

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความหลากหลายของชนิดไม้และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของสังคมพืชป่าผลัดใบ
ในป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม จังหวัดลำปาง

ศิริลักษณ์ ธรรมนู^{1,2*} Joosang Chung^{1,3} Hee Han⁴ พิพัฒน์ เกตุคี² และ นพคุณ แก้วสิงห์⁵

รับต้นฉบับ: 25 กุมภาพันธ์ 2563

ฉบับแก้ไข: 26 มีนาคม 2563

รับลงพิมพ์: 3 เมษายน 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลาย และองค์ประกอบชนิดของไม้ต้น รวมถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวกำหนดการปรากฏของชนิดไม้ในสังคมป่าผลัดใบของป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม ตำบลแม่พริก อำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลแปลงตัวอย่าง ขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 25 แปลง ด้วยวิธีการสุ่มสำรวจอย่างเป็นระบบ (Systematic sampling method) ในพื้นที่ป่าชุมชน จำนวน 24,000 ไร่ และเก็บปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต่อการปรากฏและการกระจายของชนิดไม้ด้วยวิธีการจัดลำดับหมู่ไม้ (Canonical correspondence analysis, CCA) ผลการศึกษาความหลากหลายของชนิดไม้ พบว่า ป่าชุมชนแห่งนี้ มีค่าความหลากหลายชนิดตาม Shannon-Wiener Index เท่ากับ 2.491 ± 0.281 ซึ่งประกอบด้วยชนิดไม้ทั้งหมด 197 ชนิด 144 สกุล ใน 62 วงศ์ สามารถจำแนกหมู่ไม้ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ หมู่ไม้ป่าเต็งรังที่มีไม้เต็ง และมะค่าแต่เป็นไม้เด่น (*Shorea obtusa-Sindora siamensis* Stand) หมู่ไม้ป่าเต็งรังที่มีไม้รัง และเต็งเป็นไม้เด่น (*Shorea siamensis-Shorea obtusa* Stand) และหมู่ไม้ป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous Stand) และผลการวิเคราะห์การจัดลำดับหมู่ไม้ ด้วยวิธีการ CCA พบว่า ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากลำน้ำ ความชื้นในดิน อินทรีย์วัตถุในดิน และระยะห่างจากหมู่บ้าน เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลักที่ส่งผลต่อการกระจายและการปรากฏขององค์ประกอบชนิดไม้ ดังนั้น การเพิ่มความชุ่มชื้นในดิน การป้องกันไฟป่า การคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่เพื่อปลูกฟื้นฟูในระบบนิเวศป่าไม้ รวมถึงการกำหนดกฎระเบียบและติดตามการใช้ประโยชน์ จึงมีความสำคัญต่อการจัดการพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม

คำสำคัญ: ความหลากหลายของชนิดไม้ ป่าผลัดใบ ปัจจัยสิ่งแวดล้อม การจัดการป่าชุมชน

¹Department of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea 08826

²กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea 08826

⁴Department of Forest Policy and Economics, National Institute of Forest Science, Seoul, South Korea 02455

⁵กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

* ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: luckpp60@hotmail.com

ORIGINAL ARTICLE

**Tree Species Diversity and Environmental Factors Affecting Distribution in Ban Mae Chiang Rai
Lum Community Forest, Lampang Province**

Siriluck Thammanu^{1,2*} Joosang Chung^{1,3} Hee Han⁴ Pipat Ketdee² and Noppakoon Gaewsingha⁵

Received: 25 February 2020

Revised: 26 March 2020

Accepted: 3 April 2020

ABSTRACT

This study aims to assess the impact of environmental factors on tree species and biodiversity in the Ban Mae Chiang Rai Lum Community Forest in Lampang Province. Twenty-five, 40 x 40 m (0.16 ha) sample plots were established and analyzed to project the biodiversity of the total 3,925 ha area. The ecological gradient of vegetation was evaluated through a Canonical Correspondence Analysis (CCA) and then used to examine the environmental factors that impacted tree species composition and distribution. The results show that the Shannon-Wiener Index of the community forest was 2.491 ± 0.281 , encompassing 197 species, 144 genera and 62 plant families. The cluster analysis classified the forest communities into three stands; *Shorea obtusa-Sindora siamensis* stand, *Shorea siamensis-Shorea obtusa* stand, and mixed deciduous stand. The CCA ordination identified that elevation, distance to streams, soil moisture, organic matter, and distance to communities were the most impactful factors on species composition and distribution. Therefore, increasing soil moisture, protecting from forest fires and selecting relevant species to restore the forest ecosystem are important strategies for community forest management. Furthermore, the utilization of forest resources by the community should be regulated and monitored for sustainability.

Keyword: tree species diversity, deciduous forest, environmental factors, community forest management

¹Department of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea 08826

²Royal Forest Department, Bangkok, Thailand 10900

³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, South Korea 08826

⁴Department of Forest Policy and Economics, National Institute of Forest Science, Seoul, South Korea 02455

⁵Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, Thailand 10900

* Corresponding author: E-mail: luckpp60@hotmail.com

คำนำ

ประเทศไทยจัดอยู่ในประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ด้วยมีระบบนิเวศป่าไม้ที่หลากหลาย มีพื้นที่ป่าไม้ปกคลุม 31.68% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ (RFD, 2019) ประกอบด้วยชนิดพืช ประมาณ 15,000 ชนิด หรือ 8% ของชนิดพืชที่พบทั่วโลก (ONEP, 2009)

ในด้านการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพพรรณพืชนั้น มีรายงานว่า ประชาชนประมาณ 23 ล้านคน อาศัยอยู่ในหรือใกล้บริเวณพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติได้ประโยชน์จากการใช้ผลิตภัณฑ์ป่าไม้รอง (Non-timber forest products, NTFPs) เพื่อตอบสนองต่อความต้องการขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิตและสร้างรายได้ให้แก่ครัวเรือน (Witchawutipong, 2005) ดังนั้น การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพืชจึงเป็นประเด็นสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการทรัพยากรป่าไม้เพื่อการตอบสนองประโยชน์ต่อความต้องการของประชาชนในปัจจุบัน

แนวคิดด้านการจัดการป่าชุมชนได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน โดยประเทศไทยได้ดำเนินการส่งเสริมการดำเนินงานด้านป่าชุมชนมาตั้งแต่ปี 2530 โดยที่กรมป่าไม้ ได้ทำการขึ้นทะเบียนจัดตั้งเป็นป่าชุมชนในปี 2543 (RFD, 2014) และล่าสุดได้มีประกาศใช้พระราชบัญญัติป่าชุมชน เมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม 2562 ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ราษฎรในชุมชนได้มีส่วนร่วมในการจัดการป่าชุมชนกับภาครัฐอย่างถูกต้องตามกฎหมาย (Community Forest Act, 2019) จากข้อมูลตั้งแต่ปี 2543 จนถึงปัจจุบัน มีชุมชนได้ขึ้นทะเบียนจัดตั้งป่าชุมชนกับกรมป่าไม้ไปแล้ว มากกว่า 17,400 แห่ง

ครอบคลุมพื้นที่กว่า 7.6 ล้านไร่ หรือประมาณ 7% ของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศ (RFD, 2020)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการดำเนินการจัดการป่าชุมชนในประเทศไทยที่ผ่านมามีความสำเร็จในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ รวมถึงสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนท้องถิ่นในด้านการยังชีพและสร้างรายได้ให้กับชุมชน แต่ยังคงพบว่า มีความสูญเสียความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ชนิดพืชอย่างน้อย 1,442 ชนิด ถูกจัดอยู่บัญชีพืชที่ถูกคุกคาม (DNP, 2017) โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน และการใช้ประโยชน์จากมนุษย์ เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อชนิดพืชในระบบนิเวศป่าไม้ในหลาย ๆ พื้นที่ (Oliveira-Filho *et al.*, 1998; Zhang *et al.*, 2013; Zhao *et al.*, 2015) เช่น ความสูงจากระดับน้ำทะเลมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบและการกระจายของชนิดไม้ในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (Teejuntuk *et al.*, 2003) ระยะห่างจากลำน้ำมีอิทธิพลต่อการปรากฏของชนิดไม้ในสังคมพืชบริเวณ Gobin Sugar Reservoir (Sarvade *et al.*, 2016) ความชื้นในดินมีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตของพืชในสังคมพืชป่าเขาหินปูน (Asanok and Marod, 2016) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินส่งอิทธิพลต่อความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อมของ Tropical Juri Forest (Sarker *et al.*, 2014) ในขณะที่ที่ตั้งของหมู่บ้านส่งผลกระทบต่อชนิดไม้ในป่าของ Fereydan ซึ่งสะท้อนถึงการใช้ประโยชน์จากชุมชน (Eghdami *et al.*, 2019) นอกจากนี้ ข้อมูลการศึกษาในระดับพื้นที่ในด้านที่เกี่ยวข้องกับ

ชนิดไม้ เพื่อใช้สำหรับการวางแผนการจัดการป่าไม้ในพื้นที่ป่าชุมชนของประเทศไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมพืชป่าผลัดใบ (Deciduous forests) ที่มีกระจายอยู่ทั่วประเทศกว่า 18% ของพื้นที่ป่าทั้งหมด (RFD, 2019) ซึ่งจากผลดังกล่าวอาจกระทบต่อการบริหารจัดการป่าชุมชนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการประเมินความหลากหลายของชนิดไม้ในพื้นที่ป่าชุมชน และศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการกระจายและการปรากฏของหมู่ไม้ (stand) ซึ่งนับว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเพื่อการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม หมู่ที่ 3 ตำบลแม่พริก อำเภอแม่พริก จังหวัดลำปาง ซึ่งชุมชนได้ดำเนินการขึ้นทะเบียนเป็นป่าชุมชนกับกรมป่าไม้ ตั้งแต่ปี พ.ศ 2551 มีเนื้อที่ 24,000 ไร่ สภาพป่าเป็นป่าผลัดใบ (Deciduous forests) ประกอบด้วยป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) และป่าผสมผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) พื้นที่ที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 140 – 660 เมตรจากระดับน้ำทะเล ถึงแม้ว่าชุมชนได้ทำการกำหนดระเบียบการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ภายในป่าชุมชน ขณะที่หน่วยงานภาครัฐก็มีส่วนช่วยสนับสนุนให้การใช้ประโยชน์ดังกล่าวให้มีความยั่งยืน แต่ก็ยังพบว่าการเชื่อมต่อด้านการดำเนินงานที่มีส่วนร่วมระหว่างหน่วยงานมาก ดังนั้น การศึกษาป่าชุมชน

บ้านแม่เชียงรายลุ่มซึ่งเป็นป่าชุมชนขนาดใหญ่ที่มีการบริหารจัดการร่วมกันระหว่างราษฎรในชุมชนกับภาครัฐ อาจเป็นแนวทางสำหรับการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืนให้แก่พื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทยได้เป็นอย่างดี

2. การเก็บข้อมูล

2.1 ข้อมูลด้านองค์ประกอบของชนิดไม้

วางแปลงตัวอย่าง ขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 25 แปลง ด้วยวิธีสำรวจอย่างเป็นระบบ (Systematic sampling method) ในแต่ละแปลงแบ่งแปลงย่อยขนาด 10 x 10 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลไม้ใหญ่ (Tree) หรือไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height, DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร จากนั้นสร้างแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร และ 1 x 1 เมตร เก็บข้อมูลไม้รุ่น (Sapling) ไม้ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และกล้าไม้ (Seedling) หรือไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร ตามลำดับ

2.2 ข้อมูลด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ทำการรวบรวมข้อมูลปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน และการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ รวมจำนวน 8 ปัจจัย ทั้งทางด้านลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Elevation, EL) ทิศด้านลาด (Aspect, AS) และระยะห่างของแปลงตัวอย่างจากลำน้ำ (Distance to streams, DS) ด้วยวิธีประมาณค่าในช่วง (Interpolation) จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 โดยเครื่องมือ Topo to raster toolbox ในโปรแกรม ArcGIS ส่วนปัจจัยด้านลักษณะดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 15-20 เซนติเมตร จำนวน 3 จุดในแต่ละ

แปลงตัวอย่าง ในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2561) แล้วทำการวิเคราะห์สมบัติดิน ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ความเป็นกรดต่าง (Soil acidity, pH) อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter, OM) ฟอสฟอรัสในดิน (Available phosphorus, P) และความชื้นในดิน (Soil moisture, SM) ส่วน ปัจจัยผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากมนุษย์ ทำการแปลงข้อมูลระยะห่างจากแปลงตัวอย่างถึง หมู่บ้าน (Distance to communities, DC) ด้วยวิธี เช่นเดียวกับปัจจัยด้านลักษณะภูมิประเทศข้างต้น

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance value index, IVI)

วิเคราะห์ดัชนีค่าความสำคัญของชนิดไม้ ด้วยการคำนวณจากผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) และค่าความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RD_o) (Curtis and McIntosh, 1951)

3.2 การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (Stand clustering)

จำแนกหมู่ไม้ ด้วยการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ตามวิธี Relative Sorensen Distance และ Ward's Linkage Method ด้วยโปรแกรม PC.ORD version 5.10 โดยใช้ดัชนีค่าความสำคัญของไม้ใหญ่ (Tree IVI) ในแปลงตัวอย่างทั้งหมด (จำนวน 25 แปลง)

3.3 ความหลากหลายชนิด (Species diversity)

วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลาย จากดัชนีค่าความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener Index (H') อ้างอิงจาก Magurran (2004) ดังนี้

$$H' = -\sum p_i (\ln) p_i$$

เมื่อ H' คือ ดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener

Pi คือ อัตราส่วนของชนิดที่ i ต่อจำนวน ตัวอย่างทั้งหมด เมื่อ i = 1, 2, 3, ..., S

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและการกระจายของหมู่ไม้

ศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการกระจายของพรรณไม้ในแต่ละหมู่ไม้ โดยใช้ดัชนีค่าความสำคัญของไม้ใหญ่ (Tree) และตัวแปรด้านปัจจัยแวดล้อม คือ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ทิศด้านลาด ระยะห่างจากลำน้ำ ความเป็นกรดต่าง อินทรีย์วัตถุในดิน ฟอสฟอรัสในดิน ความชื้นดิน และระยะห่างจากหมู่บ้าน มาวิเคราะห์การจัดลำดับหมู่ไม้ (Stand ordination analysis) ตามวิธี Canonical correspondence analysis (CCA) (McCune and Grace, 2002) ด้วยโปรแกรม PC.ORD version 5.10

ผลและวิจารณ์

1. การจัดกลุ่มหมู่ไม้และองค์ประกอบของชนิดไม้

สำรวจพบชนิดไม้ ในป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม จำนวน 197 ชนิด 144 สกุล 62 วงศ์ จำแนกเป็นชนิด ไม้ใหญ่ (Tree) ไม้รุ่น (Sapling) และกล้าไม้ (Seedling) จำนวน 129, 99 และ 141 ชนิด ตามลำดับ มีวงศ์ไม้เด่นจากความหลากหลาย ได้แก่ ไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) วงศ์ถั่ว (Fabaceae) วงศ์ยางพารา (Euphorbiaceae) วงศ์ส้ม (Combretaceae) วงศ์มะแฟน (Bursaraceae) วงศ์ถอบแถบ (Connaraceae) และวงศ์ตะแบก (Lythraceae) ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มหมู่ไม้ (Cluster analysis) ตามวิธีของ Ward's Method

ด้วยการจัดกลุ่มตามค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงของ Sorensen ที่ 25 เปอร์เซ็นต์ สามารถจัดจำแนกหมู่ไม้ออกเป็น 3 กลุ่ม (Figure 1) คือ

(1) หมู่ไม้เต็งและมะค่าแต่้ (*Shorea obtusa-Sindora siamensis* Stand, SOS) ประกอบด้วย 10 แปลงตัวอย่าง พบชนิดไม้ จำนวน 63 ชนิด มีความหนาแน่น 736.88 ต้นต่อเฮกแตร์ เมื่อพิจารณาชนิดไม้เด่นจากดัชนีค่าความความสำคัญ (IVI) ของชนิดไม้ใน 5 ลำดับแรก คือ เต็ง (*Shorea obtusa*, 60.41) มะค่าแต่้ (*Sindora siamensis*, 37.08) แดง (*Xylia xylocarpa*, 36.42) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum*, 18.67) และ กำรอก (*Eillipanthus tomentosus*, 16.22) ตามลำดับ

(2) หมู่ไม้รังและเต็ง (*Shorea siamensis-Shorea obtusa* Stand, SSS) ประกอบด้วย 11 แปลงตัวอย่าง โดยพบชนิดไม้ จำนวน 83 ชนิด 1,078.41 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นจากค่าดัชนีความความสำคัญ (IVI) ของชนิดไม้ใน 5 ลำดับแรก คือ รัง (*Shorea siamensis*, 55.25) เต็ง (*Shorea obtusa*, 36.34) แดง (*Xylia xylocarpa*, 17.97) ตะแบกเกลือก (*Terminalia mucronata*, 16.83) และ ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*, 14.76) ตามลำดับ

(3) หมู่ไม้ป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous stand, MDS) ประกอบด้วย 4 แปลงตัวอย่าง พบชนิดไม้ จำนวน 72 ชนิด มีความหนาแน่น 1,229.69 ต้นต่อเฮกแตร์ ชนิดไม้เด่นจากค่าดัชนีความความสำคัญ (IVI) ใน 5 ลำดับแรก คือ ขะเจี๊ยะ (*Millettia leucantha*, 25.20) ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana*, 21.70) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana*, 21.48) เม่าสาย (*Antidesma sootepense*, 18.40) และ ประดู่

(*Pterocarpus macrocarpus*, 14.52) ตามลำดับ ชนิดไม้เด่นของหมู่ไม้ในกลุ่มป่าผลัดใบที่พบได้ในป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ (Table 1) มีความคล้ายคลึงกับการศึกษาอื่น ๆ ของประเทศไทย (Marod *et al.*, 1999; Kabir and Webb, 2006; Teejuntuk *et al.*, 2003; Pothawong *et al.*, 2015; Asanok *et al.*, 2019)

2. ความหลากหลายของชนิดไม้ในป่าชุมชน

ความหลากหลายของชนิดไม้ในป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายกลุ่ม จากดัชนีของ Shannon-Wiener Index (H') พบมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (Table 2) ค่าเฉลี่ยในระดับไม้ใหญ่ ไม้รุ่ม และกล้าไม้ เท่ากับ 2.491 ± 0.281 , 2.251 ± 0.327 และ 2.442 ± 0.434 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาที่เคยมีรายงานในสังคมป่าผลัดใบในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่มีความหลากหลายชนิดอยู่ในระดับปานกลาง เช่น เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว (H'=2.06) อุทยานแห่งชาติแม่ปิง (H'=2.46) และบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่คำมี (ป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ, H'=2.60 และ 2.96 ตามลำดับ) (DNP, 2015; DNP, 2016; Papakjan *et al.*, 2017) แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของป่าชุมชนแห่งนี้ในการอำนวยประโยชน์ให้แก่ราษฎรในชุมชนด้านการอนุรักษ์และใช้สอยประโยชน์ซึ่งความหลากหลายของชนิดไม้ในสังคมพืชสามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านการดำรงชีพของประชาชนและสร้างรายได้ที่สำคัญให้แก่ครัวเรือน (Kabir and Webb, 2006; Thammanu and Caihong, 2014; Jaimoy *et al.*, 2015; Larpkerna *et al.*, 2017; Asanok *et al.*, 2019)

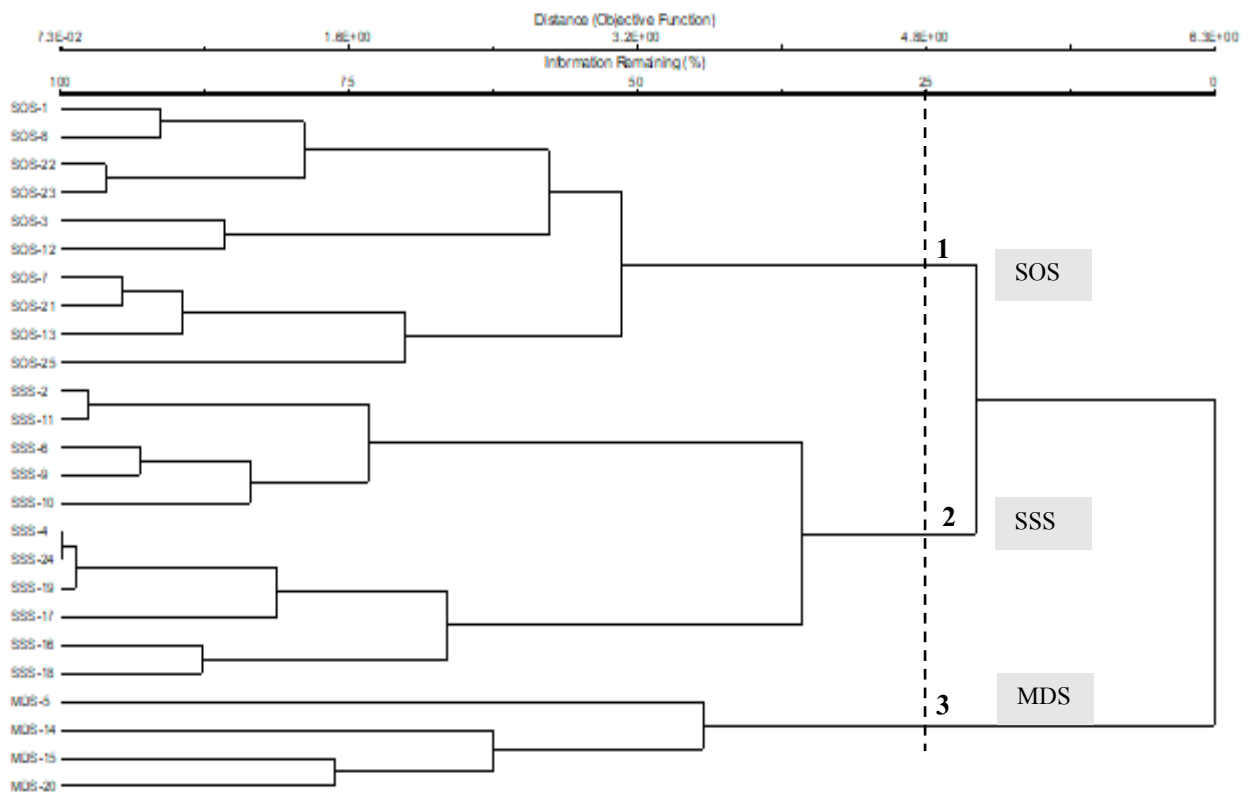


Figure 1 Classification of the 25 sample plots in deciduous forests of the Ban Mae Chiang Rai Lum Community Forest, Northern Thailand

Table 1 Five dominant tree species in each stand based on importance value index (IVI)

Stand	Species	RD	RF	RD ₀	IVI
SOS	<i>Shorea obtusa</i>	18.83	14.91	26.67	60.41
	<i>Sindora siamensis</i>	16.20	6.466.	14.42	37.08
	<i>Xylia xylocarpa</i>	12.04	13.77	10.60	36.42
	<i>Canarium subulatum</i>	2.972	4.653.	11.04	18.67
	<i>Ellipanthus tomentosus</i>	6.36	7.803	2.06	16.22
SSS	<i>Shorea siamensis</i>	20.01	12.52	22.71	55.25
	<i>Shorea obtusa</i>	10.43	9.771	16.14	36.34
	<i>Xylia xylocarpa</i> var. <i>kerrii</i>	6.328	7.207.	4.441	17.97
	<i>Terminalia mucronata</i>	6.485	5.595.	4.766.	16.83
	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	4.165	3.796.	6.803.	14.76
MDS	<i>Millettia leucantha</i>	11.44	6.236.	7.537.	25.20
	<i>Lagerstroemia duperreana</i>	7.247	6.236.	8.238.	21.70
	<i>Millettia brandisiana</i>	7.888	5.976.	7.637.	21.48
	<i>Antidesma sootepense</i>	10.17	5.715.	2.522.	18.40
	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	2.802	4.164.	7.577.	14.52

Table 2 Species diversity indices in each forest stand

Type	Stand	H'
Tree	SOS	2.351 ± 0.269
	SSS	2.568 ± 0.274
	MDS	2.682 ± 0.161
	Average	2.491 ± 0.281
Sapling	SOS	2.242 ± 0.334
	SSS	2.337 ± 0.335
	MDS	2.033 ± 0.234
	Average	2.251 ± 0.327
Seedling	SOS	2.491 ± 0.359
	SSS	2.462 ± 0.461
	MDS	2.184 ± 0.553
	Average	2.442 ± 0.434

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการกระจายของหมู่ไม้

ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับหมู่ไม้ด้วยวิธีการ CCA โดยมีค่า Eigenvalues ของแกน 1 (Axis 1) แกน 2 (Axis 2) และแกน 3 (Axis 3) เท่ากับ 0.531, 0.363 และ 0.239 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ของ Pearson Correlation ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของหมู่ไม้มีค่าอยู่ในระดับสูงบนแกน 1 (Axis 1) มีค่า r เท่ากับ 0.924 และแกน 2 (Axis 2) ค่า r เท่ากับ 0.933 ตามลำดับ ดังนั้น ทั้ง แกน 1 และแกน 2 จึงมีความเหมาะสมสำหรับการใช้อธิบายปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อชนิดไม้ ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ Monte Carlo permutation test พบว่า ปัจจัยแวดล้อม 5 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (EL) ระยะห่างจากลำน้ำ (DS) ความชื้นในดิน (SM) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) และระยะห่างจากหมู่บ้าน (DC) เป็นปัจจัยหลักที่มีความสัมพันธ์กับการกระจายของหมู่ไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$) โดยแกนที่ 1 พบว่าอินทรีย์วัตถุในดิน ($r=-0.546$) และความชื้นในดิน ($r=-0.470$)

มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการกระจายของหมู่ไม้ แต่ระยะห่างจากลำน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวก ($r=0.409$) ในขณะที่ แกนที่ 2 ปัจจัยความสูงจากระดับน้ำทะเล ($r=0.810$) มีความสัมพันธ์เชิงบวก แต่ระยะห่างจากหมู่บ้านมีความสัมพันธ์เชิงลบ ($r=-0.513$) กับการกระจายของหมู่ไม้ (Figure 2) สามารถจำแนกปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของหมู่ไม้ ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 (Group 1) ประกอบด้วยแปลงที่ 1, 7, 8, และ 12 ซึ่งเป็นหมู่ไม้เต็งและมะค่าเต็ง (*Shorea obtusa-Sindora siamensis* stand, SOS) และแปลงที่ 2, 9, และ 11 (*Shorea siamensis-Shorea obtusa* stand, SSS) ซึ่งเป็นหมู่ไม้รังและเต็ง ที่พบในป่าเต็งรัง พบว่าการกระจายมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (EL) ชนิดไม้เด่นนอกจากพรรณไม้เด่นในป่าเต็งรังแล้วยังพบไม้ชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่

ได้ด้วยเช่นกัน ที่พบทั่วไป เช่น มะนาวผี (*Atalantia monophylla*, ATMO) เม่าใบปลิว (*Antidesma ghaesembilla*, ANGH) รักริวกู (*Gluta usitata*, GLUS) ปอเจียน (*Bauhinia bracteata*, BABR) ตะขบป่า (*Flacourtia indica*, FLIN) พลองเหมือด (*Memecylon edule*, MEED) และตะขบไทย (*Flacourtia rukam*, FLRU) เป็นต้น แสดงว่าความสูงที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความหลากหลายที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Teejuntuk *et al.* (2003) ที่รายงานว่าระดับความสูงของพื้นที่มีผลต่อความหลากหลายไม้ในป่าเต็งรังบริเวณอุทยานแห่งชาติคอยอินทนนท์ แสดงว่า ชนิดไม้ในสังคมป่าเต็งรังหลายชนิดสามารถตั้งตัวอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับความสูง และขึ้นอยู่กับพรมแดนไม้ป่าดิบเขาได้ โดยเฉพาะบริเวณแนวรอยต่อระหว่างป่าดิบเขาและป่าเต็งรัง (Marod *et al.*, 2015) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตที่มีมากกว่าบนพื้นที่สูง (Ivanov *et al.*, 2008) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ Bunyavejchewin *et al.* (2011) พบว่า ความแตกต่างของระดับความสูงของป่าเต็งรังมีความเกี่ยวข้องกับขีดความสามารถในการอุ้มน้ำของดินที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของชนิดไม้ โดยในพื้นที่ที่มีระดับความสูงมากมักถูกจำกัดด้วยทรัพยากรที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากข้อจำกัดด้านความชื้น ธาตุอาหาร แร่ธาตุ และสภาพดินที่ตื้น (Bridge and Johnson, 2000; Zhang *et al.*, 2013) ป่าชุมชนแห่งนี้มีความสูงไม่มากนัก อยู่ระหว่าง 140-660 เมตรจากระดับน้ำทะเล ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าชนิดไม้เหล่านี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในระดับความสูงที่เพิ่มสูงขึ้น

กลุ่มที่ 2 (Group 2) ประกอบด้วยแปลงที่ 6 และ 10 หรือหมู่ไม้รังและเต็ง (*Shorea siamensis-Shorea obtusa* stand, SSS) และแปลงที่ 3, 13, 21, และ 23 หรือหมู่ไม้เต็งและมะค่าแต่ (*Shorea obtusa-Sindora siamensis* stand, SOS) ที่พบอยู่ในป่าเต็งรัง โดยปัจจัยด้านระยะห่างจากลำน้ำ (DS) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการกระจายของหมู่ไม้นี้ ชนิดไม้เด่น เช่น ช้างน้ำ (*Ochna integerrima*, OCIN) หวีป่า (*Syzygium cumini*, SYCU) สัก (*Tectona grandis*, TEGR) ขอเถื่อน (*Morinda elliptica*, MOEL) และมะขาง (*Madhuca dongnaiensis*, MADO) เป็นต้น

โดยทั่วไปป่าผลัดใบมักพบในพื้นที่แห้งแล้ง ดินมีสภาพเป็นดินทราย ในป่าผลัดใบเนื้อดินมีองค์ประกอบอนุภาคทรายน้อยกว่าป่าเต็งรัง คือ 53% และ 70% ตามลำดับ (Myo *et al.*, 2016) อนุภาคทรายมีคุณสมบัติทำให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ได้น้อย ดังนั้นระบบรากที่ยังลึกจะช่วยให้พืชสามารถปรับตัวและอยู่รอดในสภาพที่แห้งแล้งในพื้นที่ที่อยู่ห่างจากแหล่งน้ำหรือมีความชื้นในดินต่ำ หรือกล่าวได้ว่า ชนิดไม้ในป่าผลัดใบมีการพัฒนาระบบรากที่ลึกช่วยให้พืชสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ที่มีความแห้งแล้ง (Wessel, 1971) ซึ่งเป็นปกติของสังคมพืชป่าผลัดใบในประเทศไทยที่พรมแดนไม่มีการปรับตัวให้มีความทนต่อความแห้งแล้งได้ดีเนื่องจากข้อจำกัดของดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ รวมถึงปัจจัยการรบกวนจากไฟป่าก็มีส่วนสำคัญในการกำหนดการปรากฏของชนิดไม้ในสังคมป่าเต็งรัง (Rundel and Boonprakob, 1995; Marod *et al.*, 2002; Bunyavejchewin *et al.*, 2011)

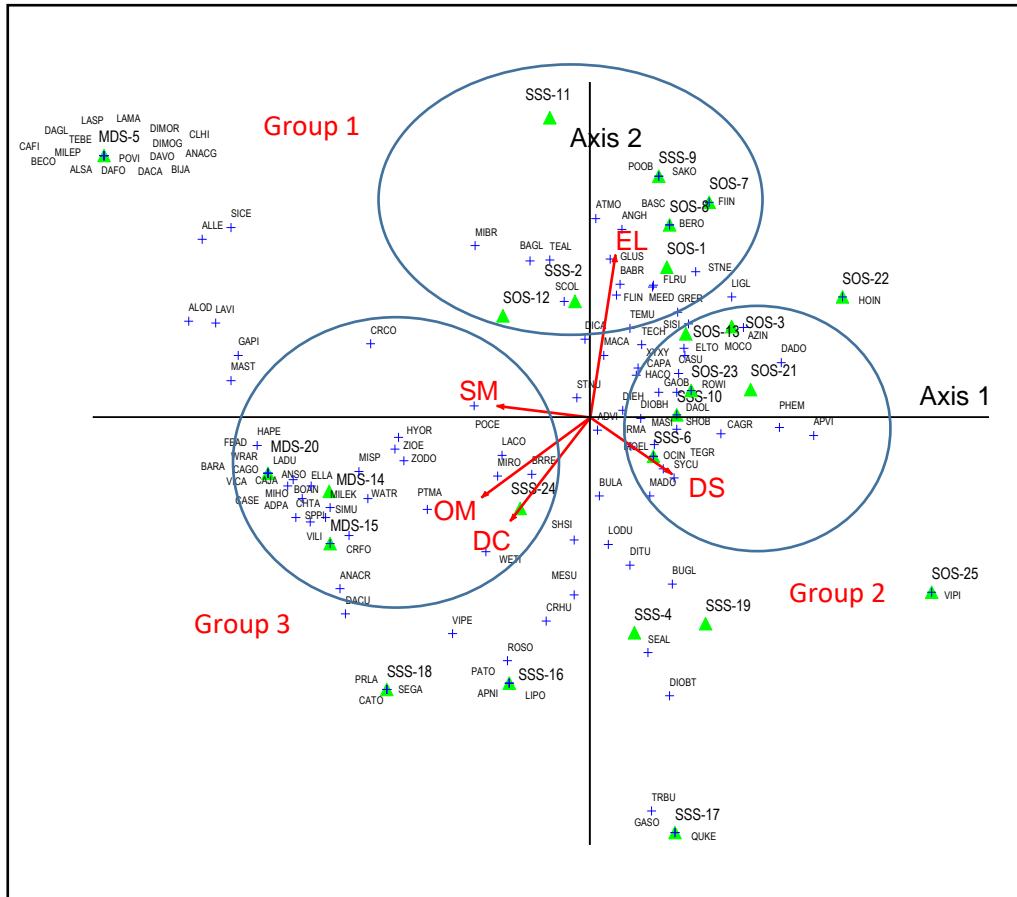


Figure 2 The relationship between stand distribution (▲) and the environmental factors; elevation (EL), distance to streams (DS), soil moisture (SM), organic matter (OM), and distance to communities (DC).

กลุ่มที่ 3 (Group 3) ประกอบด้วยแปลงที่ 14, 15, และ 20 เป็นป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous Forest, MDS) และหมู่ไม้ที่ 24 เป็นหมู่ไม้เต็งและมะค่าแค้ (*Shorea siamensis-Shorea obtusa* stand, SSS) ที่พบในป่าเต็งรังขึ้นร่วมกันพบว่า ปัจจัยแวดล้อมทางความชื้นในดิน (SM) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) และ ระยะห่างจากหมู่บ้าน (DC) มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการกระจายของหมู่ไม้ โดยเฉพาะหมู่ไม้ในป่าผสมผลัดใบ (MDS-20, MDS-14 และ MDS-15) พบว่า ระดับความชื้นในดิน (SM) และ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) มีผลต่อการปรากฏของหมู่ไม้ค่อนข้างสูง ชนิดไม้ที่สำคัญ เช่น ประดู่ป่า

(*Pterocarpus macrocarpus*, PTMA) กะเจียน (*Polyalthia cerasoides*, POCE) จี๋หนอน (*Zollingeria dongnaiensis*, ZODO) ส้มกบ (*Hymenodictyon orixense*, HYOR) และอ้อยช้าง (*Lanea coromandelica*, LACO) เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าความชื้นและอินทรีย์วัตถุที่สูงมีผลต่อการปรากฏของชนิดไม้ในหมู่ไม้ที่นี้ ซึ่งแตกต่างจากชนิดไม้อื่น ๆ ในป่าผลัดใบทั่วไปที่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดและเจริญเติบโตได้ดีแม้อยู่ในสภาพพื้นที่แห้งแล้ง (Marod *et al.*, 1999) หรือพื้นที่ดินมีธาตุอาหารในดินต่ำ (Grime, 1997)

ในขณะที่ระยะห่างจากหมู่บ้าน (DC) มีความสัมพันธ์กับการกระจายหมู่ไม้ของเต็งและ

มะค่าแต้ (SSS) และป่าผสมผลัดใบ (MDS) ซึ่งนอกเหนือจากพบไม้เด่นในทั้งสองป่าแล้ว ยังพบชนิดไม้พุ่มเตี้ยขึ้นเป็นส่วนใหญ่ คือ แข็งกวาง (*Wendlandia tinctoria*, WETI) กระต่อมหนู (*Mitragyna rotundifolia*, MIRO) เต็งหนาม (*Bridelia retusa*, BRRE) และเล็บเหยี่ยว (*Zizyphus oenoplia*, ZIOE) ซึ่งมักไม่พบไม้ต้นขนาดใหญ่บริเวณใกล้กับชุมชนเนื่องจากส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ด้วยการตัดเพื่อนำไม้มาใช้ในการก่อสร้างหรือทำเชื้อเพลิง แสดงให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์ของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบและการกระจายของชนิดไม้ โดยชนิดไม้เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นชนิดพืชเบิกนำ (pioneer species) ที่มีเกิดในกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติภายหลังการรบกวน โดยเฉพาะเล็บเหยี่ยว ดังนั้น การใช้ประโยชน์ของชุมชนอาจส่งผลกระทบต่อโดยตรงต่อการฟื้นฟูตามธรรมชาติของระบบนิเวศ จากรายงานของ Mären and Sharma (2018) พบว่า ในพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับหมู่บ้าน มีการถูกบุกรุกทำลาย และเข้าถึงการใช้อย่างมากเกินกว่าพื้นที่ห่างไกลหมู่บ้าน หากไม่มีการติดตามและขาดการบังคับใช้กฎระเบียบ ดังนั้น ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม อาจมีความเสี่ยงในการสูญเสียชนิดพืชในพื้นที่ป่าชุมชน หากไม่เร่งดำเนินการบริหารจัดการป่าชุมชนที่มีประสิทธิภาพและเกิดจากการยอมรับของทั้งชุมชนและหน่วยงานในภาครัฐ

สรุป

ผลการศึกษาคความหลากหลายของชนิดไม้และปัจจัยแวดล้อมต่อการกระจายของหมู่บ้านในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม จังหวัดลำปาง

แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศ ลักษณะดิน และการใช้ประโยชน์ของราษฎรในชุมชนส่งต่อความหลากหลายและการกระจายของชนิดไม้ค่อนข้างสูง จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปสู่การวางแผนเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้ เพื่อการจัดการป่าชุมชนอย่างยั่งยืน การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากลำน้ำ ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และระยะห่างจากหมู่บ้าน เป็นตัวกำหนดการปรากฏของชนิดไม้ในสังคมป่าผลัดใบ ดังนั้น การเพิ่มความชุ่มชื้น รวมถึงการป้องกันไฟป่า และการคัดเลือกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ปลูกฟื้นฟู จึงมีความสำคัญต่อการจัดการพื้นที่ป่าชุมชน ที่จะช่วยให้สภาพป่ามีความอุดมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ส่งผลให้ชนิดไม้ในป่าชุมชนสามารถเติบโตได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วในด้านการใช้ประโยชน์จากป่าชุมชน ควรมีการกำหนดกฎระเบียบและติดตามการใช้ประโยชน์อย่างเคร่งครัด รวมถึงการส่งเสริมให้ชาวบ้านนำพืชที่นิยมใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนมาขยายพันธุ์เพิ่มเติม เพื่อนำกลับไปปลูกฟื้นฟูยังพื้นที่ป่าชุมชน หรือปลูกเสริมในพื้นที่ที่ใกล้เคียงหมู่บ้านและในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งนอกจากจะเป็นการอนุรักษ์ชนิดไม้ในป่าชุมชนแล้ว ยังสามารถช่วยให้ราษฎรในชุมชนได้สามารถใช้ประโยชน์และสร้างรายได้ให้กับครัวเรือนได้อีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามเนื่องจากสังคมพืชป่าผลัดใบโดยธรรมชาติถูกควบคุมจากดินที่มีธาตุอาหารต่ำ ฤดูกาลแห้งแล้งที่ยาวนาน รวมถึงการรบกวนจากไฟป่า การฟื้นฟูป่าอาจต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสังคมพืชไปสู่สังคมพืช ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อชนิด

ไม้ดั้งเดิมและระบบนิเวศอื่นๆ ดังนั้น
วัตถุประสงค์ในการจัดการสังคมพืชป่าผลัดใบ
เพื่อให้เกิดความยั่งยืน จึงมีความสำคัญและ
แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ Southeast Asian Regional
Center for Graduate Study and Research in
Agriculture (SEARCA) - ASEAN Working
Group on Social Forestry Strategic Response
Fund (ASRF) under ASEAN-Swiss Partnership
on Social Forestry and Climate Change และ
R&D Program for Forest Science Technology
(Project No. 2018113C10-2020-BB01) provided
by Korea Forest Service (Korea Forestry
Promotion Institute) ที่ให้การสนับสนุน
งบประมาณวิจัย รวมถึง Asian Forest
Cooperation Organization (AFoCO) และ
หน่วยงานกรมป่าไม้ ในการให้โอกาส
ทำการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณผู้นำ
และราษฎรในชุมชนบ้านแม่เชียงรายลุ่ม ที่ให้
ความร่วมมือและช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการ
เก็บข้อมูลในพื้นที่ป่าชุมชน

เอกสารอ้างอิง

Asanok, L. and Marod, D. 2016. Environmental factors
influencing tree species regeneration in different
forest stands growing on a limestone hill in Phrae
Province, Northern Thailand. **Journal of Forest
and Environmental Science** 32 (3): 237-252.

Asanok, L., Kaewgrajang, T., Yotapakdee, T., Daoreung,
P., Wongprom, P., Jeenthong, T., Jaitrong, W. and
Sa-nguansombat, W. 2019. Biodiversity and

evaluation of benefit in dry deciduous forest at
Maejo University Phrae Campus, Phrae Province.

Thai Forest Ecological Research Journal 3 (1):
47-58. (in Thai)

Bridge, S.R.J. and Johnson, E.A. 2000. Geomorphic
principles of terrain organization and vegetation
gradients. **Journal of Vegetable Science** 11: 57-70.

Bunyavejchewin, S. C., Baker, P. and Davis, S. J. 2011.
Seasonally dry tropical forests in continental
Southeast Asia – Structure, composition, and
dynamics. pp. 9-35. In McShea, W. J., Davis S. J.
and Bhumpakphan, N., eds. **The ecology and
conservation of seasonally dry forests in Asia.**
Smithsonian Institution Scholarly Press,
Washington, DC.

Community Forest Act. 2019. pp. 71-103. (in Thai)

Curtis, J. T. and McIntosh, R. P. 1951. An upland forest
continuum in the Prairie-Forest Border Region of
Wisconsin. **Ecology** 32 (3): 476-796.

Department of National Parks, Wildlife and Plant
Conservation (DNP). 2015. **A permanent plot
sampling project in a dry dipterocarp forest in
Mae Ping National Park: Chiang Mai, Lum Phun
and Tak Provinces.** DNP, Bangkok. (in Thai)

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation.
2016. **The biological diversity in protected area:
Chiangdao Wildlife Sanctuary.** Protected Area
Regional Office 16, Chiang Mai. (in Thai)

Department of National Parks, Wildlife and Plant
Conservation. 2017. **Threatened plants in
Thailand.** Bangkok.

Eghdami, H., Azhdari, G., Lebailly, P. and Azadi H. 2019.
Impact of land use changes on soil and vegetation
characteristics in Fereydan, Iran. **Agriculture** 9 (3): 58.

Grime, J.P. 1977. Evidence for the existence of three
primary strategies in plants and its relevance to

- ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist** 111 (982): 1169-1194.
- Ivanov, V.Y., Bras, R.L. and Vivoni, E.R. 2008. Vegetation-hydrology dynamics in complex terrain of semiarid areas: 2. Energy-water controls of vegetation spatiotemporal dynamics and topographic niches of favorability. **Water Resources Research** 44 (W03430).
- Jaimoy, A., Sringernyuang, K., Seetakoses, P. and Satienpirakul, K. 2015. Forest structure and utilization on edible plants in the deciduous forests at Ban Huai Salop Community, Huai Pha Sub-District, Muang District, Mae Hong Son Province. pp. 25-34. *In Proceedings of the 5th of Thai Forest Ecological Research Network*. 16-17 December, 2015. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Kabir, M.E. and Webb, E.L. 2006. Saving a forest: The composition and structure of a deciduous forest under community management in Northeast Thailand. **Natural History Bulletin of the Siam Society** 54 (2): 239-260.
- Larpkerna, P., Eriksen, M.H. and Waiboonya, P. 2017. Diversity and uses of tree species in the deciduous dipterocarp forest, Mae Chaem District, Chiang Mai Province, Northern Thailand. **Naresuan University Journal: Science and Technology** 25 (3): 43-55.
- Magurran, A.E. 2004. **Measuring biological diversity**. Blackwell Publishing, Oxford.
- Marod, D., Hermhuk S., Thinkamphaeng, S. and Panmongkol, A. 2015. Tree distribution across the forest ecotone of lower montane forest at Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai Province. **Thai Journal of Forestry** 34 (3): 99 – 108.
- Marod, D., Kutintara, U., Chanchai, Y., Hiroshi, T. and Tohru, N. 1999. Structural dynamics of a natural mixed deciduous forest in Western Thailand. **Journal of Vegetation Science** 10: 777-786.
- Marod, D., Kutintara, U., Tanaka, H. and Nakashizuka, T. 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. **Plant Ecology** 161: 41-57.
- Måren, I.E. and Sharma, L.N. 2018. Managing biodiversity: Impacts of legal protection in mountain forests of the Himalayas. **Forests** 9(8): 476.
- McCune, B. and Grace, J.B. 2002. **Analysis of ecological communities**. MjM Software Design, Oregon.
- Myo, K.K., Thwin, S. and Khaing, N. 2016. Floristic composition, structure and soil properties of mixed deciduous forest and deciduous dipterocarp forest: Case study in Madan Watershed, Myanmar. **American Journal of Plant Sciences** 7 (2): 279-287.
- Pothawong, N., Sringernyuang, K., Seetakoses, P., Fongmoon., S. and Kumyong., S. 2015. Forest structure, diversity and utilization under the community resource management of the community forest at Baan Ta Pa Pao, Thapladuk Sub-District, Lamphun Province. pp. 56-65. *In Proceedings of the 5th of Thai Forest Ecological Research Network*. 16-17 December, 2015. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP). 2009. **Thailand: National report on the implementation of the convention on biological diversity**. Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok.
- Oliveira-Filho, A.T., Curi, N., Vilela, E.A. and Carvalho, D.A. 1998. Effects of canopy gaps, topography, and soils on the distribution of woody species in a Central Brazilian deciduous dry forest. **Biotropica** 30 (3): 362-375.

- Papakjan, N., Asanok, L. and Thapyai, C. 2017. Plant community and environment factors influence on the natural regeneration on tree in the forest edge of deciduous diptocarp forest and mixed deciduous forest after highland maize cropping at Mae Khum Mee Watershed, Phrae Province. pp. 123-131. *In Proceedings of the 6th of Thai Forest Ecological Research Network*. 19-20 December, 2017. Mahidol University, Nakhon Pathom. (*in Thai*)
- Royal Forest Department (RFD). 2014. **Implementation guidelines for community forest projects of the Royal Forest Department**. RFD, Bangkok. (*in Thai*)
- Royal Forest Department (RFD). 2019. **Executive summary**. RFD, Bangkok. (*in Thai*)
- Royal Forest Department (RFD). 2020. **Community forest project approval between 2000-present**. Available source: <https://www.forest.go.th/community-extension/2017/02/02/>, January 30, 2020.
- Rundel, P. W. and Boonprakob, K. 1995. Forest ecosystems of Thailand. pp.93–123. *In* Bullock, S.H., H. Mooney, and E. Medina, eds. **Seasonal dry tropical forests**. Cambridge University Press, New York.
- Sarker, S.K., Rashid, S., Sharmin, M., Haque, M.M., Sonet, S.S. and Nur-Un-Nabi, M. 2014. Environmental correlates of vegetation distribution in tropical Juri forest, Bangladesh. **Tropical Ecology** 55 (2): 177-193.
- Sarvade, S., Gupta, B. and Singh, M. 2016. Composition, diversity and distribution of tree species in response to changing soil properties with increasing distance from water source — a case study of Gobind Sagar Reservoir in India. **Journal of Mountain Science** 13 (3): 522-533.
- Teejuntuk, S., Sahunalu, P., Sakura, K. and Sungpalee, W. 2003. Forest structure and tree species diversity along an altitudinal gradient in Doi Inthanon National Park, Northern Thailand. **Tropics** 12 (2): 85-102.
- Thammanu, S. and Caihong, Z. 2014. The growing stock and sustainable utilization of white bamboo, *Bambusa membranacea* (Munro) C.M.A. Stapleton & N.H. Xia in the natural mixed deciduous forest with teak in Thailand: A case study of Huay Mae Hin Community Forest, Ngao District, Lampang Province. **International Journal of Sciences** 3: 23-30.
- Wessel, M. 1971. **Fertilizer requirements of cacao (*Theobroma cacao* L.) in South-Western Nigeria**. Koninklijk Instituut voor de Tropen, Amsterdam.
- Witchawutipong, J. 2005. **Thailand community forestry**. RFD, Bangkok. (*in Thai*)
- Zhang, Z.-h., Hu, G. and Ni, J. 2013. Effects of topographical and edaphic factors on the distribution of plant communities in two subtropical karst forests, southwestern China. **Journal of Mountain Science** 10 (1): 95-104.
- Zhao, L., Xiang, W., Li, J., Lei, P., Deng, X., Fang, X. and Peng, C. 2015. Effects of topographic and soil factors on woody species assembly in a Chinese Subtropical Evergreen Broadleaved Forest. **Forests** 6 (3): 650-669.