นิพนธ์ต้นฉบับ

พลวัตของสังคมป่าเต็งรัง และปริมาณการกักเก็บคาร์บอน บริเวณป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ จังหวัดกาญจนบุรี

Dynamics of Dry Dipterocarp Forest and Carbon Sequestration at Nongyai Community Forest, Kanchanaburi Province

กุลธิดา คำใจ[1,2*]
พรเทพ เหมือนพงษ์[2]
สาพิศ ดิลกสัมพันธ์[2]

Kulthida Kamjai[1,2*]
Ponthep Meunpong[2]
Sapit Diloksumpun[2]

[1]สำนักการอนุญาต กรมป่าไม้
Permission Bureau, Royal Forest Department
[2] คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
*Corresponding Author, E-mail: yui67_kul@hotmail.com

รับต้นฉบับ 24 สิงหาคม 2560 รับลงพิมพ์ 18 กันยายน 2560

ABSTRACT

The study on dynamics of dry dipterocarp forest and carbon sequestration was conducted at Nongyai community forest, Kanchanaburi province. The study was carried out on 90 x 90 meter permanent plot aiming at clarification on dry dipterocarp forest dynamics and carbon sequestration of the community forest which was managed by communities from adjacent villages. The measurement includes diameter at breast height (DBH) and total height of both trees and saplings, seedlings were counted for quantity changes. The data were of the years 2013 and 2016 compared by diversity index, importance value index, gain of biomass and carbon accumulations that were calculated by using allometric equations.

The results revealed that *Pterocarpus macrocarpus* Kurz*, Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq, *Xylia xylocarpa* Taub, *Shorea obtusa* Wall and *Shorea siamensis* Miq were the most abundant, widely distributed and dominant tree species. Slightly difference was found between 2013 and 2016 in terms of plant species changes, number and species diversity. That were, in 2016 number of seedlings were increased 3 species; sapling were increased 2 species while only one tree species was decreased. Shannon-Wiener index of 2016 was 2.59, comparing to the result of 2013 , it decreased by 0.01 while evenness index was the same; richness index had a slightly decreased .Biomass content and aboveground carbon accumulation in 2013 were 11,489.42 kg/rai

and 5,400.02 kg/rai, respectively, in 2016 were 13,404.99 kg/rai and 6,300.35 kg/rai, respectively. Three years, gain of biomass were 1,915.57 kg/rai; gain of carbon accumulation were 900.33 kg/rai or mean annual increment of biomass was 638.53 kg/rai/year and mean annual increment of carbon accumulation was 300.11 kg/rai/year.

Keywords: Dynamics, Dry dipterocarp forest, Carbon sequestration, Nongyai community forest

บทคัดย่อ

การศึกษาพลวัตของสังคมป่าเต็งรัง และปริมาณการกักเก็บคาร์บอน บริเวณป่าชุมชน บ้านหนองใหญ่ จังหวัดกาญจนบุรี ได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่างถาวร ขนาด 90 × 90 เมตร จำนวน 1 แปลง ในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งเป็นแปลงศึกษาวิจัยที่กรมป่าไม้เคยศึกษาเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ และการสะสมคาร์บอนของป่าชุมชน ปี พ.ศ. 2556 โดยได้ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูงของไม้ใหญ่และไม้รุ่น และนับจำนวนกล้าไม้ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพ ความหนาแน่นของหมู่ไม้ ความเด่นหรือการปกคลุมพื้นที่ของหมู่ไม้ ความเพิ่มพูนมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณพืช โดยใช้สมการแอลโลเมตรี

ผลการศึกษาพบว่า พรรณไม้เด่นในพื้นที่ ได้แก่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) มะค่าแต้ (*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq.) แดง (*Xylia xylocarpa* Taub.) เต็ง (*Shorea obtusa* Wall.) และ รัง (*Shorea siamensis* Miq.) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชทางชนิด จำนวน และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2559 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2559 กล้าไม้มีจำนวนชนิดพันธุ์เพิ่มขึ้น 3 ชนิด ไม้รุ่นเพิ่มขึ้น 2 ชนิด ในขณะที่ไม้ใหญ่กลับพบว่าลดลง 1 ชนิด ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener มีค่า 2.59 ซึ่งลดลง 0.01 เมื่อเปรียบเทียบกับ ปี พ.ศ. 2556 ในขณะที่ความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ (evenness index) มีค่าไม่เปลี่ยนแปลง และความร่ำรวยของชนิดพันธุ์ (richness index) มีค่าลดลงเล็กน้อย มวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ในปี พ.ศ.2556 มีค่า 11,489.42 กิโลกรัม/ไร่ และ 5,400.02 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ แต่ในปี พ.ศ. 2559 มีค่า 13,404.99 กิโลกรัม/ไร่ และ 6,300.35 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ในช่วงระยะเวลา 3 ปี มวลชีวภาพมีค่าเพิ่มขึ้น 1,915.57 กิโลกรัม/ไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เพิ่มขึ้น 900.33 กิโลกรัม/ไร่ หรือคิดเป็นความเพิ่มพูนมวลชีวภาพเฉลี่ยรายปี 638.53 กิโลกรัม/ไร่/ ปี ความเพิ่มพูนปริมาณคาร์บอนเฉลี่ยรายปี 300.11 กิโลกรัม/ไร่/ ปี

คำสำคัญ: พลวัต ป่าเต็งรัง การกักเก็บคาร์บอน ป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่

คำนำ

ปัจจุบันภาวะโลกร้อน (global warming) หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ทวีความรุนแรงและสร้างความเสียหายในหลายประเทศทั่วโลก สาเหตุสำคัญมาจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศโลก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีปริมาณมากที่สุดในบรรยากาศ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuels) การสูญเสียคาร์บอนที่กักเก็บในรูปเนื้อไม้ เนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า การสูญเสียคาร์บอนจากดินจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การตัดไม้ทำลายป่า การเผาป่า การถางป่าเพื่อการ

เพาะปลูก เป็นตัวการสำคัญที่สุด ในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ เนื่องจากต้นไม้และป่าไม้ทำหน้าที่เปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นก๊าซออกซิเจน ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ก่อนที่ก๊าซจะขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้น เมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงขึ้นไปสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศได้มากขึ้น ป่าชุมชนมีประโยชน์ต่อชุมชนทั้งทางตรงและทางอ้อม ประโยชน์ทางตรง ได้แก่ เป็นแหล่งผลิตไม้ฟืน อาหาร สมุนไพร สำหรับประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร แหล่งกักเก็บคาร์บอนและแหล่งผลิตออกซิเจน ช่วยรักษาสมดุลของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ป่าชุมชนนับว่ามีส่วนสำคัญในการรักษาและเพิ่มพื้นที่ป่าไม้โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนในท้องถิ่น ป่าชุมชนที่สมบูรณ์สะท้อนถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ และลดก๊าซเรือนกระจกที่เป็นตัวการสร้างภาวะโลกร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สำคัญยิ่ง

ป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ จังหวัดกาญจนบุรี มีสภาพเป็นป่าเต็งรัง มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชาชนในชุมชนท้องถิ่น ประกอบกับลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ความต้องการใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น ยิ่งทำให้มีการพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้มากขึ้น ทำให้พื้นที่ป่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันยังขาดข้อมูลในด้านการเปลี่ยนแปลง ของสภาพป่าทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาทิศทางการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพ ความหนาแน่นของหมู่ไม้ ความเด่นหรือการปกคลุมพื้นที่ของหมู่ไม้ และปริมาณการสะสมคาร์บอนเหนือพื้นดินภายในป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ จังหวัดกาญจนบุรี จึงได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลซ้ำในปี พ.ศ. 2559 เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีต ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลที่สำคัญประกอบการพิจารณาและวางแผนในการบริหารจัดการพื้นที่ให้มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น ก่อผลิตผลและสภาพแวดล้อมที่ดีรองรับต่อความต้องการของชุมชนในการปรับตัวและลดผลกระทบจากสภาวการณ์เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในขณะนี้

อุปกรณ์ และวิธีการ

การวางแผนรวบรวมข้อมูล

ใช้ข้อมูลทุติยภูมิของกรมป่าไม้จากโครงการศึกษาและติดตามความหลากหลายทางชีวภาพและการสะสมคาร์บอนของป่าชุมชน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ หมู่ที่ 11 ตำบลหนองปรือ อำเภอหนองปรือ จังหวัดกาญจนบุรี (กรมป่าไม้, 2556) เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงใน Figure 1

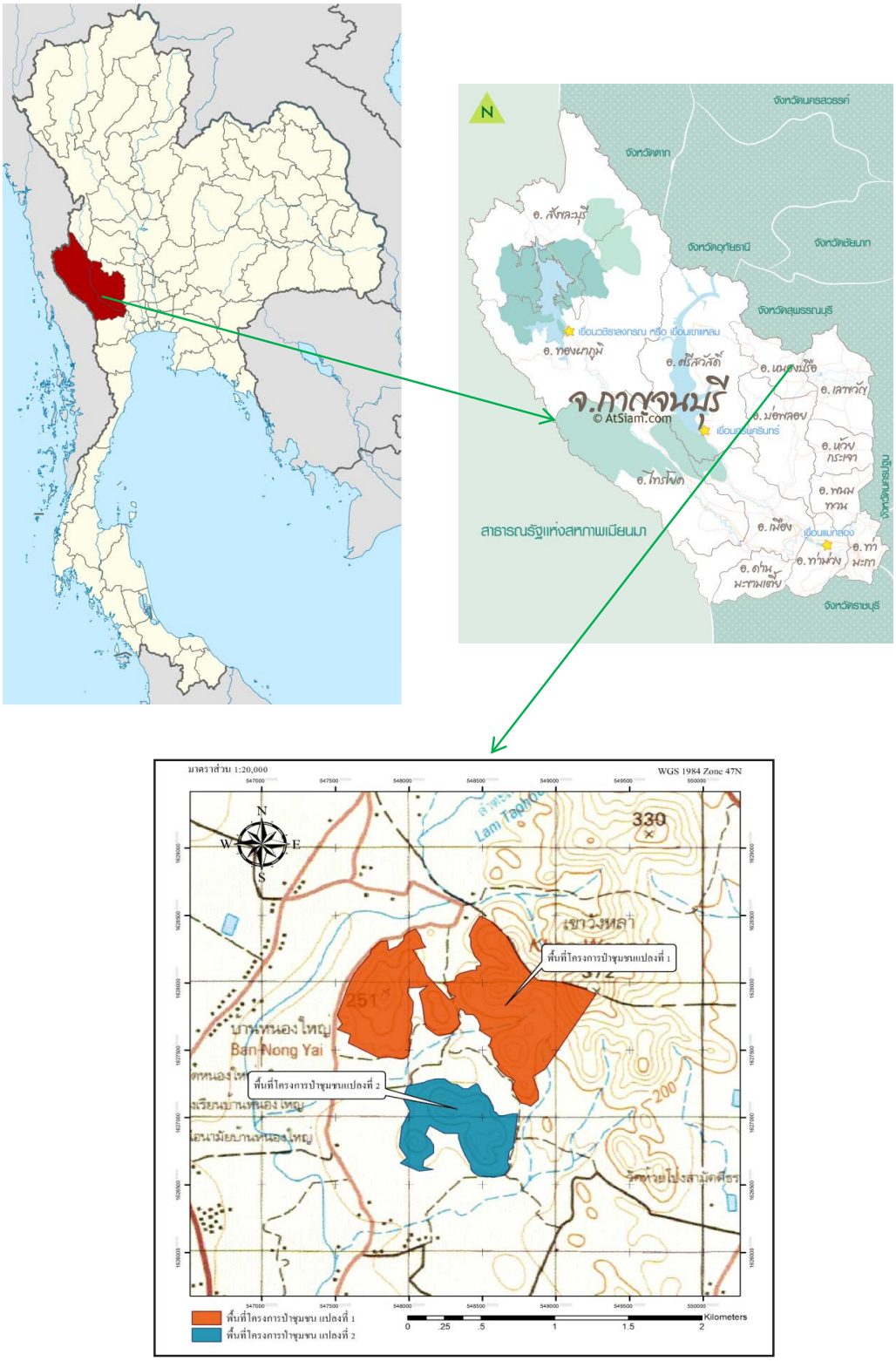


Figure 1 Nongyai community forest, Kanchanaburi province.

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำการเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 90 × 90 เมตร เป็นแปลงถาวรเดิมที่วางไว้แล้ว จำนวน 1 แปลง ที่ได้บันทึกค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่มุมแปลงด้านล่างซ้ายของแปลงตัวอย่างไว้ โดยบันทึกข้อมูลเรียงตามลำดับบนแถบโลหะ และในแปลงตัวอย่างแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 × 10 เมตร จำนวน 81 แปลง เพื่อบันทึกข้อมูลต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) 4.5 เซนติเมตร และสูงมากกว่า 1.30 เมตรขึ้นไป ระบุ ชนิดไม้ ความโต และความสูง หากเป็นไผ่ทำการสำรวจโดยระบุชนิด ขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเพียงอก จำนวนลำและความยาวเฉลี่ยของลำในแต่ละกอ ในทุกแปลงย่อยที่มุมด้านล่างซ้าย ทำการวางแปลงขนาด 4 × 4 เมตร จำนวน 9 แปลง ในแนวทแยง 45 องศา เพื่อบันทึกข้อมูลชนิดไม้รุ่น ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร แต่มีความสูงตั้งแต่ 1.30 เมตรขึ้นไป และวางแปลงขนาด 1 × 1 เมตร จำนวน 9 แปลง ในแปลงตัวอย่างขนาด 4 × 4 เมตร เพื่อบันทึกข้อมูลชนิดและจำนวนกล้าไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของไม้ใหญ่ ไม้รุ่น และกล้าไม้ (คำนวณจากแปลงตัวอย่างทุกแปลง) ดังนี้

1.1 Shannon - Wiener index หรือ Shannon's index *(H')* ตามวิธีของ (Shannon and Weaver, 1949) ดังนี้

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

โดย H' = ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener

p_i = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นไม้ชนิดที่ i ต่อ จำนวนต้นไม้ทั้งหมดในแปลง

S = จำนวนชนิดไม้ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

1.2 ความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ (evenness index) ตามวิธีของ Pielou (1975) ดังนี้

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

โดย E = ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ

H' = ค่าดัชนีความหลากหลาย

S = จำนวนชนิดไม้ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

1.3 ความร่ำรวยของชนิดพันธุ์ (richness index; R_1) ตามวิธีของ Margalef (1958) ดังนี้

$$R_1 = \frac{S\text{-}1}{\ln(n)}$$

โดย S = จำนวนชนิดไม้ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

n = จำนวนต้นไม้ทั้งหมดในแปลง

2. การวิเคราะห์สังคมพืช นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจคำนวณหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ความหนาแน่น (density; D) คือ จำนวนพรรณพืชชนิดหนึ่งชนิดใดต่อหน่วยพื้นที่ (อุทิศ, 2541) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$D = \frac{\text{จำนวนพรรณพืชชนิดหนึ่งที่พบในแปลงตัวอย่างทั้งหมด}}{\text{พื้นที่รวมของแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการสำรวจ}}$$

2.2 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density; RD) นิยมวัดหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (อุทิศ, 2541) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$RD = \frac{\text{ความหนาแน่นของพรรณพืชชนิดหนึ่ง}}{\text{ความหนาแน่นของพรรณพืชทุกชนิด}} \times 100$$

2.3 ความถี่ (frequency; F) คือ ค่าความบ่อยครั้งของชนิดพรรณพืชชนิดหนึ่งชนิดใดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง นิยมวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ (อุทิศ, 2541) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$F = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่พรรณพืชชนิดหนึ่งปรากฏอยู่}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการสำรวจ}} \times 100$$

2.4 ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency; RF) นิยมวัดเป็นเปอร์เซ็นต์ (อุทิศ, 2541) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$RF = \frac{\text{ความถี่ของพรรณพืชชนิดหนึ่ง}}{\text{ผลรวมความถี่ของพรรณพืชทุกชนิด}} \times 100$$

2.5 ความเด่น (dominance; Do) หมายถึง ความมีอิทธิพลของพรรณพืชในสังคมพืชนั้น (อุทิศ, 2541) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$Do = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของพรรณพืชชนิดหนึ่ง}}{\text{พื้นที่แปลงตัวอย่างที่ทำการสำรวจทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัดของพรรณพืชแต่ละต้น (ตารางเมตร)} = \frac{\pi DBH^2}{4}$$

2.6 ความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance; RD_O) เป็นค่าเปรียบเทียบทางด้านความเด่นของพรรณพืชกับความเด่นของพรรณพืชทั้งหมดในสังคมพืช (อุทิศ, 2541) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$RDo = \frac{\text{ความเด่นของพรรณพืชชนิดหนึ่ง}}{\text{ผลรวมความเด่นของพรรณพืชทุกชนิด}} \times 100$$

2.7 ดัชนีความสำคัญ (importance value index; IVI) เป็นผลรวมค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ และความเด่นสัมพัทธ์ (อุทิศ, 2541) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$IVI = RD + RF + RD_O$$

3. ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพ

3.1 คำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรายต้นของไม้ใหญ่ โดยนำผลรวมมวลชีวภาพของลำต้น (Ws) มวลชีวภาพของกิ่งก้าน (Wb) และมวลชีวภาพของใบ (Wl) ตามสมการแอลโลเมตรี ดังนี้

<u>ไม้ใหญ่</u> (Ogawa *et al*., 1965)

มวลชีวภาพของลำต้น (Ws) = $0.0396\ (D^2H)^{0.9326}$

มวลชีวภาพของกิ่งก้าน (Wb) = $0.003487\ (D^2H)^{1.027}$

มวลชีวภาพของใบ (Wl) = $(28.0/Wtc+0.025)^{-1}$

โดย Wtc = Ws + Wb

<u>ไม้รุ่น</u> (ธิติ และชลธิดา, 2547)

มวลชีวภาพของลำต้น (Ws) = $0.0702\ (D^2H)^{0.8737}$

มวลชีวภาพของกิ่งก้าน (Wb) = $0.0093\ (D^2H)^{0.9403}$

มวลชีวภาพของใบ (Wl) = $0.00244\ (D^2H)^{1.0517}$

โดย D = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

และ H = ความสูง (เมตร)

3.2 คำนวณมวลชีวภาพของไผ่บงดำ (*Bambusa tulda*) จากสมการแอลโลเมตรี (Kutintara *et al*., 1995)

$$Wt = 0.49522\ (D^2)^{0.8726}$$

โดย D = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

3.3 คำนวณปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่รายต้น นำมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรายต้นของไม้ใหญ่ และไม้รุ่นคูณด้วยค่าคงที่ 0.47 (IPCC, 2006)

3.4 นำผลรวมปริมาณคาร์บอนของรายต้นของไม้ใหญ่ ไม้รุ่น และไผ่ ที่สำรวจทั้งหมด คำนวณค่าคาร์บอนไม้ใหญ่และไม้รุ่นแยกกัน เทียบสัดส่วนกับพื้นที่ป่าชุมชนทั้งหมด เพื่อหาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดของป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่

4. เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพ ความหนาแน่นและความเด่นของหมู่ไม้ การเพิ่มพูนมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณพืช บริเวณป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ ระหว่างปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2559

ผลและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงของสังคมพืช

ปี พ.ศ. 2556 พบกล้าไม้ 8 ชนิด คิดเป็นจำนวน 10,311.11 ต้น/ไร่ ไม้รุ่น 2 ชนิด คิดเป็นจำนวน 33.33 ต้น/ไร่ ไม้ใหญ่ 45 ชนิด คิดเป็นจำนวน 284.64 ต้น/ไร่ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Shannon - Wiener index) มีค่า 2.60 ความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ (evenness index) มีค่า 0.68 และความร่ำรวยของชนิดพันธุ์ (richness index) มีค่า 6.29 ผลข้อมูลของปี พ.ศ. 2559 พบกล้าไม้ 11 ชนิด คิดเป็นจำนวน 17,955.56 ต้น/ไร่ ไม้รุ่น 4 ชนิด คิดเป็นจำนวน 66.67 ต้น/ไร่ ไม้ใหญ่ 44 ชนิด คิดเป็นจำนวน 259.36 ต้น/ไร่ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ มีค่า 2.59 ความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ มีค่า 0.68 และความร่ำรวยของชนิดพันธุ์ มีค่า 6.20 (Table 1)

Table 1 Comparison of some quantitative characteristics between 2013 and 2016.

Years	Seedling		Sapling		Tree		Shannon - Wiener index	evenness index	richness index
	Species number (species)	Density (trees/ rai)	Species number (species)	Density (trees/ rai)	Species number (species)	Density (trees/ rai)			
2013	8	10,311.11	2	33.33	45	284.64	2.60	0.68	6.29
2016	11	17,955.56	4	66.67	44	259.36	2.59	0.68	6.20

จากการสำรวจพบว่า ในปี พ.ศ. 2559 กล้าไม้มีจำนวนชนิดพันธุ์เพิ่มขึ้น จำนวน 3 ชนิด คือ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) มะหาด (*Celtis tetrandra* Roxb.) และตีนนก (*Vitex pinnata* Linn.) ไม้รุ่นมีจำนวนชนิดพันธุ์เพิ่มขึ้น จำนวน 2 ชนิด คือ แดง (*Xylia xylocarpa* Taub.) และเสี้ยว (*Bauhinia saccocalyx* Pierre) ไม้ใหญ่มีจำนวนชนิดพันธุ์ลดลงจำนวน 1 ชนิด คือ พลับพลา (*Grewia paniculata* Roxb.) เนื่องจากพลับพลาเป็นพรรณไม้ในกลุ่มของไม้เบิกนำ (pioneer species) (Millet and Truong, 2011) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปพรรณไม้ชนิดใหม่ที่สามารถปรับตัวได้ดีกว่าซึ่งเป็นพรรณไม้ท้องถิ่นเข้ามาทดแทน พรรณไม้เบิกนำจึงล้มตายและหมดไปจากพื้นที่ ดังนั้นจึงพบว่า ในแปลงตัวอย่างถาวร พลับพลา ตายทุกต้น ส่วนชนิดไม้ที่ตายเพียงบางต้น ได้แก่ กระพี้เขาควาย (*Millettia leucantha* Kurz) แดง (*Xylia xylocarpa* Taub.) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa* Merr.) เต็ง (*Shorea obtusa* Wall.) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ประดู่ชิงชัน (*Dalbergia oliveri* Gamble ex Prain) พะยอม (*Shorea roxburghii* G. Don) มะเกลือเลือด (*Terminalia corticosa* Pierre ex Laness.) มะค่าแต้ (*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq.) รัก (*Melanorrhoea usitata* Wall.) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) ตีนนก (*Vitex pinnata* Linn.) สมอเหลือง (*Terminalia chebula* Retz.) หนามเค็ด (*Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng.) และชนิดไม้ที่เลื่อนชั้นอายุเพิ่มขึ้นมา ได้แก่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) มะค่าแต้ (*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq.) เสี้ยว (*Bauhinia saccocalyx* Pierre) แสลงพัน (*Bauhinia involucellate* Kurz) และปอสา (*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.) เมื่อเปรียบเทียบกับป่าชุมชนเขาสน ตำบลกระปุก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ โดยมีพรรณไม้อยู่ 70 ชนิด และมีความหนาแน่น 297.96 ต้น/ไร่ (นิวัติ, 2548) พบว่าป่าเต็งรัง ในการศึกษาครั้งนี้ มีจำนวนชนิดพันธุ์และมีความหนาแน่นน้อยกว่า แต่มีจำนวนชนิดพันธุ์และความหนาแน่นมากกว่า เมื่อเทียบกับป่าเต็งรังในพื้นที่สวนป่ามัญจาคีรี อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีจำนวนชนิดพันธุ์ 20 ชนิด และความหนาแน่นเพียง 125.28 ต้น/ไร่ เท่านั้น (วสันต์ และคณะ, 2553) สำหรับค่าดัชนีความหลากหลาย พบว่า ในปี พ.ศ. 2559 ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener มีค่า 2.59 ลดลง 0.01 ความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ 0.68 มีค่าคงเดิม และความร่ำรวยของชนิดพันธุ์ 6.20 มีค่าลดลง 0.09 ผลสอดคล้องกับ ธเนศ และคณะ (2556) ที่พบว่า การเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพในป่าเต็งรังเซคเตอร์แม่หวด ป่าสาธิตงาว จังหวัดลำปาง จากการสำรวจ ในปี พ.ศ. 2544 มีค่าดัชนีความหลากหลายเฉลี่ย 2.19 ส่วนในปี พ.ศ. 2555 มีค่าดัชนีความหลากหลายเฉลี่ย 2.06 ลดลง 0.13 และมีค่าใกล้เคียงกับ ปราโมทย์ (2551) ที่ศึกษาลักษณะของสังคมพืชในพื้นที่สถานีวิจัยพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ จังหวัดหนองคาย ซึ่งใช้วิธีการตาม Shannon -Wiener พบว่า ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์เฉลี่ยของป่าเต็งรัง มีค่า 2.60 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณในป่าชุมชนเขาสน ของนิวัติ (2548) ซึ่งมีจำนวนชนิดพันธุ์และความหนาแน่นมากกว่า พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายของ

Shannon-Wiener มีค่า 3.00 ความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ 0.72 และความร่ำรวยของชนิดพันธุ์ 7.80 แสดงให้เห็นว่าป่าแห่งนี้มีความหลากชนิด ความสม่ำเสมอ และความมากมายของชนิดพรรณพืชมากกว่าป่าเต็งรังที่ศึกษาในครั้งนี้

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชทางชนิด จำนวน และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2556 และ ปี พ.ศ. 2559 มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย อาจเกิดจากเหตุผลหลายประการด้วยกัน เช่น ไม้ใหญ่ในแปลงตัวอย่างถาวรในกลุ่มของไม้เบิกนำล้มตายและหมดไปจากพื้นที่ มีกลุ่มพรรณไม้ท้องถิ่นเข้ามาเจริญเติบโตแทนที่ หรืออาจเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น ภัยแล้ง ไฟป่า โรคหรือแมลงศัตรูทำลาย และอาจเกิดจากไม้รุ่นในปี พ.ศ. 2556 บางส่วนเติบโตจนเลื่อนชั้นไปเป็นไม้ใหญ่ (ingrowth) บางส่วนอาจล้มตายไป และมีชนิดพันธุ์ใหม่ๆ ขยายเข้ามาเติบโตจากพื้นที่ข้างเคียง สอดคล้องกับแนวคิดของ Oosting (1956) ที่ได้กล่าวไว้ว่า สังคมพืชส่วนมากมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ พืชที่ขึ้นอยู่ในสังคมมีการแปรผันทางอายุและช่วงเวลาของการมีชีวิตอยู่ กลุ่มที่อ่อนแอและกลุ่มที่มีอายุมากต้องถูกกำจัดออกไปจากสังคม สำหรับต้นที่มีอายุน้อยสามารถแผ่ขยายออกปกคลุมพื้นที่ว่างเปล่าข้างเคียง การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นไปอย่างช้าๆ แตกต่างกัน ลักษณะดังกล่าวนี้เป็นรูปแบบหนึ่งของพลวัต คือ เป็นการทดแทนสังคมพืช (ดอกรัก และอุทิศ, 2552)

ค่าดัชนีความสำคัญ

การนำเอาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความถี่สัมพัทธ์ และค่าความเด่นสัมพัทธ์ของไม้ใหญ่รวมกันได้เป็นค่าดัชนีความสำคัญ สามารถทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญระหว่างปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2559 ผลการศึกษาแสดงไว้ใน Table 2 พบว่าในปี พ.ศ. 2556 ประดู่ป่าเป็นชนิดพันธุ์ที่มีความสำคัญสูงที่สุด ชนิดพันธุ์ที่มีความสำคัญรองลงมาได้แก่ มะค่าแต้ แดง เต็ง รัง พลับพลา สมอตีนนก มะเกลือเลือด กระพี้เขาควาย ตะคร้อ ตามลำดับ ส่วนการสำรวจในปี พ.ศ. 2559 พบว่า ประดู่ป่า ยังคงเป็นชนิดพันธุ์ที่มีความสำคัญที่สุด ส่วนชนิดพันธุ์ที่มีความสำคัญรองลงมาได้แก่ มะค่าแต้ แดง เต็ง รัง ตีนนก มะเกลือเลือด กระพี้เขาควาย ตะคร้อ หนามเค็ด ตามลำดับ จากการสำรวจพบว่าความสำคัญของ ประดู่ป่า มะค่าแต้ แดง เต็ง รัง มีลำดับความสำคัญอยู่ลำดับที่ 1-5 เช่นเดิม ส่วนลำดับรองลงมามีการเปลี่ยนแปลงของชนิดพันธุ์ เนื่องจากไม้ใหญ่สูญหายไปจากการตาย

Table 2 The 10 greatest IVI of trees at Nongyai community forest.

2013					2016				
Species	**RD**	**RF**	**RDo**	**IVI**	**Species**	**RD**	**RF**	**RDo**	**IVI**
Pterocarpus macrocarpus Kurz	33.38	14.64	43.21	91.23	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz	34.73	15.51	44.46	94.70
Sindora siamensis Teijsm. ex Miq.	9.72	10.98	13.84	34.54	*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq.	10.36	11.43	14.71	36.50
Xylia xylocarpa Taub.	10.41	11.18	7.19	28.78	*Xylia xylocarpa* Taub.	10.66	11.22	7.44	29.33
Shorea obtusa Wall.	11.10	8.29	5.77	25.16	*Shorea obtusa* Wall.	11.04	8.37	5.91	25.32
Shorea siamensis Miq.	6.52	8.09	5.53	20.15	*Shorea siamensis* Miq.	6.40	8.16	5.44	20.00
Grewia paniculata Roxb.	3.26	5.20	3.18	11.65	*Vitex pinnata* Linn.	2.82	3.67	3.83	10.33
Vitex pinnata Linn.	2.85	3.66	4.09	10.60	*Terminalia corticosa* Pierre ex Laness.	2.82	4.90	2.58	10.29
Terminalia corticosa Pierre ex Laness.	2.78	4.82	2.44	10.03	*Millettia leucantha* Kurz	2.67	3.88	1.79	8.33
Millettia leucantha Kurz	2.64	3.85	1.67	8.16	*Schleichera oleosa* Merr.	1.98	3.06	1.38	6.42
Schleichera oleosa Merr.	1.87	3.08	1.31	6.27	*Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng.	1.29	3.06	0.71	5.07

การเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญของไม้ใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา หากปล่อยให้เปลี่ยนแปลงไปตามธรรมชาติ ชนิดพันธุ์ที่อยู่ลำดับต้นๆ อาจไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เนื่องจากชนิดพันธุ์เหล่านี้มีความเหมาะสมและความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม ส่วนชนิดพันธุ์อื่นๆ อาจมีการเปลี่ยนลำดับความสำคัญสูงขึ้นหรือต่ำลงก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปและความสามารถในการปรับตัวของชนิดพันธุ์นั้นๆ (ธเนศ และคณะ, 2556)

มวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอน

การศึกษามวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่ ไม้รุ่น และไผ่ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มพูนมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณพืช บริเวณป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ ระหว่างปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2559 พบว่า มวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้ใหญ่ ไม้รุ่น และไผ่ บริเวณป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ ในปี พ.ศ. 2559 มีมวลชีวภาพรวม 13,404.99 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 83.78 ตัน/เฮกตาร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวม 6,300.35 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 39.38 ตัน/เฮกตาร์ ผลสอดคล้องกับมวลชีวภาพของป่าเต็งรังที่รวบรวมข้อมูลของ กัลยา และสาพิศ (2554) ที่พบว่าป่าเต็งรังมีมวลชีวภาพรวมแปรผันระหว่าง 67-158 ตัน/เฮกตาร์ และมีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมระหว่าง 34-80 ตัน/เฮกตาร์ ดังแสดงใน Table 3-4 ดังนี้

Table 3 Aboveground Biomass and carbon accumulation of Nongyai community forest.

Tree groups	2013		2016	
	Biomass (kg/rai)	Carbon accumulation (kg/rai)	Biomass (kg/rai)	Carbon accumulation (kg/rai)
Tree	11,337.42	5,328.59	13,162.59	6,186.42
Sapling	1.33	0.62	3.48	1.64
Bamboo	150.67	70.81	238.92	112.29
Total	**11,489.42**	**5,400.02**	**13,404.99**	**6,300.35**

Table 4 Biomass and carbon gain at Nongyai community forest.

Tree groups	Biomass		Carbon accumulation	
	Gain (kg/rai)	MAI (kg/rai/year)	Gain (kg/rai)	MAI (kg/rai/year)
Tree	1,825.17	608.39	857.83	285.94
Sapling	2.15	0.72	1.02	0.34
Bamboo	88.25	29.42	41.48	13.83
Total	**1,915.57**	**638.53**	**900.33**	**300.11**

ระหว่างปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2559 มีความเพิ่มพูนมวลชีวภาพ 1,915.57 กิโลกรัม/ไร่ หรือ 11.97 ตัน/เฮกตาร์ ความเพิ่มพูนมวลชีวภาพเฉลี่ยรายปี 638.53 กิโลกรัม/ไร่/ปี หรือ 3.99 ตัน/เฮกตาร์/ปี ซึ่งมีค่ามากกว่าความเพิ่มพูนมวลชีวภาพเฉลี่ยรายปีของป่าเต็งรังในพื้นที่สวนป่ามัญจาคีรี ที่มีความเพิ่มพูนมวลชีวภาพเฉลี่ยรายปี 2.53 ตัน/เฮกตาร์/ปี (วสันต์ และคณะ, 2553) ความเพิ่มพูนปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 900.33 กิโลกรัม/

ไร่ หรือ 5.63 ตัน/เฮกตาร์ ความเพิ่มพูนปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยรายปี 300.11 กิโลกรัม/ไร่/ปี หรือ 1.88 ตัน/เฮกตาร์/ปี เมื่อเทียบสัดส่วนกับพื้นที่ป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ทั้งหมด 889.025ไร่ พบว่า ป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ มีมวลชีวภาพเฉลี่ยรายปี 567,669.13 กิโลกรัม/ปี หรือ 567.67 ตัน/ปี และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยรายปี 266,805.29 กิโลกรัม/ ปี หรือ 266.81 ตัน/ปี สรุปได้ว่า มวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน บริเวณป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ ในปี พ.ศ. 2559 เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2556 ถึงแม้ว่าจำนวนชนิดและจำนวนต้นไม้ในแปลงตัวอย่างถาวรจะลดลงแต่ต้นไม้ที่เหลืออยู่ในแปลงมีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความโต (DBH) และความสูง (H) เพิ่มมากขึ้น ทำให้มวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ

สรุป

จากการศึกษาพลวัตของสังคมป่าเต็งรัง และปริมาณการกักเก็บคาร์บอน บริเวณป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ ในระหว่างปี พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2559 พบว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชทางชนิด จำนวน และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2559 กล้าไม้มีจำนวนชนิดพันธุ์เพิ่มขึ้น 3 ชนิด ไม้รุ่นเพิ่มขึ้น 2 ชนิด ไม้ใหญ่ลดลง 1 ชนิด และค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener มีค่า 2.59 ซึ่งลดลง 0.01 ความสม่ำเสมอของชนิดพันธุ์ 0.68 (เท่าเดิม) และความร่ำรวยของชนิดพันธุ์ 6.20 ลดลง 0.09 อาจเกิดจากเหตุผลหลายประการด้วยกัน เช่น ไม้ใหญ่ในแปลงตัวอย่างถาวรในกลุ่มของไม้เบิกนำล้มตายและหมดไปจากพื้นที่ มีกลุ่มพรรณไม้ท้องถิ่นเข้ามาเจริญเติบโตแทนที่ หรืออาจเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น ภัยแล้ง ไฟป่า โรคหรือแมลงศัตรูทำลาย และอาจเกิดจากไม้รุ่นในปี พ.ศ. 2556 บางส่วนเติบโตจนเลื่อนชั้นไปเป็นไม้ใหญ่ บางส่วนอาจล้มตายไป และมีชนิดพันธุ์ใหม่ๆ ขยายเข้ามาเติบโตจากพื้นที่ข้างเคียง ส่วนดัชนีความสำคัญของของต้นไม้ 5 ชนิดพันธุ์แรกของทั้งสองช่วงเวลานั้นเป็นชนิดพันธุ์เดียวกัน คือ ประดู่ป่า มะค่าแต้ แดง เต็ง และ รัง แสดงให้เห็นว่าเป็นชนิดพันธุ์ที่มีความสามารถในการปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมของป่าเต็งรังแห่งนี้ได้ดี สำหรับมวลชีวภาพ และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพรรณพืช มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า เมื่อชุมชนบ้านหนองใหญ่หันมาให้ความสนใจและตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ เข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ร่วมกับกรมป่าไม้ ทำให้ป่ามีแนวโน้มใกล้เคียงป่าธรรมชาติที่สมบูรณ์ กล่าวคือ ต้นไม้ที่มีขนาดเล็กมีปริมาณมากเพียงพอที่สามารถทดแทนเป็นไม้ขนาดใหญ่ต่อไปในอนาคตได้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะ คือ 1) ควรปลูกเสริมในป่าชุมชน โดยเลือกชนิดพันธุ์ที่มีความสามารถในการปรับตัวให้อยู่ในสภาพแวดล้อมของป่าเต็งรังแห่งนี้ได้ดี ได้แก่ ประดู่ป่า มะค่าแต้ แดง เต็ง และ รัง เพื่อช่วยอนุรักษ์พันธุกรรมของพรรณไม้ในท้องถิ่นให้คงอยู่และลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยผ่านกระบวนการด้านการกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ และ 2) ควรมีการเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง เพื่อทราบถึงพลวัตในป่าเต็งรังแห่งนี้ในระยะยาว เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้วางแผนการจัดการพื้นที่ในอนาคตได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2556. **รายงานผลโครงการศึกษาและติดตามความหลากหลายทางชีวภาพและการสะสมคาร์บอนของป่าชุมชน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านหนองใหญ่ หมู่ที่ 11 ตำบลหนองปรือ อำเภอหนองปรือ จังหวัดกาญจนบุรี**. สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 10 (ราชบุรี), กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

กัลยา วัฒยากร และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2554. บทที่ 5 วัฏจักรคาร์บอน, น. 99-128. *ใน* **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 1**. ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

ดอกรัก มารอด และอุทิศ กุฏอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธเนศ ไชยสุนทรกิตติ, ขวัญชัย ดวงสถาพร และปัสสี ประสมสินธ์. 2556. พลวัตของพืชพรรณในช่วงเวลา 10 ปี ในป่าเต็งรัง เซคเตอร์แม่หวด ป่าสาธิตงาว จังหวัดลำปาง. **วารสารวนศาสตร์** 32 (พิเศษ): 152-160.

ธิติ วิสารัตน์ และ ชลธิดา เชิญขุนทด. 2547. องค์ประกอบของชนิดพันธุ์พืชและปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในป่าดิบแล้ง. *ใน* **การประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางป่าไม้**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

นิวัติ คชานันท์. 2548. **ความหลากชนิดของพรรณพืชและการใช้ประโยชน์ของชุมชนท้องถิ่น: กรณีศึกษาป่าชุมชนเขาสน อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปราโมทย์ จงกลวานิชสุข. 2551. **ลักษณะของสังคมพืชในพื้นที่สถานีวิจัยพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ จังหวัดหนองคาย**. กองคุ้มครองสัตว์ป่าและพืชป่าตามอนุสัญญา, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

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

อุทิศ กุฏอินทร์. 2541. **นิเวศวิทยา**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 4 Forestland. **National Greenhouse Gas Inventories Programme**. IGES, Japan.

Kutintara, U., D. Marod, M. Takahashi and T. Nakashizuka. 1995. Growth and dynamics of bamboos in a tropical seasonal forest, pp. 125-139. *In* **International Workshop on Changes of Tropical Forest Ecosystems**, National Research Council, Bangkok.

Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. **General Systematics** 3: 36-71.

Millet, J. and L. H. Truong. 2011. Assessment of the diversity and distribution of the threatened tree species in a logged forest in Vietnam. **Tropical Conservation Science** 4 (1): 82-96.

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.

Oosting, H.J. 1956. **The Study of Plant Community**. W.H. Freeman and Comp, SanFrancisco.

Pielou, E.C. 1975. **Ecological Diversity**. Willey & Sons, New York.

Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. **The Mathematical Theory of Communication**. Univ. Illinois Press, Urbana.