

นิพนธ์ต้นฉบับ

โครงสร้างสังคมพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชนป่าเต็งรังที่ใช้ใบพลวงเป็นของป่า
ในภาคเหนือของประเทศไทย

ณิชภัทร์ ดวงทิพย์¹* นีวัดี อนงค์รัศมี¹ ปณิดา กาจันนะ² และ สุนทร คำยอง³

รับต้นฉบับ: 24 กุมภาพันธ์ 2565

ฉบับแก้ไข: 17 เมษายน 2565

รับลงพิมพ์: 22 เมษายน 2565

บทคัดย่อ

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

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*) มีดัชนีความหลากหลายชนิด (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 ชาวบ้านนำใบพลวงไปสานไฟจำนวน 2,324,464 ไฟ (13,936,785 ใบ) คิดเป็นร้อยละ 13.65 ของจำนวนใบทั้งหมด รายได้การขายไฟ 3,951,590 บาทต่อปี ขณะที่การสูญเสียคาร์บอนจากการเก็บใบพลวงมีปริมาณ 99,114.23 กิโลกรัมต่อปี

คำสำคัญ: โครงสร้างสังคมพืช การกักเก็บคาร์บอน ป่าเต็งรัง ป่าชุมชน

¹ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

²ภาควิชาเกษตรที่สูงและทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

³ชุมชนบ้านมะกอก อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน 51120

*ผู้รับผิดชอบบทความ: Email: nichapat1110@gmail.com

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 Anongrak¹, Panida Kachina², and Soontorn Khamyong³

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 m², 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 species 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 collecting *D. tuberculatus* leaves were 99,114.23 kg/year.

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

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

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

³Makok 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 ไม้ตระกูลไม้มยาง (*Dipterocarpaceae*) ที่ขึ้นบนพื้นที่แห้งแล้ง ได้แก่ เต็ง (*Shorea obtusa*) รัง (*Shorea siamensis*) เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) และ พลวง (*D. tuberculatus*) ลักษณะดินมีความผันแปรไปตามสภาพภูมิประเทศ พบทั้งบนพื้นที่มีหินโผล่ ดินชั้นจนถึงลึกปานกลาง 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) ความหลากหลายชนิด (Species diversity) และสังคมพืชย่อย (Subtype communities) บางพื้นที่มีไม้เต็งเป็นไม้เรือนยอดเด่น ขณะที่พื้นที่ใกล้เคียงอาจจะไม่มีรังเด่น เหียงเด่น ไม้พลวงเด่นและไม้สนสอง

ใบและสนสามใบขึ้นปะปน (Bunyavejchewin, 1979; Pamprasit, 1995; Phongkhamphanh *et al.*, 2015) การใช้ประโยชน์จากพืชของชาวบ้านในหมู่บ้านที่อยู่ใกล้กับป่าเต็งรังจึงแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ต่างๆ ซึ่งเกิดจากความผันแปรของสภาพสังคมพืชตามท้องที่ ของป่าที่เป็นเนื้อไม้ได้แก่ ไม้สำหรับการก่อสร้างบ้านเรือน ไม้ฟืน และไม้ใช้สอย ของป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ เช่น เห็ดกินได้ พืชผัก ผลไม้ สมุนไพร ไข่มดแดง จิ้งโกร่ง และแยะ 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 “ไฟ”) ซึ่งใช้เป็นวัสดุคลุมดินรองรับผลสตอร์เบอร์รี่และใช้มุงหลังคา โดยได้สร้างรายได้อย่างมากให้กับกับคนในชุมชนในแต่ละปี

ป่าชุมชนนั้นนอกจากจะให้คุณประโยชน์ทางตรงต่อคนในชุมชนจากการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ แล้วยังมีคุณประโยชน์ทางอ้อมด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันสภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ ระบบเศรษฐกิจและสุขภาพของมนุษย์ ระบบนิเวศป่าชุมชนเป็นแหล่งกักเก็บและสะสมคาร์บอน โดยที่พรรณไม้ได้ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ) ในบรรยากาศโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง 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 อยู่สูงจากระดับทะเลปาน

กลาง 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 โดยมีแนวถนนพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมกระจายอยู่ ทำให้พื้นที่ป่าเกิดเป็นหย่อมๆ ดังนั้น จึงได้เลือกวางแปลงแบบ Stratified random sampling (Figure 1) เพื่อสุ่มตัวอย่างจากหย่อมป่าบริเวณต่าง ๆ แต่ก็ไม่สามารถกระจายได้ครบทุกหย่อมป่า ในแปลงสุ่มตัวอย่างทำการวัดเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับความสูง (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) ความ
เด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RDo) และ
ดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้
(IVI) ทุกชนิด

2.2 ดัชนีความหลากหลายชนิด (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

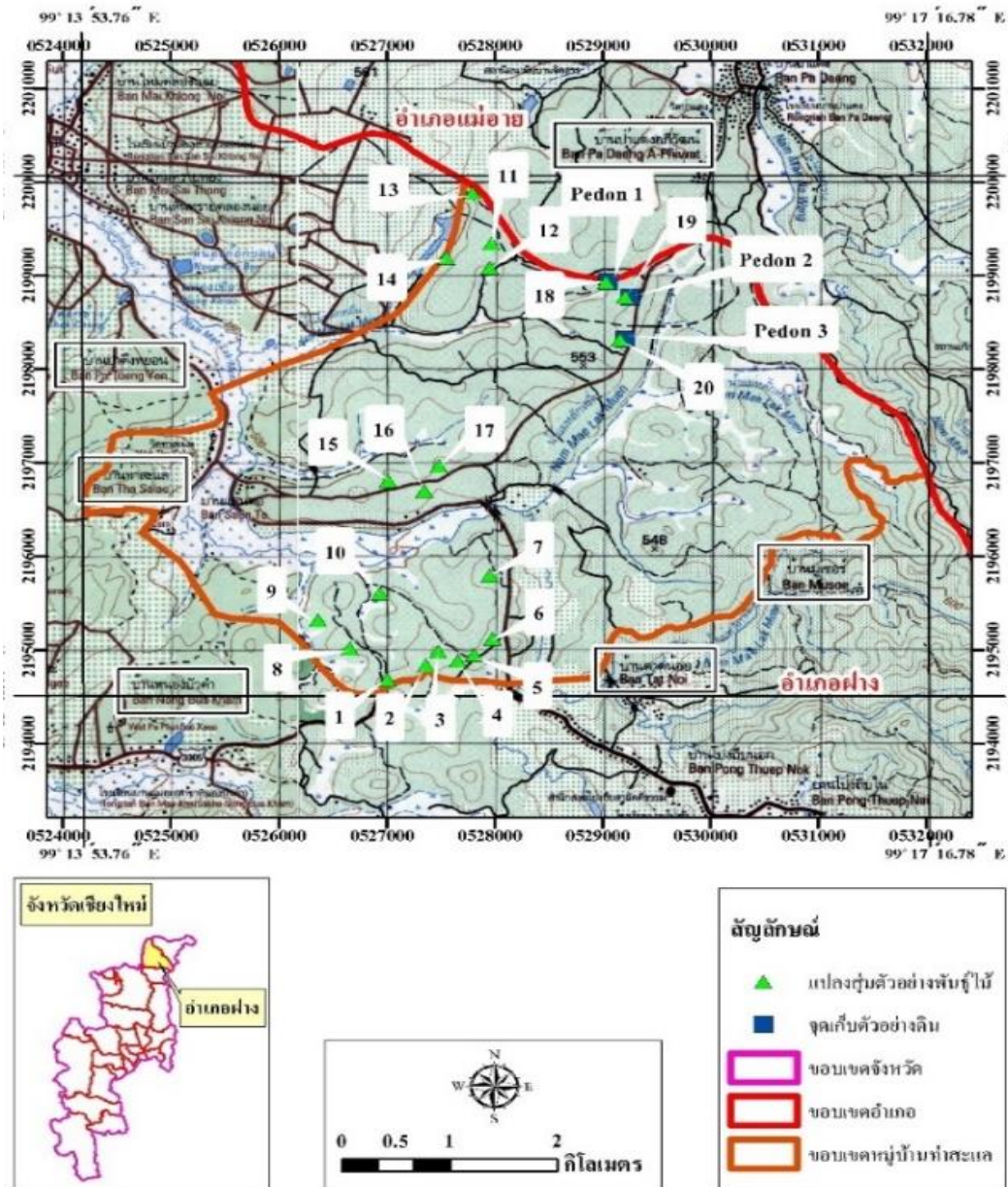


Figure 1 Sample plots laid out in the Tha Sa Lea community forest.

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 กรมป่าไม้ได้กำหนดให้ต้นไม้ที่มีขนาดลำต้น ตั้งแต่ 100 เซนติเมตร เป็นไม้ที่โตเต็มที่และสามารถตัดฟันทำเป็นสินค้าได้ ในที่นี้ได้กำหนดให้ไม้วัยรุ่นและไม้หนุ่ม (แม้ว่ายังไม่มีเกณฑ์ที่ชัดเจน) มีเส้นรอบวงลำต้น <50 และ 50 - 100 เซนติเมตร ตามลำดับ (Permission Division, 2008) ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการประเมินความยั่งยืนของประชากรไม้พลวง

2.4 มวลชีวภาพของพรรณไม้ (plant biomass)

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

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

$$W_B = 0.125 W_s^{1.204}$$

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

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

เมื่อ W_s คือ มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)

W_B คือ มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัมต่อต้น)

W_L คือ มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัมต่อต้น)

W_R คือ มวลชีวภาพของราก (กิโลกรัมต่อต้น)

D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (เมตร) ส่วนสมการของรากแปลงหน่วยเป็นเซนติเมตร *หมายเหตุ ข้อมูลที่สำรวจเป็นเส้นรอบวง และแปลงค่าเป็นเส้นผ่าศูนย์กลาง

H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

2.5 ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพและดิน

1) ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืช

ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพพืชคำนวณได้โดยการคูณปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้กับจากค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น 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) เพื่อหาปริมาณมวลดินและวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic meter, OM) โดยวิธี Walkley and Black titration ตามวิธีการของ Nelson & Sommers (1996) ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จะได้ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีหน่วยเป็นร้อยละ 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 (Dipterocarpaceae) 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) และ รักใหญ่ (*Gluta usitata*) (302 ต้น)

จำนวนชนิดไม้ (species richness) ในป่าเต็งรังมักผันแปรแตกต่างกันไปตามท้องที่ ป่าเต็งรังบริเวณนี้มีจำนวนชนิดน้อยกว่าป่าเต็งรังบนพื้นที่หินทราย (มีไม้เหียงเป็นไม้เด่น) ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งพบพรรณไม้ 60 ชนิด (Khamyong *et al.*, 2016) แต่มีจำนวนชนิดใกล้เคียงกับป่าเต็งรังในสถานีวิจัยวนวัฒนวิจัยอินทนิล 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 เหมือดหลวงและค้ำมอกน้อย ไม้เต็งมีค่าความถี่ร้อยละ 75 ซึ่งไม้ 5 ชนิดนี้สามารถพบได้ทั่วไปในป่าชุมชนบริเวณนี้ ไม้ที่มีความถี่ร้อยละ 50-65 มี 3 ชนิด คือ เหมือดหอม สมอไทยและเป่าหนาม จะพบขึ้นอยู่ปานกลางสำหรับไม้ชนิดที่เหลือมีความถี่ต่ำกว่าร้อยละ 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	<i>Buchanania lanzan</i> Spreng.	มะม่วงหาวแมงวัน	6		
		2	<i>Gluta usitata</i> (Wall.) Ding Hou	รักไหล	302		
		3	<i>Semecarpus anacardium</i> L.f.	รักขน	8		
2	Apocynaceae	4	<i>Amphineurion marginatum</i> (Roxb.) D.J.Middleton	โมกเครือ	1		
3	Bignoniaceae	5	<i>Dolichandrone serrulata</i> (Wall. ex DC.) Seem.	แคป้า	2		
		6	<i>Stereospermum tetragonum</i> DC.	แคฝอย	8		
4	Burseraceae	7	<i>Canarium subulatum</i> Guillaumin	มะเก็ม	3		
5	Clusiaceae	8	<i>Garcinia cowa</i> Roxb. ex Choisy	ชะมวง	11		
6	Combretaceae	9	<i>Terminalia alata</i> Roth	รกฟ้า	3		
		10	<i>Terminalia chebula</i> Retz.	สมอไทย	14		
7	Dilleniaceae	11	<i>Dillenia obovata</i> (Blume) Hoogland	सान	29		
8	Dipterocarpaceae	12	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i> Roxb.	พลวง	4,116		
		13	<i>Shorea obtusa</i> Wall. ex Blume	เต็ง	878		
9	Ebenaceae	14	<i>Diosyros ehretioides</i> Wall. ex G. Don	ตับเต่า	5		
10	Ericaceae	15	<i>Craibiodendron stellatum</i> (Pierre) W.W.Sm.	ดาวรูาย	16		
11	Fabaceae	16	<i>Albizia odoratissima</i> (L.f.) Benth.	กางขี้มอด	1		
		17	<i>Dalbergia cultrata</i> Benth.	เก็ดคำ	32		
		18	<i>Dalbergia oliveri</i> Prain	ชิงชัน	14		
		19	<i>Dalbergia foliacea</i> Benth.	เครือกระพี	4		
		20	<i>Phyllodium longipes</i> (Craib) Schindl.	ลมสืบ	12		
		21	<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	ประดู่	5		
		22	<i>Spatholobus parviflorus</i> (DC.) Kuntze	เครือพันช้าย	4		
		12	Fagaceae	23	<i>Castanopsis diversifolia</i> (Kurz) King ex Hook.f.	ก่อแป้น	1
				24	<i>Lithocarpus grandifolius</i> (D.Don) S.N.Biswas	ก่อหม่น	1
		13	Lamiaceae	25	<i>Quercus kerrii</i> Craib	ก่อแพะ	18
26	<i>Vitex peduncularis</i> Wall. ex Schauer			กาสามปีก	38		
14	Lecythidaceae	27	<i>Vitex pinnata</i> L.	ตีนนก	13		
		28	<i>Careva arborea</i> Roxb.	กระโดน	2		
15	Loganiaceae	29	<i>Strychnos nux-vomica</i> L.	แสลงใจ	12		
16	Lvthraceae	30	<i>Lagerstroemia macrocarpa</i> Wall.	อินทนิลบก	1		
17	Malvaceae	31	<i>Bombax anceps</i> Pierre	งิ้วป่า	1		
		32	<i>Colona flagrocarpa</i> (C.B.Clarke) Craib	ปอขาย	6		
18	Melastomataceae	33	<i>Memecylon scutellatum</i> (Lour) Hook.&Arn.	เหมือดซี่	14		
19	Meliaceae	34	<i>Walsura robusta</i> Roxb.	ชื้อาย	6		
20	Moraceae	35	<i>Artocarpus gomezianus</i> Wall. ex Trécul	หาดหนน	4		
21	Mvrtaceae	36	<i>Syzgium cumini</i> (L.) Skeels	หว่า	23		
22	Ochnaceae	37	<i>Ochna integerrima</i> (Lour.) Merr.	दानเหลือง	14		
23	Phyllanthaceae	38	<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn.	เม่าไข่ปลา	2		
		39	<i>Aporosa villosa</i> (Lindl.) Baill.	เหมือดหลวง	131		
		40	<i>Bridelia retusa</i> (L.) A.Juss.	เป่าหนาม	40		
		41	<i>Phyllanthus emblica</i> L.	มะขามป้อม	3		
24	Pinaceae	42	<i>Pinus merkusii</i> Jungh. & de Vriese	สนสองใบ	28		
25	Rubiaceae	43	<i>Catunaregam spathulifolia</i> Tirveng.	เค็ด	22		
		44	<i>Dioecrescis erythroclada</i> (Kurz) Tirveng.	มะคังแดง	1		
		45	<i>Gardenia coronaria</i> Buch.-Ham.	ค้ำมอกหลวง	3		
		46	<i>Gardenia obtusifolia</i> Roxb. ex Hook.f.	ค้ำมอกน้อย	164		
		47	<i>Wendlandia tinctoria</i> (Roxb.) DC.	ข้างกวาง	6		
26	Rutaceae	48	<i>Harrisonia perforata</i> (Blanco) Merr.	สีพันคนทา	1		
27	Sanindaceae	49	<i>Schleichera oleosa</i> (Lour.) Merr.	ตะคร้อ	1		
28	Symplocaceae	50	<i>Symplocos racemosa</i> Roxb.	เหมือดหอม	24		
Total					6,054		

Table 2 Quantitative characteristics of tree species in the DDF

No.	Common name	Frequency (%)	Density (tree/rai๑)	BA (m ² /rai)	Relative value (%)			IVI 300	IVI (%)
					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	เป่าหนาม	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 โดยมีความหนาแน่นของต้นไม้ต้นแปรระหว่างแปลงสุ่มตัวอย่าง 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 ไปใช้ประโยชน์ในอดีต ได้ส่งผลทำให้ความหนาแน่นของต้นไม้ในปัจจุบันลดน้อยลง

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 ในสถานีวิจัยวนวัฒนวิทยาอินทจิล จังหวัดเชียงใหม่ ไม้พลวงในป่าที่ไม่มีไฟป่าและมีไฟป่ามีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) สูงกว่าพรรณไม้ชนิดอื่น (ร้อยละ 45.15 และ 36.44 ของชนิดพรรณไม้ทั้งหมด ตามลำดับ) ไม้พลวงในป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ร้อยละ 37.86 ของพรรณไม้ทั้งหมด (Pamprasit, 1995)

1.3 ดัชนีความหลากหลายชนิด

ป่าเต็งรังบริเวณนี้มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดที่คำนวณโดยใช้ 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 ดัชนีความหลากหลายชนิดในแต่ละแปลงมีค่าผันแปรระหว่าง 0.79-2.32 (เฉลี่ย 1.53) แสดงว่าความหลากหลายชนิดมีความผันแปรตามพื้นที่ในป่า (มีค่าต่ำมากถึงปานกลาง) ป่าชุมชนบริเวณนี้มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดต่ำกว่าป่าเต็งรังท้องที่อื่นๆ ในภาคเหนือ (Phongkhamphanh *et al.*, 2015; Khamyong *et al.*, 2016) ในอดีตก่อนการจัดตั้งเป็นป่าชุมชนนั้นชาวบ้านได้เข้าไปตัดไม้พลวงขนาดใหญ่ไปใช้ประโยชน์และตัดต้นไม้ขนาดเล็กสำหรับทำฟืนและถ่าน จึงทำให้ป่า

เสื่อมสภาพลง โดยเหลือแต่ไม้ขนาดเล็กและขนาดกลาง

1.4 โครงสร้างประชากรของไม้พลวง

การศึกษาโครงสร้างประชากรของไม้พลวงในป่าชุมชนทำให้สามารถประเมินศักยภาพการสืบต่อพันธุ์ของไม้พลวงและความยั่งยืนของผลผลิตหรือการใช้ประโยชน์จากใบพลวง

ในแปลงสุ่มตัวอย่าง 20 แปลง พบว่า ต้นไม้ทั้งหมด 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	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>		
				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

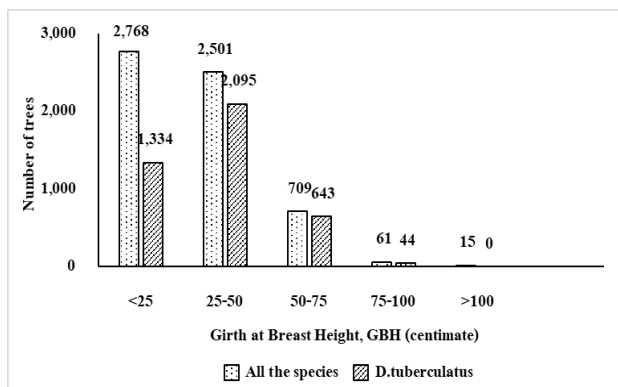


Figure 2 Population distribution of all tree species and *D. tuberculatus* with GBH classes in the DDF

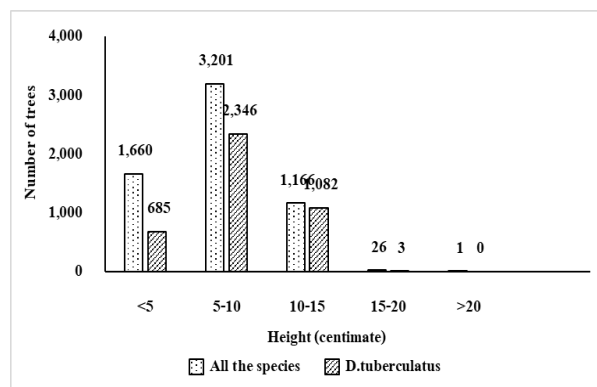


Figure 3 Population distribution of all tree species and *D. tuberculatus* with tree height classes in the DDF

การกระจายของต้นไม้ในป่าชุมชนมีรูปแบบเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential form) หรือ L-shape ซึ่งแสดงถึงการมีต้นไม้ขนาดเล็ก (โดยเฉพาะไม้พลวง) ที่สามารถเติบโตและ

ทดแทนต้นไม้ขนาดใหญ่ในอนาคตได้ (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) ป่าชุมชนบ้าน

ทรายทอง จังหวัดลำพูน มีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 47,648.21 และ 119,830.48 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 23,498.32 และ 59,163.89 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (Phonchaluen, 2009) ป่าเต็งรังที่มีไม้เพียงเด่นบนพื้นที่ทราย ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ 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) ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านทำสะอาดอยู่ในช่วงฟื้นตัวจากการเคยถูกการรบกวน การตัดฟันไม้ไปใช้ประโยชน์ บางปีเกิดไฟป่า ทำให้ส่วนใหญ่พบแต่ไม้วัยรุ่นและไม้หนุ่มที่มีความหนาแน่นสูง จึงทำให้มีปริมาณมวลชีวภาพต่ำเมื่อเทียบกับป่าเต็งรังพื้นที่อื่น

2.2 ปริมาณคาร์บอนในดิน

จากการศึกษาดินในป่าเต็งรัง 3 หลุมพบว่า 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)

ปริมาณคาร์บอนในดินป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านทำสะอาดมีปริมาณต่ำกว่าป่าเต็งรังธรรมชาติในท้องที่ต่าง 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 จึงทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินล่างต่ำกว่าในชั้นดินบน (Lecturers in Department of Soil Science, 2005; Brady & Weil, 2008) และมีปัจจัยของพืชพรรณที่ขึ้นอยู่สภาวะภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ต่างกันที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน (Chidthaisong & Lischaiikul, 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	ลูบตีบ	241.95	80.17	6.50	45.36	373.98	120.73	39.04	3.18	21.83	184.78
7	เก็ดคำ	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 มวลชีวภาพของพรรณไม้ และในดิน พบว่า ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ทั้งหมดมีค่า 37,377.19 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ขณะที่ปริมาณคาร์บอนในดินมีค่าเฉลี่ย 10,875.98 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ดังนั้นปริมาณรวมของการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าเต็งรังคือ 48,253.17 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ทำให้สัดส่วนการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพมีค่าร้อยละ 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 “ไฟ” ซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่สืบทอดมาช้านานจากบรรพบุรุษ (local wisdom) เช่นเดียวกับการนำใบหญ้าคามาสานเป็นไฟ ในอดีตจะใช้ทำหลังคาบ้านและกระติบตามไร่นา (เรียกว่า บ้านมุงใบตองตึงหรือบ้านมุงคา หมายถึง บ้านที่มีหลังคาเป็นใบตองตึงหรือใบหญ้าคา) ปัจจุบันมีการนำไปใช้เป็นวัสดุคลุมดินและรองรับผลสตอว์เบอร์รี่ในท้องที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ทำให้เป็นสินค้าชุมชนที่ได้สร้างรายได้ให้กับชาวบ้าน

ป่าเต็งรังบริเวณนี้มีพื้นที่ติดกับหลายหมู่บ้าน ได้แก่ บ้านท่าสะแล อำเภอลำปาง บ้านจัดสรรและบ้านป่าแดงอภิวัดณ์ อำเภอแม่เมาะ 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 มีปริมาณใบพลวงที่ร่วงหล่นและชาวบ้านนำไปสานไฟประมาณ 13,946,785 ใบ (2,324,464 ไฟ) โดยรับซื้อไฟละ 1.70 บาทต่อไฟ และสามารถสร้างรายได้ให้แก่ชาวบ้าน จำนวน 3,951,590 บาทต่อปี

การสูญเสียคาร์บอนและธาตุอาหารในใบพลวงร่วงหล่นและนำไปสานไฟพื้นที่ศึกษาป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแล สามารถคำนวณได้จากน้ำหนักเฉลี่ยของใบพลวงแห้ง 10 ใบ เท่ากับ 17.29 ± 1.41 กรัม คูณกับค่าความเข้มข้นของคาร์บอนในใบพลวงที่ได้จากการศึกษาของ Sangchote (2009) (ร้อยละ 41.10 โดยน้ำหนัก) พบว่าปริมาณใบพลวงที่ชาวบ้านนำไปสานไฟ 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 ป่าเต็งรังที่เป็นป่าชุมชนหมู่บ้านท่าสะแลมีการสูญเสียแหล่งอินทรีย์วัตถุที่จะถูกย่อยสลายกลายเป็นคาร์บอนที่จะลงสู่ดินออกไปยังพื้นที่อื่น จากการเข้าไปใช้ประโยชน์เพียงแค่อ้อยละ 13.65 ของจำนวนใบทั้งหมด นับว่าเป็นการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารออกจากระบบนิเวศป่าเต็งรังที่ในระดับไม่สูงมาก และยังเป็น การช่วยลดเชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดไฟป่าได้ ส่วนใบพลวงที่ร่วงหล่นและไม่ได้เก็บไปใช้ประโยชน์ก็จะย่อยสลายธาตุอาหารลงสู่ดินต่อไป

สรุป

การประเมินความยั่งยืนผลผลิตใบพลวงในป่าชุมชนป่าเต็งรัง ภาคเหนือของประเทศไทยสามารถพิจารณาจาก 3 ปัจจัย คือ

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

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

3. มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของป่าที่ชาวบ้านนิยมเก็บไปจำหน่ายคือ ใบพลวง โดยนำมาสานเป็นไฟฉาย สามารถสร้างรายได้ให้แก่คนในชุมชนเป็นอย่างมาก ในปี พ.ศ. 2562 ชาวบ้านท่าสะแลสามารถขายไฟ 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

ขอขอบคุณผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 11 คณะกรรมการหมู่บ้าน ชาวบ้านหมู่บ้านท่าสะแล อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และชาวบ้านหมู่บ้านป่าแดงอภิวัดน์ อำเภอแม่เมาะ 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 Carbon and 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 Herbarium, 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. Sringernyuang & 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)