นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพืชที่มีเนื้อไม้ในป่าเบญจพรรณ ในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี

Estimation of Carbon Stock Value of Woody Plants in Mixed Deciduous Forest in Erawan National Park, Kanchanaburi Province

ภัทร์ธีรา บุญทูล Phattheera Boontoon
วาทินี สวนผกา* Wathinee Suanpaga*
สมพร แม่ลิ่ม[1] Somporn Maelim

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
*Corresponding Author, E-mail: fforwns@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 5 เมษายน 2563 **รับแก้ไข** 15 มิถุนายน 2563 **รับลงพิมพ์** 17 มิถุนายน 2563

ABSTRACT

We estimate the carbon stock value of woody plants in mixed deciduous forest at Erawan national park, Kanchanaburi province with the aim to investigate the plant community characteristics, amount of biomass, carbon stock, and its value evaluation. Three groups of canopy density were selected using canopy density characteristics from Google earth satellite imagery. These included dark green areas in which the color intensity of the light system was between 38000000 - 40000000, representing a high canopy density, green area in which the color intensity of the light system was between 46000000 - 48000000, representing a medium canopy density, and light green area in which the color intensity of the light system was between 54000000 - 56000000, representing a low canopy density. We sampled each area type with three sample plots of size 40 m x 40 m, for a total of nine plots. All tree and bamboo species in each sample plot were identified and measured for the diameter at breast height and height. The importance value index, Shannon-Wiener's species diversity index, amount of biomass, carbon stock, and carbon stock were analyzed.

The results found that the highest importance value index in the high canopy density sampled plots was of *Croton persimilis*. The Shannon-Wiener's index, amount of biomass, carbon stock, and value of carbon stock of high canopy density were 2.26, 246.11 t ha^{-1}, 115.67 tC ha^{-1}, and 313,951.79 Baht, respectively. The highest importance value index in the medium canopy density sampled plots was again estimated for *C. persimilis*. The Shannon-Wiener's index, amount of biomass, carbon stock, and value of carbon stock in the sampled plots were 2.99, 170.00 t ha^{-1}, 80.12 tC ha^{-1}, and 217,463.48

Baht, respectively. Finally, the highest importance value index in the low canopy density sampled plots was estimated for *Gwewia taevigata*. The Shannon-Wiener's index, amount of biomass, carbon stock, and value of carbon stock in the low canopy density plots were 3.42, 120.76 t ha^{-1}, 56.76 tC ha^{-1}, and 154,054.92 Baht, respectively. These data can be used as a guideline for managing areas in order to increase the amount of carbon stock and mitigate the issues related to greenhouse gas emissions that play an important role in causing climate change.

Keywords: Biomass, Canopy density, Google earth, Climate change

บทคัดย่อ

การศึกษาการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพืชที่มีเนื้อไม้ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ณ อุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสังคมพืช ปริมาณมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน โดยคัดเลือกพื้นที่จากค่าความเข้มสีจากระบบสีของแสง (RGB) กำหนดความหนาแน่นของเรือนยอดจากภาพถ่ายดาวเทียมกูเกิล เอิร์ธ (Google earth) แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 พื้นที่สีเขียวเข้ม มีค่าความเข้มสีอยู่ในระหว่าง 38000000-40000000 กำหนดให้เป็นแปลงความหนาแน่นของเรือนยอดมาก กลุ่มที่ 2 พื้นที่สีเขียวปานกลาง มีค่าความเข้มสีอยู่ระหว่าง 46000000-48000000 กำหนดให้เป็นแปลงความหนาแน่นของเรือนยอดปานกลาง และกลุ่มที่ 3 พื้นที่สีเขียวอ่อน มีค่าความเข้มสีอยู่ระหว่าง 54000000-56000000 กำหนดให้เป็นแปลงความหนาแน่นของเรือนยอดน้อย จากนั้นวางแปลงตัวอย่างขนาด 40x40 เมตร ในพื้นที่ป่าทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 แปลง รวมทั้งสิ้น 9 แปลง ทำการสำรวจชนิดไม้ต้นและไผ่ที่พบ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง นำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ ดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ (Shannon-Wiener) ปริมาณมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน

ผลการศึกษา พบว่า แปลงความหนาแน่นเรือนยอดมาก มีเปล้าใหญ่ (*Croton persimilis*) เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 2.26 โดยที่มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 246.11 ตันต่อเฮกตาร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 115.67 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 313,951.79 บาท แปลงความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 2.99 โดยที่เปล้าใหญ่ เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 170.00 ตันต่อเฮกตาร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 80.12 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 217,463.48 บาท และแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อย มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 3.42 โดยที่ปอลาย (*Gwewia laevigata*) เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 120.76 ตันต่อเฮกตาร์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 56.76 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และมีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 154,054.92 บาท ตามลำดับ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อเพิ่มศักยภาพในกักเก็บคาร์บอนเพื่อลดปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นส่วนสำคัญในทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ: มวลชีวภาพ ความหนาแน่นเรือนยอด กูเกิล เอิร์ธ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คำนำ

การศึกษาการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพืชที่มีเนื้อไม้ในป่าเบญจพรรณในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสังคมพืช ปริมาณมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าเบญจพรรณในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี เนื่องจากป่าไม้แต่ละประเภทมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและมีปริมาณคาร์บอนสะสมแตกต่างกันตามลักษณะโครงสร้างและชนิดพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่ภายในพื้นที่ป่า และเพื่อเป็นข้อมูลอันนำไปสู่การให้ความรู้และกระตุ้นให้ประชาชนเล็งเห็นถึงความสามารถและตระหนักถึงประโยชน์ของพื้นที่ป่าในการกักเก็บคาร์บอน รวมถึงใช้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่เพื่อเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนเพื่อลดปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นส่วนสำคัญในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพราะว่าในปัจจุบันปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) มีแนวโน้มทวีความรุนแรงเพิ่มสูงขึ้น อันมีสาเหตุมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การใช้พลังงานเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง กระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม รวมทั้งการทำลายป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ส่งผลกระทบต่อระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ ทำให้อุณหภูมิบนพื้นโลกสูงขึ้นจนทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (global warming) ที่ส่งผลกระทบทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล การจัดการน้ำ ความมั่นคงทางอาหาร การท่องเที่ยว และยังมีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์หลายชนิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ รวมทั้งการอุบัติใหม่ของเชื้อโรค ทำให้หลายประเทศเกิดความตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงให้ความสนใจในความสำคัญกับป่าไม้ที่มีบทบาทสำคัญในวัฏจักรคาร์บอนเพราะป่าไม้เป็นแหล่งในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) โดยการกักเก็บคาร์บอนไว้ตามส่วนต่างๆ ของต้นไม้ เช่น ลำต้น กิ่ง ใบ และราก (Lakanaworakul *et al*., 2015) ซึ่งการศึกษาของ Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2007) ได้ประเมินความสามารถของป่าไม้ พบว่า ในแต่ละปี ป่าไม้สามารถดูดซับคาร์บอนประมาณ 2.6 พันล้านตัน แต่หากมีการทำลายป่า หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่จะทำให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนประมาณ 1.6 พันล้านตัน

แนวทางการแก้ไขปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะต้องมีการควบคุมปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศโลกด้วยการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ โดยการลดการทำลายป่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่า รวมถึงเพิ่มการส่งเสริมกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ป่าไม้ การจัดการพื้นที่ป่าไม้อย่างยั่งยืน โดยเฉพาะการฟื้นฟูให้พื้นที่ป่าที่มีความเสื่อมโทรมให้กลับมามีประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนเทียบเท่ากับพื้นที่ป่าดั้งเดิม เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนและเพิ่มมูลค่าในพื้นที่ป่าให้มากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการภายในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมืองกาญจนบุรี อำเภอศรีสวัสดิ์ อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี มีตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่างละติจูด 14°12′ - 14°28′เหนือ และลองจิจูด 98°55′ - 99°65′ตะวันออก มีเนื้อที่ 343,735 ไร่ (Figure 1) ประกอบด้วยชนิดป่าที่สำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง โดยที่ป่าเบญจพรรณมีเนื้อที่ประมาณ 277,300 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 80 ของพื้นที่ ป่าดิบแล้งมีเนื้อที่ประมาณ 49,338 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 14.35 ของพื้นที่ และป่าเต็งรังมีเนื้อที่ประมาณ 5,756 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.67 ของพื้นที่

Figure 1 Study area and boundary of the Erawan national park located in the Kanchanaburi province.

การเก็บข้อมูล

1. ใช้วิธีการสุ่มแบบจำแนกชั้น (stratified random sampling) ดำเนินการคัดเลือกพื้นที่ตามความหนาแน่นเรือนยอดของพื้นที่ป่าในเขตอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี โดยใช้การจำแนกจากค่าความเข้มสีจากระบบสีของแสงด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปอะโดบี โฟโต้ชอป (Adobe Photoshop) กำหนดความหนาแน่นเรือนยอดจากภาพถ่ายดาวเทียมของกูเกิล เอิร์ธ ปี 2015 แบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 พื้นที่สีเขียวเข้ม มีค่าความเข้มสีอยู่ในระหว่าง 38000000-40000000 กำหนดให้เป็นแปลงความหนาแน่นของเรือนยอดมาก กลุ่มที่ 2 พื้นที่สีเขียวปานกลาง มีค่าความเข้มสีอยู่ระหว่าง 46000000-48000000 กำหนดให้เป็นแปลงความหนาแน่นของเรือนยอดปานกลาง และกลุ่มที่ 3 พื้นที่สีเขียวอ่อน มีค่าความเข้มสีอยู่ระหว่าง 54000000-56000000 กำหนดให้เป็นแปลงความหนาแน่นของเรือนยอดน้อย (Figure 2)

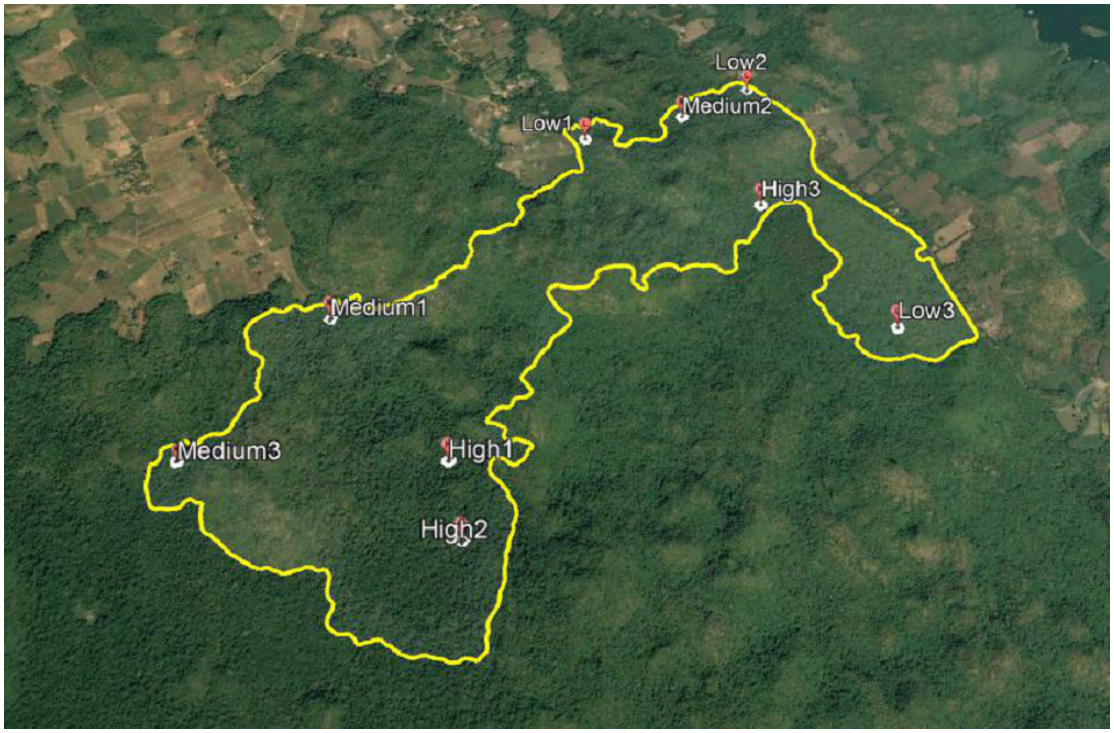

Figure 2 Google earth map indicating the location of sample plots at the Erawan national park, Kanchanaburi province.

2. วางแปลงตัวอย่างขนาด 40x40 เมตร ในพื้นที่ป่าแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 3 แปลง รวมทั้งสิ้น 9 แปลง

3. เก็บข้อมูลของไม้ต้นและไผ่ทุกต้นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ด้วยเทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape) และวัดความสูงทั้งหมดของไม้ต้นด้วยเครื่องมือวัดความสูง (haga altimeter)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (importance value index; IVI) เป็นผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความเด่นสัมพัทธ์ และค่าความถี่สัมพัทธ์ (Marod and Kutintara, 2009) ดังสมการที่ (1) ดังนี้

$$IVI = RD + RF + RDo \quad (1)$$

โดยที่ RD (%) = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ดังสมการที่ (2) ดังนี้

$$RD = \frac{\text{ความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ A}}{\text{ผลรวมความหนาแน่นของทุกชนิดพันธุ์}} \times 100 \quad (2)$$

RF (%) = ความถี่สัมพัทธ์ ดังสมการที่ (3) ดังนี้

$$RF = \frac{\text{ความถี่ของชนิดพันธุ์ A}}{\text{ผลรวมความถี่ของทุกชนิดพันธุ์}} \times 100 \quad (3)$$

RDo (%) = ความเด่นสัมพันธ์ ดังสมการที่ (4) ดังนี้

$$RDo = \frac{\text{ความเด่นของชนิดพันธุ์ A}}{\text{ผลรวมความเด่นของทุกชนิดพันธุ์}} \times 100 \quad (4)$$

2. คำนวณค่าดัชนีความหลากชนิดของแชนนอน-เวียเนอร์ (Shannon-Wiener's Index) เป็นวิธีที่ได้นำมาใช้ในการเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดไม้ที่ปรากฏในสังคมพืชและจำนวนไม้ต้นที่มีในแต่ละชนิดจากการคำนวณโดยใช้สมการของ Shannon-Wiener (Shannon and Weaver, 1949)

$$H' = \sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i \quad (5)$$

โดยที่ H' = ค่าดัชนีความหลากของแชนนอน-เวียเนอร์

p_i = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นไม้ชนิด i ต่อจำนวนต้นไม้ทั้งหมด

S = จำนวนชนิดที่พบในสังคม

3. คำนวณปริมาณมวลชีวภาพ

3.1 คำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยใช้สมการแอลโลเมตริกของ Ogawa *et al*. (1965) ดังสมการที่ (6-9) ดังนี้

$$W_T = W_S + W_B + W_L \quad (6)$$

$$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.9326} \quad (7)$$

$$W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.0270} \quad (8)$$

$$W_L = W_S/(22.5+0.025W_S) \quad (9)$$

โดยที่ W_S = มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)

W_B = มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม)

W_L = มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัม)

W_T = มวลชีวภาพส่วนของลำต้น + กิ่ง + ใบ (กิโลกรัม)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

H = ความสูงของต้นไม้ถึงปลายยอด (เมตร)

และคำนวณปริมาณมวลชีวภาพของไผ่ตามสมการแอลโลเมตริกของ Suwannapinunt (1983) ดังสมการที่ (10) ดังนี้

$$W_T = 0.22187 (D)^{2.2749} \quad (10)$$

โดยที่ W_T = มวลชีวภาพส่วนของลำต้น + กิ่ง + ใบ (กิโลกรัม)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

3.2 การวิเคราะห์มวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground biomass; Bb) โดยจะใช้สมการจากอัตราส่วนมวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือดิน โดยทาง IPCC (2006) ได้กำหนดให้ค่าสัดส่วน เท่ากับ 0.28 ดังสมการที่ (11) ดังนี้

$$Bb = 0.28W_T \quad (11)$$

โดยที่ Bb = มวลชีวภาพใต้พื้นดินของหมู่ไม้ (กิโลกรัม)

W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม)

3.3 คำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ได้จากการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพในสมการที่ 6-11 ดังสมการที่ (12) โดยที่ปริมาณมวลชีวภาพ คูณด้วยร้อยละของปริมาณคาร์บอน คือ ร้อยละ 47 (IPPC, 2006) ดังนี้

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน

= ปริมาณมวลชีวภาพ x 0.47

(ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์) (12)

4. การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน

4.1 คำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้นไม้สามารถดูดซับ (Pasertpong, 2015) ดังสมการที่ (13)

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับ

= ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน × 3.67

(ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์) (13)

4.2 ประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนโดยใช้ราคาอ้างอิงจากราคาตลาดในรายงานการซื้อขายคาร์บอนรายสัปดาห์ (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2018) ได้แก่ ตลาดภาคทางการของสหภาพยุโรป หรือตลาดคาร์บอนอียู (EU Emission Trading Scheme, EU ETS) เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2561 มีค่าเท่ากับ 19.92 ยูโร/ตันคาร์บอน-ไดออกไซด์ หรือ 740.23 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ (1 ยูโร มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 37.16 บาท) และตลาดภาคสมัครใจในรัฐแคลิฟอร์เนีย หรือคาร์บอนแคลิฟอร์เนีย (U.S. California Carbon Market) เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2561 มีค่าเท่ากับ 15.48 ดอลลาร์สหรัฐ/ตันคาร์บอน-ไดออกไซด์ หรือ 506.51 บาท/ตันคาร์บอนไดออกไซด์ (1 ดอลลาร์สหรัฐ มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 32.72 บาท) (Bank of Thailand, 2018)

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) และการเปรียบเทียบพหุคูณแบบแอลเอสดีของฟิเชอร์ (Fisher's LSD) โดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอส (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS)

ผลและวิจารณ์

ลักษณะสังคมพืช

การศึกษาลักษณะสังคมพืชของพรรณไม้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี ในแปลงความหนาแน่นเรือนยอดมาก พบว่า มีไม้ต้นจำนวน 53 ชนิด จาก 23 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 2.26 โดยที่เปล้าใหญ่ เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด รองลงมาได้แก่ กระพี้จั่น (*Dalbergia cana*) และแดง (*Xylia xylocarpa*) ตามลำดับ แปลงความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง พบว่า มีไม้ต้นจำนวน 60 ชนิด จาก 22 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 2.99 โดยที่เปล้าใหญ่ เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด รองลงมาได้แก่ แดง และหมีเหม็น (*Litsea glutinosa*) ตามลำดับ และแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อย พบว่า มีไม้ต้นจำนวน 51 ชนิด จาก 22 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์ เท่ากับ 3.42 โดยที่ปอลาย เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ กระพี้จั่น และเปล้าใหญ่ ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Importance value index, relative density, relative frequency, and relative dominance in the mixed deciduous forest at Erawan national park, Kanchanaburi province.

Canopy density	No.	Species	RD (%)	RDo (%)	RF (%)	IVI (%)
High	1	*Croton persimilis*	56.18	6.64	17.48	80.30
	2	*Dalbergia cana*	6.18	9.50	6.99	22.67
	3	*Xylia xylocarpa*	2.25	8.88	4.20	15.33
	4	*Sterculia hypochra*	2.53	5.60	5.59	13.73
	5	*Anogeissus acuminata*	2.25	5.41	4.20	11.85
	6	*Bombax anceps*	1.69	6.34	3.50	11.52
	7	*Dillenia obovata*	1.12	7.73	1.40	10.25
	8	*Garuga pinnata*	0.84	3.32	2.10	6.26
	9	*Markhamia stipulata*	1.40	2.21	2.10	5.71
	10	*Terminalia nigrovenulosa*	1.12	1.64	2.80	5.56
	11	Other (43 species)	24.44	42.73	49.64	116.82
Medium	1	*Croton persimilis*	36.39	11.39	12.83	60.62
	2	*Xylia xylocarpa*	6.01	7.36	7.49	20.86
	3	*Litsea glutinosa*	3.48	5.21	3.74	12.43
	4	*Terminalia alata*	1.90	6.83	2.67	11.40
	5	*Neolamarckia cadamba*	2.53	5.06	3.21	10.80
	6	*Bridelia retusa*	4.11	2.20	4.28	10.59
	7	*Millettia leucantha*	3.16	3.59	3.21	9.96
	8	*Shorea siamensis*	3.16	2.69	3.21	9.06
	9	*Gwewia laevigata*	2.22	3.09	3.74	9.05
	10	*Sterculia hypochra*	1.90	2.98	3.21	8.09
	11	Other (50 species)	35.14	49.6	52.41	137.14

Table 1 (Continued)

Canopy density	No.	Species	RD (%)	RDo (%)	RF (%)	IVI (%)
Low	1	*Gwewia laevigata*	6.93	11.42	8.97	27.32
	2	*Dalbergia cana*	9.52	7.67	7.69	24.88
	3	*Croton persimilis*	9.09	3.46	5.77	18.32
	4	*Vitex canescens*	8.23	1.51	6.41	16.15
	5	*Erythrina subumbrans*	2.16	10.19	3.21	15.56
	6	*Terminalia nigrovenulosa*	6.49	2.69	5.13	14.31
	7	*Syzygium cumini*	6.93	1.45	5.77	14.14
	8	*Pterocarpus macrocarpus*	3.46	3.75	3.21	10.42
	9	*Dalbergia nigrescens*	3.46	3.82	2.56	9.84
	10	*Lagerstroemia floribunda*	1.30	7.15	1.28	9.73
	11	Other (41 species)	42.43	46.89	50	139.33

Remarks: IVI = important value index, RD = relative density, RF = relative frequency, RDo = relative dominance

จะเห็นว่า เปล้าใหญ่ และปอลาย เป็นพรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ และค่าความถี่สัมพัทธ์มากที่สุด เนื่องจากมีจำนวนต้นมากที่สุด มีความสามารถในการครอบครองพื้นที่และมีการกระจายพันธุ์ได้ดี แต่กลับมีค่าความเด่นสัมพัทธ์น้อยกว่ากระพี้จั่น แดง และส้านใหญ่ (*Dillenia obovata*) เนื่องจากเป็นไม้ที่มีวิสัยเป็นไม้ต้นขนาดเล็ก จึงมีผลต่อความเด่นสัมพัทธ์ที่จะสัมพันธ์กับพื้นที่หน้าตัดของพรรณไม้ที่บ่งชี้ให้เห็นถึงค่าความเด่นของพรรณไม้ได้ ซึ่ง Subnukarn (2013) กล่าวว่า พื้นที่หน้าตัดเป็นค่าที่ชี้ให้เห็นถึงความเด่นของพรรณพืชได้ เพราะพื้นที่หน้าตัดย่อมสัมพันธ์กับขนาดของทรงพุ่มหรือเรือนยอด พรรณไม้ที่มีพื้นที่หน้าตัดมากก็จะมีความเด่นมาก ซึ่งการวัดพื้นที่หน้าตัดของไม้จะวัดที่ระดับความสูงเพียงอก และถึงแม้พรรณไม้ในแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อยจะมีจำนวนและชนิดพรรณไม้น้อยกว่าแปลงความหนาแน่นเรือนยอดมากและความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง แต่พบว่ามีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์มากกว่า เนื่องจากภายในแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อยมีการกระจายตัวของพรรณไม้แต่ละชนิดที่พบอย่างสม่ำเสมอมีจำนวนใกล้เคียงกัน ซึ่งแตกต่างจากจำนวนชนิดพรรณไม้ภายในแปลงความหนาแน่นเรือนยอดมากและความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง ที่จำนวนของชนิดพรรณไม้ส่วนใหญ่จะไปกระจุกอยู่ไม่กี่ชนิด จึงส่งผลให้มีค่าดัชนีความหลากหลายน้อย ซึ่งมีผลการศึกษาใกล้เคียง Pansawang *et al.* (2017) ที่ได้ศึกษาความหลากหลายของพันธุ์พืชในแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติ แม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์ พบไม้ต้น 48 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์เท่ากับ 2.93 และการศึกษาของ Forest Research Center (2013) ที่ได้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสวนป่าแม่หอพระ จังหวัดเชียงใหม่ พบไม้ต้น 62 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอน-เวียเนอร์เท่ากับ 2.40

ปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอน

จากการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพ พบว่าแปลงความหนาแน่นเรือนยอดมาก มีปริมาณมวลชีวภาพ 246.11 ตันต่อเฮกตาร์ (Table 2) จำแนกเป็นไม้ต้น 231.34 ตันต่อเฮกตาร์ โดยที่แดง มีปริมาณมวลชีวภาพ

มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ส้านใหญ่ และกระพี้จั่น ตามลำดับ (Table 3) และไผ่มีปริมาณมวลชีวภาพ 14.77 ตันต่อเฮกตาร์ ถัดมาได้แก่ แปลงความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง มีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 170.47 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นไม้ต้น 167.71 ตันต่อเฮกตาร์ โดยที่เปล้าใหญ่ มีมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาได้แก่ แดง และรกฟ้า (*Terminalia alata*) ตามลำดับ และไผ่มีมวลชีวภาพ 2.76 ตันต่อเฮกตาร์ และแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อย พบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพ 120.76 ตันต่อเฮกตาร์ จำแนกเป็นไม้ต้น 77.08 ตันต่อเฮกตาร์ โดยที่ทองหลางป่า (*Erythrina subumbrans*) มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ปอลายและตะแบกนา (*Lagerstroemia floribunda*) ตามลำดับ และไผ่มีปริมาณมวลชีวภาพ 43.68 ตันต่อเฮกตาร์ (Table 3) จะสังเกตได้ว่า ไม้ที่มีปริมาณมวลชีวภาพสูงมักจะเป็นไม้ที่มีวิสัยเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ เนื่องจากความโตและความสูงของพรรณไม้จะมีการแปรผันกับปริมาณมวลชีวภาพ และรวมถึงในกรณีที่พรรณไม้ชนิดนั้นมีจำนวนมาก ก็ส่งผลต่อปริมาณมวลชีวภาพเช่นเดียวกัน ซึ่งการศึกษาของ Sanpop (2011) พบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้แต่ละชนิดก็มีปัจจัยแปรผันตามปัจจัยด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของลำต้น จำนวนต้น รวมถึงอายุของไม้ชนิดนั้นด้วย

Table 2 Biomass and carbon stock in mixed deciduous forest at Erawan national park, Kanchanaburi province.

Canopy density	Biomass (t ha^{-1})			Carbon stock (tC ha^{-1})		
	Tree	Bamboo	Total	Tree	Bamboo	Total
High	231.34±81.79	14.77±25.58	246.11±63.56	108.73±38.44	6.94±12.02	115.67±29.87
Medium	167.71±12.27	2.76±4.78	170.47±13.80	78.82±5.77	1.30±2.25	80.12±6.49
Low	77.08±12.79	43.68±38.00	120.76±42.73	36.23±6.01	20.53±17.86	56.76±20.08
Average	**158.71±79.11**	**20.40±29.36**	**179.11±67.10**	**74.59±37.18**	**9.59±13.80**	**84.18±31.53**

Table 3 Biomass of tree in mixed deciduous forest at Erawan national park, Kanchanaburi province.

Canopy density	No.	Scientific name	Biomass (t ha^{-1})				
			S	B	L	Bb	Total
High	1	*Xylia xylocarpa*	14.206	3.607	0.251	5.058	23.122
	2	*Dillenia obovata*	13.042	3.356	0.211	4.651	21.261
	3	*Dalbergia cana*	11.372	2.597	0.314	3.999	18.282
	4	*Bombax anceps*	9.748	2.523	0.158	3.480	15.909
	5	*Anogeissus acuminata*	8.166	1.935	0.200	2.884	13.185
	6	*Sterculia hypochra*	7.712	1.827	0.190	2.724	12.452
	7	*Garuga pinnata*	5.477	1.444	0.076	1.959	8.956
	8	*Croton persimilis*	5.450	0.900	0.220	1.839	8.409
	9	*Lagerstroemia floribunda*	4.800	1.283	0.060	1.720	7.863
	10	*Mallotus philippensis*	4.432	1.089	0.092	1.572	7.185
	11	Other (43 species)	58.602	14.041	1.351	20.718	94.713

Table 3 (Continued)

Canopy density	No.	Scientific name	Biomass (t ha^{-1})				
			S	B	L	Bb	Total
Medium	1	*Croton persimilis*	9.232	1.758	0.350	3.175	14.515
	2	*Xylia xylocarpa*	8.447	2.040	0.184	2.988	13.660
	3	*Terminalia alata*	7.547	1.785	0.189	2.666	12.186
	4	*Lagerstroemia floribunda*	6.077	1.591	0.089	2.172	9.930
	5	*Litsea glutinosa*	5.628	1.251	0.171	1.974	9.024
	6	*Neolamarckia cadamba*	5.584	1.251	0.167	1.961	8.963
	7	*Albizia chinensis*	4.149	1.093	0.058	1.484	6.784
	8	*Shorea obtusa*	3.409	0.850	0.066	1.211	5.535
	9	*Millettia leucantha*	3.474	0.716	0.125	1.208	5.523
	10	*Mitragyna rotundifolia*	3.315	0.798	0.077	1.173	5.363
	11	Other (50 species)	47.595	10.536	1.424	16.675	76.229
Low	1	*Erythrina subumbrans*	5.983	1.396	0.158	2.110	9.647
	2	*Gwewia laevigata*	5.858	1.294	0.178	2.052	9.383
	3	*Lagerstroemia floribunda*	4.067	1.008	0.081	1.444	6.600
	4	*Bombax anceps*	3.187	0.784	0.066	1.131	5.168
	5	*Mitragyna rotundifolia*	3.069	0.781	0.053	1.093	4.996
	6	*Dalbergia cana*	3.043	0.587	0.116	1.049	4.795
	7	*Streculia pexa*	2.672	0.609	0.076	0.940	4.297
	8	*Stereospermum neuranthum*	1.889	0.417	0.059	0.662	3.027
	9	*Dalbergia nigrescens*	1.586	0.319	0.058	0.550	2.513
	10	*Pterocarpus macrocarpus*	1.508	0.294	0.058	0.521	2.381
	11	Other (41 species)	15.396	3.000	0.572	5.311	24.278

Remarks: S = stem, B = branch, L = leaf, Bb = Belowground biomass

การศึกษาความแตกต่างทางสถิติของปริมาณมวลชีวภาพระหว่างแปลงความหนาแน่นเรือนยอดมาก ความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง และความหนาแน่นเรือนยอดน้อย ด้วยการทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว โดยกำหนดให้ α = 0.05 พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นมีค่าเฉลี่ย 158.71 ตันต่อเฮกตาร์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 39.475 ตันต่อเฮกตาร์ เมื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ส่วนปริมาณมวลชีวภาพของไผ่มีค่าเฉลี่ย 20.40 ตันต่อเฮกตาร์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 21.802 ตันต่อเฮกตาร์ เมื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของไผ่ทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (Table 4)

Table 4 Mean, standard deviation, and the statistics used to test the hypothesis of comparing the differences in the amount of tree and bamboo biomass at Erawan national park, Kanchanaburi province.

Type of biomass	$\overline{X}$	SD	F	P
Tree	**158.71**	39.475	7.724	0.022
Bamboo	**20.40**	21.802	1.870	0.234

จากการทดสอบทางสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ จึงได้ทดสอบหาความแตกต่างระหว่างคู่ด้วยวิธีแอลเอสดีของฟิเชอร์ พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นในแปลงความหนาแน่นเรือนยอดมากและแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อยมีความแตกต่างกัน เนื่องจากแปลงความหนาแน่นเรือนยอดมาก เป็นพื้นที่ป่าที่มีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด ประกอบด้วยไม้ต้นขนาดใหญ่มีเรือนยอดแผ่กิ่งก้านปกคลุมทั่วพื้นที่ ภายในแปลงพบไม้รุ่นขนาดกลางขึ้นอย่างหนาแน่น และมีกอไผ่ขึ้นอยู่จำนวนหนึ่ง มีพืชปกคลุมดินทำให้สภาพดินมีความชุ่มชื้น มีการเจริญทดแทนของไม้รุ่นและกล้าไม้เป็นไปตามธรรมชาติ ส่วนแปลงความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง มีสภาพพื้นที่ป่า ประกอบด้วยไม้ต้นขนาดใหญ่ และขนาดกลางขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น การปกคลุมของเรือนยอดแผ่ขยายเป็นบริเวณกว้าง ภายในพื้นที่มีก้อนหินขนาดกลาง พบไม้รุ่นและกล้าไม้ขึ้นอยู่ และมีกอไผ่ขึ้นอยู่ประปรายในพื้นที่ มีพืชปกคลุมดินทำให้บริเวณผิวหน้าดินมีสภาพชุ่มชื้น และแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อยมีสภาพพื้นที่เป็นป่าโปร่ง ส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยกอไผ่ มีก้อนหินขนาดกลางถึงขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ ทำให้เกิดช่องว่างและไม้ต้นขึ้นอยู่ห่างกัน และสภาพหน้าดินมีความแห้งแล้งเนื่องจากมีพืชคลุมดินจำนวนน้อย

โดยภาพรวมป่าเบญจพรรณของอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี มีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 179.11 ตันต่อเฮกตาร์ (Table 2) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Domrongsutsiri (2001) ที่ได้ศึกษาการประยุกต์การสำรวจระยะไกลเพื่อประมาณค่าดัชนีพื้นที่ใบและมวลชีวภาพที่อยู่เหนือพื้นดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย พบว่า ป่าเบญจพรรณมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 174.26 ตันต่อเฮกตาร์ และมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนโดยภาพรวมเท่ากับ 84.18 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ (Table 2) ซึ่งมีผลการศึกษาใกล้เคียงกับ Boonsang (2011) ที่ได้ศึกษาการประมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าไม้ด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่น จังหวัดตาก พบว่า ป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 80.16 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ การศึกษาของ Khamyong (2009) ที่ได้ศึกษาความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ ลักษณะดิน และการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณมีการสะสมคาร์บอนเท่ากับ 80.32 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ และมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าการศึกษาของ Nuanurai (2005) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่เหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่า จากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้จากระยะไกลบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย พบว่า มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ 68.53 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ แสดงว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในพื้นที่ป่าเบญจพรรณในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี มีปริมาณใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าเบญจพรรณในพื้นที่อื่น และมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ไม่แตกต่างจากพื้นที่ป่าเบญจพรรณในพื้นที่อื่น

การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน

การศึกษาการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนที่ระดับราคาซื้อขายคาร์บอนในภาพรวม พบว่า มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถดูดซับได้ 308.67 ตัน คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อนำมาประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในตลาดคาร์บอนอียู และตลาดคาร์บอนแคลิฟอร์เนีย มีมูลค่า 228,490.06 และ 156,346.68 บาท ตามลำดับ (Table 5) แปลงความหนาแน่นเรือนยอดมาก มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถดูดซับได้ 424.13 ตัน คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อนำมาประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในตลาดคาร์บอนอียู และตลาดคาร์บอนแคลิฟอร์เนีย มีมูลค่า 313,951.79 และ 214,824.74 บาท ตามลำดับ แปลงความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถดูดซับได้ 293.78 ตัน คาร์บอนไดออกไซด์ มีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนตามระดับราคาตลาดคาร์บอนอียูและตลาดคาร์บอนแคลิฟอร์เนีย 217,463.48 และ 148,801.63 บาท ตามลำดับ และแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อย มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สามารถดูดซับได้ 208.12 ตัน คาร์บอนไดออกไซด์ มีมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนตามระดับราคาตลาดคาร์บอนอียูและตลาดคาร์บอนแคลิฟอร์เนีย 154,054.92 และ 105,413.67 บาท ตามลำดับ

Table 5 Carbon stock values estimation of mixed deciduous forest in Erawan national park, Kanchanaburi province.

Canopy density	Biomass ($t\ ha^{-1}$)	Carbon absorption ($tCO_2\ ha^{-1}$)	Carbon stock value (Bath) by given carbon price level (Baht tCO_2^{-1})	
			EUA	CCA
High	246.11	424.13	313,951.79	214,824.74
Medium	170.47	293.78	217,463.48	148,801.63
Low	120.76	208.12	154,054.92	105,413.67
Average	**179.11**	**308.67**	**228,490.06**	**156,346.68**

Remarks: EUA is the official market of the European Union of November 8, 2018 equal to 740 Baht/tCO_2
CCAR is voluntary market in California of November 5, 2018 equal to 507 Baht/tCO_2

สรุป

จากการศึกษาการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนของพืชที่มีเนื้อไม้ในป่าเบญจพรรณในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นพื้นที่ป่าทุติยภูมิ (secondary forest) เนื่องจากในอดีตบริเวณดังกล่าวพบประวัติการทำสัมปทานป่าไม้ ก่อนที่จะมีการประกาศเป็นพื้นที่อุทยานแห่งชาติในเวลาต่อมา ส่งผลให้ชนิดของพรรณไม้ที่พบภายในแปลงส่วนใหญ่เป็นไม้เบิกนำ เช่น เปล้าใหญ่ และปอลาย และพรรณไม้ที่พบภายในแปลงไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก ส่วนใหญ่ที่พบคือ ทองหลางป่า เปล้าใหญ่ ตะแบกนา แดง และกระพี้จั่น การประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอน พบว่า แปลงความหนาแน่นเรือนยอดมากมีมูลค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ แปลงความหนาแน่นเรือนยอดปานกลาง และแปลงความหนาแน่นเรือนยอดน้อยมีมูลค่าน้อยที่สุด เนื่องจากแปลงหนาแน่นเรือนยอดมากเป็นพื้นที่ที่ประกอบด้วย ไม้ต้นขนาดใหญ่และไผ่จำนวนมาก ทำให้มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมาก จึงส่งผลให้มีมูลค่าสูงขึ้นด้วย แสดงให้เห็นว่า พื้นป่าที่มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในปริมาณมาก เมื่อประเมินมูลค่าก็จะมีมูลค่าเพิ่มสูงตามไปด้วย ซึ่งการประเมินมูลค่าในครั้งนี้ ทำการศึกษาการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของไม้ต้นและไผ่เท่านั้น ซึ่งเป็นเพียง

ส่วนหนึ่งของการมูลค่าทั้งหมดของป่าเบญจพรรณ ณ อุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี อาจมีการศึกษาการประเมินมูลค่าส่วนอื่นๆ เพิ่มเติมในอนาคต เช่น การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้พื้นล่าง ไม้ตาย และคาร์บอนในดิน และมูลค่าสามารถแปรผันได้ตามระดับราคาซื้อขายของตลาดภาคทางการของสหภาพยุโรปและตลาดภาคสมัครใจในรัฐแคลิฟอร์เนีย รวมทั้งอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราที่มีการแปรผันอยู่ตลอดเวลา การศึกษาวิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การศึกษาครั้งนี้มีการวางแปลงตัวอย่างในพื้นที่ป่าทั้งหมดจำนวน 9 แปลง อาจจะเพิ่มจำนวนการวางแปลงตัวอย่างในพื้นที่ป่า ให้มากขึ้นในอนาคต และควรทำการศึกษาปริมาณกักเก็บคาร์บอนรายปีอย่างต่อเนื่อง เพื่อทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ การกักเก็บคาร์บอนว่าแต่ละปีมีทิศทางเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร เพื่อให้ข้อมูลมีความละเอียดมากขึ้น

2. การศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการบริหารจัดการพื้นที่ป่าให้มีประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มมากขึ้น เช่น การเพิ่มมาตรการในการดูแลพื้นที่แนวกันชนให้มีความเข้มงวดขึ้น การกระตุ้นให้ประชาชนในพื้นที่ได้ทราบถึงมูลค่าของพื้นที่ป่าให้ความสนใจในการเพิ่มจำนวนต้นไม้ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการมีพื้นที่ป่าที่สมบูรณ์ ดังนั้นหากมีการบริหารจัดการพื้นที่ด้วยการส่งเสริมให้ปลูกไม้ทดแทนภายในพื้นที่เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน จึงควรพิจารณาคัดเลือกโดยเน้นชนิดไม้ที่มีวิสัยเป็นไม้ต้นขนาดใหญ่ เพราะมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเพื่อลดปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นส่วนสำคัญในทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเส้นฐานอ้างอิงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้ ซึ่งปัจจุบันในประเทศไทยยังไม่เคยทำการซื้อ-ขายคาร์บอนเครดิตจากพื้นที่ป่าธรรมชาติ ทำให้ข้อมูลในปัจจุบันยังไม่เป็นที่แพร่หลาย โดยการประเมินมูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ณ อุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี จึงเป็นการศึกษาเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาฐานข้อมูลในการซื้อ-ขายคาร์บอนเครดิตตามกลไกเรดด์พลัสที่อาจจะมีแนวโน้มการซื้อขายในอนาคต

คำนิยม

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากอุทยานแห่งชาติเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช และกลุ่มงานวิชาการ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 3 (บ้านโป่ง) ที่อนุเคราะห์ข้อมูล ให้คำปรึกษาในการจัดทำฐานข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณทุนการศึกษาวิจัยจากโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้โดยสร้างแรงจูงใจและกระบวนการมีส่วนร่วมของกองการต่างประเทศ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

REFERENCES

Bank of Thailand. 2018. **Rate of Exchange of Commercial Bank in Bangkok Metropolis**. Available Source: https://www.bot.or.th/thai/_layouts/application/exchangerate/exchangerate.aspx#, November 15, 2018. (in Thai)

Boonsang, S. 2011. **Estimation of Above-ground Carbon Sequestration of Forest Using Remote Sensing Techniques in Mae Tuen Wildlife Sanctuary, Tak Province**. M.E. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)

Domrongsutsiri, V. 2001. **Application of Remote Sensing for Estimating Leaf Area Index and Above-ground Forest Biomass at Phu Kradung National Park, Changwat Loei**. M.E. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)

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

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

_____. 2007. **Summary for Policymakers**. Cambridge University, United Kingdom.

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

Lakanaworakul, R., P. Ladpala, A. Kaewrungrod, P. Chidsongsawad and K. Kaewpoonsri. 2015. **Climate Change and REDD Plus**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Marod, D., and U. Kutintara. 2009. **Forest Ecology**. Aksorn Siam Printing, Bangkok. (in Thai)

Nuanurai, N. 2005. **Comparison of Leaf Area Index, Above-ground Biomass and Carbon Sequestration of Forest Ecosystems by Forest Inventory and Remote Sensing at Kaeng Krachan National Park, Thailand**. Faculty of Science, Chulalongkorn University. (in Thai)

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.

Pansawang, C., N. Thanakasen, P. Amornwittawat, S. Pannawong and P. Samonsen. 2017. The study of plant species diversity in nature-based attraction: case study: Mae Wong national park, Nakhonsawan, pp. 188-195. **The National Academic Conference No. 5**. 1 March 2017. Chom Bueng Rajabhat University, Ratchaburi Province. (in Thai)

Pasertpong, P. 2015. **Methods of Studying Biomass in the Forest**. Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Bangkok. (in Thai)

Sanpop, C. 2011. **Carbon Storage in Biomass of Trees Planted in Santiphap Park, Bangkok**. M.E. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)

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

Subnukarn, P. 2013. **A Study on Diversity of Tree Species at Phujong-nayoi National Park and their Potential for Landscape Uses**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok. (in Thai)

Suwannapinunt, W. 1983. A study on the biomass of Gamble forest at Hin-Lap, Kanchanaburi. **Journal of Bamboo Research** 2(2): 82-101.

Thailand Greenhouse Gas Management Organization. 2018. **Carbon Market Weekly November 5-9, 2018**. Available Source: http://carbonmarket.tgo.or.th/admin/uploadfiles/weekly/ts_9c2419ce82_TH.pdf, November 15, 2018. (in Thai)