (Ginger) is 47,320 baht, *Capsicum annuum* (Chili) is 13,240 baht, *Musa paradisiaca* (Banana) is 11,220 baht and *Zea mays* (Corn) is 714 baht and can grow agricultural crops that can be used in the household as well, such as *Oryza sativa* (upland rice) and *Arachis hypogaea* (peanuts). For fruit trees such as *Dimocarpus longan* (longan), *Persea americana* (avocado), *Nephelium lappaceum* (rambutan), *Lansium domesticum* (longkong), etc., they are unable to yield in the first year and require long-term maintenance costs. However, when growing crops or agricultural crops, water sources are important, which is a resource that encourages farmers to participate in forest conservation.

Keywords: agroforestry, highland, ethnic groups, Combined crops or agricultural crops

คำนำ

“วนเกษตร” เป็นรูปแบบหนึ่งของเกษตรกรรมทางเลือก ซึ่งเน้นความสมดุลของธรรมชาติโดยเน้นองค์ประกอบของต้นไม้หรือไม้ป่าเป็นองค์ประกอบหลัก ในขณะที่รูปแบบอื่น อันได้แก่ “เกษตรอินทรีย์” “เกษตรกรรม” “ไร่นาสวนผสม” และ “เกษตรกรรมธรรมชาติ” ล้วนแต่มีองค์ประกอบเฉพาะพืชเกษตรเป็นหลักเท่านั้น ความหมายของวนเกษตรตามแนวคิดของระบบเกษตรกรรมทางเลือก จึงหมายถึง ระบบการผลิตที่ผสมผสานระหว่างการผลิตทางด้านป่าไม้ ควบคู่การผลิตทางด้านการเกษตร และครอบคลุมถึงการผลิตทางด้านการปศุสัตว์และการประมง ภายในพื้นที่หนึ่ง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับวิถีการดำเนินชีวิตของเกษตรกรที่อำนวยต่อการฟื้นฟู และดำรงรักษาไว้ซึ่งความสมดุลของระบบนิเวศและสภาพแวดล้อม โดยมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นธรรม ส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งพัฒนาสถาบันทางสังคมของชุมชนท้องถิ่น ทั้งนี้ เพื่อความผาสุกและความอยู่รอดของมนุษยชาติโดยรวม (งานวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า, 2556)

ระบบวนเกษตร หมายถึง “กลยุทธ” “เครื่องมือ” หรือ “วิธี” ของการจัดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างผสมผสานระหว่างกิจกรรมด้าน “การป่าไม้” “การเกษตร” หรือ “การเลี้ยงสัตว์” ในพื้นที่ใด ๆ ในเวลาเดียวกัน หรือ

สลับเปลี่ยนหมุนเวียนกันไป เพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอตลอดไป โดยเป็นศาสตร์ที่ประยุกต์วิชาการแทบทุกด้านที่สามารถปฏิบัติเองได้ เพื่อนำเอาพลังงานและทรัพยากรต่าง ๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักของความสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศเป็นสำคัญ เพื่อตอบสนองความต้องการและความถนัดของสังคมมนุษย์ โดยเฉพาะราษฎรชนบทที่เกี่ยวข้องในพื้นที่นั้น ๆ ในที่สุด

กรมป่าไม้ในอดีตเคยให้ความสำคัญกับระบบวนเกษตรเป็นอย่างมาก และได้มีระเบียบกรมป่าไม้ ว่าด้วยการปลูกสร้างสวนป่าในระบบวนเกษตร พ.ศ. 2533 โดยอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 17 แห่งพระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช 2484 และตามความในมาตรา 19 แห่งพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 และโดยความเห็นชอบจากรัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในขณะนั้น

สถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา มีพื้นที่รับผิดชอบอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่ต๋ำ และส่วนหนึ่งอยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่งาวฝั่งซ้าย ซึ่งมีพื้นที่ส่วนหนึ่งที่อยู่ติดกับชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์ หมู่ที่ 18 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เป็นพื้นที่เป้าหมายหลักที่ส่วนมากจะมีปัญหาด้านความยากจน ความขัดแย้งเกี่ยวกับความต้องการพื้นที่เพื่อทำกินระหว่างป่าไม้และราษฎรชนบทการที่จะนำระบบวนเกษตรเข้าไปใช้อาจเกิดความขัดแย้งกับกฎหมายและระเบียบของกรมป่าไม้ได้ อย่างไรก็ตามกรมป่าไม้ได้เปิดโอกาสให้นำระบบวนเกษตรไปประยุกต์ใช้ได้ในรูปแบบการปลูกสร้างสวนป่าแบบชาวไร่ที่จะเข้ามาปลูกพืชควบสวนป่าเป็นการชั่วคราว พร้อมทั้งวางข้อกำหนดกฎเกณฑ์ให้ชาวไร่ปฏิบัติอย่างแจ่มชัด เพื่อเลี่ยงปัญหาความขัดแย้งด้านกรรมสิทธิ์ในการครอบครองพื้นที่ภายหลังได้ ซึ่งการวิเคราะห์ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูงจะช่วยเพิ่มองค์ความรู้ด้านการคัดเลือกพืชควบที่เหมาะสมปลูกในพื้นที่สวนป่าเดิม การตัดแต่งกิ่ง และการฟื้นฟูต้นไม้ นอกจากผลตอบแทนทางสิ่งแวดล้อมแล้วยังคำนึงถึงผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และสังคมอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การดำเนินการศึกษา

จัดเตรียมกล้าไม้ เพื่อส่งเสริมให้ชาวไร่ผู้เข้าร่วมโครงการปลูกเป็นไม้ชั้นกลาง เช่น มะขามป้อม ไม้ผลต่าง ๆ ที่เป็นความต้องการของผู้เข้าร่วมโครงการ เป็นต้น ชาวไร่ (ตามคำขอสมัครเป็นชาวไร่ประจำสวนป่า) จัดเตรียมเมล็ดพันธุ์พืชควบมาเอง โดยดำเนินการตามที่ปรากฏใน Figure 1

2. สถานที่ปลูก

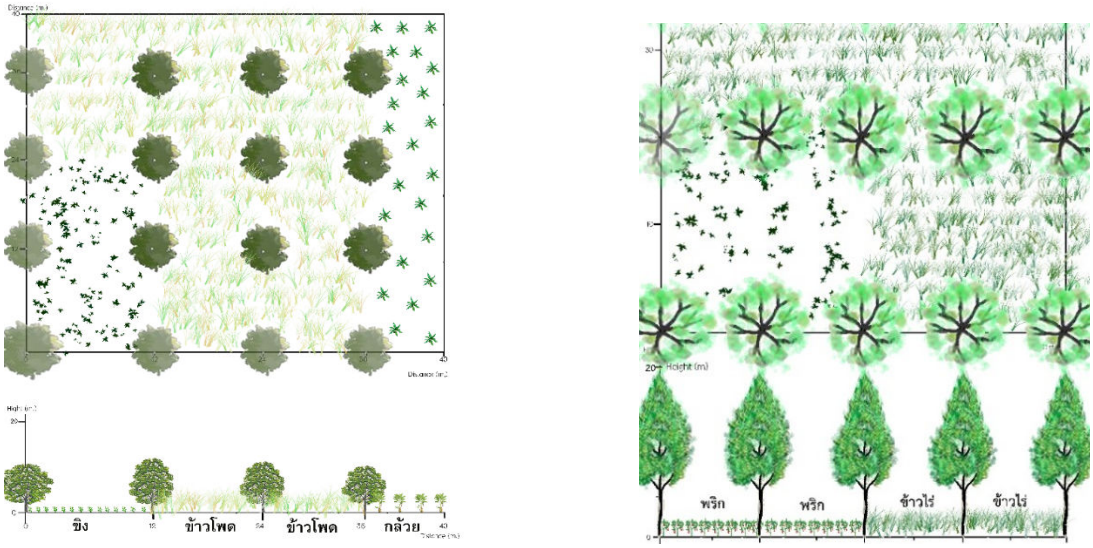
พื้นที่แปลงทดลองปลูกพรรณไม้ของสถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าแม่งาวฝั่งซ้าย ตามที่ปรากฏใน Figure 2

3. การปลูกทดสอบ

กำหนดพื้นที่ปลูกครอบครัวละไม่เกิน 15 ไร่ โดยพื้นที่ที่ใช้ดำเนินการโครงการนี้มีไม้เศรษฐกิจหลัก คือ ไม้สักและไม้มะค่าโมง (ปลูกปี พ.ศ. 2543) ปลูกระยะห่างมากกว่าประมาณ 12x12 เมตร นำกล้าไม้เรือนยอดชั้นกลางมอบให้ชาวไร่ปลูกและช่วยบำรุงรักษา (ห้ามตัดฟันและถ้าตายให้ขอกล้าไปปลูกซ่อมใหม่) ปลูกห่างกันตามความเหมาะสมของต้นไม้ และปลูกพืชควบให้ห่างจากโคนต้นไม้ (เดิม) ในแปลง รัศมีประมาณ 1 เมตร

4. การตรวจวัด เก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

วัดข้อมูลความโต ความสูงของต้นไม้หลักในแปลงตอนเริ่มปลูก จัดทำแผนผังต้นไม้ขนาดแปลงตัวอย่าง 40x40 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลพืชควบก่อนปลูกเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายช่วงเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อประเมินมูลค่าทางด้านการเงินของพืชที่ปลูกควบกับไม้ป่า ดังนี้



a b

Figure 1 Experimental plot for planting with agricultural crops a) Pod mahogany b) teak

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการทำการเกษตรของกลุ่มชาติพันธุ์รอบพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา จังหวัดพะเยา เพื่อใช้ออกแบบเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูล การสุ่มตัวอย่างเกษตรกรจากพื้นที่เป้าหมายใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยสามารถจัดประเภทข้อมูลได้ 2 ประเภท คือ ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ข้อมูลตามรายการในแบบสอบถามจากเกษตรกรหรือชาวไร่ และข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) คือ ข้อมูลต่าง ๆ ที่ทำการเก็บรวบรวม จากเอกสารวิชาการ ผลงานวิจัย รายงาน บทความ และระบบสืบค้นทางอินเตอร์เน็ต เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวใช้อ้างอิงและประกอบการศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของเกษตรกรที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ วิเคราะห์ ข้อมูลเชิงปริมาณ ด้วยการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา โดยใช้สถิติขั้นพื้นฐานและสรุปข้อมูลมาเป็นค่าเฉลี่ย ต่อหน่วยหรือต่อพื้นที่ 1 ไร่ ทั้งนี้ได้เก็บข้อมูลเพื่อประเมินค่าทางการเงิน โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (cost and returns analysis) ประกอบด้วย ต้นทุนทั้งหมด ต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่ และการวิเคราะห์ผลตอบแทน ดังนี้

1) ต้นทุนรวมทั้งหมด (total cost: TC) เป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิต โดยรวมต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่ มีวิธีการคำนวณดังนี้ ต้นทุนทั้งหมด (TC) = ต้นทุนผันแปร (TVC) + ต้นทุนคงที่ (TFC)

2) ต้นทุนผันแปร (total variable cost: TVC) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง กับการผลิตที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต ค่าใช้จ่ายประเภทนี้เกษตรกรสามารถเพิ่มหรือลดได้ ในช่วงระยะเวลาการผลิตพืช ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการใช้จ่าย ดังนี้

- ต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายผันแปรที่ผู้ผลิตจ่ายออกไป เป็นเงินสดในการซื้อหาวัสดุปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เช่น ค่าพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสารเคมีต่าง ๆ ค่าแรงงานคน ค่าแรงงาน เครื่องจักร ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร และค่าขนส่งผลผลิต ฯลฯ

- ต้นทุนผันแปรที่ไม่เป็นเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายผันแปรที่เกี่ยวข้องกับ ค่าแรงงานในครัวเรือน แรงงานแลกเปลี่ยน ปัจจัยการผลิตของตนเอง ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ฯลฯ ที่ได้มา โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย แต่นำไปใช้ประกอบในการผลิต ซึ่งได้ประเมินค่าออกมาเป็นตัวเงิน

3) ต้นทุนคงที่ (total fixed cost: TFC) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นแก่ เกษตรกร ถึงแม้จะไม่ได้ทำการผลิตพืช เนื่องจากค่าใช้จ่ายประเภทนี้จะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิตพืช ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะของการใช้จ่าย ดังนี้

- ต้นทุนคงที่เป็นเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ ที่ผู้ผลิตได้จ่ายออกไปจริงเป็นเงิน เช่น ค่าเช่าที่ดินที่ใช้ในการปลูกพืช ค่าภาษีที่ดินซึ่งต้องเสียทุกปี ไม่ว่าที่ดินผืนนั้นจะใช้ประโยชน์ในปีนั้น ๆ หรือไม่ก็ตาม

- ต้นทุนคงที่ไม่เป็นเงินสด เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ ที่ผู้ผลิตไม่ได้จ่ายออกไป เป็นตัวเงินเป็นเพียงค่าใช้จ่ายจากการประเมิน เพราะเกษตรกรนำเอาปัจจัยการผลิตของตนเองมาใช้ ในการผลิต ได้แก่ ค่าใช้ที่ดิน และค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร

4) การวิเคราะห์ผลตอบแทน คือ กำไรสุทธิ = รายได้สุทธิ – ต้นทุนรวมทั้งหมด

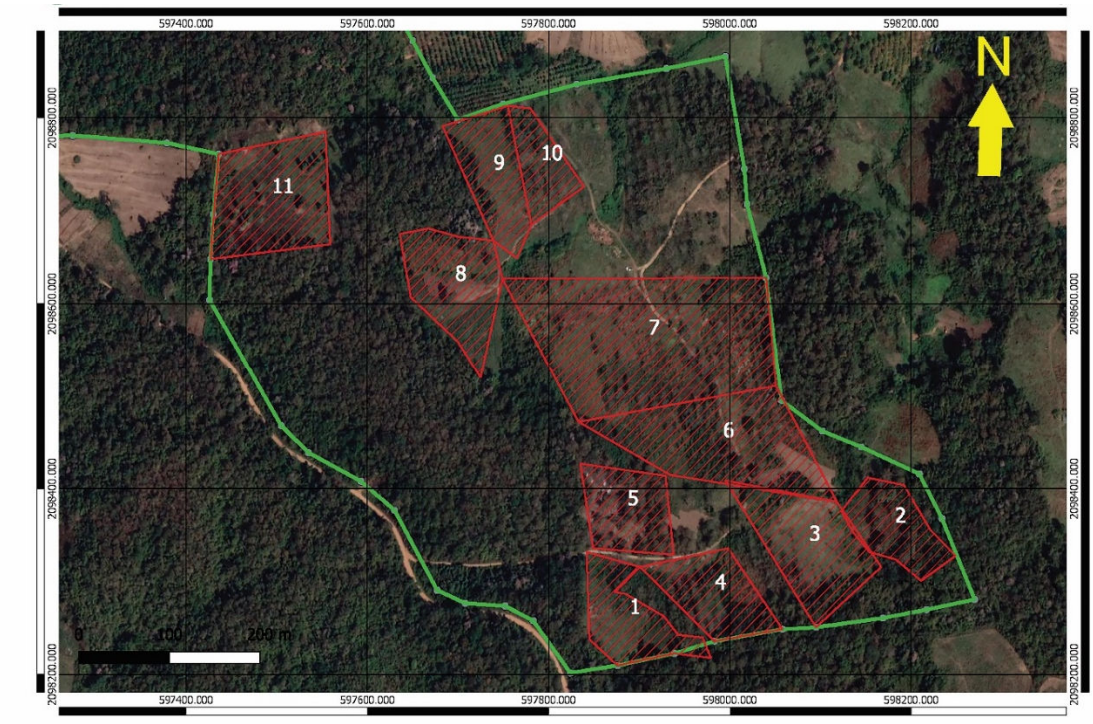


Figure 2 Plan of experimental planting plots in agroforestry systems with ethnic groups in the area of Mae Gar Silvicultural Research Station, Phayao Province.

ผลและวิจารณ์

1. ระบบวนเกษตรกับกลุ่มชาติพันธุ์

ชาวไร่ผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมด จำนวน 6 ราย ทั้งหมดเป็นกลุ่มชาติพันธุ์ลีซอ ที่ได้รับการรับรองจากผู้ใหญ่บ้านแล้วว่าไม่มีที่ดินทำกินหรือเป็นคนยากไร้ รายละเอียดปรากฏตาม Figure 3 ชาวไร่ผู้เข้าร่วมโครงการได้ขอปลูกพืชควบ (พืชเกษตร) ที่เป็นพืชที่เป็นที่ต้องการของตลาดเพื่อนำผลผลิตไปขาย จำนวน 4 ชนิด คือ ข้าวโพด พริกขิง และกล้วย และพืชที่ปลูกเพื่อใช้ในครัวเรือน เช่น ข้าวไร่ และถั่วลิสง เป็นต้น ไม้ชั้นกลางที่ชาวไร่สนใจ คือ กลุ่มไม้ผล ซึ่งหากปลูกแทรกไว้และสามารถให้ผลผลิตได้จะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและมีรายได้ในระยะยาว คือ อะโวคาโด้ และลำไย ทั้งนี้บริเวณพื้นที่วางแปลงตัวอย่างขนาด 40x40 เมตร ในพื้นที่แปลงทดลองระบบวนเกษตรในแปลงปลูกทดสอบชนิดพันธุ์ไม้ คือ *Tectona grandis* L.f. (สัก) พบว่ามีไม้สักขึ้นอยู่ในแปลงประมาณ 15 ต้นต่อไร่ มีค่าความสูงเฉลี่ย 17.69 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 52.79 เซนติเมตร เรือนยอดแผ่กว้างรัศมีเฉลี่ย 4.07-5.70 เมตร และ *Afzelia xylocarpa* (Kurz) Craib (มะค่าโมง) พบว่ามีไม้มะค่าโมงขึ้นอยู่ในแปลงประมาณ 16 ต้นต่อไร่ มีค่าความสูงเฉลี่ย 5.73 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 12.53 เซนติเมตร เรือนยอดแผ่กว้างรัศมีเฉลี่ย 3.70-4.40 เมตร รายละเอียดปรากฏตาม Table 1 และ Table 2

Table 1 Show Diameter at breast height (DBH), Height, Canopy and Planting position of teak in agroforest plots

Tree No.	DBH (cm)	Height (m)	N	S	E	W	X	Y
1	53	17	4.3	6.3	6	4	0	0
2	59.2	17.2	5.2	6.3	5.3	5.3	0	20
3	49.9	19	4.5	4.5	3.7	3.7	0	40
4	49.9	19	4.5	4.5	3.7	3.7	10	0
5	49.9	19	4.5	4.5	3.7	3.7	10	0
6	49.9	19	4.5	4.5	3.7	3.7	10	0
7	49.9	19	4.5	4.5	3.7	3.7	20	0
8	59.2	17.2	5.2	6.3	5.3	5.3	20	20
9	53	17	4.3	6.3	6	4	20	40
10	53	17	4.3	6.3	6	4	30	0
11	53	17	4.3	6.3	6	4	30	0
12	53	17	4.3	6.3	6	4	30	0
13	53	17	4.3	6.3	6	4	40	0
14	53	17	4.3	6.3	6	4	40	20
15	53	17	4.3	6.3	6	4	40	40
Mean	**52.79**	**17.69**	**4.49**	**5.70**	**5.14**	**4.07**		

Table 2 Show Diameter at breast height (DBH), Height, Canopy and Planting position of Pod mahogany in agroforest plots

Tree No.	DBH (cm)	Height (m)	N	S	E	W	X	Y
1	12.1	6	5.6	4.8	7.4	4.7	0	0
2	11.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	12	0
3	12.2	6	4.1	4	3.7	4.4	24	0
4	11.6	5	4.1	4	3.7	4.4	36	0
5	12.5	6	4.1	4	3.7	4.4	0	12
6	12.8	6.5	4.1	4	3.7	4.4	12	12
7	12.8	7	4.1	4	3.7	4.4	24	12
8	12.8	6	4.1	4	3.7	4.4	36	12
9	11.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	0	24
10	12.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	12	24
11	12.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	24	24
12	12.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	36	24
13	12.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	0	36
14	12.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	12	36
15	12.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	24	36
16	12.8	5.5	4.1	4	3.7	4.4	36	36
Mean	**12.53**	**5.73**	**4.10**	**4.00**	**3.70**	**4.40**		

2. การเพิ่มมูลค่าระบบวนเกษตรเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน

ชาวไร่เริ่มปลูกพืชควบในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 ผู้ศึกษาวิจัยจึงเริ่มเก็บข้อมูลเฉพาะต้นทุนผันแปร (total variable cost: TVC) ได้แก่ ต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด คือ ค่าพันธุ์ ค่าดายวัชพืช ค่าปุ๋ย ค่าสารเคมีต่าง ๆ ค่าแรงงานคน ค่าแรงงาน เครื่องจักร ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์การเกษตร และค่าขนส่งผลผลิต ฯลฯ เพื่อนำมาคำนวณเป็นต้นทุนทั้งหมด 60,470 บาทต่อไร่ โดยมีรายได้จากการปลูกพืชควบทั้งหมด 118,944 บาทต่อไร่ และมีผลกำไรสุทธิประมาณ 58,474 บาทต่อไร่ รายละเอียดปรากฏตาม Table 3 โดยใช้เวลาการเก็บข้อมูล 1 ปี หรือการเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงระยะเวลา 12 เดือน

การปลูกพืชควบหรือพืชเกษตรในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า ชาวไร่ต้องลงทุนกับค่าแรงดายวัชพืชมากที่สุด คือ รวมเป็นเงิน 14,850 บาท รองลงมาคือ ค่าพันธุ์ เป็นเงิน 12,850 บาท ค่าเตรียมพื้นที่ และค่าแรงปลูก เป็นเงิน 12,150 บาท ค่ายากำจัดแมลงและวัชพืชและค่าแรงฉีดยา และค่าปุ๋ยและค่าแรงใส่ปุ๋ย ครั้งที่ 1 และ 2 เป็นเงิน 12,820 บาท สำหรับค่ารถบรรทุกสินค้า เป็นเงิน 4,600 บาท จะเห็นว่ามีรายจ่ายในการลงทุนน้อย เนื่องจากมีนายทุนหรือผู้ประกอบการมารับผลผลิตเองจะลงทุนแค่เพียงค่าแรงขนขึ้นรถเท่านั้น และค่าแรงดายวัชพืชจะใช้เฉพาะแปลงที่สามารถดายวัชพืชได้ เช่น แปลงปลูกกล้วย เป็นต้น เพราะมีระยะห่างระหว่างต้นของพืชในการใช้แรงงานและเครื่องมือในการดายวัชพืช รายละเอียดปรากฏตาม Table 3



Figure 3 All 6 farmers participating in the project are Lisu ethnic groups.

จากการศึกษาข้อมูลผลกำไรสุทธิตาม Table 3 ของผู้เข้าร่วมโครงการ (ชาวไร่) ในปีแรกสามารถแบ่งกลุ่มพืชออกได้เป็น เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มพืชเกษตรสร้างรายได้ระยะสั้น ได้แก่ ขิง กำไรสุทธิต่อปีต่อไร่ เป็นเงิน 47,320 บาท พริก กำไรสุทธิต่อปีต่อไร่ เป็นเงิน เป็นเงิน 13,240 บาท กล้วย กำไรสุทธิต่อปีต่อไร่ เป็นเงิน 11,220 บาท และข้าวโพด กำไรสุทธิต่อปีต่อไร่ เป็นเงิน เป็นเงิน 714 บาท

2) กลุ่มไม้ที่ปลูกเพื่อสร้างรายได้ระยะยาว ได้แก่ สัก มะค่าโมง ซึ่งเป็นไม้หลักในแปลงปลูกไว้สำหรับการสร้างร่มเงา ยึดเกาะหน้าดิน ป้องกันลม และรักษาสภาพป่า สำหรับไม้ผลต่าง ๆ เช่น ลำไย อะโวคาโด้ เงาะ ลองกอง เป็นต้น ปลูกไว้เพื่อศึกษาการออกดอกและออกผลอาจจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในระยะยาว

3) กลุ่มพืชเกษตรที่ใช้ในครัวเรือน ได้แก่ ข้าวไร่ และถั่วลิสง อาจต้องลงทุนในการปลูก ดูแล บำรุงรักษา และเก็บเกี่ยว แต่สามารถเก็บไว้กินเองในชีวิตประจำวันได้เมื่อเทียบกับที่ต้องซื้อมาบริโภค (Figure 4-5)

Table 1 The cost of establishing a tree-based agroforestry system and the net profit of farmers during a period of 1 year.

Operational cost	Income/Expenses (Baht/Rai)										Total
	Teak	Pod mahogany	Avocado	Longan	Corn	Field Rice	Chili	Ginger	Banana	Peanuts	
1. area preparation fee and planting wages	free	free	1,000	1,000	1,050	800	300	7,000	1,000	0	**12,150**
2. seed or seedling value	free	free	3000	4000	600	free	600	3,150	1,000	500	**12,850**
3. Fertilizer cost and labor cost No.1	0	0	0	0	830	640	2,160	2,880	580	0	**7,090**
4. Fertilizer cost and labor cost No.2	0	0	0	0	1,300	0	0	2,850	0	0	**4,150**
5. Herbicides and Pesticides cost and injection cost	0	0	0	0	0	480	500	0	600	0	**1,580**
6. weed wages cost	0	0	1,000	1,000	0	0	0	0	1,200	0	**3,200**
7. Harvest wages	0	0	0	0	1,050		3,000	10,800		0	**14,850**
8. cost of trucking	0	0	0	0	free	600	1,800	1,000	1,200	0	**4,600**
Total expenses (cost)	0	0	**5,000**	**6,000**	**4,830**	**2520**	**8,360**	**27,680**	**5,580**	**500**	**60,470**
9. income	0	0	0	0	5,544	0	21,600	75,000	16,800	0	**118,944**
	0	0	0	0	5.3 baht/kg	household use	60 baht/kg	15 baht/kg	7 baht/comb	household use	**0**
balance (profit)	**0**	**0**	**-5,000**	**-6,000**	**714**	**-2,520**	**13,240**	**47,320**	**11,220**	**-500**	**58,474**



a b

Figure 4 Comparison of areas a) before and b) after planting in agroforestry systems to modify forest restoration.



Figure 5 Study of agroforestry systems to modify and restore ecosystems

สรุป

ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างไม้ยืนต้นกับพืชเกษตร ประกอบด้วย ชนิดพันธุ์พืช แสงอาทิตย์ ความหนาแน่นของพืช อายุของพืช ปัจจัยแวดล้อมของพื้นที่ การจัดการ (ทศพร, 2565) ซึ่งการศึกษาการวิเคราะห์ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูงร่วมกับกลุ่มชาติพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดพะเยา พบว่า *การมีส่วนร่วมระหว่างเจ้าหน้าที่ป่าไม้และกลุ่มชาติพันธุ์ในการวางแผนการจัดการไม้ต้นเพื่อส่งเสริมการปลูกพืชเกษตรสร้างรายได้ระยะสั้น รายละเอียดปรากฏใน table 3 วนเกษตรจะสามารถสร้างรายได้ให้กับชุมชนหรือชาวไร่ที่ยากไร้หรือไม่มีที่ดินทำกินเป็นสิ่งสำคัญที่จะปรับเปลี่ยนและฟื้นฟูระบบนิเวศได้* ดังปรากฏใน Figure 4 และ Figure 5 ซึ่งจะสามารถทำให้คนสามารถอยู่ร่วมกับป่าได้อย่างยั่งยืนต่อไป พงษ์ศักดิ์และคณะ (2543) ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมของเกษตรกรชาวเขาเผ่ามูเซอต่อการปลูกกาแฟ อราบิก้าในระบบเกษตรป่าไม้ พบว่าเกษตรกรชาวเขาเผ่ามูเซอผู้ร่วมปลูกกาแฟในระบบป่าไม้ได้รับความรู้การปลูกพืชโดยเฉพาะกาแฟในระบบป่าไม้จากเจ้าหน้าที่ ส่งเสริม โดยมีความรู้ความเข้าใจว่าการทำเกษตรป่าไม้เชิงอนุรักษ์ สามารถอำนวยประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อมที่ดี โดยเฉพาะ การรักษาความชุ่มชื้น องค์ประกอบของเกษตรป่าไม้ คือ การปลูกพืชเศรษฐกิจร่วมกับไม้ป่า สามารถได้ผลผลิตทางการเกษตรและผลผลิตจากไม้ป่าด้วย การปลูกกาแฟในระบบเกษตรป่าไม้นั้นส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรเป็นผู้แนะนำ และเกษตรกรชาวเขาเรียนรู้และมีประสบการณ์มากกว่า 15 ปี การมีส่วนร่วมของเกษตรกรชาวเขาในการส่งเสริมการปลูก

กาแฟอราบิก้าในระบบเกษตรป่าไม้ พบว่าเกษตรกรชาวเขายังมีส่วนร่วมน้อยในการคิด ตัดสินใจและการปฏิบัติ แม้ว่าเจ้าหน้าที่จะเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมก็ตาม ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเกษตรกรชาวเขายังขาดการกระตุ้นหรือขาดความกล้าในการแสดงความมีส่วนร่วม อันเป็นการสะท้อนถึงพื้นฐานของชีวิต ความเป็นอยู่ ขนบธรรมเนียมประเพณี และการพัฒนาการศึกษาของชาวเขาเป็นสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอธิบดีกรมป่าไม้ (นายอรรถพล เจริญชันษา) และผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ (นายสุชาติ กัลยาวงศา) ที่ได้โปรดพิจารณาเห็นชอบและอนุมัติให้จัดทำโครงการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ระบบวนเกษตรบนพื้นที่สูงของสถานีวนวัฒนวิจัยแม่กา จังหวัดพะเยา เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและลดความขัดแย้ง และส่งเสริมและพัฒนาองค์ความรู้ให้คนสามารถอยู่ร่วมกับป่าได้อย่างยั่งยืน ต่อไป ขอขอบคุณหน่วยงานและผู้นำชุมชนที่เกี่ยวข้องที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ และขอบคุณน้องนภาวดี สงค์มณี สำหรับภาพใน Figure 1

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

งานวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า, 2556. **รูปแบบการปลูกไม้ป่าโดยระบบวนเกษตร**. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรมป่าไม้.

ทศพร วัชรางกูร, 2565. **หลักวนเกษตรและการประยุกต์.** Training Workshop on Teak Plus Tree Selection, Seed Orchard Establishment and Agroforestry. 21-25 กุมภาพันธ์ 2565, พะเยา.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ และ จรีเมธ อังกสิทธิ์. 2543. **การมีส่วนร่วมของเกษตรกรชาวเขาเผ่ามูเซอต่อการปลูกกาแฟอราบิก้าในระบบเกษตรป่าไม้**. รายงานการวิจัยคณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สาขาอุทยาน พื้นที่คุ้มครอง ป่านันทนาการ และการท่องเที่ยว

ความรู้และความพึงพอใจต่อการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ
Knowledge and Satisfaction of Search and Rescue in National Park

มาติกา สุดสาคร[1] **รัชนู เกิดเชิดชู[1*]** อภินันท์ ขอพร[1] ปรีดาภรณ์ คำที[1]
ประเสริฐ เพ็ชรผจญ[1] และ พัชรกิติ เพ็งสกุล[1]
Matika Sudsakorn[1], **Ratchanu Kerdcherdchoo[1*]** Aphinan Korporn[1] Preedaporn Khamtee[1]
Prasert Petpajon[1] and Patcharakiti Phengsakul[1]
[1]ส่วนกู้ภัยอุทยานแห่งชาติ สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
[1]National Park Rescue Division, National Park Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: **noonu67@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความรู้และความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติที่ได้รับการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติจากศูนย์กู้ภัยอุทยานแห่งชาติ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจและแบบทดสอบความรู้ก่อน-หลัง จากเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติ จำนวน 1,390 คน และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ T - test กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความพึงพอใจในการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความพึงพอใจต่อด้านวิทยากรมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.55) รองลงมาคือ ด้านอุปกรณ์และระยะเวลา ($\bar{X}$ = 4.46) ด้านการนำความรู้ไปใช้ ($\bar{X}$ = 4.41) และด้านความรู้ความเข้าใจ ($\bar{X}$ = 4.27) ตามลำดับ และผลการทดสอบความรู้ก่อน-หลัง ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังฝึกทบทวนมีค่ามากกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนฝึกทบทวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (t = -38.44, P = .001) และจากผลการศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการฝึกทบทวนความรู้ด้านความปลอดภัยให้แก่เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติได้
คำสำคัญ: ความพึงพอใจ การกู้ชีพกู้ภัย อุทยานแห่งชาติ

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the knowledge and satisfaction of national park officer's practice review rescue knowledge in the national park by the National Parks Search and Rescue Development center. Data collection by questionnaires and Pre-test / Post-test from 1,390 national park officers. The data processing was made by using package programs. The statistics used in analyzing the information included percentage, mean, standard deviation and t-test at a significant level of 0.05. The study result is the satisfaction of national park officers in overall aspects was at a satisfactory level. National Park officials were the most satisfied with the lecturer ($\bar{X}$ = 4.55) and was followed equipment/time ($\bar{X}$ = 4.46), applying knowledge ($\bar{X}$ = 4.41) and knowledge ($\bar{X}$ = 4.27) respectively. Their post-test scores after practice review rescue knowledge were significantly higher than the pre-test scores significant at the 0.05 level (t = -38.44, P = .001). From the study result, Guidelines for the development of safety knowledge practice review for national park officials.
Keywords: satisfaction, search and rescue, national park

คำนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งท่องเที่ยวอันดับสิบของโลกในด้านจำนวน และมีรายได้เป็นอันดับสี่ของโลก ในปี พ.ศ. 2561 จากการมีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สวยงาม โดยเฉพาะทางทะเล ซึ่งมีหลายแห่งที่ติดอันดับโลก ในช่วงที่ผ่านมาการท่องเที่ยวของไทยได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์หรือวิกฤตการณ์ต่าง ๆ เช่น การเกิดภัยธรรมชาติ โรคระบาด อุบัติเหตุ อาชญากรรม เป็นต้น ซึ่งได้ส่งผลต่อการตัดสินใจของนักท่องเที่ยวในการเลือกการเดินทางท่องเที่ยวและเกิดภาพลักษณ์ที่ไม่ดีในด้านความปลอดภัย (สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562) รวมถึงสภาเศรษฐกิจโลก (World Economic Forum : WEF) ได้จัดทำรายงานการประเมินอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านการเดินทางและการท่องเที่ยวสำหรับหลายประเทศทั่วโลก (Travel & Tourism Competitiveness Report : TTCR) ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลการประเมินอันดับขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการเดินทางและการท่องเที่ยวของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 - 2562 พบว่า 2 ดัชนีรายการหลักที่ได้รับคะแนนและอันดับการประเมินขีดความสามารถในการแข่งขันดีที่สุดจาก 14 ดัชนีรายการ ได้แก่ แหล่งทรัพยากรธรรมชาติซึ่งได้อันดับที่ 10 จาก 140 ประเทศ และโครงสร้างพื้นฐานบริการด้านการท่องเที่ยวซึ่งได้อันดับที่ 14 จาก 140 ประเทศ และ 1 ใน 4 ดัชนีรายการที่ประเทศไทยควรพัฒนาอย่างเร่งด่วน คือ ความมั่นคงและความปลอดภัย อยู่อันดับที่ 111 จาก 140 ประเทศ (สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2566) ด้วยกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ดำเนินการบริหารจัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ซึ่งอุทยานแห่งชาติเป็นพื้นที่ที่มีความโดดเด่นสวยงามทางธรรมชาติเป็นพิเศษหรือมีความหลากหลายทางชีวภาพ และสัตว์ป่าหรือพืชป่าประจำถิ่นที่หายากหรือใกล้สูญพันธุ์ หรือโดดเด่นด้านธรณีวิทยา หรือมรดกทางวัฒนธรรมที่สมควรสงวนหรืออนุรักษ์ไว้เพื่อประโยชน์ของคนในชาติหรือเพื่อเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ทางธรรมชาติหรือนันทนาการของประชาชนอย่างยั่งยืน (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2566) ทั้งนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างชาตินิยมเดินทางท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ และประกอบกิจกรรมนันทนาการต่าง ๆ ในอุทยานแห่งชาติ ต่อเนื่องทุกปี (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2566) จึงให้ความสำคัญในการปฏิบัติงานด้านการดูแลความปลอดภัยให้แก่นักท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติ โดยสำนักอุทยานแห่งชาติ ส่วนกู้ภัยอุทยานแห่งชาติ ได้จัดโครงการฝึกอบรมพัฒนาศักยภาพเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติให้มีความรู้ความเข้าใจ และมีทักษะในการช่วยเหลือปฐมพยาบาล ในกรณีเจ็บป่วยฉุกเฉิน หรือได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ และส่งต่อผู้ป่วยหรือผู้บาดเจ็บ ไปยังโรงพยาบาลได้ทันท่วงที เพื่อให้เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเพิ่มพูนความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ พร้อมสามารถเผชิญเหตุการณ์ฉุกเฉินต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนกู้ภัยอุทยานแห่งชาติ จึงดำเนินการฝึกทบทวนความรู้ให้กับเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติ ในทุกปีงบประมาณ ซึ่งการพัฒนาบุคลากร วิธีต่าง ๆ จะเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญและประสบการณ์เพื่อให้ทุกคนในหน่วยงานหนึ่งสามารถปฏิบัติหน้าที่ในความรับผิดชอบได้ดียิ่งขึ้น (สมคิด, 2553) สำหรับในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 การฝึกทบทวนความรู้ในภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ โดยใช้สื่อประกอบการสอนในรูปแบบ PowerPoint กลาง เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาในแต่ละหัวข้อให้ชัดเจน และเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ดังนั้น เพื่อติดตามผลการฝึกทบทวนดังกล่าว ทำให้ทราบข้อมูลและนำมาประกอบการพัฒนากระบวนการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ การศึกษาเรื่องความรู้และความพึงพอใจต่อการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพราะเมื่อเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความแม่นยำ และความชำนาญในการให้ความช่วยเหลือ หากมีการเกิดเหตุและให้ความช่วยเหลือได้ทันท่วงที ย่อมทำให้นักท่องเที่ยวมีความเชื่อมั่นและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อการท่องเที่ยวของประเทศไทยด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติ ที่เข้ารับการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ จำนวน 1,390 คน จากอุทยานแห่งชาติ 66 แห่ง ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ ทั้งรูปแบบออนไลน์ผ่าน QR code และแบบกระดาษ แบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ลักษณะเป็นคำถามแบบสำรวจรายการ (check list)

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจ/ ความรู้ความเข้าใจ/ การนำไปใช้ ของเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติที่มีต่อการเข้ารับการทวทบความรู้ 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านวิทยากร ด้านอุปกรณ์/ระยะเวลา ด้านความรู้ ความเข้าใจ และด้านการนำความรู้ไปใช้ ลักษณะเป็นคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale)

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ลักษณะเป็นคำถามแบบปลายเปิด (open ended question)

2) แบบทดสอบก่อน-หลังทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบประเมินความพึงพอใจและแบบทดสอบก่อน-หลังทบทวนความรู้ ทำการเก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติที่เข้ารับการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ จำนวน 1,390 คน นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง เข้าโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ใช้ค่า T-Test

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ผู้เข้ารับการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ

ข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 1,390 คน ประกอบด้วย เพศ อายุ ตำแหน่ง และการปฏิบัติหน้าที่ตามคำสั่งชุดกู้ภัยประจำอุทยานแห่งชาติ (Table 1)

1.1 เพศ พบว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 1,073 คน คิดเป็นร้อยละ 77.2 และเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 22.8

1.2 อายุ พบว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 20 – 30 ปี จำนวน 442 คน คิดเป็นร้อยละ 31.8 และที่ใกล้เคียงรองลงมา คือ ช่วงอายุ 31 – 40 ปี จำนวน 411 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6

1.3 ตำแหน่งปฏิบัติงาน พบว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจมากที่สุด คือ ตำแหน่ง พนักงานจ้างเหมาเอกชนดำเนินงาน (TOR) จำนวน 462 คน คิดเป็นร้อยละ 33.2 และน้อยที่สุด คือ ตำแหน่ง ข้าราชการ จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 0.6

1.4 การปฏิบัติหน้าที่ตามคำสั่งชุดกู้ภัยประจำอุทยานแห่งชาติ พบว่า ไม่ได้ปฏิบัติหน้าที่ตามคำสั่งชุดกู้ภัยประจำอุทยานแห่งชาติ จำนวน 1,057 คน คิดเป็นร้อยละ 76.0 และปฏิบัติหน้าที่ตามคำสั่งชุดกู้ภัยประจำอุทยานแห่งชาติ จำนวน 333 คน คิดเป็นร้อยละ 24.0

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุ 20 – 30 ปี และตำแหน่งปฏิบัติงานเป็นพนักงานจ้างเหมาเอกชนดำเนินงาน (TOR) ซึ่งคล้ายกับผลการศึกษาของ ฐาปนนท์ และ ยุวัฒน์ (2553) ที่ศึกษาความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ

แก่งกระจาน และพบว่าเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานส่วนใหญ่ร้อยละ 70.6 เป็นเพศชาย มีอายุในช่วง 26 – 35 ปี ร้อยละ 35.3 และตำแหน่งพนักงานจ้างเหมามากที่สุด ร้อยละ 45.9

Table 1 General information

(n = 1,390)

General information	Number of samples	Percentage
Sex		
Male	1,073	77.2
Female	317	22.8
Age		
below 20	7	0.5
20 - 30	442	31.8
31 – 40	411	29.6
41 – 50	372	26.8
51 and above	158	11.4
Position		
Government official	9	0.6
Permanent employee	41	2.9
Government employee	444	31.9
Casual worker	136	9.8
Terms of reference	462	33.2
Daily employee	288	20.7
Other	10	0.7
National Park Rescue team		
Yes	333	24.0
No	1,057	76.0

2. ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ผู้เข้ารับการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ

ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ผู้เข้ารับการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ มี 4 ด้าน พบว่าเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความพึงพอใจต่อการฝึกทบทวนความรู้ ด้านการกู้ชีพ กู้ภัย ในอุทยานแห่งชาติโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความพึงพอใจด้านวิทยากรมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.55) การถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรมีความชัดเจน รองลงมาคือ ด้านอุปกรณ์และระยะเวลา ($\bar{X}$ = 4.46) ด้านการนำความรู้ไปใช้ ($\bar{X}$ = 4.41) และด้านความรู้ ความเข้าใจ ($\bar{X}$ = 4.27) อยู่ในระดับมากตามลำดับ (Table 2)

ด้านความรู้ ความเข้าใจ ก่อนฝึกทบทวนความรู้ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความรู้ ความเข้าใจ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.00) ภายหลังการฝึกทบทวนเจ้าหน้าที่มีความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54) อาจกล่าวได้ว่าการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรที่มีความชัดเจน และการมีอุปกรณ์ที่เพียงพอ ให้ผู้เข้ารับการฝึกทบทวนได้ฝึกปฏิบัติกับอุปกรณ์ และใช้สื่อประกอบการสอนในรูปแบบ PowerPoint ที่เหมาะสม มีผลทำให้ความรู้ของเจ้าหน้าที่มากขึ้น สอดคล้องงานวิจัยของ อัมพร (2559) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการใช้แบบฝึกสร้างสรรค์ นำเสนอผลงานด้วยโปรแกรม Microsoft PowerPoint 2010 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ

เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาล 5 บ้านกาหยี จังหวัดปัตตานี พบว่า หลังเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้แบบฝึกสร้างสรรค์นำเสนอผลงานด้วยโปรแกรม Microsoft Power Point 2010 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

Table 2 The result of satisfaction

Title	Mean	S.D.	Level
The Lecturer			
1. The lecturer explains the knowledge clearly	4.64	0.52	Highly Satisfied
2. Ability to explain content	4.56	0.57	Highly Satisfied
3. Spending time as scheduled	4.43	0.68	Satisfied
4. Answer questions directly and clearly	4.58	0.57	Highly Satisfied
Total	4.55	0.48	Highly Satisfied
Equipment/time			
1. Equipment is suitable and sufficient	4.50	0.63	Highly Satisfied
2. Review period is appropriate	4.42	0.67	Satisfied
Total	4.46	0.58	Satisfied
Applying knowledge			
1. Able to apply the knowledge gained to work	4.47	0.63	Satisfied
2. Confident and able to apply the knowledge gained	4.42	0.67	Satisfied
3. Able to disseminate knowledge	4.33	0.74	Satisfied
Total	4.41	0.62	Satisfied
Total all	4.44	0.47	Satisfied
Knowledge			
1. Knowledge before practice review	4.00	0.92	Satisfied
2. Knowledge after practice review	4.54	0.57	Highly Satisfied
Total	4.27	0.66	Satisfied

3. ระดับความรู้ก่อนและหลังฝึกทบทวนด้านการกู้ชีพ กู้ภัย ในอุทยานแห่งชาติ

ก่อนฝึกทบทวนความรู้ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ในหัวข้อการใช้เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (AED) (3.50 คะแนน) รองลงมาคือ หัวข้อการประเมินสถานการณ์และการประเมินผู้ป่วยฉุกเฉินเบื้องต้น และหัวข้อการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน (CPR)

หลังฝึกทบทวนความรู้ เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ในหัวข้อการใช้เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (AED) (4.28 คะแนน) รองลงมาคือ หัวข้อการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน (CPR) และหัวข้อการประเมินสถานการณ์และการประเมินผู้ป่วยฉุกเฉินเบื้องต้น

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ พบว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีคะแนนเฉลี่ยหลังฝึกทบทวน ทั้ง 3 หัวข้อ มากกว่าก่อนฝึกทบทวน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปภัสสร (2563) ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้ โดยใช้สื่อ PowerPoint ประกอบการสอน พบว่า

หลังการเรียนจากการสอนโดยสื่อ PowerPoint ประกอบสอนนักเรียนมีผลการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน นั่นแสดงว่าสื่อ PowerPoint ประกอบสอน เรื่อง พัฒนาการสมัยธนบุรี ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิชาสังคมสูงขึ้นจริง แสดงให้เห็นว่า การฝึกทบทวนความรู้มีผลทำให้เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความรู้ ความเข้าใจ มากขึ้น เมื่อพิจารณาค่าความต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการฝึกทบทวน ในหัวข้อเดียวกัน พบว่า หัวข้อการช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน (CPR) มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่างกันมากที่สุด รองลงมาคือ หัวข้อการใช้เครื่องฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (AED) และหัวข้อการประเมินสถานการณ์และการประเมินผู้ป่วยฉุกเฉินเบื้องต้น (Table 3)

Table 3 The results of a comparison of the pre and post - test scores

Topic	Pre - test		Post - test		t	P
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
Topic 1	3.06	1.11	3.66	1.14	-16.47	
Topic 2	2.88	1.17	4.09	1.02	-32.65	.001
Topic 3	3.50	1.29	4.28	1.01	-21.24	
3 Topics	9.44	2.62	12.13	2.25	-38.44	

Remarks: Topic 1 : Scene Size Up and Primary Assessment
Topic 2 : Cardiopulmonary Resuscitation (CPR)
Topic 3 : Automated External Defibrillator (AED)

เมื่อนำข้อมูลจากการประเมินโดยแบบประเมินความพึงพอใจและแบบทดสอบก่อน-หลัง ฝึกทบทวนมาพิจารณาความสอดคล้องของผลที่ได้ พบว่า ก่อนการฝึกทบทวนผู้เข้ารับการฝึกทบทวนประเมินตนเองอยู่ในระดับความรู้ร้อยละ 80.00 หลังการฝึกทบทวนประเมินตนเองอยู่ในระดับความรู้ร้อยละ 90.80 ในขณะที่ผลการทดสอบก่อน-หลัง ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกันคือ หลังการฝึกทบทวนระดับความรู้มากกว่าก่อนฝึกทบทวน (Table 4) ดังนั้นอาจสรุปเบื้องต้นได้ว่า เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติผู้ปฏิบัติงานดูแลนักท่องเที่ยว ควรมีการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยอย่างสม่ำเสมอ ทั้งการฝึกทบทวนด้วยตนเองและรับการฝึกทบทวนจากหน่วยงานผู้มีความรู้โดยตรง จึงจะทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Table 4 Percentage of questionnaire and paper test

(unit = percentage)

Assessment	Before	After	Dif.
Questionnaire	80.00	90.80	10.80
Paper Test	62.93	80.80	17.87

สรุป

การฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพกู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มีการดำเนินการโดยส่วนกู้ภัยอุทยานแห่งชาติจัดทำสื่อประกอบการสอนในรูปแบบ PowerPoint ตามหัวข้อที่ฝึกทบทวนและดำเนินการประเมินความพึงพอใจ และระดับความรู้ก่อน – หลังฝึกทบทวน เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความพึงพอใจต่อการฝึกทบทวนความรู้ ด้านการกู้ชีพ กู้ภัย ในอุทยานแห่งชาติ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความพึงใจด้านวิทยากรมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านอุปกรณ์และระยะเวลา ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านความรู้ ความเข้าใจ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการฝึกทบทวนความรู้ด้านการกู้ชีพ กู้ภัยในอุทยานแห่งชาติ พบว่าเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังฝึกทบทวนสูงกว่าก่อนฝึกทบทวน ทั้ง 3 หัวข้อ การประเมินสถานการณ์และการประเมินผู้ป่วยฉุกเฉินเบื้องต้น การช่วยชีวิตขั้นพื้นฐาน (CPR) และการใช้เครื่อง

ฟื้นคืนคลื่นหัวใจด้วยไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (AED) ในเบื้องต้นอาจกล่าวได้ว่า การฝึกทบทวนในการศึกษาครั้งนี้ทำให้เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติมีความรู้ ความเข้าใจ และมีความมั่นใจมากขึ้น สามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกทบทวนความรู้ จึงควรจัดทำสื่อประกอบการฝึกทบทวนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น e-book วีดีโอ เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถทบทวนด้วยตนเองได้อย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจยิ่งขึ้น และควรมีการติดตามและประเมินผลการฝึกทบทวนอย่างต่อเนื่อง ทั้งในส่วนของผู้รับการฝึกทบทวนและเจ้าหน้าที่ศูนย์กู้ภัยอุทยานแห่งชาติ ผู้ทำการฝึกทบทวน เพื่อรักษามาตรฐานและพัฒนางานด้านการกู้ชีพกู้ภัยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติที่ให้ความร่วมมือในการฝึกทบทวนความรู้และตอบแบบสอบถามการวิจัย เจ้าหน้าที่ศูนย์กู้ภัยอุทยานแห่งชาติที่ดำเนินการฝึกทบทวนความรู้ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้การดำเนินการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2566. **ข้อมูลนักท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติ.** แหล่งที่มา: https://catalog.dnp.go.th/dataset/stat-tourism, 1 พฤษภาคม 2566.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2566. **พระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2562 และกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับงานอุทยานแห่งชาติ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักอุทยานแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ฐาปนนท์ ฟักอังกูร และ ยุวัฒน์ วุฒิเมธี. 2553. ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. **วารสารวนศาสตร์** 29 (3): 54-65.

ปภัสสร อักษร. 2563. การพัฒนาผลการเรียนรู้ โดยใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน เรื่อง พัฒนาการสมัยธนบุรี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนเทศบาลบ้านหนองตาโผ่น (มิตรภาพที่ 5) สังกัดกองการศึกษาเทศบาลเมืองวารินชำราบ. **วารสารสมาคมพัฒนาวิชาชีพการบริหารการศึกษาแห่งประเทศไทย** 2 (1): 15-26.

สมคิด บางโม. 2553. **องค์การและการจัดการ.** วิทยาพัฒน์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. 2562. **รายงานภาวะเศรษฐกิจการท่องเที่ยว 2562.** แหล่งที่มา: https://shorturl.at/aipZ2, 1 พฤษภาคม 2566.

สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. 2566. **แผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2566 - 2570).** แหล่งที่มา : https://shorturl.at/suDN2, 1 พฤษภาคม 2566.

อัมพร แสะเมาะ. 2559. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการใช้แบบฝึกสร้างสรรค์ นำเสนอผลงานด้วยโปรแกรม Microsoft PowerPoint 2010 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทศบาล 5 บ้านกาหยี จังหวัดปัตตานี. **วารสารมหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด** 5 (2): 215-227.

สาขาการเปลี่ยนแปลง
สภาพภูมิอากาศภาคป่าไม้

การกักเก็บคาร์บอนของไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don) ในแปลงตัวอย่างถาวร ป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Carbon storage of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don in a permanent tropical rain forest sample plot in Ao Siam National Park, Prachuap Khiri Khan Province

กุลวนิษฐ์ ดีแก้ว[1*] สว่างพงษ์ วรรณมณี[1] และ ทิพย์สุคนธ์ พงศ์สวัสดิ์[1]

Kunwanid Deekaew[1*] Sawangpong vanmanee and Tipsukhon Pongsawat[1]

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี, สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เพชรบุรี 76120

[1]National parks research center (Phetchburi), National parks office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Phetchburi 76120

* Corresponding author; e-mail address: **meowtan4p@hotmail.com**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้าง ปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don) โดยการวางแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 120 × 120 เมตร ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการศึกษาพบไม้ยางนา (*D. alatus* Roxb. ex G.Don) จำนวน 143 ต้น มีความหนาแน่น 99 ต้นต่อเฮกตาร์ ปริมาตรไม้รวม 244.59 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ มีพื้นที่หน้าตัด 20.03 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ ปริมาณมวลชีวภาพ 380.87 ตันต่อเฮกตาร์ โดยแบ่งเป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน 294.87 และ 86.00 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน 138.59 และ 40.42 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และมีปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ 656.36 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกตาร์

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน แปลงถาวร อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม ยางนา

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the structure, biomass and carbon sequestration, and carbon dioxide absorption of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don in the Ao Siam National Park, Prachuap Khiri Khan Province. A 120 m × 120 m permanent sample plot was used. There were 143 individual trees found, a density of 99 per hectare, and a total volume of wood of 244.59 cubic meters per hectare. It has a tree basal area of 20.03 square meters per hectare. The total amount of biomass is 380.87 tons per hectare, of which 204.87 tons per hectare is above ground and 86.00 tons per hectare is below ground biomass. Above ground carbon storage is 138.59 tons per hectare, below ground carbon storage is 40.42 tons per hectare and 656.36 tons of carbon dioxide equivalent per hectare are absorbed.

Keywords: carbon storage, permanent sample plot, Ao Siam National Park, *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don

คำนำ

อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นพื้นที่เตรียมการประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 8,054 ไร่ (ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี, 2565) ซึ่งมีทั้งส่วนที่เป็นพื้นที่บกและส่วนที่เป็นพื้นที่ทะเล ครอบคลุมพื้นที่วนอุทยานป่ากลางอ่าว วนอุทยานแม่รำพึง เกาะทะลุ เกาะสิงห์ และเกาะสังข์ จุดเด่นของอุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม คือ มีป่ายางนา

(*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don) มีต้นยางนาขนาดใหญ่ อายุมากกว่า 100 ปี มากถึง 6,000 ต้น (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2565) ในอดีตเคยมีการลักลอบตัดไม้ยางนาทำให้จำนวนลดน้อยลง ไม้ยางนาจึงได้ถูกกำหนดให้เป็นไม้หวงห้ามประเภท ก ตามพระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช ๒๔๘๔ (ราชกิจจานุเบกษา, 2484) และนอกจากนี้ไม้ยางนายังเป็นไม้ที่พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้มีพระราชปรารภเมื่อปี พ.ศ. 2504 ด้วยทรงห่วงใยในสถานการณ์ของไม้ยางนาเมื่อกว่า 40 ปีที่แล้ว ว่า “ไม้ยางนาในประเทศไทยได้ถูกตัดฟันไปใช้สอยและทำเป็นสินค้ากันเป็นจำนวนมากขึ้นทุกปี เป็นที่น่าวิตกว่าหากมิได้ทำการบำรุงส่งเสริม และดำเนินการปลูกไม้ยางนาขึ้นแล้ว ปริมาณไม้ยางนาก็จะลดน้อยลงไปทุกที จึงควรที่จะได้มีการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการปลูกไม้ยางนา เพื่อจะได้นำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติ” (บุญวงศ์, ม.ป.ป.) ในปี พ.ศ. 2542 กรมป่าไม้ได้จัดตั้งให้ป่ายางนาแห่งนี้เป็นแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมตามธรรมชาติของไม้ยางนา ขึ้นภายใต้โครงการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมตามธรรมชาติของพันธุ์ไม้ป่าในประเทศไทย เพื่อเทอดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร เนื่องในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนพรรษา 6 รอบ (บุญชุบ และคณะ, 2542)

ยางนาเป็นไม้ต้นขนาดใหญ่สูงได้ถึง 50 เมตร ไม่ผลัดใบ ลำต้นเปลาตรง เรือนยอดเป็นพุ่ม เนื้อไม้สีน้ำตาลแดง (กรมป่าไม้, 2542) เป็นไม้ที่พบได้ง่ายกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติได้ทั่วประเทศ และคนไทยรู้จักนำทั้งเนื้อไม้ใช้ก่อสร้างและน้ำมันยาง เป็นเชื้อเพลิง อุดชันเรือ และเป็นยาสมุนไพรมาครั้งแต่โบราณกาล (วิชาญ, 2557) เป็นไม้ที่โดดเด่นของป่าเขตร้อน ทั้งด้านความหลากหลายและความสูงใหญ่ มีบทบาทสำคัญในการรักษาสมดุลระบบนิเวศ และมีความสำคัญกับวัฒนธรรมท้องถิ่นดั้งเดิม (จินตนา, 2556) และสามารถช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศ ซึ่งมีงานศึกษาวิจัยของ Chantamontri *et al*. (2023) ที่ได้ศึกษาปริมาตรและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นยางนาในพื้นที่ป่าดอนเจ้าปู่ ชุมชนลาวเวียง กาฬสินธุ์ รวมถึงการศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของต้นยางนาในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชสวนสัตว์อุบลราชธานี (Phetcharaburanin *et al*., 2020) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับไม้ยางนา ซึ่งเป็นไม้ที่มีคุณค่าด้านการอนุรักษ์ และการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบข้อมูลด้านโครงสร้างของไม้ยางนา รวมทั้งข้อมูลการกักเก็บคาร์บอน เพื่อสำหรับใช้เป็นฐานข้อมูลในการติดตามความเปลี่ยนแปลงหรือแนวโน้มของการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยางนาในพื้นที่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการบริเวณสังคมพืชป่าดิบชื้น ซึ่งตั้งอยู่บริเวณวนอุทยานป่ากลางอ่าว มีเนื้อที่ประมาณ 1,200 ไร่ ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (Figure 1) ซึ่งเป็นพื้นที่เตรียมการประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม สภาพพื้นที่ราบ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง 21 - 25 เมตร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,603 มิลลิเมตรต่อปี (ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันตก, 2566) โดยเก็บข้อมูลไม้ยางนา (*D. alatus* Roxb. ex G.Don) จากแปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบชื้นขนาด 120 × 120 เมตร ของศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี ที่ได้ดำเนินการในปี พ.ศ. 2563 เก็บข้อมูลของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นรอบวงมากกว่า 14 เซนติเมตรขึ้นไป วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter breast height: DBH) ที่ระดับความสูง 1.3 เมตร โดยใช้ diameter tape และวัดความสูงของต้นยางนาทุกต้นที่พบในแปลงตัวอย่างโดยใช้ measuring pole

2. วิเคราะห์โครงสร้างของไม้ยางนา

วิเคราะห์การปกคลุมเรือนยอด (crown cover) การกระจายตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก หาค่าความหนาแน่น (density: D) ของไม้ยางนา โดยวิเคราะห์จากจำนวนต้นยางนาทั้งหมดที่พบในแปลงตัวอย่างต่อเนื้อที่ของพื้นที่ที่ทำการสำรวจ ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่น (ต้น/เฮกตาร์)} = \frac{\text{จำนวนต้นยางนาทั้งหมดที่พบ}}{\text{พื้นที่แปลงตัวอย่างทั้งหมด}} \times 10{,}000$$

คำนวณปริมาตรไม้โดยใช้สมการของ ธัญนรินทร์ (2535) อ้างโดย กอบศักดิ์ และคณะ (2559) โดยในการศึกษาครั้งนี้จะใช้สมการคำนวณปริมาตรไม้ในสกุล *Dipterocarpus* ตามสมการ ln V = 2.372083 + 2.443847 ln (DBH/100) โดยที่ V = ปริมาตรไม้ และ DBH = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

คำนวณพื้นที่หน้าตัดต่อเฮกตาร์ (BA) จากผลรวมพื้นที่หน้าตัดของไม้ยางนารายต้น (BAi) ทั้งหมดในแปลงตัวอย่าง (พื้นที่แปลงตัวอย่าง 14,400 ตารางเมตร) และเทียบเป็นหน่วยต่อเฮกตาร์ (1 เฮกตาร์ เท่ากับ 10,000 ตารางเมตร) โดยใช้สมการคำนวณพื้นที่หน้าตัดรายต้นจากสันติ (2546) ดังนี้

$$BAi = \left(\pi \frac{dbh^2}{4}\right)$$

เมื่อ BAi = พื้นที่หน้าตัดของต้นไม้แต่ละต้น (ตารางเมตร)
dbh = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

3. การประมาณค่ามวลชีวภาพ

ประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นรอบวงมากกว่า 14 เซนติเมตรขึ้นไป ด้วยการแทนค่าผลคูณของความหนาแน่นของเนื้อไม้ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก และขนาดความสูงของต้นไม้ ในสมการแอลโลเมตรีของ Chave *et al.* (2005) ดังนี้

$$AGB = 0.0509 \times \rho D^2 H$$

โดยที่ AGB คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)
D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (เซนติเมตร)
H คือ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)
ρ คือ ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) (โดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของไม้ยางนา (*D. alatus* Roxb. ex G.Don) เท่ากับ 0.6761 g/cm^3 จากเว็บไซต์ http://db.worldagroforestry.org//wd/species/Dipterocarpus_alatus)

และประมาณค่ามวลชีวภาพใต้พื้นดินของต้นไม้โดยใช้สมการของ Cairn *et al*. (1997) ดังนี้

Below ground biomass = Exp (-1.0850 + 0.9256 ln (Above ground biomass density))

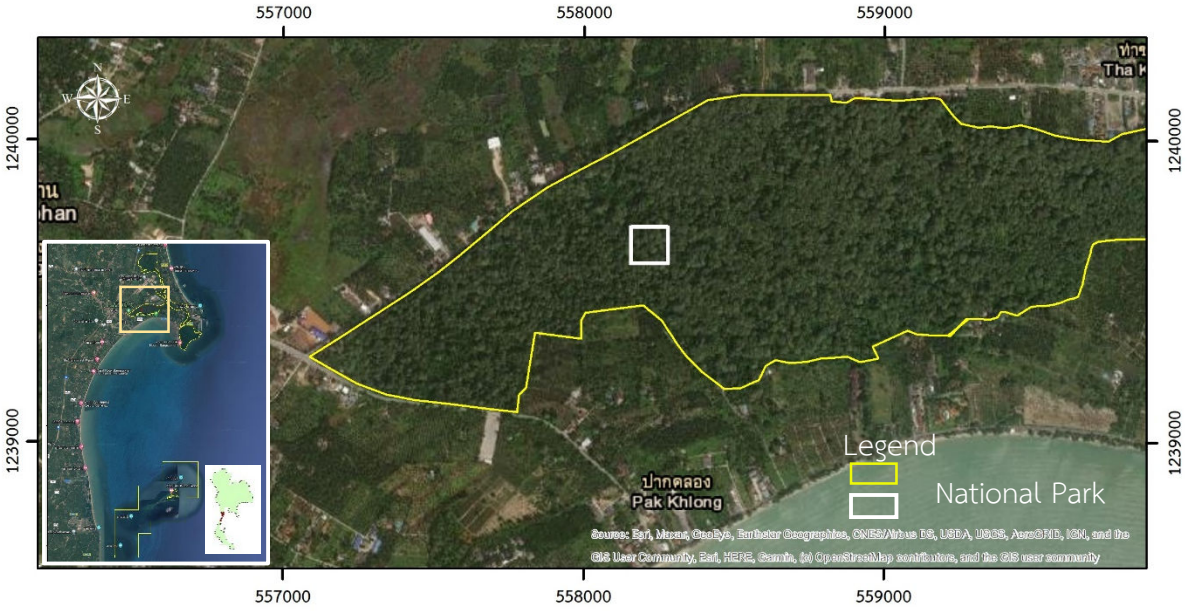


Figure 1 Location of permanent tropical rain forest sample plot in Ao Siam National Park, Prachuap Khiri Khan Province

4. ประเมินการกักเก็บคาร์บอน

ประเมินการกักเก็บคาร์บอนทั้งในส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน และส่วนที่อยู่ใต้พื้นดินของไม้ยางนา (*D. alatus* Roxb. ex G.Don) ในแปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยคำนวณจากค่ามาตรฐานซึ่งเท่ากับ ร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง (IPCC, 2006) คูณกับมวลชีวภาพ

5. มูลค่าการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์

คำนวณปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้ โดยเทียบค่าสัดส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 มวลโมเลกุล = 44) และคาร์บอน (C มวลอะตอม = 12) คือ 44/12 (IPCC, 2006) ดังนี้

$$\text{การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์} = \frac{\text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ (กิโลกรัม)} \times 44}{12}$$

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างของไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G.Don)

แปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบชื้น ขนาด 120x120 เมตร ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบพรรณไม้ที่เป็นไม้ยืนต้นจำนวน 1,448 ต้น ซึ่งในจำนวนนี้เป็นต้นยางนา (*D. alatus* Roxb. ex G.Don) 143 ต้น (Figure 2) โดยต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกสูงสุดมีค่าเท่ากับ 118.92 เซนติเมตร (ความสูง 40 เมตร) และต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกน้อยที่สุดเท่ากับ 5.00 เซนติเมตร (ความสูง 5.75 เมตร) โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกเฉลี่ย 39.65 เซนติมตร ซึ่งมีค่ามากกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ยางนาในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชสวนสัตว์อุบลราชธานี ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 106.63 เซนติเมตร และต่ำสุดเท่ากับ 4.14 เซนติเมตร (Phetcharaburanin *et al*., 2020) ในขณะที่ไม้ยางนาในพื้นที่ป่าดอนเจ้าปู่ ชุมชนลาวเวียง จังหวัดกาฬสินธุ์ มีขนาดเส้นรอบวงระดับอกมากที่สุด เท่ากับ 6.73 เมตร (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 214.33 เซนติเมตร) เส้นรอบวงน้อยที่สุด เท่ากับ 0.34 เมตร (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.82 เซนติเมตร)

ขนาดเส้นรอบวงเฉลี่ย เท่ากับ 1.99 เมตร (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 63.37 เซนติเมตร) (Chantamontri *et al*., 2023) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกเฉลี่ยมากกว่าต้นยางนาที่ศึกษาในครั้งนี้ โดยขนาดของต้นยางนาที่พบมากสุดอยู่ที่ช่วงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 - 20 เซนติเมตร (Figure 3) สำหรับความสูงของต้นยางนาในแปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบชื้นที่ทำการศึกษามีค่าสูงสุด เท่ากับ 43 เมตร และต้นที่มีความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 5.09 เมตร และมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 23.20 เมตร เมื่อนำข้อมูลไปสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกและความสูงของต้นยางนา พบว่า มีค่าความสัมพันธ์ในรูปแบบลอการิทึมซึ่งมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.9044 (Figure 4)

ต้นยางนาในแปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบชื้นมีการปกคลุมของเรือนยอดร้อยละ 71.08 ของพื้นที่แปลงตัวอย่าง (Figure 5) มีความหนาแน่น 99 ต้นต่อเฮกตาร์ พื้นที่หน้าตัด 20.03 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ และมีปริมาตรไม้รวม 244.59 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ หรือคิดเป็น 39.13 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าปริมาตรไม้ของต้นยางนาในพื้นที่ป่าดอนเจ้าปู่ ชุมชนลาวเวียง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่มีปริมาตรไม้เท่ากับ 79.67 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ (Chantamontri *et al*., 2023)

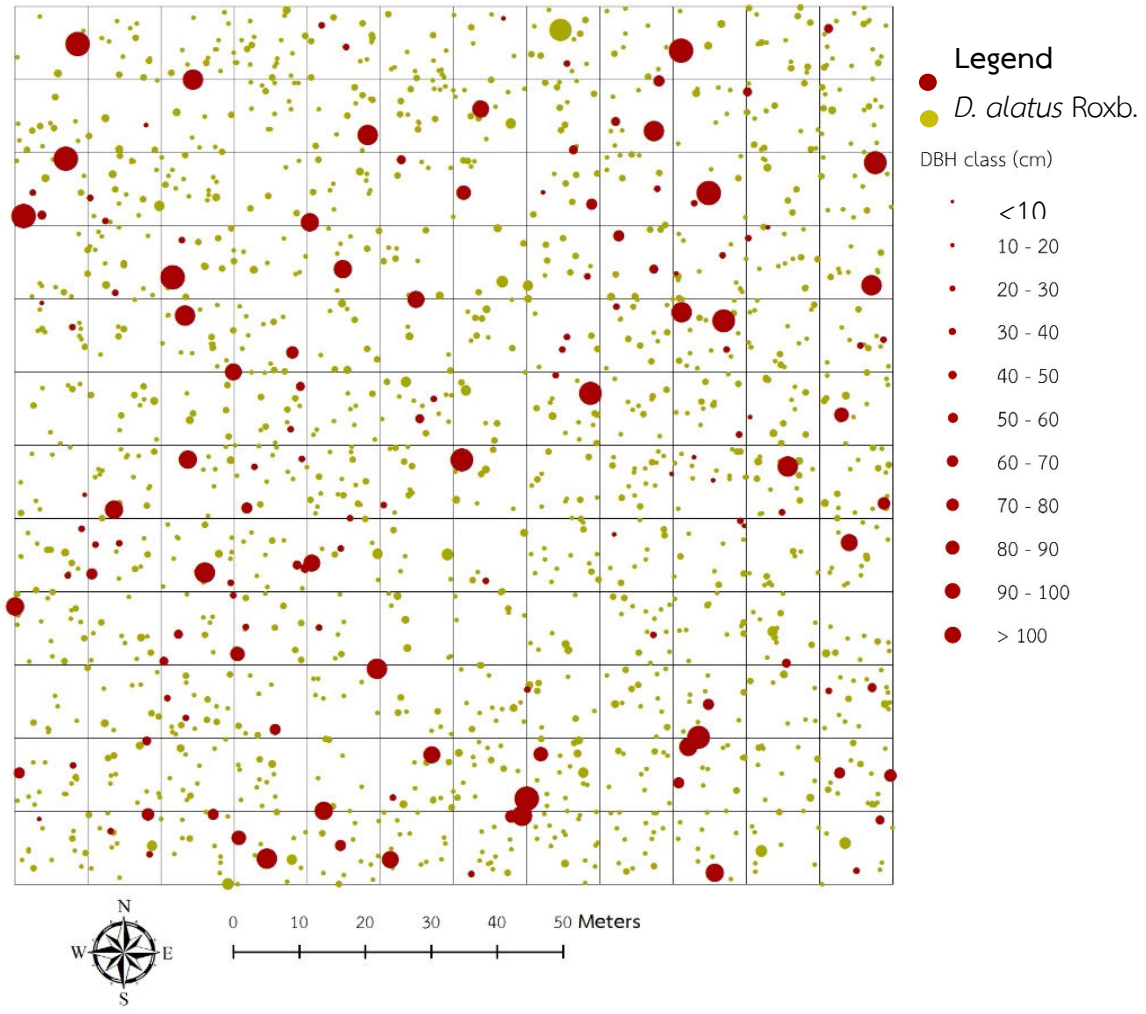


Figure 2 Distribution of 143 individual trees in permanent tropical rainforest sample plot

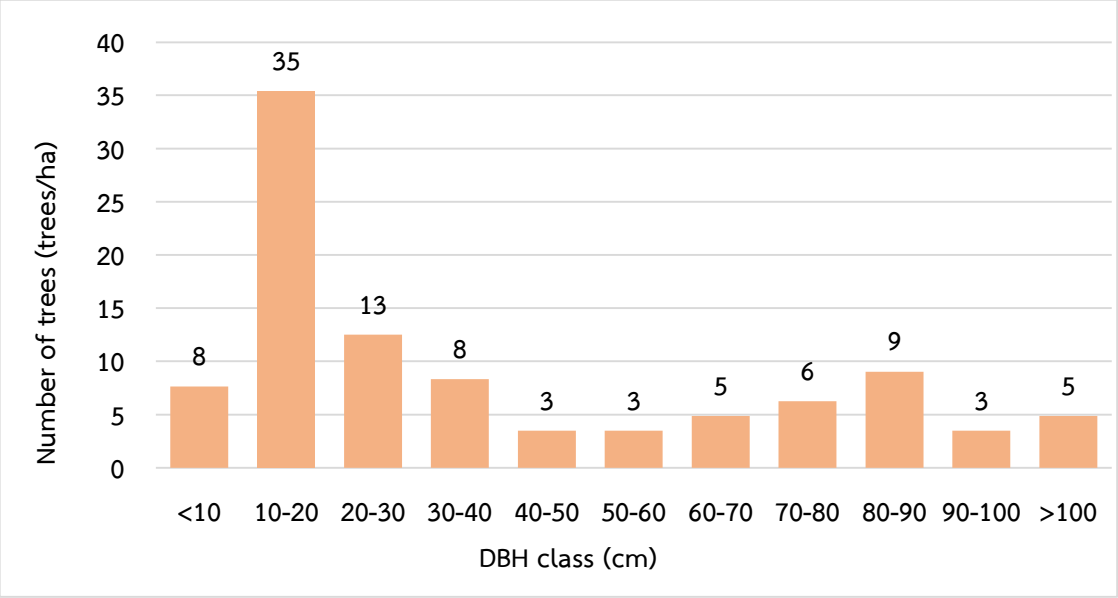


Figure 3 Distribution of diameter at breast height (DBH) classes of *D. alatus* Roxb. ex G.Don

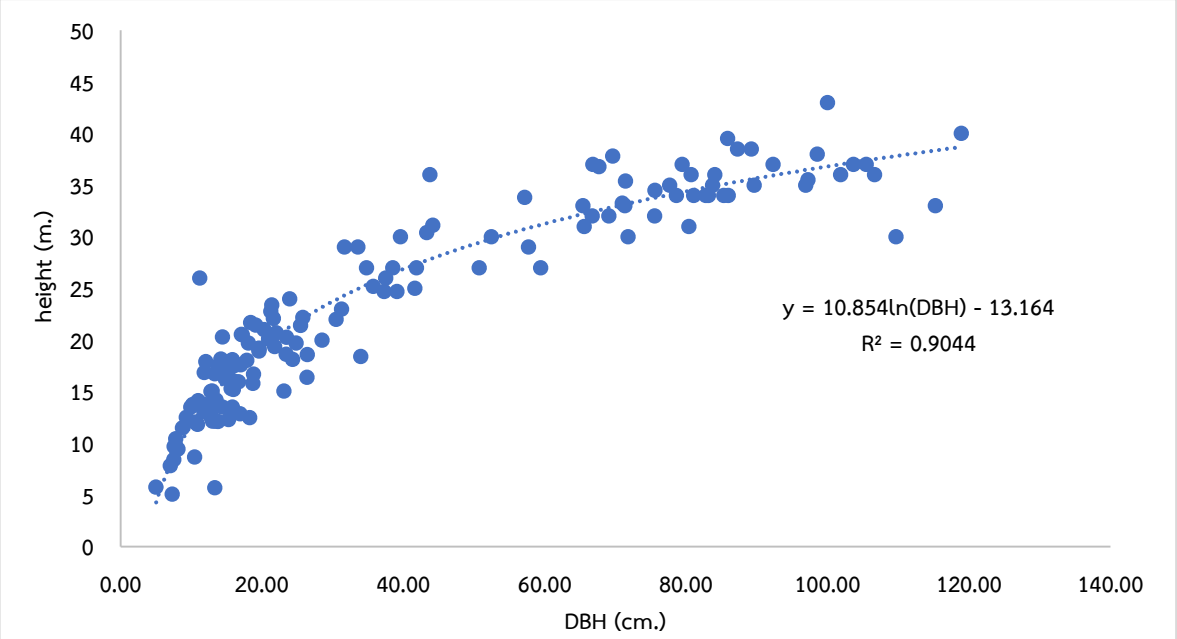


Figure 4 Correlation equation of Tree height (H, meter) and diameter (DBH, centimeter) of *D. alatus* Roxb. ex G.Don

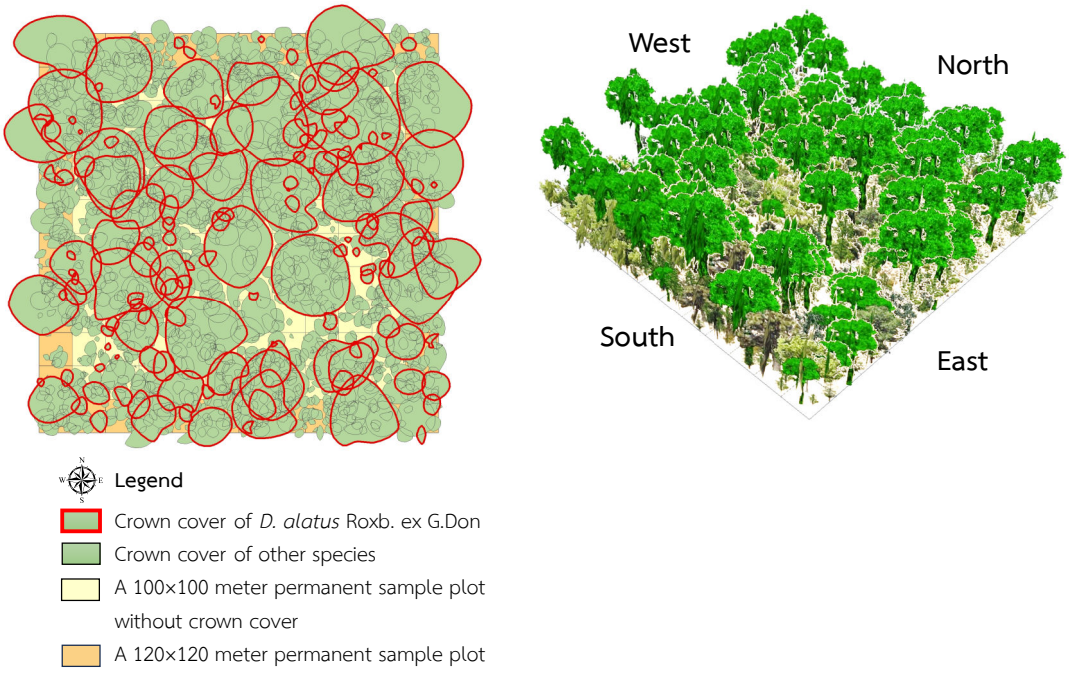


Figure 5 Crown cover and profile diagram of *D. alatus* Roxb. ex G.Don in the permanent sample plot

2. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

จากการศึกษา พบว่า แปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีปริมาณมวลชีวภาพรวม 652.76 ตัน หรือคิดเป็น 453.30 ตันต่อเฮกตาร์ โดยพบว่าไม้ยางนา (*D. alatus* Roxb. ex G.Don) ในแปลงตัวอย่างถาวร มีปริมาณมวลชีวภาพรวม 548.45 ตัน หรือคิดเป็น 380.87 ตันต่อเฮกตาร์ แบ่งเป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน เท่ากับ 294.87 และ 86.00 ตันต่อเฮกตาร์ คิดเป็นการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน เท่ากับ 138.59 และ 40.42 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 1) และพบว่าต้นยางนา จำนวน 9 ต้น ที่มีช่วงชั้นขนาดความโตที่ 80 - 90 เซนติเมตร เป็นช่วงความโตที่มีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด (Figure 6) และมีการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 1.8 ตันต่อต้น เมื่อนำข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยางนาแต่ละต้นมาวิเคราะห์และทำการประยุกต์โดยการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system: GIS) เพื่อจัดทำแผนที่เส้นชั้นระดับ (contour line) แสดงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน พบว่า บริเวณที่มีการกักเก็บคาร์บอนสูงอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่แปลงตัวอย่าง (Figure 7)

เมื่อพิจารณาปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยางนาในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีมวลชีวภาพรวม 60.94 ตันต่อไร่ และมีการกักเก็บคาร์บอนรวม 28.64 ตันต่อไร่ ซึ่งมีค่ามากกว่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของต้นยางนาในป่าชุมชนดอนเจ้าปู่ ชุมชนลาวเวียง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยมีมวลชีวภาพรวม 36.84 ตันต่อไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 17.31 ตันคาร์บอนต่อไร่ (Chantamontri *et al*., 2023) เนื่องจากไม้ยางนาในพื้นที่ป่าชุมชนดอนเจ้าปู่มีขนาดความโตและความสูงเฉลี่ยมากกว่ายางนาในพื้นที่อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม แต่มีค่ามากกว่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของต้นยางนาในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชสวนสัตว์อุบลราชธานี โดยมีค่าเท่ากับ 39.40 และ 19.53 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (Phetcharaburanin *et al*., 2020)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยางนาในการศึกษาครั้งนี้กับไม้ยืนต้นในสังคมพืชต่าง ๆ พบว่า มีค่ามากกว่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้นในสังคมพืชป่าดิบชื้นในพื้นที่อุทยานแห่งชาติกุยบุรี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 231.08 และ 111.08 ตันต่อเฮกตาร์ (ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี, 2559) และมากกว่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้นในสังคมพืช

ป่าดิบชื้นในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน มีค่าเท่ากับ 212.03 และ 101.92 ตันต่อเฮกตาร์ (ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี, 2562) และมากกว่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่าดิบแล้งในพื้นที่สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีค่าเท่ากับ 111.92 และ 60.43 ตันต่อเฮกตาร์ (Chandaeng *et al*, 2020) และมากกว่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้ป่าเบญจพรรณในลุ่มน้ำแม่กลองมีค่าเท่ากับ 253.34 และ 126.67 ตันต่อเฮกตาร์ แต่น้อยกว่าไม้ยืนต้นในสังคมพืชป่าดิบแล้งสะแกราชโดยมีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 447.33 และ 223.66 ตันต่อเฮกตาร์ (สาพิศ และคณะ, 2548) ทั้งนี้ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บได้ขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น อายุของป่า ความสมบูรณ์ การถูกรบกวน และวิธีปฏิบัติในการจัดการ (สมศักดิ์ และคณะ, 2559)

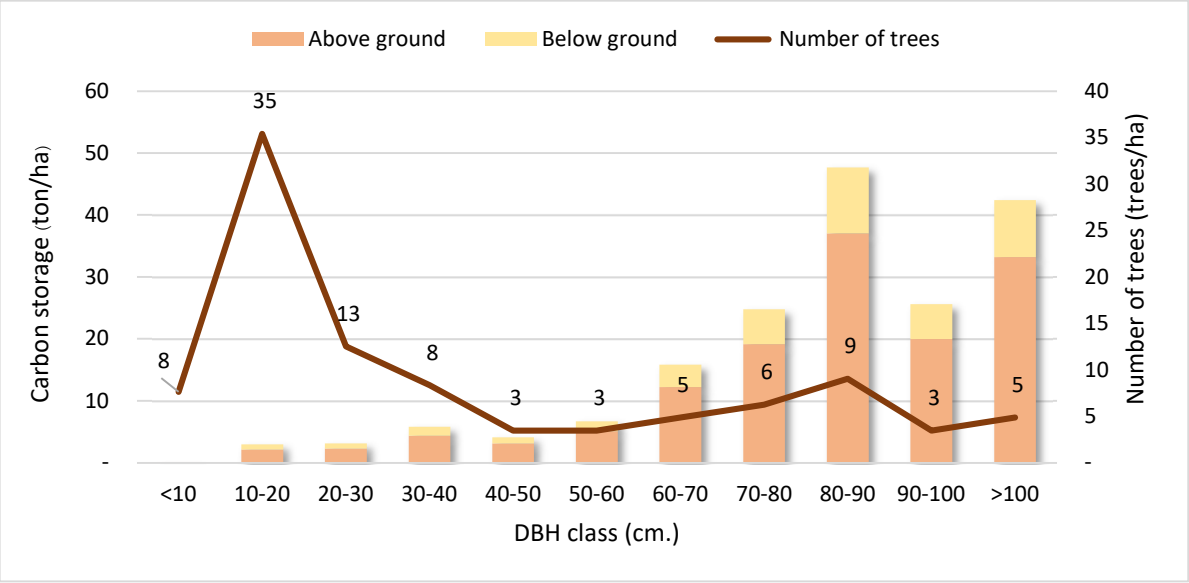


Figure 6 Carbon storage of *D. alatus* Roxb. ex G.Don in permanent tropical rain forest sample plot

Table 1 Biomass and Carbon storage of *D. alatus* Roxb. ex G.Don in permanent tropical rain forest sample plot in Ao Siam National Park, Prachuap Khiri Khan Province

DBH Class (cm)	Number of Tree (tree ha^{-1})	Biomass (ton ha^{-1})			Carbon storage (ton ha^{-1})		
		Above Ground	Below Ground	Total	Above Ground	Below Ground	Total
<10	8	0.17	0.07	0.24	0.08	0.03	0.11
10-20	35	4.52	1.76	6.28	2.12	0.83	2.95
20-30	13	4.85	1.76	6.61	2.28	0.83	3.11
30-40	8	9.23	3.09	12.32	4.34	1.45	5.79
40-50	3	6.62	2.13	8.75	3.11	1.00	4.11
50-60	3	10.85	3.37	14.22	5.10	1.58	6.68
60-70	5	25.96	7.74	33.70	12.20	3.64	15.84
70-80	6	40.74	11.97	52.70	19.15	5.62	24.77
80-90	9	78.76	22.64	101.40	37.02	10.64	47.66
90-100	3	42.50	11.91	54.42	19.98	5.60	25.58
>100	5	70.67	19.55	90.22	33.21	9.19	42.40
Total	**99**	**294.87**	**86.00**	**380.87**	**138.59**	**40.42**	**179.01**

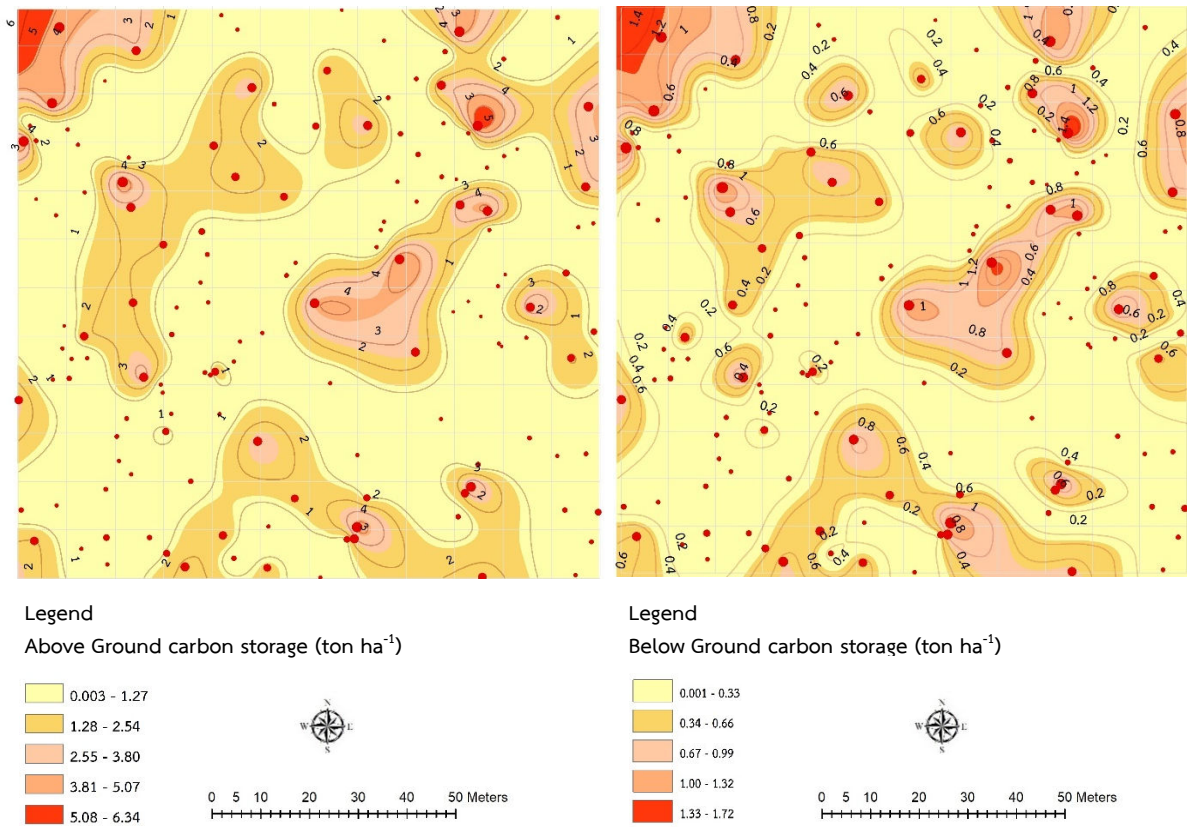


Figure 7 The contour lines of carbon storage of all species and carbon storage D. alatus Roxb. ex G.Don in permanent tropical rain forest sample plot in Ao Siam National Park, Prachuap Khiri Khan Province

3. ปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์

ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ยางนา (*D. alatus* Roxb. ex G.Don) ในแปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบชื้น ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีค่าเท่ากับ 945.15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ ประมาณ 656.36 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ยางนาในพื้นที่ป่าดอนเจ้าปู่ ชุมชนลาวเวียง จังหวัดกาฬสินธุ์ มีค่าการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ 63.54 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ หรือคิดเป็น 397.13 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเฮกตาร์ (Chantamontri *et al*., 2023)

สรุป

ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าไม้ยางนาเป็นพันธุ์ไม้ชนิดที่มีศักยภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนได้ดี โดยจะเห็นได้จากอัตราการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุดในพื้นที่แปลงตัวอย่างและมีการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าไม้ยืนต้นในสังคมพืชชนิดต่าง ๆ ในบางพื้นที่ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว ซึ่งสอดคล้องกับคณะวนศาสตร์ (2554) ที่กล่าวไว้ว่ามวลชีวภาพของป่าธรรมชาติมีการแปรผันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดป่า ชนิดไม้ที่เป็นองค์ประกอบของป่า ความหนาแน่นของป่า สภาพภูมิประเทศ และปัจจัยสิ่งแวดล้อม เป็นต้น สำหรับสิ่งที่น่ากังวลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า จำนวนไม้หนุ่ม (sapling) และกล้าไม้ (seedling) ของยางนาที่พบในแปลงตัวอย่างมีจำนวนน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ป่าแห่งนี้เป็นป่าดิบแน่นทึบทำให้ยากต่อการงอกและการตั้งตัวของกล้าไม้ยางนา อีกทั้งเมล็ดของไม้ยางนามีอายุการงอกสั้น (บุญชุบ และคณะ, 2542) และปัจจัยในเรื่องของการเข้าทำลายเมล็ดไม้จากแมลง (จินตนา, 2556) ซึ่งหมายถึงการสืบต่อพันธุ์ในอนาคตของไม้ยางนา ดังนั้น ในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของ

ไม้ยางนาให้คงอยู่ จึงควรมีการนำเมล็ดพันธุ์จากแหล่งพันธุกรรมตามธรรมชาติของไม้ยางนาแห่งนี้ไปขยายพันธุ์ต่อ เพื่อนำไปปลูกฟื้นฟูในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมให้กลับมาสมบูรณ์และปลูกจิตสำนึกให้ชุมชนที่อยู่รอบพื้นที่ป่ามีความรู้สึกหวงแหน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการดูแลทรัพยากรของท้องถิ่น และในอนาคตควรมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของไม้ยางนาในแปลงตัวอย่างถาวรอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้มีข้อมูลอัตราการเพิ่มพูนของการเจริญเติบโตและทราบแนวโน้มของการกักเก็บคาร์บอนของไม้ยางนาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในการอำนวยความสะดวกสถานที่พักและสถานที่ในการเก็บข้อมูล เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี ทุกท่าน ที่ช่วยดำเนินการวางแปลงตัวอย่างถาวร และเก็บข้อมูลพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างถาวร และขอขอบคุณ คุณธรรมนูญ เต็มไชย หัวหน้าศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดจนตรวจสอบแก้ไขทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2542. **ไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ไม้ยาง เล่ม 3: นานาสาระเกี่ยวกับไม้วงศ์ยาง**. กรุงเทพฯ.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2565. **หนังสือ 60 ปี อุทยานแห่งชาติไทย**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ

กอบศักดิ์ วันธงไชย, สมพร แม่ลิ่ม, ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ, พิชิต ลำใย, ณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์, สมชาย นองเนือง, อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์ และ กิตติศักดิ์ จินดาวงค์. 2559. **ชุดโครงการศึกษาชนิดไม้และการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกป่าชาวบ้านโครงการย่อยที่ 2 โครงการศึกษาชนิด/พันธุ์ไม้สนเพื่อปลูกเป็นสวนป่าและการอนุรักษ์ในพื้นที่โครงการหลวงวัดจันทร์**. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

คณะวนศาสตร์. 2554. **คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

จินตนา บุพบรรพต, สมภพ รัตนประชา, มานพ ผู้รัตน์, จิณนา เผือกนาง และอรรถสิทธิ์ ด่านชูธรรม. 2556. **การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ไม้วงศ์ยาง**. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

ธรรมนูญ เต็มไชย. 2555. **เทคนิคการวัดต้นไม้ Tree Measurement Technique**. ศูนย์ศึกษาและวิจัยอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

บุญชุบ บุญทวี, ประสงค์ สงวนธรรม, สิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร, พรศักดิ์ มีแก้ว, ธัญนรินทร์ ณ นคร, บุญช่วย อรรถวรรธนรุ่งนภา พัฒนวิบูลย์, วลัยพร สถิตวิบูรณ์, วิชาญ เอียดทอง, ธรรมนูญ เต็มไชย และ มนตรี แสงสวัสดิ์. 2542. **ไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ยาง เล่ม 4 ไม้ยางนาที่ป่ากลางอ่าว.** สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญวงศ์ ไทยอุตส่าห์. 2549. **ยางนา : ไม้มีค่าที่ในหลวงทรงห่วงใย.** แหล่งที่มา: http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/49_1/Chalermprakiet/ch_13/ch_13.htm, 28 มิถุนายน 2566.

ราชกิจจานุเบกษา. 2484. **พระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช ๒๔๘๔**. ราชกฤษจานุเบกษา เล่ม 58, หน้า 1417.

วิชาญ เอียดทอง. 2557. ความใกล้ชิดทางพันธุกรรมและสถานภาพทางการอนุรักษ์ของพรรณไม้สกุลยางนาในประเทศไทย. **วารสารการจัดการป่าไม้** 8(15): 82-95.

ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี. 2565. **โครงการจัดทำแปลงตัวอย่างถาวรเพื่อติดตามผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบนิเวศแปลงตัวอย่างถาวรป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติอ่าวสยาม (เตรียมการ) จังหวัดประจวบคีรีขันธ์**. ไฮ สปีด เลเซอร์ปรินต์, กรุงเทพฯ

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคตะวันตก. 2566. **ตารางข้อมูลฝนรายเดือน – ปี สถานีดงไม้งาม อำเภอบางสะพาน**. แหล่งที่มา: http://hydro-7.rid.go.th/, 15 มิถุนายน 2566.

สันติ สุขสอาด. 2546**. การประเมินค่าป่าไม้**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ภานุมา ลาดปาละ, ธิติ วิสารัตน์, สิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร, สำเริง ปานอุทัย และ ศุภรัตน์ สำราญ. 2548. วัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง *ใน* **รายงานประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ "ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต".** ณ โรงแรมมารวย การ์เด้น กรุงเทพฯ วันที่ 4 – 5 สิงหาคม 2548.

Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., and Baumgardner, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forest. **Oecologia** 111: 1-11.

Chandaeng, W., Puangchit, L., Junkerd, N. and Jumwong, N. 2020. Carbon Stock of Different Forest Communities at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province. **Thai J. For.** 39(1): 57-70. (in Thai)

Chantamontri, W., Cheamsathit, C. and Chaitieng, T. 2023. Tree Volume and Carbon Stocks of Yangna (Dipterocarpus alatus Roxb ex G.Don) in Donchaopu Forest of Laoveing Community, Kalasin Province. **Life Sciences and Environment Journal 2023** 24(1): 38-49. (in Thai)

Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Folster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B. and Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia** 145: 87-99.

IPCC. 2006. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japan.

Petcharaburanin, P., Chakhamrun, N. and Kulninworpaeng, P. 2020**.** Evaluation on carbon storage in aboveground biomass of yangna at plant genetic protection area, Ubon Ratchathani Province. **Chiang Mai University Journal of Natural of Sciences** 9(3): 393-410.

Tree Functional Attributes and Ecological Database. n.d. **Wood density : *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don.** Available Source: http://db.worldagroforestry.org//wd/species/Dipterocarpus_alatus), June 28, 2023.

การใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ ในอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่

Application of Remotely Sensed Data in Estimation of Forest Carbon Sequestration in Sri Lanna National Park, Chiang Mai Province.

กรองแก้ว เล่งอี้[1*] วันชัย อรุณประภารัตน์[2] และ ดำรง พิพัฒนวัฒนากุล[2]

Krongkaew Leng-ee[1] Wanchai Arunpraparut[2] and Damrong Pipatwattanakul[2]

[1]สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

[1]Protected Area Rehabilitation and Development Office, Department of National Parks Wildlife and Plant conservation

[2]คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2]Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

[*]Corresponding Author, E-mail: **Krongkaew.le@ku.th**

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้โดยใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกล บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ โดยการวิเคราะห์สมการถดถอยหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดินกับค่าการสะท้อนช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ใน ปี พ.ศ. 2562 ได้แก่ แถบความถี่ที่ 3 (G) แถบความถี่ที่ 4 (R) และแถบความถี่ที่ 5 (IR) รวมทั้งค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณ ได้แก่ การลบแบบง่าย: IR – R (Simple substraction), การหารแบบง่าย: IR/R (Simple ratio), NDVI (Normalized difference vegetation index), TVI (Transformed vegetation index) และ GVI (Green vegetation index) เพื่อหาสมการที่เหมาะสมที่สุดในการประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่

ผลการศึกษาพบว่าสมการที่เหมาะสมที่สุดในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน CS (carbon sequestration) โดยพิจารณาจากสมการที่มีค่า R^2 ที่สูงที่สุด เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมในการสร้างสมการของป่าประเภทต่าง ๆ ในอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ โดยสมการเพื่อการประมาณการกักเก็บคาร์บอน ป่าเต็งรังมีสมการที่เหมาะสมที่สุด คือ CS = 0.914 (IR/R) + 1.383 และมีค่าสัมประสิทธิ์กำหนด (R^2) เท่ากับ 0.147 ป่าเบญจพรรณ มีสมการที่เหมาะสมที่สุด คือ CS = 15.645 (TVI) – 10.371 และมีค่าสัมประสิทธิ์กำหนด (R^2) เท่ากับ 0.072 ส่วนป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา ไม่สามารถหารูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญในการประเมิน จึงใช้ข้อมูลจากภาคสนาม ในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน มาใช้ในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ในอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2562 สามารถประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินได้ทั้งสิ้น 8,448,725.48 ตันคาร์บอน โดยป่าประเภทต่าง ๆ มีอัตราการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินแตกต่างกันไปโดยที่ป่าดิบแล้งมีอัตราการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด รองลงมาคือป่าดิบเขา ป่าสนเขา ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง ตามลำดับ (107.53, 86.59, 69.83, 54.64 และ 42.76 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์) ป่าสนเขา ไม่สามารถหารูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากข้อมูลภาคสนามไม่เพียงพอในการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ

คำสำคัญ : การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ มวลชีวภาพ การสำรวจระยะไกล

ABSTRACT

This study aimed to estimate the above-ground carbon sequestration of forests in Sri Lanna National Park, Chiang Mai Province using remote sensing data. The relationship was studied between above-ground carbon sequestration and the reflectance values of different wavebands of a Landsat 8 image captured in 2019. Band 3 (green; G), band 4 (red; R), and band 5 (near infrared; IR) were analyzed. Analysis involved the well-known vegetation indices of simple subtraction (IR–R), simple ratio (IR/R), the normalized difference vegetation index (NDVI), the transformed vegetation index (TVI) and the green vegetation index (GVI). Regression analysis was employed to determine the relationships between these parameters and carbon sequestration in order to determine the best–fit model for estimating the above-ground carbon sequestration of each forests type in Sri Lanna National Park, Chiang Mai Province.

As the results, it was shown that the best-fit model for estimation of the above-ground carbon sequestration (CS) of deciduous forest was CS = 0.914 (IR/R) + 1.383 with a coefficient of determination (R^2) of 0.147. The best-fit model for mixed deciduous forest was CS = 15.645 (TVI) – 10.371, with R^2= 0.072. The dry evergreen forest and the hill evergreen forest could not find a suitable relationship equation model because the variables were not significantly correlated in the assessment Field data are therefore used to estimate above-ground carbon storage used to estimating the above-ground carbon sequestration of forests in Sri Lanna National Park, Chiang Mai Province in 2019 was estimated to be 8,448,725.48 t of carbon. The rate of above - ground carbon sequestration of each forest type was different. The results showed that the maximum rate of above-ground carbon sequestration was found in dry evergreen forest, followed by hill evergreen forest, coniferous forest, mixed deciduous forest, and deciduous forest, respectively. (107.53, 86.59, 69.83, 54.64 and 42.76 t/ha carbon). Coniferous forest can't find a suitable correlation equation model due to insufficient field data for statistical correlation analysis.

Keywords: carbon sequestration of forests, biomass, remote sensing data

คำนำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ และนับเป็นปัญหาหลักที่สำคัญที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน จากแบบจำลองการคาดคะเนภูมิอากาศที่สรุปโดย IPCC บ่งชี้ว่าอุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยที่ผิวโลกจะเพิ่มขึ้น 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียส ในช่วง พ.ศ. 2544 –2643 ค่าตัวเลขดังกล่าวได้มาจากการจำลองสถานการณ์แบบต่าง ๆ ของการแผ่ขยายแก๊สเรือนกระจกในอนาคต แม้ว่าสาเหตุหลักของการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้นจะมาจากภาคอุตสาหกรรม แต่การเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ก็นับเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่ง ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ ทั้งในด้านการปลดปล่อยและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น โดยระบบนิเวศป่าไม้เป็นแหล่งดูดซับคาร์บอนที่สำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากป่าไม้สามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ (carbon sequestration) ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยที่พืชสีเขียวจะเปลี่ยนแปลงพลังงานจากดวงอาทิตย์มาเป็นพลังงานทางชีวเคมีเพื่อสร้างเนื้อเยื่อ และนำมากักเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (biomass)

ป่าไม้ส่งผลได้ทั้งทางด้านการเพิ่มหรือการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ได้แก่ การสูญเสียคาร์บอนที่กักเก็บในรูปเนื้อไม้จากการตัดไม้ทำลายป่า และด้านการลดหรือการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก

บรรยากาศมากักเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพ การประเมินอย่างแม่นยำเกี่ยวกับการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของพื้นที่ป่าไม้ถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะตามพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ได้มีการยอมรับเอาประเด็นของการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ (land use, land use change and forest) เป็นส่วนหนึ่งของการพิจารณาการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในปัจจุบันการประมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นป่าไม้ทำได้ยากและต้องใช้งบประมาณสูง การนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลเข้ามาช่วยในการศึกษาจะทำให้สามารถประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าไม้ ได้สะดวก รวดเร็ว ใช้งบประมาณน้อยลง

การศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาในพื้นที่อุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ ที่เป็นส่วนที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และพื้นที่โดยรอบมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมากจึงเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาการประเมินการกักเก็บปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน ทำให้สามารถคาดการณ์และวางแผนการดำเนินด้านต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นการช่วยในเรื่องการลดโลกร้อนต่อไปในอนาคตได้ และยังเป็นพื้นที่ภาคสนามของโครงการ REDD+ (Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation) ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลมาประยุกต์ ใช้ร่วมกับข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากการสำรวจภาคสนามมาหาความสัมพันธ์ เพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ในการประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนให้มีความเหมาะสมมากที่สุด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าไม้อื่น ๆ ได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำรายงานแห่งชาติว่าด้วยบัญชีรายการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nationals Framework Convention on Climate Change ; UNFCCC) ซึ่งเป็นอนุสัญญาฯ ที่เกิดจากความพยายามของประชาคมโลกในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่มีสาเหตุมาจากภาวะเรือนกระจกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI ความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร บันทึกเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ พิกัด UTM อยู่ที่ 491343E 2168894N กับ 544744E 2098296N จำนวน 1 ภาพ
2. ข้อมูลจากการสำรวจแจงนับทรัพยากรป่าไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
3. แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7018 มาตราส่วน 1: 50,000
4. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง
5. ซอฟท์แวร์ประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
6. อุปกรณ์เครื่องเขียน

วิธีการ

การศึกษาการประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ ในอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกล สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม การเก็บข้อมูลภาคสนาม และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

เลือกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ มาใช้ในการศึกษา โดยมีขั้นตอนในการเตรียมความพร้อมของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังนี้

1. นำเข้าและตัดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ระบบ OLI ความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร บันทึกเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ครอบคลุมพื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ พิกัด UTM อยู่ที่ 491343E 2168894N กับ 544744E 2098296N ที่ได้รับการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิต (geometric correction)

2. การแปลงค่าหลักเลข (digital number: DN) โดยทำการแปลงค่าหลักเลข (digital number; DN) ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ไปเป็นค่าพลังงานที่สะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริง (reflectance) เพื่อลดความผิดพลาดของพลังงานที่สะท้อนจากวัตถุบนพื้นผิวโลกไปสู่เครื่องบันทึกข้อมูล จากสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบข้างในขณะที่ทำการบันทึกข้อมูลได้แก่ สภาพอากาศ ภูมิประเทศ อุณหภูมิ มุมตกกระทบของแสง

3. นำข้อมูลค่าพลังงานที่สะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริง ครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการวางแปลงตัวอย่างเก็บข้อมูลซึ่งบันทึกจากเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) เลือกช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณ ได้แก่ แถบความถี่ที่ 3 (G), แถบความถี่ที่ 4 (R), แถบความถี่ที่ 5 (IR) และค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณ ได้แก่ การลบแบบง่าย (simple substraction : IR-R), การหารแบบง่าย (simple ratio : IR/R), NDVI (normalized difference vegetation index), TVI (transformed vegetation index) และ GVI (green vegetation index)

ข้อมูลจากการสำรวจแจงนับไม้

ในส่วนของอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งได้ทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้ และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้การวางแปลงตัวอย่างในการสำรวจแบบ Systematic Sampling โดยในแต่ละจุดจะอยู่ห่างกัน 5x5 กิโลเมตร ในการกำหนดที่ตั้งพิกัดของแปลงตัวอย่างจะใช้เครื่องมือกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2004) โดยได้นำรูปแบบของการวางแปลงตัวอย่าง และขนาดของแปลงตัวอย่าง จากโครงการติดตั้งระบบติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ของชาติ เพื่อการอนุรักษ์ที่มีประสิทธิภาพและการจัดการที่ยั่งยืน (PD 195/03 Rev. 2 (F)) ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือระหว่างกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชกับองค์การไม้เขตร้อนระหว่างประเทศ (International Tropical Timber Organization ; ITTO) ได้ดำเนินการวางแปลงตัวอย่างระยะห่างกันที่ 20x20 กิโลเมตร ทั่วประเทศ มาประยุกต์ในการศึกษาของโครงการฯ โดยกลุ่มแปลงตัวอย่างที่เป็นพื้นที่ป่าไม้อยู่ในอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จำนวน 38 กลุ่มแปลง จำนวน 190 แปลง

การสำรวจทรัพยากรป่าไม้ใช้วิธีการสำรวจแบบกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งใช้เป็นตำแหน่งวางแปลงตัวอย่าง จำนวน 5 แปลง โดยกำหนดให้ตำแหน่งที่ตั้งของหน่วยตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างเป็นตำแหน่งจุดศูนย์กลางของกลุ่มแปลงตัวอย่าง (Cluster center) และเป็นตำแหน่งของแปลงตัวอย่างถาวร สำหรับแปลงตัวอย่างอีก 4 แปลง กำหนดให้อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกลุ่มแปลงตัวอย่างเป็นระยะทาง 50 เมตร ตามทิศหลักทั้งสี่ทิศ คือ ทิศเหนือ (north) ทิศตะวันออก (east) ทิศใต้ (south) และทิศตะวันตก (west) ดัง Figure 1

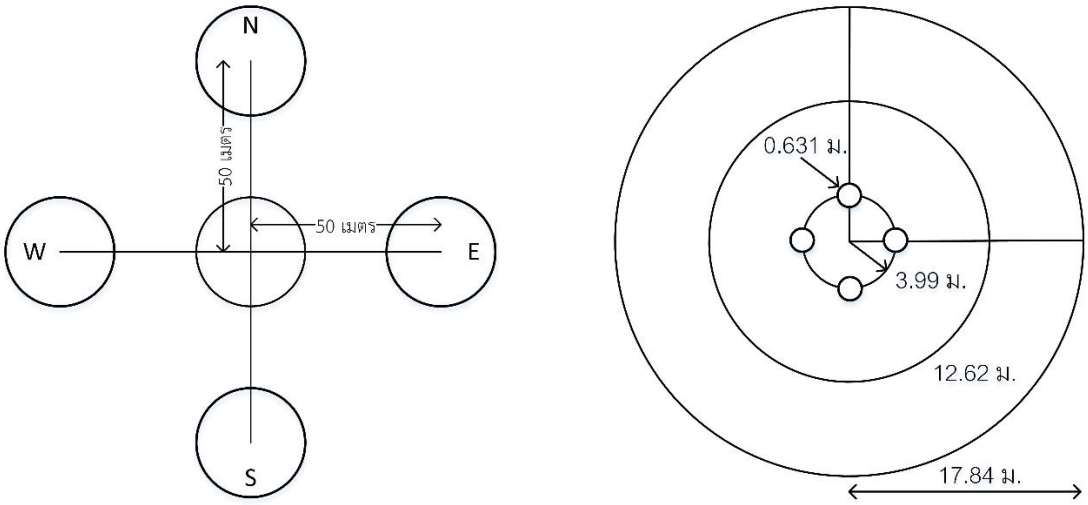


Figure 1 Plot sampling design.
Remarks: N: North; E: East; S: South; W: West

การเก็บข้อมูลภาคสนามจะเก็บข้อมูลไม้ต้น (tree) ของไม้ทุกชนิดในแปลงตัวอย่างรูปวงกลมรัศมี 17.84 เมตร โดยวัดต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดที่ความสูงจากระดับพื้นดินขึ้นไป 1.30 เมตร) และวัดความสูงของต้นไม้ทั้งหมด โดยมีกระบวนการปฏิบัติงานสำรวจภาคสนาม

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลต้นไม้ที่วัดจากแปลงตัวอย่าง มาทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อหาผลผลิตมวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอน โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การประมาณค่ามวลชีวภาพที่อยู่เหนือพื้นดิน (above – ground biomass) ของต้นไม้ในแปลงตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ใช้สมการแอลโลเมตรีของชนิดป่าต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ใช้สมการของ Tsutsumi *et al*. (1983)

$$Ws = 0.0509 (D^2H)^{0.919} \quad (1)$$

$$Wb = 0.00893 (D^2H)^{0.977} \quad (2)$$

$$Wl = 0.0140 (D^2H)^{0.669} \quad (3)$$

1.2 ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ใช้สมการของ Ogawa *et al*. (1965)

$$Ws = 0.0396 (D^2H)^{0.933} \quad (4)$$

$$Wb = 0.00349 (D^2H)^{1.030} \quad (5)$$

$$Wl = (28/ (Ws+Wb+0.025))^{-1} \quad (6)$$

1.3 ป่าสนเขา ใช้สมการของ Kajornsrichon *et al.* (1988).

$$Ws = 0.2141 (D^2H)^{0.9814} \quad (7)$$

$$Wb = 0.00002 (D^2H)^{1.4561} \quad (8)$$

$$Wl = 0.00072 (D^2H)^{1.0138} \quad (9)$$

1.4 ปริมาณ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม Wt = Ws + Wb + Wl (กิโลกรัม) โดยที่

Ws = มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)

Wb = มวลชีวภาพส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม)

Wl = มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัม)

Wt = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวม (กิโลกรัม)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

H = ความสูงของต้นไม้ถึงปลายยอด (เมตร)

2. การประเมินหาค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในมวลชีวภาพ โดยป่าดิบแล้ง มีค่าประมาณร้อยละ 48.07, ป่าเบญจพรรณมีค่าประมาณร้อยละ 49.01 และป่าเต็งรังมีค่าประมาณร้อยละ 50.56 เฉลี่ยประมาณร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Brown and Lugo, 1982)

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน = ปริมาณมวลชีวภาพx0.50 (ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์)

3. นำข้อมูลค่ามวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่วิเคราะห์ได้จากภาคสนาม ซึ่งมีขนาดแปลงตัวอย่างวงกลมรัศมี 17.84 เมตร ซึ่งมีพื้นที่ 0.1 เฮกตาร์ หรือ 1,000 ตารางเมตร มาทำการเฉลี่ยให้ข้อมูลดังกล่าวอยู่ในรูปของแปลงตัวอย่างขนาด 30x30 เมตร ซึ่งมีพื้นที่ 900 ตารางเมตร เพื่อให้สอดคล้องกับขนาดของจุดภาพที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 มาใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

4. การประมาณหาค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดินจากข้อมูลภาพถ่าย จากดาวเทียม Landsat 8 มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

4.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดิน (ตัวแปรตาม) กับค่าพลังงานที่สะท้อนจากผิวโลกที่แท้จริง ช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณ ได้แก่ G R IR และค่าดัชนีเกี่ยวข้องกับพืชพรรณ ได้แก่ การลบแบบง่าย : IR – R การหารแบบง่าย : IR/R NDVI TVI และ GVI โดยใช้จุดภาพบริเวณเดียวกันกับตำแหน่งแปลงตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยเครื่องบอกตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม ใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมในการสร้างสมการ และเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise multiple regression analysis) ซึ่งมีรูปแบบสมการ ดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + \ldots + b_nX_n \qquad (10)$$

เมื่อกำหนดให้ Y คือ ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดินที่ได้จากข้อมูลภาคสนาม

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$ คือ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 (G, R, IR, IR – R, IR/R, NDVI, TVI และ GVI) ที่แปลงเป็นค่า Reflectance แล้ว

a คือ ค่าที่เส้นสมการถดถอยตัดแกน Y (Y - intercept)

$b_1, b_2, b_3, b_4, \ldots, b_n$ คือ สัมประสิทธิ์ของการถดถอย (Coefficient of regression)

4.2 ทำการหาสมการที่เหมาะที่สุดในการประมาณหาค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดิน โดยการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (SPSS) เข้ามาช่วยวิเคราะห์ เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis) โดยการเลือกตัวแปรที่ significant มาใช้ในการสร้างสมการ โดยพิจารณาจากสมการที่มีค่า R^2 ที่สูงที่สุด เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมในการสร้างสมการ

5. นำสมการที่เหมาะที่สุดที่ผ่านการคัดเลือกไปประมาณหาค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดิน คิดเฉพาะพื้นที่ป่าไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ แล้วนำค่าไปทดสอบรายคู่ (paired – sample t-test) กับปริมาณคาร์บอนจากการสำรวจภาคสนาม

ผลและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม

การจำแนกข้อมูลภาพในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการจำแนกเชิงพื้นที่ด้วยสายตาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 ระบบ OLI ความละเอียดจุดภาพ 30 เมตร บันทึกเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ที่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ พิกัด UTM อยู่ที่ 491343E 2168894N กับ 544744E 2098296N

จากการศึกษาพบว่าอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ 920,908.51 ไร่ และจำแนกพื้นที่ตามประเภทป่าต่าง ๆ ได้ดังนี้ ป่าดิบแล้งมีพื้นที่ ประมาณ 21,913.85 ไร่ ป่าดิบเขามีพื้นที่ ประมาณ 131,483.08 ไร่ ป่าสนเขา มีพื้นที่ ประมาณ 8,765.55 ไร่ ป่าเต็งรังมีพื้นที่ ประมาณ 311,176.62 ไร่ ป่าเบญจพรรณมีพื้นที่ ประมาณ 359,387.10 ไร่ อ่างเก็บน้ำของเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล มีพื้นที่ประมาณ 9,961.99 ไร่ และพื้นที่อื่น ๆ มีพื้นที่ประมาณ 78,220.32 ไร่

2. การวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม

ผลการสำรวจข้อมูลภาคสนาม จำนวน 38 กลุ่มแปลง มีจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด 190 แปลง กระจายทั่วพื้นที่อุทยานแห่งชาติศรีลานนา แบ่งแปลงตัวอย่างตามประเภทป่าต่าง ๆ ได้ดังนี้ ป่าดิบแล้ง จำนวน 5 แปลง ป่าดิบเขา จำนวน 30 แปลง ป่าสนเขา จำนวน 2 แปลง ป่าเต็งรัง จำนวน 71 แปลง และป่าเบญจพรรณ จำนวน 82 แปลง จากการวัดขนาดไม้ยืนต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป พบว่า มีต้นไม้ทั้งหมด จำนวน 14,063 ต้น มีจำนวนต้นไม้เฉลี่ย 740 ต้นต่อเฮกตาร์ ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ จำนวน 464 ชนิด เช่น เต็ง (*Shorea obtusa*) เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) รัง (*Shorea siamensis*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) โลด(*Trigonostemon reidioides*) ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) กว้าว (*Haldina cordifolia*) ก่อสีเสียด (*Acacia catechu*) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*) และรักใหญ่ (*Melanorrhoea usitata*) เป็นต้น และไม่สามารถจำแนกชนิดได้ จำนวน 324 ต้น โดยจำแนกตามประเภทป่าต่าง ๆ ได้ดัง Figure 2

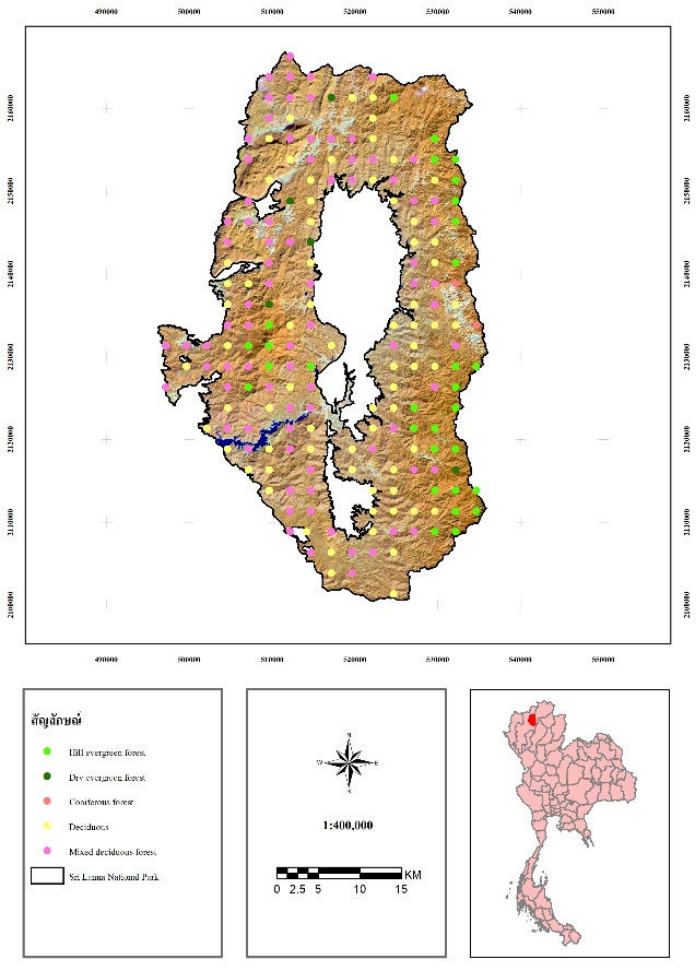


Figure 2 Distribution of sample plots of field survey data in Sri Lanna National Park, Chiang Mai province.

2.1 ป่าดิบแล้ง ผลจากการสำรวจป่าดิบแล้ง จำนวน 5 แปลง พบว่า มีต้นไม้ทั้งหมด จำนวน 289 ต้น ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ไม้ จำนวน 79 ชนิด ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ จำนวน 41 ต้น มีจำนวนต้นไม้เฉลี่ย 578 ต้นต่อเฮกตาร์ มีความสูงเฉลี่ย 11.42 เมตร และมี DBH เฉลี่ย 19.02 เซนติเมตร

2.2 ป่าดิบเขา ผลจากการสำรวจป่าดิบเขา จำนวน 30 แปลง พบว่า มีต้นไม้ทั้งหมด จำนวน 2,535 ต้น ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ไม้ จำนวน 264 ชนิด ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ จำนวน 164 ต้น มีจำนวนต้นไม้เฉลี่ย 845 ต้นต่อเฮกตาร์ มีความสูงเฉลี่ย 10.44 เมตร และมี DBH เฉลี่ย 15.24 เซนติเมตร

2.3 ป่าสนเขา ผลจากการสำรวจป่าสนเขา จำนวน 2 แปลง พบว่า มีต้นไม้ทั้งหมด จำนวน 158 ต้น ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ไม้ จำนวน 38 ชนิด ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ จำนวน 1 ต้น มีจำนวนต้นไม้เฉลี่ย 790 ต้นต่อเฮกตาร์ มีความสูงเฉลี่ย 11.72 เมตร และมี DBH เฉลี่ย 18.61 เซนติเมตร

2.4 ป่าเต็งรัง ผลจากการสำรวจป่าเต็งรัง จำนวน 71 แปลง พบว่า มีต้นไม้ทั้งหมด จำนวน 7,303 ต้น ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ไม้ จำนวน 209 ชนิด ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ จำนวน 51 ต้น มีจำนวนต้นไม้เฉลี่ย 103 ต้นต่อเฮกตาร์ มีความสูงเฉลี่ย 8.49 เมตร และมี DBH เฉลี่ย 12.94 เซนติเมตร

2.5 ป่าเบญจพรรณ ผลจากการสำรวจป่าเบญจพรรณ จำนวน 82 แปลง พบว่า มีต้นไม้ทั้งหมด จำนวน 3,778 ต้น ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ไม้ จำนวน 323 ชนิด ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ จำนวน 67 ต้น มีจำนวนต้นไม้เฉลี่ย 461 ต้นต่อเฮกตาร์ มีความสูงเฉลี่ย 11.36 เมตร และมี DBH เฉลี่ย 17.30 เซนติเมตร

3. การวิเคราะห์หาสมการที่เหมาะสมในการประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้

เมื่อนำค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือ พื้นดินที่คำนวณได้จากภาคสนาม มาหาค่าความสัมพันธ์ กับช่วงคลื่น และค่าดัชนีเกี่ยวข้องกับพืชพรรณ ได้แก่ ค่า G R IR IR-R IR/R NDVI TVI และ GVI โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เพื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการความสัมพันธ์ ผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

1) ป่าเต็งรัง มีตัวแปรอิสระเพียงหนึ่งตัว คือ ค่า IR/R ที่ถูกคัดเลือกเข้าไปใช้ในการสร้างสมการ และให้รูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุด คือ ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน = 0.914 (IR/R) + 1.383 (R^2 = 0.147) นำค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินกับ ค่า IR/R มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อหาค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติของสมการที่ได้ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (α = 0.05) (F = 11.877)

2) ป่าเบญจพรรณ มีตัวแปรอิสระเพียงหนึ่งตัว คือ ค่า TVI ที่ถูกคัดเลือกเข้าไปใช้ในการสร้างสมการ และให้รูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุด คือ ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน = 15.645 (TVI) – 10.371 (R^2 = 0.072) นำค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินกับ ค่า TVI มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อหาค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติของสมการที่ได้ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (α = 0.05) (F = 6.181)

3) ป่าดิบแล้ง ไม่สามารถหารูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่มีตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าไปในการสร้างรูปแบบสมการ

4) ป่าดิบเขา ไม่สามารถหารูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่มีตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าไปในการสร้างรูปแบบสมการ

5) ป่าสนเขา ไม่สามารถหารูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากข้อมูลภาคสนามไม่เพียงพอในการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ

การประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้

นำสมการมาคำนวณหาปริมาณคาร์บอนตรงตำแหน่งแปลงสำรวจทั้งหมดในป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง แล้วนำค่าไปทดสอบเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (paired – sample t test) กับปริมาณคาร์บอนจากการสำรวจภาคสนาม

สามารถสรุปได้ว่าปริมาณคาร์บอนที่คำนวณด้วยสมการแอลโลเมตรี และสมการที่วิเคราะห์ด้วยข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (α = 0.05) แสดงว่าสามารถนำสมการที่สร้างขึ้น ไปใช้ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ได้

นำสมการที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละประเภทป่ามาคำนวณหาค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดินจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 โดยใช้ค่าตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าแต่ละประเภท ได้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน จำแนกตามประเภทป่า ดัง Table 1

Table 1 Above-ground carbon sequestration of forest area in Sri Lanna National Park, Chiang Mai province.

Forest Type	Carbon Sequestration at Forest Area.	
	Carbon (t)	Carbon (t/ha)
Dry evergreen forest	377,030.42	107.53
Hill evergreen forest	1,821,668.27	86.59
Mix deciduous forest	3,141,667.36	54.64
Deciduous forest	2,128,974.01	42.76
Coniferous forest	979,385.42	69.83
Total	**8,448,725.48**	**-**

เมื่อพิจารณาค่า R^2 ที่ได้จากสมการที่เหมาะสมที่สุดของป่าแต่ละประเภท พบว่า ป่าเต็งรัง มีค่า R^2 สูงสุด รองลงมา คือ ป่าเบญจพรรณ ค่า R^2 ที่ได้ เท่ากับ 0.147 และ 0.072 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากค่าสะท้อนแสงที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมในป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ อาจเป็นค่าการสะท้อนแสงของลูกไม้ กล้าไม้ ไม้พื้นล่าง หรือไม้ไผ่ ซึ่งไม่ได้นำมาคำนวณ ค่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของภาคสนาม หรืออาจมีปัจจัยจากค่าการสะท้อนแสงที่ได้รับจากภาพถ่ายดาวเทียมมีคลื่นรบกวน หรือตำแหน่งของแปลงสำรวจคลาดเคลื่อน กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 จึงทำให้ค่า R^2 มีค่าต่ำ

เมื่อนำค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้จากข้อมูลภาคสนามมาหาความสัมพันธ์กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 แล้วนำสมการที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละประเภทป่ามาคำนวณ หาค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอน พบว่า ป่าดิบแล้ง มีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินประมาณ 107.53 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีค่ามากที่สุดทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากพื้นที่ป่าดิบแล้ง ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนใหญ่มีสภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง สลับซับซ้อน และมีความชื้นสูงทำให้ต้นไม้มีขนาดใหญ่และมีปริมาณมวลชีวภาพสูง และได้รับผลกระทบจากไฟป่าน้อยกว่าป่าประเภทอื่น ป่าดิบเขามีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินอันดับรองลงมา คือ ประมาณ 86.59 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ ที่มีดินลึกและมีความอุดมสมบูรณ์สูง ป่าสนเขา มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินประมาณ 69.83 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ป่าเบญจพรรณ มีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินประมาณ 54.64 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ แต่ก็ยังมีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าป่าเต็งรังที่มีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินประมาณ 42.76 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ เพราะเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีความชื้นน้อย ทำให้มีไฟป่าเกือบทุกปี

ผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษากับนักวิจัยหลายท่าน เช่น วิษณุ (2544) พบว่าป่าดิบแล้งมีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากที่สุด คือ 373.84 ตันต่อเฮกตาร์ รองลงมา คือ ป่าดิบเขามีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 195.70 ตันต่อเฮกตาร์ ป่าเบญจพรรณมีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 174.26 ตันต่อเฮกตาร์ และป่าเต็งรังมีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 70.65 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ อภินันท์ (2545) ศึกษาพบว่า ป่าดิบแล้ง มีค่ามวลชีวภาพ เท่ากับ 267.52 ตันต่อเฮกตาร์ และป่าเบญจพรรณ มีค่ามวลชีวภาพ เท่ากับ

186.49 ตันต่อเฮกตาร์ นวลปราง (2548) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน พบว่า ป่าดิบแล้งมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 103.85 ตันต่อเฮกตาร์ ป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 34.26 ตันต่อเฮกตาร์ และป่าเต็งรัง มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 29.31 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และอายุวัฒน์ (2564) ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่อุทยานแห่งชาติพุเตย พบว่า ป่าดิบแล้งมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 43.20 ตันต่อเฮกตาร์ ป่าเต็งรังมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 37.85 ตันต่อเฮกตาร์ และเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 23.08 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ สมการเพื่อการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าเบญจพรรณที่เหมาะสมที่สุดคือ CS = 131.33-577.112 (R) และมีค่า R^2เท่ากับ 0.082

เมื่อพิจารณาจากผลของการศึกษาวิจัยแล้วพบว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ได้โดยไม่จำเป็นต้องเข้าไปสำรวจภาคสนามทั้งหมด เพื่อลดงบประมาณค่าใช้จ่าย และเวลาในการวิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัย ตอบสนองต่อความต้องการใช้ข้อมูลที่เร่งด่วนได้

สรุป

1. การศึกษาการประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้เทคนิคการรับรู้ระยะไกล ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่เหนือพื้นดิน (ตัวแปรตาม) กับค่าการสะท้อนในช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณ และค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8 (ตัวแปรอิสระ) มาทำการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ได้สมการที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละประเภทป่า ดังนี้ ป่าเต็งรังสมการที่เหมาะสมที่สุด คือ CS = 0.914 (IR/R) + 1.383 (R^2 = 0.147) ป่าเบญจพรรณสมการที่เหมาะสมที่สุด คือ CS = 15.645 (TVI) – 10.371 (R^2= 0.072) เมื่อ CS = ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขาไม่สามารถหารูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่มีตัวแปรอิสระที่ถูกคัดเลือกเข้าไปในการสร้างรูปแบบสมการ และป่าสนเขาไม่สามารถหารูปแบบสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมได้ เนื่องจากข้อมูลภาคสนามไม่เพียงพอในการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ

2. การประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล ได้ดังนี้ ป่าดิบแล้งมีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน ประมาณ 107.52 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ คิดเฉพาะพื้นที่ป่าดิบแล้งได้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าดิบแล้งเท่ากับ 377,030.42 ตันคาร์บอน ป่าดิบเขามีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินประมาณ 90.89 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ คิดเฉพาะพื้นที่ป่าดิบเขา ได้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าดิบเขา เท่ากับ 1,821,668.27 ตันคาร์บอน ป่าสนเขามีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินประมาณ 69.83 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ คิดเฉพาะพื้นที่ป่าสนเขา ได้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าสนเขา เท่ากับ 979,385.42 ตันคาร์บอน ป่าเบญจพรรณมีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินประมาณ 54.64 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ คิดเฉพาะพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ได้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าเบญจพรรณ เท่ากับ 3,141,667.36 ตันคาร์บอน และป่าเต็งรังมีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินประมาณ 42.76 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ คิดเฉพาะพื้นที่ป่าเต็งรัง ได้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าเต็งรัง เท่ากับ 2,128,974.01 ตันคาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติศรีลานนา จังหวัดเชียงใหม่ได้ทั้งหมด ประมาณ 8,448,725.48 ตันคาร์บอน สามารถนำข้อมูลนี้ไปสร้างเป็นฐานข้อมูลและควรที่จะนำข้อมูลไปศึกษาต่อในอนาคต ในระยะเวลาทุก ๆ 5 ปี หรือ 10 ปี เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง และเป็นฐานข้อมูลของอุทยาน จากการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อุทยานอื่น ๆ เพื่อหาค่าการประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน โดยไม่จำเป็นต้องลงไปเก็บข้อมูลภาคสนามทั้งหมด เพื่อลดงบประมาณ ค่าใช้จ่าย และเวลาในการวิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นที่ทันสมัยสนองต่อความต้องการใช้ข้อมูลอย่างเร่งด่วน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Brown, S. and Lugo, A.E. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. **Biotropica** 14: 161-187.

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2004. **Forest Resource Survey and Risk Assessment of Forest Encroachment in the Integrated Forest and Wildlife Biodiversity Management Project for Conservation and Development of Sustainable Use**. Bangkok.

Domrongsutsiri, V. 2001. **Application of remote sensing for leaf area index and forest above-ground biomass estimation in Phu Kradueng National Park, Loei Province**. Kasetsart University, Bangkok.

Kajornsrichon, S., Thaiutsa, B., Siripatanadilok, S. and Suwannapinunt, W. 1988. Structural characteristics of pine stands at Ban Wat Chan Royal Project, Chiangmai province. **Journal of Forestry** 7(2): 169-188

Khanthirat, A. 2002. **Application of remote sensing data in forest area classification and forest biomass estimation in Huai Tab Than - Huai Samran Wildlife Sanctuary, Surin Province**. Kasetsart University, Bangkok.

Nuanurai, N. 2005. **Comparison of leaf area index, above - ground biomass and carbon sequestration of forest ecosystems by forest inventory and remote sensing at Kaeng Krachan National Park, Thailand**. Chulalongkorn University, Bangkok.

Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K. and Kira, T. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. **Plant biomass. Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.

Pheuuan, A. 2021. **Estimation of above-ground carbon sequestration of forest using remote sensing techniques in Phu Toei National Park, Suphanburi Province.** Kasetsart University, Bangkok.

Tsutsumi, T., Yoda, K., Sahunalu, P., Dhanmanonda, P. and Prachaiyo, B. 1983. Forest : felling, burning and regeneration, pp. 13-62. *In* K. Kyuma and C. Pairintra, eds. **Shifting cultivation. An Experiment at Nam Phrom. Thailand and its Implication for Upland Farming in the Monsoon Tropics**. Faculty of Agriculture, Kyoto University, Tokyo.

ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสังคมพืชป่าสนในพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทย
Impact of Climate Change on Community Pine Forest in Thailand Protected Areas

นิรันดร์รัตน์ ป้อมอิ่ม[1*] ณัฐเกียรติ ผดุงกมล[1] ธนกร เขื่อนเสน[1] และ ขวัญสุภา ศรีสมบัติ[1]
Nirunrut Pomoim[1*] Natthakiat phadungkamol[1] Thanakorn kheunsen[1] and Khuansupha Srisombat[1]
[1]สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
[1]Forest and Plant conservation research office,
Department of National Parks, wildlife and Plant conservation, Bangkok 10900
[*]Corresponding Author; Email: **kekek_r@hotmail.com**

บทคัดย่อ

สังคมพืชป่าสนในประเทศไทยมีพื้นที่การกระจายอยู่เพียงร้อยละ 0.17 ของพื้นที่ประเทศ และมีระบบนิเวศที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษานี้เป็นการใช้แบบจำลองการกระจายเชิงพื้นที่ (spatial distribution modelling) เพื่อประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายของชนิดไม้จำนวน 208 ชนิดในสังคมพืชป่าสนที่กระจายอยู่ในระบบพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทย จากการศึกษาพบว่า ภายในปี ค.ศ. 2050 ร้อยละ 40 ของชนิดไม้ที่ศึกษามีการสูญเสียสภาพแวดล้อมที่เหมาะต่อการกระจาย (ecological niche) ภายใต้สถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีความเข้มข้นสูง (ssp585) ที่ได้จากแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ Coupled Model Intercomparison Phase 6 (CIMP 6) ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูง ได้แก่ สนตะนาวศรี (*Pinus latteri*) และสนสามใบ (*Pinus kesiya*) จะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเหลือเพียงร้อยละ 7.4 และ 6.3 ของพื้นที่คุ้มครอง และผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ 3.5 องศาเซลเซียสได้เพิ่มแนวโน้มในการเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ จากปัจจุบันร้อยละ 9 เป็นร้อยละ 18 ของจำนวนชนิดไม้ทั้งหมด โดย 9 ชนิดมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ได้แก่ สนตะนาวศรี (*Pinus latteri*) สนสามใบ (*Pinus kesiya*) สามพันปี (*Dacrydium elatum*) พญาไม้ (*Podocarpus neriifolius*) ชมพูภูพิงค์ (*Prunus cerasoides*) อวบดำ (*Chionanthus ramiflorus*) ก่อผัวะ (*Lithocarpus dealbatus*) ก่อขี้หนู (*Lithocarpus harmandii*) และก่อด่าง (*Quercus myrsinifolia*) และจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ขุนไม้ (*Nageia wallichiana*) ได้รับการคาดการณ์ว่าจะสูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย นอกจากนี้ร้อยละ 8 ของพื้นที่คุ้มครองจะได้รับผลกระทบในระดับรุนแรงจากการสูญเสียความหลากหลายของชนิดไม้ที่มีความสำคัญในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามยังมีความไม่แน่นอนด้านการตอบสนองทางด้านชีววิทยา ดังนั้น ผลการศึกษานี้ได้ช่วยระบุชนิดไม้ที่มีความเปราะบาง และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว และเพื่อเตรียมความพร้อมในเรื่องการจัดการ การอนุรักษ์ และการฟื้นฟูเพื่อป้องกันและลดอัตราการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทยในอนาคต

คำสำคัญ: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความหลากหลายทางชีวภาพ สังคมพืชป่าสน พื้นที่คุ้มครอง

ABSTRACT

The community of pine forest in Thailand covering only 0.17% of country areas and these are vulnerable to climate change. This study used spatial distribution modelling to assess the potential impact of climate change on plant diversity of 208 species in pine forest on protected areas in Thailand. The results showed that by 2050, 40% of species were projected loss in ecological niche under highest greenhouse gas emission scenarios (ssp585) from the Coupled Model Intercomparison Phase 6 (CIMP 6). Species that have highest Importance Value Index in communities of pine forest will lose their ecological niches, such as ecological niches *Pinus latteri* and *Pinus kesiya* have remaining only 7.3% and 6.3% of current range. The impact from warming of

temperature at 3.5 ^{0}C will lead to vulnerability on each species have increasing from 9% of current to 18% in 2050. Nine species including *Pinus latteri, Pinus kesiya, Dacrydium elatum, Podocarpus neriifolius, Prunus cerasoides, Chionanthus ramiflorus, Lithocarpus dealbatus*, *Lithocarpus harmandii* and *Quercus myrsinifolia* will be critically endangered. Moreover *Nageia wallichiana* have predicted will be extinction from Thailand. In view of certainty of climate change but the many uncertainties regarding biological responses. However to reduce the rate of biodiversity loss in Thailand, these results provide recommend regular, long-term monitoring of species in protected areas to detect early signals of climate change impacts and to prepare management, conservation and restoration to prevent and reduce the rate of biodiversity loss in Thailand’s protected areas in future.

Keywords: climate change, biodiversity, pine forest, protected areas

คำนำ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้กลายมาเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับโลก และส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงการกระจาย (sutummawong, 2017) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและปริมาณประชากร (Foden *et al*., 2018) การเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพ (Hughes, 2017) การเพิ่มความเปราะบางให้กับชนิด และการเพิ่มแนวโน้มในการเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (Feeley and silman, 2016) การจัดตั้งระบบพื้นที่คุ้มครองถือเป็นวิธีหนึ่งที่นำมาใช้ในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และเป็นเครื่องมือที่ยอมรับในระดับนานาชาติ ดังเห็นได้จากอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพที่ได้จัดทำแผนกลยุทธ์ Aichi Target 11 โดยกำหนดให้มีการขยายเครือข่ายของพื้นที่คุ้มครองอย่างน้อย 17% ของพื้นที่ทางบกในปี พ.ศ. 2563 และปัจจุบันกรอบอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพของโลกคุนหมิง-มอนทรีออล (Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework) ได้กำหนดให้มีการขยายเครือข่ายพื้นที่คุ้มครองเพิ่มขึ้นเป็น 30% ในปี พ.ศ. 2573 ทั้งนี้เพื่อลดอัตราการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพทั้งในระดับภูมิภาคและระดับโลก แต่อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยหลายฉบับได้ชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบพื้นที่คุ้มครองในการป้องกันและอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ (Feeley and Silman, 2016)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุดเป็นอันดับ 16 ของโลก โดยมีความหลากหลายทางด้านระบบนิเวศ (ecosystem diversity) มากถึง 7 ระบบ ประกอบไปด้วย ระบบนิเวศภูเขา ระบบนิเวศแห้งแล้งกึ่งชื้น ระบบนิเวศแหล่งน้ำในแผ่นดิน ระบบนิเวศเกษตร ระบบนิเวศทางทะเลและชายฝั่ง ระบบนิเวศเกาะ และโดยเฉพาะระบบนิเวศป่าไม้ที่มีความหลากหลายทางด้านชนิดพันธุ์พืชที่แตกต่างกันโดยสามารถแบ่งประเภทได้ ถึง 11 สังคมพืช ได้แก่ สังคมพืชป่าดิบเขา สังคมพืชป่าสนเขา สังคมพืชป่าดิบแล้ง สังคมพืชป่าดิบชื้น สังคมพืชป่าเบญจพรรณ สังคมพืชป่าเต็งรัง สังคมพืชป่าชายหาด สังคมพืชป่าชายเลน สังคมพืชป่าพรุ สังคมพืชป่าบุงป่าทาม และสังคมพืชป่าทุ่งหญ้า (Royal Forest Department, 2018) ซึ่งพื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่จะมีการกระจายอยู่ในระบบพื้นที่คุ้มครอง และแม้ว่าประเทศไทยจะมีขอบเขตพื้นที่คุ้มครองมากถึง 21% ของพื้นที่ประเทศ (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2023) แต่อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาหรือยืนยันว่าระบบพื้นที่คุ้มครองดังกล่าวจะสามารถปกป้องและอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้มากน้อยเพียงใดเมื่อต้องเผชิญกับปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะผลกระทบที่มีต่อความหลากหลายทางด้านชนิดพันธุ์ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงได้ทำการศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อชนิดไม้ในสังคมพืชป่าสนที่มีการกระจายอยู่ในระบบพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทย เนื่องจากเป็นสังคมพืชที่มีการกระจายอยู่เพียงร้อยละ 0.17 ของพื้นที่ประเทศ และมีระบบนิเวศที่เปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Pomoim, 2021)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและเก็บข้อมูล

1.1 การวางแผนการสำรวจชนิดไม้ในสังคมพืชป่าสน โดยทำการซ้อนทับข้อมูลแผนที่พื้นที่คุ้มครอง ความสูงจากระดับน้ำทะเล และแผนที่การจำแนกประเภทป่าของ RFD (2018) ในโปรแกรม Arc GIS และทำการคัดเลือกพื้นที่วางแปลงตัวอย่างแบบสุ่ม จำนวน 50 แปลงตัวอย่าง ขนาด 10x50 เมตร โดยให้ครอบคลุมและกระจายทุกระดับชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเล ตั้งแต่ต่ำกว่า 250 เมตร จนถึงความสูงที่ระดับมากกว่า 1,500 เมตร

1.2 ทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 10x50 เมตร ตามทิศทางและโครงสร้างของสังคมพืชป่าสน และในแปลงตัวอย่างทำการวางแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร ขนาด 4x4 เมตร และ 1x1 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลชนิดไม้ที่มีท่อลำเลียงทุกชนิด โดยในแปลงขนาด 10x10 เมตร ทำการเก็บไม้ยืนต้น (tree) ไม้ต้นขนาดเล็ก (small tree) ปาล์ม (Plam) ที่มีความสูงตั้งแต่ 1.3 เมตรขึ้นไป และมีขนาดเส้นรอบวงเพียงอก (girth breast height: GBH) ตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป แปลงขนาด 4x4 เมตร เก็บข้อมูลไม้พุ่ม (shrub) ไม้เถา (climber) และลูกไม้ที่มีความสูงตั้งแต่ 1.3 เมตรขึ้นไป และมี GBH น้อยกว่า 10 เซนติเมตร และในแปลง 1x1 เมตร ทำการเก็บข้อมูลกล้าไม้ (seedling) ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.3 เมตร และทำการบันทึกพิกัดแปลงที่มุมใดมุมหนึ่งของแปลง 10x10 เมตร ทุกๆ แปลง (อุทิศ, 2542)

1.3 รวบรวมและจัดเตรียมข้อมูลปัจจัยแวดล้อม (Table 1) โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ (Raster data) มีขนาดกริด เท่ากับ 1X1 ตารางกิโลเมตร

Table 1 Data layers used to develop the models.

Environment variables	Source
Climatic variables	www.worldclim.org
1. annual mean temperature	
2. Mean temperature of wettest quarter	
3. Mean temperature of driest quarter	
4. Mean temperature of warmest quarter	
5. Mean temperature of coldest quarter	
6. Annual precipitation	
7. precipitation of wettest quarter	
8. precipitation of driest quarter	
9. precipitation of warmest quarter	
10. precipitation of coldest quarter	
Physical variables	
11. Altitude	http://www.cgiar-csi.org/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1
12. Slope	extracted by using surface tools in ArcGIS
13. Aspect	extracted by using surface tools in ArcGIS
14. Soil series	Land Development Department, (2018)
Biological variables	
15. Vegetation cover	http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php
16. Forest type	RFD, (2018)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 คำนวณดัชนีความสำคัญ (important value index: IVI) ซึ่งหาได้จากสูตร (Cottam and Curtis, 1956) เพื่อให้ทราบชนิดไม้เด่นที่มีความสำคัญในสังคมพืชป่าสนที่กระจายอยู่ในระบบพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทย

2.2 การสร้างแผนที่ความน่าจะเป็นในการกระจาย โดยใช้แบบจำลองการกระจายของชนิด (species distribution model) โดยนำเข้าจุดที่พบการปรากฏและปัจจัยแวดล้อมด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Maxent software version 3.1.0; Maxent ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละชนิดจำนวน 5 ซ้ำ (replication) กำหนดค่าพารามิเตอร์ในโปรแกรมเทียบเคียงการกำหนดค่าของ Trisurat *et al*. (2011) และกำหนดค่าที่ใช้ทดสอบในการสุ่มไว้ที่ร้อยละ 25 ส่วนค่าอื่น ๆ กำหนดตามค่า default ของโปรแกรม แผนที่ความน่าจะเป็นในการกระจาย จะนำไปใช้ประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ผลกระทบต่อการกระจายและการปรับตัวของชนิดไม้ โดยวิเคราะห์จากร้อยละการเปลี่ยนแปลงการกระจายเชิงพื้นที่ (spatial distribution change) ภายใต้สมมุติฐานว่า ชนิดไม้ที่สามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะมีการเพิ่มขึ้นของขอบเขตการกระจายจากพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในปัจจุบัน ตรงกันข้ามชนิดไม้ที่ไม่สามารถปรับตัวได้จะมีการลดลงของขอบเขตการกระจาย

2.2.2 ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของชนิดไม้ (species richness) โดยนำแผนที่การกระจายของไม้แต่ละชนิด มาสร้างเป็นแผนที่ความหลากหลาย โดยใช้ special analyst tool ในโปรแกรม Arc GIS ตามวิธีของ Hughes *et al*. (2012) ซึ่งแผนที่ความหลากหลายของชนิดจะระบุจำนวนชนิดที่ปรากฏในพื้นที่หนึ่งตารางกิโลเมตร และทำการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายระหว่างปีปัจจุบันและการคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2050

2.2.3 ผลกระทบต่อความเปราะบางหรือแนวโน้มในการเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (Vulnerability) ของไม้แต่ละชนิด โดยวิธีการประเมินตามเกณฑ์ IUCN Red List and Criterion (IUCN, 2014) ในช่วง 30 ปีข้างหน้า

2.2.4 การประเมินผลกระทบของพื้นที่คุ้มครองจากการสูญเสียความหลากหลายเชิงพื้นที่ โดยนำแผนที่การกระจายของชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูง จำนวน 10 ชนิดแรกในปีปัจจุบันและจากการคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2050 มาซ้อนทับกับขอบเขตพื้นที่คุ้มครองเพื่อระบุพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายของชนิด โดยทำการแบ่งระดับความรุนแรงเชิงพื้นที่ออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) พื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบหรือมีความรุนแรงน้อย คือ พื้นที่ที่มีการสูญเสียความหลากหลายเชิงพื้นที่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่คุ้มครอง 2) พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบปานกลาง คือ พื้นที่ที่มีการสูญเสียความหลากหลายเชิงพื้นที่มากกว่าร้อยละ 50-79 ของพื้นที่คุ้มครอง และ 3) พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบสูง คือพื้นที่ที่มีการสูญเสียความหลากหลายเชิงพื้นที่มากกว่าร้อยละ 80 ของพื้นที่คุ้มครอง

ผลและวิจารณ์

1. องค์ประกอบของสังคมพืชป่าสนที่กระจายอยู่ในระบบพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทย

ชนิดไม้ที่ใช้เป็นตัวแทนสังคมพืชป่าสนในระบบพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทย ประกอบด้วย ไม้ต้นที่มี GBH ตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไปจำนวน 2,046 ต้น พรรณไม้ที่ระบุชนิดได้ 74 วงศ์ 137 สกุล จำนวน 231 ชนิด โดยองค์ประกอบของสังคมพืชป่าสนจะปรากฏชนิดไม้เด่นที่มีค่าดัชนีความสำคัญในพื้นที่สูงสุด 10 อันดับแรกแสดงใน Table 2

Table 2 Important Value Index (IVI) of the ten most dominant species in community of pine forest on protected areas in Thailand

Ranking	Species	RDo	RD	RF	IVI
1	*Pinus kesiya*	62.6	14.9	10.3	87.84
2	*Pinus latteri*	33.6	13.6	7.8	54.95
3	*Aporosa villosa*	1.1	7.8	4.1	13.06
4	*Schima wallichii*	0.4	2.9	3.4	6.70
5	*Tristaniopsis burmanica*	0.1	2.9	2.6	5.62
6	*Dipterocarpus obtusifolius*	0.6	2.2	2.8	5.58
7	*Wendlandia tinctoria*	0.1	2.8	2.4	5.29
8	*Quercus kerrii*	0.2	1.8	2.6	4.62
9	*Shorea obtuse*	0.2	2.0	2.2	4.36
10	*Myrsine seguinii*	0.1	2.3	1.6	3.95

2. การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านต่าง ๆ

2.1 ผลกระทบต่อการกระจายและการปรับตัวของชนิดไม้

เนื่องจากชนิดไม้บางชนิดมีค่าตำแหน่งการปรากฏน้อย ดังนั้น ชนิดไม้จำนวน 231 ชนิด สามารถวิเคราะห์และสร้างแผนที่กระจายได้จำนวน 208 ชนิด ผลการศึกษา พบว่า ร้อยละ 43 ของชนิดไม้ทั้งหมด มีการสูญเสียสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการกระจาย และร้อยละ 55 มีแนวโน้มที่จะปรับตัวตัวได้ดีจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของขอบเขตการกระจาย ขณะที่ 3 ชนิด ได้แก่ สารภีป่า (*Anneslea fragrans*) มันปลา (*Glochidion sphaerogynum*) และโคลงเคลง (*Melastoma malabathricum*) พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อพิจารณาเฉพาะพรรณไม้เด่น โดยเฉพาะสนตะนาวศรี (Figure 1) สนสามใบ (Figure 2) มีพื้นที่ขอบเขตการกระจายเหลืออยู่เพียงร้อยละ 7.4 และ 6.3 ของพื้นที่คุ้มครอง

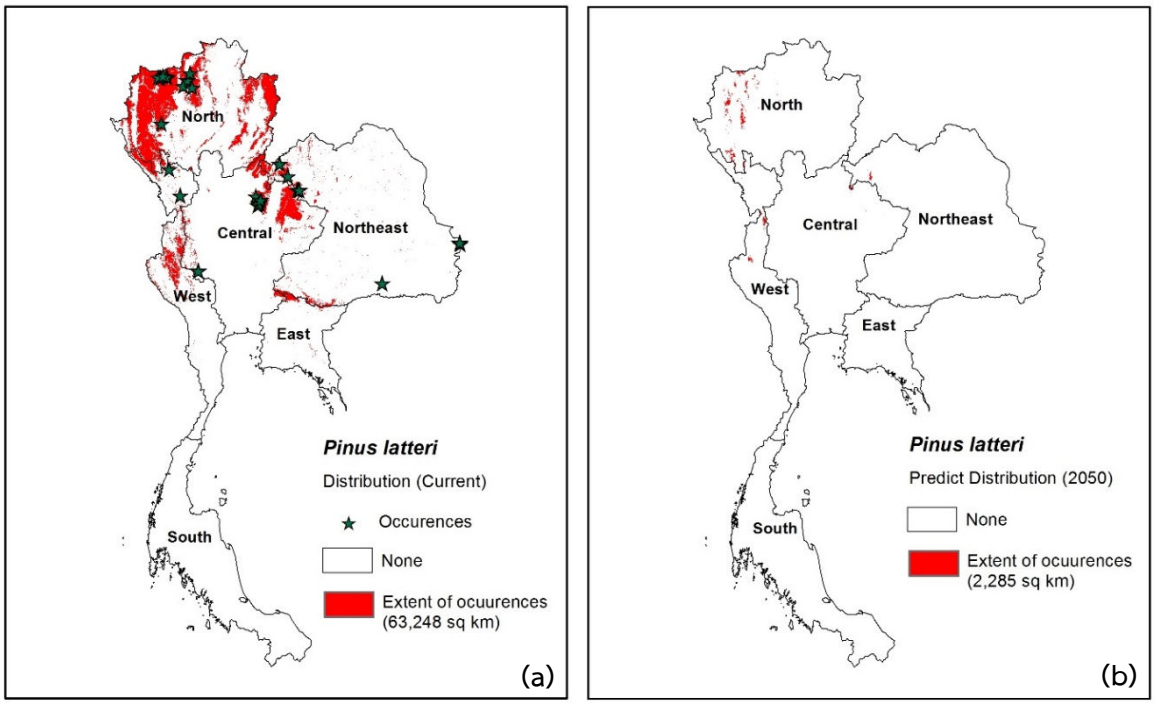


Figure 1 The current of distribution range of *Pinus merkusii* (a) and Projected in 2050 (b)

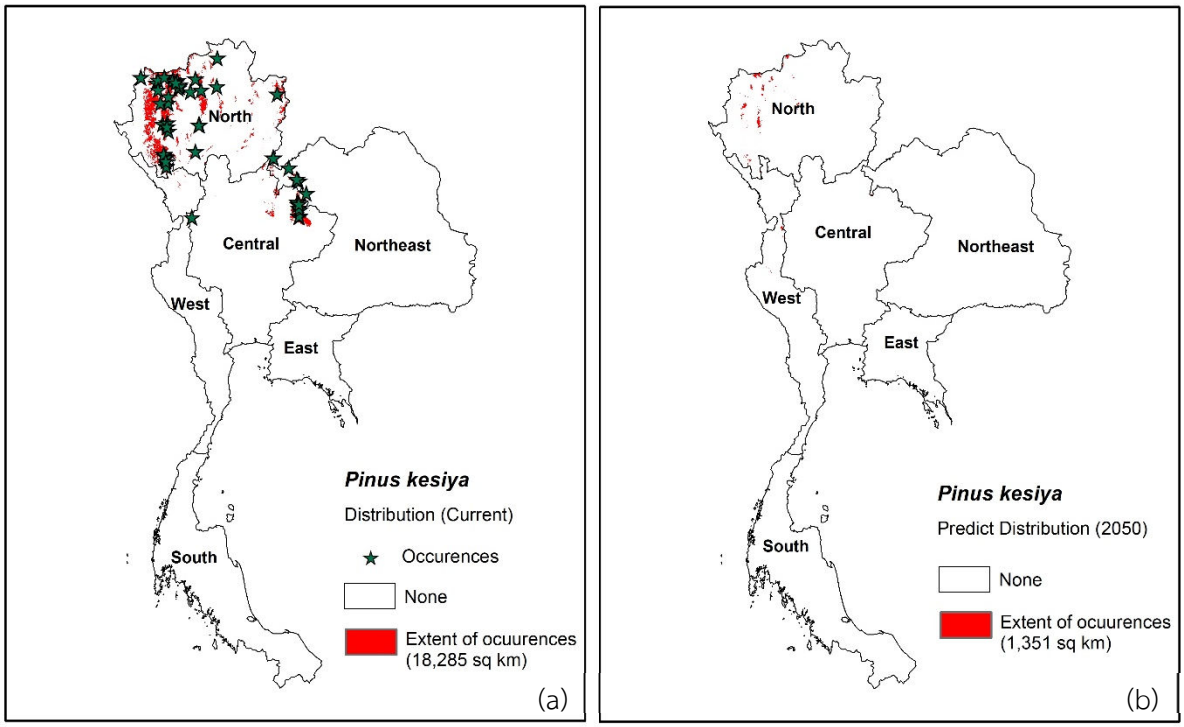


Figure 2 The current of distribution range of *Pinus kesiya* (a) and Projected in 2050 (b)

2.2 ผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงด้านความหลากหลายของชนิด (species richness change)

จากการศึกษา พบว่า ในปัจจุบันสังคมพืชป่าสนในประเทศไทยมีความหลากหลายของชนิดไม้สูงสุดอยู่ที่ 152 ชนิดต่อตารางกิโลเมตร และจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปี ค.ศ. 2050 พบว่า ความหลากหลายของชนิดไม้มีแนวโน้มลดลงเหลือ 149 ชนิดต่อตารางกิโลเมตร (Figure 3) โดยพื้นที่ที่มีการสูญเสียความหลากหลายของชนิดไม้มากที่สุดจะปรากฏในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1000-1500 เมตร คิดเป็นสัดส่วนการสูญเสียร้อยละ 60 ของพื้นที่ (Table 3)

2.3 ผลกระทบต่อความเปราะบางหรือแนวโน้มในการเสี่ยงต่อการสูญพันธ์ (Vulnerability of species)

จากการคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2050 ภายใต้สถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รุนแรง (ssp585) พบว่า ชนิดไม้ในสังคมพืชป่าสนมีแนวโน้มในการเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เพิ่มขึ้นจาก 9% เป็น 18% ของจำนวนชนิดไม้ทั้งหมดที่ศึกษา (Table 4) ซึ่ง 1 ชนิด คือ ขุนไม้ (*Nageia wallichiana*) ถูกคาดการณ์ว่าจะสูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย และอีก 9 ชนิด ได้แก่ สนตะนาวศรี (*Pinus latteri*) สนสามใบ (*Pinus kesiya*) สามพันปี (*Dacrydium elatum*) พญาไม้ (*Podocarpus neriifolius*) ชมพูภูพิงค์ (*Prunus cerasoides*) อวบดำ (*Chionanthus ramiflorus*) ก่อผัวะ (*Lithocarpus dealbatus*) ก่อขี้หนู (*Lithocarpus harmandii*) และก่อด่าง (*Quercus myrsinifolia*) มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง

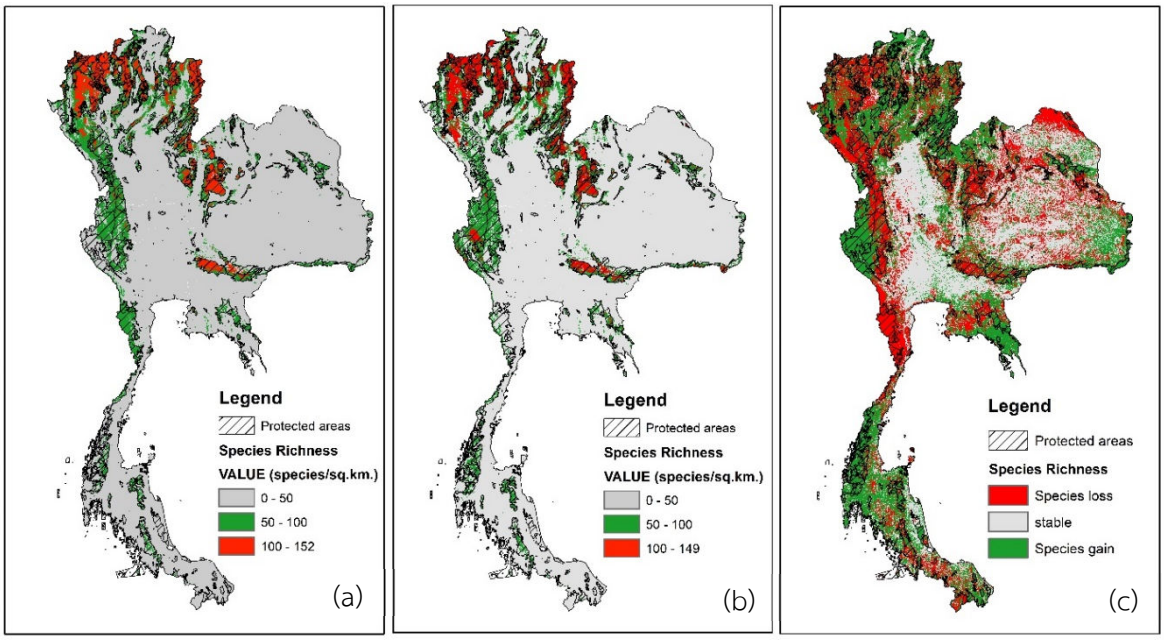


Figure 3 The current of species richness (a) Predicted species richness in 2050 (b) and species richness changed (c)

Table 3 Predicted change in species richness of pine forest within elevation by 2050

Elevation Range (m)	Total areas (sq.km.)	Areas of species richness (sq.km.)			% of total areas loss	% of total areas gain
		Loss	stable	gain		
0-500	507,950	129,143	199,133	179,675	25.4	39.2
500-1000	92,879	38,000	3,104	51,774	40.9	3.3
1000-1500	20,611	12,395	794	7,421	60.1	3.9
>1500	1,462	711	76	675	48.6	5.2

Table 4 Current and projected by 2050 conservation status of the modelled species

Status	Number of IUCN status		Percentage of IUCN status	
	present	Future (2050)	present	Future (2050)
Extinction (EX)	0	1	0	0
Critical Endangered (CR)	0	9	0	4
Endangered (EN)	1	10	0	5
Vulnerable (VU)	17	17	8	8
Near threatened (NT)	17	53	8	25
Least concern (LC)	173	118	83	57
Total of threatened species	**18**	**37**	**9**	**18**

2.4 ผลกระทบต่อพื้นที่คุ้มครองในการอนุรักษ์ความหลากหลายของชนิดไม้

จากการคาดการณ์การสูญเสียความหลากหลายของชนิดไม้เด่นที่มีความสำคัญสูง 10 ชนิดแรก ในสังคมพืชป่าสนที่กระจายอยู่ในพื้นที่คุ้มครอง พบว่า ร้อยละ 8 ของพื้นที่คุ้มครองทั้งหมด จะได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจาก

การสูญเสียความหลากหลายของชนิดไม้ ซึ่งพื้นที่คุ้มครองที่ได้รับผลกระทบในระดับรุนแรง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่อยู่ในภาคเหนือของประเทศไทย (Figure 4)

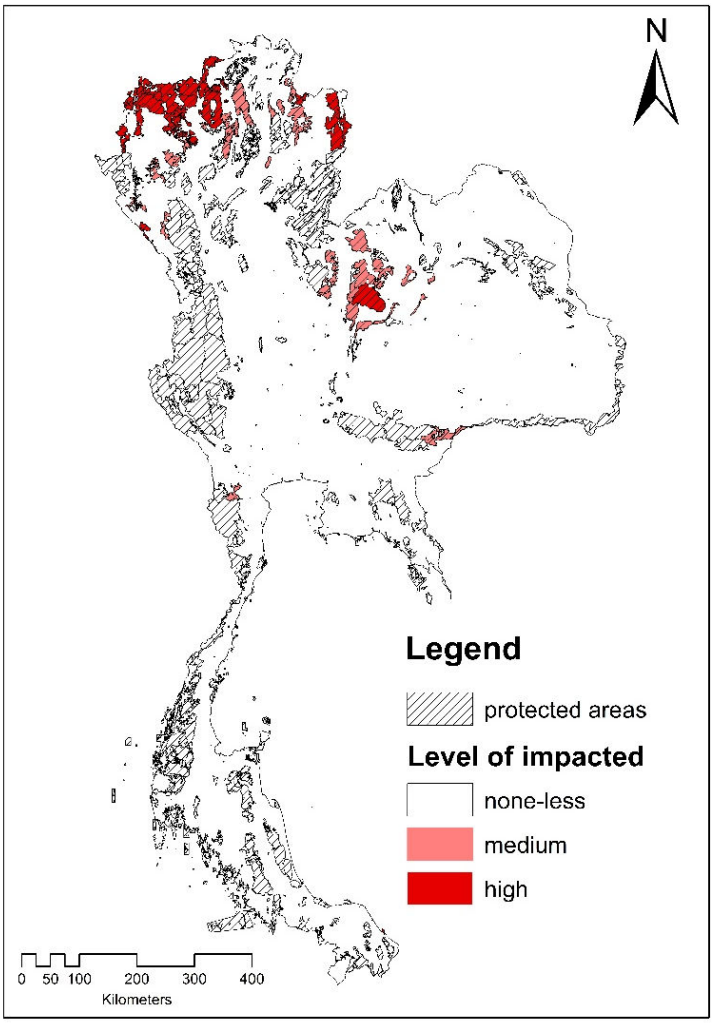


Figure 4 The level impact of each individual protected areas from species richness loss

สรุป

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ส่งผลกระทบต่อสังคมพืชป่าสนในระบบพื้นที่คุ้มครองของประเทศทั้งในระดับชนิด และความหลากชนิด โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่เหมาะต่อการกระจายเชิงพื้นที่ทั้งในและนอกระบบพื้นที่คุ้มครอง ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินำไปสู่การเพิ่มแนวโน้มในการเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของชนิดไม้ แต่อย่างไรก็ตามยังมีความไม่แน่นอนด้านการตอบสนองทางด้านชีววิทยา ดังนั้น ผลการศึกษานี้ได้ช่วยระบุชนิดไม้ที่มีความเปราะบาง และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว และเพื่อเตรียมความพร้อมในเรื่องการจัดการ การอนุรักษ์ และการฟื้นฟูเพื่อป้องกันและลดอัตราการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่คุ้มครองของประเทศไทยในอนาคต

คำนิยม

คณะวิจัย ขอขอบคุณนายวิโรจน์ พวงภาคีศิริ หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยพันธุศาสตร์ป่าไม้และพันธุ์พืชป่าหายาก นายจิระพงษ์ คูหากาญจน์ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช ที่ให้การสนับสนุนและให้โอกาสในการจัดทำโครงการวิจัยนี้ และขอขอบคุณหัวหน้าอุทยานแห่งชาติ หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเข้าไปสำรวจและเก็บข้อมูลในช่วงปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

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

Cottam, G. and Curtis, J.T.. 1956. The use of distance measurement in phytosociological sampling. **Ecology** 37: 451-460.

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. 2023. **Database of Nature Reserves in Thailand**. National Parks Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (Mimeographed)

Foden, W.B., Young, B.E., Akçakaya, H.R., Garcia, R.A., Hoffmann, A.A., Stein, B.A., Thomas, C.D., Wheatley, C.J., Bickford, D., Carr, J.A., Hole, D.G., Martin, T.G., Pacifici, M., Pearce-Higgins, J.W., Platts, P.J., Visconti, P., Watson, J.E.M. and Huntley, B. 2018. Climate change vulnerability assessment of species. Wiley Interdisciplinary Reviews: **Climate Change** 10(1): 1–36.

Feeley K.J. and Silman, M.R. 2016. Disappearing climates will limit the efficacy of Amazonian protected areas. **Diversity and Distributions** 22(11): 1081–1084.

Hughes A.C. 2017. Mapping priorities for conservation in Southeast Asia. **Biol. Conserv**. 209: 395–405.

Hughes A.C., Satasook, C., Bates, P.J.J., Bumrungsri, S. and Jones, G. 2012. The projected effects of climatic and vegetation changes on the distribution and diversity of Southeast Asian bats. **Glob Change Biol** 18: 1854-1865.

IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, pp.1-167 *In* R. Pachauri and L. Meyer, Jr., eds, **IPCC**. Geneva, Switzerland.

Pomoim N., Zomer, R.J., Hughes, A.C. and Corlett, R.T. 2021. The sustainability of Thailand's protected-area system under climate change. **Sustainability** 13: 2868.

Royal Forest Department. 2018. The Project to Provide Database of Forest Areas in 2017–2018; Final Report; Forest Land Management Office, Royal Forest Department: Bangkok, Thailand.

Sutummawong, N. 2017. **Assessing the vulnerability of Thailand's forest birds to global change**. Ph.D. thesis. James Cook University.

Trisurat, Y., Shrestha, R.P. and Kjelgren, R. 2011. Plant species vulnerability to climate change in Peninsular Thailand. **Appl Geogr** 31: 1106-1114.

เปรียบเทียบผลการคำนวณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ต้น ด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ใช้และไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ กรณีศึกษากลุ่มป่าแก่งกระจาน

Comparing the results of above-ground carbon sequestration calculations in trees using the equations with and without wood density as a parameter: A case study of the Kaeng Krachan Forest Complex, Thailand

ธรรมนูญ เต็มไชย[1*]

Thammanoon Temchai[1*]

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี, สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 76120

[1] National Park Research Center (Petchburi), National Parks Office,
Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation. 76120

*Corresponding author: E-mail: **dhamma57@gmail.com**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ต้น ที่ประเมินด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ใช้และไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ โดยใช้ข้อมูลทรัพยากรป่าไม้ในกลุ่มป่าแก่งกระจาน ที่สำรวจด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบ point sampling จำนวน 3,778 แปลง ใน 790 กลุ่มแปลง ที่วางห่างกัน 2.5x2.5 กิโลเมตร พบว่าไม้ต้นที่สำรวจได้ 28,630 ต้น มีค่าความหนาแน่นของไม้ ระหว่าง 0.21 - 1.30 และมีค่าเฉลี่ย 0.68 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ต้นตัวอย่างที่ประเมินด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ไม่ใช้และใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ เฉลี่ย 1.16±3.74 และ 1.18±3.36 ตันต่อต้น ตามลำดับ เมื่อประเมินปริมาณคาร์บอนด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ พบว่า ป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าไผ่ ป่ารุ่นสอง และไร่ร้าง มีค่า 86.10±60.65 79.58±45.65 48.88±31.56 24.39±15.24 35.81±16.46 13.91±6.32 24.18±26.37 และ 12.56±10.08 ตันต่อเฮกตาร์ ขณะที่สมการแอลโลเมตรีที่ใช้ความหนาแน่นของไม้ ให้ค่า 93.60±67.73 90.80±53.81 56.87±38.00 31.82±19.91 48.98±22.32 14.94±7.28 26.16±30.56 และ 13.74±12.04 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าที่ได้จากสมการที่ไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ทั้งนี้ เพราะความหนาแน่นของไม้ที่ได้จากการสำรวจมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าที่จะทำให้การประเมินด้วยสมการที่ใช้ความหนาแน่นของไม้มีค่าเท่ากับสมการที่ไม่ใช้ค่าความหนาแน่นของไม้

คำสำคัญ: คาร์บอน กลุ่มป่าแก่งกระจาน สมการแอลโลเมตรี ความหนาแน่นของไม้

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the above-ground carbon sequestration of trees estimated using wood density parameter allometry and non-wood density parameter allometry. The data was collected from the Kaeng Krachan Forest Complex using a point sampling method in 3,778 plots of 790 clusters that were 2.5x2.5 kilometers in systematic. The study found 28,630 trees surveyed, the wood density is between 0.21 - 1.30 and the average value is 0.68 g/cm^3. The average above-ground carbon content in the sample trees was estimated by not using and using wood density parameters in allometric equations are 1.16±3.74 and 1.18±3.36 tons/tree, respectively. The above-ground carbon content in each ecosystem calculated by the non-wood density parameter allometry found that hill evergreen forest, dry evergreen forest, mixed deciduous forest, dry dipterocarp forest, bamboo forest, secondary forest, and old clearing area

were 86.10±60.65 79.58±45.65 48.88±31.56 24.39±15.24 35.81±16.46 13.91±6.32 24.18±26.37 and 12.56±10.08 ton ha^{-1}, while the wood density parameter allometry gave values of 93.60±67.73 90.80±53.81 56.87±38.00 31.82±19.91 48.98±22.32 14.94±7.28 26.16±30.56 and 13.74±12.04 ton ha^{-1}, respectively, which were higher than the values obtained by the non-wood density parameter allometry with statistical significance ($p<0.01$). It is because the average wood density obtained from the survey is higher than the value that would result in the evaluation using the equation based on wood density being equal to the non-wood density parameter allometry.

Keywords carbon, Kaeng Krachan Forest Complex, allometric equation, wood density

คำนำ

การประมาณค่ามวลชีวภาพในต้นไม้ มีบทบาทสำคัญในการศึกษาวัฏจักรคาร์บอน (Bombelli *et al*. 2009) ความต้องการสมการที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ เกิดจากความต้องการข้อมูลมวลชีวภาพในป่า สำหรับนำไปกำหนดนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศ เช่น โครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรมในประเทศกำลังพัฒนา ($REDD^{+}$) (Brown, 2001) เพื่อสร้างฐานข้อมูลให้เป็นไปตามมาตรฐานตามบันทึกในพิธีสารเกียวโต (Chave *et al*., 2005) ค่ามวลชีวภาพในต้นไม้ประเมินได้ด้วยสมการแอลโลเมตรี ที่พัฒนาด้วยพื้นฐานการวัดจากการสุ่มตัวอย่างต้นไม้ตามช่วงขนาดต้นไม้ โดยใช้ความสัมพันธ์ทางสถิติกับคุณสมบัติทางชีวฟิสิกส์ที่หาได้ของต้นไม้นั้น เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter breast height: DBH) ความหนาแน่นของไม้ (wood density) และความสูงทั้งหมด (tree height) (Basuki *et al*. 2009) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเป็นพารามิเตอร์หลักที่ใช้ในสมการแอลโลเมตรี ในขณะที่ความสูงของต้นไม้อาจพัฒนามาจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นไม้ (Bravo *et al*. 2007) สมการแอลโลเมตรีที่ง่ายต่อการใช้งาน คือ สมการที่ใช้เพียงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเป็นพารามิเตอร์ ซึ่งเหมาะสมสำหรับชนิดไม้ที่นำมาสร้างสมการเป็นรายชนิด หรือ สังคมพืชที่ไม่มีความหลากหลาย (Brown, 1997; Zianis and Mencuccini, 2004) สมการในลักษณะนี้ใช้ทั่วไปในประเทศไทย เช่น สมการของ Tsutsumi *et al*. (1983) และ Ogawa *et al*. (1965) ซึ่งเป็นสมการรวมของไม้ทุกชนิดในแต่ละสังคมพืช สมการแอลโลเมตรีหลายสมการพัฒนาเพื่อใช้สำหรับต้นไม้รายชนิด (Fehrmann and Kleinn, 2006) มีการพัฒนาสมการให้ใช้ได้กับหลายชนิดพันธุ์หรือสำหรับระบบนิเวศเฉพาะ (Chave *et al*., 2005) สมการเหล่านี้อาจเพียงพอที่จะประมาณมวลชีวภาพในระดับประเทศหรือระดับภูมิภาค แต่อาจไม่สามารถใช้ประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้อย่างถูกต้องในพื้นที่ (Segura and Kanninen, 2005) สมการแอลโลเมตรีมีพารามิเตอร์เพิ่มเติมอีก เช่น ความหนาแน่นของไม้และรูปทรงของเรือนยอด เพื่อใช้ปรับปรุงความแม่นยำของสมการ นอกจากนี้ อาจต้องใช้สมการที่แตกต่างกันสำหรับประเภทและภูมิภาคของป่าที่แตกต่างกันในประเทศ ในป่าเขตร้อนซึ่งมีความหลากหลายทางชนิดสูง จึงมีการพัฒนาแบบจำลองแอลโลเมตรีที่ใช้สำหรับต้นไม้ในป่าเขตร้อน (Brown, 1997; Zianis and Mencuccini, 2004) Chave *et al*. (2005) นำค่าความหนาแน่นของไม้ มาเป็นพารามิเตอร์เพิ่มเติมในสมการ ซึ่งความหนาแน่นของไม้ คือ มวลของไม้ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร โดยพัฒนาจากไม้ต้นที่เป็นตัวอย่าง 2,410 ต้น จากทวีปอเมริกา เอเชีย และหมู่เกาะทางตอนใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิค ครอบคลุมไม้ที่มีขนาด DBH ตั้งแต่ 5 เซนติเมตรขึ้นไป และใช้วิธีแบ่งกลุ่มของสมการตามระดับปริมาณน้ำฝนหรือกลุ่มความชื้นของพื้นที่ป่า สมการในแต่ละกลุ่มดังกล่าว ใช้ 3 พารามิเตอร์ คือ DBH ความสูง และความหนาแน่นของไม้ การใช้ความหนาแน่นของไม้ในสมการแอลโลเมตรีช่วยให้เกิดความแม่นยำของการประมาณค่ามวลชีวภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าชนิดผสมซึ่งต้นไม้แต่ละชนิดอาจมีความหนาแน่นของไม้ต่างกัน สมการลักษณะนี้ใช้กันทั่วไปในประเทศที่มีป่าเขตร้อน สมการแอลโลเมตรีที่ใช้ในป่าเขตร้อนจึงซับซ้อนกว่าสมการที่ใช้ในป่าเขตอบอุ่น เนื่องจากต้นไม้มีความหลากหลายและความแปรปรวนในระดับสูง ในประเทศไทยนิยมใช้สมการแอลโลเมตรีที่ใช้เพียงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของไม้แต่ละต้นเป็นค่าพารามิเตอร์ในการประเมิน

ค่ามวลชีวภาพรวมในแต่ละสังคมพืช ในขณะที่หลายประเทศใช้สมการแอลโลเมตรีของ Chave *et al*. (2005) ทำให้เกิดข้อถกเถียงในวงวิชาการป่าไม้ ว่าผลการคำนวณด้วยสมการทั้ง 2 แบบ มีความแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้น การศึกษานี้ นอกจากเป็นทดสอบความแตกต่างของผลการประเมินปริมาณกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากสมการแอลโลเมตรีทั้ง 2 รูปแบบดังกล่าวแล้ว ยังสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการศึกษาด้านการประเมินปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้อมูลภาคสนาม

ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในกลุ่มป่าแก่งกระจาน (Kaeng Krachan Forest Complex: KKFC) ของศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี (2562) เฉพาะที่เป็นไม้ต้น (tree) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ในสังคมพืชต่าง ๆ ยกเว้นพื้นที่เกษตรกรรมและไร่ร้างที่ไม่มีไม้ต้นในแปลงตัวอย่าง โดยได้ทำการสำรวจแบบ point sampling ด้วยรีเลสโคป (relascope) ที่มีขนาดค่าคงที่พื้นที่หน้าตัด (basal area factor: BAF) เท่ากับ 3 วางจุดสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มแปลง (cluster) ห่างกัน 2.5x2.5 กิโลเมตร อย่างเป็นระบบทั่วทั้งกลุ่มป่า แต่ละกลุ่มแปลงประกอบด้วย 5 แปลงย่อย ที่ตำแหน่งกึ่งกลางและห่างออกไปตามทิศหลักทั้ง 4 ระยะห่างทิศละ 50 เมตร รวม 3,778 แปลง ใน 790 กลุ่มแปลง

2. การประเมินมวลชีวภาพด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์

ประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ใช้สมการของ Tsutsumi *et al*. (1983) ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบชื้น ใช้สมการของ Ogawa *et al*. (1965) โดยมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ได้จากผลรวมของมวลชีวภาพในลำต้น กิ่ง และใบ ที่ได้ตามสมการ สำหรับสังคมพืชอื่นที่พบในกลุ่มป่าแก่งกระจาน จะทำการประเมินสภาพสังคมพืชดั้งเดิมก่อนมาเป็นสังคมพืชปัจจุบัน แล้วจึงเลือกใช้สมการ ตาม Table 1

Table 1 Allometric equations used to calculate the above-ground biomass of trees in natural forests

Forest type	Allometric equation	Reference
Dry evergreen forest	$Ws = 0.0509 (D^2H)^{0.919}$	Tsutsumi *et al*. (1983)
Hill evergreen forest	$Wb = 0.00893 (D^2H)^{0.977}$	
	$Wl = 0.0140 (D^2H)^{0.669}$	
Mixed deciduous forest	$Ws = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$	Ogawa *et al*. (1965)
Dry dipterocarp forest	$Wb = 0.003487 (D^2H)^{1.0270}$	
	$Wl = (28.0/Wtc + 0.025)^{-1}$	
Moist evergreen forest	$Ws = 0.0396 (D^2H)^{0.9326}$	Ogawa *et al*. (1965)
	$Wb = 0.006003 (D^2H)^{1.0270}$	
	$Wl = (18.0/Wtc + 0.025)^{-1}$	

Remarks: D is the diameter breast height (centimeters)
H is the total height of the tree (meters)
WS is the biomass of stems (kilograms)
Wb is the biomass of the branches (kilograms)
Wl is the biomass of the leaves (kilograms)

3. การประเมินมวลชีวภาพด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์

3.1 ประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above-ground biomass: AGB) ด้วยสมการแอลโลเมตรี ของ Chave *et al*. (2005) ตามระดับปริมาณน้ำฝนของแต่ละแปลงตัวอย่าง ดังนี้

1) ป่าแล้ง (ปริมาณน้ำฝน น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี) : $AGB = 0.112 \times (\rho D^2H)^{0.916}$ 2) ป่าชื้น (ปริมาณน้ำฝน 1,500 - 3,500 มิลลิเมตรต่อปี) : $AGB = 0.0509 \times \rho D^2H$ และ 3) ป่าชื้นสูง (wet forest) (ปริมาณน้ำฝนสูงกว่า 3,500 มิลลิเมตรต่อปี) : $AGB = 0.0776 \times (\rho D^2H)^{0.940}$

เมื่อกำหนดให้ AGB คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above-ground biomass) ρ คือ ความหนาแน่นของไม้ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH, หน่วยเป็นเซนติเมตร) และ H คือ ความสูงทั้งหมด (เมตร) การแบ่งกลุ่มป่าแล้ง ป่าชื้น และป่าชื้นสูง ใช้ค่าปริมาณน้ำฝนของ Fick and Hijman (2017) สำหรับค่าความหนาแน่นของไม้ (ρ) สืบค้นจากฐานข้อมูลของ worldagroforesttry.org ในเว็บไซต์ http://db.worldagroforestry.org/wd และในเอกสารของ Rayes *et al*. (1992) โดยเลือกสืบค้นในระดับชนิดเป็นลำดับแรก แต่หากไม่มีข้อมูลในระดับชนิด จะเลือกใช้ข้อมูลในระดับสกุล (genus) และระดับวงศ์ (family) ตามลำดับ ส่วนไม้ต้นที่ไม่ทราบทั้งชนิด สกุลและวงศ์ (unidentified species) ใช้ค่าความหนาแน่นของไม้เฉลี่ย กรณีไม้ต้นในป่าเขตร้อนของเอเชีย เท่ากับ 0.57 ตาม Rayes *et al*. (1992)

4. การประเมินปริมาณกักเก็บคาร์บอน

ใช้ค่าปริมาณกักเก็บคาร์บอนเท่ากับร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพ (IPCC, 2006)

5. การหาค่าความหนาแน่นของไม้ที่ทำให้การประเมินปริมาณคาร์บอนด้วยสมการ 2 รูปแบบมีค่าเท่ากัน

นำสมการของ Chave *et al*. (2005) ตามข้อ 3.1 มาปรับให้อยู่ในรูปสมการการหาค่า ρ โดยแทนค่า AGB ของสมการเดิม ด้วยปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินที่ได้จากสมการที่ไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้ $AGB_{(non\text{-}wd)}$ ดังนี้

ป่าแล้ง: $\rho = \frac{\left(AGB_{(non\text{-}wd)}/0.112\right)^{1.0917}}{D^2H}$, ป่าชื้น: $\rho = \frac{\left(AGB_{(non\text{-}wd)}/0.0509\right)}{D^2H}$

และป่าชื้นสูง: $\rho = \frac{\left(AGB_{(non\text{-}wd)}/0.0776\right)^{1.0638}}{D^2H}$

6. การเปรียบเทียบความแตกต่าง

ทดสอบสมมติฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยจากค่าสังเกตที่จัดเป็นคู่ (paired comparison t-test) ตามแนวทางของ จรัญ และ อนันต์ชัย (2539) โดยตัวอย่างที่เป็นคู่ทดสอบ คือ ปริมาณกักเก็บคาร์บอนในแต่ละแปลงตัวอย่าง ที่ประเมินได้จากสมการแอลโลเมตรีทั้ง 2 รูปแบบ ที่ระดับความคลาดเคลื่อน 0.05 และ 0.01

6. พื้นที่ศึกษา

กลุ่มป่าแก่งกระจาน (KKFC) ประกอบด้วยพื้นที่อนุรักษ์ 4 แห่ง คือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่น้ำภาชี (MPWS) อุทยานแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติไทยประจัน (CPNP) อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (KKNP) อุทยานแห่งชาติกุยบุรี (KBNP) และพื้นที่ป่ารอยต่อระหว่างอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานและอุทยานแห่งชาติกุยบุรี (KK-KB Corridor) รวมพื้นที่ 3,151,212 ไร่ (5,042 ตารางกิโลเมตร) ในเขตจังหวัดราชบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ธรรมนูญ, 2565) (Figure 1)

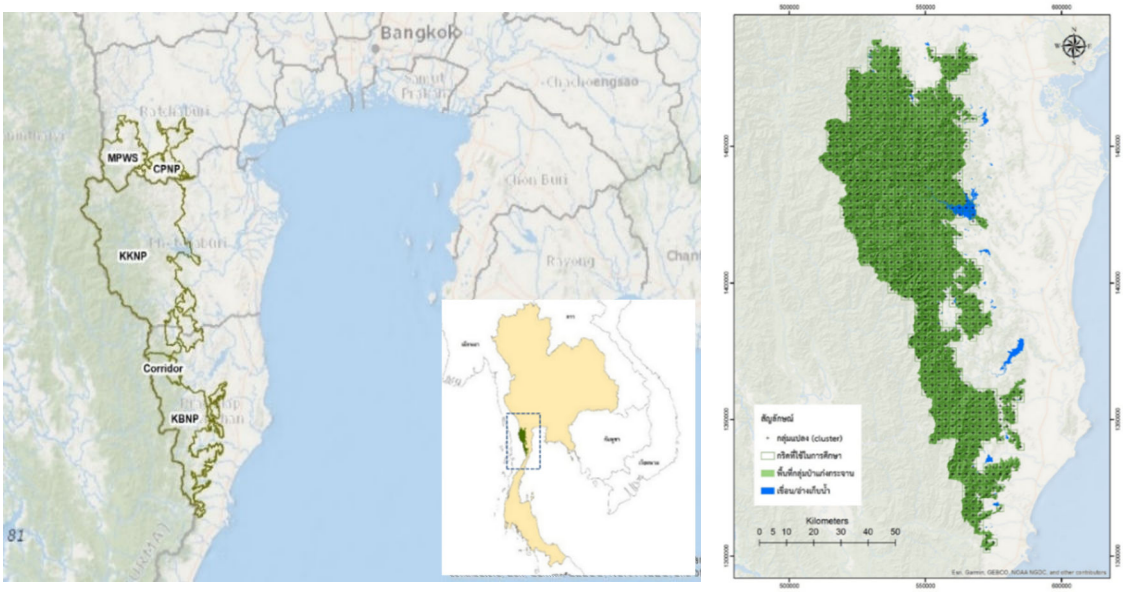


Figure 1 Location of Kaeng Krachan Forest Complex and clusters

6. ระยะเวลาทำการศึกษา

ใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ทำการสำรวจเมื่อเดือนธันวาคม 2558 – ตุลาคม 2562 และทำการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษานี้ในเดือน กันยายน 2565 - มิถุนายน 2566

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างและองค์ประกอบของไม้ต้นที่เป็นตัวอย่าง

จำนวนไม้ต้น (tree) ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้มีจำนวน 28,630 ต้น มีค่าความหนาแน่นของไม้ 0.21 - 1.30 และค่าเฉลี่ย 0.68 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยชนิดไม้ที่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เช่น ทองหลางป่า (*Erythrina subumbrans* (Hassk.) Merr.) สามแก้ว (*Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew.) ปออีเก้ง (*Pterocymbium tinctorium* (Blanco) Merr.) สมพง (*Tetrameles nudiflora* R.Br.) ปูเล (*Gyrocarpus americanus* Jacq.) เต้าสยาม (*Macaranga siamensis* S.J. Davies) มะเดื่อกวาง (*Ficus callosa* Willd.) สะแกแสง (*Cananga latifolia* Finet & Gagnep.) ส่วนชนิดที่มีค่าความหนาแน่นของไม้สูงกว่าค่าเฉลี่ย เช่น มะเกลือ (*Diospyros mollis* Griff.) เกด (*Manilkara hexandra* (Roxb.) Dubard) เขลง (*Dialium cochinchinense* Pierre) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa* (Lour.) Merr.) มะแจะ (*Kokoona filiformis* C.E.C.Fisch.) จันทน์หอม (*Mansonia gagei* Drumm.) ลิ้นจี่ป่า (*Litchi chinensis* Sonn.) ข่อยหนาม (*Streblus ilicifolius* (Vidal) Corner) พลองกินลูก (*Memecylon ovatum* Sm.) เป็นต้น โดยในป่าดิบแล้งจะมีค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของไม้สูงที่สุด คือ 0.71±0.15 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมา คือ ป่าดิบชื้น ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่ารุ่นสอง ป่าไผ่ และไร่ร้าง ซึ่งมีค่า 0.64±0.13 0.64±0.07 0.64±0.13 0.63±0.16 0.62±0.13 0.60±0.17 และ 0.60±0.15 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยตามรายงานของ Rayes *et al*. (1992)

Table 2 General information of the trees found in the sample plots

Ecosystem	Average DBH (cm)	Average height (m)	Wood density (g/cm^3)		
			Min	Max	Average
Hill evergreen forest	39.11±23.28	16.96±6.72	0.31	1.05	0.64±0.13
Moist evergreen forest	40.70±33.18	18.00±8.30	0.21	1.30	0.64±0.13
Dry evergreen forest	25.80±23.77	11.60±6.54	0.21	1.30	0.71±0.15
Mixed deciduous forest	26.57±18.19	12.42±5.030	0.28	1.30	0.63±0.16
Dry dipterocarp forest	21.44±11.72	10.92±3.07	0.43	0.91	0.64±0.08
Bamboo forest	24.90±19.87	12.46±5.57	0.33	0.91	0.60±0.17
Secondary forest	17.75±20.37	9.70±5.94	0.28	1.30	0.62±0.13
Old clearing area	11.84±13.92	9.01±7.12	0.35	0.93	0.60±0.15

2. ความหนาแน่นของไม้ที่ทำให้การประเมินปริมาณคาร์บอนด้วยสมการ 2 รูปแบบมีค่าเท่ากัน

ไม้ต้นที่เป็นตัวอย่าง ทั้ง 28,630 ต้น เมื่อนำมาประเมินปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในแต่ละต้น พบว่า สมการแอลโลเมตรีที่ไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ ให้ค่าเฉลี่ย 1.16±3.74 ตันต่อต้น ในขณะที่การประเมินด้วยสมการที่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ ให้ค่าเฉลี่ย 1.18±3.36 ตันต่อต้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) เมื่อทำการหาค่าความหนาแน่นของไม้ที่จะทำให้การประเมินคาร์บอนเหนือพื้นดินด้วยสมการแอลโลเมตรีที่ใช้ค่าความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ (สมการของ Chave *et al*., 2005) ได้ค่าใกล้เคียงกับสมการที่ไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ (สมการของ Tsutsumi *et al*., 1983 และ Ogawa *et al*., 1965) พบว่า ไม้ต้นในป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าไผ่ ป่ารุ่นสอง และไร่ร้าง จะต้องมีความหนาแน่นของไม้ที่ 0.61±0.07 0.55±0.06 0.58±0.04 0.46±0.03 0.45±0.02 0.57±0.04 0.56±0.05 และ 0.56±0.06 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของไม้ที่พบในแต่ละสังคมพืช ใน Table 2 (ผลการศึกษาข้อที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) หมายความว่า หากองค์ประกอบพันธุ์ไม้ในสังคมพืชนั้น ๆ เป็นไม้ที่มีความหนาแน่นของไม้ใกล้เคียงกับค่าดังกล่าวจึงจะทำให้สมการทั้ง 2 รูปแบบให้ค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งพรรณไม้ในกลุ่มนี้ เช่น เปล้าหลวง (*Croton oblongifolius* Roxb.) สีเสียดเปลือก (*Pentace burmanica* Kurz.) เปรียง (*Swintonia* sp.) ยางโอน (*Polyalthia viridis* Craib) ขี้หนอนควาย (*Gironniera nervosa* planch.) และ ตะแบก (*Lagerstroemia floribunda* Jack.) เป็นต้น

3. ปริมาณกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในแต่ละสังคมพืชที่ได้จากการประเมินด้วยสมการที่ต่างกัน

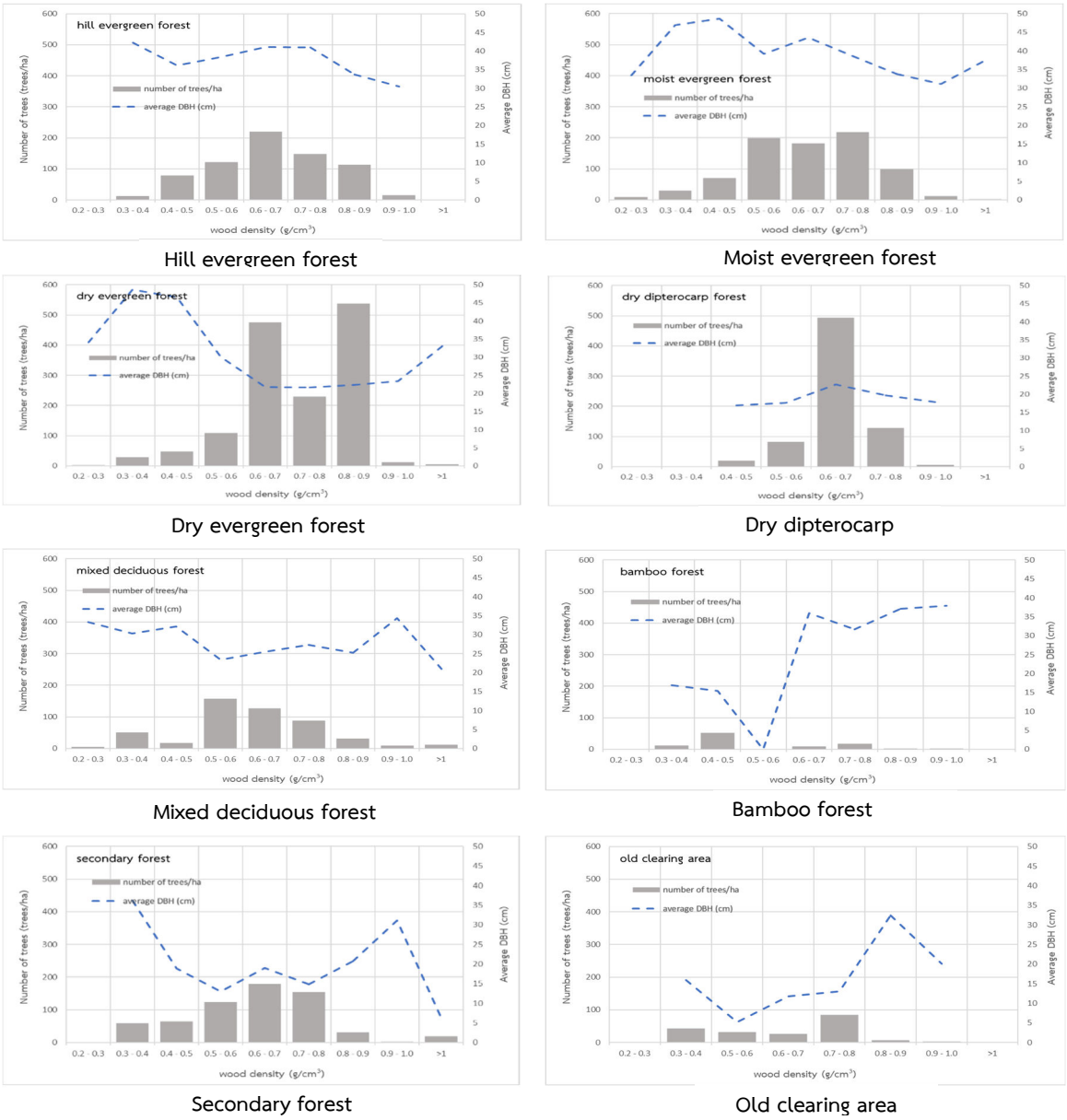
พบว่า สมการที่ไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ ให้ค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ต้นในป่าที่สมบูรณ์ (ไม่รวมไร่ร้าง พื้นที่เกษตรกรรม ป่ารุ่นสอง และป่าไผ่) 58.29±60.43 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่สมการที่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ ให้ค่าเฉลี่ย 67.37±47.74 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสังคมพืช พบว่าสมการที่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ให้ค่าเฉลี่ยการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ต้น สูงกว่าสมการที่ไม่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ ในทุกสังคมพืชอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) เช่นเดียวกัน (Table 3)

Table 3 Above-ground carbon storage in trees estimated by wood density-parameter allometry and non-wood density allometry

Ecosystem	Number of plots	Above-ground Carbon Storage in Trees (ton ha^{-1})	
		non-wood density allometry	wood density-parameter allometry
Hill evergreen forest	64	86.10±60.65	93.60±67.73
Moist evergreen forest	1,275	79.58±45.65	90.80±53.81
Dry evergreen forest	2,044	48.88±31.56	56.87±38.00
Mixed deciduous forest	278	24.39±15.24	31.82±19.91
Dry dipterocarp forest	11	35.81±16.46	48.98±22.32
Bamboo forest	9	13.91±6.32	14.94±7.28
Secondary forest	87	24.18±26.37	26.16±30.56
Old clearing area	10	12.56±10.08	13.74±12.04

ทั้งนี้ พบว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลการประเมินปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในแต่ละสังคมพืชที่ได้จากการประเมินด้วยสมการที่ต่างกัน มีค่าแตกต่างกัน ดังกล่าว เนื่องจากโครงสร้างของไม้ต้นในแต่ละสังคมพืช มีค่าความหนาแน่นของไม้เฉลี่ย สูงกว่าค่าที่จะทำให้การประเมินด้วยสมการที่ใช้ความหนาแน่นของไม้มีค่าเท่ากับสมการที่ไม่ใช้ค่าความหนาแน่นของไม้ ดังที่กล่าวแล้วในข้อ 2

ส่วนจำนวนต้นต่อพื้นที่ที่ได้จากการวิเคราะห์ตามกระบวนการสำรวจแจงนับไม้ เป็นอีกตัวแปรที่ทำให้ปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละช่วงความหนาแน่นของไม้มีความแตกต่างกัน ส่วนปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง คือ จำนวนและขนาดความโตของไม้ต้นต่อเฮกตาร์ที่คำนวณได้ในแต่ละชั้นขนาดความหนาแน่นของไม้ (Figure 2 และ Figure 3)



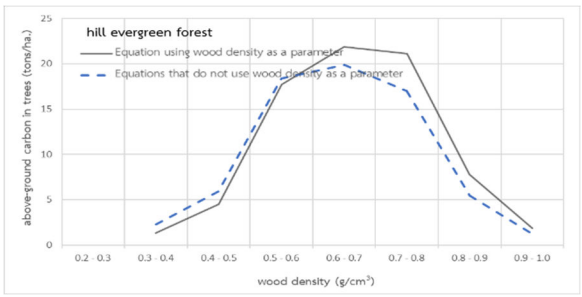
Hill evergreen forest | Moist evergreen forest

Dry evergreen forest | Dry dipterocarp

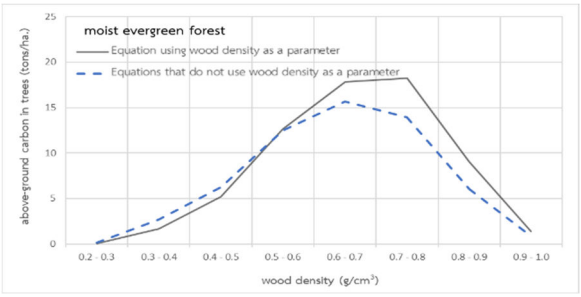
Mixed deciduous forest | Bamboo forest

Secondary forest | Old clearing area

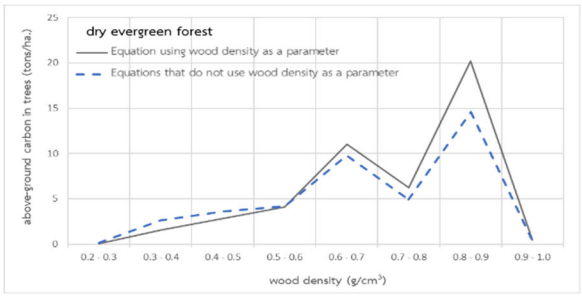
Figure 2 Number of trees per hectare and average diameter breast height in each wood density class, which contributes to the assessment of carbon storage in each forest type by using wood density as a parameter



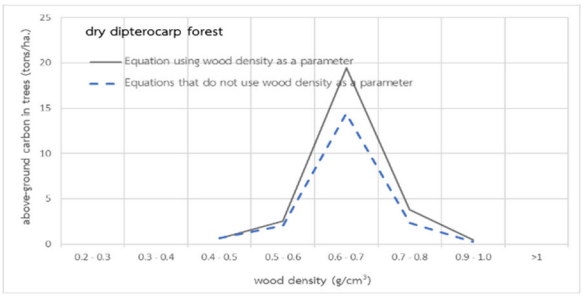
Hill evergreen forest



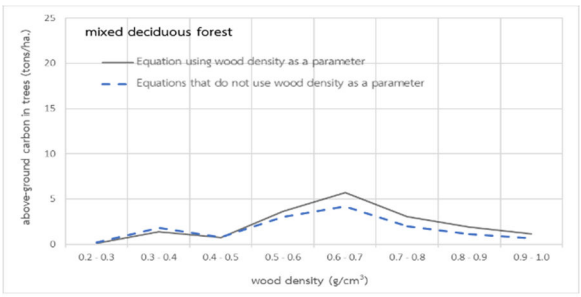
Moist evergreen forest



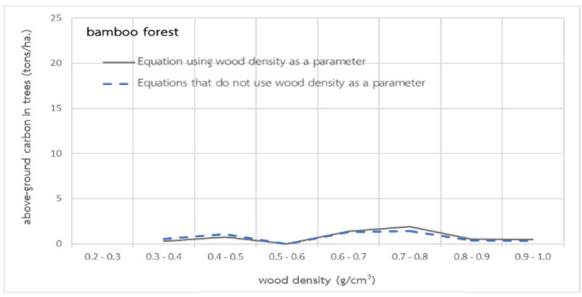
Dry evergreen forest



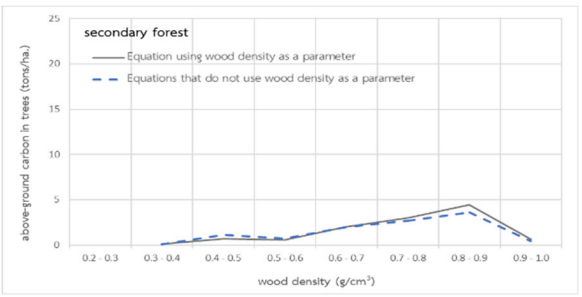
Dry dipterocarp forest



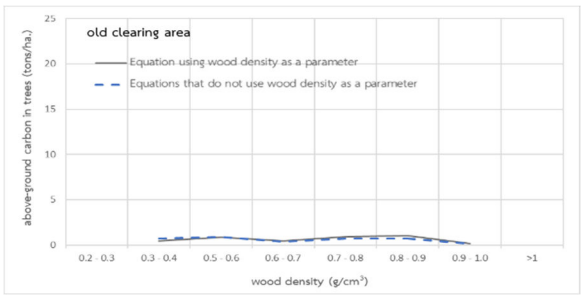
Mixed deciduous forest



Bamboo forest



Secondary forest



Old clearing area

Figure 3 The above-ground carbon in the trees was estimated by using allometric equations used and not using wood density as a parameter classified according to the wood density class, which shows the range of differences between the two forms of allometry calculations

สรุปและข้อเสนอแนะ

สมการแอลโลเมตรี ที่ใช้ความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ ให้ผลการประเมินปริมาณกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินสำหรับไม้ต้น สูงกว่าสมการที่ไม่ใช้ค่าความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวแปรสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างดังกล่าว คือ เพราะความหนาแน่นของไม้ที่ได้จากการสำรวจมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าที่จะทำให้การประเมินด้วยสมการที่ใช้ความหนาแน่นของไม้มีค่าเท่ากับสมการที่ไม่ใช้ค่าความหนาแน่นของไม้

เป็นสำคัญ ดังนั้น สำหรับหมู่ไม้ที่ผสมหลากหลายชนิด ควรเลือกใช้สมการแอลโลเมตรีที่มีความหนาแน่นของไม้เป็นพารามิเตอร์ (ส่วนสมการแอลโลเมตรีเฉพาะสำหรับชนิดไม้จะไม่มีปัญหากรณีนี้) แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของข้อมูล ประเภทของสังคมพืช และวัตถุประสงค์ของการวิจัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดเพชรบุรี ทุกท่านที่เป็นคณะทำงานสำรวจข้อมูลชุดนี้ คุณกุลวนิษฐ์ ดีแก้ว คุณญาณิศา แซ่เตียว ที่ช่วยตรวจสอบสมการ และ รศ. ดร.วิรงค์ จันทร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้สมการแอลโลเมตรี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา และ อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2529. **สถิติเบื้องต้นแบบประยุกต์**. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ธรรมนูญ เต็มไชย. 2565. ผลประเมินการเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยสำหรับสัตว์ป่าที่มีคุณค่าโดดเด่นเชิงอนุรักษ์ระดับโลกภายหลังการปรับลดขอบเขตพื้นที่มรดกโลกทางธรรมชาติกลุ่มป่าแก่งกระจาน, น. 345-353. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 7**. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

Basuki, T.M., Laake, P., Skidmore, A.K. and Hussin, Y.A. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical low-land Dipterocarp forests**. For. Ecol. Manage.** 257:1684–1694

Bombelli, A., Avitabile, V., BelelliMarchesini, L., Balzter, H., Bernoux, M., Hall, R., Henry, M., Law, B.E., Manlay, R., Marklund, L.G. and Shimabukuro, Y.E. 2009. **Assessment of the Status of the Development of the Standards for the Terrestrial Essential Climate Variables: Biomass**. Food and Agriculture Organization- Global Terrestrial Observation System, Rome

Bravo, F., Delgado, J.A., Gallardo, J.F., Bravo-Oviedo, A., Ruiz-Peinado, R., Merino, A., Montero, G., Cámara, A., Navarro, R., Ordóñez, C. and Canga, E. 2007. **Métodos para cuantificar la fijación de CO_2 en los sistemas forestales**. *In* Bravo Oviedo F (coord.) El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Fundación Gas Natural. España

Brown, S. 1997. **Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: A Primer**. Rome: FAO Forestry Paper 134. [Google Scholar]

Brown, S. 2001. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. **Environ. Pollut.** 116:363–372

Brown, S., Gillespie, A.J. and Lugo, A. 1989. Biomass Estimation Methods for Tropical Forests with Applications to Forest Inventory Data. **Forest Science** 35: 881–980.

Chave, J., Andalo, C. Brown, Cairns, S., Chambers, M.A., Eamus, J.Q., Fölster, D.H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B. and Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia** 145(1), 87-99.

Fehrmann, L. and Kleinn, C. 2006. General considerations about the use of allometric equations for biomass estimation on the example of Norway spruce in central Europe. **For. Ecol. Manag.** 236:412–421.

Fick, S.E. and Hijmans, R.J. 2017. **Worldclim 2: New 1-km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas**. International Journal of Climatology. Available Source: http://worldclim.org/, June 28, 2023.

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

Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., Ogono, K. and Kira, T. 1995. Comparative Ecological Studies on Three Main Type of Forest Vegetation in Thailand II. Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4:49 – 80.

Rayes, G., Brown, S., Chapmn, J. and Lugo, A. 1992. **Wood Densities of Tropical Tree Species**. Gen. Tech. Rep. SO-88. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Services, Southern Forest Experiment Station.

Segura, M. and Kanninen, M. 2005. Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in a tropical humid forest in Costa Rica. **Biotropica** 37:2–8

Tsutsumi, T., Yoda, K., Sahunalu, P., Dhanmanonda, P. and Prachaiyo, B. 1983. Forest : Felling, burning and regenration, pp. 13-62**.** *In* K. kyuma and C. Pairintra, eds. **Shifting cultivation. An Experiment at Nam Phrom. Thailand and its Implication for Upland Farming in the Monsoon Tropics**. Faculty of Agriculture, Kyoto University, Tokyo.

Zianis, D. and Mencuccini, M. 2004. On simplifying allometric analyses of forest biomass. **Forest Ecology and Management** 187: 311–332.

สาขาทรัพยากรชายฝั่ง และป่าชายเลน

การประเมินความเปราะบางทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน: กรณีศึกษาพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดกระบี่

An Assessment Vulnerability Biological of Mangrove Forest Ecosystem: A Case Study of Mangrove Forest at Krabi Province.

สุชาติ แย้มปราสัย[1*]

Suchart Yamprasai[1*]

[1]สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรุงเทพฯ 10210

[1]Mangrove Resource Research and Development Institute, Department of Marine and Coastal Resources, Bangkok, 10210

Corresponding Author; E-mail: suchartypi@gmail.com

บทคัดย่อ

การบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ป่าชายเลนอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประเมินความเปราะบางทางชีวภาพในด้านต่างๆ เพื่อประเมินพื้นที่ที่อ่อนแอต่อการสูญเสียหรือความเสื่อมโทรมของความหลากหลายทางชีวภาพ ให้ได้ข้อมูลที่มีค่าเชิงลึกเกี่ยวกับระบบนิเวศ สำหรับเป็นแนวทางการจัดการป่าชายเลนอย่างยั่งยืน สนับสนุนการพัฒนานโยบายและการตัดสินใจของหน่วยงานรัฐบาล เพื่อปกป้องพื้นที่ที่เปราะบางทางชีวภาพ และสร้างระบบเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับภัยคุกคามที่เกี่ยวข้องกับป่าชายเลน ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดกระบี่ โดยวางแปลงตัวอย่างแบบกริดขนาด 1x1 ตารางกิโลเมตร ทั่วทั้งป่าชายเลนจำนวน 340 จุด นำมาวิเคราะห์หาความเปราะบางทางชีวภาพของป่าชายเลนโดยใช้ปัจจัยทางชีวภาพด้านต่าง ๆ ทั้งพืชพรรณและสัตว์ป่า แล้วนำมาจัดทำโมเดลแสดงพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวเปราะบางของทรัพยากรเชิงพื้นที่

จากการศึกษาความเปราะบางทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลนในพื้นที่จังหวัดกระบี่และทำโมเดลความเปราะบางแล้วพบว่า มีพื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูงมาก จำนวน 7.67 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพสูง จำนวน 40.43 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพปานกลาง จำนวน 146.40 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพต่ำ จำนวน 135.85 ตารางกิโลเมตร และความเปราะบางทางชีวภาพต่ำมาก จำนวน 91.79 ตารางกิโลเมตร โดยผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการป่าชายเลนเชิงพื้นที่ซึ่งป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูงมากควรมีการจัดการแบบเข้มข้นเพื่อให้คงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น การผนวกเป็นพื้นที่อุทยานหรือเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าซึ่งมีการบังคับใช้กฎหมายที่เข้มข้น ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูงควรมีการบริหารจัดการในรูปแบบเขตอนุรักษ์ตามมาตรา 18 แห่ง พรบ.ทช. สำหรับป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพปานกลางถึงต่ำมากควรมีการบริหารจัดการในรูปแบบการมีส่วนร่วมกับชุมชนชายฝั่งในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การประเมิน, ความเปราะบาง, ชีวภาพ, ป่าชายเลน, จังหวัดกระบี่

ABSTRACT

Efficiently managing the biodiversity of coastal forest areas necessitates comprehensive evaluations across various dimensions to identify vulnerable zones susceptible to biodiversity loss or degradation. Deeply valuable data regarding the ecosystem is vital for sustainable forest management, supporting policy development and government decision-making. This safeguards biodiversity-sensitive regions and establishes early-warning systems for forest-related threats. In this study conducted in Krabi province, Thailand, a grid-based sampling method was employed, covering the entire coastal forest area in a 1 km² grid, totaling 340 points. The assessment incorporated diverse biological factors, encompassing flora and fauna, yielding insights into biodiversity vulnerability.

The findings underscored extensive high vulnerability areas spanning 7.67 km², high vulnerability covering 40.43 km², moderate vulnerability encompassing 146.40 km², low vulnerability accounting for 135.85 km², and very low vulnerability constituting 91.79 km². This study's outcomes hold practical implications for localized forest management, recommending rigorous management for highly vulnerable areas to preserve biodiversity, including potential integration as protected zones or wildlife sanctuaries, backed by stringent legal enforcement. Furthermore, areas of moderate to low vulnerability suggest community-involved management strategies, fostering sustainable conservation and utilization practices.

Keywords: assessment, vulnerability, biological, mangrove, Krabi province

คำนำ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่สำคัญและก่อให้เกิดประโยชน์มากมายต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม การอนุรักษ์และการจัดการที่ยั่งยืนมีความสำคัญต่อการรักษาความยืดหยุ่นของชายฝั่ง สนับสนุนความหลากหลายทางชีวภาพ บรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และให้โอกาสในการดำรงชีวิตแก่ชุมชนท้องถิ่น ป่าชายเลนยังเป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายสูงซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของพันธุ์พืชและสัตว์หลากหลายชนิด ป่าชายเลนทำหน้าที่เป็นพื้นที่อนุบาลที่สำคัญ ให้ที่พักพิงและอาหารสำหรับปลา กุ้ง และสิ่งมีชีวิตในทะเลอื่น ๆ นกอพยพหลายชนิดอาศัยป่าชายเลนเป็นที่พักผ่อนและหาอาหารระหว่างการเดินทางไกล นอกจากนี้ป่าชายเลนยังเป็นทรัพยากรที่มีค่าสำหรับชุมชนท้องถิ่น เป็นแหล่งประมงน้ำตื้นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ไม้ป่าชายเลนบางชนิดยังใช้ในการก่อสร้างและซ่อมแซมบ้านเรือนของชาวบ้าน ป่าชายเลนยังทำหน้าที่เป็นแนวกั้นธรรมชาติระหว่างแผ่นดินกับทะเล ระบบรากที่หนาแน่นและเครือข่ายสาขาที่สลับซับซ้อนช่วยลดผลกระทบของคลื่น พายุ และคลื่นยักษ์ ปกป้องพื้นที่ชายฝั่งจากการกัดเซาะและลดความเสี่ยงของน้ำท่วมและความเสียหายต่อทรัพย์สิน

การพัฒนาเมืองมักจะนำไปสู่การสูญเสียพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งอาจส่งผลกระทบทางนิเวศวิทยาและทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างมาก เช่น การสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยของป่าชายเลนโดยตรง ซึ่งเป็นที่อยู่ของพืชและสัตว์หลากหลายชนิด ซึ่งหลายชนิดมีลักษณะเฉพาะและใกล้สูญพันธุ์ ทำลายความสมดุลอันละเอียดอ่อนของระบบนิเวศชายฝั่ง นำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้นจึงต้องพยายามสร้างความสมดุลระหว่างการพัฒนาเมืองกับการอนุรักษ์และการจัดการพื้นที่ป่าชายเลนอย่างยั่งยืน การวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสม การรวมโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว และการส่งเสริมการฟื้นฟูที่อยู่อาศัยของป่าชายเลนที่เสื่อมโทรมสามารถช่วยลดผลกระทบด้านลบของการขยายตัวของเมืองบนป่าชายเลน และรับประกันความยั่งยืนในระยะยาวของระบบนิเวศชายฝั่ง ซึ่งจะต้องมีเครื่องมือหรือโมเดลของความหลากหลายทางชีวภาพเชิงพื้นที่สำหรับการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน เพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

การศึกษาความเปราะบางทางชีวภาพจะช่วยระบุพื้นที่ป่าชายเลนที่อ่อนแอต่อการสูญเสียหรือความเสื่อมโทรมของความหลากหลายทางชีวภาพ ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าของระบบนิเวศป่าไม้ ข้อมูลนี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางการจัดการป่าชายเลนอย่างยั่งยืน อันจะนำไปสู่การพัฒนานโยบายและกระบวนการตัดสินใจของรัฐบาล องค์กรอนุรักษ์ และผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนากลยุทธ์ แนวทาง และกฎระเบียบที่มุ่งปกป้องพื้นที่ป่าชายเลนที่เปราะบาง นอกจากนี้การศึกษาความเปราะบางทางชีวภาพยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาระบบเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับภัยคุกคามที่เกี่ยวข้องกับป่าชายเลน โดยการระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถดำเนินการจัดการได้ทันท่วงทีเพื่อป้องกันหรือบรรเทาความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ดังนั้นการศึกษาความเปราะบางทางชีวภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะให้ข้อมูลที่สำคัญสำหรับการอนุรักษ์ การจัดการและการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศป่าชายเลนอย่างยั่งยืน ช่วยจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ในการอนุรักษ์ เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจด้านนโยบายและการบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนอย่างยั่งยืนต่อไป

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เพื่อสร้างแผนที่โมเดลเชิงพื้นที่ของความเปราะบางของป่าชายเลนทางชีวภาพ โดยใช้ปัจจัยทางชีวภาพของป่าชายเลน ประกอบด้วยข้อมูลทางพรรณพืชและข้อมูลสัตว์ป่าเพื่อประเมินระดับความเปราะบางทางชีวภาพในแต่ละพื้นที่ จัดทำเป็นแผนที่ความเปราะบางทางชีวภาพของป่าชายเลน สำหรับการบริหารจัดการพื้นที่ป่าชายเลนในระดับหน่วยงานและระดับท้องถิ่น เพื่อพัฒนาการวางแผนเชิงพื้นที่ทางทะเล (Marine Spatial Planning) และเพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจสีน้ำเงิน (Blue Economy) เพื่อทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ยั่งยืนสืบต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ดำเนินการศึกษาทรัพยากรป่าชายเลนในภาคสนาม

เก็บข้อมูลภาคสนามด้วยการวางแปลงสำรวจแบบแปลงชั่วคราวระบบกริด (Spatial Sampling) ระยะแปลงห่างกันทุก 1 ตารางกิโลเมตร วางแปลงตัวอย่างชั่วคราวรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 10x10 ตารางเมตร ศึกษาข้อมูลพืชพรรณทุกกลุ่มในแปลงตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่บันทึกได้จากการวางแปลงตัวอย่าง จะนำมาวิเคราะห์ความหลากชนิดของต้นไม้ในพื้นที่ ชนิดพันธุ์พืชหายากตามบัญชี IUCN red list ดัชนีความหลากหลายแชนนอน ดัชนีความร่ำรวยของ Margalef และค่าความสม่ำเสมอ Evenness ตามวิธีการของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2556)

2. การรวบรวมข้อมูลสัตว์ป่า

การสำรวจโดยตรง (Direct count) โดยการสำรวจภาคสนามด้วยการเดินในเวลากลางวันให้ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่เพื่อค้นหาตัวสัตว์ป่าหรือร่องรอยหลักฐานที่ใช้ระบุชนิดสัตว์ป่าได้ เช่น รอยตีน มูล ซาก ขน คราบ รูและโพรง เสียงร้อง เป็นต้น ซึ่งการสำรวจสัตว์ป่าแต่ละกลุ่มมีวิธีการสำรวจดังนี้ กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ใช้วิธีการสำรวจตามพื้นที่อยู่อาศัยประเภทต่าง ๆ กลุ่มนก ใช้การสำรวจครอบคลุมทุกระบบนิเวศโดยใช้กล้องส่องทางไกลชนิดสองตาส่องตรวจหา จำแนกชนิด ใช้ 2 วิธี ได้แก่ การสำรวจตามเส้นทาง (Roadside count) และสำรวจโดยกำหนดจุดนับนกตามถิ่นที่อยู่อาศัยพื้นที่ต่าง ๆ (Point count) กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน โดยการสำรวจในเวลากลางวันตามพื้นที่อยู่อาศัยประเภทต่างๆ กลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ใช้วิธีการสังเกตตัวสัตว์ในพื้นที่โดยตรง โดยการล่องเรือและเดินสำรวจตามถิ่นที่อยู่อาศัยประเภทต่าง ๆ และตั้งกล้องดักถ่าย (Camera trap) การจำแนกและตรวจสอบความถูกต้องของสัตว์ป่า ดำเนินการจำแนกและตรวจสอบความถูกต้องของสัตว์ป่าแต่ละชนิดและเรียงลำดับตามหลักอนุกรมวิธานในตารางบัญชีรายชื่อสัตว์ป่าแต่ละกลุ่มใช้เอกสารประกอบด้วย (1) สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ใช้ ธัญญา (2546) และ Toylor (1962) (2) สัตว์เลื้อยคลานใช้ Taylor (1963, 1965, 1970), Indraneil (2012) และ Merel *et al*. (1998) (3) นกใช้ Lakagul and Round (1991) Robson (2008) และ จารุจินต์ และคณะ (2561) (4) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมใช้ จอห์น (2546) ประทีป ด้วงแค (2550) และ Charles (2008) สถานภาพของสัตว์ป่าใช้การตรวจสอบจากเอกสารโดยตรวจสอบสถานภาพที่ได้รับการคุ้มครองโดยกฎหมาย (Legal status) และสถานภาพเพื่อการอนุรักษ์ (Conservation status) โดยใช้บัญชีกฎกระทรวงกำหนดให้สัตว์ป่าบางชนิดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง พ.ศ. 2546 สถานภาพเพื่อการอนุรักษ์ใช้ตามเกณฑ์ของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2560) และใช้เกณฑ์ของ IUCN (2023) version 2022-2

3. ให้ค่าน้ำหนักและจัดระดับความเปราะบางของดัชนีของตัวแปร

โดยการจัดทำแบบสำรวจความคิดเห็นปัจจัยทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลนจำนวนทั้งสิ้น 10 ปัจจัย ประกอบด้วย 1) ชนิดพันธุ์พืช 2) ชนิดพันธุ์พืชหายากตามบัญชี IUCN red list 3) ดัชนีความหลากหลายแชนนอน (H) 4) ดัชนีความร่ำรวยของ Margalef 5) ค่าความสม่ำเสมอ Evenness 6) ชนิดสัตว์ปีก 7) ชนิดสัตว์เลื้อยคลาน 8) ชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 9) ชนิดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และ 10) ชนิดสัตว์หายากตามบัญชี IUCN red list และให้

ผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องด้านป่าชายเลนในพื้นที่จังหวัดกระบี่ทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ชุมชน จำนวน 100 ราย ประเมินจัดลำดับความสำคัญของตัวแปรแต่ละตัว ผ่านแบบประเมินออนไลน์ และนำค่าที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์หาค่าถ่วงน้ำหนักตัวแปลแต่ละตัวเพื่อจัดทำเป็นค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรแต่ละปัจจัย

4. วิเคราะห์ความเปราะบางทางชีวภาพ

ประเมินความเปราะบางทางชีวภาพของป่าชายเลน (Vulnerability Assessment of Mangrove Forest: VAM) จากสูตร

$$VAM=\frac{(SPx0.8)+(SIx1.0)+(HTx0.9)+(PTx0.9)+(JTx0.9)+(SBx0.8)+(SMx0.9)+(SAx0.2)+(SRx0.6)+(MLx1.0)}{8.0}$$

โดยที่ SP = ชนิดพันธุ์พืชที่ปรากฏ (species of plants)
SI = ชนิดพันธุ์พืชตามสถานะบัญชีแดงเพื่อการอนุรักษ์ (species plants of IUCN red list)
HT = ค่าดัชนีความหลากหลายแชนนอนของพืช (Shannon Wiener index)
PT = ดัชนีความร่ำรวยของ Margalef (Margalef index)
JT = ค่าความสม่ำเสมอ Evenness (Evenness index)
SB = ชนิดสัตว์ปีก (species of Aves)
SM = ชนิดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (species of Mammals)
SA = ชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (species of Amphibians)
SR = ชนิดสัตว์เลื้อยคลาน (species of Reptile)
MI = ชนิดพันธุ์สัตว์ตามสถานะบัญชีแดงเพื่อการอนุรักษ์ (species animals of IUCN red list)

5. จัดทำแผนที่โมเดลความเปราะบาง

นำข้อมูลความเปราะบางทางชีวภาพของป่าชายเลนแต่ละจุดเข้าโปรแกรมแผนที่และคำนวนเพื่อจัดทำแผนที่โมเดลความเปราะบางทางชีวภาพและคำนวนพื้นที่ความเปราะบางในแต่ละระดับ ซึ่งค่า VAM ที่ได้จะมีระดับความเปราะบางทางชีวภาพดังนี้

0.00 – 0.20 ความเปราะบางทางชีวภาพต่ำมาก
>0.20 – 0.40 ความเปราะบางทางชีวภาพต่ำ
>0.40 – 0.60 ความเปราะบางทางชีวภาพปานกลาง
>0.60 – 0.80 ความเปราะบางทางชีวภาพสูง
>0.80 – 1.00 ความเปราะบางทางชีวภาพสูงมาก

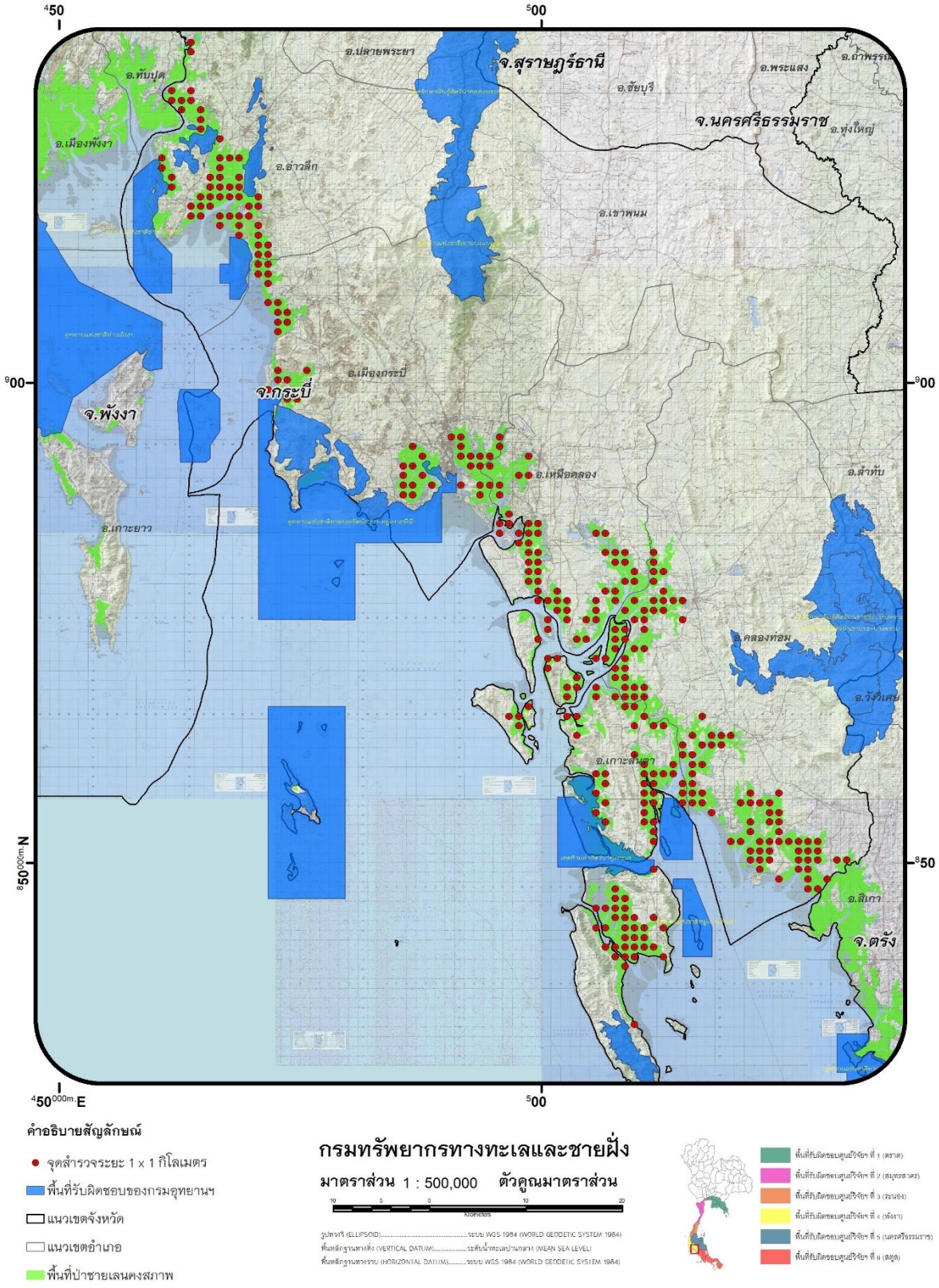


Figure 2 Location of survey plots of mangrove forests at Krabi province.

ผลและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางชีวภาพของป่าชายเลนแยกตามกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพันธุ์พืช และกลุ่มสัตว์ป่า พบว่า

1. กลุ่มพันธุ์พืชในป่าชายเลน

พบจำนวนไม่น้อยกว่า 67 ชนิด (Species) จำแนกตามอนุกรมวิธานได้ 39 วงศ์ (Family) 51 สกุล (Genus) แบ่งเป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ ไม้ต้น จำนวน 26 ชนิด เช่น โกงกางใบเล็ก โกงกางกางใบใหญ่ แสมทะเล ถั่วขาว ถั่วดำ โปรงขาว โปรงแดง และตะบูนดำ เป็นต้น ไม้เถา จำนวน 9 ชนิด เช่น สักขี ถอบแถบทะเล กระเพาะปลา เป็นต้น ไม้พุ่ม จำนวน 10 ชนิด เช่น ใบพาย โปรงขาว ขลู่ เป็นต้น ไม้เถาล้มลุก จำนวน 2 ชนิด เช่น เหงือกปลาหมอดอกม่วง เป็นต้น เฟิน จำนวน 8 ชนิด เช่น เฟินข้างหลวงหลังลาย ปรงหนู และลำเท็ง เป็นต้น ปาล์ม จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ จาก กล้วยไม้ จำนวน 10 ชนิด เช่น เอื้องมะลิ เอื้องกุหลาบกระเป๋าปิด เอื้องตะขาบเหลือง และเอื้องไอยเรศ เป็นต้น และ กาฝาก จำนวน 1 ชนิด (Table 1)

Table 1 The number of species according to the life form of the plants found in the study area.

Life form	Family	Genus	Species
ไม้ต้น	13	17	26
ไม้เถา	7	8	9
ไม้พุ่ม	9	10	10
ไม้เถาล้มลุก	2	2	2
เฟิน	5	6	8
ปาล์ม	1	1	1
กล้วยไม้	1	6	10
กาฝาก	1	1	1
Total	**39**	**51**	**67**

2. กลุ่มสัตว์ป่า

พบสัตว์ป่าทั้งหมด 93 ชนิด จำแนกตามอนุกรมวิธานได้ 22 อันดับ (Order) 46 วงศ์ (Family) 75 สกุล (Genus) แบ่งตามกลุ่ม (Table 2) ได้แก่

- กลุ่มสัตว์ปีก (Aves) จำนวน 67 ชนิด (Species) อยู่ใน 17 อันดับ (Order) 29 วงศ์ (Family) 52 สกุล (Genus) ตัวอย่าง เช่น เหยี่ยวแดง เหยี่ยวรุ้ง นกเขาเขียว นกเขาใหญ่ นกเค้าป่าหลังจุด นกเด้าดิน นกเด้าลมดง นกเป็ดผีเล็ก นกแซงแซวหางบ่วงใหญ่ นกแซงแซวหางปลา นกแต้วแล้วธรรมดา นกแต้วแล้วป่าชายเลน นกแอ่นกินรัง นกกะเต็นแดง นกกะเต็นใหญ่ปีกสีน้ำตาล นกกะเต็นอกขาว นกกินเปี้ยว นกกินปลีอกเหลือง นกทึดทือมลายู นกนางนวลแกลบสีกุหลาบ นกนางนวลแกลบธรรมดา นกสตั๊นท์คอแดง นกยางทะเล นกยางจีน นกหัวโตทรายเล็ก นกหัวโตทรายใหญ่ นกอีก๋อยใหญ่ และนกออก เป็นต้น
- กลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Mammalia) จำนวน 10 ชนิด อยู่ใน 3 อันดับ (Order) 6 วงศ์ 9 สกุล ได้แก่ ค่างแว่นถิ่นใต้ เสือปลา แมวดาว กระเล็นขนปลายหูสั้น นากใหญ่ขนเรียบ นากเล็กเล็บสั้น ลิงแสม หนูท้องขาว อีเห็นเครือ และอีเห็นข้างลาย

- กลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน (Reptilia) จำนวน 12 ชนิด อยู่ใน 1 อันดับ 7 วงศ์ 10 สกุล ได้แก่ เหี้ย กิ้งก่าบินหัวสีฟ้า งูเขียวพระอินทร์ งูเห่า งูจงอาง งูปากกว้างน้ำเค็ม งูพังกา งูลายสาบคอแดง จิ้งเหลนต้นไม้ จิ้งเหลนบ้าน ตะกวด และงูปล้องทอง

- กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Amphibia) จำนวน 4 ชนิด อยู่ใน 1 อันดับ 4 วงศ์ 4 สกุล ได้แก่ กบน้ำเค็ม อึ่งอ่างบ้าน ปาดบ้าน และคางคกบ้าน

Table 2 The diversity of each group of wildlife.

Group	Order	Family	Genus	Species
Amphibia	1	4	4	4
Reptilia	1	7	10	12
Mammalia	3	6	9	10
Aves	17	29	52	67
Total	**22**	**46**	**75**	**93**

3. การประเมินความเปราะบางทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน

จากการวิเคราะห์พบว่า ความเปราะบางทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลนในพื้นที่จังหวัดกระบี่ มีความเปราะบางสูงมากร้อยละ 9.92 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด ความเปราะบางสูง ร้อยละ 33.88 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด ความเปราะบางปานกลาง ร้อยละ 38.84 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด และความเปราะบางต่ำ 17.36 ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมด เมื่อนำไปวิเคราะห์และจัดทำโมเดลด้วยโปรแกรมแผนที่แล้ว พบว่า จังหวัดกระบี่มีพื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูงมาก จำนวน 7.67 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพสูง จำนวน 40.43 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพปานกลาง จำนวน 146.40 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพต่ำ จำนวน 135.85 ตารางกิโลเมตร และความเปราะบางทางชีวภาพต่ำมาก จำนวน 91.79 ตารางกิโลเมตร (Figure 2)

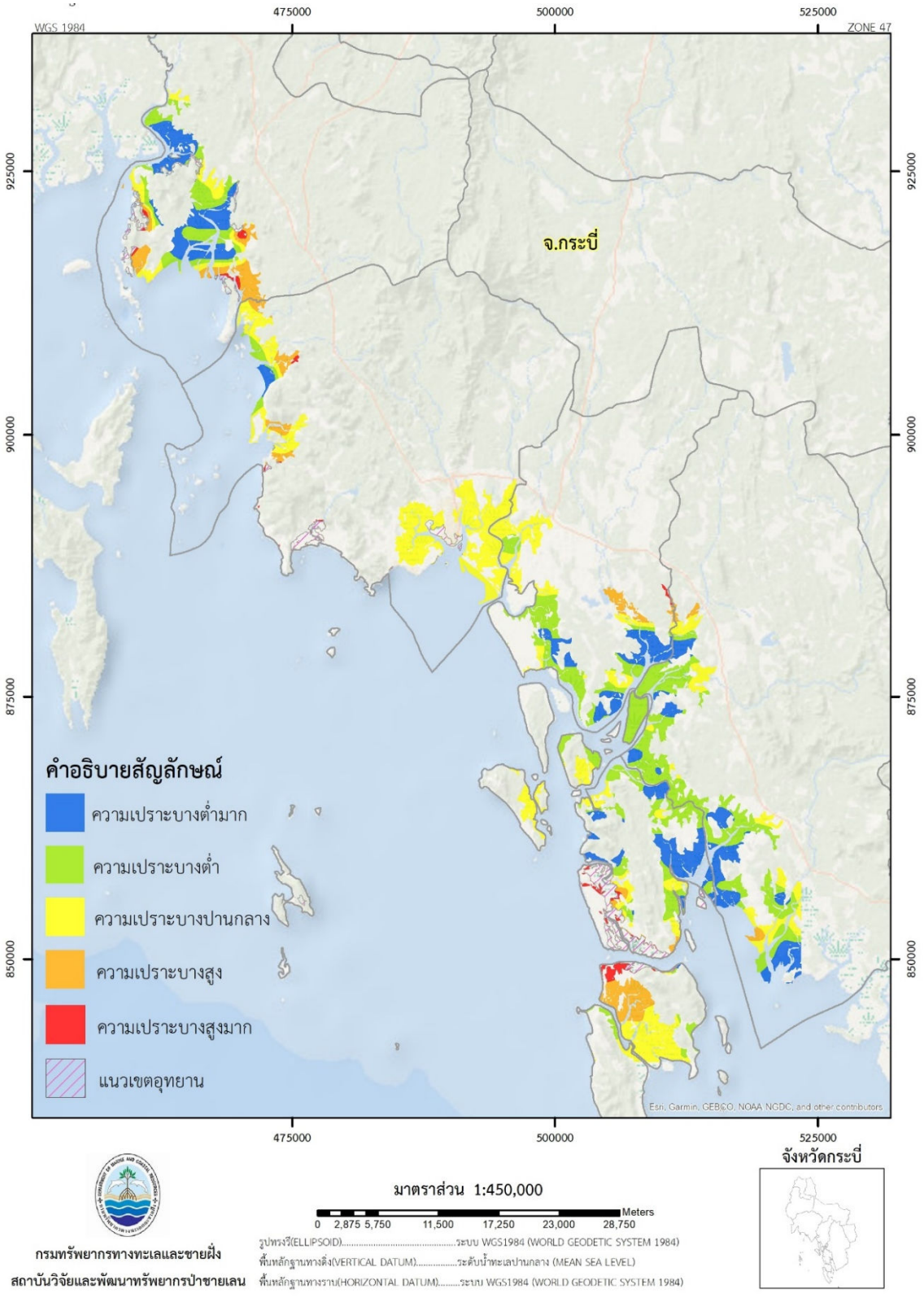


Figure 2 Bio-vulnerability model map of mangrove forest ecosystem at Krabi Province

สรุป

จากการศึกษาการประเมินความเปราะบางทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน: กรณีศึกษาพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดกระบี่ พบว่า จังหวัดกระบี่มีพื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูงมาก จำนวน 7.67 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพสูง จำนวน 40.43 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพปานกลาง จำนวน 146.40 ตารางกิโลเมตร ความเปราะบางทางชีวภาพต่ำ จำนวน 135.85 ตารางกิโลเมตร และความเปราะบางทางชีวภาพต่ำมาก จำนวน 91.79 ตารางกิโลเมตร

จากผลการศึกษาข้างต้น ผู้ทำการศึกษาได้เสนอแนวทางการบริหารจัดการพื้นที่ป่าชายเลนเชิงพื้นที่เพื่อความคงอยู่ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพตามระดับของความเปราะบางรายพื้นที่ไว้ 3 ส่วน ได้แก่ 1. พื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูงมาก 2. พื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูง และ 3. พื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพระดับปานกลางถึงต่ำมาก ดังนี้

1. พื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูงมาก จำนวน 4,792.19 ไร่ เป็นพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาศัยของพืชและสัตว์ที่หายากใกล้สูญพันธุ์หรือเป็นชนิดพันธุเฉพาะถิ่น หากพื้นที่บริเวณนี้ถูกรบกวน อาจส่งผลถึงการสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์ การจัดการจึงควรมีการจัดการแบบเข้มข้น ไม่ควรมีกิจกรรมใด ๆ ที่ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อให้คงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น พื้นที่บริเวณที่ติดกับอุทยานแห่งชาติหรือเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าควรผนวกเพิ่มเป็นพื้นที่อุทยานหรือเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าซึ่งมีการบังคับใช้กฎหมายที่เข้มข้น รวมถึงการเพิ่มความถี่ในการลาดตระเวณเพื่อพิทักษ์คุ้มครองทรัพยากรป่าชายเลนบริเวณนี้ไม่ให้ถูกทำลายไป

2. พื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพสูง จำนวน 25,267.78 ไร่ ควรเป็นพื้นที่ที่อนุรักษ์ไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ แต่อาจไม่เข้มข้นเท่ากับระดับแรก โดยควรมีการบริหารจัดการในรูปแบบเขตอนุรักษ์ป่าชายเลนตามมาตรา 18 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมการบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง พ.ศ. 2558 ซึ่งมีการกำหนดเขตพื้นที่ป่าชายเลนอนุรักษ์ตามพรบ. ดังกล่าว เพื่อกำหนดหรือจำกัดการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชายเลน เพื่อความคงอยู่ของทรัพยากร

3. พื้นที่ป่าชายเลนที่มีความเปราะบางทางชีวภาพระดับปานกลางถึงต่ำมาก พื้นที่ส่วนที่เหลือทั้งหมดนี้ควรมีการบริหารจัดการในรูปแบบการมีส่วนร่วมกับชุมชนชายฝั่งในการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน กล่าวคือ ป่าชายเลนบริเวณนี้ สามารถดำเนินกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของชุมชนชายฝั่งได้ แต่ต้องมีการสร้างกฎระเบียบภายในชุมชน เพื่อมิให้เกิดการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพที่เกินไปจนส่งผลกระทบกับทรัพยากร อีกทั้งหากจำเป็นต้องมีการใช้พื้นที่ป่าชายเลนเพื่อพัฒนาประเทศชาติ ก็ควรเลือกพื้นที่ที่มีความเปราะบางทางชีวภาพต่ำมากเป็นลำดับแรกก่อน เพื่อลดผลกระทบกับความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศป่าชายเลน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการประเมินความเปราะบางทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าชายเลน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 จนทำให้เกิดผลสำเร็จของงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2546. **กฎกระทรวงกำหนดให้สัตว์ป่าบางชนิดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง พ.ศ. 2546**. กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2556. **คู่มือสำรวจโครงสร้างป่าชายเลนและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน (ฉบับปรับปรุงใหม่)**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

จารุจินต์ นภีตภัฏ และคณะ. 2561. **คู่มือศึกษาธรรมชาติหมอบุญส่ง เลขะกุล นกเมืองไทย**. ด่านสุทธาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ธัญญา จั่นอาจ และคณะ. 2548. **คู่มือจำแนกสัตว์ป่าเพื่องานป้องกันและปราบปรามการลักลอบค้าสัตว์ป่า**. สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

นริศ ภูมิภาคพันธ์. 2540. **เทคนิคการสำรวจทรัพยากรสัตว์ป่า**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พาร์,จอห์น. 2553. **สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในประเทศไทย**. สำนักพิมพ์สารคดี, กรุงเทพฯ.

ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมป่าไม้. 2557. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์**. หจก. ฟันนี่พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

สถิตย์ วัชรกิตติ. 2525. **การสำรวจทรัพยากรป่าไม้.** ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2560. **สรุปชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามของประเทศไทย : สัตว์มีกระดูกสันหลัง**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อุทิศ กุฏอินทร์ และคณะ. 2560. **การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมความหลากหลายทางชีวภาพ**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Indraneil, D. 2012. **Snakes of Thailand and Southeast Asia**. Asia bookCo., Ltd., Bangkok.

Lekagul, B. and J. AMcNeely. 1997. **Mammals of Thailand**. Old Custom House Lane. Bangkok.

IUCN Global Species Programme Red List Unit. 2023. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Available Source: http://www.iucnredlist.org, March 31, 2023.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาผลงานทางวิชาการ

ศ. ดร.ดุสิต เวชกิจ
รศ. ดร.ฑีฆา โยธาภักดี
รศ. ดร.พรเทพ เหมือนพงษ์
รศ. ดร.รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์
รศ. ดร.วัฒนชัย ตาเสน
รศ. ดร.วีระภาส คุณรัตนสิริ
รศ. ดร.ออ พรานไชย
ผศ. ดร.กฤษฎาพันธุ์ ผลากิจ
ผศ. ดร.คมสัน คีรีวงศ์วัฒนา
ผศ. ดร.ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง
ผศ. ดร.ต่อลาภ คำโย
ผศ. ดร.ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ
ผศ. ดร.ทิวธวัฒ นาพิรุณ
ผศ. ดร.ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง
ผศ. ดร.นฤมล แก้วจำปา
ผศ. ดร.นิสา เหล็กสูงเนิน
ผศ. ดร.พิชิต ลำใย
ผศ. ดร.ลัดดาวรรณ เหรียญตระกูล
ผศ. ดร.วรงค์ สุขเสวต
ผศ. ดร.วาทินี สวนผกา
ผศ. ดร.วิรงรอง ดวงใจ
ผศ. ดร.สมพร แม่ลิ่ม
ผศ. ดร.สาพิศ ดิลกสัมพันธ์
ผศ. ดร.สุขสวัสดิ์ พลพินิจ
ผศ. ดร.สุธีร์ ดวงใจ
ผศ. ดร.สุธีระ เหิมฮึก
ผศ. ดร.สุวิมล อุทัยรัศมี
ผศ. ดร.แสงสรรค์ ภูมิสถาน
ผศ. ดร.อัจฉริยะ โชติขันธ์
ผศ. ดร.อิงอร ไชยเยศ
ผศ. พฤทธิ์ ราชรักษ์
อ.ดร.ฉัตรพรรษ พงษ์เจริญ"
อ.ดร.ปณิดา กาจีนะ
อ.ดร.พัชเรศร์ ชคัตตรัยกุล
อ.ดร.มัชฌิมา พันธุ์เอี่ยม
อ.ดร.วิศนีย์ ยิ่งประเสริฐ
อ.ดร.วีนัส ต่วนเครือ
อ.ดร.ศุภลักษณ์ ศิริ
อ.ดร.ศุภศิษย์ ศรีอักขรินทร์
อ.ดร.อุษารดี ภู่มาลี
อ.เดชฤทธิ์ สิทธิบาล
ดร.เจษฎา วงศ์พรหม
ดร.ณรงค์ชัย ชลภาพ
ดร.ทนุวงศ์ แสงเทียน
ดร.นรเศรษฐ์ เขียวศรี
ดร.ปัณฑารีย์ คงสัตย์
ดร.พนิดา รุ่งรัตนกุล
ดร.วรพรรณ หิมพานต์
ดร.วินันท์ดา หิมะมาน
ดร.ศิริลักษณ์ ธรรมนุ
นางพูลศรี วันธงไชย

