การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้น ในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์

CARBON STORAGE IN BIOMASS OF PERENNIAL PLANTS AT BAN SANGTAWAN COMMUNITY FOREST, SURIN PROVINCE

ยุพเยาว์ โตคีรี[1*] ชวนพิศ จารัตน์[1] ดวงตา โนวาเชค[1] และ น้องนุช สารภี[2]

Yuppayao Tokeeree[1*] Chuanpit Jarat[1] Duangtar Novacek[1] and Nongnut Saraphi[2]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

[2]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

[1]Environmental Science Program, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University

[2]Biology Program, Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University

*corresponding author e-mail: yuppayao.to@srru.ac.th

(Received: 14 May 2020; Revised: 30 June 2020; Accepted: 13 July 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้น ในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าเต็งรัง ขนาดพื้นที่ศึกษาประมาณ 20 ไร่ โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 เมตร จำนวน 2 แปลง ในพื้นที่ป่า จากนั้นสำรวจชนิด วัดขนาดความโตที่เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป) และความสูงของไม้ต้น แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพด้วยสมการแอลโลเมตรี จากนั้นหาค่าคาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในมวลชีวภาพ ผลการวิจัย พบว่า ป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน มีความหลากชนิดของไม้ต้นทั้งสิ้น 25 วงศ์ 31 สกุล 35 ชนิด โดยไม้ต้นมีความหนาแน่นเฉลี่ย 263 ต้นต่อไร่ มีพื้นที่หน้าตัดของลำต้นเฉลี่ย 2.896 ตารางเมตรต่อไร่ มีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย เท่ากับ 12,281.23 กิโลกรัมต่อไร่ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งพื้นที่ป่า คิดเป็น 245,624.52 กิโลกรัม โดยพืชที่มีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ได้แก่ ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.) ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus* Dyer) และลำดวน (*Melodorum fruticosum* Lour.) มีปริมาณการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย เท่ากับ 7,839.36 2,393.38 และ 383.71 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังนั้นการวิจัยนี้จึงชี้ให้เห็นว่าไม้ต้นในระบบนิเวศของป่าชุมชนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บคาร์บอนไว้ในเนื้อไม้และมีส่วนช่วยลดภาวะโลกร้อนได้

คำสำคัญ: ไม้ต้น การกักเก็บคาร์บอน ความหลากชนิดของพืช ป่าชุมชน

Abstract

This research aimed to study the plant species diversity and carbon storage in biomass of perennial plants in the dry dipterocarp forest area at Bann Sangtawan community forests, Mueang district, Surin province which was a deciduous dipterocarp forest with 20 rai of the study area. Two square plots (40 x 40 m) were established in the study site. Species identification was studied. Diameter at breast height (DBH) of trees (greater than 4.5 cm) and their height were measured. The biomass was calculated using the allometric equation. Then, the carbon storage was estimated. The result indicated that 25 families, 31 genus, 35 species were found from Bann Sangtawan community forests. Average tree density was 263 trees/rai. Average tree basal area was 2.896 m^2/rai. Average carbon storage in biomass was 12,281.23 kg/rai and total carbon storage of forest area was 245,624.52 kg. The highest carbon storage in biomass of plant was *Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq. (7,839.36 kg/rai), follow by *Dipterocarpus intricatus* Dyer (2,393.38 kg/rai) and *Melodorum fruticosum* Lour. (383.71 kg/rai), respectively. Therefore, this research suggested that perennial plants in the forest ecosystem play an important role in carbon storage in wood and decrease global warming.

Keywords: Perennial plants, Carbon storage, Plant diversity, Community forest

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมสำคัญในปัจจุบัน (Vachnadze et al.,2016) มีสาเหตุหลักมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล การขยายตัวของอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการทำลายป่า เป็นต้น ซึ่งล้วนก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศที่มากขึ้น ทำให้โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี พ.ศ. 2561 อุณหภูมิโลกสูงกว่าช่วงปี พ.ศ. 2393–2443 ถึง 1.1±0.1 องศาเซลเซียส และช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (ปี พ.ศ. 2553–2562) นับว่าเป็นช่วงที่ร้อนที่สุดที่ได้บันทึกไว้ (World Meteorological Organization (WMO), 2020) ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศ สุขภาพ เศรษฐกิจและสังคม รวมถึงสภาพอากาศที่แปรปรวนรุนแรง ไม่ว่าจะเป็นพายุ น้ำท่วม ภัยแล้ง และคลื่นความร้อน เป็นต้น (Ritchie & Roser, 2019) สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2561 ได้พบว่ามีรายงานการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สูงเป็นลำดับที่ 20 ของโลก ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 171 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2542

เป็น 281 ล้านตัน ในปี พ.ศ.2561 คิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.69 ต่อปี (Knonema, 2020) นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยถูกจัดว่าได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรุนแรงเป็นลำดับที่ 10 ของโลก (Eckstein et al., 2019) และผลการประเมินดัชนีความเสี่ยงด้านสภาพอากาศระยะยาว โดยใช้ข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2542–2561 ประเทศไทยมีความเสี่ยงในการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศแบบสุดขั้ว สูงเป็นประเทศลำดับที่ 8 ของโลก (Eckstein et al., 2020) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าประเทศไทยอาจต้องเผชิญกับภาวะโลกร้อนที่รุนแรงในอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การดำรงไว้ซึ่งทรัพยากรป่าไม้เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดปริมาณคาร์บอนได้ออกไซด์ในอากาศได้ โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงของต้นไม้และนำมากักเก็บไว้ในรูปเซลลูโลส (Khan et al., 2007) เมื่อต้นไม้เจริญเติบโต คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชในรูปของมวลชีวภาพ (Biomass) (Redondo-Brenes & Montagnini, 2006; Timilisina et al., 2014) ซึ่งจากกระบวนการสังเคราะห์แสง คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว แล้วถูกนำไปสร้างอินทรียสารในเนื้อไม้ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน สะสมเป็นองค์ประกอบหลักในเนื้อไม้ และยังทำให้ไม้แข็งแรง ทนทาน (ฐิตาภรณ์ และคณะ, 2555) ดังนั้นหากไม่ทำลายป่าคาร์บอนก็จะยังคงสะสมในไม้ต้นที่มีชีวิตหรือเมื่อมีการแปรรูปไม้ต้น คาร์บอนก็ยังถูกยึดไว้ในเนื้อไม้ที่นำมาแปรรูปด้วย ดังนั้นคาร์บอนจึงสามารถยึดอยู่กับเนื้อเยื่อของต้นไม้และเนื้อไม้ได้อย่างเสถียรและมีระยะเวลาที่ค่อนข้างยาวนาน (นาฏสุดา, 2547) ด้วยเหตุนี้ป่าชุมชน (Community forest) ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่ชุมชนสามารถใช้สอยพึ่งพาเพื่อการยังชีพได้ และยังช่วยรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม จึงเป็นอีกหนึ่งพื้นที่สำคัญในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการกักเก็บคาร์บอน ที่ช่วยลดภาวะโลกร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน ที่ตั้งอยู่ ณ ตำบลคอโค อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งมีพื้นที่ส่วนที่เป็นป่าเต็งรัง ประมาณ 20 ไร่ โดยชาวบ้านได้ช่วยกันฟื้นฟู ป้องกัน และอนุรักษ์จนมีสภาพสมบูรณ์ ทำให้พรรณไม้ในป่าช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมของมนุษย์ได้ เพื่อนำไปสู่การเป็นฐานข้อมูลด้านทรัพยากรชีวภาพของป่าชุมชนในท้องถิ่น รวมถึงส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของต้นไม้ในการลดภาวะโลกร้อนและส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับการดำเนินการวิจัย ได้แก่ เทปวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง (ยี่ห้อ KDS รุ่น F10-20DM ผลิตในประเทศมาเลเซีย) เครื่องวัดความสูงของต้นไม้ (ยี่ห้อ Nikon รุ่น

Forestry pro ผลิตในประเทศจีน) ตลับเมตรและเชือกวางแปลง เครื่องบอกพิกัด (ยี่ห้อ Garmin รุ่น Etrex vista C ผลิตในประเทศไต้หวัน) แบบบันทึกข้อมูล อุปกรณ์สำหรับการบันทึก และกล้องถ่ายรูป

2. การสำรวจและเก็บข้อมูล

2.1 พื้นที่ในการสำรวจ ดำเนินการวิจัยในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน ตำบลคอโค อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ซึ่งเป็นป่าชุมชนขนาดเล็ก ลักษณะเป็นป่าเต็งรังมีเนื้อที่ประมาณ ประมาณ 20 ไร่ ตั้งอยู่ที่พิกัด ภูมิศาสตร์ $14^{o}52'55''$เหนือ และ $103^{o}26'57''$ตะวันออก ดังภาพที่ 1 ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าชุมชนที่อยู่ใกล้เขตชุมชนเมือง โดยชาวบ้านแสงตะวันร่วมกันอนุรักษ์ไว้ เพื่อพึ่งพิงผลผลิตที่มิใช่เนื้อไม้และเพื่อรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม

2.2 การเก็บข้อมูลความหลากชนิด ปริมาณมวลชีวภาพ และการเก็บกักคาร์บอนของพื้นที่สำรวจ

ทำการสำรวจพื้นที่โดยใช้แปลงตัวอย่างชั่วคราว ขนาด 1 ไร่ (40x40 เมตร) จำนวน 2 แปลง กระจายในพื้นที่ป่า ซึ่งในแปลงใหญ่ ขนาด 1 ไร่ นั้น วางแปลงย่อย ขนาด 10X10 เมตร ซ้อนทับลงไป รวมเป็นเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 2 แปลงใหญ่ 32 แปลงย่อย จากนั้นทำการสำรวจไม้ต้นขนาดใหญ่ (Tree) ที่มีขนาดความโตที่เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร โดยทำการเก็บข้อมูลชนิดของไม้ต้น วัดขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงไม้ใหญ่ในแปลงย่อย ขนาด 10x10 เมตร ทุกต้น แล้วนำมาจัดทำบัญชีรายชื่อพรรณไม้ตามหลักอนุกรมวิธาน (ราชันย์ และสมราน, 2557) คำนวณโครงสร้างเชิงปริมาณ (ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่สัมพัทธ์ ความเด่นสัมพัทธ์ และดัชนีความสำคัญ) ปริมาณมวลชีวภาพโดยใช้สมการแอลโลเมตรีสำหรับพื้นที่ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังของ Ogawa et al. (1965) และหาค่าคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพโดยคูณด้วยค่า Conversion factor ซึ่งมีค่า 0.47 (ICCP, 2006) ดังสมการต่อไปนี้

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

มวลชีวภาพของกิ่ง (Wb) $= 0.003487(D^2H)^{1.0270}$

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

มวลชีวภาพของราก (Wr) $= 0.0264(D^2H)^{0.775}$

มวลชีวภาพรวมของพืช $= Ws + Wb + Wl + Wr$

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน = มวลชีวภาพ x 0.47 (กิโลกรัม)

เมื่อ D หมายถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

H หมายถึง ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ มีหน่วยเป็นเมตร

W หมายถึง มวลชีวภาพ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

ภาพที่ 1 ภาพถ่ายทางอากาศแสดงขอบเขตและที่ตั้งของป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน ตำบลคอโค อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความหลากชนิดของพื้นที่สำรวจ

ผลการศึกษาความหลากชนิดของไม้ต้นขนาดใหญ่ในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน พบ 24 วงศ์ 35 ชนิด วงศ์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ Dipterocarpaceae พบจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ยางกราด ยางเหียง เต็ง และพะยอม รองลงมา คือ วงศ์ Fabaceae–mimosoidae และ Myrtaceae พบจำนวนวงศ์ละ 3 ชนิด ไม้ต้นที่พบในวงศ์ Fabaceae–mimosoidae ได้แก่ พฤกษ์ ส้มป่อย และแดง และไม้ต้นที่พบในวงศ์ Myrtaceae ได้แก่ พลองแก้มอ้น หว้า และเลือดใบยาว ถัดมา คือ วงศ์ Annonaceae Ebenaceae และ Fabaceae–caesalpinioideae พบจำนวนวงศ์ละ 2 ชนิด พืชที่พบในวงศ์ Annonaceae ได้แก่ ลำดวน และกลาย พืชที่พบในวงศ์ Ebenaceae ได้แก่ ทะยิง และตะโกนา พืชที่พบในวงศ์ Fabaceae ได้แก่ เขลง และมะค่าแต้ ดังตารางที่ 1

สำหรับในด้านโครงสร้างเชิงปริมาณของไม้ต้นในป่าชุมชนแสงตะวัน พบว่า ไม้ต้นที่มีความหนาแน่นสัมพัทธ์มากที่สุด ได้แก่ ยางเหียง ยางกราด และลำดวน มีค่าเท่ากับร้อยละ 40.87 15.21 และ 14.64 ตามลำดับ โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 263 ต้นต่อไร่ ค่าความถี่สัมพัทธ์ พบว่า ยางเหียงและลำดวน มีความถี่สัมพัทธ์มากที่สุด ตามด้วยยางกราดและชิงชี่ มีค่าเท่ากับร้อยละ 12.58 10.69 และ 8.81 ตามลำดับ ค่าความเด่นสัมพัทธ์ พบว่า ยางเหียงมีค่าความเด่นสัมพัทธ์มากที่สุด ตามด้วยยางกราดและลำดวน มีค่าเท่ากับร้อยละ 62.71 17.92 และ 3.68 ตามลำดับ โดยมีพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยเท่ากับ 2.896 ตารางเมตรต่อไร่ สำหรับค่าดัชนีความสำคัญ พบว่า ไม้ต้นที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ยางเหียง ยางกราด และลำดวน โดยมีค่าดัชนี

ความสำคัญเท่ากับ 116.16 43.82 และ 30.90 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 และจากผลการวิจัยของยุพเยาว์ และคณะ (อยู่ระหว่างการติพิมพ์) พบว่า ไม้ต้นขนาดใหญ่มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon Wiener's Index) เท่ากับ 2.151

ตารางที่ 1 บัญชีรายชื่อของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์

ลำดับ	ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น
1	Annonaceae	*Melodorum fruticosum* Lour.	ลำดวน
2		*Mitrephora keithii* Ridl.	กลาย
3	Apocynaceae	*Willughbeia edulis* Roxb.	คุย
4	Capparaceae	*Capparis micracantha* DC.	ชิงชี่
5	Chrysobalanaceae	*Parinari anamensis* Hance	มะพอก
6	Combretaceae	*Terminalia nigrovenulosa* Pierre	ขี้อ้าย
7	Connaraceae	*Ellipanthus tomentosus* Kurz var. *tomentosus*	คำรอก
8	Dilleniaceae	*Dillenia* sp.	ส้าน
9	Dipterocarpaceae	*Dipterocarpus intricatus* Dyer	ยางกราด
10		*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.	ยางเหียง
11		*Shorea obtusa* Wall. ex Blume	เต็ง
12		*Shorea roxburghii* G. Don	พะยอม
13	Ebenaceae	*Diospyros oblonga* Wall. ex G. Don	ทะยิง
14		*Diospyros rhodocalyx* Kurz	ตะโกนา
15	Erythroxylaceae	*Erythroxylum cuneatum* (Miq.) Kurz	ไกรทอง
16	Euphorbiaceae	*Aporosa villosa* (Lindl.) Baill.	เหมือดโลด
17	Fabaceae–caesalpinioideae	*Dialium cochinchinense* Pierre	เขลง
18		*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq.	มะค่าแต้
19	Fabaceae–mimosoideae	*Acacia concinna* (Willd.) DC.	ส้มป่อย
20		*Albizia lebbek* (L.) Benth.	พฤกษ์
21		*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. var. *kerrii* (Craib &	แดง
22	Fabaceae–papilionoideae	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz	ประดู่
23	Clusiaceae	*Garcinia celebica* L.	พะวา
24	Irvingiaceae	*Irvingia malayana Oliv. ex. A. W. Benn.*	กระบก
25	Lythraceae	*Lagerstroemia floribunda Jack*	ตะแบกนา
26	Malvaceae	*Microcos tomentosa Sm.*	พลับพลา
27	Meliaceae	*Walsura trichostemon Miq.*	กัดลิ้น
28	Myrtaceae	*Rhodamnia dumetorum* (DC.) Merr. & L.M. Perry	พลองแก้มอ้น
29		*Syzygium cumini* (L.) Skeels	หว้า
30		*Syzygium* sp.	เลือดใบยาว
31	Rubiaceae	*Gardenia sootepensis* Hutch.	คำมอกหลวง
33	Santalaceae	*Scleropyrum pentandrum* (Dennst.) Mabb.	มะไฟแรด
34	Theaceae	*Camellia kissii* Wall.	เมี่ยงอีอาม
35	Tiliaceae	*Grewia eriocarpa* Juss.	ขี้เถ้า

ตารางที่ 2 โครงสร้างเชิงปริมาณของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์

ลำดับ	ชื่อท้องถิ่น	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	ความเด่นสัมพัทธ์	ดัชนีความสำคัญ
1	ยางเหียง	40.87	12.58	62.71	116.16
2	ยางกราด	15.21	10.69	17.92	43.82
3	ลำดวน	14.64	12.58	3.68	30.90
4	ชิงชี่	7.03	8.81	2.79	18.62
5	มะค่าแต้	1.90	3.77	1.93	7.61
6	เต็ง	1.71	5.03	0.59	7.33
7	กระบก	1.71	5.03	0.40	7.14
8	มะไฟแรด	1.90	2.52	1.98	6.39
9	พลองแก้มอ้น	1.52	4.40	0.36	6.28
10	พะยอม	1.52	4.40	0.30	6.23
11	ขี้เถ้า	1.52	3.77	0.32	5.61
12	พะวา	1.14	3.14	0.99	5.27
13	ประดู่	0.57	1.89	1.91	4.36
14	แดง	0.95	1.89	0.55	3.39
15	มะพอก	0.57	1.89	0.84	3.29
16	หว้า	0.76	1.89	0.11	2.76
17	ทะยิง	0.95	1.26	0.40	2.61
18	ตะขบป่า	0.57	1.26	0.12	1.95
19	เขลง	0.57	0.63	0.62	1.82
20	คำรอก	0.38	1.26	0.13	1.77
21	กัดลิ้น	0.38	1.26	0.05	1.68
22	ตะโกนา	0.38	1.26	0.04	1.68
23	ไกรทอง	0.38	1.26	0.03	1.67
24	พฤกษ์	0.19	0.63	0.54	1.36
25	กลาย	0.38	0.63	0.26	1.27
26	เมี่ยงอีอาม	0.38	0.63	0.09	1.10
27	คุย	0.38	0.63	0.04	1.05
28	ขี้อ้าย	0.19	0.63	0.07	0.89
29	คำมอกหลวง	0.19	0.63	0.05	0.87
30	พลับพลา	0.19	0.63	0.05	0.87
31	ส้มป่อย	0.19	0.63	0.04	0.86
32	ตะแบกนา	0.19	0.63	0.04	0.85
33	เลือดใบยาว	0.19	0.63	0.03	0.85

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อท้องถิ่น	ความหนาแน่นสัมพัทธ์	ความถี่สัมพัทธ์	ความเด่นสัมพัทธ์	ดัชนีความสำคัญ
34	เหมือดโลด	0.19	0.63	0.02	0.84
35	ส้าน	0.19	0.63	0.02	0.84
รวม		**100.00**	**100.00**	**100.00**	**300.00**

2. ผลการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพและการเก็บกักคาร์บอน

ผลการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน พบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นเฉลี่ย 26,130.27 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งป่าชุมชนบ้านแสงตะวันมีเนื้อที่ 20 ไร่ จึงมีปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นทั้งหมดของพื้นที่ป่าเท่ากับ 522,605.36 กิโลกรัม เมื่อนำปริมาณมวลชีวภาพมาคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน พบว่า มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นเฉลี่ย 12,281.23 กิโลกรัมต่อไร่ และมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นทั้งหมดของพื้นที่ป่าเท่ากับ 245,624.52 กิโลกรัม โดยมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสะสมอยู่ในส่วนของลำต้นมากที่สุด รองลงมา คือ ส่วนของกิ่ง ราก และใบ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 80.84 15.04 2.69 และ 1.43 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ส่วนผลการศึกษามวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นรายชนิดในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน พบว่า พรรณไม้ที่มีมวลชีวภาพเฉลี่ยต่อพื้นที่มากที่สุด 5 ชนิดแรก ได้แก่ ยางเหียง ยางกราด ลำดวน ชิงชี่ และมะค่าแต้ มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 16,679.50 5,092.29 816.40 811.33 และ 616.05 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการสะสมคาร์บอนเท่ากับ 7,839.36 2,393.38 383.71 381.33 และ 289.54 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของมวลชีวภาพเฉลี่ยและการกักเก็บคาร์บอน คิดเป็นร้อยละ 63.83 19.49 3.12 3.10 และ 2.36 ของพืชทั้งหมด ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ส่วนของพืช	ปริมาณมวลชีวภาพ (กก.)		ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (กก.)		สัดส่วนร้อยละ
	เฉลี่ยต่อไร่	ต่อพื้นที่ป่า	เฉลี่ยต่อไร่	ต่อพื้นที่ป่า	
ลำต้น	21,123.87	422,477.37	9,928.22	198,564.37	80.84
ราก	3,929.23	78,584.63	1,846.74	36,934.78	15.04
ใบ	703.66	14,073.18	330.72	6,614.39	2.69
กิ่ง	373.51	7,470. 18	175.55	3,510.99	1.43
รวม	**26,130.27**	**522,605.36**	**12,281.23**	**245,624.52**	**100.000**

ตารางที่ 4 มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นรายชนิดในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ลำดับ	ชื่อพรรณไม้	มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อไร่)					การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัมต่อไร่)					ร้อยละ
		ลำต้น	กิ่ง	ราก	ใบ	รวม	ลำต้น	กิ่ง	ราก	ใบ	รวม	
1	ยางเหียง	13,552.90	243.19	2,434.37	449.04	16,679.50	6,369.8	114.30	1,144.15	211.05	7,839.3	63.83
2	ยางกราด	4,121.91	73.08	760.32	136.98	5,092.29	1,937.30	34.35	357.35	64.38	2,393.3	19.49
3	ลำดวน	629.78	9.55	154.70	22.38	816.40	296.00	4.49	72.71	10.52	383.71	3.12
4	ชิงชี่	642.04	10.56	136.46	22.26	811.33	301.76	4.97	64.14	10.46	381.33	3.10
5	มะค่าแต้	498.46	8.80	92.02	16.77	616.05	234.28	4.14	43.25	7.88	289.54	2.36
6	ประดู่	263.88	5.18	40.56	7.68	317.30	124.03	2.44	19.06	3.61	149.13	1.21
7	พะวา	189.66	3.21	38.19	6.47	237.53	89.14	1.51	17.95	3.04	111.64	0.91
8	แดง	140.95	2.52	25.92	4.62	174.02	66.25	1.19	12.18	2.17	81.79	0.67
9	พฤกษ์	137.56	2.61	22.27	4.33	166.76	64.65	1.22	10.47	2.03	78.38	0.64
10	เขลง	133.14	2.32	25.25	4.52	165.22	62.57	1.09	11.87	2.13	77.66	0.63
11	ทะยิง	128.35	2.13	26.67	4.46	161.60	60.32	1.00	12.53	2.09	75.95	0.62
12	มะไฟแรด	113.76	1.53	34.35	4.10	153.74	53.47	0.72	16.15	1.93	72.26	0.59
13	มะพอก	113.07	2.07	19.71	3.68	138.53	53.14	0.97	9.26	1.73	65.11	0.53
14	พะยอม	87.79	1.38	20.31	3.10	112.58	41.26	0.65	9.54	1.46	52.91	0.43
15	กระบก	76.38	1.14	19.03	2.73	99.28	35.90	0.54	8.94	1.28	46.66	0.38
16	เต็ง	60.73	0.88	15.99	2.18	79.78	28.54	0.41	7.52	1.02	37.50	0.31
17	พลองแก้มอ้น	44.56	0.64	12.00	1.60	58.79	20.94	0.30	5.64	0.75	27.63	0.22
18	ขี้เถ้า	38.40	0.54	10.69	1.38	51.00	18.05	0.25	5.02	0.65	23.97	0.20

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อพรรณไม้	มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อไร่)					การกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัมต่อไร่)					ร้อยละ
		ลำต้น	กิ่ง	ราก	ใบ	รวม	ลำต้น	กิ่ง	ราก	ใบ	รวม	
19	กลาย	38.00	0.60	8.56	1.35	48.50	17.86	0.28	4.02	0.63	22.80	0.19
20	ตะโกนา	14.26	0.22	3.39	0.51	18.37	6.70	0.10	1.59	0.24	8.64	0.07
21	ตะขบป่า	13.44	0.19	3.83	0.48	17.94	6.31	0.09	1.80	0.23	8.43	0.07
22	หว้า	11.34	0.15	3.38	0.41	15.28	5.33	0.07	1.59	0.19	7.18	0.06
23	ขี้อ้าย	11.08	0.16	3.07	0.40	14.71	5.21	0.07	1.44	0.19	6.91	0.06
24	กัดลิ้น	11.13	0.16	3.02	0.40	14.71	5.23	0.07	1.42	0.19	6.91	0.06
25	เลือดใบยาว	9.98	0.15	2.52	0.36	13.00	4.69	0.07	1.18	0.17	6.11	0.05
26	ส้มป่อย	7.40	0.11	1.96	0.27	9.73	3.48	0.05	0.92	0.12	4.57	0.04
27	คุย	7.09	0.10	2.13	0.26	9.57	3.33	0.04	1.00	0.12	4.50	0.04
28	คำมอกหลวง	6.39	0.09	1.74	0.23	8.45	3.01	0.04	0.82	0.11	3.97	0.03
29	คำรอก	6.01	0.08	1.86	0.22	8.16	2.82	0.04	0.87	0.10	3.84	0.03
30	เมี่ยงอีอาม	3.39	0.04	1.37	0.12	4.93	1.59	0.02	0.65	0.06	2.31	0.02
31	ตับเต่าต้น	3.40	0.04	1.15	0.12	4.72	1.60	0.02	0.54	0.06	2.22	0.02
32	พลับพลา	3.41	0.05	1.03	0.12	4.61	1.60	0.02	0.49	0.06	2.17	0.02
33	ตะแบกนา	2.91	0.04	0.90	0.10	3.95	1.37	0.02	0.42	0.05	1.86	0.02
34	เหมือดโลด	0.92	0.01	0.35	0.03	1.32	0.43	0.01	0.16	0.02	0.62	0.01
35	ส้าน	0.40	0.00	0.17	0.01	0.60	0.19	0.00	0.08	0.01	0.28	0.002
	รวม	**21,123.86**	**373.509**	**3,929.232**	**703.659**	**26,130.26**	**9,928.2**	**175.549**	**1,846.739**	**330.720**	**12,281.**	**100.00**

อภิปรายผล

ป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์ ตั้งอยู่ห่างจากใจกลางเมือง ประมาณ 5 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 20 ไร่ ลักษณะเป็นป่าเต็งรัง ซึ่งเดิมเป็นพื้นที่เสื่อมโทรม ผู้นำชุมชนและชาวบ้านแสงตะวันได้ร่วมกันดูแลรักษาโดยป้องกันการบุกรุกทำลายพื้นที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 มีการตั้งกติการ่วมกันห้ามมิให้ตัดและขุดต้นไม้ มิให้เผาป่าล่าสัตว์ และทิ้งขยะ แต่อนุญาตให้เก็บหาของป่า เช่น ไข่มดแดง ผลไม้ป่า และผักป่าได้ รวมทั้งมีการปลูกไม้พื้นถิ่นเพิ่มเติม ทำให้ป่าเกิดการฟื้นฟูเจริญเติบโตทดแทนเป็นป่าที่สมบูรณ์ขึ้น จากการวิจัยพบความหลากชนิดของไม้ต้น 25 วงศ์ 31 สกุล 35 ชนิด มีการกักเก็บคาร์บอน 12,281.23 กิโลกรัมต่อไร่ (12.28 ตันต่อไร่) ซึ่งมีความหลากชนิดของพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนใกล้เคียงกับงานวิจัยของของ ถวิกา และคณะ (2562) ที่พบว่าป่าเต็งรังผสมสนในสวนพฤกษศาสตร์ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ มีความหลากชนิดของพืช 19 วงศ์ 40 ชนิด และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนประมาณ 12.44 ตันต่อไร่ และงานวิจัยของ เกษราภรณ์ (2558) ที่พบว่าในส่วนพื้นที่ป่าเต็งรังที่มีการใช้ประโยชน์ ของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 14.37 ตันต่อไร่ รวมถึงใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ชัญษา และคณะ (2559) ที่ดำเนินการวิจัยในพื้นที่ป่าชุมชนห้วยข้าวก่ำ จังหวัดพะเยา ซึ่งป่าเป็นป่าผลัดใบมีทั้งที่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง พบว่า พื้นที่ดังกล่าวมีความหลากชนิด 23 วงศ์ 48 สกุล 58 ชนิด และมีอัตราการกักเก็บคาร์บอนประมาณ 15,418.89 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าชุมชนขึ้นอยู่กับชนิดพืชและพันธุกรรมของพรรณไม้ สภาพพื้นที่และการจัดการด้วย (ชมพูนุช, 2554)

ในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน ไม้ต้นมีความหนาแน่นของเฉลี่ยเท่ากับ 263 ต้นต่อไร่ มีพื้นที่หน้าตัดของลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.896 ตารางเมตรต่อไร่ เมื่อเทียบกับงานวิจัยของ วสันต์ และคณะ (2553) ที่ดำเนินการวิจัยในป่าเต็งรังในพื้นที่สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น พบพรรณไม้ 20 ชนิด มีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 125.28 ต้นต่อไร่ มีพื้นที่หน้าตัดของลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.824 ตารางเมตรต่อไร่ มีอัตราการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 ตันต่อไร่ จะเห็นว่าป่าชุมชนบ้านแสงตะวันมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้เมื่อพิจารณาโครงสร้างเชิงปริมาณของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน พบว่า ไม้ต้นที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ยางเหียง ยางกราด และลำดวน และทั้ง 3 ชนิดนี้ ยังเป็นไม้ต้นที่มีอัตราการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุดในพื้นที่ป่าด้วย สอดคล้องกับ ชิงชัย (2546); ดอกรัก และอุทิศ (2552) ที่กล่าวไว้ว่าปริมาณมวลชีวภาพและคาร์บอนที่กักเก็บในป่าแต่ละประเภทขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ความหนาแน่นและอัตราการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงปริมาณน้ำฝน สมบัติของดิน การรบกวน เป็นต้น ซึ่งในระบบนิเวศป่าไม้นอกจากการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชแล้ว จะถูกนำไปกักเก็บในดิน โดยเมื่อป่าไม้เจริญเติบโตหรือได้รับการฟื้นฟูให้

อุดมสมบูรณ์ขึ้น ส่วนต่างๆ ของพืชร่วงหล่นคาร์บอนจะถูกหมุนเวียนไปสะสมอยู่ในรูปอินทรียวัตถุในดิน ทำให้ระบบนิเวศป่าไม้มีศักยภาพในการเป็นแหล่งนิเวศบริการ โดยเฉพาะการกักเก็บคาร์บอนในดินด้วย (จักรพงษ์ และคณะ, 2563) นอกจากนี้ ในการจัดการป่าชุมชนบ้านแสงตะวันในอนาคต ผลการวิจัยสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อวางแนวทางการจัดการป่าชุมชนอย่างเป็นรูปธรรมให้สอดคล้องกับฐานทรัพยากรที่มีอยู่ และในภาวะที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ ข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนจะช่วยส่งเสริมให้ชุมชนเข้าใจถึงความสามารถของป่าไม้ในการลดภาวะโลกร้อนและช่วยรักษาสมดุลของสภาพภูมิอากาศ ทั้งยังสามารถวางแผนการพึ่งพิงผลผลิตจากป่าเพื่อการยังชีพได้อย่างเหมาะสมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยการจัดตั้งกติกาหรือข้อบัญญัติที่เป็นทางการผ่านกระบวนการมีส่วนร่วม ชุมชนควรมีการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้ป่าชุมชนบ้านแสงตะวันเพื่อถ่ายทอดความรู้ สื่อสารแนวทางการจัดการและกติกาให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ป่าชุมชนได้อย่างถูกต้อง รวมถึงทำหน้าที่ในการประสานงานด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชุมชน และนำแนวทางการจัดการเชื่อมโยงสู่เครือข่ายป่าชุมชนในพื้นที่ใกล้เคียง อันจะส่งเสริมให้เกิดรักและหวงแหนทรัพยากรในท้องถิ่นอย่างต่อเนื่องยั่งยืนต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้น ในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งเป็นป่าชุมชนขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นป่าเต็งรังเนื้อที่ประมาณ 20 ไร่ พบว่าป่าชุมชนนี้ มีความหลากชนิดของไม้ต้นทั้งสิ้น 25 วงศ์ 31 สกุล 35 ชนิด โดยวงศ์ที่พบว่ามีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ Dipterocapaceae พบพรรณไม้ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus* Dyer) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.) เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) และพะยอม (*Shorea roxburghii* G. Don) ในภาพรวมไม้ต้นมีความหนาแน่นเฉลี่ย 263 ต้น/ไร่ มีพื้นที่หน้าตัดของลำต้นเฉลี่ย 2.896 ตารางเมตรต่อไร่ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นเฉลี่ย 12,281.23 กิโลกรัมต่อไร่ และมีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งพื้นที่ป่า 20 ไร่ เท่ากับ 245,624.52 กิโลกรัม โดยสะสมอยู่ในส่วนของลำต้นมากที่สุด ตามด้วยส่วนของกิ่ง ราก และใบ คิดเป็นร้อยละ 80.84 15.04 2.69 และ 1.43 ตามลำดับ ส่วนชนิดของไม้ต้นที่มีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ได้แก่ ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.) ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus* Dyer) และลำดวน (*Melodorum fruticosum* Lour.) มีปริมาณการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย เท่ากับ 7,839.36 2,393.38 และ 383.71 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย เรื่อง การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอนของไม้ยืนต้น และการพึ่งพิงผลผลิตที่มิใช่เนื้อไม้ ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ได้รับการอำนวยความสะดวกสถานที่และเครื่องมือจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลและการอำนวยความสะดวกในพื้นที่วิจัยจาก นายชุมพร เรืองศิริ ผู้ใหญ่บ้านแสงตะวัน ผู้นำชุมชนและผู้รู้ในท้องถิ่น จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

เกษราภรณ์ อุ่นเกิด, พสุธา สุนทรห้าว, และลดาวัลย์ พวงจิตร. (2558). การประเมินมูลค่าคาร์บอนที่กักเก็บในไม้ยืนต้นของป่าชุมชนเขาวง จังหวัดชัยภูมิ. **วนศาสตร์, 34**(1), 29–38.

จักรพงษ์ ไชยวงศ์, สุนทร คำยอง, นิวัติ อนงค์รักษ์, ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์, และสุภาพ ปารมี. (2563). ลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกันภายใต้ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่. **PSRU Journal of Science and Technology, 5**(1), 41–51.

ชมพูนุช แสนภพ. (2554). **การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ภาควิชาโครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา, สาขาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม.

ชิงชัย วิริยะบัญชา. (2546). **คู่มือการประมวลชีวภาพของหมู่ไม้**. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวนวัฒนวิจัยและพฤกษศาสตร์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ชัญษา กันฉิ่ง, ณัฐพงษ์ ฟองมณี, ปาริฉัตร ประพัฒน์, สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล, เกื้อกูล กุสสลานุภาพ, และบัณฑิตา ใจปินตา. (2559). การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพืชที่มีเนื้อไม้ ป่าชุมชนห้วยข้าวก่ำ อำเภอจุน จังหวัดพะเยา. ใน **การประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติครั้งที่ 3** (น. 89–95). น่าน: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย์, จิรวัฒน์ ริยาพันธ์, เฉลิมพล ภูมิไชย์, กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข และกฤษดา สังข์สิงห์. (2555). คุณสมบัติของไม้ยางพาราเพื่อการคัดเลือกพันธุ์ยาง. **ยางพารา. 10,** 32–47.

ดอกรัก มารอด, และอุทิศ กุฎอินทร์. (2552). **นิเวศวิทยาป่าไม้.** กรุงเทพฯ: อักษรสยามการพิมพ์.

ถวิกา คำใบ, จรัญ มากน้อย, ปรัชญา ศรีสง่า และประทีป ปัญญาดี. (2562). พลวัตของสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังผสมสน ในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย. **วิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย**, **3**(1), 28–37.

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์. (2547). แหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินภายใต้พิธีสารเกียวโต. ใน **การประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ** (น. 1–16). กรุงเทพฯ: กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

ยุพเยาว์ โตคีรี, น้องนุช สารภี, ดวงตา โนวาเชค, และชวนพิศ จารัตน์. (อยู่ระหว่างการตีพิมพ์). ความหลากหลายทางชีวภาพของไม้ยืนต้นในระบบนิเวศป่าชุมชนจังหวัดสุรินทร์ : กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน ตำบลคอโค อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์. **วิทยาศาสตร์ คชศาส์น.**

ราชันย์ ภู่มา, และสมราน สุดดี. (บรรณาธิการ). (2557). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557.** กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

วสันต์ จันทร์แดง, ลดาวัลย์ พวงจิตร, และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์. (2553). การกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส ณ สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น. **วนศาสตร์, 29**(3), 36–44.

Eckstein, D., Hutfils, M–L, & Winges, M. (2019). **Global Climate Risk Index 2019.** Berlin: Germanwatch.

Eckstein, D., Künzel, V, Schäfer, L. & Winges, M. (2020). **Global Climate Risk Index 2020**. Berlin: Germanwatch.

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

Khan, M.N.I., Suwa, R., & Hagihara, A. (2007). Carbon and nitrogen pools in a mangrove stand of *Kandelia obovata* (S.,L.) Yong: vertical distribution in the soil vegetation system. **Wetland Ecology Management, 15**, 141–153.

Knoema. (2020). **Thailand–CO2 emissions**. Retrieved May 11, 2020, from https://knoema.com/atlas/Thailand/CO2–emissions

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

Redondo–Brenes, A. & Montagnini, R. (2006). Growth, productivity, aboveground biomass and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica. **Forest Ecology and Management, 232**, 168–178.

Ritchie, H. & Roser, M. (2019). **CO_2 and Greenhouse Gas Emissions**. Retrieved May, 12, 2020, from https://ourworldindata.org/co2–and–other–greenhouse–gas–emissions

Timilsina, N., Staudhammer, L.C., Escobedo, J., Escobedo, F. J. & Lawrence, A. (2014). Tree biomass, wood waste yield, and carbon storage changes in an urban forest. **Landscape and Urban Planning, 127**, 18–27.

Vachnadze, G.S., Tiginashvili, Z.T., Tsereteli, G.V., Aptsiauri, B.N. & Nishnianidze, Q.G. (2016). Carbon stock sequestered from the atmosphere by coniferous forests of Eastern Georgia in conditions of global warming. **Agrarian Science, 14**(2016), 127–132.

World Meteorological Organization (WMO). (2020). **WMO Statement on the State of the Global Climate in 2019**. Geneva: World Meteorological Organization.