วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

Thai Forest Ecological Research Journal

ปีที่ 6 ฉบับที่ 1: มกราคม – มิถุนายน 2565

Volume 6 Number 1: January – June 2022

ISSN 2586-9566

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บรรณาธิการ

เจ้าของ

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ศ. ดร.ดอกรัก มารอด — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กองบรรณาธิการ

รศ. ดร.อุทิศ กุฎอินทร์ — สมาคมศิษย์เก่าวนศาสตร์

รศ. ดร.ประทีป ด้วงแค — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ. ดร.นันทชัย พงษ์พัฒนานุรักษ์ — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผศ. ดร.กอบศักดิ์ วันธงไชย — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ. ดร.สราวุธ สังข์แก้ว — มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รศ. ดร.แหลมไทย อายานอก — มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ

ดร.ณรงค์ คูณขุนทด — กรมป่าไม้

รศ. ดร.สุระ พัฒนเกียรติ — มหาวิทยาลัยมหิดล

ศ. ดร.สุนทร คำยอง — มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รศ. ดร. เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง — มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผศ. ดร.เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่ — มหาวิทยาลัยนเรศวร

ดร.ทรงธรรม สุขสว่าง — กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

ผศ. ดร.ยอดชาย ช่วยเงิน — มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดร.วรดลต์ แจ่มจำรูญ — กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

ผู้จัดการ

นางสาวนัทธมน โพธิยะราช

ผู้ช่วยผู้จัดการ

นางสาวอารีรัตน์ ญาณวุฒิ

สำนักงานกองบรรณาธิการ

ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ & โทรสาร : 0 2579 0176, 0 2942 8107

E-mail: dokrak.m@ku.ac.th หรือ ffornmp@ku.ac.th

Homepage: http://www.tferj.forestku.com

สารบัญ

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

การวิเคราะห์พื้นที่การกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก (*Tectona grandis* Linn.f.)
ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ **1**
สโรชา ลามู ปิยะพิศ ขอนแก่น อิสรีย์ ฮาวปินใจ กันตพงศ์ เครือมา
จิราพร ปักเขตานัง และ ต่อลาภ คำโย

โครงสร้างสังคมพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชนป่าเต็งรังที่ใช้ใบพลวงเป็นของป่า
ในภาคเหนือของประเทศไทย **15**
ณิชาภัทร์ ดวงทิพย์ นิวัติ อนงค์รักษ์ ปณิดา กาจีนะ และ สุนทร คำยอง

ความสัมพันธ์ของลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและสมบัติดินบริเวณป่าชุมชนบ้านปี้ จังหวัดพะเยา **31**
ชัยวัฒน์ แสงศรีจันทร์ วรรณา มังกิตะ กฤษดา พงษ์การัณยภาส และ แหลมไทย อาษานอก

ความหลากชนิดและลักษณะสังคมพืชป่าชายเลน บริเวณโรงไฟฟ้าบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา **49**
เบญจวรรณ ชิวปรีชา และ วิชญา กันบัว

ลักษณะสังคมพืชและศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ (Gluta usitata (Wall.) Ding Hou) ในป่าเต็งรัง
บริเวณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรัก
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ **63**
พิศุทธิ์ ลักษวุธ วรรณา มังกิตะ กฤษดา พงษ์การัณยภาส และ แหลมไทย อาษานอก

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 1-12 (2565)

นิพนธ์ต้นฉบับ

การวิเคราะห์พื้นที่การกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก (*Tectona grandis* Linn.f.) ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่

สโรชา ลามู[1] ปิยะพิศ ขอนแก่น[1] อิสรีย์ ฮาวปินใจ[2]
กันตพงศ์ เครือมา[1] จิราพร ปักเขตานัง[1] และ ต่อลาภ คำโย[3*]

รับต้นฉบับ: 28 มกราคม 2565 ฉบับแก้ไข: 14 มีนาคม 2565 รับลงพิมพ์: 25 มีนาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก (*Tectona grandis* Linn.f.) ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ โดยการวางแปลงขนาด 20 × 20 เมตร ทำการวัดไม้สักที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก มากกว่า 4.5 เซนติเมตร พร้อมทั้งจำแนกระดับศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนตามช่วงชั้นอายุไม้สัก ด้วยการวิเคราะห์แบบ Natural Breaks (Jenks)

ผลการศึกษาพบว่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมีความสัมพันธ์กับอายุไม้สัก โดยมวลชีวภาพทั้งหมดของสวนป่าไม้สัก เท่ากับ 32,153.38 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็นปริมาณกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 15,112.09 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 55,411.00 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ และการปลดปล่อยออกซิเจนเท่ากับ 40,298.91 ตันออกซิเจน/เฮกตาร์ การจำแนกระดับศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่พบว่าอยู่ในระดับปานกลางคิดเป็น 29.67 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด สวนป่าขุนแม่คำมีถือว่าทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญในการช่วยลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนอกเหนือไปจากการใช้ไม้สักในเชิงเศรษฐกิจ ดังนั้น การส่งเสริมปลูกป่าเศรษกิจนับว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมและควรเร่งส่งเสริมเพื่อให้เกิดการจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างยั่งยืน รวมถึงสร้างสมดุลระหว่างสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, การประเมินการกักเก็บคาร์บอน, ไม้สัก, สวนป่าขุนแม่คำมี

[1]สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่
[3]สาขาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่
***ผู้รับผิดชอบบทความ**: Email: torlarp66@yahoo.com

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 1-12 (2565)

ORIGINAL ARTICLE

Analysis of The Carbon Stock Area of Teak (*Tectona grandis* Linn.f.) in Khun Mae Khum Mee Plantation, Phrae Province

Sarocha Lamu[1], Piyapit Khonkaen [1], Itsaree Howpinjai [2],
Kunthaphong Krueama[1], Jiraporn Pakketanang[1], and Torlarp Kamyo[3*]

Received: 28 January 2022 Revised: 14 March 2022 Accepted: 25 March 2022

ABSTRACT

Study on biomass and carbon sequestration of teak aimed to apply geographic information system (GIS) to assess the carbon sequestration of teak (*Tectona grandis* Linn.f.) in Khun Mae Khammi plantation, Phrae Province. Sapmpling plots, 20 × 20 m, were emplogyed in different aged of teak plantation, total 81 plots. All teaks with total height larger than 1.30 m with diameter at breast height (DBH) over than 4.5 cm were measured. Four teak aged classes were divided and potential of carbon storage was also predicted based on Natural Breaks (Jenks) analysis.

The results showed that teak biomass and carbon storage depended on aged classes. The total biomass of teak plantation was 32,153.38 tons/ha, equivalent to the total carbon storage amount of 15,112.09 tons carbon/ ha. Carbon dioxide adsorption amount was 55,411. 00 tons carbon/ ha, while, the oxygen emission was 40,298. 91 tons of oxygen/ ha. Moderate potential level of carbon storage was classified and accounted of 29.67% of the total area. Instead of teak economic benefits, Khun Mae Kham Mee plantation also acts as the important areas for carbon storage resources and help for climate change mitigation. Thus, the economic tree plantation is suitable policy and needs to promote. It is not only provide sustainable resource management but also improve the balance between soceity, economy and environment.

Keywords: Geographic information system, Assessment carbon stock, Teak, Khun Mae Khum Mee Plantation

[1]Department of Forest Management Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

[2]Department of Forest Industry Technology Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

[3]Department of Agroforestry Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

***Corresponding author**: E-mail: torlarp66@yahoo.com

คำนำ

ในปัจจุบันความผิดปกติของสภาพอากาศที่เกิดขึ้นในประเทศไทยและทั่วโลกนั้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเกิดจากความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในชั้นบรรยากาศทำให้เกิดภาวะโลกร้อน การปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น "เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์อย่างชัดเจน" ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกปัจจุบันสูงกว่าของยุคก่อนอุตสาหกรรมแล้ว 1.1 องศาเซลเซียส และจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่านี้อีก 0.5 องศาเซลเซียส ถ้าไม่ลดผลกระทบจากมลภาวะในชั้นบรรยากาศ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 0.5 องศาเซลเซียส จะเพิ่มความรุนแรงและความถี่ของความร้อนสุดขั้วและปริมาณน้ำฝนที่ตกหนัก รวมไปถึงความแห้งแล้งในบางภูมิภาค เนื่องจากอุณหภูมิมีความผันผวนทุกปี (IPCC, 2021)

ประเทศไทยมีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นจากกิจกรรมการพัฒนาประเทศจากข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2554 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 305.52 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ และจากการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยมีสูงถึง 555 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ.2573 โดยภาคเศรษฐกิจที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ ภาคพลังงาน รองลงมาคือ ภาคเกษตร กระบวนการทางอุตสาหกรรม และของเสีย (Office Of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2016) เนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงและนำมาสะสมไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (Timilsina et al., 2014) แต่เมื่อพื้นที่ป่าไม้มีปริมาณที่ลดลงการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะลดลงตามไปด้วย

จากการสำรวจพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2563 อยู่ที่ 102,353,484.76 ไร่ คิดเป็น 31.64 % ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ (Royal Forest Department, 2020) พื้นที่ส่วนหนึ่งเกิดจากการปลูกสร้างสวนป่า ที่ได้ดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 คิดเป็นเนื้อที่ 585,833 ไร่ จำนวน 94 สวนป่า (Forest Industry Organization, 2016) ถือว่าเป็นพื้นที่แห่งหนึ่งที่มีการกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ ทั้งนี้สวนป่าขุนแม่คำมีเป็นสวนป่าขนาดใหญ่แห่งหนึ่งที่สำคัญของจังหวัดแพร่ เป็นสวนป่าโครงการที่ 1 ปลูกตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติเริ่มปลูกสร้างแปลงสวนป่าไม้สักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 ถึงปี พ.ศ. 2528 มีการปลูกไม้สักมากถึง 18 แปลง คิดเป็นพื้นที่ปลูก19,587.40 ไร่ (Khum Mae Kam Mee Plantation, 2021) เนื่องจากไม้สัก มีเนื้อไม้สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ เนื้อไม้มีความละเอียด ตกแต่งได้ง่าย ลวดลายสวยงาม และมีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ (Royal Forest Department, 2013) จึงเป็นไม้ที่มีบทบาทสูงมากในสวนป่าเศรษฐกิจและสังคมไทย

ปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างมากมาย นั้นก็คือระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้เห็นลักษณะทางภูมิศาสตร์ภายในพื้นที่ที่ศึกษาได้สะดวกและชัดเจนมากขึ้น มีการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาประยุกต์ใช้

กับงานทางด้านป่าไม้หลากหลายด้าน เช่น เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Classification) โดยการวิเคราะห์แบบ Natural Breaks (Jenks) ซึ่งเป็นการแบ่งช่วงชั้นสำหรับพื้นที่ที่อิงจากการจับกลุ่มของข้อมูลตามธรรมชาติ ช่วงที่มีการจัดกลุ่มจะเป็นพื้นที่ที่คล้ายกัน วิธีนี้จะลดความแปรผันภายในแต่ละช่วงดังนั้นพื้นที่ในแต่ละช่วงจึงมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด (Mamah, 2013)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่การกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ ตลอดจนเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับหน่วยงานเพื่อพัฒนาพื้นที่สวนป่าอื่น ๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ในแปลงปลูกไม้สักตั้งแต่อายุ 1 ปี จนถึงสักอายุ 40 ปี จำแนกได้ 27 อายุสัก ทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร × 20 เมตร จำนวน 3 แปลงต่ออายุสัก รวมทั้งหมด 81 แปลง (Figure 1) ในแต่ละแปลงทำการวัดไม้สักที่มีขนาดความสูงทั้งหมดตั้งแต่ 1.30 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก (DBH) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร จากนั้นทำการแบ่งช่วงชั้นอายุสักออกเป็น 4 ชั้นอายุ คือ 1-10, 11-20, 21-30 และ 31-40 ปี เพื่อการประเมินการกักเก็บคาร์บอนตามชั้นอายุ

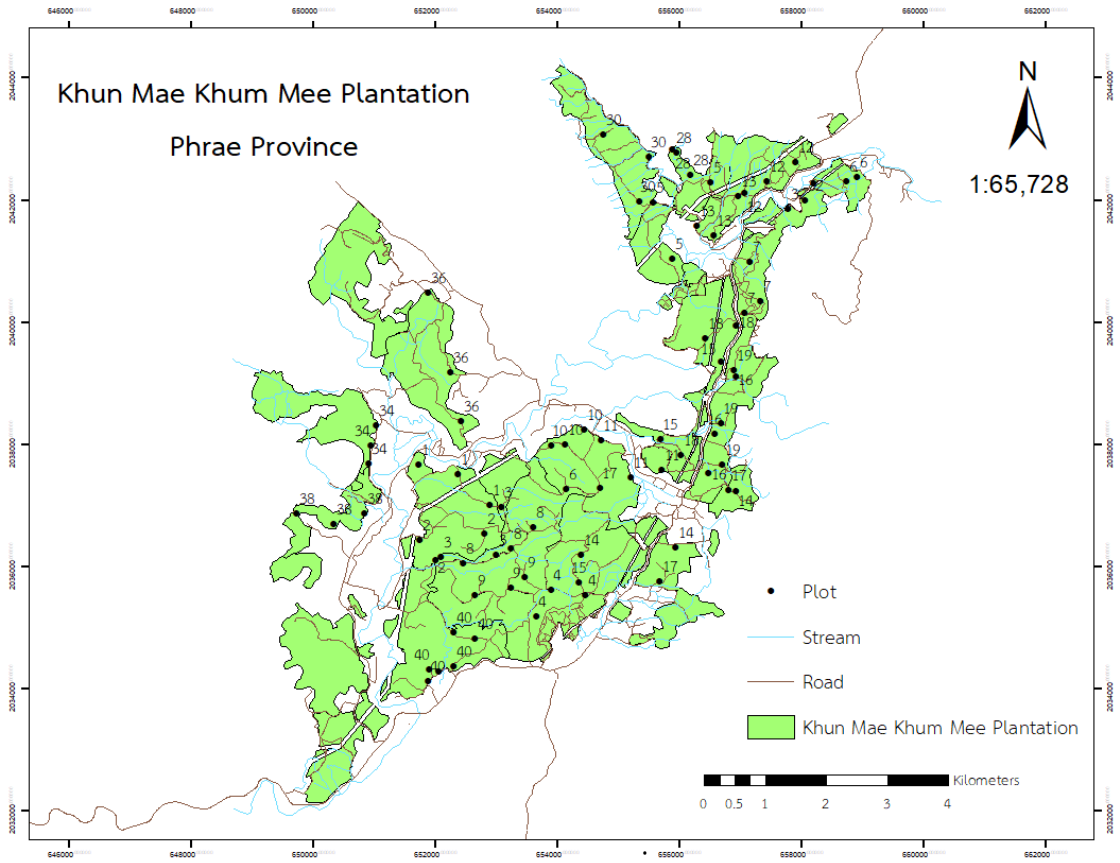

Figure 1 Sample points in study area

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 มวลชีวภาพของไม้สัก (ไม้ใหญ่) อ้างตาม Viribuncha *et al*. (2002) ดังนี้

$$W_T = 0.0358 (D^2H)^{0.9468}$$

โดยที่ W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร (เซนติเมตร)

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

2.2 มวลชีวภาพของสัก ระดับไม้หนุ่ม (ขนาด DBH < 4.5 เซนติเมตร ความสูง > 1.30 เมตร) อ้างตาม Visaratana and Chernkhunthod (2004) ดังนี้

$$W_S = 0.0702 (D^2H)^{0.8737}$$

$$W_B = 0.0093 (D^2H)^{0.9403}$$

$$W_L = 0.0244 (D^2H)^{1.0517}$$

$$W_T = W_S + W_B + W_L$$

โดยที่ D = เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร (เซนติเมตร)

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

W_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กิโลกรัม)

W_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กิโลกรัม)

W_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กิโลกรัม)

W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)

2.3 การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน อ้างตาม IPCC (2006) ดังนี้

กักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน = มวลชีวภาพ × 0.47

2.4 ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อ้างตาม Meepol (2010) ดังนี้

คาร์บอนไดออกไซด์ = การกักเก็บคาร์บอน × 44/12

2.5 ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน อ้างตาม Sukwong (2016) ดังนี้

ปริมาณออกซิเจน = การกักเก็บคาร์บอน × 32/12

2.6 การจำแนกระดับศักยภาพของพื้นที่

นำเข้าข้อมูลพิกัดตำแหน่งของแปลงทดลองจำนวน 81 แปลง โดยใช้เครื่องสำรวจพิกัดดาวเทียม (GPS) พร้อมข้อมูลที่ได้จากการคำนวณหามวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน และแผนที่ขอบเขตการศึกษา นำมาประยุกต์กับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Classification) โดยการวิเคราะห์แบบ Natural Breaks (Jenks) ในโปรแกรม ArcGis 10.6 (Mamah, 2013) โดยแบ่งระดับศักยภาพออกเป็น 5 ระดับ คือ 1) พื้นที่ที่มีการกระจายน้อยที่สุด 2)พื้นที่ที่มีการกระจายน้อย 3) พื้นที่ที่มีการกระจายปานกลาง 4) พื้นที่ที่มีกระจายมาก และ 5) พื้นที่ที่มีการกระจายมากที่สุด ตามลำดับ

ผลและวิจารณ์

1. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก

มวลชีวภาพรวมของไม้สักทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 32,153.38 ตัน/เฮกตาร์ พบมวลชีวภาพมากที่สุดในช่วงอายุ 31-40 ปี มีค่าเท่ากับ 14,856.73 ตัน/เฮกตาร์ เนื่องจากเป็นช่วงอายุที่ต้นไม้มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดจึงทำให้มีปริมาณมวล

ชีวภาพมากที่สุด รองลงมาได้แก่ช่วงอายุ 11-12 ปี และ 1-10 ปี ตามลำดับ มวลชีวภาพที่พบน้อยที่สุดคือช่วงอายุ 21-30 ปี (Table 1) เนื่องจากไม้สักในช่วงชั้นอายุนี้ถูกตัดตามระบบการตัดสางขยายระยะ (Thinning system) เป็นจำนวนมากเพื่อเปิดโอกาสให้ไม้สักที่เหลืออยู่มีการเติบโตด้านขนาดเพิ่มขึ้นรวมถึงมีการนำไม้สักที่ตัดเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ เมื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอน พบว่าการกักเก็บคาร์บอนรวมของไม้สักทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 15,112.09 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ โดยไม้สักช่วงชั้นอายุ 31-40 ปี มีการกักเก็บคาร์บอนมากสูงที่สุด (6,982.66 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์) รองลงมาได้แก่ช่วงอายุ 11-12, 1-10 และ 21-30 ปี ตามลำดับ (Table 1) สอดคล้องกับปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละชั้นอายุ

ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ One-Way Anova พบว่ามวลชีวภาพไม้สักในแต่ละช่วงชั้นอายุ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยมวลชีวภาพเฉลี่ยมากที่สุดส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 31-40 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 825.37 ตัน และการกักเก็บคาร์บอนของแต่ละช่วงชั้น ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยมากที่สุดส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 31-40 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 387.93 ตันคาร์บอน (Table 2)

Table 1 Biomass and carbon stock of Teak in Khun Mae Khum Mee plantation.

Teak aged class	Biomass (ton/ha)	Carbon stock (ton CO_2 /ha)
1-10	2,614.32	1,228.73
11-20	12,635.01	5,938.45
21-30	2,047.33	962.24
31-40	14,856.73	6,982.66
total	**32,153.38**	**15,112.09**

Table 2 Statistical test (One-Way ANOVA) on biomass and carbon stock of Teak.

Teak aged class	Average biomass (ton)	Average carbon stock (ton CO_2)
1-10	97.57	45.86
11-20	467.96	219.94
21-30	341.22	160.37
31-40	825.37	387.93
P-Value	0.000 ***	0.000 ***

Note: Significant *** $p < 0.001$

การกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก พื้นที่สวนป่าแม่คำมีนั้นพบว่ามีความมีความแปรผันตามปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละช่วงชั้นอายุ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาในสวนป่าสักของ สวนป่าเกริงกระเวีย จังหวัดกาญจนบุรี (Phupasuk, 2010) สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (Thongfak, 2012) และ

สวนป่าไม้สัก จังหวัดพะเยา (Chumpukul, 2012) แต่เนื่องจากสวนป่าขุนแม่คำมีเป็นสวนป่าไม้เศรษฐกิจซึ่งมีการตัดสางขยายระยะในช่วงไม้สักอายุ 21-30 ปี ทำให้มีปริมาณต้นไม้สักลดน้อยลง ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณมวลชีวภาพลดลงและรวมถึงการกักเก็บคาร์บอนด้วยเช่นกัน ผลการศึกษานี้สนับสนุนการศึกษาของ Kunching (2016) คือปริมาณการกักเก็บคาร์บอนขึ้นอยู่กับมวลชีวภาพของต้นไม้และมีความแปรผันตามชนิด ขนาดความโตของลำต้น ที่ได้ทำการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชที่มีเนื้อไม้ ป่าชุมชนห้วยข้าวก่ำ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา แสดงให้เห็นว่า การจัดการสวนป่าไม้สักสามารถลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ด้วยการกักเก็บคาร์บอนในรูปมวลชีวภาพ (Pinyarat, 2021) แทนที่จะปลดปล่อยไปในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ หรือ กล่าวว่าสวนป่าไม้สักสามารถช่วยบรรเทาปัญหาการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ (Boonyanuphap & Kongmeesup, 2017) ซึ่งการกักเก็บคาร์บอนที่เพิ่มทั่วโลกในปัจจุบันนั้นเป็นผลสืบเนื่องจากการลดลงของการสูญเสียพื้นที่ป่า นโยบายการฟื้นฟูป่าและรวมถึงและการปลูกวนเกษตรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถชดเชยของการปล่อยคาร์บอนได้ประมาณ 15% (FAO, 2006) นอกจากนี้ จำนวนต้นไม้ที่เพิ่มขึ้น พื้นที่เพาะปลูกที่มีการจัดการที่ดีสามารถช่วยฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปรับปรุงสภาพภูมิอากาศ ปกป้องระบบดินและน้ำ ตลอดจนเป็นแหล่งอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ (Bennet, 2008)

2. ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการปลดปล่อยออกซิเจนของไม้สัก

การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้สัก พบว่า การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวม มีค่าเท่ากับ 55,411 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ โดยในช่วงชั้นอายุ 31-40 ปี มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด (25,603.10 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์) รองลงมาได้แก่ช่วงชั้นอายุ 11-12 ปี และ 1-10 ปี ตามลำดับ (Table 3) และช่วงชั้นอายุ 21-30 ปี มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่พบน้อยที่สุด (Table 3)

ขณะที่การปลดปล่อยออกซิเจนของไม้สัก พบว่าการปลดปล่อยออกซิเจนรวม มีค่าเท่ากับ 40,298.91 ตันออกซิเจน/เฮกตาร์ ในช่วงชั้นอายุ 31-40 ปี มีปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจนมากที่สุด (18,620.43 ตันออกซิเจน/เฮกตาร์) รองลงมาได้แก่ช่วงชั้นอายุ 11-12 และ 1-10 ปี ตามลำดับ โดยช่วงชั้นอายุ 21-30 ปี มีการปลดปล่อยออกซิเจนที่พบน้อยที่สุด (Table 3)

ผลการศึกษาสนับสนุนการศึกษาของ Commercial Wood Innovation Office (2010) ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจน จากการศึกษาพบว่าปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่สวนป่า องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พบว่าในช่วงปี พ.ศ.2533, พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2552 ไม้สักมีพื้นที่ทั้งหมด 61,767.04เฮกตาร์, 65,817.92 เฮกตาร์ และ 99,239.77 เฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งพบปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 19,178,666 ตันคาร์บอน, 26,656,258 ตันคาร์บอน

และ 40,192,108 ตันคาร์บอน ตามลำดับ เห็นได้ว่าในแต่ละช่วงชั้นอายุมีการกักเก็บที่ต่างกัน เพราะมีการตัดฟันไปใช้ประโยชน์โดยเฉพาะช่วงชั้นอายุ 21-30 ปี และยังมีบางพื้นที่ที่ปล่อยไว้ในพื้นที่ให้คงเป็นแม่ไม้ คือช่วงชั้นอายุ 31-40 ปี

จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ One-Way Anova พบว่าการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละช่วงชั้นอายุในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยมากที่สุดส่วนใหญ่อยู่ในช่วงชั้นอายุ 31-40 ปี (1,422.39 ตันคาร์บอน) และการปลดปล่อยออกซิเจนของแต่ละช่วงชั้นอายุ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยการปลดปล่อยออกซิเจนเฉลี่ยมากที่สุดส่วนใหญ่อยู่ในช่วงชั้นอายุ 31-40 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,034.47 ตันออกซิเจน (Table 4)

Table 3 Carbon dioxide absorption and emission oxygen of Teak in Khun Mae Khum Mee plantation.

Teak aged class	Carbon dioxide absorption (ton CO_2 /ha)	Emission oxygen (ton O_2 /ha)
1-10	4,505.35	3,276.61
11-20	21,774.33	15,835.87
21-30	3,528.23	2,565.98
31-40	25,603.10	18,620.43
total	**55,411.00**	**40,298.91**

Table 4 Statistical test of carbon dioxide absorption and emission Oxygen in Teak plantation.

Teak aged class	Average Carbon dioxide absorption (ton CO_2)	Average Emission Oxygen (ton O_2)
1-10	168.15	122.29
11-20	806.46	586.51
21-30	588.04	457.66
31-40	1,422.39	1,034.47
P-Value	0.000 ***	0.000 ***

Note: Significant *** $p < 0.001$

3. การจำแนกระดับศักยภาพของพื้นที่ต่อการกระจายของไม้สัก

จากการศึกษาการกระจายของมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณการปลดปล่อยออกซิเจนของไม้สักพบมากที่สุดอยู่ในระดับปานกลาง มีพื้นที่เท่ากับ 924.94 เฮกตาร์ คิดเป็นร้อยละ 29.67 รองลงมาได้แก่ระดับน้อย น้อยที่สุด มาก และมากที่สุด มีพื้นที่เท่ากับ 914.55, 680.81, 680.81 และ 83.10 เฮกตาร์ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 29.34,

21.84, 16.48 และ 2.67 ตามลำดับ (Table 5 and Figure 2) พบว่า ไม้สักขนาดใหญ่มีจำนวนลดลง เนื่องจากสวนป่าได้มีการทำไม้ ด้วยวิธีการตัดสางขยายระยะแบบ Selection thinning (Khun Mae Khum Mee Plantation, 2021) จึงทำให้ปริมาณไม้สักที่มีมวลชีวภาพระหว่าง 15.84 - 24.41 ตัน ในพื้นที่มีการกระจายมากที่สุด

4. มูลค่าคาร์บอนเครดิตของไม้สัก

จากการศึกษามูลค่าคาร์บอนเครดิตของไม้สักในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ มูลค่าการซื้อขายคาร์บอนเครดิตให้กับประเทศยุโรป พบว่ามูลค่าการซื้อขายมากที่สุดคือ 752,279.83 ดอลลาร์สหรัฐ เนื่องจากประเทศยุโรปให้ราคาคาร์บอนเครดิตมากถึง 49.78 ดอลลาร์สหรัฐ/ตัน (The World Bank, 2022) รองลงมาได้แก่ สหราชอาณาจักร แอฟริกาใต้ สิงค์โปร ญี่ปุ่น และไทย มีค่าเท่ากับ 374,779.82, 138,275.62, 56,065.85, 39,442.55 และ 15,565.45 ดอลลาร์สหรัฐ ตามลำดับ (Table 6) ซึ่งในปัจจุบันแต่ละพื้นที่ทั่วโลกได้รับผลกระทบจากภาวะโลกที่ร้อนรุนแรงขึ้น ผู้คนจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการกักเก็บคาร์บอนมากขึ้น ดังนั้น ตลาดคาร์บอนเครดิตจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะมีส่วนช่วยลดปัญหาที่เกิดจากสภาวะโลกร้อนได้

Table 5 Classification of the potential level of the area of biomass, carbon stock (C), Carbon dioxide absorption (CO_2) and Emission oxygen (O_2) by Natural Breaks (Jenks) analysis.

Density level	Area (ha)	%	Biomass (ton)	C (ton)	CO_2 (ton)	O_2 (ton)
Lowest	680.81	21.84	0.01-8.05	0.00-3.78	0.01-13.87	0.01-10.09
Low	914.55	29.34	8.06-15.83	3.79-7.44	13.88-27.27	10.09-19.84
Moderate	924.94	29.67	15.84-24.41	7.54-11.47	27.28-42.06	19.85-30.59
High	513.83	16.48	24.42-39.16	11.48-18.40	42.07-67.48	30.60-49.08
Very high	83.10	2.67	39.17-68.39	18.41-32.14	67.49-117.86	49.09-85.72

Table 6 Monetary value of Teak plantation for carbon credit in some countries.

Age	Monetary value of carbon for each area (US$)					
	Thailand*	Singapore**	Japan**	South Africa**	European**	United Kingdom **
1-10	1,265.59	4,558.59	3,206.99	11,242.89	61,166.21	30,472.52
11-20	6,116.61	22,031.66	15,499.36	54,336.84	295,616.17	147,273.63
21-30	991.11	3,569.93	2,511.46	8,804.53	47,900.51	23,863.65
31-40	7,192.14	25,905.68	18,224.75	63,891.36	347,596.93	173,170.03
total	**15,565.45**	**56,065.85**	**39,442.55**	**138,275.62**	**752,279.83**	**374,779.82**

* Thailand Greenhouse Gas Management Organization: TGO (2022)

**The World Bank (2022)

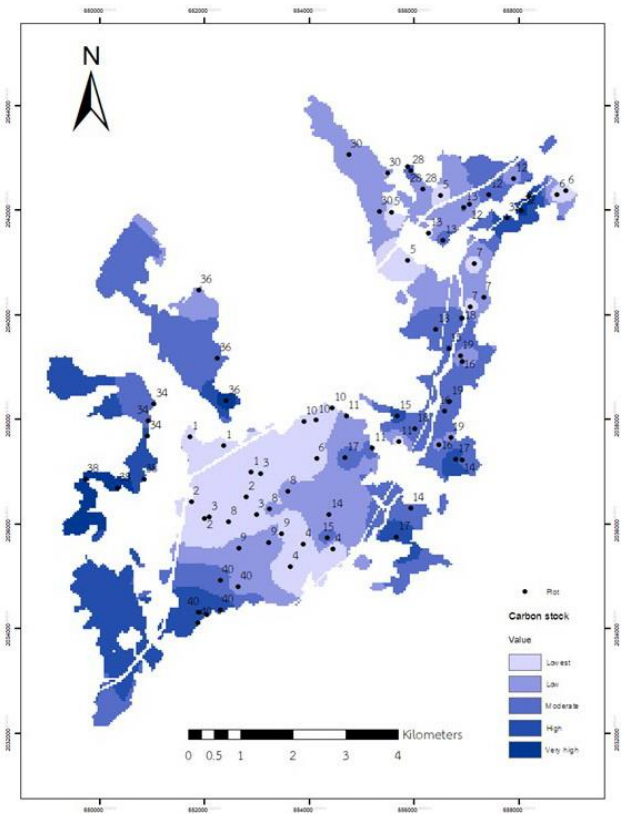

Figure 2 The distribution density for biomass, carbon stock, dioxide absorption and emission oxygen of the study area.

สรุป

สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ มีมวลชีวภาพของไม้สัก ทั้งหมด 32,153.38 ตัน/เฮกตาร์ คิดเป็นปริมาณกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดเท่ากับ 15,112.09 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการปลดปล่อยออกซิเจนเ เท่ากับ 55,411.00 และ 40,298.91 ตันออกซิเจน/เฮกตาร์ ตามลำดับ การจำแนกระดับศักยภาพพื้นที่ของการกระจายไม้สักพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อทำการหามูลค่าคาร์บอนเครดิตในแต่ละพื้นที่ พบว่าหากขายด้วยราคาในพื้นที่ยุโรป มีมูลค่ามากที่สุดคือ 752,279.83 ดอลลาร์สหรัฐ

สวนป่าไม้เศรษฐกิจถือว่าทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ดังนั้นการอนุรักษ์และลดความเสื่อมโทรมของพื้นที่ป่า หรือส่งเสริมการปลูกป่าจะทำให้มีพื้นที่แหล่งกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันการจัดการสวนป่าถือว่าเป็นการเก็บคาร์บอนที่เป็นประโยชน์ เนื่องจากมีการใช้ไม้ตามรอบตัดฟัน ทำให้มีการปลดปล่อยออกซิเจนในพื้นที่ และมีปลูกทดแทนต่อเนื่องเพื่อทดแทนการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ที่มีการตัดฟันออกไปซึ่งก่อให้เกิดการจัดการการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาข้างต้นสามารถนำไปใช้ในการแนะนำแก่หน่วยงานและประชาชน หรือผู้ที่สนใจ เพื่อให้หน่วยงานและประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่บริเวณสวนป่าขุนแม่คำมี หันมาช่วยกันปลูกต้นไม้เพิ่ม เพื่อที่จะเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนให้มากขึ้น หรือลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันซึ่งส่งผลให้เกิดสภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การวิจัยเพื่อการารประเมินสุขภาพของต้นไม้สักควรมีการศึกษาเชิงลึกในอนาคตเพื่อให้สามารถบูรณาการศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและการใช้ประโยชน์ไม้สักที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ทุนนักศึกษาเรียนดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (กสว.): ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ ที่อำนวย

ความสะดวกในการเก็บข้อมูลการวิจัย และขอขอบพระเพื่อน ๆ รวมทั้งคณาจารย์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ทุกท่านที่ให้ความสนับสนุนงานวิจัยตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

Bennett, A. J. 2008. **Sustainable Land Use: Interdependence between Forestry and Agriculture**. National Digital Library of India. Available source: http://www.metla.fi/iufro/iufro95abs/key3.htm, (Accessed: November 2, 2021).

Boonyanuphap, J. & I. Kongmeesup. 2017. Carbon Stock of Teak Plantation in Subtropical Region of Lower Northern Thailand. Naresuan University **Journal: Science and Technology (NUJST)** 24: 64-71.

Chayaporn, P., N. Sasaki, M. Venkatappa & I. Abe. 2021. Assessment of the overall carbon storage in a teak plantation in Kanchanaburi province, Thailand–Implications for carbon-based incentives. **Cleaner Environmental Systems** 2: 100023.

Chumpukul C. 2012. **Carbon sequestration assessment of teak plantation in Phayao Province**. M. S. Thesis. University of Phayao, Phayao. (in Thai)

Commercial Wood Innovation Office. 2010. **Report on the greenhouse gas accounting project in the forest plantation area, the Forest Industry Organization**. Industry Organization, Bangkok. (in Thai)

FAO. 2006. Forests and Climate. **Newsroom: Focus on the issues**. Available source: https://www.fao.org/forestry/news/48755/en (Accessed: November 14, 2021).

Forest Industry Organization. 2016. **History of forest industry organization. Forest Industry Organization**. Available source: http://www.fio.co.th, November 2, 2021. (in Thai)

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

_____. 2021. **The Physical Science Basis**. International Panel on Climate Change, England.

Khun Mae Khum Mee Plantation. 2021. **History of Khun Mae Khum Mee Plantation. Khun Mae Khum Mee Plantation**. Available source: http://www.northfio.com/web/information/kmee61.pdf (Accessed: November 2, 2021). (in Thai)

Kunching, C. , N. Fongmani, P. Prapat, S. Pinmongkholgul, K. Kussalanupab & B. Jaipinta. 2016. Carbon storage in woody plants biomass at Huai Khao Kam sub district community forest, Chun district, Phayao**.** pp. 89-95. *In* **Proceedings of The 3rd National Meeting on Biological and Cultural Diversity: Living in Harmony**. The Impress Nan Hotel, Nan Province, 15-17 June 2016. (in Thai)

Mamah, I. 2013. Application of Geographic Information System in Groundwater Resources Development. **Princess of Naradhiwas University Journal** 5(1): 124-138. (in Thai)

Meepol, W. 2010. Carbon sequestration of mangrove forests at Ranong Biosphere Reserve. **Journal of Forest Management** 4 (7): 33-47. (in Thai)

Office Of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. 2016. **Annual Report 2016**. ONEP Available source: https:/www.onep.go.th/ebook/annualreport/annualreport2016. pdf, November 2, 2021. (in Thai)

Phupasuk N. 2010. **Assessment of aboveground Carbon Sequestration of Teak Plantation: Study of Kroeng Kra Wia Plantation, Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Royal Forest Department. 2013. **Thai teak knowledge**. Available source: http: / forprod. forest. go. th/ forprod/ KM /PDF/teak.pdf, November 3, 2021. (in Thai)

Royal Forest Department. 2 020. **Project for preparing information on the condition of forest areas 2 0 2 0** . Available source: https://shorturl.asia/VpseF, November 3, 2021. (in Thai)

Sukwong S. 2016. **Measuring the carbon sequestration of trees in the landscape Node Na Lay**. Green Globe Institute. Available source:https:/www.greenglobeinstitute.com/Upload/CarbonCreditReference/Carbon%20Measurement% 20Training. pdf, November 3, 2021. (in Thai)

TGO. 2022. **Volume and turnover of Carbon Credits from T- VER Project**. TGO. Available source: http: / / carbonmarket. tgo. or. th, November 14, 2021. (in Thai)

The World Bank. 2022. **Carbon Pricing Dashboard**. The World Bank. Available source: https://carbonpricingdashboard.worldbank.org, November 14, 2021. (in Thai)

Thongfak C. 2012. **Biomass and Carbon Storage of Teak (*Tectona grandis* Linn. f) at Thongphaphum Plantation, Kanchanaburi Province**. M.S. Thesis. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Timilsina N., L. C. Staudhammer, J. Escobedo, F. J. Escobedo & A. Lawrence. 2 0 1 4 . Tree biomass, wood waste yield, and carbon storage changes in an urban forest. **Landscape and Urban Planning** 127: 18–27

Viriyabuncha, C., P. Chittachumnonk, C. Sutthisrisinn, S. Samran & K. Peawsa- ad. 2002. Adjusting equation to estimate the above- ground biomass of Teak plantation in Thailand. pp. 239- 26. *In* **Proceedings of the 7th Silvicultural Seminar**. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, 12-14 December 2001. (in Thai)

Visaratana, T. & C. Chernkhuntod. **Floristic composition and aboveground trees biomass in dry evergreen forest**. pp. 1-31. In Conference on forestry and climate change: Forests and climate change. Bangkok, 16- 17 August 2004**.** (in Thai)

นิพนธ์ต้นฉบับ

โครงสร้างสังคมพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชนป่าเต็งรังที่ใช้ใบพลวงเป็นของป่าในภาคเหนือของประเทศไทย

ณิชาภัทร์ ดวงทิพย์[1*] นิวัติ อนงค์รักษ์[1] ปณิดา กาจีนะ[2] และ สุนทร คำยอง[3]

รับต้นฉบับ: 24 กุมภาพันธ์ 2565 ฉบับแก้ไข: 17 เมษายน 2565 รับลงพิมพ์: 22 เมษายน 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความยั่งยืนของการใช้ผลผลิตใบพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) โดยการศึกษาประชากรไม้พลวงในสังคมพืช ปริมาณการใช้ใบพลวงและรายได้ของชุมชน รวมทั้งอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนป่าเต็งรังหมู่บ้านท่าสะแล อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ การศึกษาสังคมพืชโดยวางแปลงสุ่มตัวอย่างขนาด 40 x 40 ตารางเมตร จำนวน 20 แปลง แบบสุ่มกระจายในพื้นที่ป่าชุมชน 7,002.27 ไร่ แต่ละแปลงเก็บข้อมูลพรรณไม้วัดเส้นรอบวงลำต้นที่ความสูง 1.3 เมตรจากพื้นดินและต้นไม้ที่ความสูง 1.5 เมตรขึ้นไป เพื่อวิเคราะห์ลักษณะเชิงปริมาณของพรรณไม้ มวลชีวภาพและคาร์บอนในมวลชีวภาพพืช

พบพรรณไม้ทั้งหมด 50 ชนิด (45 สกุล 28 วงศ์) ความหนาแน่น 302 ต้นต่อไร่ พบไม้วัยรุ่นและไม้หนุ่มของไม้พลวงขึ้นอยู่หนาแน่นร้อยละ 68 แต่ไม่พบไม้โตเต็มที่ ไม้พลวงเป็นพรรณไม้เด่นในป่ามีดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้ (IVI) ร้อยละ 52.05 ของชนิดไม้ทั้งหมด รองลงมาคือ เต็ง (*Shorea obtusa*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) มีดัชนีความหลากชนิด (SWI) อยู่ในระดับต่ำ 1.91 ปริมาณมวลชีวภาพพืช 75,650.13 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ซึ่งกักเก็บคาร์บอนได้ 37,377.19 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (ร้อยละ 81.19 คือ ไม้พลวง) ส่วนการกักเก็บคาร์บอนในดินเท่ากับ 10,875.98 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ รวมคาร์บอนในระบบนิเวศ 48,253.17 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ปีพ.ศ. 2562 ชาวบ้านนำใบพลวงไปสานไพจำนวน 2,324,464 ไพ (13,936,785 ใบ) คิดเป็นร้อยละ 13.65 ของจำนวนใบทั้งหมด รายได้การขายไพ 3,951,590 บาทต่อปี ขณะที่การสูญเสียคาร์บอนจากการเก็บใบพลวงมีปริมาณ 99,114.23 กิโลกรัมต่อปี

คำสำคัญ: โครงสร้างสังคมพืช การกักเก็บคาร์บอน ป่าเต็งรัง ป่าชุมชน

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[2]ภาควิชาเกษตรที่สูงและทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[3]ชุมชนบ้านมะกอก อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน 51120

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: Email: nichapat1110@gmail.com

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 13-30 (2565)

ORIGINAL ARTICLE

Plant Community Structure and Carbon Storage in a Dry Dipterocarp Community Forest with Using *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb. Leaves as Forest Product, Northern Thailand

Nichapat Duangthip[1*], Niwat Anongrak[1], Panida Kachina[2], and Soontorn Khamyong[3]

Received: 24 February 2022 Revised: 17 April 2022 Accepted: 22 April 2022

ABSTRACT

This study aimed to assess sustainable use of the Pluang leaves (*Dipterocarpus tuberculatus*) by assessing its population in forest community, using amount, income to community, and environmental influence on carbon storage of Dry Dipterocarp Community Forest at Tha Sa Lae village, Fang district, Chiang Mai province. Plant community study was carried out using 20 sampling plots, each of size 40 x 40 m^2, and arranged randomly over the community forest area 7,002.27 rai. In each plot, stem girths at 1.3 m above ground and heights of all trees with height over 1.5 m were measured for calculating quantitative characteristics of tree species, plant biomass and carbon amounts.

A total of 50 species (45 genera and 28 families) was found with density of 302 trees/rai. High density of immature trees, saplings and poling, of *D. tuberculatus* was observed about 68%, but none for the mature trees. This dominant speciese had the highest importance value index (52.05% of all species), followed by *Shorea obtusa* and *Gluta usitata*. Species diversity index in the forest was quite low (SWI = 1.91). Plant biomass was calculated at 75,650.13 kg/ha and could store carbon as 37,377.19 kg/ha. (81.19% of *D. tuberculatus*), involving soil carbon (10.875.98 kg/ha), thus the ecosystem carbon storage could estimate to 48,253.17 kg/ha. In the year 2019, amounts of *D. tuberculatus* leaves used for making 2,324,464 Pai were about 13,946,785 leaves and using leaves were 13.65% of the total, with value of 3,951,590 baht per year. The amount of loss carbon by cooecting *D. tuberculatus* leaves were 99,114.23 kg/year.

Keywords: Plant community structure, carbon storage, dry dipterocarp forest, community forest

[1]Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai Province 50200

[2]Department of Highland Agriculture and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai Province 50200

[3]Makok Village, Pa Sang District, Lamphun Province 51120

***Corresponding author**: E-mail: nichapat1110@gmail.com

คำนำ

ป่าเต็งรังเป็นป่าผลัดใบ สภาพป่ามีลักษณะเป็นป่าโปร่งและค่อนข้างแห้งแล้ง พบขึ้นกระจายอยู่ทั่วไปเป็นบริเวณกว้างกว่าป่าชนิดอื่น ตั้งแต่บริเวณพื้นราบขึ้นไปตามไหล่เขาและสันเขาที่ระดับความสูง 50-1,300 เมตร จากระดับทะเลปานกลาง (Smitinand *et al.,* 1980) จึงพบได้ทั้งในพื้นที่ต่ำ ที่ดอนและที่สูง พรรณไม้เด่นในป่าเต็งรัง คือ ไม้ตระกูลไม้ยาง (Dipterocarpaceae) ที่ขึ้นบนพื้นที่แห้งแล้ง ได้แก่ เต็ง (*Shorea obtusa*) รัง (*Shorea siamensis*) เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) และ พลวง (*D. tuberculatus*) ลักษณะดินมีความผันแปรไปตามสภาพภูมิประเทศ พบทั้งบนพื้นที่มีหินโผล่ ดินตื้นจนถึงลึกปานกลาง แต่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงต่ำมาก เป็นดินที่เกิดจากหินต้นกำเนิดที่แตกต่างกัน (Pamprasit, 1995; Khamyong *et al*., 2016; Sutthawan *et al*., 2016; Chaiwong *et al*., 2019) เช่น หินแปร หินแกรนิต หินทราย หินภูเขาไฟ เป็นต้น ซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดิน (Fisher and Binkley, 2000) ดินในป่าเต็งรังแต่ละแห่งจะมีสภาพความชื้นในรอบปีแตกต่างกันอย่างมาก (Thichan *et al.,* 2020) การผันแปรของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ จะส่งผลต่อโครงสร้างสังคมพืชป่าเต็งรัง โดยเฉพาะชนิดไม้ที่เป็นองค์ประกอบ (Species composition) ชนิดไม้เรือนยอดเด่น (Dominant tree species) จำนวนชนิดไม้ (Species richness) ความหลากชนิด (Species diversity) และสังคมพืชย่อย (Subtype communities) บางพื้นที่มีไม้เต็งเป็นไม้เรือนยอดเด่น ขณะที่พื้นที่ใกล้เคียงอาจจะมีไม้รังเด่น เหียงเด่น ไม้พลวงเด่นและไม้สนสองใบและสนสามใบขึ้นปะปน (Bunyavejchewin, 1979; Pamprasit, 1995; Phongkhamphanh *et al*., 2015) การใช้ประโยชน์จากพืชของชาวบ้านในหมู่บ้านที่อยู่ใกล้กับป่าเต็งรังจึงแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ต่างๆ ซึ่งเกิดจากความผันแปรของสภาพสังคมพืชตามท้องที่ ของป่าที่เป็นเนื้อไม้ ได้แก่ ไม้สำหรับการก่อสร้างบ้านเรือน ไม้ฟืนและไม้ใช้สอย ของป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ เช่น เห็ดกินได้ พืชผัก ผลไม้ สมุนไพรไข่มดแดง จิ้งโกร่ง และแย้ เป็นต้น ป่าเต็งรังจึงมีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่และเศรษฐกิจชุมชนของชาวบ้านในชนบทเป็นอย่างมาก ในภาคเหนือนั้นป่าชุมชนที่อยู่ใกล้หมู่บ้านส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรัง ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการป่าไม้ เพื่อให้เกิดความยั่งยืน โดยกำหนดให้ชาวบ้านในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ดูแลป่าภายใต้กฎระเบียบหรือข้อตกลงร่วมกันในการใช้ประโยชน์จากป่า เพื่อเป็นแนวทางในการรักษาพื้นที่ป่าและคงสภาพความอุดมสมบูรณ์ป่าไม้ (Community Forest Management Office, 2020)

ป่าชุมชนบ้านท่าสะแล ตั้งอยู่ในท้องที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเป็นไม้เรือนยอดเด่นและขึ้นปกคลุมเป็นบริเวณกว้าง ชาวบ้านท่าสะแลและหมู่บ้านใกล้เคียงได้ใช้ประโยชน์จากการเก็บของป่าต่างๆ เช่น พืชผัก เห็ดป่ากินได้ สมุนไพร ไข่มดแดง และจิ้งโกร่ง เป็นต้น ซึ่งเป็นของป่าที่พบได้ในป่าเต็งรังทั่วไปของภาคเหนือ โดยการนำไปบริโภคและจำหน่าย แต่ลักษณะเด่นที่แตกต่างพื้นที่อื่นๆ คือ การเก็บใบพลวงเพื่อการจำหน่าย โดยคนในชุมชนและชุมชนใกล้เคียงจะเข้าไปเก็บใบพลวงที่ร่วงหล่น เพื่อนำไปสานด้วยซีกไผ่จำนวน 6 ใบ

(เรียกว่า “ไพ”) ซึ่งใช้เป็นวัสดุคลุมดินรองรับผลสตอร์เบอร์รีและใช้มุงหลังคา โดยได้สร้างรายได้อย่างมากให้กับกับคนในชุมชนในแต่ปี

ป่าชุมชนนั้นนอกจากจะให้คุณประโยชน์ทางตรงต่อคนในชุมชนจากการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ แล้วยังมีคุณประโยชน์ทางอ้อมด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันสภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ระบบเศรษฐกิจและสุขภาพของมนุษย์ ระบบนิเวศป่าชุมชนเป็นแหล่งกักเก็บและสะสมคาร์บอน โดยที่พรรณไม้ได้ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ) ในบรรยากาศโดยกระบวนสังเคราะห์แสง เพื่อช่วยลดปัญหาสภาวะโลกร้อน โดยจะกักเก็บไว้ใน 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ มวลชีวภาพของพรรณไม้และในดิน (Phongkhamphanh *et al*., 2015; Khamyong *et al*., 2016; Sutthawan *et al*., 2016) ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญเกี่ยวกับคุณประโยชน์ทางตรงและทางอ้อมของป่าชุมชนบ้านท่าสะแล จึงมีความสนใจในการวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความยั่งยืนของการใช้ผลผลิตใบพลวงโดยการศึกษาประชากรไม้พลวงในสังคมพืช ปริมาณการใช้ใบพลวง รายได้ของชุมชนและอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชน สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิชาการและเป็นแนวทางจัดการป่าเต็งรังให้เกิดความยั่งยืนในการใช้ประโยชน์จากใบพลวงและของป่าอื่น ๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

การวิจัยได้ดำเนินการในป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแล อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีพื้นที่ 7,002.27 ไร่ อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลาง 505 ถึง 568 เมตร บนเนินเขาทางด้านทิศใต้และทางทิศเหนือของชุมชน อยู่ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่ไปทางทิศเหนือประมาณ 150 กิโลเมตร เป็นสังคมพืชป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest, DDF) ที่มีการจัดตั้งเป็นป่าชุมชนในปี พ.ศ. 2551 ให้เป็นประเภทป่าใช้สอย

2. การเก็บข้อมูล

การศึกษาโครงสร้างสังคมพืชและความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ในป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชน โดยการวิเคราะห์สังคมพืช (Plant community analysis) เพื่อให้ได้ข้อมูลพรรณไม้เชิงปริมาณและคุณภาพ โดยการวางแปลงสุ่มตัวอย่างขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 20 แปลง เนื่องจากพื้นที่ป่าชุมชนบ้านท่าสะแลไม่ได้เป็นผืนป่าเดียวกันตลอดทั้งพื้นที่ โดยมีแนวถนน พื้นที่ชุมชนและพื้นเกษตรกรรมกระจายอยู่ ทำให้พื้นที่ป่าเกิดเป็นหย่อมๆ ดังนั้น จึงได้เลือกวางแปลงแบบ Stratified random sampling (Figure 1) เพื่อสุ่มตัวอย่างจากหย่อมป่าบริเวณต่าง ๆ แต่ก็ไม่สามารถกระจายได้ครบทุกหย่อมป่า ในแปลงสุ่มตัวอย่างทำการวัดเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับอก (Stem girth at breast height, GBH) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร ของต้นไม้ยืนต้นทุกชนิดที่มีความสูงตั้งแต่ 1.50 เมตร

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ข้อมูลเชิงปริมาณของพรรณไม้

นำข้อมูลจากการสำรวจมาคำนวณลักษณะเชิงปริมาณทางนิเวศวิทยาตามวิธีการของ Krebs (1985) ประกอบด้วยค่าสำคัญ คือ ความถี่ (Frequency, F) ความหนาแน่น (Density, D) ความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) ความ

หนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RDo) และดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้ (IVI) ทุกชนิด

2.2 ดัชนีความหลากชนิด (Species diversity index) โดยใช้ Shannon-Wiener Index ($H^{/}$) ดังนี้

$$H^{/} = -\sum_{i=1}^{s} (p_i) \log_2 (p_i)$$

เมื่อ $H^{/}$ = ดัชนีของ Shannon-Weiner

S = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมด

p_i = สัดส่วนจำนวนต้นของพรรณไม้ชนิด i ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทุกชนิด

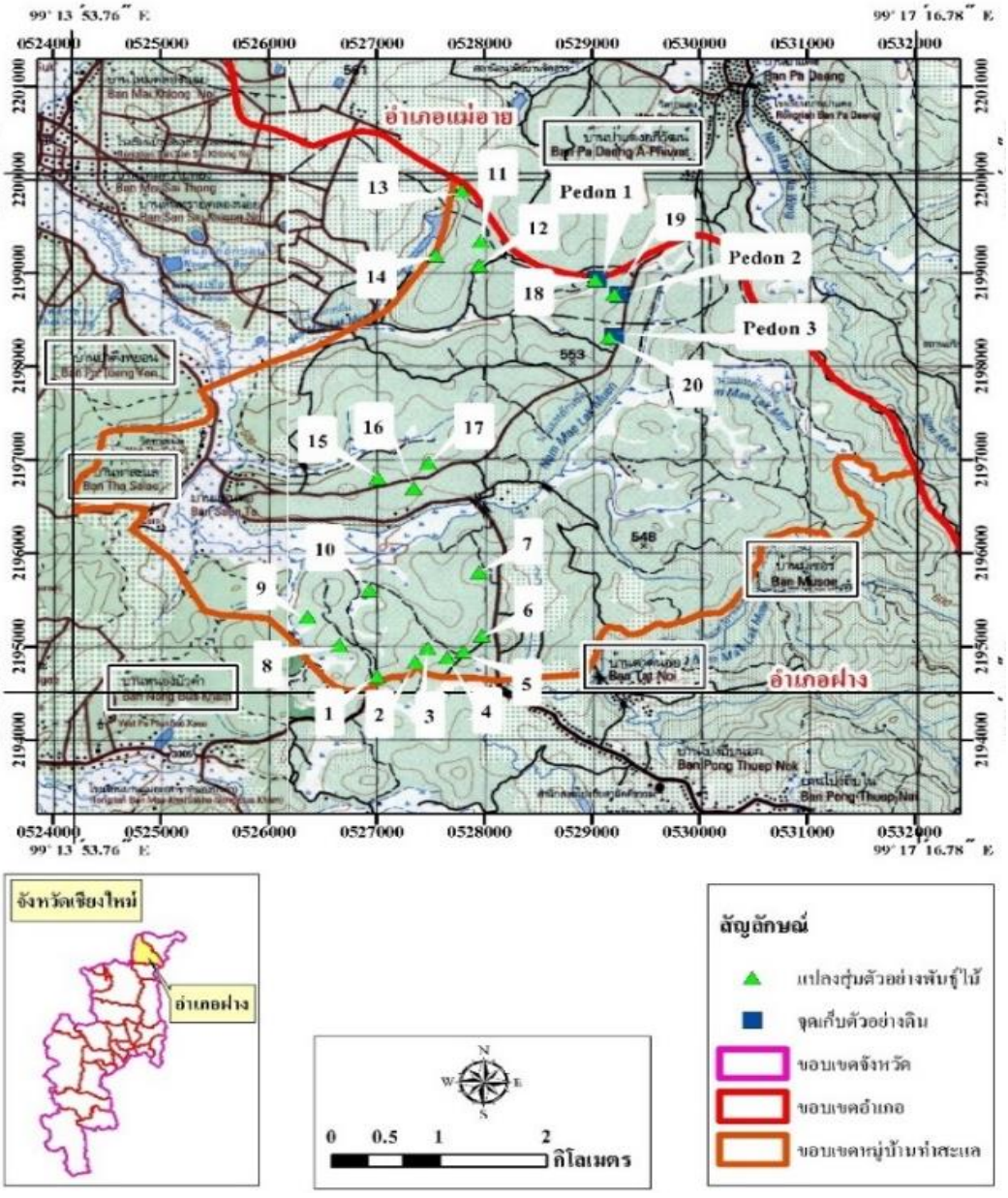

Figure 1 Sample plots laid out int the Tha Sa Lea community forest.

2.3 โครงสร้างประชากรของไม้พลวง

ศึกษาโครงสร้างประชากรไม้พลวง (Population structure) โดยแบ่งช่วงชั้นขนาดลำต้นเป็น 5 ระดับคือ เส้นรอบวงลำต้น (GBH) <25, 25-50, 50-75, 75-100 และมากกว่า 100 เซนติเมตร ความสูงต้นไม้แบ่งออกเป็น <5, 5-10, 10-20 และ 20-25 เมตร เพื่อวินิจฉัยการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติและประเมินจำนวนต้นของ ไม้วัยรุ่น (Saplings) ไม้หนุ่ม (Polings) และไม้โตเต็มที่ (Mature trees) การทำสัมปทานป่าไม้ในอดีตนั้น กรมป่าไม้ได้กำหนดให้ต้นไม้ที่มีขนาดลำต้นตั้งแต่ 100 เซนติเมตร เป็นไม้ที่โตเต็มที่และสามารถตัดฟันทำเป็นสินค้าได้ ในที่นี้ได้กำหนดให้ไม้วัยรุ่นและไม้หนุ่ม (แม้ว่ายังไม่มีเกณฑ์ที่ชัดเจน) มีเส้นรอบวงลำต้น <50 และ 50 - 100 เซนติเมตร ตามลำดับ (Permission Division, 2008) ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการประเมินความยั่งยืนของประชากรไม้พลวง

2.4 มวลชีวภาพของพรรณไม้ (plant biomass)

คำนวณปริมาณมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นแยกเป็นส่วนของลำต้น กิ่งและใบ ตามสมการแอลโมแมทรี (Allometric equations) โดย Ogino *et al.* (1967) สำหรับส่วนของรากตามสมการของ Ogawa *et al.* (1965)

$$W_S = 189\ (D^2\ H)^{0.902}$$

$$W_B = 0.125\ WS^{\ 1.204}$$

$$1/W_L = (11.4/W_S^{\ 0.90}) + 0.172$$

$$W_R = 0.026\ (D^2\ H)^{0.775}$$

เมื่อ W_S คือ มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)

W_B คือ มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)

W_L คือ มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัมต่อต้น)

W_Rคือ มวลชีวภาพของราก (กิโลกรัมต่อต้น)

D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (เมตร) ส่วนสมการของรากแปลงหน่วยเป็นเซนติเมตร *หมายเหตุ ข้อมูลที่สำรวจเป็นเส้นรอบวง และแปลงค่าเป็นเส้นผ่าศูนย์กลาง

H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

2.5 ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพและดิน

1) ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืช

ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพพืช คำนวณได้โดยการคูณปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้กับจากค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง ใบ และราก มีค่าร้อยละ 49.90, 48.70, 48.30 และ 48.20 ตามลำดับ อ้างตาม Tsutsumi *et al.*(1983)

2) การเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์การกักเก็บคาร์บอนในดิน

ในแปลงสุ่มตัวอย่างทั้ง 20 แปลง ทำการเลือกแปลงสำรวจพรรณไม้ 3 แปลง เพื่อศึกษาปริมาณคาร์บอนในดิน โดยการขุดหลุมดินแปลงละ 1 พีดอน ขนาดหน้าตัดดินกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2.0 เมตร และลึก 2.0 เมตร หรือขึ้นอยู่กับความลึกที่ศึกษา เก็บตัวอย่างดินที่ถูกรบกวนและไม่ถูกรบกวนที่ระดับความลึกตามสัณฐานวิทยา (Kheoruenromne, 2009) นำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) โดยวิธี Core method ตามวิธีการของ Blake and Hartge (1986) เพื่อหาปริมาณมวลดิน และวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic meter, OM) โดยวิธี Walkley and Black titration ตามวิธีการของ Nelson & Sommers (1996) ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะได้ปริมาณอินทรียวัตถุมีหน่วยเป็นร้อยละ นำมาหารร้อยละ 1.724 จะได้ปริมาณคาร์บอน (ร้อยละ) และนำมาคำนวณปริมาณคาร์บอนในดินต่อพื้นที่โดยการคูณกับปริมาณมวลดิน

2.6 การสูญเสียคาร์บอนจากการเก็บใบพลวง

เก็บตัวอย่างใบพลวงมา 10 ใบ จากแปลงสุ่มตัวอย่าง นำมาอบให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักหลังอบหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักใบพลวงแล้วนำมาคูณกับความเข้มข้นของธาตุคาร์บอนที่ได้จากการศึกษาของ Sangchote (2009) มีความเข้มข้นร้อยละโดยน้ำหนัก 41.10 ส่วนการประเมินปริมาณใบคำนวณได้จากนำปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้หารด้วยน้ำหนักเฉลี่ยของใบไม้แห้ง

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างสังคมพืชป่าเต็งรัง

1.1 จำนวนชนิดและชนิดไม้องค์ประกอบ

ผลการสำรวจในป่าชุมชน 20 แปลง (Table 1) พบพรรณไม้ทั้งหมด 6,054 ต้น จำนวน 50 ชนิด (Species) 45 สกุล (Genera) 28 วงศ์ (Families) สำหรับไม้วงศ์ไม้ยาง (Dipterocapaceae) ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ป่าเต็งรังนั้นพบเพียง 2 ชนิด คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และ เต็ง (*Shorea obtusa*) โดยไม่พบไม้เหียงและรัง พบไม้วงศ์ถั่ว (Fabaceae) มากที่สุด 7 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์เข็ม (Rubiaceae) 5 ชนิด วงศ์มะขามป้อม (Phyllanthaceae) 4 ชนิด ส่วนวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) และวงศ์ไม้ก่อ (Fagaceae) วงศ์ละ 3 ชนิด พรรณไม้ที่มีจำนวนต้นมากที่สุด คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) (4,116 ต้น หรือ ร้อยละ 68 ของพรรณไม้ทุกชนิด) รองลงมาคือ เต็ง (*Shorea obtusa*) (878 ต้น) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) (302 ต้น)

จำนวนชนิดไม้ (species richness) ในป่าเต็งรังมักผันแปรแตกต่างกันไปตามท้องที่ ป่าเต็งรังบริเวณนี้มีจำนวนชนิดน้อยกว่าป่าเต็งรังบนพื้นหินทราย (มีไม้เหียงเป็นไม้เด่น) ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องใคร้ฯ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งพบพรรณไม้ 60 ชนิด (Khamyong *et al.*, 2016) แต่มีจำนวนชนิดใกล้เคียงกับป่าเต็งรังในสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่ (มีไม้พลวงเป็นไม้เด่น) จำนวน 42 และ 46 ชนิด ตามลำดับ (Wattanasuksakul *et al.,* 2012) ขณะที่ Pamprasit (1995) รายงานว่า ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนชนิดไม้เพียง 27 ชนิด ซึ่งต่ำกว่าในป่าชุมชนหมู่บ้านสะแล

1.2 ลักษณะเชิงปริมาณของพรรณไม้

Table 2 แสดงข้อมูลลักษณะเชิงปริมาณของพรรณไม้ในป่าชุมชน ซึ่งมีความแตกต่างระหว่างดัชนีชี้วัดของพรรณไม้แต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังนี้

ความถี่ (Frequency)

พรรณไม้ที่มีค่าความถี่ของการพบสูงสุด (100%) คือ พลวง รองลงมามีค่าความถี่ร้อยละ 90-95 ได้แก่ รักใหญ่ เหมือดหลวงและคำมอกน้อย ไม้เต็งมีค่าความถี่ร้อยละ 75 ซึ่งไม้ 5 ชนิดนี้สามารถพบได้ทั่วไปในป่าชุมชนบริเวณนี้ ไม้ที่มีความถี่ร้อยละ 50-65 มี 3 ชนิด คือเหมือดหอม สมอไทยและเปาหนาม จะพบขึ้นอยู่ปานกลาง สำหรับไม้ชนิดที่เหลือมีความถี่ต่ำว่าร้อยละ 50

Table 1 Species list and number of trees in the DDF

No.	Family	Species no.	Botanical name	Common name	Tree of number
1	Anacardiaceae	1	*Buchanania lanzan* Spreng.	มะม่วงหัวแมงวัน	6
		2	*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou	รักใหญ่	302
		3	*Semecarpus anacardium* L.f.	รักขน	8
2	Apocynaceae	4	*Amphineurion marginatum* (Roxb.) D.J.Middleton	โมกเครือ	**1**
3	Bignoniaceae	5	*Dolichandrone serrulata* (Wall. ex DC.) Seem.	แคป่า	2
		6	*Stereospermum tetragonum* DC.	แคฝอย	8
4	Burseraceae	7	*Canarium subulatum* Guillaumin	มะเกิ้ม	3
5	Clusiaceae	8	*Garcinia cowa* Roxb. ex Choisy	ชะมวง	11
6	Combretaceae	9	*Terminalia alata* Roth	รกฟ้า	3
		10	*Terminalia chebula* Retz.	สมอไทย	14
7	Dilleniaceae	11	*Dillenia obovata* (Blume) Hoogland	ส้าน	29
8	Dipterocarpaceae	12	*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.	พลวง	4,116
		13	*Shorea obtusa* Wall. ex Blume	เต็ง	878
9	Ebenaceae	14	*Diospyros ehretioides* Wall. ex G. Don	ตับเต่า	5
10	Ericaceae	15	*Craibiodendron stellatum* (Pierre) W.W.Sm.	ดาวราย	16
11	Fabaceae	16	*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.	กางขี้มอด	1
		17	*Dalbergia cultrata* Benth.	เก็ดดำ	32
		18	*Dalbergia oliveri* Prain	ชิงชัน	14
		19	*Dalbergia foliacea* Benth.	เครือกระพี้	4
		20	*Phyllodium longipes* (Craib) Schindl.	ลบลีบ	12
		21	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz	ประดู่	5
		22	*Spatholobus parviflorus* (DC.) Kuntze	เครือพันซ้าย	4
12	Fagaceae	23	*Castanopsis diversifolia* (Kurz) King ex Hook.f.	ก่อแป้น	1
		24	*Lithocarpus grandifolius* (D.Don) S.N.Biswas	ก่อหม่น	1
		25	*Quercus kerrii* Craib	ก่อแพะ	18
13	Lamiaceae	26	*Vitex peduncularis* Wall. ex Schauer	กาสามปีก	38
		27	*Vitex pinnata* L.	ตีนนก	13
14	Lecythidaceae	28	*Careya arborea* Roxb.	กระโดน	2
15	Loganiaceae	29	*Strychnos nux-vomica* L.	แสลงใจ	12
16	Lythrceae	30	*Lagerstroemia macrocarpa* Wall.	อินทนิลบก	1
17	Malvaceae	31	*Bombax anceps* Pierre	งิ้วป่า	1
		32	*Colona flagrocarpa* (C.B.Clarke) Craib	ปอยาบ	6
18	Melastomataceae	33	*Memecylon scutellatum* (Lour) Hook.&Arn.	เหมือดจี้	14
19	Meliaceae	34	*Walsura robusta* Roxb.	ขี้อ้าย	6
20	Moraceae	35	*Artocarpus gomezianus* Wall. ex Trécul	หาดหนน	4
21	Myrtaceae	36	*Syzygium cumini* (L.) Skeels	หว้า	23
22	Ochnaceae	37	*Ochna integerrima* (Lour.) Merr.	ตานเหลือง	14
23	Phyllanthaceae	38	*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.	เม่าไข่ปลา	2
		39	*Aporosa villosa* (Lindl.) Baill.	เหมือดหลวง	131
		40	*Bridelia retusa* (L.) A.Juss.	เปาหนาม	40
		41	*Phyllanthus emblica* L.	มะขามป้อม	3
24	Pinaceae	42	*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese	สนสองใบ	28
25	Rubiaceae	43	*Catunaregam spathulifolia* Tirveng.	เค็ด	22
		44	*Dioecrescis erythroclada* (Kurz) Tirveng.	มะคังแดง	1
		45	*Gardenia coronaria* Buch.-Ham.	คำมอกหลวง	3
		46	*Gardenia obtusifolia* Roxb. ex Hook.f.	คำมอกน้อย	164
		47	*Wendlandia tinctoria* (Roxb.) DC.	แข้งกวาง	6
26	Rutaceae	48	*Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.	สีฟันคนทา	1
27	Sapindaceae	49	*Schleichera oleosa* (Lour.) Merr.	ตะคร้อ	1
28	Symplocaceae	50	*Symplocos racemosa* Roxb.	เหมือดหอม	24
			Total		**6,054**

Table 2 Quantitative characteristics of tree species in the DDF

No.	Common name	Frequency (%)	Density (tree/rai๗)	BA (m^2/ra)i	Relative value (%)			IVI 300	(%)
					Frequency	Density	Dominance		
1	พลวง	100	205.0	2.29	7.19	67.99	80.97	156.15	52.05
2	เต็ง	75	44.0	0.14	5.40	14.50	5.10	25.00	8.33
3	รักใหญ่	95	15.0	0.14	6.83	4.99	4.97	16.79	5.60
4	เหมือดหลวง	95	6.5	0.04	6.83	2.16	1.35	10.35	3.45
5	คำมอกน้อย	90	8.2	0.01	6.47	2.71	0.27	9.45	3.15
6	สนสองใบ	30	1.4	0.10	2.16	0.46	3.45	6.07	2.02
7	เหมือดหอม	65	1.2	0.00	4.68	0.40	0.15	5.22	1.74
8	เปาหนาม	50	2.0	0.01	3.60	0.66	0.32	4.57	1.52
9	สมอไทย	55	0.7	0.00	3.96	0.23	0.12	4.31	1.44
10	กาสามปีก	45	1.9	0.01	3.24	0.63	0.25	4.11	1.37
11 to 50	Species 11 to 50	5 to 40	15.9	0.09	49.64	5.27	3.05	57.96	19.32
Total		**1,390**	**302**	**2.83**	**100**	**100**	**100**	**300**	**100**

Remarks; BA = Basal area, and IVI = Importance value index

ความหนาแน่น (Density)

พรรณไม้ในป่ามีความหนาแน่นเฉลี่ย 302 ต้นต่อไร่ โดยมีความหนาแน่นของต้นไม้ผันแปรระหว่างแปลงสุ่มตัวอย่าง 20 แปลง (182 - 482 ต้นต่อไร่) ไม้พลวงมีความหนาแน่นมากที่สุด คือ 205 ต้นต่อไร่ (ร้อยละ 68 ของชนิดไม้ทั้งหมด) รองลงมาได้แก่ เต็ง รักใหญ่ คำมอกน้อย และเหมือดหลวง (44, 15, 8 และ 7 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ) ไม้ชนิดอื่นมีค่าต่ำกว่า 5 ต้นต่อไร่ ใน Table 3 แสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นของไม้พลวงมีความผันแปรระหว่างแปลง (ร้อยละ 38.17 ถึง 89.41 ของชนิดไม้ทั้งหมดในแต่ละแปลง) การตัดฟันต้นไม้ขนาดต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ในอดีตได้ส่งผลทำให้ความหนาแน่นของต้นไม้ในปัจจุบันลดน้อยลง

ความเด่น (Dominance)

ค่าความเด่นของพรรณไม้แต่ละชนิดในแปลงสุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม้พลวงมีค่าความเด่นมากที่สุด (ร้อยละ 80.97 ของพรรณไม้ทั้งหมด) รองลงมาได้แก่ เต็ง รักใหญ่ สนสองใบและเหมือดหลวง (ร้อยละ 5.10, 4.97, 3.45 และ 1.35 ตามลำดับ) จาก Table 3 แสดงให้เห็นได้ว่าค่าความเด่นของไม้พลวงมีความผันแปรระหว่างแปลง (ร้อยละ 54.13 ถึง 92.09 ของชนิดไม้ทั้งหมดในแต่ละแปลง)

ดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้

ไม้พลวง มีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) มากที่สุด (ร้อยละ 52.05 ของพรรณไม้ทั้งหมด) รองลงมา คือ เต็ง รักใหญ่ เหมือดหลวง คำมอกน้อยและสนสองใบ (ร้อยละ 8.33, 5.60, 3.45, 3.15 และ 2.02 ตามลำดับ) ไม้ 6 ชนิดนี้มีค่าดัชนีความสำคัญรวมกันเท่ากับ ร้อยละ 74.61 ของพรรณไม้ทั้งหมด ใน Table 3 แสดงว่าค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของไม้พลวงมีความผันแปรระหว่างแปลง (ร้อยละ 50.72 ถึง 90.75 ของชนิดไม้ทั้งหมดในแต่ละแปลง)ไม้พลวงจึงเป็นชนิดไม้ที่สามารถปรับตัว กระจาย

พันธุ์และเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมของป่าเต็งรังในป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแล

ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นในพื้นที่อื่น ๆ นั้น Wattanasuksakul *et al.* (2012) พบว่า ในสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่ ไม้พลวงในป่าที่ไม่มีไฟป่าและมีไฟป่ามีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) สูงกว่าพรรณไม้ชนิดอื่น (ร้อยละ 45.15 และ 36.44 ของชนิดพรรณไม้ทั้งหมด ตามลำดับ) ไม้พลวงในป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ร้อยละ 37.86 ของพรรณไม้ทั้งหมด (Pamprasit, 1995)

1.3 ดัชนีความหลากชนิด

ป่าเต็งรังบริเวณนี้มีค่าดัชนีความหลากชนิดที่คำนวณโดยใช้ Shannon-Wiener index (SWI) มีค่าอยู่ในระดับต่ำ ($H^{/}$ = 1.91) ซึ่งพิจารณาจาก 2 ปัจจัย คือ จำนวนชนิด (species richness) และสัดส่วนจำนวนประชากรของชนิดไม้ที่พบ (จำนวนต้น) (relative abundance) ซึ่งสำรวจพบทั้งหมด 50 ชนิด (species) ส่วนใหญ่เป็นไม้พลวง (ร้อยละ 68%) และมีจำนวนต้นของไม้ชนิดอื่นๆ ในสัดส่วนน้อย ดัชนีความหลากชนิดในแต่ละแปลงมีค่าผันแปรระหว่าง 0.79-2.32 (เฉลี่ย 1.53) แสดงว่าความหลากชนิดมีความผันแปรตามพื้นที่ในป่า (มีค่าต่ำมากถึงปานกลาง) ป่าชุมชนบริเวณนี้มีค่าดัชนีความหลากชนิดต่ำกว่าป่าเต็งรังท้องที่อื่นๆ ในภาคเหนือ (Phongkhamphanh *et al.*, 2015; Khamyong *et al.,* 2016) ในอดีตก่อนการจัดตั้งเป็นป่าชุมชนนั้นชาวบ้านได้เข้าไปตัดไม้พลวงขนาดใหญ่ไปใช้ประโยชน์และตัดต้นไม้ขนาดเล็กสำหรับทำฟืนและถ่าน จึงทำให้ป่าเสื่อมสภาพลง โดยเหลือแต่ไม้ขนาดเล็กและขนาดกลาง

1.4 โครงสร้างประชากรของไม้พลวง

การศึกษาโครงสร้างประชากรของไม้พลวงในป่าชุมชนทำให้สามารถประเมินศักยภาพการสืบต่อพันธุ์ของไม้พลวงและความยั่งยืนของผลผลิตหรือการใช้ประโยชน์จากใบพลวง

ในแปลงสุ่มตัวอย่าง 20 แปลง พบว่าต้นไม้ทั้งหมด มีจำนวน 6,054 ต้น (เฉลี่ย 302 ต้นต่อไร่) โดยแบ่งออกเป็นต้นไม้ที่มีชั้นขนาดเส้นรอบวงลำต้นใน 5 ชั้น (GBH classes) คือ น้อยกว่า 25, 25-50, 50-75, 75-100 และ มากกว่า 100 เซนติเมตร มีจำนวน 2,768, 2,501, 709, 61 และ 15 ต้น ตามลำดับ (ร้อยละ 45.72, 41.31, 11.71, 1.01 และ 0.25 ของจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละชั้น) ไม้พลวงมีจำนวนทั้งหมด 4,116 ต้น (ร้อยละ 68 ของไม้ทุกชนิด) แสดงว่าต้นไม้ขนาดต่าง ๆ ในป่าส่วนใหญ่เป็นไม้พลวงโดยที่ไม้พลวงที่มีชั้นขนาดลำต้น 4 ชั้น มีจำนวน 1,334, 2,095, 643 และ 44 ต้น ตามลำดับ (ร้อยละ 32.41, 50.90, 15.62 และ 1.07) แสดงให้เห็นว่าไม้พลวงส่วนใหญ่มีขนาดเส้นรอบวงลำต้นต่ำกว่า 75 เซนติเมตร ซึ่งเป็นไม้วัยรุ่นและไม้หนุ่ม โดยไม่พบไม้พลวงที่โตเต็มที่ (mature trees) (Figure 2)

เมื่อพิจารณาจากชั้นขนาดความสูงของต้นไม้ (tree height classes) ต้นไม้ที่มีความสูงต่ำกว่า 5, 5-10, 10-15, 15-20 และ มากกว่า 20 เมตร มีจำนวนร้อยละ 27.42, 52.87, 19.26, 0.43 และ 0.02 ตามลำดับ ไม้พลวง มีสัดส่วนร้อยละ 16.70, 57.0, 26.30, 0.1 และ 0 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าต้นไม้ส่วนใหญ่ในป่ามีความสูงต่ำกว่า 15 เมตร (Figure 3)

Table 3 Variable features of *Dipterocarpus tuberculatus* within 20 plots in the DDF

Plot no.	Species richness (tree/plot)	Tree density (tree/rai)	SWI	*Dipterocarpus tuberculatus*		
				Tree density (% of all species)	Dominance (% of all species)	IVI value (% of all species)
1	12	262	1.22	80.53	85.99	83.26
2	21	298	2.32	47.32	54.13	50.72
3	14	266	1.58	71.43	67.15	69.29
4	9	182	1.57	71.43	83.02	77.22
5	8	217	1.29	76.96	73.65	75.30
6	12	340	1.56	68.24	79.72	73.98
7	8	276	1.51	59.06	80.82	69.94
8	12	223	1.37	78.48	90.39	84.43
9	13	259	1.18	80.69	89.10	84.90
10	15	265	1.09	85.66	82.57	84.11
11	18	423	2.22	39.48	70.72	55.10
12	19	375	1.72	72.53	89.44	80.99
13	14	363	1.67	68.87	85.08	76.97
14	15	349	1.42	75.93	90.54	83.23
15	19	254	1.80	68.11	81.23	74.67
16	17	333	1.46	77.18	82.32	79.75
17	17	312	2.10	65.06	77.48	71.27
18	12	254	1.12	83.86	87.12	85.49
19	10	321	0.79	89.41	92.09	90.75
20	13	482	1.55	38.17	73.62	55.90
Mean±S.D.		**302**	**1.53 ± 0.38**	**69.92 ± 14.27**	**80.81 ± 9.37**	**75.36 ± 11.02**

Remark; SWI = Shannon-Wiener Index

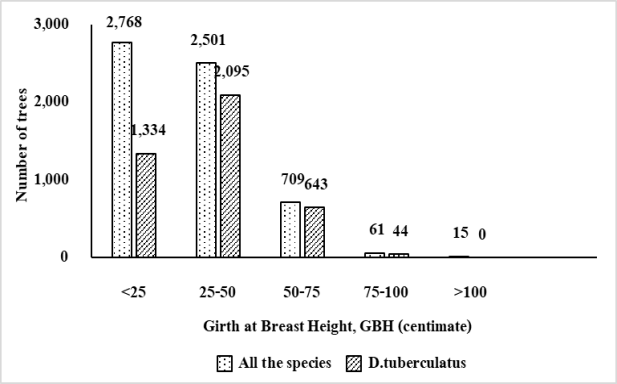

Figure 2 Population distribution of all tree species and *D. tuberculaltus* with GBH classes in the DDF

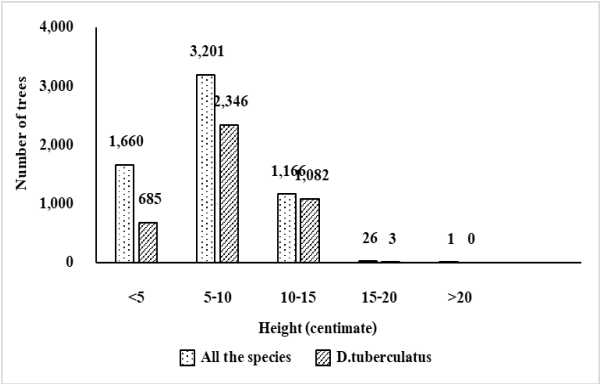

Figure 3 Population distribution of all tree species and *D. tuberculaltus* with tree height classes in the DDF

การกระจายของต้นไม้ในป่าชุมชนมีรูปแบบเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential form) หรือ L-shape ซึ่งแสดงถึงการมีต้นไม้ขนาดเล็ก (โดยเฉพาะไม้พลวง) ที่สามารถเติบโตและทดแทนต้นไม้ขนาดใหญ่ในอนาคตได้ (Visaratana, 1983) โดยพบประชากรของไม้พลวงขนาดเล็กจำนวนมาก แต่ไม่พบไม้พลวงขนาดใหญ่ (เส้นรอบวงลำต้นตั้งแต่ 100 เซนติเมตร)

2. การกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชน

ระบบนิเวศป่าชุมชนในป่าเต็งรังมีการกักเก็บคาร์บอนไว้ใน 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ มวลชีวภาพของพรรณไม้ (Plant biomass) และดิน (Soil)

2.1 ปริมาณมวลชีวภาพและการสะสมคาร์บอน

ใน Table 4 ปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดของพรรณไม้ในป่ามีค่า 75,650.13 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ แบ่งออกเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 49,344.56, 13,965.45, 1,925.35 และ 10,414.77 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์โดยพบว่า ไม้พลวงมีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด (61,423.38 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ หรือร้อยละ 81.19 ของทั้งหมด) รองลงมาได้แก่ รักใหญ่ สนสองใบ เต็ง และเหมือดหลวง ซึ่งมีค่า 3,775.50, 3,661.43, 3,179.29 และ 767.17 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ทั้งหมดมีค่า 37,377.19 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ แบ่งออกเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก จำนวน 24,622.94, 6,801.17, 941.50 และ 5,011.59 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยที่ไม้พลวงมีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากที่สุด (30,348.86 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์) รองลงมาได้แก่ รักใหญ่ สนสองใบ เต็ง และเหมือดหลวง ซึ่งมีค่า 1,865.33, 1,808.86, 1,570.46 และ 379.01 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ

การกักเก็บคาร์บอนมีปริมาณน้อยกว่าพื้นที่อื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ป่าชุมชนตำบลแม่ทา อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณมวลชีวภาพและคาร์บอน เท่ากับ 125,487.50 และ 72,175 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Phongkhamphanh *et al.,* 2015) ป่าชุมชนบ้านทรายทอง จังหวัดลำพูน มีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 47,648.21 และ 119,830.48 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 23,498.32 และ 59,163.89 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (Phonchaluen, 2009) ป่าเต็งรังที่มีไม้เหียงเด่นบนพื้นหินทราย ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องใคร้ ฯ จังหวัดเชียงใหม่ มีปริมาณกักเก็บคาร์บอน 44,830.00 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ขณะที่ป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งเด่น ไม้พลวงเด่น และไม้รังเด่น มีค่า 41,040.00, 35,670.00 และ 31,870.00 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Khamyong *et al*., 2016) ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแล อยู่ในช่วงฟื้นตัวจากการเคยถูกการรบกวน การตัดฟันไม้ไปใช้ประโยชน์ บางปีเกิดไฟป่า ทำให้ส่วนใหญ่พบแต่ไม้วัยรุ่นและไม้หนุ่มที่มีความหนาแน่นสูง จึงทำให้มีปริมาณมวลชีวภาพต่ำเมื่อเทียบกับป่าเต็งรังพื้นที่อื่น

2.2 ปริมาณคาร์บอนในดิน

จากการศึกษาดินในป่าเต็งรัง 3 หลุม พบว่า ความลึกของดินมีความผันแปรจาก ดินลึกปานกลาง (80 เซนติเมตร) ถึงดินลึก (120 เซนติเมตร) มีปริมาณคาร์บอนสะสมมากในดินบนและลดลงตามความลึก ในหลุมดิน 1, 2 และ 3 มีปริมาณการสะสมของคาร์บอนในดิน เท่ากับ 14,057.92, 9,126.86 และ 9,443.15 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 10,875.98 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (Table 5)

ปริมาณคาร์บอนในดินป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแลมีปริมาณต่ำกว่าป่าเต็งรังธรรมชาติในท้องที่ต่าง ๆ ในภาคเหนือ ที่สอดคล้องกับการศึกษาของ Khamyong (2009) ศึกษาป่าเต็งรังบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-

ปุย จังหวัดเชียงใหม่ มีการสะสมคาร์บอนในดินที่ระดับความลึกมีความแปรผัน 80-160 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67,990 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ขณะที่ป่าเต็งรังที่มีไม้เหียงเด่นและไม้พลวงเด่น บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ มีการสะสมคาร์บอนในดินระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร เท่ากับ 75,750 และ 69,310 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (Laorpansakul, 2000) โดยปริมาณการสะสมคาร์บอนมีความแตกต่างของชนิดดินและความลึก ซึ่งมีแนวโน้มลดลงตามความลึก เนื่องจากอัตราย่อยสลายของปริมาณอินทรียสารในชั้นดินบนจะเป็นไปอย่างรวดเร็วทำให้การชะละลายลงไปสะสมในชั้นดินล่างเกิดขึ้นได้น้อย จึงทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินล่างต่ำกว่าในชั้นดินบน (Lecturers in Department of Soil Science, 2005; Brady & Weil, 2008) และมีปัจจัยของพืชพรรณที่ขึ้นอยู่สภาวะภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกันที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน (Chidthaisong & Lischaikul, 2005)

Table 4 Amounts of plant biomass and stored carbon in the DDF

Species No.	Common name	Plant biomass (kg/ha)					Carbon storage (kg/ha)				
		Stem	Branch	Leaf	Root	Total	Stem	Branch	Leaf	Root	Total
1	พลวง	40,135.32	11,245.42	1,576.61	8,466.04	61,423.38	20,027.52	5,476.52	770.96	4,073.86	30,348.86
2	รักใหญ่	2,452.68	721.62	91.29	509.91	3,775.50	1,223.89	351.43	44.64	245.37	1,865.33
3	สนสองใบ	2,322.89	924.84	34.15	379.55	3,661.43	1,159.12	450.40	16.70	182.64	1,808.86
4	เต็ง	2,076.10	475.31	112.30	515.58	3,179.29	1,035.97	231.48	54.92	248.10	1,570.46
5	เหมือด	502.61	119.84	25.61	119.11	767.17	250.80	58.36	12.52	57.32	379.01
6	ลูบลีบ	241.95	80.17	6.50	45.36	373.98	120.73	39.04	3.18	21.83	184.78
7	เก็ดดำ	223.49	60.31	9.46	48.66	341.93	111.52	29.37	4.63	23.42	168.94
8	เปาหนาม	140.28	35.20	6.69	32.53	214.70	70.00	17.14	3.27	15.65	106.06
9	หว้า	125.11	35.41	4.90	26.72	192.13	62.43	17.24	2.40	12.86	94.92
10	ชิงชัน	121.66	35.72	4.38	25.02	186.78	60.71	17.40	2.14	12.04	92.29
11-50	ชนิดที่ 11-50	1,002.48	231.60	53.46	246.28	1,533.83	500.24	112.79	26.14	118.51	757.68
Total		49,344.56	13,965.45	1,925.35	10,414.77	75,650.13	24,622.94	6,801.17	941.50	5,011.59	37,377.19

Table 5 Soil carbon amounts within 80 to 120 cm depth (3 soil pits) in the DDF

Soil depth (cm)	Soil carbon (kg/ha)		
	Soil pit 1	Soil pit 2	Soil pit 3
0-5	1,888.72	1,120.10	1,381.07
5-10	605.85	769.01	763.84
10-20	958.24	791.37	1,191.52
20-30	1,113.28	775.67	1,182.16
30-40	1,299.71	846.36	1,051.05
40-60	2,309.59	1,402.12	2,027.63
60-80	2,501.56	1,360.32	1,845.88
80-100	1,910.48	1,185.30	-
100-120	1,470.50	876.61	-
Total	**14,057.92**	**9,126.86**	**9,443.15**
Average	**10,875.98**		

2.3 ปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าเต็งรัง

เนื่องจากป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชน เป็นประเภทป่าใช้สอย บางปีเกิดไฟป่า และชาวบ้านมักเก็บใบพลวงไปใช้ประโยชน์ จึงมีการสะสมของซากใบไม้บนพื้นน้อย การกักเก็บคาร์บอนจึงเกิดขึ้นใน 2 ส่วน คือ มวลชีวภาพของพรรณไม้และในดิน พบว่า ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ทั้งหมดมีค่า 37,377.19 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ขณะที่ปริมาณคาร์บอนในดินมีค่าเฉลี่ย 10,875.98 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ดังนั้นปริมาณรวมของการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าเต็งรัง คือ 48,253.17 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้สัดส่วนการสะสมคาร์บอนในมวชีวภาพมีค่าร้อยละ 77.46 และในดินมีค่าร้อยละ 22.54 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคาร์บอนส่วนใหญ่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพของพรรณไม้

3. การใช้ประโยชน์ใบพลวง

ไม้พลวงหรือภาคเหนือ เรียกว่า “ไม้ตองตึง” จึงเรียกใบพลวงว่า ใบตองตึง ใบมีขนาดใหญ่มาก ความกว้าง 12-30 เซนติเมตร และยาว 14-36 เซนติเมตร ชาวบ้านนำใบพลวงแห้ง 5-6 ใบ มาสานกับซีกไม้ไผ่ เรียกว่า “ไพ” ซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่สืบทอดมายาวนานจากบรรพบุรุษ (local wisdom) เช่นเดียวกับการนำใบหญ้าคามาสานเป็นไพ ในอดีตจะใช้ทำหลังคาบ้านและกระต๊อบตามไร่นา (เรียกว่า บ้านมุงใบตองตึงหรือบ้านมุงคา หมายถึง บ้านที่มีหลังคาเป็นใบตองตึงหรือใบหญ้าคา) ปัจจุบันมีการนำไปใช้เป็นวัสดุคลุมดินและรองรับผลสตอว์เบอร์รี่ในท้องที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ทำให้เป็นสินค้าชุมชนที่ได้สร้างรายได้ให้กับชาวบ้าน

ป่าเต็งรังบริเวณนี้มีพื้นที่ติดกับหลายหมู่บ้าน ได้แก่ บ้านท่าสะแล อำเภอฝาง บ้านจัดสรรและบ้านป่าแดงอภิวัฒน์ อำเภอแม่อาย เป็นป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเป็นไม้เด่นซึ่งมีขนาดพื้นที่กว้างมากแห่งหนึ่งในภาคเหนือ โดยมีพื้นที่ป่าชุมชนทั้งหมด 7,002.27 ไร่ ในแต่ละปีชาวบ้านจะเข้าไปเก็บใบพลวงในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม ชาวบ้านจะออกจากบ้านเวลาเช้า (4.00-9.00 นาฬิกา) เนื่องจากตอนเช้าจะมีหมอกและทำให้ใบพลวงชื้นและนิ่ม (ไม่กรอบ) สามารถเก็บซ้อนกันเป็นแผ่น ๆ ได้ง่าย โดยจะเก็บเฉพาะใบพลวงที่ได้ขนาดและมีสภาพสมบูรณ์ (ไม่ฉีกขาดหรือเป็นรู) ในหมู่บ้านท่าสะแลจะมีพ่อค้ารับซื้อใบพลวงเพื่อนำไปจำหน่ายในท้องที่อำเภอสะเมิง จากการสอบถาม พบว่า ในปี พ.ศ. 2562 มีปริมาณใบพลวงที่ร่วงหล่นและชาวบ้านนำไปสานไพประมาณ 13,946,785 ใบ (2,324,464 ไพ) โดยรับซื้อไพละ 1.70 บาทต่อไพ และสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชาวบ้าน จำนวน 3,951,590 บาทต่อปี

การสูญเสียคาร์บอนและธาตุอาหารในใบพลวงร่วงหล่นและนำไปสานไพพื้นที่ศึกษาป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแล สามารถคำนวณได้จากน้ำหนักเฉลี่ยของใบพลวงแห้ง 10 ใบ เท่ากับ 17.29 $\pm$ 1.41 กรัม คูณกับค่าความเข้มข้นของคาร์บอนในใบพลวงที่ได้จากการศึกษาของ Sangchote (2009) (ร้อยละ 41.10 โดยน้ำหนัก) พบว่าปริมาณใบพลวงที่ชาวบ้านนำไปสานไพ ในปี พ.ศ. 2562 ทำให้มีการสูญเสียคาร์บอนที่กักเก็บในใบพลวงประมาณ 99,114.23 กิโลกรัมต่อปี และปริมาณมวลชีวภาพของใบพลวงมีค่า 1,576.61 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (252.26 กิโลกรัมต่อไร่) (Table 4) จึง

สามารถคำนวณจำนวนใบพลวงในป่าโดยเฉลี่ย 14,590 ใบต่อไร่ และมีจำนวนใบทั้งหมดในป่าเท่ากับ 102,163,701 ใบ ซึ่งการเก็บใบพลวงไปใช้ประโยชน์ของชาวบ้านมีค่าร้อยละ 13.65 ของจำนวนใบทั้งหมด จึงกล่าวได้ว่า ป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแลมีการสูญเสียแหล่งอินทรียวัตถุที่จะถูกย่อยสลายกลายเป็นคาร์บอนที่จะลงสู่ดินออกไปยังพื้นที่อื่น จากการเข้าไปใช้ประโยชน์เพียงแค่ร้อยละ 13.65 ของจำนวนใบทั้งหมด นับว่าเป็นการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารออกจากระบบนิเวศป่าเต็งรังที่ในระดับไม่สูงมาก และยังเป็นการช่วยลดเชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดไฟป่าได้ ส่วนใบพลวงที่ร่วงหล่นและไม่ได้เก็บไปใช้ประโยชน์ก็จะย่อยสลายธาตุอาหารลงสู่ดินต่อไป

สรุป

การประเมินความยั่งยืนผลผลิตใบพลวงในป่าชุมชนป่าเต็งรัง ภาคเหนือของประเทศไทย สามารถพิจารณาจาก 3 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยทางนิเวศวิทยา โครงสร้างสังคมพืชป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแล ส่วนใหญ่เป็นไม้พลวง มีประชากรร้อยละ 68 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นไม้หนุ่มมีขนาดเส้นรอบวงลำต้นต่ำกว่า 75 เซนติเมตร และความสูงต่ำกว่า 15 เมตร ไม้พลวงเหล่านี้สามารถสืบต่อพันธุ์และเจริญเติบโตได้ปกติในอนาคต และชาวบ้านเก็บใบพลวงไปใช้ประโยชน์เพียงร้อยละ 13.65 จากใบพลวงทั้งหมดในป่าชุมชน ทำให้สูญเสียธาตุคาร์บอนไปบางส่วนที่จะลงสู่ดินไปยังพื้นที่อื่น ใบพลวงที่เหลือจะย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุคาร์บอนสู่ดินที่ช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินต่อไป

2. วิถีชีวิตของชุมชน ชาวบ้านเข้าไปใช้ประโยชน์จากการเก็บของป่านำมาบริโภคหรือจำหน่าย ของป่าที่ชาวบ้านนิยมไปเก็บ เช่น พืชผัก เห็ดป่ากินได้ สมุนไพร ไข่มดแดง และจิ้งโกร่ง เป็นต้น แต่ลักษณะเด่นที่แตกต่างพื้นที่อื่น ๆ คือ การเก็บใบพลวงเพื่อการจำหน่าย

3. มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าที่ชาวบ้านนิยมเก็บไปจำหน่ายคือ ใบพลวง โดยนำมาสานเป็นไพขาย สามารถสร้างรายได้ให้แก่คนในชุมชนเป็นอย่างมาก ในปี พ.ศ. 2562 ชาวบ้านท่าสะแลสามารถขายไพ คิดเป็นจำนวนเงินทั้งหมด 3,951,590 บาท รองลงมาคือ เห็ดป่าชนิดต่าง ๆ พืชผักและสมุนไพร

ระบบนิเวศป่าชุมชนเป็นแหล่งกักเก็บและสะสมคาร์บอน มีปริมาณเท่ากับ 48,253.17 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ โดยกักเก็บไว้ในมวลชีวภาพของพรรณไม้ 37,377.19 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ และในดิน 10,875.98 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ถ้าหากชุมชนยังคงมีการอนุรักษ์และควบคุมการใช้ประโยชน์อย่างเข้มแข็งก็จะทำให้สภาพป่ามีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ก็จะทำให้มีป่าชุมชนมีศักยภาพในการเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้นและชาวบ้านจะสามารถใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ใหญ่บ้านหมู่ 11 คณะกรรมการหมู่บ้าน ชาวบ้านหมู่บ้านท่าสะแล อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และชาวบ้านหมู่บ้านป่าแดงอภิวัฒน์ อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล อำนวยความสะดวกต่าง ๆ และให้ความร่วมมือให้ข้อมูลในการใช้ประโยชน์จากป่า

เอกสารอ้างอิง

Blake, G. R. & K. H. Hartge. 1986. Bulk density. pp. 363-382. *In* A. Klute (ed.). **Methods of Soil Analysis, Part 1 Physical and Mineralogical Methods** (2th ed.). American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin.

Brady, N. C. & R. R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils** 14rd edition. Prentice Hall Publishing Com., New Jersey.

Bunyavejchewin, S. 1979. **Phytosociological Structure and Soil Property in Nam Pong Basin.** M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok.

Chidthaisong, A. & N. Lichaikul. 2005. Carbon stock and emission in dry evergreen forest, reforestation and agricultural soils, pp. 95-105. *In* **Proceedings of Climate Change in the Forest Sector; The Potential of Forests to Support the Kyoto Protocol.** 4-5 August 2005. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Chaiwong, C., S. Khamyong, N. Anongrak, P. Wangpakapattanawong & S. Paramee. 2019. Physicochemical Properties and Carbonand Nutrient Storages of Soils Derived from Volcanic Rock and Sandstone in Dry Dipterocarp Forest at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province. **Journal of Agriculture** 35(3): 475-486

Community Forest Management Office. 2020. **Procedure Manual Community Forestry Management Plan.** Royal Forest Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok. (in Thai)

Fisher, R. F. & D. Binkley. 2000. **Ecology and Management of Forest Soils** (3rd ed.). John Wiley and Sons Inc., New York.

Khamyong, N. 2009. **Plant Species Diversity, Soil Characteristics and Carbon Accumulation in Different Forests, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province.** M.S. Thesis, Chiang Mai University. (in Thai)

Khamyong, S., P. Sutthawan & S. Paramee. 2016. Dry Dipterocarp Forest on Sandstone of the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province I. Assessment of Plant Species Diversity and Carbon Storage. **Thai Journal of Forestry** 35(3): 42-55.

Krebs, C. J. 1985. **Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance (**3rd ed.). Harper and Row Publishers, New York.

Kheoruenromne, I. 2009. **Soil Survey Laboratory Manual (**6th ed.). Kasatsart University Press, Bangkok. (in Thai)

Laorpansakul, C. 2000. **Soil Characteristics and Diversity of Forest Types in the Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai Province.** M.S. Thesis, Chiang Mai University. (in Thai)

Lecturers in Department of Soil Science. 2005. **Introduction to soil science** (10th ed.). Kasatsart University Press, Bangkok. (in Thai)

Nelson, D. W. & L. E. Sommers. 1994. Total carbon, organic carbon and organic matter. pp. 961-1010. *In* J. M. Bigham (ed.). **Methods of Soil Analysis, Part 3 Chemical Methods**.

American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin.

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino & T. Kira. 1965. Comparative Ecological Study on Three Main Type of Forest Vegetation in Thailand II Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.

Ogino, K., D. Ratanawongs, T. Tsutsumi & T. Shidei. 1967. The primary production of tropical forest in Thailand. **The Southeast Asian studies** 5(1): 122-154.

Pamprasit, S. 1995. **Ecological Study on Relationship between Plant Associations and Soil Properties in Dry Dipterocarp Forest at Doi Inthanon National Park, Chiang Mai Province.** M.S. Thesis, Chiang Mai University. (in Thai)

Permission Division. 2008. **Operations relating to timber and forest products manual.** Permission Division. Royal Forest Department. Ministry of Natural Resources and Environment. Bangkok. (in Thai)

Phonchaluen, S. 2009. **Plant Species Diversity, Soil Characteristics and Utilization of Ban Sai Thong Community Forest, Pa Sak Sub–district, Mueang District, Lamphun Province.** M.S. Thesis, Department of Plant and Soil Sciences, Chiang Mai University. (in Thai)

Phongkhamphanh, T., S. Khamyong & K. Sri-ngernyuang. 2015. Comparison on Tree Height-Stem Diameter Allometric Equations and Biomass Carbon Estimation of Two Dry Dipterocarp Forests in Northern Thailand. **Khon Kean University Science Journal** 46(3): 546-559.

Sangchote, H. 2009. **Effects of Leaf-litter Decomposition of Forest and Fruit Tree Species on Soil Chemical Properties.** M.S. Thesis, Department of Plant and Soil Sciences, Chiang Mai University. (in Thai)

Smitinand, T., T. Santisuk & C. Phengklai. 1980. **The Manual of Dipterocarpaceae of Mainland South-East Asia**. The Forest Herbariu m, Royal Forest Department, Bangkok.

Sutthawan, P., S. Khamyong, S. Paramee & N. Anongrak. 2016. Dry Dipterocarp Forest on Sandstone of the Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province II. Monitoring plant diversity and carbon storage. **Thai Journal of Forestry** 35(3): 56-71.

Thichan, T., S. Khamyong, N. Anongrak, A. Boontun & P. Kachina. 2020. Seasonal variation of soil moisture in dry dipterocarp forest on sandstone and volcanic rock at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 48(6): 1330 - 1341. (in Thai)

Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Suhunala, P. Dhanmanonda & B. Prachaiyo. 1983. Forest: Burning and Regeneration. pp. 13-62. *In* K. Kyuma and C. Pairntra (eds.). **Shifting Cultivation: An Experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand, and Its Implications for**

Upland Farming in the Monsoon Tropics. Kyoto University, Japan.

Visaratana, T. 1983. **Structural Characteristics and Canopy Gap Regeneration of the Dry Evergreen Forest at Sakaerat Environmental Research Station.** M.S. Thesis, Kasetsart University.

Wattanasuksakul, S., S. Khamyong, K. Sri-ngernyuang & N. Anongrak. 2012. Plant Species Diversity and Carbon Stocks in Dry Dipterocarp Forest with and without Fire at Intakin Silvicultural Research Station, Chiang Mai Province. **Thai Journal of Forestry** 31(3): 1-14. (in Thai)

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 31-48 (2565)

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความสัมพันธ์ของลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและสมบัติดินบริเวณป่าชุมชนบ้านปี้ จังหวัดพะเยา

ชัยวัฒน์ แสงศรีจันทร์[1] วรรณา มังกิตะ[1]
กฤษดา พงษ์การัณยภาส[2] และแหลมไทย อาษานอก[2*]

รับต้นฉบับ: 25 มีนาคม 2565 ฉบับแก้ไข: 29 เมษายน 2565 รับลงพิมพ์: 4 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะสังคมพืชกับปัจจัยสมบัติดินสามารถช่วยให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการระบบนิเวศของป่าชุมชนได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบชนิดไม้ต้นและปัจจัยสมบัติดินในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปี้ ตำบลเวียง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา โดยการวางแปลงตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ขนาด 20 เมตร x 20 เมตร จำนวน 18 แปลง พร้อมเก็บข้อมูลองค์ประกอบชนิดไม้ต้นและสมบัติดิน ทำการวิเคราะห์การจัดกลุ่มหมู่ไม้ และการจัดลำดับหมู่ไม้ในโปรแกรม PC-Ord version 6

ผลการศึกษา พบชนิดไม้ต้นทั้งหมดจำนวน 126 ชนิด 100 สกุล 41 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดเท่ากับ 3.93 สามารถจำแนกสังคมพืชย่อยได้ 3 สังคมย่อยตามชนิดไม้เด่น ได้แก่ สังคมป่าผสมผลัดใบมะค่าโมงเด่น ที่ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทรายแป้ง สังคมป่าผสมผลัดใบตะคร้อเด่น ที่ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินเหนียว ค่าความเป็นกรด-ด่างดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน และสังคมป่าเต็งรังพลวงเด่น ที่ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทราย ผลจากการวิจัยนี้บ่งชี้ว่าคุณสมบัติดินเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดลักษณะสังคมพืช ดังนั้นในการจัดการป่าชุมชนบ้านปี้จึงไม่ควรมุ่งเน้นไปที่ชนิดไม้เพียงอย่างเดียวควรพิจารณาปัจจัยดินร่วมด้วย เนื่องจากโครงสร้างสังคมพืชมีความสัมพันธ์สูงต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน

คำสำคัญ: ความหลากหลายของพรรณไม้, สมบัติดิน, ปัจจัยจำกัด, การจัดการป่าชุมชน

[1] สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[2] สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: Email: lamthainii@gmail.com

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 31-48 (2565)

ORIGINAL ARTICLE

Relationship between vegetation structure and soil factors in Ban Pee Community Forest, Phayao Province

Chaiwat Saengsrichan[1], Wanna Mangkita[1],
Kritsada Phongkaranyaphat[2], and Lamthai Asanok[2*]

Received: 25 March 2022 Revised: 29 April 2022 Accepted: 19 May 2022

ABSTRACT

The study of plant community characteristics related to soil factors may help emphasize of forest ecosystem management of Community Forest. This study is aimed to study the relationship between tree species composition and soil factors in Ban Pee Community Forest, Phayao. Eighteen plots, 20 m x 20 m, based on purposive sampling were set up. Tree species composition and soil properties were collected. Cluster analysis and ordination between plant community and soil factors were setup by PC-Ord version 6.

The result showed that 126 species 100 genera and 41 families with the Shannon- Wiener index of 3.93. The cluster analysis revealed that 3 sub-communities were divided. First, mixed deciduous forest with *Afzelia xylocarpa* community was determined by silt soil properties. Second, mixed deciduous forest with *Schleichera oleosa* community was determined by clay pH and soil nutrient. Third, deciduous dipterocarp forest with *Dipterocarpus tuberculatus* community was determined by sandy soil properties. Indicting soil properties are important factors determined tree species composition in study sites. Therefore, the Community Forest Management is not focus only on tree species, but also environmental factors especially soil factors should be considered. Because forest structure changes highly correlate to soil properties changes.

Keywords: Plant diversity, Soil properties, Limiting factors, Community Forest Management

[1]Department of Forest Management Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

[2]Department of Agroforestry Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

***Corresponding author**: E-mail: lamthainii@gmail.com

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่ดินและป่าไม้ ประกอบกับจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีความต้องการที่จะใช้ประโยชน์จากทรัพยากรเหล่านี้เพื่อการดำรงชีพเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย จึงเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างรวดเร็ว จากการสำรวจพื้นที่ป่าไม้โดยกรมป่าไม้ พบว่าในปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าคิดเป็นร้อยละ 53.33 ของประเทศ และในปี พ.ศ. 2531 ลดลงเหลือร้อยละ 25.28 (Charuphat, 2000) และในปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2546 กรมป่าไม้ร่วมกับกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดสูง เพื่อประเมินพื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศ พบว่า มีพื้นที่ป่าคงเหลือร้อยละ 33.40 และ 33.23 ตามลำดับ (Royal forest department, 2019) และในปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 31.64 (Royal forest department, 2020) สาเหตุหลักที่พื้นที่ป่าลดลงคือการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม (Pattarathum, 2007) ดังนั้นในปัจจุบันรัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบายป่าไม้ให้มีพื้นที่ป่าอย่างน้อย ร้อยละ 40 ของประเทศ (National Forest Policy and National Forest Development Planning Commission, 2019) เพื่อเป็นการตอบสนองนโยบายดังกล่าวทางกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จึงได้ประกาศจัดตั้งพื้นที่อนุรักษ์เพิ่มเติมอีกหลายแห่ง ในขณะที่กรมป่าไม้ที่รับผิดชอบพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จำเป็นต้องหาแนวทางที่จะรักษาพื้นที่ป่าไว้ให้ได้เช่นกัน จึงได้มีแนวคิดในการจัดตั้งป่าชุมชนขึ้นภายใต้พระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. 2562 โดยมีวัตถุประสงค์ให้ชุมชนได้ประโยชน์จากป่าชุมชนเกิดจิตสำนึกในการดูแลรักษาและจัดการป่าชุมชนร่วมกับภาครัฐอย่างมีส่วนร่วมอันเป็นแนวทางสำหรับการป้องกันรักษาป่าที่อยู่นอกเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ให้เกิดความยั่งยืน (Community Forest Management Office, 2020) อย่างไรก็ตามในการจัดการป่าชุมชนนั้นยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางนิเวศวิทยาของป่าไม้โดยเฉพาะลักษณะโครงสร้างสังคมพืชของแต่ละพื้นที่ เนื่องจากในการจัดการป่าชุมชนส่วนใหญ่มักใช้องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นภายในชุมชนเอง (RECOFTC, 1999) จึงอาจทำให้การกำหนดแนวทางในการจัดการพื้นที่ป่าชุมชนเกิดความผิดพลาดได้โดยเฉพาะการกำหนดปริมาณการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของพืชพรรณ เนื่องจากไม่ทราบลักษณะเชิงปริมาณอย่างชัดเจน ดังนั้นการศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ใช้สำหรับการอธิบายนิเวศวิทยาป่าไม้ในเชิงปริมาณดังกล่าว ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบชนิดของพรรณไม้รวมถึงลักษณะของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสังคมพืชนั้น ๆ (Marod & Kutintara, 2009) การศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชจึงมักถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการป่าไม้โดยทั่วไป (Gadow *et al*., 2019) อย่างไรก็ตามนอกจากการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชแล้วการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อสังคมพืชนั้น ๆ นับเป็นเรื่องจำเป็นเพราะสามารถทำให้ทราบถึงลักษณะทางนิเวศวิทยาของแต่ละสังคมพืชได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

(Ruangpanit, 2005) ปัจจัยด้านสมบัติดินถือเป็นปัจจัยจำกัดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการกำหนดลักษณะสังคมพืช เนื่องจากความแปรผันของสมบัติดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อการปรากฏขององค์ประกอบชนิดไม้ในสังคมพืช (Long *et al*., 2018) โดยเฉพาะสังคมพืชที่มีการการจัดการโดยมนุษย์ เช่น ป่าชุมชน อาจได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติดิน เช่น ความหนาแน่นของดิน หรือมีผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารเปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น (John *et al*., 2007) ดังการศึกษาของ Sakurai *et al*. (1998) กล่าวว่าในพื้นที่ป่าเต็งรังหากมีการป้องกันไฟในพื้นที่ป่าเต็งรังเป็นเวลานาน ส่งผลให้ดินมีซากพืชปกคลุมจนมีความชื้นสูงก่อให้เกิดการย่อยสลายซากพืชได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้ธาตุอาหารในดินของป่าเต็งรังเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินดังกล่าวสามารถชักนำให้พืชที่ไม่ใช่ไม้ชนิดสำคัญเข้ามาตั้งตัวในสังคมพืชได้ง่ายขึ้น (Certini, 2005) อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยสมบัติดินที่มีอิทธิพลต่อสังคมพืชในพื้นที่ป่าชุมชนยังมีอยู่น้อย (Thammanu *et al*., 2020)

ป่าชุมชนบ้านปี้ ตำบลเวียง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา อยู่ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าน้ำเปื๋อย ป่าน้ำหย่วน และป่าน้ำแม่ลาว จังหวัดพะเยา มีเนื้อที่ 945 ไร่ (Community Forest Management Office, 2020) ป่าชุมชนแห่งนี้เป็นป่าชุมชนตัวอย่างที่มีการตั้งกฎในการบริหารจัดการป่าชุมชนโดยชุมชนอย่างเข้มแข็ง จนทำให้ได้รับรางวัลต่าง ๆ จากหน่วยงานราชการและเอกชนมากมาย และยังได้รับถ้วยรางวัลพระราชทานสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในโครงการคนรักษ์ป่า ป่ารักชุมชน ประจำปี พ.ศ. 2562 และมีผู้คนเข้ามาศึกษาการจัดการป่าชุมชนบ้านปี้อย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปี้แห่งนี้ยังไม่เคยมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและปัจจัยดินมาก่อนถึงปัจจุบัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชที่แปรผันตามลักษณะของปัจจัยดิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการด้านความหลากหลายพรรณพืชของป่าชุมชนบ้านปี้ อันจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปี้ ตำบลเวียง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา ตั้งอยู่ที่พิกัด UTM X: 2153500-2155200, Y: 642000-645000 มีเนื้อที่ 945 ไร่ (Figure 1) พื้นที่มีลักษณะที่ราบสูงและเชิงเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระหว่าง 440 – 540 เมตร อุณหภูมิโดยเฉลี่ยทั้งปี 25.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.7 องศาเซลเซียส และมี 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว โดยมีอากาศร้อนที่สุดในเดือนเมษายน ส่วนในฤดูหนาวมีอากาศหนาวเย็น อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20.2 องศาเซลเซียส โดยมีอากาศหนาวที่สุดอยู่ในเดือนมกราคม ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,000 – 1,300 มิลลิเมตร ลักษณะพืชพรรณมีสภาพเป็นป่าผสมผลัดใบผสมป่าเต็งรัง มีต้นไม้ขึ้นอยู่ค่อนข้างหนาแน่น ชนิดไม้ที่พบทั่วไป ได้แก่ สักมะค่าโมง เต็ง รัง ยางพลวง และยางเหียง เป็นต้น (Royal forest department, 2022) การจัดการพื้นที่

ป่าชุมชนบ้านปี้เป็นพื้นที่ซึ่งได้มีการกฎระเบียบป่าชุมชนร่วมกันของสมาชิกชุมชนและชุมชนข้างเคียง ป้องกันไม่ให้เกิดการลุกล้ำพื้นที่ การตัดไม้ทำลายป่า ป้องกันไฟป่า การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2562 (Royal Forest Department, 2022)

2. การเก็บข้อมูล

2.1 ทำการเก็บข้อมูลโดยกำหนดจุดวางแปลงตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) แล้วทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ตามวิธีของ Laing *et al*. (2019) จำนวน 18 แปลง รวมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด เท่ากับ 0.72 เฮกแตร์ ภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทำการวางแปลงย่อยขนาด 5 เมตร x 5 เมตร บริเวณกึ่งกลางแปลง แล้วเก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชของไม้ต้นในทุก ๆ แปลง โดยทำการบันทึกข้อมูลแบ่งเป็น 1) ไม้ต้น (Tree) ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ 1.30 เมตร (Diameter at breast height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร 2) ไม้รุ่น/ไม้รุ่น (Sapling) ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร สูงมากกว่า 1.3 เมตร และ 3) กล้าไม้ (Seedling) ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร สูงน้อยกว่า 1.3 เมตร โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกด้วยเทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ต้นทุกชนิดที่ปรากฏภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร และทำการนับจำนวนไม้รุ่นและกล้าไม้ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างขนาด 5 เมตร x 5 เมตร พร้อมทำการจำแนกชนิดโดยระบุชื่อวิทยาศาสตร์ตาม Pooma & Suddee (2014) โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม 2563 - กันยายน 2564

2.2 การเก็บข้อมูลสมบัติดินโดยสุ่มขุดตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้างภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทุกแปลง จำนวน 5 จุดต่อแปลง ได้แก่ ตรงจุดศูนย์กลางและมุมทั้ง 4 โดยเก็บแบบทำลายโครงสร้างดิน แล้วทำการคลุกเคล้าตัวอย่างดินทั้ง 5 จุดให้เข้ากัน เพื่อวิเคราะห์สมบัติดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ณ ห้องปฏิบัติการคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (cluster analysis) เพื่อหาสังคมพืชภายในป่าชุมชนบ้านปี้ โดยใช้ค่าความหนาแน่นของชนิดไม้ต้นในแต่ละแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร มาใช้ในการจำแนกสังคม (Community classification) โดยประยุกต์ใช้หลักความคล้ายคลึงของ Sorensen (1948) ในการหาค่าความแตกต่างของสังคมพืช (Dissimilarity) และใช้หลักการรวมกลุ่มตามวิธีของ Ward (Kent *et al*., 1994) วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม PCOR Version 6 (McCune and Mefford, 2011)

3.2 ค่าเชิงปริมาณทางสังคมของไม้ต้นวิเคราะห์ตามแนวทางของ Marod and Kutintara (2009) โดยค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (importance value index, IVI) จากการหาความหนาแน่น (density, D: ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นด้าน

พื้นที่หน้าตัด (Dominance, Do: ตร.ม./เฮกแตร์) และความถี่ (Frequency, F: เปอร์เซ็นต์) เพื่อหาค่าความสัมพัทธ์ ทั้งสามค่าดังกล่าว ซึ่งผลรวมของค่าสัมพัทธ์ทั้งสามค่าจะเท่ากับค่าดัชนีความสำคัญของไม้ต้น ส่วนไม้รุ่น และ กล้าไม้ หาค่าดัชนีความสำคัญโดยใช้ผลรวมของคุณสมบัติ 2 ลักษณะ คือความหนาแน่น และความถี่ ตามแนวทางของ Marod and Kutintara (2009) เพื่อหาค่าความสัมพัทธ์ทั้งสองค่าดังกล่าว ซึ่งผลรวมของค่าสัมพัทธ์ทั้งสองค่าจะเท่ากับค่าดัชนีความสำคัญของไม้รุ่นและกล้าไม้ นอกจากนั้นวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากชนิด (Species diversity index) ตามสมการ Shannon – Wiener (Magurran, 1988)

3.3 ทดสอบความแปรปรวน (ANOVA) ของคุณสมบัติดินในแต่ละสังคมย่อยที่ได้จากการจัดกลุ่มหมู่ไม้ โดยนำค่าต่าง ๆ ของสมบัติดิน ได้แก่ อนุภาคทราย (sand) อนุภาคดินทราย แป้ง (silt) อนุภาคดินเหนียว (clay) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS version 14

3.4 การจัดลำดับ (Ordination) เพื่อหาความสัมพันธ์ของหมู่ไม้กับสมบัติดิน โดยใช้ค่าความหนาแน่นไม้ต้นแต่ละชนิดในแต่ละแปลงเป็นเมทริกซ์หลัก (Main matrix) และสมบัติดิน ได้แก่ อนุภาคทราย (Sand) อนุภาคทรายแป้ง (Silt) อนุภาคดินเหนียว (Clay) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ให้เป็นเมทริกซ์รอง (second matrix) โดยใช้วิธี CCA ด้วยโปรแกรม PC-ORD version 6 (McCune and Mefford, 2011)

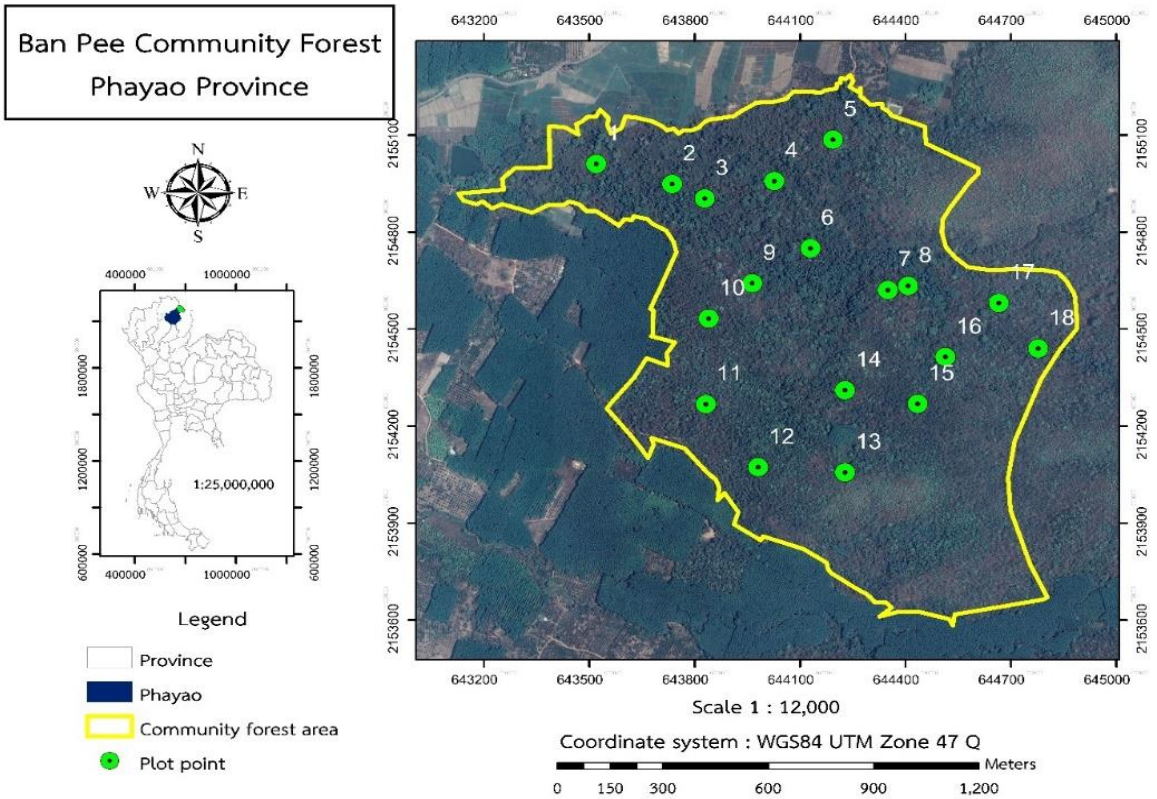

Figure 1 Boundary and location of sampling plots in Ban Pee Community Forest, Pha Yao province

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิดและองค์ประกอบชนิด

ในภาพรวมของป่าชุมชนบ้านปี้ สำรวจผลการศึกษาความหลากชนิดของพบพรรณไม้ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปี้พบชนิดไม้ทั้งหมดจำนวน 126 ชนิด 100 สกุล 41 วงศ์ มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ของจำนวนต้นไม้และขนาดของพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นรวมของไม้ต้น เท่ากับ 817 ต้น/เฮกแตร์ และ 47.70 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 3.93 (Table 1) ประเมินความเด่นของชนิดไม้เด่นจากพิจารณาในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ เหมือดโลด (*Aporosa villosa*) ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) และ ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus*) (Table 2) ชนิดไม้รุ่นรุ่น พบ 51 ชนิด 45 สกุล 29 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ของหมู่ไม้ เท่ากับ 6,112 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 3.512 (Table 1) ชนิดไม้เด่นจากพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ มะเม่าสาย (*Antidesma sootepense*) พญารากดำ (*Diospyros variegate*) มะค่าโมง เปล้าหลวง (*Croton poilanei*) และ ตับเต่าต้น (*Diospyros ehretioides*) (Table 2) ส่วนจำนวนกล้าไม้ พบ 44 ชนิด 38 สกุล 25 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ เท่ากับ 5,023 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 3.133 (Table 1) และชนิดไม้เด่นจากพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) เมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก 5 ลำดับแรก คือ พญารากดำ ติ้วเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense*) มะเม่าสาย คำแสด (*Mallotus philippensis*) และเปล้าหลวง (Table 2) และการจำแนกสังคมพืชในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปี้ ตำบลเวียง อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา โดยการจัดกลุ่มที่ระดับความคล้ายคลึง 40 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งกลุ่มสังคมพืชออกเป็น 3 สังคมย่อย ได้แก่ 1) สังคมป่าผลัดใบมะค่าโมงเด่น (MDF-AF) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P-01, P-02, P-03, P-07, P-09 และ P-18 2) สังคมป่าผลัดใบตะคร้อเด่น (MDF-SC) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P-04, P-05, P-06 และ P-08 และ3) สังคมป่าเต็งรังยางพลวงเด่น (DDF-DI) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปงตัวอย่างที่ P-10, P-11, P-12, P-13, P-14, P-15, P-16 และ P-17 (Figure 2) และเมื่อพิจารณาลักษณะสังคมพืชตามสังคมย่อยทั้ง 3 สังคมปรากฏลักษณะสังคมพืชมีรายละเอียด ดังนี้

1) สังคมป่าผสมผลัดใบมะค่าโมงเด่น (MDF-AF) พบชนิดไม้ทั้งหมด 55 ชนิด 44 สกุล 25 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ และขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมของไม้ต้น เท่ากับ 663 ต้น/เฮกแตร์ และ 54.62 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 3.61 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) ตะคร้อ สะแกแสง (*Cananga brandisiana*) สะแกวัลย์ (*Combretum punctatum*) และ ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia*

duperreana) (Table 2) ไม้รุ่น พบ 21 ชนิด 20 สกุล 14 วงศ์ มีความหนาแน่นของต้นไม้ เท่ากับ 6,134 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.42 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ มะค่าโมง พญารากดำ เปล้าหลวง ตาเสือ (*Aphanamixis polystachya*) และ แคหางค่าง (*Fernandoa adenophylla*) (Table 2) ส่วนกล้าไม้ พบ 14 ชนิด 14 สกุล 10 วงศ์ มีความหนาแน่นต้นไม้ เท่ากับ 5,800 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.14 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ พญารากดำ เปล้าหลวง คำแสด ข้าวสาร (*Phyllanthus columnaris*) และ มะค่าโมง (Table 2)

2) สังคมป่าผสมผลัดใบตะคร้อเด่น (MDF-SC) พบชนิดไม้ทั้งหมด 44 ชนิด 40 สกุล 23 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ และขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมของไม้ต้น เท่ากับ 534.75 ต้น/เฮกแตร์ และ 55.86 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 3.532 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตะคร้อ สมอพิเภก (*Terminalia bellirica*) ตะแบกแดง (*Lagerstroemia calyculata*) ตะเคียนหนู (*Anogeissus acuminata*) และ ผ่าเสี้ยน (*Vitex canescens*) (Table 2) ไม้รุ่น พบ 17 ชนิด 17 สกุล 14 วงศ์ มีความหนาแน่นของต้นไม้ เท่ากับ 7,200 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.456 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ มะเม่าสาย พญารากดำ กระเจียน (*Hubera cerasoides*) ปี้ และ ผีพ่าย (*Elaeocarpus rugosus*) (Table 2) ส่วนกล้าไม้ พบ 18 ชนิด 16 สกุล 12 วงศ์ มีความหนาแน่นของต้นไม้ เท่ากับ 6,600 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.669 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ คำแสด มะเม่าสาย กอมขม (*Picrasma javanica*) พญารากดำ และ ประคำไก่ (*Drypetes roxburghii*) (Table 2)

3) สังคมป่าเต็งรังยางพลวงเด่น (DDF-DI) พบชนิดไม้ทั้งหมด 56 ชนิด 48 สกุล 29 วงศ์ มีความหนาแน่นของจำนวนต้นไม้ และขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมของไม้ต้น เท่ากับ 1,069 ต้น/เฮกแตร์ และ 38.42 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 3.057 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ พลวง ยางเหียง เหมือดโลด ประดู่ และ ก่อแดง (*Lithocarpus trachycarpus*) (Table 2) ไม้รุ่น พบ 28 ชนิด 15 สกุล 19 วงศ์ มีความหนาแน่นของต้นไม้ เท่ากับ 5,550 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 3.062 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ก่อแดง ตับเต่าต้น กระทุ่มเนิน (*Mitragyna rotundifolia*) ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) และ ข้าวสาร (Table 2) ส่วนกล้าไม้ พบ 21 ชนิด 19 สกุล 14 วงศ์ มีความหนาแน่นต้นไม้ เท่ากับ 3,650 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.385 (Table 1) ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ติ้วเกลี้ยง มะเม่าสาย ฝีหมอบ (*Beilschmiedia roxburghiana*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) และเข็มแดง (*Ixora grandifolia*) (Table 2)

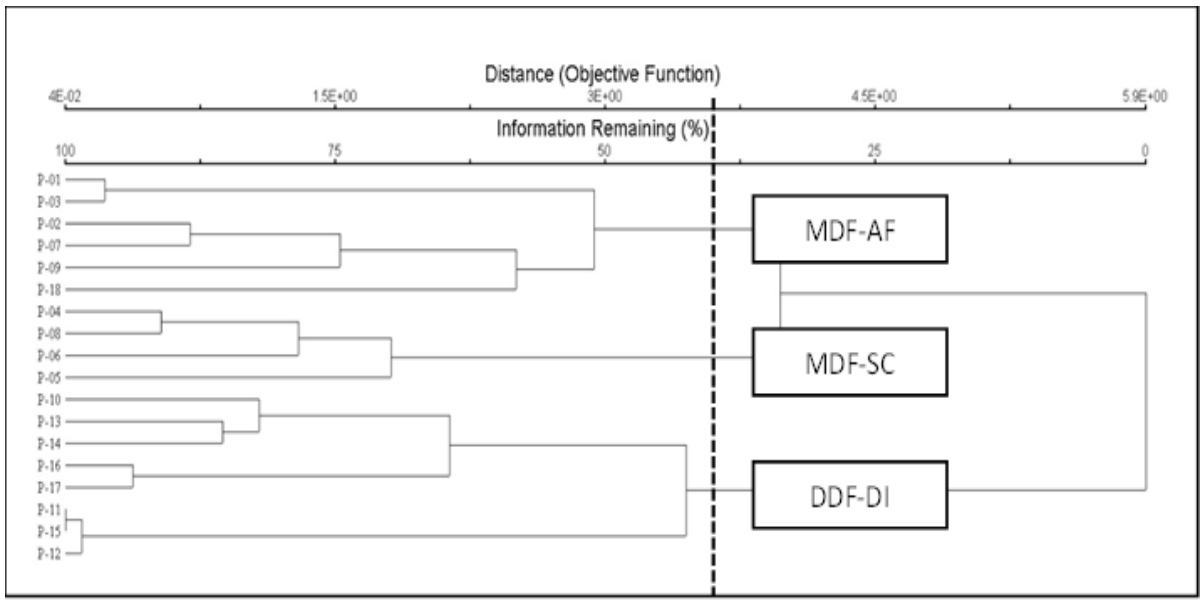

Figure 2 The dendrogram of stand clustering at Ban Pee Community Forest, Pha Yao province.

Table 1 Plant community characteristics of Ban Pee Community Forest, Pha Yao province.

Community characters	Total	MDF-AF	MDF-SC	DDF-DI
Tree				
Number of species	126	55	44	56
Shannon-Weiner index	3.93	3.61	3.53	3.06
Basal area (m^2 ha^{-1})	47.70	54.62	55.86	38.42
Stem density (stems ha^{-1})	817	663	544	1,069
Sapling				
Number of species	51	21	17	28
Shannon-Weiner index	3.51	2.42	2.46	3.06
Stem density (stems ha^{-1})	6,112	6,134	7,200	5,550
Seedling				
Number of species	44	14	18	21
Shannon-Weiner index	3.13	2.14	2.67	2.38
Stem density (stems ha^{-1})	5,023	5,800	6,600	3,650

Table 2 Top five ranking based on IVI of tree sapling and seedling in each sub-community at Ban Pee Community Forest, Pha Yao province, including relative dominance (RDo, %), relative density (RD, %), and relative frequency (RF, %).

Plant community	Staged	Species	RDo	RD	RF	IVI
Total	**Tree**	1. *Aporosa villosa*	3.95	13.43	2.74	20.13
		2. *Dipterocarpus tuberculatus*	9.01	6.63	2.4	18.05
		3. *Schleichera oleosa*	10.14	3.06	3.09	16.3
		4. *Dipterocarpus obtusifolius*	7.71	5.78	2.06	15.56
		5. *Pterocarpus macrocarpus*	5.87	4.42	2.74	13.04
	Sapling	1. *Antidesma sootepense*	-	7.27	6.74	14.01
		2. *Diospyros variegata*	-	9.09	4.49	13.58
		3. *Afzelia xylocarpa*	-	10.9	1.12	12.03
		4. *Croton poilanei*	-	4.72	4.49	9.22
		5. *Diospyros ehretioides*	-	3.27	5.61	8.89
	Seedling	1. *Diospyros variegata*	-	15.92	5.88	21.81
		2. *Cratoxylum cochinchinense*	-	12.38	4.41	16.8
		3. *Antidesma sootepense*	-	8.4	7.35	15.76
		4. *Mallotus philippensis*	-	7.07	7.35	14.43
		5. *Croton poilanei*	-	7.07	4.41	11.49
MDF-AF	**Tree**	1. *Afzelia xylocarpa*	22.07	2.51	3.12	27.71
		2. *Schleichera oleosa*	13.53	5.03	3.12	21.69
		3. *Cananga brandisiana*	6.16	7.54	6.2	19.96
		4. *Combretum punctatum*	1.69	11.32	5.2	18.22
		5. *Lagerstroemia duperreana*	6.53	6.91	2.08	15.53
	Sapling	1. *Afzelia xylocarpa*	-	32.6	3.84	36.45
		2. *Diospyros variegata*	-	16.3	7.69	23.99
		3. *Croton poilanei*	-	6.52	7.69	14.21
		4. *Aphanamixis polystachya*	-	7.6	3.84	11.45
		5. *Fernandoa adenophylla*	-	3.26	7.69	10.95
	Seedling	1. *Diospyros variegata*	-	33.33	15	48.33
		2. *Croton poilanei*	-	12.64	10	22.64
		3. *Mallotus philippensis*	-	8.04	10	18.04
		4. *Phyllanthus columnaris*	-	11.49	5	16.49
		5. *Afzelia xylocarpa*	-	11.49	5	16.49
MDF-SC	**Tree**	1. *Schleichera oleosa*	18.79	8.04	4.68	31.52
		2. *Terminalia bellirica*	13.81	3.44	4.68	21.95

Table 2 (Continued)

Plant community	Staged	Species	RDo	RD	RF	IVI
		3. *Lagerstroemia calyculata*	15.74	2.29	1.56	19.6
		4. *Anogeissus acuminata*	4.44	5.74	4.68	14.875
		5. *Vitex canescens*	1.66	5.74	6.25	13.66
	Sapling	1. *Antidesma sootepense*	-	23.61	18.18	41.79
		2. *Diospyros variegata*	-	13.88	9.09	22.97
		3. *Huberia cerasoides*	-	13.88	4.54	18.43
		4. *Dalbergia cana*	-	4.16	9.09	13.25
		5. *Elaeocarpus rugosus*	-	6.94	4.54	11.48
	Seedling	1. *Mallotus philippensis*	-	13.63	13.63	27.27
		2. *Antidesma sootepense*	-	12.12	9.09	21.21
		3. *Picrasma javanica*	-	7.57	9.09	16.66
		4. *Diospyros variegata*	-	10.6	4.54	15.15
		5. *Putranjiva roxburghii*	-	9.09	4.54	13.63
DDF-DI	**Tree**	1. *Dipterocarpus tuberculatus*	25.18	11.4	5.34	41.93
		2. *Dipterocarpus obtusifolius*	21.56	9.94	4.58	36.08
		3. *Aporosa villosa*	3.9	22.51	5.34	31.76
		4. *Pterocarpus macrocarpus*	10.18	7.3	5.34	22.84
		5. *Lithocarpus trachycarpus*	3.29	4.97	3.81	12.08
	Sapling	1. *Lithocarpus trachycarpus*	-	9.0.	7.31	16.32
		2. *Diospyros ehretioides*	-	6.3	9.75	16.06
		3. *Mitragyna rotundifolia*	-	5.4	9.75	15.16
		4. *Quercus kerrii*	-	7.2	4.87	12.08
		5. *Phyllanthus columnaris*	-	7.2	4.87	12.08
	Seedling	1. *Cratoxylum cochinchinense*	-	38.35	11.53	49.89
		2. *Antidesma sootepense*	-	8.21	7.69	15.91
		3. *Beilschmiedia roxburghiana*	-	5.47	7.69	13.17
		4. *Gluta usitata*	-	8.21	3.84	12.06
		5. *Ixora grandifolia*	-	4.1	7.69	11.8

ป่าชุมชนบ้านปี้เมื่อพิจารณาจากชนิดไม้เด่นในชั้นเรือนยอด พบว่า ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยชนิดไม้เด่นประจำป่าเต็งรัง เช่น ยางเหียง ยางพลวง ตะคร้อ และประดู่ เป็นต้น (Forestry Research Center, 2013) แต่ชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุดเป็นชนิดชั้นเรือนยอดรองที่มีวิสัยเป็นไม้พุ่ม คือ เหมือดโลด แสดงให้เห็นว่าพื้นที่บริเวณนี้มีการสืบต่อพันธุ์ของชนิดไม้เรือนยอดชั้นรองได้ดี อาจเป็นเพราะในพื้นที่ดังกล่าวมีการป้องกันไฟเป็นเวลานานจึงทำให้ไม้ชั้นรอง

เข้ายึดพื้นที่ได้ดีกว่าชนิดไม้วงศ์ยางที่เป็นชนิดไม้เด่นของป่าเต็งรัง (Marod *et al.*, 2017) นอกจากนั้นยังพบว่าสังคมพืชในป่าชุมชนนี้มีค่าดัชนีความหลากหลาย (*H'*) ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสังคมพืชป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบในพื้นที่อื่น ๆ เช่น สังคมป่าเต็งรังป้องกันไฟในพื้นที่วนอุทยานสกุโณทยานและวนอุทยานแพะเมืองผี เป็นต้น (Pairuang *et al*., 2020; Srikoon *et al*., 2021) แต่เมื่อพิจารณาสังคมพืชย่อยที่ปรากฏในพื้นที่ พบว่าในพื้นที่ป่าชุมชนแห่งนี้ ประกอบด้วย สังคมป่าเต็งรังยางพลวงเด่น และสังคมป่าผสมผลัดใบอีกสองสังคม ได้แก่ สังคมป่าผสมผลัดใบมะค่าโมงเด่น และสังคมป่าผสมผลัดใบตะคร้อเด่น โดยสังคมป่าผสมผลัดใบมะค่าโมงเด่น ปรากฏค่าดัชนีความหลากหลายและมีขนาดพื้นที่หน้าตัดสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสองสังคม ซึ่งสังคมพืชแห่งนี้มักปรากฏไม้มะค่าโมงขนาดใหญ่ปรากฏอยู่ทั่วพื้นที่ และเป็นไม้ดั้งเดิมที่เหลือจากการสัมปทานป่าไม้ในยุคของการทำไม้ในอดีต (Khempet & Jongkaewwattana, 2521)

เมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์ทั้งระดับไม้รุ่นและกล้าไม้ พบว่า มะค่าโมง ยังเป็นชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญในระดับต้น ๆ แสดงให้เห็นว่ามะค่าโมงประสบความสำเร็จในการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงอนุมานได้ว่าพื้นที่ป่าชุมชนแห่งนี้เป็นถิ่นอาศัยที่เหมาะสมของไม้มะค่าโมง ซึ่งในปัจจุบันไม่ค่อยปรากฏไม้ชนิดนี้ที่มีขนาดใหญ่ให้เห็นในพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ผ่านการรบกวนมาก่อน (Sungkaew, 2019) และเมื่อพิจารณาสังคมป่าผสมผลัดใบตะคร้อเด่น ส่วนใหญ่ไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุดเป็นไม้ชั้นรองของป่าผสมผลัดใบ เช่น ตะคร้อ สมอพิเภก และตะเคียนหนู เป็นต้น และมีค่าความหนาแน่นของไม้ต้นน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสังคมอื่น ๆ ในพื้นที่เดียวกัน แสดงให้เห็นว่าสังคมย่อยของป่าผสมผลัดใบแห่งนี้ผ่านการรบกวนมาค่อนข้างหนักจนทำให้ไม้เด่นหรือไม้ดัชนีในชั้นเรือนยอดดั้งเดิมหายไปจากพื้นที่ จนทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอด (canopy gap) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากส่งผลให้ไม้ชั้นรองกลับมาเป็นชนิดไม้เด่นแทน (Asanok, 2017) แต่เมื่อพิจารณาชนิดไม้เด่นในระดับไม้รุ่นและกล้าไม้ส่วนใหญ่กลับเป็นชนิดไม้เบิกนำของป่าผสมผลัดใบและป่าดิบแล้ง เช่น เม่าดง มะพลับ กระเจียน และ สอยดาว เป็นต้น (Marod & Kudintara, 2009) นั่นอาจเป็นเพราะพื้นที่ดังกล่าวได้มีการป้องกันไฟมาเป็นเวลานาน และจากการสังเกตพบว่าในสังคมพืชแห่งนี้เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำจึงทำให้ชนิดไม้ของป่าดิบแล้งเข้ามาทดแทนจากการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Srikoon *et al.* (2021) พบว่าป่าเต็งรังแคระที่แพะเมืองผีที่ถูกป้องกันไฟเป็นเวลานานจนทำให้พื้นที่ลุ่มต่ำเปลี่ยนเป็นสังคมพืชป่าดิบแล้ง ส่วนสังคมพืชป่าเต็งรังยางพลวงเด่น ปรากฏจำนวนชนิดและความหนาแน่นของต้นไม้สูงที่สุดในขณะที่ค่าดัชนีความหลากชนิดและขนาดพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับสังคมอื่น ๆ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับสังคมพืชป่าเต็งรังในพื้นที่อื่น ๆ ยังถือว่ามีค่าดัชนีความหลากชนิดและขนาดพื้นที่หน้าตัดค่อนข้างสูง เช่น รังเต็ง ก่อแดง ประดู่ป่า และเมื่อพิจารณาชนิดไม้เด่น พบว่าสังคมพืชแห่งนี้ถูกปกคลุมด้วยยางเหียงและยางพลวง แต่ชนิดไม้เหล่านี้กลับไม่ประสบ

ผลสำเร็จในการสืบต่อพันธุ์ ทั้งในระดับไม้รุ่นและกล้าไม้ เนื่องจากในพื้นที่ศึกษามีการป้องกันไฟป่าเป็นเวลานานจึงทำให้มีการสะสมซากพืชทับถมกันเป็นชั้นหนา มีไม้พื้นล่างขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น และพบการติดผลของชนิดไม้วงศ์ยางน้อย นั่นเป็นเพราะสังคมพืชแห่งนี้ถูกป้องกันไฟมาเป็นเวลานานจนทำให้ไม้วงศ์ยางไม่สามารถสืบต่อพันธุ์ได้แต่กลับถูกชนิดไม้ในสังคมพืชอื่นเข้ามาทดแทน (Marod *et al.*, 2017)

3. การเปรียบเทียบสมบัติดิน

เนื้อดิน ในส่วนอนุภาคดินเหนียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสังคมป่าผสมผลัดใบตะคร้อเด่นมีค่าสูงสุด คือ 30.66 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อนุภาคดินทรายและทรายแป้งของทั้งสามสังคมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนั้นยังพบว่าสังคมป่าผสมผลัดใบตะคร้อเด่น มีค่าของสมบัติดินทางเคมีมากกว่าสังคมพืชอื่น ๆ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (6.67) อินทรียวัตถุ (5.49 เปอร์เซ็นต์) ไนโตรเจน (0.26 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัส (21.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แคลเซียม (1,600.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และแมกนีเซียม (190.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนสังคมพืชป่าผลัดใบมะค่าโมงเด่นมีสมบัติดินทางเคมีรองลงมา และตามด้วยสังคมป่าเต็งรังยางพลวงเด่นที่มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาความแตกต่างทางสถิติพบว่า ไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของทั้งสามสังคมพืช (Table 3) จากผลการศึกษาดังกล่าวคาดว่าสังคมป่าผสมผลัดใบตะคร้อเด่นมักปรากฏอยู่บริเวณริมห้วยทำให้มีการสะสมธาตุอาหารมากกว่าสังคมพืชอื่น ๆ ประกอบกับสังคมพืชแห่งนี้มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูงจึงทำให้สามารถเก็บกักธาตุอาหารได้ดี (Kaewfoo *et al*., 2010) ส่วนป่าเต็งรังยางพลวงเด่นมีปริมาณธาตุอาหารต่ำนั้นถือว่าเป็นเรื่องปกติเนื่องจากป่าผสมผลัดใบส่วนใหญ่มักปรากฏธาตุอาหารสูงกว่าป่าเต็งรัง (Thammanu *et al*., 2020) อย่างไรก็ตามป่าเต็งรังยางพลวงเด่นในพื้นที่แห่งนี้ยังมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าป่าเต็งรังอื่น ๆที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา เช่น บริเวณแพะเมืองผี จังหวัดแพร่ เป็นต้น (Srikoon *et al*., 2021)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยดินและองค์ประกอบชนิดไม้ต้น

การจัดลำดับสังคมพืชในพื้นที่ พบว่าค่า Eigenvalue บนแกนที่ 1 (axis 1) แกนที่ 2 (axis 2) และแกนที่ 3 (axis 3) มีค่าเท่ากับ 0.816, 0.318 และ 0.213 ตามลำดับ การใช้แกนที่ 1 และ 2 อธิบายผลความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชและปัจจัยดินจึงมีความถูกต้องสูง โดยสมบัติดินมีอิทธิพลต่อการปรากฏของพรรณไม้และสามารถแบ่งการกระจายไม้เด่นได้ 3 กลุ่ม (Figure 3) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ชนิดไม้เด่นของสังคมป่าผลัดใบมะค่าโมงเด่น (MDF-AF) ส่วนใหญ่ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทรายแป้ง (Silt) ชนิดไม้สำคัญ เช่น มะค่าโมง (AFZXY) ตะแบกเปลือกบาง (LAGDU) สะแกแสง (CANBR) กระโดน (CARAR) ติ้วขน (CARFO) และพญารากดำ (DIOVA) เป็นต้น การปรากฏอนุภาคทรายแป้งปริมาณมากในสังคมพืชแห่งนี้อาจเกิดมาจากวัตถุต้นกำเนิดดิน (FAO, 1975) โดยทรายแป้งมีบทบาทสำคัญที่ทำให้เนื้อดินเกิดความร่วนซุยทำให้มีการถ่ายเทธาตุอาหารได้ดี (Zhu *et al*. 2020)

ส่งผลให้องค์ประกอบชนิดไม้ต้นมีความหลากหลายตามไปด้วย ความร่วนซุยของดินถือว่าเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของป่าผสมผลัดใบ (Pairuang *et al*., 2020) ส่งผลให้ชนิดไม้ที่เป็นไม้ดัชนีของป่าผสมผลัดใบ เช่น มะค่าโมง และตะแบกเปลือกบาง สามารถตั้งตัวได้ดีตั้งแต่ระยะกล้าไม้ ไม้รุ่นจนเป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Seeloy-ounkaew *et al*. (2016) ที่พบว่าทรายแป้งเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญในป่าผสมผลัดใบ บริเวณป่าชุมชนแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มที่ 2 ชนิดไม้เด่นของสังคมป่าผลัดใบตะคร้อเด่น (MDF-SC) ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินเหนียว (Clay) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และธาตุอาหารต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ไนโตรเจน ปริมาณอินทรียวัตถุ ประกอบด้วย ตะคร้อ (SCHOL) สมอพิเภก (TERBE) ตะแบกแดง (LAGCA) ตะเคียนหนู (ANOAC) และ ผ่าเสี้ยน (VITCA) เป็นต้น เนื่องจากสังคมพืชชนิดนี้ปรากฏอนุภาคดินเหนียวจำนวนมากจึงส่งผลให้เกิดการสะสมธาตุอาหารมากตามไปด้วย เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวจะสามารถเก็บกักธาตุอาหารไว้ในดินได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอนุภาคดินทรายและทรายแป้ง (Kome *et al*., 2019) การสะสมธาตุอาหารในดินนอกจากจะเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินแล้วยังขึ้นอยู่กับการย่อยสลายของเศษซากพืชอีกด้วย เนื่องจากสังคมพืชแห่งนี้มักปรากฏอยู่ตามร่องห้วยจึงมีความชื้นอยู่มากกว่าบริเวณอื่น ๆ อาจเป็นสาเหตุให้ซากพืชเกิดการย่อยสลายได้เร็วขึ้นเนื่องจากความชื้นถือว่าเป็นตัวเร่งในการย่อยสลายของซากพืชเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ชื้นจะมีความเหมาะสมต่อผู้ย่อยสลายมากกว่าในพื้นที่แห้งแล้ง (Krishna & Mohan, 2017) นอกจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่าง ของพื้นที่บริเวณนี้เข้าใกล้สภาพความเป็นกลางมาก อาจเกิดจากในพื้นที่แห่งนี้มีการสะสมแคลเซียมค่อนข้างสูงซึ่งทำให้ดินมีสภาพกลายเป็นเบส (Shareef *et al*., 2019) ในขณะเดียวกันก็มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงเช่นกันซึ่งส่งผลให้ดินมีสภาพกลายเป็นกรด (Zhou *et al*., 2020) และเมื่อสมบัติดินทั้งสองเข้าทำปฏิกิริยากันจึงทำให้สภาพเข้าใกล้ค่าความเป็นกลางคือเป็นกรดอ่อน ๆ มีสภาพที่เหมาะสมกับสังคมพืชในกลุ่มนี้ ดังนั้นจึงถือได้ว่าชนิดไม้เหล่านี้มีปัจจัยกำหนดมากกว่าหมู่ไม้อื่น ๆ ซึ่งในทางนิเวศวิทยาถือว่าชนิดไม้ที่มีปัจจัยจำกัดมากมักจะมีความทนทานทางนิเวศต่ำ เนื่องจากมีความอ่อนไหวต่อปัจจัยแวดล้อมหลายปัจจัย (Craine *et al*., 2012)

กลุ่มที่ 3 ชนิดไม้เด่นของสังคมป่าเต็งรังยางพลวงเด่น (DDF-DI) ส่วนใหญ่ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทราย (Sand) มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ย เท่ากับ 53.34 ได้แก่ พลวง (DIPTU) ยางเหียง (DIPOB) เหมือดโลด (APOVI) ประดู่ (PTEMA) และ ก่อแดง (LITTR) เป็นต้น อนุภาคดินทรายมีต้นกำเนิดดินมาจากหินทรายหรือหินลูกรัง ซึ่งดินที่มีอนุภาคดินทรายจำนวนมากส่งผลให้ดินเก็บกักธาตุอาหารได้น้อย เนื่องจากมีความพรุนของเนื้อดินมากเกินไปจนทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ (Chaturvedi *et al*., 2018) ส่งผลให้หมู่ไม้ที่ปรากฏมีความหลากหลายต่ำ อย่างไรก็ตามอนุภาคดินทรายถือเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญขององค์ประกอบชนิดไม้ในป่าเต็งรัง (Marod & Kudintara, 2009) จึงส่งผลให้ชนิดไม้วงศ์ยางที่มีความทนทานสูง เช่น ยางเหียง และ ยางพลวง สามารถตั้งตัวได้ดีในพื้นที่ป่าแห่งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยในพื้นที่ป่า

เต็งรังอื่น ๆ เช่น ศูนย์พัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริห้วยฮ่องไคร้ จังหวัดเชียงใหม่ (Thichan *et al*., 2020) แพะเมืองผี จังหวัดแพร่ (Srikoon *et al*., 2021) และวนอุทยานสกุโณทยาน จังหวัดพิษณุโลก (Pairuang *et al*., 2020) และป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม จังหวัดลำปาง (Thammanu *et al*., 2020) เป็นต้น

Table 3 Statistical test of three vegetation at Ban Pee Community Forest, Pha Yao province were compared using ANOVA test. Sig., significance; NS, not significant, ***$p < 0.001$.

Soil condition	MDF-AF	MDF-SC	DDF-DI	Sig.
Sand (%)	42.84 ± 10.78	41.84 ± 4.32	53.34 ± 9.11	NS
Silt (%)	30.00 ± 6.32	27.5 ± 1.91	24.12 ± 4.29	NS
Clay (%)	27.16 ± 5.47	30.66 ± 3.41	22.53 ± 5.80	NS
pH	5.72 ± 0.29^{b}	6.67 ± 0.43^{a}	5.03 ± 0.19^{c}	***
OM	3.30 ± 1.07	5.49 ± 2.05	2.96 ± 1.57	NS
N (%)	0.20 ± 0.04	0.26 ± 0.07^{a}	0.15 ± 0.07	NS
P (mg kg^{-1})	5.44 ± 2.28^{b}	21.70 ± 13.60^{a}	5.91 ± 3.03^{b}	***
K (mg kg^{-1})	50.73 ± 27.46	66.25 ± 50.04	34.27 ± 12.08	NS
Ca (mg kg^{-1})	649.33 ± 267.93^{b}	1,600.05 ± 684.11^{a}	90.94 ± 56.12^{c}	***
Mg (mg kg^{-1})	130.58 ± 45.50	190.27 ± 66.85	38.67 ± 27.52	NS

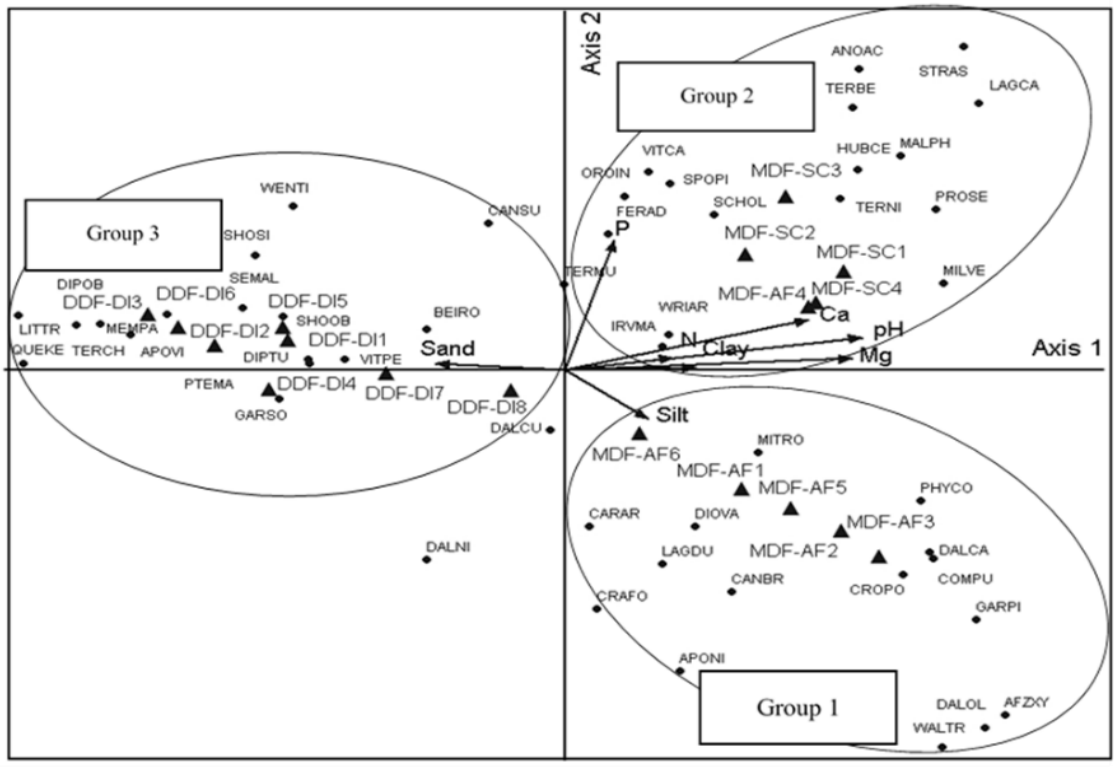

Figure 3 The CCA ordination diagram representing the relationship between the vegetation of tree species and the edaphic factors.

สรุป

ความหลากชนิดไม้ต้นในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปี้ พบชนิดไม้ 126 ชนิด 100 สกุล 41 วงศ์ ชนิดไม้เด่น คือ เหมือดโลด พลวง ตะคร้อ ยางเหียง และประดู่ สังคมพืชมีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นรวม เท่ากับ 817 ต้น/เฮกแตร์ และ 47.70 ตารางเมตร/เฮกแตร์ ตามลำดับ มีความหลากหลายค่อนข้างสูง ($H^{/}$ = 3.93) สมบัติดินโดยเฉพาะส่วนเนื้อดินถือว่าเป็นปัจจัยกำหนดการปรากฏของชนิดไม้เด่นในพื้นที่ โดยสังคมป่าผลัดใบมะค่าโมงเด่นถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทรายแป้ง สังคมป่าผลัดใบตะคร้อเด่น ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินเหนียว ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณธาตุอาหาร ส่วนสังคมป่าเต็งรังยางพลวงเด่น ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทราย

การจัดการป่าชุมชนบ้านปี้ ถือว่าประสบความสำเร็จในการรักษาความหลากหลายของสังคมพืช จนทำให้สามารถรักษาชนิดไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น มะค่าโมง ซึ่งเป็นไม้ขนาดใหญ่ให้คงอยู่ในพื้นที่ อย่างไรก็ตามในการจัดการควรพิจารณาถึงปัจจัยแวดล้อมด้วยโดยเฉพาะสมบัติดิน เนื่องจากหากเกิดการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินอาจทำให้โครงสร้างสังคมพืชเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังนั้นจึงควรมีการสำรวจลักษณะทางพลวัตของสังคมพืชแห่งนี้ในระยะยาว เพื่อติดตามการแปรผันของสังคมพืชอันส่งผลต่อการจัดการป่าอย่างยั่งยืนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Asanok, L., J. Kotkangphlu, S. Rotkhongrai, D. Janduang, P. Ketdi & M. Khamsuk. 2017. The influencing of canopy gap and conspecific adult tree determined the characteristic of dominant species in Ban Se Pa La freshwater swamp forest, Umphang district, Tak province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 1(1): 19-26. (in Thai)

Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. **Oecologia** 143(1): 1-10.

Charuphat, T. 2000. Remote sensing and GIS for tropical forest management. pp. 20-24. *In* **Proceedings of the ninth regional seminar on earth observation for tropical ecosystem management, Khao Yai, Thailand.** 20-24 November, 2000. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Chaturvedi, R. & A. Raghubanshi. 2018. Effect of soil moisture on composition and diversity of trees in tropical dry forest. **MOJ Ecology & Environmental Science**. 3(1): e00059

Community forest management. 2020. **Community Forest Establishment Documents at Ban Pee**. Forest Resource Management Office No.2 (Chiang Rai), Chiang Rai. (in Thai)

Craine, J., B. Engelbrecht, C. Lusk, N. McDowell & H. Poorter. 2012. Resource limitation, tolerance, and the future of ecological plant classification. **Frontiers in Plant Science** https://doi.org/10.3389/fpls.2012.00246

Forestry Research Center. 2013. **Biodiversity of Mae Horpra Forest Plantation Chiang Mai**. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Gadow, K.V., C.Y. Zhang, C. Wehenkel, A. Pommerening, J. Corral-Rivas, M. Korol, S. Myklush, G.Y. Hui, A. Kiviste & X.H. Zhao. 2012. Forest Structure and Diversity. *In* Pukkala, T. and von K. Gadow (eds.). **Continuous Cover Forestry, Managing Forest Ecosystems.** Springer, USA.

John, R., W.J. Dalling, K. Harms, B.J. Yavitt, F.R. Stallard, M. Mirabello, P.S. Hubbell, H. Navarrete, M. Vallejo & B.R. Foster. 2007. Soil nutrients influence spatial distributions of tropical tree species. **Proceedings of the National Academy of Sciences** 104(3): 864-869

Kaewfoo, M., D. Marod, D. Wiwatwittaya & S. Bunyavejchewin. 2010. Effects of some properties of soils from large termite mounds on the vegetation pattern in dry dipterocarp forest at Mae Ping National Park, Lumphun province. **Thai Journal of Forestry** 29(2): 26-36. (in Thai)

Kent, M., R. Lues & P. Coker. 1994. The general classification of Rhesus macaques (*Macaca mulatta*). **Journal of Biology Assay** 11(6): e363.

Khempet, S. & S. Jongkaewwattana, 2021. Loss of forest area in Nan province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 49 (2): 312-322.

Kome, G., R. Enang, F. Tabi & B. Yerima. 2019. Influence of clay minerals on some soil fertility attributes: a review. **Open Journal of Soil Science** 9: 155-188.

Krishna, M. & M. Mohan. 2017. Litter decomposition in forest ecosystems: a review. **Energy, Ecology and Environment** 2(4): 236–249.

Laing, R.S., K.H. Ong, R.J.H. Kueh, N.G. Mang, P.J.H. King & M. Sait. 2019. Stand structure, floristic composition and species diversity along altitudinal gradients of a Bornean mountain range 30 years after selective logging. **Journal of Mountain Science** 16(6): 1419-1434.

Long, C., X. Yang, W. Long, Li, D. Zhou & H. Zhang. 2018. Soil nutrients influence plant community assembly in two tropical coastal secondary forests. **Tropical Conservation Science** 11: 1940082918817956.

Magurran, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement.** Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

Marod, D., P. Duengkae, J. Thongsawi, W. Phumphuang, S. Thinkamphaeng & S. Hermhuk. 2017. Tree stands clustering and carbon stock assessment of deciduous dipterocarp forest at Kasetsart University Chalermphrakiat Sakonnakhon province campus, Sakonnakhon province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 1(1): 1-9. (in Thai)

Marod, D & U. Kutintara. 2009. **Forest Ecology.** Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

McCune, B. & M. J. Mefford. 2011. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data**. Version 6.0 for Windows. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

National Forest Policy and National Forest Development Planning Commission. 2019. **National forest policy**. Planning and information office, Royal Forest department, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Pairuang, N., C. Thapyai & L. Asanok. 2020. The Influence of Fire Protection on Plant Community Changes in Sakunothayan Botanical Garden, Wang Thong District, Phitsanulok Province**.** **Thai Journal of Forestry** 39(1): 28-40. (in Thai)

Pattarathum, A. 2007. Forest problem in Thailand. **Journal of Forest Management** 1(2):86-100. (in Thai)

Pooma, R. & S. Suddee. 2014. **Plant Name of Thailand Tem Smitinan, Edition 2014**. Forest Herbarium-BKF. Department of National Park, Bangkok. (in Thai)

RECOFTC. 1999. **Community forests**. The essence and issues. Working Group on Community Forest Support in Thailand, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Royal Forest Department. 2019. **Forest Statistics**. Department of Forestry Statistics, Forest land management office, Bangkok. (in Thai)

Royal Forest Department. 2020. **Forest Statistics**. Department of Forestry Statistics, Forest land management office, Bangkok. (in Thai)

Royal Forest Department. 2022. **Community Forestry Ban Pee, Chiang kham, Phayao**. Project Design Document, Community Forest Department, Bangkok. (in Thai)

Ruangpanit, N. 2005. **Forests and forestry in Thailand**. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Sakurai, K., S. Tanaka & S. Ishizuka. 1998. Differences in soil Properties of dry Evergreen and dry Deciduous forests in the Sakaerat Environmental. **Tropics** 8: 61–80.

Seeloy-ounkaew, T., S. Khamyong, N. Anongrak & P. Maneeya. 2016. Some Morphology of Forest Soils in Two Community Forests, Mae Wang District, Chiang Mai Province. **Thai Journal of Forestry** 35(3): 72-85. (in Thai)

Shareef, S.R., A.S. Mamat & M.R. Al-Shaheen. 2019. The Effect of Soil PH, High-Calcium Compost and Cadmium on Some of Growth Characters in Corn (*Zea maysl*). **ARC Journal of Pharmaceutical Sciences (AJPS)** 5(4): 16-27.

Sorensen, T.A. 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. **Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter** 5: 1-34.

Srikoon, P., R. Taweesuk, P. Pramosri, P. Junkeaw & L. Asanok. 2021. Vegetation community characteristics and edaphic factors in 40 years fire protection of dwarf deciduous dipterocarp forest, Phae Muang Phi Forest Park, Phrae province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 5(1): 33-52.

Sungkaew, S. 2019. **Field Dendrology**. Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok.

Thichan, T., S. Khamyong, N. Anongrak, A. Boontun & P. Kachina, 2020. Seasonal variation of soil moisture in dry dipterocarp forest on sandstone and volcanic rock at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 48(6): 1330-1341. (in Thai)

Thammanu, S., D. Marod, H. Han, N. Bhusal, L. Asanok, P. Ketdee, N. Gaewsingha, S. Lee & J. Chung. 2020. The influence of environmental factors on species composition and distribution in a community forest in Northern Thailand. **Journal of Forestry Research** 32: 649–662.

Zhou, W., G. Han, M. Liu, J. Zeng, B. Liang, J. Liu & R. Qu. 2020. Determining the distribution and interaction of soil organic carbon, nitrogen, pH and texture in soil profiles: a case study in the Lancangjiang River Basin, Southwest China. **Forests** 11: 532.

Zhu, P., G. Zhang, H. Wang & S. Xing. 2020. Soil infiltration properties affected by typical plant communities on steep gully slopes on the Loess Plateau of China. **Journal of Hydrology** 590: 125535.

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 49-62 (2565)

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความหลากชนิดและลักษณะสังคมพืชป่าชายเลน บริเวณโรงไฟฟ้าบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

เบญจวรรณ ชิวปรีชา[1*] และ วิชญา กันบัว[2]

รับต้นฉบับ: 9 พฤษภาคม 2565 ฉบับแก้ไข: 20 มิถุนายน 2565 รับลงพิมพ์: 27 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

ป่าชายเลนร่องน้ำจืดเป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะ พบกระจายตัวปะปนไปกับชุมชนส่งผลให้เกิดหย่อมป่า การอนุรักษ์ป่าชายเลนในพื้นที่ต้องอาศัยข้อมูลพรรณไม้ที่เพียงพอ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความหลากชนิด และสังคมพืชป่าชายเลน ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช โรงไฟฟ้าบางปะกง โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 10 x 50 เมตร จำนวน 4 แปลงหลัก (A, B, C, D) เป็นแนวตั้งฉากกับฝั่งคลองบางนางเข้าไปในแนวด้านในของป่าชายเลน

ผลการศึกษาพบพรรณไม้ป่าชายเลน 10 วงศ์ 13 สกุล 15 ชนิด และพืชที่ไม่ใช่พรรณไม้ป่าชายเลนขึ้นปะปน 2 วงศ์ 3 สกุล 3 ชนิด ความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดไม้ต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 790 ต้นต่อแฮกแตร์ และ 7.15 ตารางเมตรต่อแฮกแตร์ ตามลำดับ พรรณไม้เด่น ของแปลง A คือ ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* J. Koenig) แปลง B และ C คือ ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha* L.) ในขณะที่แปลง D คือ โพทะเลก้านยาว (*Thespesia populneoides* (Roxb.) Kostel.) ดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างแปลง มีค่าเท่ากับ 66.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาจากดัชนีความหลากหลายของพืชมีค่าต่ำมาก (H/ มีค่าระหว่าง 0.95 - 1.15) จึงควรปลูกป่าทดแทนเพื่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงป้องกันการรบกวนพื้นที่ เพื่อให้ไม้หนุ่มและกล้าไม้ มีโอกาสเจริญทดแทนตามธรรมชาติต่อไป

คำสำคัญ: ป่าชายเลนร่องน้ำจืด ปากแม่น้ำบางปะกง การอนุรักษ์ป่าชายเลน สถานะพืช

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

[2] ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: Email: benchawon@buu.ac.th

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 49-62 (2565)

ORIGINAL ARTICLE

Species Diversity and Characteristic of Mangrove Forest at Bang Pakong Power Plant, Chachoengsao Province

Benchawon Chiwapreecha[1*] and Vichaya Gunbua [2]

Received: 6 May 2022 Revised: 20 June 2022 Accepted: 27 June 2022

ABSTRACT

Riverine forests are unique ecosystems that distribute among urban areas induced the forest patches. Then, the conservation of mangrove ecosystems requires the sufficient data and information about the characteristics of mangrove plants. This research aimed to clarify the species composition and structure of mangrove communities at Plant Genetic Protection Area of RSPG - Bangpakong powerplant. The four sample plots (A, B, C, D) of 10 x 50 m were set up across the coast of Bang Nang canal directed into the remnant of mangrove forest.

The results showed that true mangroves species was found, 15 species 13 genera 10 families and the others were 3 species 3 genera 2 families. The total density and basal area were 790 individual.ha^{-1} and 7.15 m^2.ha^{-1}, respectively. Based on importance value index, *Xylocarpus granatum* J. Koenig, *Excoecaria agallocha* L. *Thespesia populniodes* (Roxb.) Kostel. were dominance species in site A, B-C and D respectively. The similarity index between the plots was intermediate value, 66.67 %. The low diversity indicated that. The diversity index ($H^{/}$) of each plot was very low (ranged from 0.95 - 1.15), thus, the forest restoration should been done for increasing high species diversity. In order to increase the natural establishment of seedlings and saplings, mangrove forest area protection is urgently needed.

Keyword: Riverine forests, Bang Pakong river estuary, Mangrove conservation, Plants status

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, Thailand 20131

[2] Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, Thailand 20131

***Corresponding author**: E-mail: benchawon@buu.ac.th

คำนำ

ป่าชายเลนมีความหมายถึงสังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลระหว่างน้ำขึ้นสูงสุด และน้ำลงต่ำสุด พืชป่าชายเลนมีการปรับตัวและเปลี่ยนแปลงลักษณะบางประการของระบบราก ลำต้น ใบ ดอก และ ผลทั้งลักษณะภายในและภายนอกให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ได้แก่ การมีรากค้ำ (Prop root) และรากหายใจ (Pneumatophore) เป็นต้น ป่าชายเลนในประเทศไทย พบได้บริเวณปากแม่น้ำ ลำคลอง และชายฝั่งที่มีน้ำทะเลท่วมถึง (Aksornkoae *et al.* 1992) ประโยชน์ของป่าชายเลนมีทั้งทางตรงโดยเป็นแหล่งอาหาร ไม้ใช้สอย และสมุนไพร รวมทั้งประโยชน์ทางอ้อมเป็นแหล่งธรรมชาติที่เหมาะแก่พักผ่อน หรือเรียนรู้ด้านนิเวศแก่ผู้สนใจ

ความสำคัญของป่าชายเลนปากแม่น้ำบางปะกง ถือได้ว่าเป็นตัวกรองดูดซับมลภาวะในลำน้ำก่อนไหลลงสู่ทะเล รวมถึงเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ มีส่วนช่วยลดสภาวะโลกร้อน รวมทั้งลดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง หากสังคมพืชป่าชายเลนริมฝั่งแม่น้ำถูกทำลายลงไป ย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทะเลที่เป็นแหล่งเจริญแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำที่เป็นอาหารสำคัญของมนุษย์ และผลกระทบที่เกิดกับสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Dung *et al*., 2016)

คลองบางนาง เป็นร่องน้ำธรรมชาติที่แยกมาจากแม่น้ำบางปะกง มีสภาพสองฝั่งคลองเป็นป่าชายเลนร่องน้ำจืด (riverine forest) กล่าวคือเป็นป่าชายเลนตามร่องน้ำที่ได้รับน้ำจืดจากการไหลมาจากต้นน้ำอย่างสม่ำเสมอ ต่างจากป่าชายเลนตามขอบชายฝั่ง (Fringing forest) ที่พบบริเวณชายฝั่งทะเล และมีน้ำทะเลท่วมถึงเกือบตลอดวัน (Bunyavejchewin & Buasalee, 2011) เมื่อเวลาผ่านไปชุมชนมีการขยายเป็นชุมชนเมืองมากขึ้น มีความต้องการพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการสร้างบ้านเรือนตามแนวฝั่งคลอง ทำให้เกิดปัญหาการสูญเสียพื้นที่ป่าชายเลนอย่างต่อเนื่อง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นหน่วยงานหนึ่งที่เล็งเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรท้องถิ่นในพื้นที่ที่การไฟฟ้าตั้งอยู่ จึงสนับสนุนจัดพื้นที่ส่วนหนึ่งของโรงไฟฟ้าบางปะกง ที่มีพื้นที่ติดกับคลองบางนาง และยังคงสภาพป่าชายเลนร่องน้ำจืด ให้เข้าร่วมสนองพระราชดำริ ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (Electricity Generating Authority of Thailand, 2018)

การอนุรักษ์หรือการจัดการป่าชายเลนต้องอาศัยข้อมูลความหลากหลาย และลักษณะสังคมพืช ได้แก่ ชนิดพืชเด่นที่ปรากฏในพื้นที่ และพืชชนิดอื่น ๆ ที่เจริญร่วมกัน หรือชนิดพืชที่มีสถานะหายากที่สามารถขึ้นได้เฉพาะนิเวศนั้น ซึ่งเมื่อนิเวศถูกทำลายพืชเหล่านี้อาจสูญหายไปจากพื้นที่ ข้อมูลชนิด และสังคมพืชที่ศึกษาได้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำมาวางแผนเพื่อการอนุรักษ์แหล่งที่อยู่ (Habitat conservation) การจัดปลูกป่าทดแทนโดยใช้พืชชนิดเดียวกับที่เจริญอยู่ในพื้นที่เป้าหมาย เนื่องจากพืชชนิดดั้งเดิมตอบสนองต่อสภาพแหล่งที่อยู่นั้นได้เป็นอย่างดี หรือการนำพืชป่าชายเลนชนิดอื่นมาปลูกเสริมเพื่อให้เกิดความหลากหลาย รวมทั้งการควบคุมพื้นที่เพื่อปล่อยให้พืชได้ขยายพันธุ์ในธรรมชาติโดยไม่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์

อย่างไรก็ตามความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่า ด้วยการทำให้คนในชุมชนเห็นคุณค่าด้านต่าง ๆ ของป่าชายเลน เช่น ความมั่นคงทางอาหาร การเพิ่มขึ้นของรายได้จากประมงพื้นบ้าน ความมั่นคงของถิ่นที่อยู่ เพราะป่าชายเลนช่วยป้องกันการกัดเซาะ และให้คุณภาพชีวิตที่ดีจากสภาพแวดล้อม การให้ความรู้สึกถึงความเป็นเจ้าของทรัพยากรที่ทรงคุณค่าของคนในชุมชน จึงจะประสบความสำเร็จด้านงานอนุรักษ์ในระดับท้องถิ่น โดยเฉพาะการให้ความรู้แก่เยาวชนโดยรอบของพื้นที่เป้าหมาย (Aheto *et al*., 2016) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โรงไฟฟ้าบางประกง ตระหนักเรื่องการอนุรักษ์และการให้ความรู้แก่เยาวชน แต่ยังขาดข้อมูลทรัพยากรพืชในพื้นที่ งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิด และลักษณะสังคมพืชป่าชายเลน ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปใช้เพื่อวางแผนอนุรักษ์ และพัฒนาพื้นที่เป็นเส้นทางศึกษาธรรมชาติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการในพื้นที่ปกปักโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โรงไฟฟ้าบางปะกง พื้นที่วิจัยตั้งอยู่ หมู่ 7 ตำบลท่าข้าม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ขนาดพื้นที่ 7 ไร่ พิกัดภูมิศาสตร์ของอำเภอบางปะกง ละติจูดที่ 13.543 ลองจิจูดที่ 100.993 (Figure 1) ภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1-2 เมตร พื้นที่บางส่วนอยู่ติดทะเล มีสภาพเป็นป่าชายเลน สภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกง น้ำจืดอยู่ประมาณ 6 เดือน และมีน้ำเค็มประมาณ 6 เดือน อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 22 องศาเซสเซียส และสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 32 องศาเซสเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเท่ากับ 242 มิลลิเมตร (Weatherspark, 2022)

2. การเก็บข้อมูล

1) วางแปลงตัวอย่างถาวร ขนาด 10 เมตร x 50 เมตร จำนวน 4 แปลง (แปลง A แปลง B แปลง C และแปลง D) ไปตามแนวชายคลองบางนาง โดยวางแปลงสำรวจตั้งฉากกับฝั่งคลองเข้าสู่พื้นที่ป่าชายเลน แต่ละแปลงหลักแบ่งออกเป็นแปลงย่อย ขนาด 10 x 10 เมตร บันทึกพิกัดดาวเทียมด้วย GPS (Garmin รุ่น eTrex Vista HCx, Taiwan)

2) ภายในแปลง 10 x 10 เมตร ทำการติดแผ่นหมายเลขอลูมิเนียมลงบนต้นไม้ วัดขนาดเส้นรอบวง และระบุชนิดไม้ทุกต้น ที่มีเส้นรอบวงเท่ากับหรือมากกว่า 14 เซนติเมตร ที่ระดับความความสูงเพียงอก (1.3 เมตร) สำหรับชนิดไม้ที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ก็ทำการเก็บตัวอย่างพรรณไม้เพื่อนำมาระบุชนิดกับชนิดไม้ที่ระบุชนิดไว้แล้วของ หอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยระบุชนิดพืชตามเอกสารของ Trakulsiripanich *et al.* (2009) และ Aksornkoae *et al.* (1992) พร้อมตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ผ่านระบบออนไลน์จาก

Application Thai Plant Names (https://play.google.com/store/apps/details) และ The Plant List (http://www.theplantlist.org/)

3) วางแปลงตัวอย่างชั่วคราว ขนาด 4 เมตร x 4 เมตร และขนาด 1 x 1 เมตร ลงในมุมด้านซ้ายล่างของแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร โดยให้มุมแปลงวางซ้อนทับกัน เพื่อทำการบันทึกข้อมูลชนิดและจำนวนต้นไม้ทั้ง ไม้รุ่น (Sapling) และกล้าไม้ (Seedling) ในแต่ละขนาดแปลงตามลำดับ

4) ทำการสำรวจชนิดพันธุ์ไม้ที่พบเพิ่มเติมบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงแปลงถาวรและแนวเส้นทางเดินตามธรรมชาติ เพื่อให้ได้ข้อมูลชนิดพืชในพื้นที่ปกปักทางพันธุกรรมพืชที่ครบถ้วน

Figure 1 Field surveys locations. (https://www.google.com/maps/@13.4992012,101.0234573,15z)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ดัชนีความสำคัญ (importance value index, IVI) ตามวิธีของ Duangjai & Trisurat (2015) โดย IVI เป็นผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RDo) ของไม้แต่ละชนิด

2. ดัชนีความหลากหลาย ของ Shannon diversity index (H′) คำนวณดังนี้

$$H' = -\sum_{i=1}^{S}(p_i \ln p_i)$$

H' = ดัชนีความหลากชนิด

S = จำนวนชนิดพืชทั้งหมดที่พบ

pi = อัตราส่วนของจำนวนชนิดที่ i ต่อผลรวมของจำนวนทั้งหมด เมื่อ i =1, 2…S

3. ดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity) ใช้ดัชนีของ Sorensen ดังนี้

$$ISs = \frac{2c\ x\ 100\ \%}{a + b + 2c}$$

a = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะสังคม A

b = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบเฉพาะสังคม B

c = จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบทั้งสังคม A และ B

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิดพืช

ผลการศึกษาความหลากชนิดพรรณไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ปกปักโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โรงไฟฟ้าบางปะกง พบพรรณไม้ป่าชายเลน 10 วงศ์ 13 สกุล 15 ชนิด (Table 1) ได้แก่ ขลู่ (*Pluchea indica* (L.) Less.) จาก (*Nypa fruticans* Wurmb) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* J. Koenig) ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha* L.) ถอบแถบเถา (*Derris trifoliata* Lour.) ปรงทะเล (*Acrostichum aureum* L.) ปอทะเล (*Hibiscus tilliaceus* L.) โพทะเลก้านสั้น (*Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa) โพทะเลก้านยาว (*Thespesia populneoides* (Roxb.) Kostel.) ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) แสมขาว (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) แสมดำ (*Avicennia officinalis* L.) หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis* Aiton) หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa* (Blume) Benth. & Hook.f.) และหวายลิง (*Flagellaria indica* L.) (Figure 2)

พืชที่ไม่ใช่พรรณไม้ป่าชายเลนขึ้นปะปน 2 วงศ์ 3 สกุล 3 ชนิด (Figure 3) ได้แก่ มะขามเทศ (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.) สวาด (*Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb.) และสะแกนา (*Combretum quadrangulare* Kurz)

พรรณพืชป่าชายเลนที่พบในการศึกษาครั้งนี้ มีความหลากชนิดใกล้เคียงกับรายงานของ Department of Marine and Coastal Resources (2018) ระบุถึงความหลากหลายพืชป่าชายเลนของทั้งจังหวัดฉะเชิงเทรา พบพันธุ์ไม้ 6 วงศ์ 8 สกุล 13 ชนิด และจากรายงานของ Waitook *et al.* (2017) สำรวจความหลากหลายของพืชป่าชายเลนในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ที่เป็นแนวป่าชายเลนติดต่อกับพื้นที่โรงไฟฟ้าบางปะกง พบพรรณไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด ได้แก่ แสมขาว แสมทะเล ตาตุ่มทะเล โพทะเล ตะบูนขาว ตะบูนดำ โปรงแดง โกงกางใบเล็ก ลำพู และลำแพน ทั้งนี้ในรายงานระบุว่าพื้นที่ติดชุมชนพบสังคมหมู่ไม้ตะบูนขาว ส่วนพื้นที่ติดทะเลพบสังคมพืชสกุลแสม ซึ่งมีความสอดคล้องกับการวิจัยนี้ที่พบการปรากฏของชนิดพรรณไม้คล้ายคลึงกัน ได้แก่ แสมขาว ตาตุ่มทะเล โพทะเล ตะบูนขาว และลำพู อย่างไรก็ตามอาจพบชนิดพืชแตกต่างกันไปบ้าง เนื่องมาจากปัจจัยแวดล้อมที่ต่างกัน โดยป่าชายเลนบริเวณโรงไฟฟ้าบางปะกง ไม่มีส่วนใดที่อยู่ติดทะเล แต่เป็นป่าชายเลนร่องน้ำจืด (Riverine forests) ความเค็มเฉลี่ยของน้ำในแม่น้ำบางปะกงที่ไหลผ่านพื้นที่วิจัย มีค่าเฉลี่ยในรอบ 10 ปี อยู่ที่ 10.3 – 15.5 กรัม/ลิตร (Hensawang & Chanphiwat, 2021)

ขณะที่ Nilvichien *et al.* (2012) รายงานว่า ปัจจัยความเค็มนั้นมีผลต่อการแพร่กระจาย

ของชนิดไม้ พรรณไม้ที่ขึ้นได้ในที่มีความเค็มต่ำ มักพบห่างจากชายฝั่งทะเลเข้ามาในแผ่นดินตามร่องน้ำจืด ชนิดสำคัญคือ ตาตุ่มทะเล ตะบูนขาว แสมขาว และหงอนไก่ทะเล ซึ่งพบได้ในพื้นที่วิจัยนี้เช่นกัน สอดคล้องกับรายงานวิจัยพืชป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำ Kapuas เมือง Kubu Raya ประเทศอินโดนีเซีย พบ ตาตุ่มทะเล และตะบูนขาว เป็นพืชชนิดเด่นของป่าชายเลนร่องน้ำจืด เช่นเดียวกับป่าชายเลนริมแม่น้ำ Balox รัฐปาหัง ประเทศมาเลเซีย พบตะบูนขาวตลอดแนวสำรวจ รวมทั้งพืชชนิดอื่น ๆ เช่น จาก แสมขาว แสมดำ ลำพู ปอทะเล และหวายลิง (Nugroho *et al*., 2019; Rozainah and Mohamad, 2006)

Table 1 Species list of mangrove plants with habitat and location found at Bang Pakong Power Plant.

Family	Botanical name	Thai name	Site				Habitat	Status
			A	B	C	D		
Acanthaceae	*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.	แสมขาว			√ *	√ *	T	LC
	Avicennia officinalis L.	แสมดำ	√		√		T	LC
Arecaceae	*Nypa fruticans* Warm	จาก	√ *	√ *		√ *	P	LC
Asteraceae	*Pluchea indica* (L.) Less.	ขลู่		√ *	√ *		H	LC
Combretaceae	*Combretum quadrangulare* Kurz	สะแกนา	√	√			T	LC
Euphorbiaceae	*Excoecaria agallocha* L.	ตาตุ่มทะเล		√	√	√	T	LC
Fabaceae	*Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb.	สวาด		√ *			C	RL
	Derris trifoliata Lour.	ถอบแถบทะเล		√ *	√ *	√ *	C	LC
	Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	มะขามเทศ		√			T	ExT
Flagellariaceae	*Flagellaria indica* L.	หวายลิง		√ *		√ *	C	LC
Lythraceae	*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.	ลำพู	√ *			√ *	T	LC
Malvaceae	*Heritiera littoralis* Aiton	หงอนไก่ทะเล	√	√	√	√	T	TRT
	Hibiscus tilliaceus L.	ปอทะเล		√ *	√ *		ST	LC
	Thespesia populneoides (Roxb.) Kostel.	โพทะเลก้านยาว	√	√	√	√	ST	LC
	Thespesia populnea (L.) Sol. ex Corrêa	โพทะเลก้านสั้น	√ *				ST	LC
Meliaceae	*Xylocarpus granatum* J. Koenig	ตะบูนขาว	√		√		T	TRT
Pteridaceae	*Acrostichum aureum* L.	ปรงทะเล	√	√		√	F	LC
Salvadoraceae	*Azima sarmentosa* (Blume) Benth. & Hook.f.	หนามพุงดอ	√		√		C	LC

Remark * Near the experiment plot

C = Climber, F = Fern, H = Herb, P = Palm, ST = Shrubby Tree, T = Tree

ExT = Exotic Tree, LC = Least Concern, RL = Rare (local), TRT = Type A Restricted Timber

Figure 2 Mangrove plants at Bang Pakong Power Plant. A) *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. B) *Avicennia officinalis* L. C) *Nypa fruticans* Wurmb D) *Pluchea indica* (L.) Less. E) *Excoecaria agallocha* L. F) *Derris trifoliata* Lour. G) *Flagellaria indica* L. H) *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. I) *Heritiera littoralis* Aiton J) *Hibiscus tilliaceus* L. K) *Thespesia populneoides* (Roxb.) Kostel. L) *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa M) *Xylocarpus granatum* J. Koenig N) *Acrostichum aureum* L. O) *Azima sarmentosa* (Blume) Benth. & Hook.f.

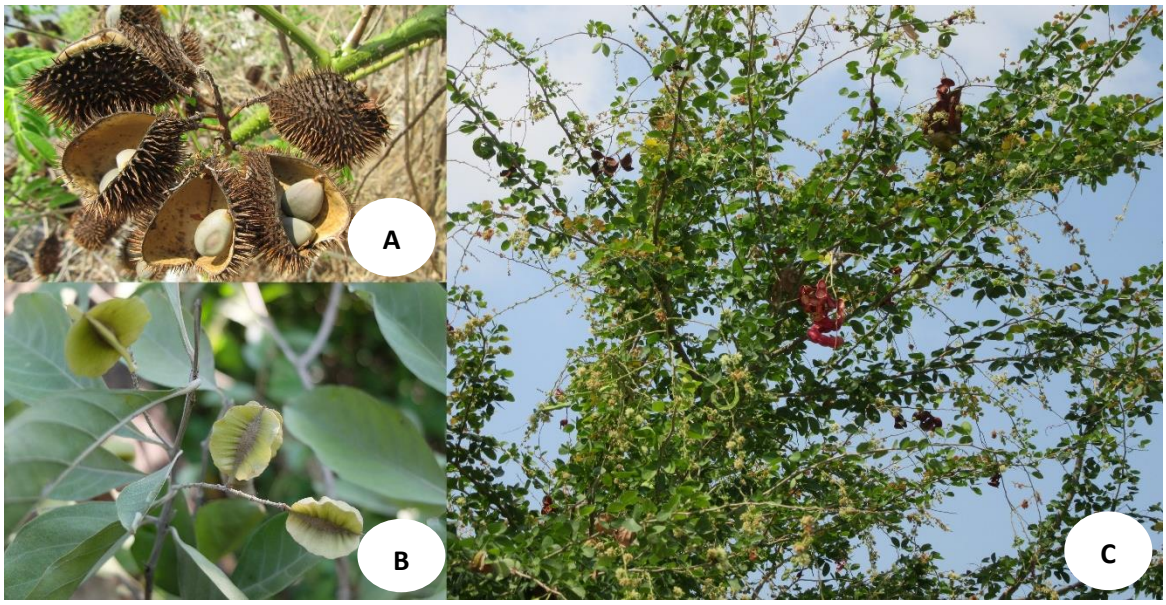

Figure 3 The three associate plants in mangrove. A) *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb. B) *Combretum quadrangulare* Kurz C) *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.

เมื่อนำผลการศึกษาชนิดพืชป่าชายเลนร่องน้ำจืดในครั้งนี้ ไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยป่าชายเลนตามขอบชายฝั่ง (Fringing forest) ของ Chumriang *et al.* (2021) พบชนิดพืชที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยป่าชายเลนของศูนย์วิจัยทรัพยากรป่าชายเลนที่ 6 สตูล ฝั่งมหาสมุทรอินเดีย พบพืชป่าชายเลนที่แท้จริงทั้งหมด และพืชที่พบมากที่สุดคือวงศ์โกงกาง (Rhizophoraceae) จำนวนถึง 7 ชนิด ในขณะที่รายงานการสำรวจความหลากหลายพืชป่าชายเลน ชายฝั่งอ่าวสิเกา จังหวัดตรัง ของ Janyong (2011) ระบุสอดคล้องกับงานสำรวจป่าชายเลนจังหวัดสตูลว่า พบโกงกางใบเล็กมากที่สุด ถึง 57.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือโปรงแดง พบ 19.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพืชทั้ง 2 ชนิดอยู่ในวงศ์โกงกางเช่นเดียวกัน แตกต่างจากแปลงศึกษาโรงไฟฟ้าบางปะกงไม่พบพืชในวงศ์โกงกางที่เจริญตามธรรมชาติ ทั้งนี้ Trakulsiripanich *et al.* (2009) ระบุว่าพืชในสกุลโกงกาง (*Rhizophora* sp.) เจริญได้ดีในเลนอ่อนและมีน้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอ แต่ในพื้นที่ริมคลองบางนางเป็นเลนค่อนข้างแข็ง และฝั่งคลองมีความชันค่อนข้างมากเห็นได้ชัดเจนเมื่อน้ำลงต่ำสุด อาจเป็นอุปสรรคให้ฝักของพืชในวงศ์โกงกาง ไม่สามารถปักลงโคลนแล้วงอกได้

2. โครงสร้างสังคมพืชป่าชายเลน

ในภาพรวมของโครงสร้างป่าชายเลนในพื้นที่ พบว่ามีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดไม้ต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 790 ต้นต่อแฮกแตร์ และ 7.1547 ตารางเมตรต่อแฮกแตร์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามองค์ประกอบพรรณไม้ทั้ง 4 แปลง มีลักษณะที่แตกต่างกันตามชนิดไม้เด่น เมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ โดยที่แปลง A

(Site A) เป็นสังคมตะบูนขาว แปลง B (Site B) และ แปลง C (Site C) เป็นสังคมตาตุ่มทะเล ในขณะที่แปลง D) (Site D) เป็นสังคมโพทะเลก้านยาว (Table 2)

ดัชนีความหลากหลายเมื่อพิจารณาค่าของ Shannon-Weiner ($H^{/}$) มีค่าในช่วง 0.95 - 1.15 ซึ่งนับว่ามีค่าอยู่ในระดับต่ำมาก และเมื่อพิจารณาความคล้ายคลึงระหว่างแปลงพบว่ามีค่าดัชนีความคล้ายคลึง (ISs) อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเท่ากับ 66.67 เปอร์เซ็นต์

Table 2 Some dominance tree species, DBH $\geq$ 14 cm, Density (individual.ha^{-1}) Basal area (m^2.ha^{-1}) importance value index (IVI, %) and Shannon diversity index ($H^{/}$)

Species	Density	Basal area	IVI
Site A: $H^{/}$ **= 1.06**			
ตะบูนขาว (*X. granatum* J. Koenig)	500	1.49	160.06
หงอนไก่ทะเล (*H. littoralis* Aiton)	180	0.76	88.46
แสมดำ (*A. officinalis* L.)	60	0.04	26.14
สะแกนา (*C. quadrangulare* Kurz)	40	0.01	13.82
โพทะเลก้านยาว (*T. populneoides* (Roxb.) Kostel.)	20	0.02	11.52
Site B: $H^{/}$ **= 1.15**			
ตาตุ่มทะเล (*E. agallocha* L.)	360	4.43	177.11
โพทะเลก้านยาว (*T. populneoides* (Roxb.) Kostel.)	360	1.37	82.60
สะแกนา (*C. quadrangulare* Kurz)	60	0.10	21.55
หงอนไก่ทะเล (*H. littoralis* Aiton)	20	0.016	9.64
มะขามเทศ (*P. dulce* (Roxb.) Benth.)	40	0.01	9.49
Site C: $H^{/}$ **= 0.95**			
ตาตุ่มทะเล (*E. agallocha* L.)	480	16.02	166.18
โพทะเลก้านยาว (*T. populneoides* (Roxb.) Kostel.)	400	3.28	100.94
แสมดำ (*A. officinalis* L.)	20	0.23	11.62
หงอนไก่ทะเล (*H. littoralis* Aiton)	20	0.06	10.77
ตะบูนขาว (*X. granatum* J. Koenig)	20	0.01	10.48
Site D: $H^{/}$ **= 1.15**			
โพทะเลก้านยาว (*T. populneoides* (Roxb.) Kostel.)	240	0.26	119.01
ตาตุ่มทะเล (*E. agallocha* L.)	240	0.32	104.49
ตะบูนขาว (*X. granatum* J. Koenig)	60	0.18	45.028
หงอนไก่ทะเล (*H. littoralis* Aiton)	40	0.02	31.47
Total (included other species)	**790**	**7.15**	**300.00**

เมื่อพิจารณาความสมบูรณ์ของป่าชายเลน เทียบเคียงกับดัชนีชี้วัดสถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของ Aksornkoae *et al.* (2014) รายงานไว้ว่า ป่าชายเลนสมบูรณ์ต้องมีจำนวนชนิดไม้มากกว่า 20 ชนิด ในขณะที่ป่าชายเลนที่กำลังพัฒนามีจำนวนชนิดไม้ในช่วง 5-20 ชนิด ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าพื้นที่วิจัยจัดอยู่ในโครงสร้างป่าชายเลนกำลังพัฒนา แต่หากพิจารณาจำนวนไม้หนุ่ม และกล้าไม้ กลับพบว่าอยู่ในช่วงป่าเสื่อมโทรม เนื่องจากตกอยู่ในเกณฑ์ของป่าชายเลนเสื่อมโทรม (ต่ำกว่า 3,000 ต้นต่อไร่)

พรรณไม้ที่มีดัชนีความสำคัญ ในแปลงศึกษาทั้ง 4 แปลงหลักได้แก่ ตาตุ่มทะเล โพทะเล ก้านยาว และตะบูนขาว จากรายงานของ Trakulsiripanich *et al.* (2009) ระบุว่าพืชทั้ง 3 ชนิด เจริญได้ดีในเขตน้ำกร่อย สอดคล้องกับรายงานของ Nugroho *et al.* (2019) ที่พบว่าพืชที่ขึ้นได้ดีในเขตป่าชายเลนร่องน้ำจืด ได้แก่ ตาตุ่มทะเล และตะบูนขาว สาเหตุหนึ่งที่ตะบูนขาวเป็นพืชเด่นในสภาพพื้นที่ริมลำคลองน้ำจืดที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุน โดยพิจารณางานวิจัย Allen *et al.* (2003) รายงานว่าตะบูนขาวสามารถเจริญปรับตัวได้ในที่มีความเค็มต่ำ โดยมีการทดลองนำเมล็ดตะบูนขาวมาเพาะในแปลง พบว่าเมล็ดตะบูนขาวมีอัตราการงอกสูงเมื่อรดด้วยน้ำจืด อาจกล่าวได้ว่าระดับเค็มของดินและน้ำ มีผลต่อการแพร่กระจายของตะบูนขาว

จากงานวิจัยนี้พบว่า ถึงแม้ตาตุ่มทะเลที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูง ใน site B และ C แต่เป็นพืชที่ไม่เหมาะแก่การนำไปใช้ปลูกเพื่อฟื้นฟูป่า เนื่องจากมีรายงานความเป็นพิษของน้ำยางจากต้นตาตุ่มทะเล โดย Chan *et al.* (2018) พบว่าน้ำยางสีขาวที่พบในต้นตาตุ่มทะเลมีพิษต่อมนุษย์โดยทำให้เกิดอาการตาบอดชั่วคราว และผิวหนังพุพอง ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงหากต้องการจัดทำเส้นทางศึกษาธรรมชาติ และให้ความรู้แก่เยาวชน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น

จากรายงานของ Department of Marine and Coastal Resources (2018) ระบุถึงดัชนีความหลากหลาย (H') ของพืชป่าชายเลนตั้งแต่เขตอำเภอเมือง อำเภอบ้านโพธิ์ และอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีค่าเท่ากับ 1.56 ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับรายงานของ Waitook *et al.* (2017) ที่ศึกษาความหลากหลายของพืชป่าชายเลนเชิงนิเวศวิถีของชุมชน ในพื้นที่ตำบลคลองตำหรุ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เขตติดต่อกับอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าดัชนีความหลากหลายของพืชป่าชายเลน มีค่าอยู่ในช่วง 1.29 -1.44 แสดงให้เห็นว่ามีค่าสูงกว่างานวิจัยนี้ แต่หากนำไปเปรียบเทียบกับความหลากหลายของพืชในป่าบก พบว่าพืชป่าชายเลนมีค่าความหลากหลายต่ำกว่ามาก ดังรายงานของ Marod *et al.* (2018) ที่ได้ศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ป่าดิบแล้งผ่านการรบกวน ในสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พบความหลากชนิด (H') ถึง 2.67 อย่างไรก็ตามสาเหตุที่พืชป่าชายเลนมีค่าความหลากชนิดค่อนข้างต่ำ เนื่องมาจากพืชป่าชายเลนมักเจริญเป็นกลุ่ม (stand) โดยไม่มีพืชชนิดอื่นมาขึ้นร่วม มีขนาดลำต้นและความสูงของประชากรในกลุ่มใกล้เคียงกัน เช่นหมู่ไม้โกงกาง หมู่ไม้แสม (Bunyavejchewin & Buasalee, 2011)

สำหรับดัชนีความคล้ายคลึงของสังคมพืชที่ได้จากการวิเคราะห์เฉพาะไม้ใหญ่

เปรียบเทียบกันระหว่างแปลงตัวอย่าง มีค่าในระดับปานกลาง (66.67 %) นั้นแสดงให้เห็นว่าพรรณไม้มีการกระจาย และเข้ามาตั้งตัวได้ในพื้นที่ด้านในที่มีระยะห่างจากแม่น้ำบางปะกงพอควร อย่างไรก็ตามจำนวนไม้หนุ่มและลูกไม้ตลอดแนวคลองบางนาง มีจำนวนอยู่ในระดับต่ำ (Table 3) เมื่อเทียบกับดัชนีวัดสถานภาพการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของป่าชายเลนเสื่อมโทรม (Aksornkoae *et al.*, 2014) ส่งผลต่อการเจริญทดแทนของพรรณไม้ในอนาคต หน่วยงานที่รับผิดชอบควรมีมาตรการในการจัดการพื้นที่ เช่น การจัดกิจกรรมปลูกป่าทดแทนเพื่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ และป้องกันการรบกวนหรือเข้าไปเหยียบย่ำในพื้นที่ เพื่อให้ไม้หนุ่ม และกล้าไม้ มีโอกาสเจริญเติบโตได้ในธรรมชาติ

Table 3 Number of plants in each age at 4 study sites (individual per site)

Site	Adult tree	Sapling	Seedling	Species number
A	40	22	65	5
B	42	33	99	5
C	47	20	10	4
D	30	13	24	3
Total	**159**	**88**	**198**	**7**

สรุป

ความหลากหลายชนิดไม้ในป่าชายเลนพื้นที่ปกปักโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โรงไฟฟ้าบางปะกง ถือได้ว่ามีความหลากหลายต่ำมาก (H/) มีค่าระหว่าง 0.95 - 1.15 โดยพบชนิดไม้ป่าชายเลนเพียง 10 วงศ์ 13 สกุล 15 ชนิด รวมถึงการสืบต่อพันธุ์ในระดับไม้หนุ่มและกล้าไม้เกิดขึ้นได้ไม่ดีนัก เนื่องจากยังคงพบร่องรอยการรบกวนพื้นที่อยู่ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าควรจัดส่งเสริมกิจกรรมปลูกป่า เพื่อฟื้นฟูความหลากหลายชนิดพรรณไม้ รวมถึงทำการป้องกันการรบกวนพื้นที่ เพื่อให้ป่าชายเลนในพื้นที่สามารถสืบต่อพันธุ์ได้ตามธรรมชาติได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับการสนับสนุนให้ดำเนินการวิจัยในพื้นที่ศึกษา จากโครงการอนุรักษ์ทางพันธุกรรมพืช อพ.สธ. และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โรงไฟฟ้าบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทุนสนับสนุนการวิจัย ทุนงบประมาณเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่สัญญา 4 / 2561 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

Aheto, D.W., S. Kankam, I. Okyere, E. Mensah, A. Osman, F.E. Jonah & J.C. Mensah. 2016. Community-based mangrove forest management: Implications for local livelihoods and coastal resource conservation along the Volta estuary catchment area of Ghana. **Ocean & Coastal Management** 127(2016): 43-54.

Aksornkoae, S., G.S. Mcxwell, S. Havanond & S. Panichsukho. 1992. **Plants in Mangroves**. Chalongrat Co. Ltd., Bangkok. (in Thai)

Aksornkoae, S., V. Teratanatorn, S. Phanitchart & N. Paphavasit. 2014. Indicators for restoration of mangrove. *In* Paphavasit, N., S. Siriboon, J. Jaiperm and P. Mootui. **Phangrad mangrove Forests: Model for Tripartite Efforts in Mangrove Reforestation.** Prasukchai Printing Ltd., Bangkok. (in Thai)

Allen, J.A., K. W. Krauss & R. D. Hauff. 2003. Factors limiting the intertidal distribution of the mangrove species *Xylocarpus granatum*. **Oecologia** 135: 110–121.

Bunyavejchewin, S. & R. Buasalee. 2011. **Mangroves: Ecology and Flora**. Amarin Printing & Publishing Public Co., Ltd, Bangkok. (in Thai)

Chan, E.W.C., N. Oshiro, M. Kezuka, N. Kimura, K. Baba & H. T. Chan. 2018. Pharmacological potentials and toxicity effects of *Excoecaria agallocha.* **Journal of Applied Pharmaceutical Science** 8(5): 166-173.

Chumriang, P., N. Paduka & N. Duangon. 2021. Structural and Dynamics of Mangrove Forest at Mangrove Forest Resources Research Center 6 (Satun). **Thai Forest Ecological Research Journal** 5(1): 53−64 (in Thai)

Department of Marine and Coastal Resources. 2018. **Department of Marine and Coastal Resource Data. Chachoengsao Province**. Available source: http://www.dmcrth.dmcr.go.th, March 2, 2021. (in Thai)

Duangjai, S. & Y. Trisurat. 2015. Study of Plant communities by sampling plot. pp. 107-120. *In* Sookchaloem, S., S. Suksaed and Y. Trisurat. (Eds.). **Thai Forestry Handbook,** U-Open, Ltd., Bangkok. (in Thai)

Dung, L.V., N.T. Tue, M.T. Nhuan & K. Omori. 2016. Carbon storage in a restored mangrove forest in Can Gio Mangrove Forest Park, Mekong Delta, Vietnam. **Forest Ecology and Management** 380: 31-40.

Electricity Generating Authority of Thailand, Bangpakong Powerplant. 2018. **Plant Genetic Conservation Project Under the Royal Initiation of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn (RSPG)**. Electricity Generating Authority of Thailand, Chachoengsao. (in Thai)

Hensawang, S. & P. Chanphiwat. 2021. **Monitoring salinity of Bang Pakong river: the main river of Eastern Economic Corridor.** Available source: http://www.ej.eric.chula.ac.th/content/6138/308, June 18, 2022. (in Thai)

Janyong, S. 2011. **Structure diversity of mangrove forest nearby communities and away: A Case Study Gulf of Sikao**

Coast, Sikao District, Trang Province. Available source: https://www.repository.rmutsv.ac.th/bitstream/handle/123456789/2080/FullText.pdf?sequence=1,(Acceessed: June 15, 2022). (in Thai)

Marod, D., S. Thinkumpang, J. Thongsawee, W. Phumphung, T. Kokoet, S. Hoemhuek & A. Naktanom. 2018. Forest structure and species composition in the dry evergreen forest at Wang Nam Khiao Forestry Student Training and Research Station, Nakhon Ratchasima province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 2(1): 45−54 (in Thai)

Nilvichien, W., Y. Trisurat & S. Sangtongpraow. 2012. **Distribution and species diversity of tree along soil salinity gradients in mangrove forest, Trat province**. Available source: http://www.Lib.ku.ac.th/KUCONF/2555/kc4909005.pdf. August 2, 2020. (in Thai)

Nugroho, T.S., A. Fahrudin, F. Yuliada & D.G. Bengen. 2019. Structure and composition of riverine and fringe mangroves at Muara Kubu protected areas, West Kalimantan, Indonesia. **AACL Bioflux** 12(1): 378-391.

Rozainah, M.S. & M.R. Mohamad. 2006. Mangrove forest species composition and diversity in Balok river, Pahang, Malaysia. **Ecoprint** 13: 23-27.

Trakulsiripanich, C., T. Sangtiean, K. Thiampang, A. Cherpaiboon, T. Tanhai, W. Nilvichien, P. Chuamphiboon & W. Saechua. 2009. **Mangrove Plants in Thailand (Revised edition)**. Mangrove Conservation Division, Department of Marine and Coastal Resources, Bangkok. (in Thai)

Waitook, S., N. T. Phongkhieo & L. Puangchit. 2017. Plamt biodiversity and mangrove forest utilization based on community ecological. Pp. 326-334. *In* **Proceedinds of The 13th of Naresuan Research Conference**. 20-21 July, 2017. Naresuan University, Phitsanulok. . (in Thai)

Weatherspark. 2022. **Average climate and weather in Bang Pakong**. Available source: https://th.weatherspark.com/y/113426. (Accessed: June 10, 2022). (in Thai)

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 63-81 (2565)

นิพนธ์ต้นฉบับ

ลักษณะสังคมพืชและศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) ในป่าเต็งรัง บริเวณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรัก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่

พิศุทธิ์ ลักษวุธ[1] วรรณา มังกิตะ[1] กฤษดา พงษ์การัณยภาส[2] และ แหลมไทย อาษานอก[2*]

รับต้นฉบับ: 10 เมษายน 2565 ฉบับแก้ไข: 18 พฤษภาคม 2565 รับลงพิมพ์: 19 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะสังคมพืชป่าเต็งรังที่มีรักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์และจัดการการใช้ประโยชน์น้ำยางจากรักใหญ่ตามธรรมชาติ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างป่าเต็งรังและถิ่นที่ขึ้นที่เหมาะสมของรักใหญ่ บริเวณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ โดยสุ่มวางแปลงตัวอย่างแบบเป็นระบบ จำนวน 30 แปลง เก็บข้อมูลพรรณไม้และปัจจัยแวดล้อม

ผลการศึกษา พบชนิดไม้ต้นทั้งหมด 54 ชนิด 47 สกุล ใน 24 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.86 มีค่าความหนาแน่นของหมู่ไม้และขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 1,386 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 30.87 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ การจัดกลุ่มหมู่ไม้แบ่งสังคมพืชในพื้นที่ศึกษาออกได้เป็น 4 หมู่ไม้ ได้แก่ 1) หมู่ไม้พลวง-สนสองใบ 2) หมู่ไม้ก่อแป้น-พลวง 3) หมู่ไม้พลวง-ตาจิ่เคย และ 4) หมู่ไม้รัง-ก่อหัวหมู โดยรักใหญ่มีความหนาแน่นและขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย เท่ากับ 93 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 2.57 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ จากการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการปรากฏของรักใหญ่ในพื้นที่ด้วยวิธีวิเคราะห์สมการถดถอยแบบเส้นตรง พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ ที่ระดับความถูกต้องร้อยละ 88 โดยปัจจัยที่มีผลในเชิงบวกต่อปัจจัยในถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ ได้แก่ ระดับความสูงจากน้ำทะเล ทิศด้านลาด ระยะห่างจากลำห้วย อุณหภูมิเฉลี่ย ความเป็นกรดด่าง ไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม อนุภาคทราย และ อนุภาคทรายแป้ง ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลในเชิงลบ ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ ความโค้งนูนของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และ อนุภาคดินเหนียว การจำแนกศักยภาพของถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ พบว่า มีพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ เท่ากับ 4,392.33, 2,722.48 และ 919.01 เฮคแตร์ ตามลำดับ ดังนั้นการจัดการรักใหญ่เพื่อการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ศึกษาจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความเหมาะสมที่ส่งเสริมการขึ้นอยู่ของรักใหญ่ เป็นสิ่งสำคัญ

คำสำคัญ: ป่าเต็งรัง, ความหลากชนิด, รักใหญ่, ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

[1] สาขาวิชาการจัดการป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

[2] สาขาวิชาเกษตรป่าไม้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: Email: lamthainii@gmail.com

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 6 (1): 63-81 (2565)

ORIGINAL ARTICLE

Vegetation structure characteristics and *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou site identification of deciduous dipterocarp forest in *Gluta usitata* conservation and development of local knowledge using lacquer sap under the Royal Initiative Project, Chiang Mai Province

Pisut Lugsawut[1], Kritsada Phongkaranyaphat[2], Wanna Mangkita[1], and Lamthai Asanok[2*]

Received: 10 April 2022 Revised: 18 May 2022 Accepted: 19 May 2022

ABSTRACT

The study of plant community characteristics of *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou habitat related to environmental factors that emphasize the potential of conservation and utilization of *G. usitata* lacquer sap in natural forest. This study aimed to study the structure and habitat suitability of *G. usitata* in Project of *G. usitata* conservation and development of local knowledge using lacquer sap under the Royal Initiative Project, Chiang Mai Province. Thirty sample plots based on systematic sampling plot were set up. In each plot, all species composition and environmental factors that affected *G. usitata* were collected.

The results showed that, 54 species 47 genera in 24 family were found with, and species diversity index was 2.86. Stems density and basal area of tree were 1,386 stem ha^{-1} and 30.87 m^2ha^{-1}, respectively. The cluster analysis revealed that showed 4 stands; *Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand (DPS), *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS), *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS), and *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) were detected. The stems density and basal area of *G. usitata* were showed that 93 stem ha^{-1} and 2.57 m^2 ha^{-1}, respectively. The relationship model between environmental factors and *G. usitata* using linear regression analysis with high accuracy level (88 %) shown that the positive significant factors included elevation, aspect, distance from river, temperature, pH, N, K, and Mg. In contrast, the negative significant factors were slope, convexity, rainfall, organic matter, P, Ca, and clay. The natural potential site identification for *G. usitata* using GIS can be divided into three levels; high, moderately and low which covered areas of 4,392.33, 2,722.48 and 919.01 hectare, respectively. Thus, the management of *G. usitata* for utilization and conservation should be considered the suitable environmental factors to increase the *G. usitata* habitat suitability.

Keywords: Deciduous dipterocarp forest, Species diversity, *Gluta usitata*, Geographic Information Systems (GIS)

[1]Department of Forest Management Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

[2]Department of Agroforestry Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140

***Corresponding author**: E-mail: lamthainii@gmail.com

คำนำ

รักใหญ่ (*Gluta usitata*) อยู่ในวงศ์มะม่วง (Anacadiaceae) พบตามป่าผสมผลัดใบ ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา รวมถึงป่าเขาหินปูน พบที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 300-1,000 เมตร มีการกระจายพันธุ์ทั่วไปในเขตร้อนของทวีปเอเชียตั้งแต่อินเดียถึงภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สำหรับในประเทศพบว่ามีการกระจายมากในป่าเต็งรังและป่าเต็งรังผสมสน โดยเฉพาะในทางภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทย (Na-nakorn, 2008; Reungrungsri and Mongklakoop, 2004) ไม้สกุลรักใหญ่ (*Gluta* spp.) เป็นชนิดไม้ที่ให้ยางรักที่มีองค์ประกอบทางเคมีสำคัญ คือ สารทิตสิออล (thitsiol) ที่เป็นสารเคมีในกลุ่มสารอนุพันธ์ฟีนอลและแคตตีชอล (Catechol/ phenol derivatives) ซึ่งเมื่อทิ้งไว้ในอากาศจะแข็งตัวโดยการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชัน (Oxidation) (Eiadthong, 2011; Reungrungsri and Mongklakoop, 2004) จึงเป็นที่นิยมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมทำเครื่องเขิน (lacquer wares) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และถูกนำมาใช้ในงานศิลปะไทยหลายแขนง เช่น งานสถาปัตยกรรม ประติมากรรม จิตรกรรม ประณีตศิลป์ ศิลปะและหัตถกรรม รวมถึงผลงานอันทรงคุณค่าทางคติความเชื่อและศาสนาที่ปรากฏใช้ในพิธีกรรมต่าง ๆ (Incong, 2008) แต่ปัจจุบันกลับประสบปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบและจำเป็นต้องนำเข้ายางรักดิบมาจากประเทศเพื่อนบ้าน ด้วยเหตุนี้สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้ากรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงห่วงใยว่างานช่างรักของไทยจะสูญสิ้นไป จึงมีพระราชดำริและพระราชทานแนวทางในการจัดการทางด้านอนุรักษ์ภูมิปัญญาสาขานี้ว่า “ช่างไทยควรใช้ยางรักและวิธีลงรักแบบโบราณในการตกแต่ง ปลูกต้นรัก และเจาะเก็บยางรัก ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญให้พอเพียงกับการใช้งานภายในประเทศและพัฒนาสายพันธุ์ต้นรักให้ได้ผลผลิตสูงโดยมีปริมาณน้ำยางมาก คุณภาพดี เพื่อทำเป็นสินค้าส่งออก และส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องรัก เพื่อการส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ เพื่อเพิ่มรายได้แก่ชุมชนและประเทศชาติ” จึงได้มีการจัดตั้งโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมป่าไม้ ซึ่งมีเป้าหมายในการดำเนินงานภายใต้โครงการดังกล่าว คือ มุ่งเน้นให้เกิดการอนุรักษ์ต้นรักใหญ่และส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (Royal Forest Department, 2009) อย่างไรก็ตามในการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมยางรักให้บรรลุตามเป้าหมายควรเข้าใจในข้อมูลพื้นฐานลักษณะนิเวศและสถานภาพประชากรเสียก่อนเพื่อการจัดการและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของชนิดไม้นี้ในลำดับต่อไป แต่จนถึงปัจจุบันยังไม่ได้มีการศึกษาลักษณะสังคมพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นถิ่นที่ขึ้นที่เหมาะสมของรักใหญ่ในพื้นที่โครงการ ฯ มาก่อน

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของสังคมพืชและความสัมพันธ์ของรักใหญ่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems, GIS) เพื่อประเมินหาถิ่นที่ขึ้นที่เหมาะสมของรักใหญ่ภายในบริเวณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการ

พัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรัก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลมาใช้วางแผนในการจัดการรักใหญ่ ให้มีความยั่งยืนทั้งด้านการอนุรักษ์และการจัดการการใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ศึกษา

พื้นที่ของโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรัก อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ เนื้อที่ 50,000 ไร่ ตั้งท้องที่อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ พิกัด UTM 47 Q 428500 E ถึง 439850 E และ 1968200 N ถึง 1980800 N 433384E (Figure 1)

มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง 820 – 1,138 เมตร ลักษณะภูมิอากาศ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 25.3 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนและฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25 และ 17.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,000 มิลลิเมตร (Amatayakul & Chomtha, 2013) การปกคลุมของสังคมพืชประกอบด้วยป่าเต็งรังและป่าเต็งรังผสมสน มีชนิดไม้หลากหลายชนิด เช่น พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) รัง (*Shorea siamensis*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) เคาะ (*Tristaniopsis burmantica*) มะก่อ (*Lithocarpus ceriferus*) เต็ง (*Shorea obtusa*) สารภีป่า (*Anneslea fragrans*) เหมือดโลด (*Aporusa villosa*) แข้งกวาง (*Wendlandia tinctoria*) และก่อแพะ (*Quercus kerrii*) เป็นต้น (Nuchit *et al.*, 2012)

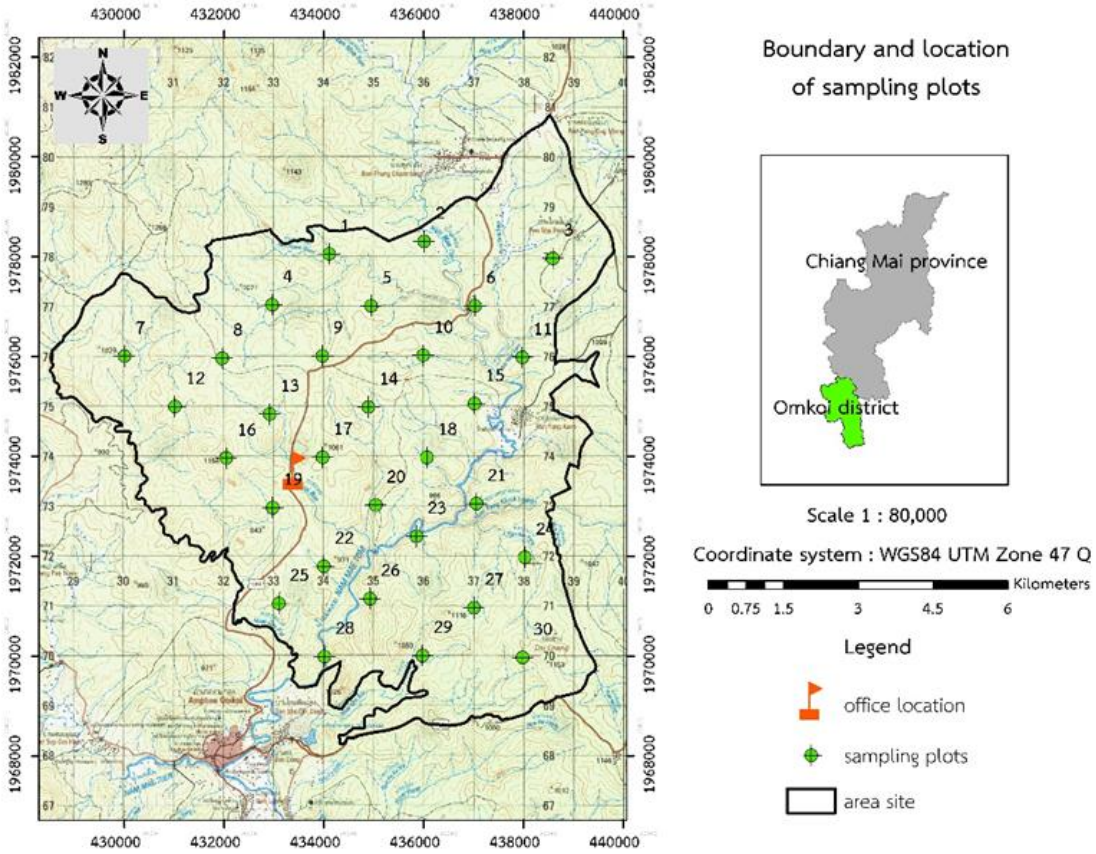

Figure 1 Boundary and location of sampling plots in Omkoi National Forest, Chiang Mai Province.

2. การเก็บข้อมูล

2.1 ทำการกำหนดจุดวางแปลงตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic sampling plot) ในขอบเขตของโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ ท้องที่อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ เนื้อที่ 50,000 ไร่ จำนวน 30 จุด โดยกำหนดเอาจุดตัดของเส้นกริดของแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 เป็นสำคัญ (Figure 1) ในแต่ละจุดที่กำหนดทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 2 0 เมตร ตามวิธีการของ Laing *et al.* (2019) เท่ากับ 30 แปลง ดังนั้นรวมพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเท่ากับ 1.2 เฮกแตร์ และภายในบริเวณกึ่งกลางของแต่ละแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทำการวางแปลงย่อยขนาด 5 เมตร x 5 เมตร แล้วเก็บข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดไม้ในแปลงตัวอย่าง ได้แก่ 1) ไม้ต้น (Tree) ที่มีขนาดความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ 1.30 เมตร (Diameter at breast height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร 2) ไม้รุ่น (Sapling) ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร สูงมากกว่า 1.3 เมตร และ 3) กล้าไม้ (Seedling) ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร สูงน้อยกว่า 1.3 เมตร โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกด้วยเทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter tape) และวัดความสูงด้วยเครื่องวัดแบบเลเซอร์ (Range finder) ของไม้ต้นทุกชนิดที่ปรากฏภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร และทำการนับจำนวนไม้รุ่นและกล้าไม้ทุกชนิดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างขนาด 5 เมตร x 5 เมตร พร้อมทำการจำแนกชนิดโดยระบุชื่อวิทยาศาสตร์ตาม Pooma & Suddee (2014) โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม 2563 - กันยายน 2564

2.2 การเก็บข้อมูลดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยสุ่มขุดตัวอย่างดินภายในแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ทุกแปลง จำนวน 5 จุดต่อแปลง ได้แก่ ตรงจุดศูนย์กลาง และมุมทั้ง 4 เก็บแบบทำลายโครงสร้างดินแล้วทำการคลุกเคล้าตัวอย่างดินทั้ง 5 จุดให้เข้ากัน เพื่อวิเคราะห์หาสมบัติดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (Sand) ดินทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (Clay) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ณ ห้องปฏิบัติการคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2.3 ทำการระบุพิกัดบริเวณจุดกึ่งกลางของแปลงตัวอย่างขนาด 20 เมตร x 20 เมตร แล้วแบ่งเป็นจุดที่พบและที่ไม่พบรักใหญ่ หลังจากนั้นนำเข้าข้อมูลทางด้านกายภาพและภูมิอากาศของแต่ละจุด ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล องศาทิศด้านลาด ความลาดชัน ความโค้งนูนของพื้นที่ ระยะห่างจากลำห้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และ ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย โดยการได้มาซึ่งข้อมูลนั้นใช้วิธีการการวิเคราะห์จากจุดที่กำหนดด้วยวิธีการ ดังนี้

1) แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) มาตราส่วน 1:4,000 แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขเป็นแบบจำลองที่ได้จากการวัดความสูงหรือจุดระดับความสูงที่เป็นตัวแทนของภูมิประเทศ มีการจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล และการนำเสนอแบบจำลองใน

รูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติ (3D) แบบจำลองสามมิติเสมือนจริง การสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขนั้น เป็นกระบวนการรังวัดความสูงของภูมิประเทศ

2) การสร้างขอบเขตอาณาบริเวณ (Buffering) เป็นเทคนิคกำหนดพื้นที่อาณาบริเวณ โดยกำหนดระยะทางจากจุดหรือเส้นกึ่งกลาง ถึงแนวขอบเขตที่ จะสร้างขอบเขตอาณาบริเวณ เช่น การกำหนดอาณาบริเวณ ที่มีความใกล้ไกลแหล่งน้ำ เพื่อกำหนดพื้นที่ที่น่าจะมีรักใหญ่ รวมไปจนถึงระยะห่างจากลำห้วย เป็นต้น

3) เทคนิคการประมาณค่าความสูงพื้นผิว (Interpolation method) คือ การประมาณค่าความสูงให้กับพื้นผิวแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ วิธีการโดยตรง และวิธีการทางสถิติ วิธีการโดยตรงจะขึ้นอยู่กับจุดที่ทราบค่าความสูง หรือสมการทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ประมาณค่าให้กับจุดตัวอย่าง ส่วนวิธีการทางสถิติเป็นวิธีการทำนายค่าให้กับแบบจำลองความสูงโดยการประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติมาใช้งาน โดยที่วิธีการนี้จะทำให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ณ จุดต่าง ๆ ของพื้นผิวระดับสูงได้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่าเชิงปริมาณของสังคมพืช ไม้ต้นวิเคราะห์ตามแนวทางของ Marod & Kutintara (2009) โดยหาค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ (Importance value index, IVI) ได้จากการหาความหนาแน่น (Density, D: ต้น/เฮกแตร์) ความเด่นด้านพื้นที่หน้าตัด (Dominance, Do: ตร.ม./เฮกแตร์) และความถี่ (Frequency, F: เปอร์เซ็นต์) เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของทั้งสามค่าดังกล่าว โดยค่าดัชนีความสำคัญของไม้ต้น ได้จากผลรวมของค่าสัมพัทธ์ทั้งสามค่า ส่วนดัชนีค่าความสำคัญของไม้รุ่นและกล้าไม้ ใช้ผลรวมของคุณสมบัติ 2 ลักษณะ คือความหนาแน่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์

3.2 ดัชนีความหลากหลายพรรณไม้ ใช้ดัชนีของ Shannon-Wiener index (H′) (Magurran, 1988) และประเมินการสืบต่อพันธ์ตามธรรมชาติของหมู่ไม้และชนิดไม้สำคัญ โดยจัดทำแผนภาพการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH class) ของชนิดไม้ที่ปรากฏในพื้นที่ศึกษา

3.3 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (Cluster analysis) เพื่อหาสังคมย่อยของป่าเต็งรัง โดยใช้ค่าความหนาแน่นของชนิดไม้ต้นในแต่ละแปลงตัวอย่างมาใช้จำแนกสังคม โดยประยุกต์ใช้หลักความคล้ายคลึงของ Sorensen (1948) ในการหาค่าความแตกต่างของสังคมพืช (Dissimilarity) และใช้หลักการรวมกลุ่มตามวิธีของ Ward (Kent and Coker, 1994) วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม PC-ORD Version 6 (McCune & Mefford, 2011)

3.4 การสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของรักใหญ่ จากปัจจัยแวดล้อมสามส่วน คือ 1) ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ทิศด้านลาด ความลาดชัน ความโค้งนูนของพื้นที่ และระยะห่างจากลำห้วย 2) ข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และ อุณหภูมิเฉลี่ย และ 3) ข้อมูลทางด้านดิน ได้แก่ อนุภาคดินทราย (Sand) ดินทรายแป้ง (Silt) ดินเหนียว (Clay) ความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการใช้

สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Logistic Regression Analysis.: LRA) โดย ตัวแปรตาม (Y) ได้แก่ การปรากฏและไม่ปรากฏของรักใหญ่ พร้อมกำหนดให้ปัจจัยแวดล้อมเป็นตัวแปรต้น (X) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแล้วคัดเลือกปัจจัยที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.7 หลังจากนั้นนำเข้าแบบจำลอง (model) แล้วทำการคัดเลือกโมเดลที่ให้ค่าความสัมพันธ์ (R^2) สูงที่สุดด้วยวิธี Stepwise analysis พบว่าปัจจัยที่เหมาะกับแบบจำลอง ได้แก่

X1 = ระดับชั้นความสูงจากน้ำทะเล (Elevation, เมตร)
X2 = องศาทิศด้านลาด (Aspect, องศา)
X3 = ร้อยละความลาดชัน (Slope, %)
X4 = ความโค้งนูนของพื้นที่ (Convexity)
X5 = ระยะห่างจากลำห้วย (Distance_river, m)
X6 = อุณหภูมิเฉลี่ย (Temperature, C^o)
X7 = ปริมาณน้ำฝน (Rainfall, mm)
X8 = ค่าความเป็นกรดเบสของดิน (pH)
X9 = ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM, %)
X10 = ไนโตรเจน (N, %)
X11 = ฟอสฟอรัส (P, mg kg-1)
X12 = โพแทสเซียม (K, mg kg-1)
X13 = แคลเซียม (Ca, mg kg-1)
X14 = แมกนีเซียม (Mg, mg kg-1)
X15 = อนุภาคดินทราย (sand, %)
X16 = ดินทรายแป้ง (silt, %)
X17 = ดินเหนียว (clay, %)

โดยที่สมการเชิงเส้น หรือสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Y และ X เป็นดังนี้

$$Y = 0 + 1x1 + 2x2 + \ldots\ldots + 17x17 + e \quad (1)$$

หรือ $E(Y) = 0 + 1x1 + 2x2 + \ldots\ldots + 17x17$

โดยที่ $-\alpha < E(Y) < \alpha$

เมื่อ e คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

0 คือ ส่วนตัดแกน Y หรือ ค่าของ Y เมื่อ X มีค่าเป็น 0

1 คือ ความชัน (slope) หรือค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย

ซึ่งมีสมการความสัมพันธ์ คือ

Y= f (X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7,X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17)

3.4 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจำแนกศักยภาพความเหมาะสมของการปรากฏของรักใหญ่ โดยการจัดสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) รูปแบบโครงสร้างราสเตอร์ (Raster format) ขนาดของกริด เท่ากับ 20 เมตร x 20 เมตร ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าและวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ดังนี้

1) เส้นชั้นความสูง (Contour line) นำเข้าจากแผนที่สภาพภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ในรูปของข้อมูลเชิงเส้น (linear feature) ดำเนินการจัดสร้างข้อมูลในลักษณะ 3 มิติโดยใช้แบบจำลองวิเคราะห์เส้นชั้นความสูงเชิงเลข (Digital elevation model) เพื่อจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านความสูงระดับน้ำทะเล ความลาดชัน ทิศด้านลาด และความโค้งนูนพื้นที่

2) ข้อมูลระยะห่างจากลำห้วย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย และปัจจัยดิน นำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบจุด (Point feature) มาตราส่วน 1:50,000 ดำเนินการจัดสร้างข้อมูลระยะห่างจากลำห้วยหาจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ด้วยวิธีการสร้างเส้นระยะห่างจริง (Buffering) ในพื้นที่ศึกษา สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และอุณหภูมิเฉลี่ย ดำเนินการจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปเส้นเท่า (Interpolation)

3.5 การจำแนกศักยภาพหาพื้นที่ต่อการปรากฏของรักใหญ่ในพื้นที่โครงการ ฯ ดำเนินการโดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic operations) โดยใช้สมการความสัมพันธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองใน ข้อ 3.4 มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าศักยภาพเชิงพื้นที่ของความเหมาะสมในการปรากฏของรักใหญ่ในพื้นที่โครงการ ฯ โดยแบ่งระดับศักยภาพออกเป็น 3 ระดับ ด้วยการจำแนกชั้นโดยค่าพิสัย ดังนี้

$$\text{ค่าระดับศักยภาพ} = \frac{\text{ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด}}{\text{จำนวนระดับชั้น}}$$

ระดับศักยภาพ:

เหมาะสมมาก เท่ากับ 0.67 - 1.00

เหมาะสมปานกลาง เท่ากับ 0.34 - 0.66

เหมาะสมน้อย เท่ากับ 0 - 0.33

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากชนิดและองค์ประกอบพรรณไม้

พบชนิดไม้ในป่าเต็งรัง จำนวน 54 ชนิด 47 สกุล 24 วงศ์ จากไม้ทั้งหมด 1,664 ต้น มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 1,386 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 30.87 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.86 (Table 1) เมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) สนสองใบ (*Pinus merkusii*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) มีค่าเท่ากับ 59.79, 22.49, 22.46, 22.01 และ 20.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม้รุ่น พบ 24 ชนิด มีความหนาแน่นเท่ากับ 920 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.83 (Table 1) และเมื่อประเมินความเด่นของชนิดไม้ในสังคมโดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญ พบว่าชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย เหมือดโลด (*Aporusa villosa*) เต็ง (*Shorea obtusa*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) และแข้งกวาง (*Wendlandia tinctoria*) มีค่าเท่ากับ 43.19, 17.58, 11.01, 11.01 และ 10.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้ พบ 30 ชนิด มีความหนาแน่นเท่ากับ 11,080 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.71 (Table 1) ความเด่นของชนิดไม้ในตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) และเหมือดโลด (*Aporusa villosa*) มีค่าเท่ากับ 34.97, 20.54, 18.90, 18.85 และ 11.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. การจำแนกหมู่ไม้ในถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่

การจำแนกหมู่ไม้ในถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ภายในสังคมพืชป่าเต็งรัง บริเวณป่าสงวนแห่งชาติป่าอมก๋อย อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ โดยจัดกลุ่มหมู่ไม้ที่ความคล้ายคลึงที่ 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งกลุ่มสังคมพืชป่าเต็งรัง ได้เป็น 4 หมู่ไม้ (Figure 2) ได้แก่

1) หมู่ไม้พลวง-สนสองใบ (*Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand; DPS) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P1, P2, P3, D4, P6, P8, P9, P12, P14, P15, P17 และ P24

2) หมู่ไม้ก่อแป้น-พลวง (*Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand; CDS) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P5, P7, P13, P23, P27 และ P30

3) หมู่ไม้พลวง-ตาฉี่เคย (*Dipterocarpus tuberculatus - Craibiodendron stellatum* stand; DCS) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P10, P11, P16, P18, P19, P20, P21 และ P22

4) หมู่ไม้รัง-ก่อหัวหมู (*Shorea siamensis - Lithocarpus sootepensis* stand; SLS) ได้แก่ หมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างที่ P25, P26, P28 และ P29

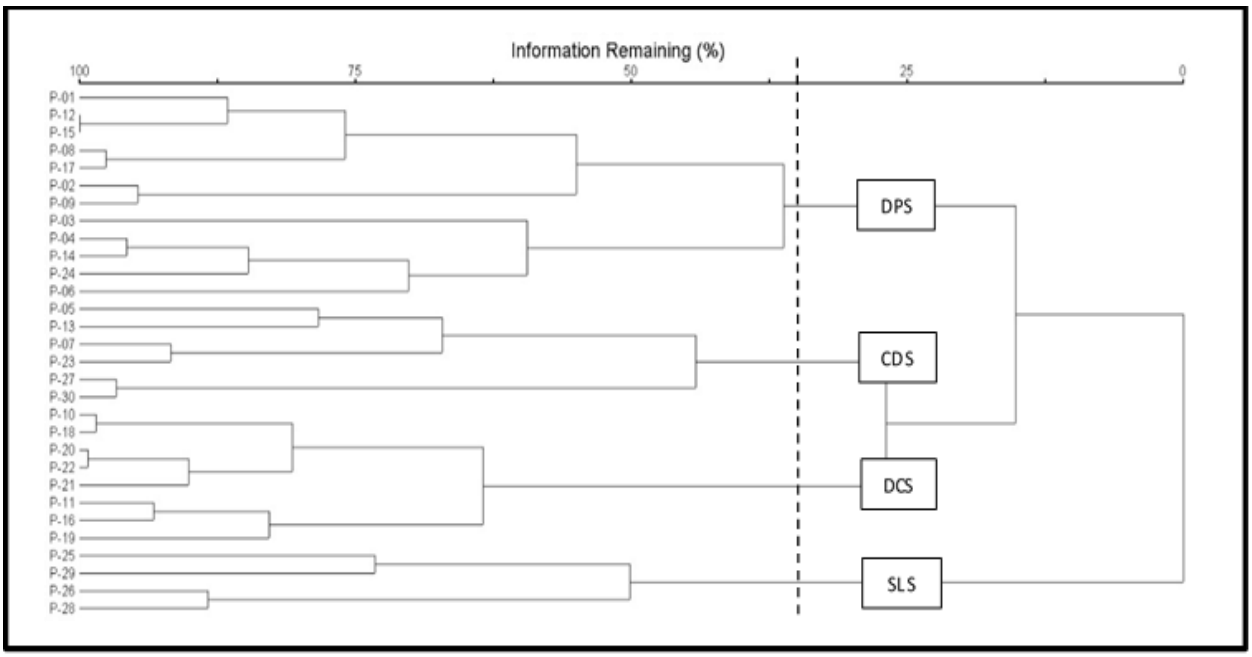

Figure 2 The dendrogram of stand clustering at Omkoi National Forest, Chiang Mai Province.

หมู่ไม้พลวง-สนสองใบ (DPS) ประกอบด้วยพรรณไม้ 32 ชนิด 26 สกุล 18 วงศ์ มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นเท่ากับ 1,362 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 11.25 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.38 (Table 1) ความเด่นของชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) สนสองใบ (*Pinus merkusii*) เต็ง (*Shorea obtusa*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) และตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) มีค่าเท่ากับ 87.77, 29.67, 25.47, 23.40 และ 19.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระดับไม้รุ่น พบ 10 ชนิด มีความหนาแน่นของหมู่ไม้ เท่ากับ 909 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 1.87 (Table 1) ชนิดไม้ในสังคมที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) หว้า (*Syzygium cumini*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) ก่อหัวหมู (*Lithocarpus sootepensis*) และก่อแพะ (*Quercus kerrii*) มีค่า 73.33, 26.67, 21.33, 14.67 และ 10.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระดับกล้าไม้พบ 21 ชนิด มีความหนาแน่น 13,927 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.51 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามดัชนีค่าความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) และติ้วขน (*Cratoxylum formosum*) มีค่าเท่ากับ 30.48, 23.46, 19.02, 17.69 และ 14.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้ก่อแป้น-พลวง (CDS) ประกอบด้วยพรรณไม้ 33 ชนิด 29 สกุล 20 วงศ์ มี มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 1,375 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 6.38 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.75 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ก่อแป้น (*Castanopsis diversifolia*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) สนสองใบ (*Pinus merkusii*) ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) มีค่า 42.74, 33.67, 24.73, 22.05 และ 21.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในระดับไม้รุ่น พบ 7 ชนิด มีความหนาแน่น 933 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 1.88 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ รักใหญ่ (*Gluta usitata*) แข้งกวาง (*Wendlandia tinctoria*) เหมือดโลด (*Aporusa villosa*) มะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) และเม่าแดง (*Antidesma laurifolium*) มีค่า 39.29, 33.93, 33.93, 26.79 และ 26.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้ พบ 18 ชนิด มีความหนาแน่น 10,333 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.51 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) เหมือดโลด (*Aporusa villosa*) ไคร้มด (*Glochidion eriocarpum*) และ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) มีค่าเท่ากับ 31.15, 20.83, 19.82, 16.04 และ 14.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้พลวง-ตาฉี่เคย (DCS) ประกอบด้วยพรรณไม้ 27 ชนิด 25 สกุล 15 มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 1,415 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 8.72 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.52 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) และก่อแพะ (*Quercus kerrii*) มีค่า 62.84, 38.96, 27.86, 23.06 และ 22.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระดับไม้รุ่น พบ 8 ชนิด มีความหนาแน่น 400 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.04 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ เหมือดโลด (*Wendlandia tinctoria*) ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) แข้งกวาง (*Wendlandia tinctoria*) ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) มีค่า 44.44, 22.22, 22.22, 22.22 และ 22.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนระดับกล้าไม้ พบ 19 ชนิด มีความหนาแน่น 9,644 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด 2.32 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) รักใหญ่ (*Gluta usitata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) และก่อแพะ (*Quercus kerrii*) มีค่า 36.23, 27.01, 26.58, 23.81 และ 17.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หมู่ไม้รัง-ก่อหัวหมู (SLS) ประกอบด้วยพรรณไม้ 33 ชนิด 28 สกุล 17 วงศ์ มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น เท่ากับ 945 ต้นต่อเฮกแตร์และ 4.53 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.87 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ รัง (*Shorea siamensis*) ก่อหัวหมู (*Lithocarpus sootepensis*) เหมือดโลด

(*Wendlandia tinctoria*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatns*) และกระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrata*) มีค่า 57.74, 21.88, 20.13, 18.53 และ 17.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ระดับไม้รุ่น พบ 11 ชนิด มีความหนาแน่น 2,100 ต้น/เฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด 2.20 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เหมือดแอ (*Memecylon Scutellatum*) กระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrata*) สมอไทย (*Terminalia chebula*) และสีฟันคนทา (*Harrisonia perforata*) มีค่า 32.90, 28.14, 18.61, 18.61 และ 18.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้ พบ 16 ชนิดมีความหนาแน่น 7,600 ต้นต่อเฮกแตร์ มีค่าดัชนีความหลากชนิด 2.33 (Table 1) ชนิดไม้เด่นตามค่าดัชนีความสำคัญ 5 ลำดับแรก คือ ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) กระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrata*) เต็ง (*Shorea obtusa*) ติ้วขน (*Cratoxylum formosum*) และเม่าแดง (*Antidesma laurifolium*) มีค่า 39.35, 21.53, 18.30, 17.70 และ 13.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 1 Plant community characteristics of deciduous dipterocarp forest for overall data and each stand; *Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand (DPS) *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS) *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS) *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) at Omkoi National Forest.

Community Characteristics	Sub- stands				
	Overall data	DPS	CDS	DCS	SLS
Tree					
Number of species	54	32	33	27	33
Genus	47	26	29	25	28
Family	24	18	20	15	17
Shannon-Weiner index (*H'*)	2.86	2.38	2.75	2.52	2.87
Basal area (m^2 ha^{-1})	30.87	11.25	6.38	8.72	4.53
Stem density (stems ha^{-1})	1,386	1,362	1,375	1,415	945
Sapling					
Number of species	24	10	7	8	11
Shannon-Weiner index (*H'*)	2.83	1.87	1.88	2.04	2.2
Stem density (stems ha^{-1})	920	909	933	400	2,100
Seedling					
Number of species	30	21	18	19	16
Shannon-Weiner index (*H'*)	2.71	2.51	2.51	2.32	2.33
Stem density (stems ha^{-1})	11,080	13,927	10,333	9,644	7,600

3. การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ

เมื่อพิจารณาการสืบต่อพันธุ์โดยใช้การกระจายต้นไม้ตามชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง พบว่า ป่าเต็งรังในภาพรวม และแต่ละสังคมย่อยทั้งหมด มีรูปแบบการกระจายแบบชี้กำลังเชิงลบหรือแบบ L-shape (Figure 3) ชี้ให้เห็นว่าสังคมพืชในพื้นที่ศึกษามีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติตามปกติ กล่าวคือมีไม้ขนาดเล็กจำนวนมาก พร้อมที่เจริญเติบโตมาทดแทนไม้ขนาดใหญ่หรือรักษาโครงสร้างป่าคงอยู่ได้ในอนาคต (Sapkota *et al.*, 2019) ในทางตรงกันข้ามไม้ขนาดใหญ่ในพื้นที่ป่านี้ปรากฏอยู่ค่อนข้างน้อย อาจสืบเนื่องป่าแห่งนี้เคยมีการสัมทานไม้มาก่อนในปี พ.ศ. 2530 (Nuchit *et al.*, 2012) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะต้นรักใหญ่ พบว่า การสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติในสังคมป่าทั้งหมด และสังคมย่อยทั้ง 4 สังคม มีความผิดปกติ โดยมีไม้ขนาดเล็กจำนวนมาก แต่มีไม้ขนาดกลางและใหญ่จำนวนน้อย ซึ่งเมื่อแยกพิจารณาแต่ละหมู่ไม้ พบว่าส่วนใหญ่ไม่พบไม้ขนาดกลาง หรือไม้ขนาดใหญ่เลย ยกเว้นหมู่ไม้พลวง-สนสองใบ แม้จะพบมีไม้ขนาดกลางมากแต่ก็ไม่มีไม้ขนาดใหญ่ (Figure 4)

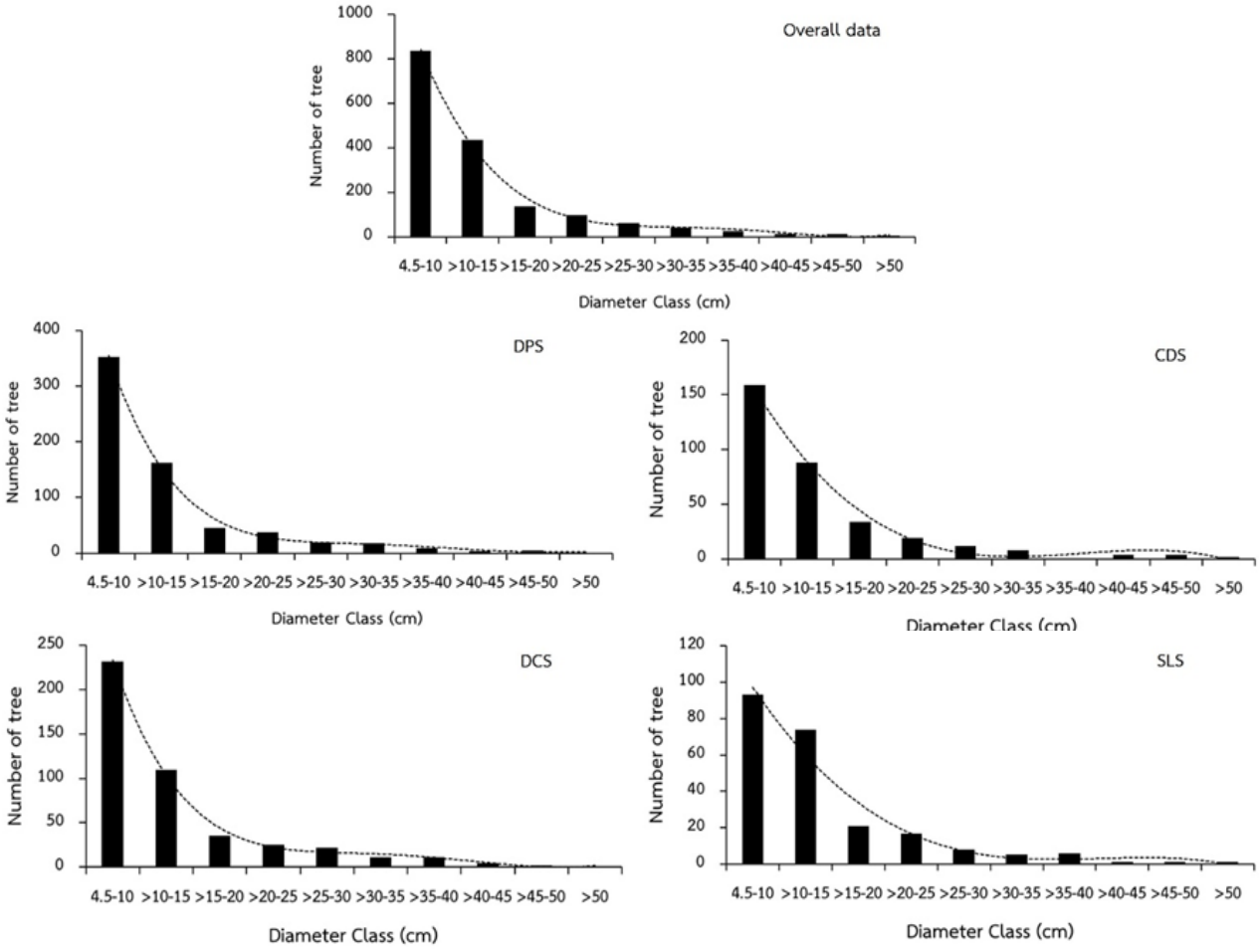

Figure 3 Diameter class of Deciduous Dipterocarp Forest (Overall data) and sub-community; Dipterocarpus tuberculatus - *Pinus merkusii* stand (DPS) *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS) *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS) *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) at Omkoi National Forest.

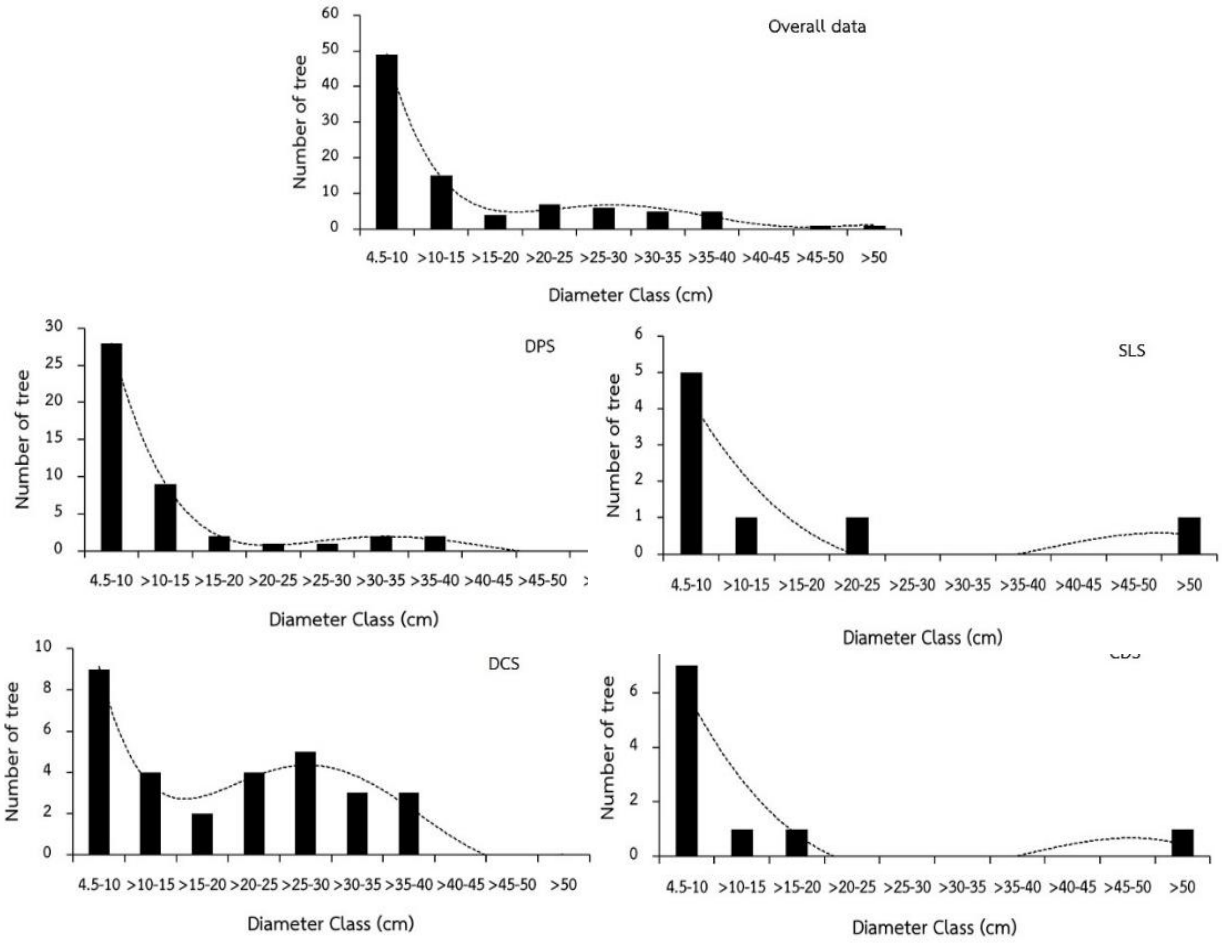

Figure 4 Diameter class of *Gluta usitata* in each stands; *Dipterocarpus tuberculatus* - *Pinus merkusii* stand (DPS), *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS), *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS) and *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) at Omkoi National Forest.

เมื่อพิจารณาชนิดไม้ที่มีความสำคัญ 5 ลำดับแรก พบว่าสังคมพืชในภาพรวมรักใหญ่มีค่าดัชนีความสำคัญอยู่ในห้าลำดับแรกทั้งในระดับไม้ต้น ไม้รุ่น และกล้าไม้ แสดงว่ารักใหญ่ยังมีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ตามปกติ แต่เมื่อพิจารณาแต่ละหมู่ไม้กลับพบว่า มีเพียงหมู่ไม้พลวง-สนสองใบ และ หมู่ไม้พลวง-ตาจี่เคย เท่านั้นที่ปรากฏรักใหญ่เป็นชนิดไม้ที่มีความสำคัญในระดับต้น ๆ และทุกสังคมย่อยไม่ปรากฏความต่อเนื่องของการสืบต่อพันธุ์ในระดับไม้รุ่นและกล้าไม้ ได้แก่ หมู่ไม้พลวง-สนสองใบปรากฏเพียงระดับไม้ต้นและกล้าไม้ หมู่ไม้ก่อแป้น-พลวง ปรากฏเพียงระดับไม้รุ่น ส่วนหมู่ไม้พลวง-ตาจี่เคย ปรากฏเฉพาะในระดับไม้ต้น เป็นต้น ในขณะที่หมู่ไม้รัง-ก่อหัวหมู ไม่ปรากฏรักใหญ่ในความสำคัญห้าลำดับแรก แสดงว่ารักใหญ่ไม่ได้เป็นไม้เด่นในระดับต้น ๆ ในทุกหมู่ไม้และประสบปัญหาต่อการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ เห็นได้จากการกระจายของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกของรักใหญ่ที่พบว่าทุกหมู่ไม้มีการกระจายในรูปแบบไม่สม่ำเสมอ (Figure 4) อาจเป็นเพราะรักใหญ่ประสบปัญหาที่เกิดจากการรบกวนอย่างหนักสอดคล้องกับการศึกษาของ Sapkota *et al*. (2019) รายงานว่าในป่าสาละ

(*Shorea robusta*) ประเทศเนปาลมีการกระจายของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกในรูปแบบที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากมีการตัดไม้ไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นในพื้นที่ศึกษามีการกรีดยางรักเป็นจำนวนมาก ซึ่งการกรีดเพื่อให้ได้ยางรักนั้นมักมีการกรีดเปลือกลึกลงไปถึงเนื้อไม้ (Eiadthong, 2011) จึงทำให้ต้นรักเกิดเป็นแผลขนาดใหญ่ทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของโรค โดยเฉพาะชนิดไม้ในเขตร้อน (Gilbert and Hubbell, 2002) จึงเป็นสาเหตุให้ต้นรักขนาดใหญ่ยืนต้นตายได้ง่าย การที่รักใหญ่ขาดความต่อเนื่องในการสืบต่อพันธุ์ในระดับไม้รุ่น และกล้าไม้ ของแต่ละสังคมย่อยนั้นอาจเกิดมาจากการรบกวนจากไฟป่า เนื่องจากพื้นที่ป่าอมก๋อยส่วนใหญ่เป็นป่าเต็งรังและประสบปัญหาไฟป่าอย่างรุนแรง จึงเป็นสาเหตุให้ไม้ขนาดเล็กล้มตายไปจากสังคมได้ เพราะการเกิดไฟป่าบ่อยครั้งสามารถทำให้ลักษณะองค์ประกอบชนิดของสังคมพืชป่าเต็งรังเปลี่ยนไปจากเดิม (Wanthongchai *et al.*, 2014) สอดคล้องกับการศึกษารักใหญ่ของ Nuchit *et al.* (2012) พบว่ามีต้นรักขนาดเล็กจำนวนมาก และจะพบจำนวนต้นน้อยลงเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้น และความโตมีขนาดจำกัดอาจเพราะปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ดิน ไฟป่า ลักษณะการเก็บหาผลผลิต ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตของลำต้นชะงักและการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติลดลง ทำให้ต้นรักในพื้นที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในอนาคต ในขณะที่การศึกษาของ Eiadthong (2011) พบว่าสถานภาพของรักน้ำเกลี้ยงในปัจจุบันกำลังถูกคุกคามทั่วทุกพื้นที่ในประเทศไทย เป็นต้น

4. ลักษณะเชิงปริมาณของรักใหญ่

ปริมาณไม้ต้นของรักใหญ่ที่สำรวจพบทั้งหมดในแปลงตัวอย่างมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงเฉลี่ย เท่ากับ 15.03 เซนติเมตร และ 7.45 เมตร ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่ามีความหนาแน่นและขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย เท่ากับ 93 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 2.57 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาในแต่ละหมู่ไม้ พบว่าหมู่ไม้พลวง-ตาฉิ่เคย มีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง และขนาดพื้นที่หน้าตัดสูงสุด คือ 16.96 เซนติเมตร 7.74 เมตร และ 2.63 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในขณะที่หมู่ไม้พลวง-สนสองใบมีความหนาแน่นของรักใหญ่สูงสุด คือ 108.33 ต้นต่อเฮกแตร์ (Table 2)

5. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 835-1138 เมตร อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.15-38.15 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1113-1153 มิลลิเมตร ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ส่วนปริมาณธาตุอาหารพบว่ามีปริมาณค่อนข้างสูง (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบกับป่าเต็งรังแคระ บริเวณแพะเมืองผี จังหวัดแพร่ (Srikoon *et al.*, 2021) และสวนพฤกษศาสตร์สกุโณทยาน จังหวัดพิษณุโลก (Pairuang et al., 2020)

6. ความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการกระจายของรักใหญ่

ความสัมพันธ์ของการกระจายของรักใหญ่ตามปัจจัยแวดล้อม เมื่อวิเคราะห์สมการแบบถดถอยเชิงเส้น ได้ผลดังนี้

Y (*Gluta usitata*) = - 31.5 + 0.0131 Elevation + 0.000961 Aspect - 0.253 Slope - 7.02 Convexity + 0.000348 Distance_river + 0.161 Temperature - 0.0183 Rainfall + 0.230 pH - 0.413 OM + 0.035 N - 0.00229 P + 0.00107 K - 0.000224 Ca + 0.00493 Mg + 0.00162 Sand + 0.0027 Silt - 0.0100 Clay เมื่อ $R^2 = 0.88$

จากสมการแสดงให้เห็นว่า ค่าความสัมพันธ์ (R^2) ในการประเมินการปรากฏของรักใหญ่ มีค่าค่อนข้างสูง (ร้อยละ 88) พบว่าปัจจัยที่มีผลในเชิงบวกต่อถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ ได้แก่ ระดับความสูง ทิศด้านลาด ระยะห่างจากลำห้วย อุณหภูมิเฉลี่ย ความเป็นกรดด่าง ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม อนุภาคทราย และ อนุภาคทรายแป้ง ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลในเชิงลบ ได้แก่ ความลาดชันและความโค้งนูนของพื้นที่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่ แคลเซียม และ อนุภาคเหนียว

ดังนั้น รักใหญ่ สามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ระดับสูงจากระดับน้ำทะเล (978-1138 เมตร) มีทิศด้านลาดเอียงไปฝั่งทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ (0.01-0.22 เปอร์เซ็นต์) อยู่ห่างไกลจากลำห้วย (189.27-538.80 เมตร) มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง (33.27-38.15 องศาเซลเซียส) ปริมาณน้ำฝนน้อย (1113-1130 มิลิเมตร) อยู่ในสภาพดินร่วนปนทราย มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อย (0.29-1.10 เปอร์เซ็นต์) มีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ (5.38-5.89 pH) และปริมาณธาตุอาหารในดินที่ต้องการสูง ได้แก่ ไนโตรเจน (0.09-1.00 เปอร์เซ็นต์) โพแทสเซียม (101.12-203.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และแมกนีเซียม (140.52-298.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนธาตุอาหารที่ต้องการปริมาณน้อย ได้แก่ ฟอสฟอรัส 1.00-21.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และแคลเซียม (50.00-362.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จากผลข้างต้นถือว่ารักใหญ่มีความต้องการลักษณะทางนิเวศ (ecological niche) ต่อสภาพปัจจัยแวดล้อมที่รุนแรง เช่น ความแห้งแล้ง และอยู่ในพื้นที่สูง เป็นต้น ซึ่งเป็นลักษณะปัจจัยแวดล้อมของป่าเต็งรัง (Asanok *et al.*, 2020) จึงทำให้รักใหญ่เป็นชนิดไม้สำคัญของสังคมส่วนใหญ่ของป่าเต็งรังในพื้นที่ศึกษา เช่นเดียวกับรักน้ำเกลี้ยงที่มักกระจายตามป่าเต็งรังหากแต่ส่วนใหญ่มักกระจายอยู่เฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Eiadthong, 2011) ทั้งนี้ยังไม่เคยมีการศึกษาถึงลักษณะถิ่นที่ขึ้นของรักน้ำเกลี้ยงซึ่งอาจมีปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกันกับรักใหญ่ก็เป็นได้ อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารในดินที่จำเป็นต่อรักใหญ่ เช่น ไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม อาจเป็นปัจจัยที่มีความแปรผันสูง เนื่องจากดินในป่าเต็งรังส่วนใหญ่เป็นดินที่ขาดธาตุอาหาร (Sonkanha *et al*., 2012)

เมื่อนำแบบจำลองความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของรักใหญ่ มาวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ โดยการซ้อนทับปัจจัยที่อยู่ในรูปแบบเชิงพื้นที่ ศักยภาพของพื้นที่ที่เหมาะสมในพื้นที่ศึกษา พบว่า รักใหญ่ มีพื้นที่ที่มีศักยภาพเหมาะสมต่อการปรากฏมาก ปานกลาง และน้อย มีค่าเท่ากับ 4,392.33, 2,722.48 และ 919.01 เฮกแตร์ ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงที่เหมาะสมสำหรับรักใหญ่ส่วนใหญ่กระจายอยู่ทางตอนบนของพื้นที่ศึกษา (Figure 5)

Table 2 Mean±standard deviation of quatitative characteristic of *Gluta usitata* in Deciduous dipterocarp forest (overall data) and each stands; *Dipterocarpus tuberculatus* – *Pinus merkusii* stand (DPS), *Castanopsis diversifolia* - *Dipterocarpus tuberculatus* stand (CDS), *Dipterocarpus tuberculatus* - *Craibiodendron stellatum* stand (DCS) and *Shorea siamensis* - *Lithocarpus sootepensis* stand (SLS) at Omkoi National Forest.

Characteristic	Overall data	DPS	CDS	DCS	SLS
DBH (cm)	15.03±1.39	14.16±9.87	13.90±14.54	16.96±11.23	15.11±18.07
High (m)	7.45±0.75	8.09±4.05	7.60±4.50	7.74±3.65	6.38±3.96
Density (stem ha^{-1})	93.00±85.55	108.33±90.66	62.50±47.87	82.14±99.70	100.00±106.07
Basal Area (m^2 ha^{-1})	2.57±2.75	2.52±2.75	1.88±3.13	2.63±2.80	4.04±3.98

Table 3 Descriptive of environmental factors of *Gluta usitata* in study sites at Omkoi National Forest.

Environmental Factors	Mean	Min	Max
Elevation (m)	978.56	835.00	1138.00
Aspect (degree)	198.39	11.10	351.86
Slope (%)	0.22	0.01	1.12
Convexity (degree)	0.00	-0.09	0.16
Distance from river (m)	189.27	29.00	538.80
Average Temperature (C^o)	33.27	27.15	38.15
Annual Rainfall (mm)	1130.28	1113.00	1153.00
Soil pH	5.38	4.83	5.89
OM (%)	1.10	0.29	2.54
N (%)	0.09	0.01	1.00
P (mg kg^{-1})	21.84	1.00	154.00
K (mg kg^{-1})	101.12	31.00	203.00
Ca (mg kg^{-1})	362.48	50.00	967.00
Mg (mg kg^{-1})	140.52	35.00	298.00
Sand (%)	62.40	22.00	76.00
Silt (%)	21.52	12.00	36.00
Clay (%)	14.40	10.00	30.00

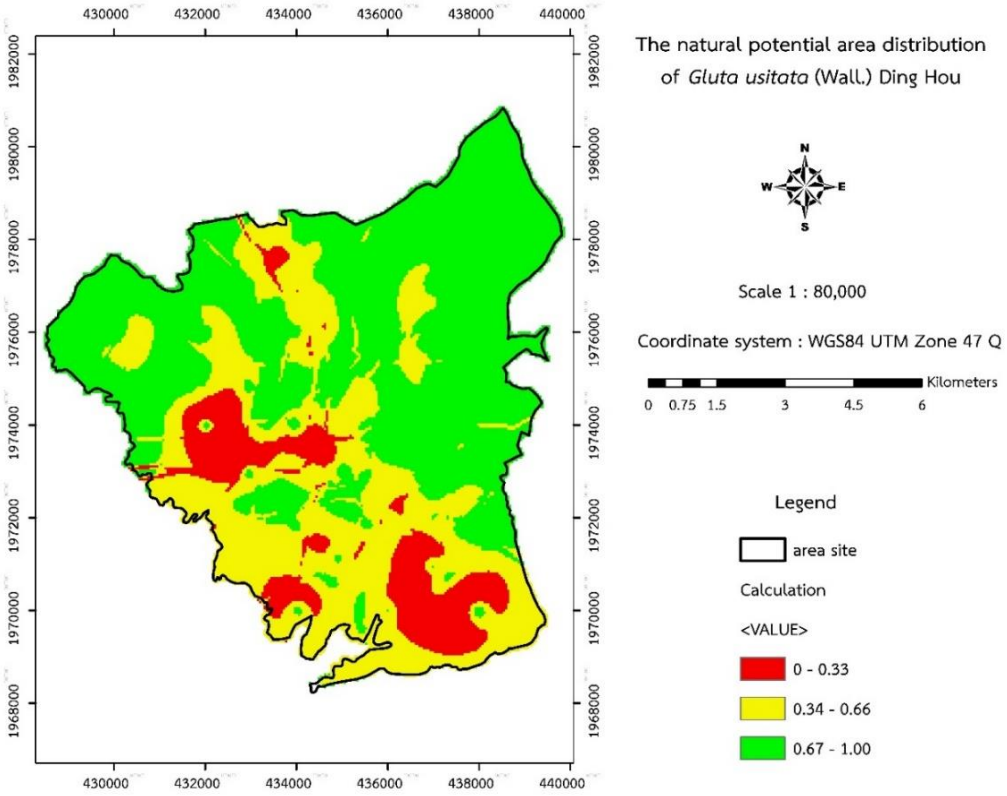

Figure 5 The natural potential area distribution of the high, moderately and low potential levels of *Gluta usitata* on on study sites at Omkoi National Forest.

สรุป

ป่าเต็งรังบริเวณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยพรรณไม้ 54 ชนิด 47 สกุล 24 วงศ์ จากไม้ทั้งหมด 1,664 ต้น มีค่าดัชนีความหลากชนิด เท่ากับ 2.86 มีขนาดพื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นต้นไม้ เท่ากับ 30.87 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ และ 1,386 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่น คือ พลวง(*Dipterocarpus tuberculatns*) ตาฉี่เคย (*Craibiodendron stellatum*) เต็ง (*Shorea obtusa*) สนสองใบ (*Pinus merkusii*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) จำแนกหมู่ไม้ได้ 4 หมู่ไม้ คือ 1)หมู่ไม้พลวง-สนสองใบ 2) หมู่ไม้ก่อแป้น-พลวง 3) หมู่ไม้พลวง-ตาฉี่เคย และ 4) หมู่ไม้รัง- ก่อหัวหมู ในขณะที่รักใหญ่ มีความหนาแน่นและขนาดพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยเท่ากับ 93 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 2.57 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ โดยรักใหญ่มีการสืบต่อพันธุ์ที่ไม่ต่อเนื่องซึ่งอาจเกิดจากการรบกวน การกระจายของรักใหญ่ สามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ระดับสูงจากระดับน้ำทะเล (978-1138 เมตร) มีทิศด้านลาดเอียงไปฝั่งทิศตะวันตกเฉียงเหนือ เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบ อยู่ห่างไกลจากลำห้วย มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง ปริมาณน้ำฝนน้อย อยู่ในสภาพดินร่วนปนทราย สภาพเป็นกรดอ่อน ๆ และมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ขณะที่รักใหญ่มีความต้องการธาตุอาหาร ไนโตรเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ในปริมาณค่อนข้างสูง เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับ ฟอสฟอรัส และแคลเซียม

ดังนั้น เพื่อให้การอนุรักษ์และการจัดการการใช้ประโยชน์รักใหญ่บรรลุตามเป้าหมาย จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ รวมถึงการรบกวนในหลายรูปแบบ เช่น การกรีดยางรักอาจก่อให้เกิดความเสียหายจนต้นรักตาย หรือการป้องกันไฟป่าถือเป็นเรื่องสำคัญที่ช่วยให้รักใหญ่สืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ตามปกติ เป็นต้น นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาของรักใหญ่ในระยะยาว จนสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์รักใหญ่ในพื้นที่โครงการฯ ได้อย่างยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรัก ฯ กรมป่าไม้ ในการเก็บข้อมูลภาคสนามและขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา และคณาจารย์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่เฉลิมพระเกียรติทุกท่าน ที่สนับสนุนงานวิจัยให้การทำวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Asanok, L., T. Rungrawee & N. Papakjan. 2020. Woody species colonization along edge-interior gradients of deciduous forest remnants in the Mae Khum Mee Watershed, Northern Thailand. **International Journal of Forestry Research**, 2020:5867376.

Amatayakul, P. & T. Chomtha. 2013. **Agricultural Meteorology to know for Chiang Mai**. Meteorological Department Bureau, Bangkok. (in Thai)

Eiadthong, W. 2011. Ecological and geographical distributions of laccifera lacquer tree (*Gluta laccifera* (Pierre) Ding Hou) and its demographic status in Thailand. **Thai Journal of Forestry** 30 (2): 69-79. (in Thai)

Gilbert, G.S. & S.P. Hubbell. 2002. Plant diseases and the conservation of tropical forests. **BioScience** 16: 98-106.

Incong, B. 2008. **Techniques for preparing the lacquer gum in the art of water conservation**. National Library of Thailand, Bangkok. (in Thai)

Kent, M., R. Lues & P. Coker. 1994. The general classification of *rhesus macaques, Macaca mulatta*. **Journal of Biology Assay** 11(6):e363.

Laing, R.S., K.H. Ong, R.J.H. Kueh, N.G. Mang, P.J.H. King & M. Sait. 2019. Stand structure, floristic composition and species diversity along altitudinal gradients of Bormean mountain range 30 years after selective logging. **Journal of Mountain Science** 16(6): 1419-1434.

Magurran, A.E. 1988. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

Marod, D. & U. Kudintara. 2009. **Forest Ecology**. Faculty of Forestry, Kasetsart University. (in Thai)

McCune, B. & M. J. Mefford. 2011. PC-ORD. **Multivariate Analysis of Ecological Data**.

Version 6.0 for Windows. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

Na-nakorn, W. 2008. *Gluta usitata*, a valuable resource. **Seminar on Study of Oriental Lacquer Initiated by H. R. H. Princess Maha Chakri Sirindhorn for the Ro vitalization of Thai Wisdom.** Fine Arts Department, Bangkok. (in Thai)

Nuchit, S., W. Mungita, T. Yotapakdee & T. Latteerasuwan. 2012. **Biodiversity project of Omkoi National Forest, Chiang Mai Province**. Royal Initiative Project and Special Affairs Office, Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)

Pairuang, N., C. Thapyai & L. Asanok. 2020. The Influence of Fire Protection on Plant Community Changes in Sakunothayan Botanical Garden, Wang Thong District, Phitsanulok Province**. Thai Journal of Forestry** 39(1): 28-40. (in Thai)

Pooma, R. & S. Suddee. 2014. **Tem Smitinand's Thai Plant Names, revised edition 2014.** Office of the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Reungrungsri, N. & T. Mongklakoop. 2004. **Thailand Horeb volume 1.** Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Bangkok. (in Thai)

Royal Forest Department. 2009. ***Gluta usitata* conservation and development of local knowledge using lacquer sap under the Royal Initiative Project Chiang Mai Province**. Royal Initiative Project and Special Affairs Office, Bangkok. (in Thai)

Sapkota, R.P., P.D. Stahla & U. Norton. 2019. Anthropogenic disturbances shift diameter distribution of woody plant species in *Shorea robusta* Gaertn. (Sal) mixed forests of Nepal. **Journal of Asia-Pacific Biodiversity** 12(1): 115-128.

Sonkanha, W. S., S. Anusontpornperm, S. Thanachit, I. Kheoruenromne & T. Artchawakom. 2012. Soil Characteristics under Various Types of Forest in Sakaerat Environmental Research Station. **Khon Kaen Agriculture Journal** 40: 7-18.

Sorensen, T.A. 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. **Biologiske Skrifter** 5: 1-34.

Srikoon, P., R. Taweesuk, P. Pramosri, P. Junkeaw & L. Asanok. 2021. Vegetation community characteristics and edaphic factors in 40 years fire protection of dwarf deciduous dipterocarp forest, Phae Muang Phi Forest Park, Phrae province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 5(1): 33-52. (in Thai)

Wanthongchai, K., J. Bauhus & J. G. Goldammer. 2014. Effects of past burning frequency on woody plant structure and composition in dry dipterocarp forest. **Thai Journal of Forestry** 33(3): 109–130.

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย (Thai Forest Ecological Research Journal, TFERJ) ISSN 2586-9566 จัดทำโดย ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย (Thai Forest Ecological Research Network, T-FERN) ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รับบทความจากผู้เขียนทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ รวมทั้งภายนอกประเทศ บทความที่เสนอเพื่อขอรับการพิจารณาอาจเขียนได้ทั้งภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ แต่บทคัดย่อต้องมีทั้งสองภาษา และเอกสารอ้างอิงต้องเป็นภาษาอังกฤษ นโยบายการจัดพิมพ์ของวารสารฯ เพื่อเป็นสื่อกลางเผยแพร่ผลงานวิจัยวิทยาศาสตร์พื้นฐานและการประยุกต์ทางป่าไม้ ได้แก่ นิเวศวิทยาป่าไม้ ความหลากหลายทางชีวภาพ การจัดการป่าไม้ วนวัฒนวิทยา ความสัมพันธ์เชิงระบบ และลักษณะทางสันฐานและทางกายภาพของพืชและสัตว์ป่า วารสารฯ จัดพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม) โดยมีกำหนดออกในเดือนมิถุนายนและธันวาคม

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

การส่งต้นฉบับ ต้นฉบับต้องไม่เคยลงตีพิมพ์และไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด ผลงานจัดอยู่ในงานเขียนประเภทใดประเภทหนึ่ง ดังต่อไปนี้ **(1) บทความวิจัยหรือนิพนธ์ต้นฉบับ (research/original article)** เป็นการเสนอผลงานวิจัยแบบสมบูรณ์ที่ผู้เขียนได้ดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง **(2) บทความสั้น (short communications)** เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจหรือการค้นพบสิ่งใหม่แต่มีเนื้อหาสมบูรณ์น้อยกว่าบทความวิจัย และ **(3) บทความวิชาการ (review article)** เป็นบทความทางวิชาการที่นำเสนอสาระซึ่งผ่านการวิเคราะห์หรือประมวลจากการตรวจเอกสาร ทั้งนี้เรื่องที่เป็นบทความวิจัย และบทความสื่อสารอย่างสั้นจะได้รับพิจารณาให้ลงตีพิมพ์ก่อนเรื่องที่เป็นบทความวิจารณ์

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับ

ต้นฉบับเขียนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ผ่านการตรวจทานการใช้ภาษาและคำสะกดต่าง ๆ อย่างถี่ถ้วน **ความยาวไม่เกิน 16 หน้ากระดาษ A4 (รวมรูปภาพและตาราง)** โดยมีระยะห่างบรรทัดเป็นสอง (double space) และใช้หน่วยวัดในระบบเอสไอ (SI system or International Units)

การพิมพ์

1. การพิมพ์ใช้ตัวอักษร **Angsana New** ขนาด 16
2. หัวข้อหลัก เช่น **คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ** ฯลฯ ใช้อักษรตัวหนาและจัดกึ่งกลางหน้า
3. หัวข้อย่อย ใช้อักษรตัวหนาและจัดชิดซ้าย
4. ใส่หมายเลขหน้า บริเวณด้านล่าง จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ และใส่หมายเลขบรรทัดในแต่ละหน้า

รายละเอียดของเนื้อหา

หน้าแรก (Title page) เป็นหน้าที่แยกออกจากเนื้อหาอื่น ๆ ประกอบด้วย

1. ชื่อเรื่อง เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ให้ระบุชื่อเรื่องทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ชื่อเรื่องควรกระชับและตรงกับเนื้อเรื่อง จัดให้อยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษ

2. ชื่อผู้เขียน ให้ระบุชื่อเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยไม่ต้องระบุเพศ ยศ หรือ ตำแหน่ง

3. สถานที่ทำงานของผู้เขียน ให้ระบุสถานที่ทำงานและที่อยู่ของผู้เขียนทุกท่าน (ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ) พร้อมระบุ **ผู้รับผิดชอบหลัก (Corresponding author)** พร้อมทั้ง **E-mail address** ด้วย

เนื้อหา ประกอบด้วยหัวข้อหลัก ดังนี้

1. บทคัดย่อ สรุปสาระสำคัญของผลงานไว้โดยครบถ้วน และมีความยาวไม่เกิน 300 คำ และ ต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาอังกฤษ (**Abstract**) ด้วย (ภาษาไทยและตามด้วยภาษาอังกฤษ) ให้ระบุคำสำคัญ (Keywords) จำนวนไม่เกิน 5 คำไว้ในตอนท้ายของบทคัดย่อ

2. คำนำ (Introduction) อธิบายความสำคัญของปัญหา การตรวจเอกสาร (literature review) เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้น และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

3. อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) โดยเขียนให้กระชับและชัดเจน ไม่พรรณนาวิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีการอ้างอิงชื่อหรือองค์กร เช่น ใช้ตามวิธีของ AOAC (1990)

4. ผลและวิจารณ์ ผลการทดลองและวิจารณ์ผลเขียนในส่วนเดียวกัน

5. สรุป (Conclusion)

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) ถ้ามีไม่ควรเกิน 50 คำ

7. เอกสารอ้างอิง (Reference) การอ้างอิงวารสาร ให้พิมพ์ชื่อเต็มวารสาร การเรียบเรียงวารสารให้เรียบเรียงตามลำดับอักษรในภาษาไทย และตามด้วยภาษาอังกฤษ ก่อนส่งต้นฉบับควรตรวจทานเอกสารอ้างอิงในเนื้อหาและในท้ายบท ควรตรงกันและถูกต้องตามรูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิง ดังตัวอย่าง

(กรณี เอกสารอ้างอิงเป็นภาษาไทยต้องแปลให้เป็นภาษาอังกฤษเพื่ออ้างอิงในบทความ)

7.1 การอ้างอิง (citation) ในเนื้อหาใช้ระบบ name-and-year system

7.2 การเรียงลำดับ ต้องเรียงตามลำดับตัวอักษรชื่อผู้เขียน เอกสารทั้งหมดที่ถูกอ้างอิงในเนื้อหาต้องปรากฏในรายการเอกสารอ้างอิงท้ายบทความด้วย

7.3 การเขียนเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษให้ระบุนามสกุลของผู้เขียนก่อน และตามด้วยชื่ออื่น ๆ ซึ่งย่อเฉพาะอักษรตัวแรก

หนังสือ และตำรา

Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. **Physiology of Woody Plants**. Academic Press, New York.

วารสาร

Kongsom, C. and I. A. Munn. 2003. Optimum rotation of *Eucalyptus camaldulensis* plantations in Thailand based on financial return and risk. **Thai Journal of Forestry** 22 (1): 29-35.

Nikles, D. G. 1993. Breeding methods for production of interspecific hybrids in clonal selection and mass propagation programmes in the tropics and subtropics, pp. 218-252. *In* J. Davidson (ed.) **Regional Symposium on Recent Advances in Mass Clonal Multiplication of Forest Trees for Plantation Programmes.** December 1-8, 1992. FAO/UN, Bogor.

รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ

Nuyim, T. 2001. Potentiality of *Melaleuca cajuputi* Powell cultivation to develop for economic plantation purpose**.** pp. 167-175. *In* **Proceedings of the 7th of silvicultural seminar: Silviculture for Commercial Plantations**. 12 – 14 December 2001. Kasetsart University, Bangkok. (*in Thai*)

ข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลอิเลคทรอนิกส์

Sillery, B. 1998. **Urban rain forest: An African jungle come to life on New York's west side, Popular Science.** Available source: http://www.epnet.com/hosttrial/ligin.htm, March 27, 1998.

8. ภาพ (Figure) และตาราง (Table) ต้องมีเนื้อหาและคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ ให้แสดงเฉพาะข้อมูลที่สำคัญ พร้อมทั้งแนบไฟล์ต้นฉบับของภาพและตาราง ออกจากเนื้อหา

การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนต้องส่งไฟล์ต้นฉบับที่จัดเตรียมเนื้อหาตามรูปแบบของวารสาร ผ่านระบบวารสารออนไลน์ทางเว็บไซต์ **http:// www.tferj.forestku.com** ซึ่ง**ผู้เขียนสามารถสมัคร (Register) เข้าใช้งานระบบได้โดยกรอกชื่อ-สกุล Email address พร้อมกำหนดรหัส (Password)** จากนั้นส่งบทความ (manuscript submission) เพื่อเข้ารับการพิจารณา ประกอบด้วย

1. ไฟล์ต้นฉบับในรูปแบบไฟลล์ .doc หรือ .docx และไฟลล์ .pdf

2. ไฟล์รูปภาพ (ถ้ามี) ซึ่งรูปแบบไฟล์ภาพที่ใช้เป็น .tiff หรือ .jpeg เท่านั้น กำหนดให้ใช้ภาพขาวดำและภาพสีที่มีความละเอียดอย่างน้อย 300 dpi ขึ้นไป

3. ไฟล์แบบฟอร์มนำส่งบทความวิจัย (**สามารถดาวน์โหลดได้ http:// www.tferj.forestku.com**) และหากมีปัญหาในการใช้ระบบ กรุณาติดต่อมาที่ E-mail: dokrak.m@ku.ac.th

4. ให้ผู้เขียนแนะนำชื่อและ Email ผู้ทรงคุณวุฒิที่ผู้เขียนต้องการให้ทางวารสารพิจารณาคัดเลือกอย่างน้อย 3 ท่าน ในระบบวารสารออนไลน์ ทั้งนี้การคัดเลือกผู้ทรงฯ อาจไม่ใช่รายชื่อที่ผู้เขียนนำเสนอ

****5. ให้รวบรวมไฟลล์ดังกล่าวอยู่ในแฟ้มข้อมูลเดียวจากนั้นทำการบีบอัดไฟลล์ หรือ zip file เพื่อแนบเอกสารนำส่งในระบบออนไลน์**

กระบวนการพิจารณาบทความ

เจ้าของบทความต้องเสนอชื่อ ที่อยู่และอีเมลล์ (E-mail address) ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ จำนวน 3 ท่าน มาพร้อมกับต้นฉบับบทความ ทั้งนี้ กองบรรณาธิการอาจจะพิจารณาเลือกผู้ทรงคุณวุฒิที่ความแนะนำมาหรือไม่ก็ได้ ต้นฉบับที่ส่งมาตีพิมพ์จะนำเข้าสู่กระบวนการพิจารณาดังนี้

1. การพิจารณากลั่นกรองบทความ (Peer review) ทุกบทความจะได้รับการกลั่นกรองเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการ เพื่อพิจารณาถึงความสำคัญของบทความ ความเหมาะสมต่อวารสาร รวมถึงคุณภาพของเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่นำเสนอ บทความที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจะถูกปฏิเสธ (Reject) โดยไม่จำเป็นต้องส่งพิจารณาตรวจทาน ส่วนบทความที่ผ่านเกณฑ์เบื้องต้นจะถูกส่งให้**ผู้ทรงคุณวุฒิ (Referee)** ใน

แต่ละสาขาทำการ**พิจารณากลั่นกรอง (Peer review) ในระบบปกปิดอย่างน้อยสองท่าน (double blinded system) ต่อหนึ่งบทความ** ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิจะได้รับการทบทวนจากกองบรรณาธิการ และส่งต่อไปยังผู้เขียนเพื่อดำเนินการแก้ไขบทความตามคำแนะนำดังกล่าวและส่งผลงานที่ปรับแก้ไขแล้วมายังกองบรรณาธิการเพื่อการตัดสินใจขั้นสุดท้ายสำหรับการ ยอมรับ (Accept) หรือปฏิเสธ (Reject) บทความนั้น จะใช้เวลาในการพิจารณาทบทวนบทความประมาณ 3 เดือน นับจากวันที่ส่งบทความ หากเกินกว่ากำหนดนี้ผู้เขียนสามารถสอบถามมายังกองบรรณาธิการเพื่อรับทราบเหตุผลได้

2. บทความที่ถูกปฏิเสธ (Rejected manuscripts) ทางกองบรรณาธิการจะส่งคืนเอกสารทั้งหมดรวมถึงข้อคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิให้กับผู้เขียนผ่านระบบรับส่งวารสารออนไลน์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและส่งผลงานไปตีพิมพ์ยังวารสารอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสม

3. บทความที่ได้รับการยอมรับ (Accepted manuscripts) กองบรรณาธิการสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขต้นฉบับที่จะส่งไปตีพิมพ์ตามที่เห็นสมควร โดยจัดส่งต้นฉบับก่อนการตีพิมพ์ (draft proof) ให้ผู้เขียนตรวจสอบความถูกต้อง **ทั้งนี้จะต้องไม่มีการแก้ไขรายละเอียดใด ๆ ในส่วนของเนื้อหาและชื่อเจ้าของบทความ และหากไม่มีการติดต่อกลับภายในระยะเวลาที่กำหนด** ทางกองบรรณาธิการถือว่าบทความนั้นถูกต้องและครบถ้วนแล้ว ทำการตีพิมพ์และเผยแพร่บทความผ่านทางเว็ปไซต์ วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย (http:// www.tferj.forestku.com) ผู้เขียนหรือผู้ที่สนใจสามารถ download ผลงานในรูปแบบ PDF ได้

จริยธรรมในการตีพิมพ์ผลงาน

กองบรรณาธิการ วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย มีความมุ่งมั่นที่จะรักษามาตรฐานการตีพิมพ์ผลงาน ตลอดจนหลักปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการประเมินและการเผยแพร่ผลงานในวารสาร ฯ ด้วยเหตุนี้ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายจึงต้องดำเนินการตามแนวทางจริยธรรม (Ethic) ในการตีพิมพ์ผลงานที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด (https://publicationethics.org/) ทั้งในส่วนของผู้เขียนในการเสนอบทความเพื่อรับการพิจารณา ผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินบทความ และรวมถึงบรรณาธิการและกองบรรณาธิการที่ต้องพิจารณาดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วและเป็นธรรมกับทุกบทความที่ส่งมารับการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ

ลิขสิทธิ์ของบทความ

บทความที่ส่งตีพิมพ์ในวารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย ต้องเป็นบทความที่ไม่ลอกเลียนบทความอื่นที่ตีพิมพ์แล้ว และเป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน ลิขสิทธิ์ของบทความต้นฉบับ ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของ ศูนย์ประสานงานเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ห้ามนำข้อความทั้งหมดหรือบางส่วนไปพิมพ์ซ้ำ เว้นเสียแต่ว่าได้ระบุการอ้างอิง (Citation) เป็นลายลักษณ์อักษร และความรับผิดชอบ เนื้อหาของต้นฉบับที่ปรากฏในวารสารนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย นั้น จะเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน ทั้งนี้จะไม่รวมความผิดพลาดที่เกิดจากเทคนิคการพิมพ์

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย

Thai Forest Ecological Research Journal

ปีที่ 6 ฉบับที่ 1: มกราคม – มิถุนายน 2565

Volume 6 Number 1: January – June 2022

ISSN 2586-9566

นิพนธ์ต้นฉบับ (Original article)

การวิเคราะห์พื้นที่การกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก (*Tectona grandis* Linn.f.) ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี จังหวัดแพร่ **1**

สโรชา ลามู ปิยะพิศ ขอนแก่น อิสรีย์ ฮาวปินใจ กันตพงศ์ เครือมา จิราพร ปักเขตานัง และ ต่อลาภ คำโย

โครงสร้างสังคมพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชนป่าเต็งรังที่ใช้ใบพลวงเป็นของป่าในภาคเหนือของประเทศไทย **13**

ณิชาภัทร์ ดวงทิพย์ นิวัติ อนงค์รักษ์ ปณิดา กาจีนะ และ สุนทร คำยอง

ความสัมพันธ์ของลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและสมบัติดินบริเวณป่าชุมชนบ้านปี้ จังหวัดพะเยา **31**

ชัยวัฒน์ แสงศรีจันทร์ วรรณา มังกิตะ กฤษดา พงษ์การัณยภาส และ แหลมไทย อาษานอก

ความหลากชนิดและลักษณะสังคมพืชป่าชายเลน บริเวณโรงไฟฟ้าบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา **49**

เบญจวรรณ ชิวปรีชา และ วิชญา กันบัว

ลักษณะสังคมพืชและศักยภาพถิ่นที่ขึ้นของรักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) ในป่าเต็งรัง บริเวณโครงการอนุรักษ์ต้นรักและการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากยางรักอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ **63**

พิศุทธิ์ ลักษวุธ วรรณา มังกิตะ กฤษดา พงษ์การัณยภาส และ แหลมไทย อาษานอก