

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความหลากหลายของพรรณไม้และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้น
ในป่าชุมชนบ้านวังกะบาก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

เชิดศักดิ์ ทัพโพ* วรรณิศา อุปนนไชย¹ ลิปิการ์ สีห์ตระกูล¹ และ กฤษณา เสงลิ¹

รับต้นฉบับ: 19 มิถุนายน 2567

ฉบับแก้ไข: 7 สิงหาคม 2567

รับลงพิมพ์: 14 สิงหาคม 2567

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: บทบาทของป่าชุมชนในปัจจุบัน นอกจากเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนแล้ว การประเมินค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ ทำให้ทราบว่าพื้นที่ป่าชุมชน มีศักยภาพมากน้อยเพียงใด อาจเป็นประโยชน์ต่อการนำนโยบายการลดการปล่อยมลพิษจากการตัดไม้ทำลายป่า สอดคล้องกับเป้าหมายหลักของกรอบงานเรดด์พลัส ที่สนับสนุนการลดการทำลายป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม เพิ่มการอนุรักษ์และการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน และเชื่อมโยงกับอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อทราบปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านวังกะบาก

วิธีการ: วางแปลงตัวอย่างแบบสุ่ม ขนาด 10 เมตร x 10 เมตร ในป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ ชนิดป่าละ 20 แปลง รวม 40 แปลง เพื่อเก็บข้อมูลไม้ต้น วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลาย ปริมาณมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินของไม้ต้นแต่ละชนิด ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน

ผลการศึกษา: พบพรรณไม้ต้นจำนวน 63 ชนิด 54 สกุล 26 วงศ์ ทั้งสองสังคมพืช มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (H') ในระดับสูง เท่ากับ 3.17 พืชวงศ์ถั่ว (Fabaceae) พบมากที่สุด 15 ชนิด รองลงมาได้แก่วงศ์เข็ม (Rubiaceae) วงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) และวงศ์แคหางค่าง (Bignoniaceae) มีจำนวน 7, 5 และ 4 ชนิด ตามลำดับ โดยเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) เป็นชนิดไม้ต้นที่มีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) สูงสุด เท่ากับร้อยละ 47.68 ปริมาณมวลชีวภาพรวมของไม้ต้นทั้งหมด เท่ากับ 566.63 ตันต่อเฮกแตร์ คิดเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 266.32 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 976.49 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ และปริมาณการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 2,603.98 ตันออกซิเจนต่อเฮกแตร์

สรุป: ไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านวังกะบาก สามารถช่วยกักเก็บคาร์บอนรวมถึงดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ค่อนข้างสูง ดังนั้นการวางแผนจัดการป่าไม้ให้คงความอุดมสมบูรณ์และช่วยเพิ่มพื้นที่ป่า นับเป็นการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน ซึ่งจะช่วยเพิ่มพื้นที่กักเก็บคาร์บอนและช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกได้

คำสำคัญ: ความหลากหลายของพืช, การดูดซับคาร์บอน, เรดด์พลัส, ป่าชุมชน

¹ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

* ผู้รับผิดชอบบทความ: E-mail: chirdsakt@nu.ac.th

**Tree Species Diversity and Carbon Stock Based on Tree Biomass
in Ban Wang Kabak Community Forest, Wang Thong District, Phitsanulok Province**

Chirdsak Thapyai^{1*} Wannisa Uppananchai¹ Lipika Seetrakun¹ and Krisana Haengsi¹

Received: 19 June 2024

Revised: 7 August 2024

Accepted: 14 August 2024

ABSTRACT

Background and Objectives: At present, the roles of community forest not only for conservation and sustainable utilization but the carbon storage sequestration of trees can also use for evaluate the potential of the forest. This information will be beneficial policy to reduce the emission from deforestation which related to the REDD⁺ framework that supports reducing deforestation and forest degradation. The task for increasing conservation and sustainable management will be response to the United Nations Convention on Climate Change (UNFCCC). The objectives of this study were to know amount of biomass, carbon sequestration, the absorption of carbon dioxide and the releasing of oxygen gas by trees in the Ban Wang Kabak community forest.

Methodology: Tree data were collected by 40 randomized plot sampling of 10 m x 10 m in dry dipterocarp forest, DDF, (20 plots) and mixed deciduous forest, MDF, (20 plots). The species diversity index, the aboveground and underground tree biomass, carbon sequestration, carbon dioxide absorption and oxygen gas release were analyzed.

Main Results: Tree species diversity included 63 tree species, 54 genera and 26 families were found both in DDF and MDF. The species diversity index (H') was high level as 3.17. The Fabaceae was the most diverse family that consisted of 15 species, following with Rubiaceae, Anacardiaceae and Bignoniaceae that comprised of 7, 5 and 4 species, respectively. Species of *Dipterocarpus obtusifolius* was the most abundance which had highest IVI value (47.68 %). The total tree biomass, carbon sequestration stocks, carbon dioxide absorption and oxygen gas releasing of these forests were 566.63 ton/hectare, 266.63 ton carbon/hectare, 976.49 ton CO₂ /hectare and 2,603.98 ton O₂/hectare, respectively.

Conclusion: Tree species in Ban Wang Kabak Community Forest has good supported for carbon storage and carbon dioxide absorption. Thus, the forest management both maintain and forest restoration is one of the nature-based solution for increasing carbon storage areas and mitigating the effect of global climate change.

Keywords: Plant diversity, carbon absorption, REDD⁺, Community Forest

¹ Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

* **Corresponding author:** Email: chirdsakt@nu.ac.th

<https://doi.org/10.34044/j.tferj.2024.8.2.01>

คำนำ

การส่งเสริมบทบาทของป่าไม้ให้มีส่วนช่วยชะลอการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก เป็นแนวทางสำคัญในปัจจุบันที่มีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กักเก็บไว้เป็นสารประกอบคาร์บอนในมวลชีวภาพได้เป็นปริมาณมาก ดังนั้นหากมีป่าไม้ที่สมบูรณ์ ย่อมจะช่วยให้การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ไปกักเก็บในมวลชีวภาพสูงขึ้นไปด้วย (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2022) สอดคล้องกับเป้าหมายหลักของกรอบงานเรดด์พลัส (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation :REDD+) ซึ่งเป็นกรอบงานสนับสนุนการลดการทำลายป่า เพิ่มการอนุรักษ์ และการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน รวมทั้งเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ให้มากขึ้น (Sector of Climate Change in The Forestry, 2023) นอกจากนี้ป่าไม้ในพื้นที่อนุรักษ์ที่สมบูรณ์แล้ว ป่าชุมชนที่มีการบริหารจัดการโดยชุมชน นับได้ว่าเป็นพื้นที่ป่าอีกประเภทหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุนให้เข้ามามีบทบาทในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน รวมทั้งเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนภาคป่าไม้ให้มากขึ้น โดยชุมชนเป็นกลไกสำคัญในการจัดการป่าชุมชน เพื่อนำไปสู่การดำเนินงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ (Community Forest Management Office, 2023)

ดังนั้นบทบาทของป่าชุมชนในปัจจุบัน นอกจากเพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์อย่าง

ยั่งยืนแล้ว การประเมินค่าการกักเก็บของคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้ ยังช่วยทำให้ทราบว่าพื้นที่ป่าชุมชนแห่งนี้ว่ามีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำนโยบายการลดการปล่อยมลพิษจากการตัดไม้ทำลายป่า หรือ เรดพลัส มาใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับพิธีสารเกียวโต และเชื่อมโยงกับอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Thailand Greenhouse Gas Management Organization, 2022) ด้วยเหตุนี้ทางคณะวิจัย จึงได้ทำการศึกษาวิจัยปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้น ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านวังกะบาก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นป่าชุมชนได้รับคัดเลือกเป็นตัวแทนป่าชุมชนระดับจังหวัดในโครงการ “คนรักป่า ป่ารักชุมชน” ประจำปี 2562 ของกรมป่าไม้ เนื่องจากประสบความสำเร็จในการปลูกป่าฟื้นฟู เพื่อทดแทนขึ้นในพื้นที่เสื่อมโทรม ส่งผลให้ป่าชุมชนแห่งนี้กลับมามีความอุดมสมบูรณ์ (Community Forest Management Office, 2023) โดยมิวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน อันจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการส่งเสริมและจัดการป่าชุมชนที่มีคาร์บอนต่ำให้สอดคล้องและสนับสนุนกิจกรรมภาคป่าไม้ของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ป่าชุมชนบ้านวังกะบาก ตำบลวังนกแอ่น อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก มีสังคมพืช

โดยทั่วไปเป็นกลุ่มป่าผลัดใบ คือ ชนิดป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบ อยู่ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติลุ่มน้ำวังทองฝั่งขวา มีพื้นที่ 1,774 ไร่ หรือ 238.84 เฮกตาร์ (Figure 1) จัดตั้งเป็นป่าชุมชนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 (Information and Communication Technology Center, 2021) ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาเวงตัว ในแนวตะวันออก-ตะวันตก ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลระหว่าง 220 – 270 เมตร

มีความลาดชันระหว่าง 20 – 60 องศา เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นทรายปนร่วน (loamy sand) ชนิดไม้เด่นในป่าเต็งรัง คือ เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) รัง (*Shorea siamensis*) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) และ แดง (*Xylocarpa xylocarpa*) ส่วนไม้เด่นในป่าผสมผลัดใบ ได้แก่ ประดู่ป่า ผ่าเสี้ยน (*Vitex canescens*) สาคร (*Millettia leucantha*) และแคหัวหมู (*Markhamia stipulata*) (Haengsi et al., 2022)

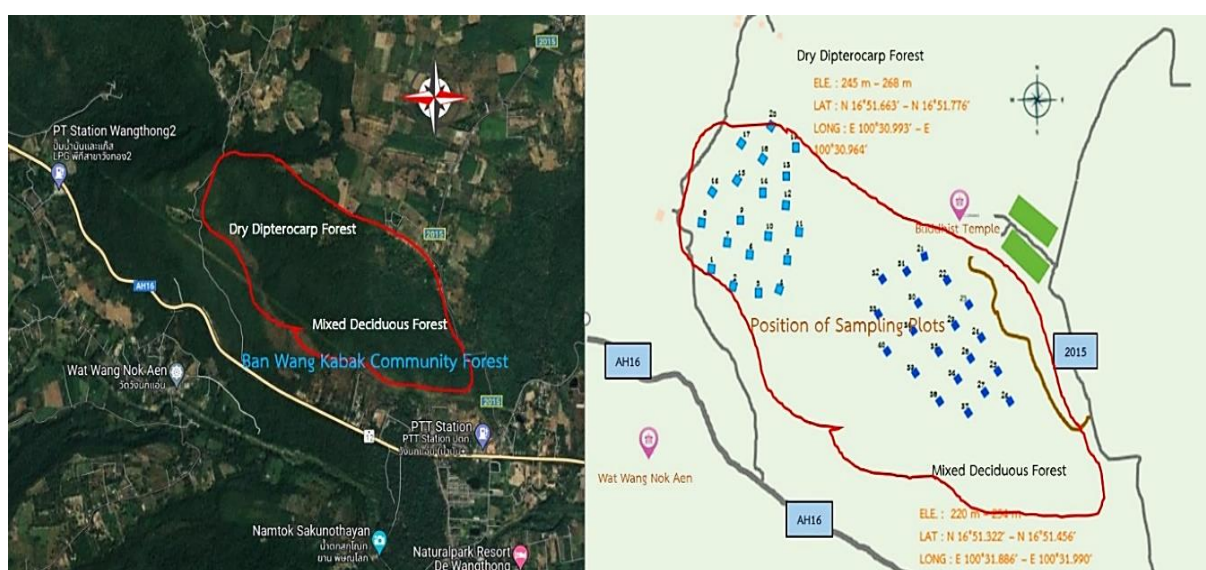


Figure 1 Map of Ban Wang Kabak Community Forest and sampling plot positions in the forest area.

การเก็บข้อมูลชนิดไม้

1. วางแปลงตัวอย่างชั่วคราว ขนาด 10 เมตร x 10 เมตร ในพื้นที่ป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ ชนิดป่าละ 20 แปลง รวม 40 แปลง (Figure 1) โดยมีระยะห่างของแต่ละแปลง 50 เมตร (หากมีอุปสรรค เช่น กอไม้ หรือหินโผล่ขนาดใหญ่ อาจมีการปรับระยะทางตามความเหมาะสม) ระบุชนิดไม้ต้น และวัดขนาดเส้นรอบวงที่ระดับ 1.30 เมตร จากพื้นดิน ของไม้ต้นที่มีขนาดเท่ากับหรือมากกว่า 15.0 เซนติเมตร ขึ้นไป วัดความสูงของต้นไม้ด้วยเครื่องมือวัดความสูง (Haga

altimeter) จากนั้นนำข้อมูลชนิดไม้ ไปวิเคราะห์หาความสำคัญทางนิเวศวิทยาของชนิดไม้ตามวิธีการของ Kuintara (1999)

2. คำนวณค่าดัชนีความหลากหลายชนิด โดยใช้สมการของ Shannon-Wiener Index (H') ดังนี้ (Maguran, 1988)

$$H' = - \sum_{i=1}^S Pi \ln (Pi)$$

เมื่อ s คือ จำนวนชนิดพันธุ์ทั้งหมดในสังคม

$$Pi = \frac{\text{จำนวนต้นในชนิดพันธุ์ } i}{\text{จำนวนต้นทั้งหมดในสังคม}}$$

การคำนวณปริมาณมวลชีวภาพ

1. มวลชีวภาพเหนือดิน นำข้อมูลขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน มาคำนวณเปลี่ยนเป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง (D) นำความสูงของต้นไม้ที่วัดได้ มาคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือดิน โดยใช้สมการ allometry ของ Ogawa *et al.* (1965) ดังนี้

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

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

$$W_L = [28.0/(W_S + W_B + 0.025)]^{-1}$$

$$W_T = W_S + W_B + W_L$$

เมื่อ W_S คือ มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (กิโลกรัม)

W_B คือ มวลชีวภาพส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม)

W_L คือ มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัม)

W_T คือ มวลชีวภาพส่วนลำต้น กิ่ง และใบ (กิโลกรัม)

D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดิน (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

2. มวลชีวภาพใต้ดิน ใช้อัตราส่วนของมวลชีวภาพใต้ดินต่อมวลชีวภาพเหนือดิน โดยใช้ค่าปกติ (Default value) ซึ่งกำหนดโดย Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC (2006) ให้มีสัดส่วนเท่ากับ 0.27 ดังนี้

$$\text{มวลชีวภาพใต้ดิน (ตัน)} = \text{มวลชีวภาพเหนือดิน (ตัน)} \times 0.27$$

3. การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพคำนวณโดยใช้ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนตามค่ากลางของ IPCC (2006) มีค่าเท่ากับ

0.47 ของน้ำหนักแห้ง มีหน่วยเป็น ดันคาร์บอน/เฮกแตร์ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (ตัน)} &= \\ &\text{ปริมาณมวลชีวภาพ (ตัน)} \times 0.47 \end{aligned}$$

4. การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ใช้ค่าคงที่ (Factor of conversion) เท่ากับ $\frac{44}{12}$ ซึ่งเป็นค่าคงที่คิดจากน้ำหนักโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คูณกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} \\ &= \text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน} \times \frac{44}{12} \\ &\text{(ตัน } CO_2 \text{ /เฮกแตร์)} \end{aligned}$$

5) ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนใช้ค่าคงที่เท่ากับ $\frac{32}{12}$ ซึ่งเป็นค่าคงที่จากน้ำหนักโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน (O_2) คูณกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน} &= \\ \text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน} \times \frac{32}{12} \\ &\text{(ตัน } O_2 \text{ /เฮกแตร์)} \end{aligned}$$

ผลและวิจารณ์

1. โครงสร้างป่าชุมชนบ้านวังกะบาก

ผลการศึกษา ระบุชนิดไม้ต้นทั้งหมดได้ 63 ชนิด 54 สกุล 26 วงศ์ โดยไม้ต้นวงศ์ถั่ว (Fabaceae) พบมากที่สุด จำนวน 15 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์เข็ม (Rubiaceae) 7 ชนิด วงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) 5 ชนิด วงศ์แคหางค่าง (Bignoniaceae) และ วงศ์จี่วป่า (Malvaceae) วงศ์ละ 4 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (H') เท่ากับ 3.17 ซึ่งถือว่ามีความหลากหลายอยู่ใน

ระดับค่อนข้างสูง ส่วนชนิดไม้ต้นที่มีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาสูงสุด ได้แก่ เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) เนื่องจากมีจำนวนต้นที่พบในแปลงตัวอย่างมาก จำนวน 125 ต้น คิดเป็นค่าความหนาแน่น 312.50 ต้นต่อเฮกแตร์ อีกทั้งยังมีพื้นที่หน้าตัดรวมของลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 2.85 ตารางเมตร คิดเป็นค่าความเด่นเท่ากับ 7.13 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ส่งผลให้เหียง

มีดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 47.68 (Table 1) สำหรับชนิดไม้ที่อยู่ในอันดับรองลงไป ได้แก่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) รั้ง (*Shorea siamensis*) ฝ้ายเทียน (*Vitex canescens*) และสาธร (*Millettia leucantha*) โดยมีความหนาแน่น ขนาดพื้นที่หน้าตัดรวมของ ลำต้น และค่าความถี่ในระดับใกล้เคียงลดหลั่นกันลงไป (Table 1)

Table 1 Characteristics of tree community (only top ten species in terms of IVI orders are shown) at Ban Wang Kabak Community Forest, Wang Thong District, Phitsanulok Province.

No.	Species	BA (m ² .ha ⁻¹)	D (no.ha ⁻¹)	F	Do (m ² .ha ⁻¹)	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
1	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	2.85	312.50	0.45	7.13	19.84	6.69	21.15	47.68
2	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	2.49	175.00	0.60	6.23	11.11	8.92	18.48	38.51
3	<i>Shorea siamensis</i>	0.68	135.00	0.45	1.70	8.57	6.69	5.04	20.31
4	<i>Vitex canescens</i>	0.71	85.00	0.33	1.77	5.40	4.83	5.25	15.48
5	<i>Millettia leucantha</i>	0.54	87.50	0.38	1.36	5.56	5.58	4.03	15.16
6	<i>Chukrasia tabularis</i>	0.74	45.00	0.30	1.86	2.86	4.46	5.52	12.84
7	<i>Mitragyna rotundifolia</i>	0.42	65.00	0.33	1.06	4.13	4.83	3.14	12.10
8	<i>Xylia xylocarpa</i>	0.36	62.50	0.28	0.91	3.97	4.09	2.70	10.76
9	<i>Markhamia stipulata</i>	0.29	70.00	0.28	0.72	4.44	4.09	2.12	10.66
10	<i>Lannea coromandelica</i>	0.63	35.00	0.25	1.57	2.22	3.72	4.66	10.60
	Other species	3.76	502.50	3.10	9.41	31.90	46.10	27.90	105.90
	Total	13.49	1,575	6.73	33.73	100	100	100	300

Remark; BA = basal area, D = density, F = frequency, Do = dominance, RD = relative density, RF = relative frequency, RDo = relative dominance, IVI = importance value index

เมื่อพิจารณาแยกตามประเภทของป่าไม้ พบว่ามีความหลากหลายชนิดของไม้ต้นในป่าเต็งรัง จำนวน 26 ชนิด 24 สกุล 17 วงศ์ มีค่าดัชนี (H') เท่ากับ 2.10 หมายถึงมีความหลากหลายชนิดอยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับข้อมูลการสำรวจที่พบชนิดไม้เด่นในสังคมเป็นชนิดเดิมซ้ำๆ ในแปลงตัวอย่าง โดยเหียงเป็นชนิดไม้ที่มีค่าดัชนี

ความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) สูงสุด เนื่องจากมีความหนาแน่นสูงถึง 723.52 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีการกระจายพันธุ์อยู่ในทุก ๆ แปลงสำรวจ ส่วนชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญในอันดับรองลงไป ได้แก่ รั้ง ประดู่ป่าแดง (*Xylia xylocarpa*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) ส่วนความหลากหลายชนิดของไม้ต้นในป่าผสมผลัดใบ มีจำนวน 40 ชนิด

36 สกุล 19 วงศ์ มีค่าดัชนี (H') เท่ากับ 2.96 ซึ่งถือว่ามีความหลากหลายชนิดอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง โดยมีประดู่ป่าเป็นชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาสูงสุด เนื่องจากมีจำนวนต้นมาก และมีลำต้นขนาดใหญ่ ส่งผลให้มีความเด่นทางพื้นที่หน้าตัดสูงกว่าชนิดไม้อื่นๆ ส่วนชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญในอันดับรองลงไป ได้แก่ ผ่าเสี้ยน สารธร (*Millettia leucantha*) แคนหัวหมู (*Markhamia stipulata*) และ กุ่ม ก (*Lannea coromandelica*) ตามลำดับ

2. ปริมาณมวลชีวภาพ

ปริมาณมวลชีวภาพรวมของไม้ต้นภายในป่าชุมชนบ้านวังกะบาก มีค่าเท่ากับ 566.63 ตันต่อเฮกแตร์ โดยชนิดไม้ที่มีปริมาณมวลชีวภาพสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เหียง ประดู่ป่า ยมหิน (*Chukrasia tabularis*) ผ่าเสี้ยน และกางจี่มอด (*Albizia odoratissima*) มีค่าเท่ากับ 132.38, 112.83, 37.00, 32.84 และ 28.87 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Tree biomass (only top ten species in terms of total biomass orders are shown) at Ban Wang Kabak Community Forest, Wang Thong District, Phitsanulok Province.

No.	Species	Biomass (ton/ha)				
		Stems	Branches	Leaves	Roots	Total
1	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	84.31	16.41	3.52	28.14	132.38
2	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	70.68	15.14	3.02	23.99	112.83
3	<i>Chukrasia tabularis</i>	22.82	5.31	1.00	7.87	37.00
4	<i>Vitex canescens</i>	20.46	4.51	0.89	6.98	32.84
5	<i>Albizia odoratissima</i>	17.96	3.99	0.78	6.14	28.87
6	<i>Shorea siamensis</i>	16.84	2.69	0.60	5.44	25.57
7	<i>Lannea coromandelica</i>	14.65	3.34	0.64	5.03	23.66
8	<i>Mitragyna rotundifolia</i>	10.28	2.08	0.44	3.46	16.26
9	<i>Millettia leucantha</i>	9.64	1.91	0.41	3.23	15.19
10	<i>Gluta usitata</i>	9.19	2.00	0.40	3.13	14.72
	Other species	81.56	15.41	3.29	27.05	127.31
	Total	358.39	72.79	14.99	120.46	566.63

โดยมวลชีวภาพของไม้ต้นแต่ละชนิดอยู่ในลำดับมากที่สุด คิดเฉลี่ยเป็นร้อยละ 63.06 รองลงไปคือ มวลชีวภาพในราก กิ่ง และใบ มีค่าเท่ากับร้อยละ 21.26, 13.02 และ 2.65 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา ยมหิน ที่มีค่าดัชนีความสำคัญน้อยกว่ารังและผ่าเสี้ยน (Table 1) แต่

กลับมีปริมาณมวลชีวภาพสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจาก ยมหินมีขนาดของลำต้นใหญ่ จึงมีค่าพื้นที่หน้าตัด (BA) มากกว่า ส่งผลให้มีปริมาณมวลชีวภาพที่คิดจากขนาดความโตสูงกว่ารังและผ่าเสี้ยน ที่มีค่าของพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่า

เมื่อพิจารณาเฉพาะมวลชีวภาพเหนือดิน พบว่ามีค่าเท่ากับ 446.17 ต้นต่อเฮกแตร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าปริมาณมวลชีวภาพเหนือดินของไม้ต้นในป่าผลัดใบ บริเวณศูนย์ปฏิบัติการรังวัดที่ดินและวิศวกรรมป่าไม้ที่ 3 พิษณุโลก ที่มีค่าเท่ากับ 110.77 ต้นต่อเฮกแตร์ (Thongsri *et al.*, 2021) เช่นเดียวกันกับปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นในป่าเต็งรังผสมสน สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีปริมาณมวลชีวภาพเหนือดิน 150.72 ต้นต่อเฮกแตร์ (Maknoi & Khambai, 2015) ทั้งนี้เนื่องจากไม้ต้นที่พบในป่าชุมชนบ้านวังกะบาก มีขนาดของลำต้นที่มีเส้นรอบวงมากกว่า 100 เซนติเมตรขึ้นไป ได้แก่ เหียง และประดู่ป่า จำนวนมากถึง 25 ต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 2.89 ของไม้ต้นที่พบทั้งหมด ต่างจากบริเวณศูนย์ปฏิบัติการรังวัดที่ดินและวิศวกรรมป่าไม้ที่ 3 พิษณุโลก ที่พบไม้ขนาดใหญ่ ได้แก่ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) แค่เพียง 4 ต้น หรือคิดเป็นเพียงร้อยละ 0.66 ของไม้ต้นที่พบเท่านั้น เนื่องจากในอดีตมีการลักลอบตัดไม้ขนาดใหญ่ออกไปเป็นจำนวนมาก จนสภาพป่าในปัจจุบันจึงกลายเป็นป่าที่กำลังฟื้นฟูมีไม้ต้นที่มีขนาดเล็กเพียงพื้นระยะไม่วุ่นเจริญขึ้นมาเป็นส่วนใหญ่

สอดคล้องกับการศึกษาบริเวณป่าเต็งรังผสมสน ในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ที่แม้ว่าจะมีจำนวนไม้ต้นขนาดใหญ่ถึงร้อยละ 23.37 ของไม้ต้นที่พบทั้งหมด แต่ก็ยังมีปริมาณมวลชีวภาพรวมต่ำกว่าป่าชุมชนบ้านวังกะบาก เนื่องจากมีจำนวนต้นและความหนาแน่นรวมของต้นไม้ต่ำกว่ามาก จากความเสื่อมโทรมของป่าและอยู่ในขั้นตอนการฟื้นฟู จึงทำให้มีปริมาณมวลชีวภาพรวมต่ำ

กว่าไปด้วย มากไปกว่านี้ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นในป่าเต็งรัง บริเวณป่าชุมชนบ้านท่าสะแล อำเภอลำปาง จังหวัดเชียงใหม่ ตามรายงานของ Duangthip *et al.*, (2020) ที่มีค่าต่ำมากเพียง 71.21 ต้นต่อเฮกแตร์ เนื่องจากป่าชุมชนบ้านท่าสะแล เกิดความเสื่อมโทรมจากการลักลอบตัดไม้และบุกรุกป่านับตั้งแต่อดีตมาเป็นเวลานาน จนกระทั่งได้มีการจัดตั้งป่าชุมชนและจัดการป่าไม้มาได้ระยะเวลาหนึ่ง จึงยังคงเป็นป่าที่อยู่ในภาวะกำลังฟื้นฟู ส่งผลให้มีปริมาณมวลชีวภาพของไม้ต้นที่พบน้อยกว่าพื้นที่ศึกษาครั้งนี้

3. ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านวังกะบากมีค่าเท่ากับ 266.32 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ โดยเหียงเป็นชนิดไม้ต้นที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด ทั้งในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เนื่องจากมีจำนวนต้นมาก และมีขนาดลำต้นใหญ่ ส่วนชนิดไม้ที่มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในอันดับรองลงไป ได้แก่ ประดู่ป่า ยมหิน ผ่าเสี้ยน และกางขี้มอด มีค่าเท่ากับ 53.03, 17.39, 15.44 และ 13.57 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Table 3)

ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นทั้งหมด พบว่ามีค่าสูงกว่าป่าผสมผลัดใบและป่าเต็งรัง บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำสะเตง จังหวัดน่าน มีค่า 172.84 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (Kawinpolasa, 2023) เนื่องจากป่าไม้บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำห้วยสะเตง เป็นป่าที่กำลังฟื้นฟู มีสภาพเป็นป่ารุ่นสอง ที่มีปริมาณไม้รุ่นเป็นจำนวนมาก สอดคล้องกับผลการศึกษาใน

ป่าชุมชนบ้านหนองเม็ก อำเภอโคกสูง จังหวัดสระแก้ว (Kanhom *et al.*, 2019) ที่เป็นสังคมพืชป่าเต็งรังเช่นเดียวกัน ซึ่งมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเพียง 25.64 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ เนื่องจากสภาพป่าชุมชนบ้านหนองเม็ก ถูก

รบกวนและใช้ประโยชน์จนป่ามีสภาพเสื่อมโทรม อีกทั้งยังขาดมาตรการป้องกันดูแล และการจัดการที่มีประสิทธิภาพ ทำให้มีความหลากหลายชนิดของพันธุ์ไม้ต่ำ จึงส่งผลให้มีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมีค่าน้อยตามไปด้วย

Table 3 Tree carbon stocks (only top ten species in terms of total carbon stock orders are shown) at Ban Wang Kabak Community Forestry, Wang Thong District, Phitsanulok Province.

No.	Species	Carbon Stocks in different parts of tree (ton C/ha)				
		Stems	Branches	Leaves	Roots	Total
1	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	39.63	7.71	1.65	13.23	62.22
2	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	33.25	7.12	1.42	11.29	53.03
3	<i>Chukrasia tabularis</i>	10.99	2.53	0.48	3.80	17.39
4	<i>Vitex canescens</i>	9.80	2.14	0.43	3.31	15.44
5	<i>Albizia odoratissima</i>	8.47	1.88	0.37	2.88	13.57
6	<i>Shorea siamensis</i>	7.92	1.27	0.28	2.56	12.02
7	<i>Lannea coromandelica</i>	6.89	1.57	0.30	2.37	11.12
8	<i>Mitragyna rotundifolia</i>	4.90	0.99	0.21	1.68	7.65
9	<i>Millettia leucantha</i>	4.86	0.94	0.21	1.55	7.14
10	<i>Gluta usitata</i>	4.32	0.94	0.19	1.47	6.92
	Other species	38.33	7.24	1.53	12.72	59.82
	Total	169.44	34.21	7.04	56.62	266.32

4. ปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ชนิดไม้ที่มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เหียง ประดู่ป่า ยมหิน ผ่าเสี้ยน และกางจี่มอด มีค่าเท่ากับ 228.13, 194.44, 63.76, 56.60 และ 49.76 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Table 4) เนื่องจากเหียงมีปริมาณมวลชีวภาพสูงสุดทั้งในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก อีกทั้งยังมีจำนวนต้นมาก และมีขนาดของลำต้นค่อนข้างใหญ่ จึงส่งผลให้มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าชนิดไม้อื่น สอดคล้องกับการศึกษาของ Tokeeree *et al.* (2020) บริเวณ

ป่าเต็งรังในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์ ที่พบว่าเหียงเป็นชนิดไม้ที่ค่าดัชนีความสำคัญสูงสุดเช่นกัน จึงทำให้มีปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สูงสุดตามไปด้วย

เมื่อพิจารณาปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ต้นทั้งหมด ที่มีค่าเท่ากับ 976.49 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ บริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่มีค่าเท่ากับ 623.76 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ (Chandaeng *et al.*, 2020) แต่มีค่ามากกว่าปริมาณการดูดซับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้าน
แสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์ ที่มีค่าเพียง 281.44 ตัน
คาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ เนื่องจากเป็น
ป่าเต็งรังที่มีสภาพเสื่อมโทรมและมีขนาดพื้นที่
เพียง 20 ไร่เท่านั้น (Tokeeree *et al.*, 2020)
เช่นเดียวกับผลการศึกษาในป่าชุมชนหนองลูกนก

จังหวัดนครราชสีมา ที่มีปริมาณการดูดซับก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์ 70.22 ตัน
คาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ (Klankhunthod
et al., 2023) เนื่องจากต้นไม้ภายในป่าชุมชน
หนองลูกนก มีขนาดค่อนข้างเล็ก จึงมีปริมาณการ
ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า

Table 4 Tree CO₂ absorption equivalent (only top ten species in terms of total CO₂ absorption orders are shown) at Ban Wang Kabak Community Forestry, Wang Thong District, Phitsanulok Province.

No.	Species	CO ₂ absorption capacity in different part of tree (ton CO ₂ /ha)				
		Stems	Branches	Leaves	Roots	Total
1	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	145.29	28.27	6.06	48.50	228.13
2	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	121.80	26.09	5.21	41.34	194.44
3	<i>Chukrasia tabularis</i>	39.32	9.16	1.73	13.56	63.76
4	<i>Vitex canescens</i>	35.25	7.78	1.54	12.03	56.60
5	<i>Albizia odoratissima</i>	30.95	6.88	1.35	10.58	49.76
6	<i>Shorea siamensis</i>	29.02	4.64	1.04	9.37	44.08
7	<i>Lannea coromandelica</i>	25.25	5.76	1.11	8.67	40.79
8	<i>Mitragyna rotundifolia</i>	17.72	3.59	0.76	5.96	28.03
9	<i>Millettia leucantha</i>	16.61	3.30	0.71	5.57	26.19
10	<i>Gluta usitata</i>	15.84	3.44	0.69	5.39	25.36
	Other species	140.56	26.53	5.63	46.63	219.36
	Total	617.62	125.44	25.83	207.60	976.49

5. ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนรวม
ของไม้ต้น มีค่าเท่ากับ 2,603.98 ตันออกซิเจนต่อ
เฮกแตร์ โดยชนิดไม้ต้นที่มีปริมาณการปลดปล่อย
ก๊าซออกซิเจนสูงสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ เหียง
ประดู่ป่า ยมหิน ผ่าเสี้ยน และกางจี่มอด เท่ากับ
608.39, 519.08, 173.97, 153.32 และ 132.99 ตัน
ออกซิเจนต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Table 5) โดย
เหียงเป็นชนิดไม้ที่มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ

ออกซิเจนมากกว่าชนิดพันธุ์อื่นๆ ทั้งนี้เมื่อ
เปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน
ทั้งหมด พบว่ามีค่าสูงกว่าผลการศึกษาในป่าเต็ง
รังและป่าผสมผลัดใบ บริเวณสถานีวิจัยและฝึก
นิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ที่
มีค่าเท่ากับ 489.09 ตันออกซิเจนต่อเฮกแตร์
(Chandaeng *et al.*, 2020) ทั้งนี้เนื่องจากความ
หนาแน่นและขนาดของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านวัง
กะบากมีค่าสูงกว่า เช่นเดียวกับการปลดปล่อย

ก๊าซออกซิเจนในป่าชุมชนหนองลูกนก จังหวัดนครราชสีมา ที่มีค่าก่อนข้างต่ำ (51.02 ต้นออกซิเจนต่อเฮกแตร์) เนื่องจากเป็นป่าชุมชนที่มีไม้ต้นขนาดเล็ก และมีพื้นที่ป่าชุมชนเพียง 84 ไร่ สอดคล้องกับการศึกษาในพื้นที่บริเวณกำแพงเมืองเก่า จังหวัดแพร่ ที่มีค่าเท่ากับ 25.54 ต้นออกซิเจนต่อเฮกแตร์ (Phongkaranyaphas *et al.*,

2021) เนื่องจากพื้นที่ป่าบริเวณกำแพงเมืองเก่า จังหวัดแพร่ มีค่าปริมาณมวลชีวภาพน้อยกว่า ในป่าชุมชนบ้านวังกะบาก โดยมีค่าเพียง 20.38 ต้นต่อเฮกแตร์ จึงส่งผลให้มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าตามไปด้วย

Table 5 Tree emission of O₂ (only top ten species in terms of total O₂ emission orders are shown) at Ban Wang Kabak Community Forestry, Wang Thong District, Phitsanulok Province.

No.	Species	O ₂ emission in different parts of tree (ton O ₂ /ha)				
		Stems	Branches	Leaves	Roots	Total
1	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	387.44	75.39	16.17	129.33	608.34
2	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	324.81	69.57	13.90	110.24	518.52
3	<i>Chukrasia tabularis</i>	104.85	24.42	4.62	36.15	170.03
4	<i>Vitex canescens</i>	94.01	20.74	4.10	32.09	150.94
5	<i>Albizia odoratissima</i>	82.52	18.35	3.60	28.21	132.68
6	<i>Shorea siamensis</i>	77.39	12.38	2.78	24.99	117.54
7	<i>Lannea coromandelica</i>	67.34	15.35	2.95	23.12	108.77
8	<i>Mitragyna rotundifolia</i>	47.25	9.58	2.03	15.89	74.76
9	<i>Millettia leucantha</i>	44.30	8.79	1.90	14.85	69.83
10	<i>Gluta usitata</i>	42.24	9.18	1.84	14.38	67.63
	Other species	374.84	70.76	14.99	124.36	584.94
	Total	1,646.99	334.51	68.88	553.60	2,603.98

1

สรุป

ความหลากหลายชนิดและองค์ประกอบของพรรณไม้ ในป่าชุมชนบ้านวังกะบาก สามารถแบ่งสังคมพืชเป็นป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบ มีไม้ต้น จำนวน 63 ชนิด 54 สกุล 26 วงศ์ โดยเหียง ประดู่ป่า รัง ผ่าเสี้ยน และสาธร เป็นชนิดไม้ต้นที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 5 อันดับแรก ตามลำดับ มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (H') อยู่ในระดับสูง เท่ากับ 3.17 ปริมาณมวลชีวภาพของ

ไม้ต้น มีค่าเท่ากับ 566.63 ต้นต่อเฮกแตร์ คำนวณเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 266.32 ต้นคาร์บอนต่อเฮกแตร์ สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 976.49 ต้นคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกแตร์ และปลดปล่อยก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 2,603.98 ต้นออกซิเจนต่อเฮกแตร์ แสดงให้เห็นว่าไม้ต้นในป่าชุมชนมีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งมวลชีวภาพสะสมและกักเก็บคาร์บอน ที่สามารถดูดซับก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ และปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนออกสู่บรรยากาศได้เป็นปริมาณมาก ดังนั้นผู้เกี่ยวข้องและชุมชน จึงควรมีการวางแผนเพื่อจัดการป่าไม้ให้คงความอุดมสมบูรณ์ ด้วยการอนุรักษ์ดูแลรักษาป่าไม้ ลดการทำลายป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม เพื่อให้พื้นที่ป่าไม้มีบทบาทในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกสำคัญ และช่วยบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นางเปรมฤดี วงศ์พานิช ผู้ใหญ่บ้านวังกะบาก หมู่ที่ 19 ตำบลวังนกแอ่น อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก นายสุนทร พันธุ์ดี ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และนายวิชัย ทิมเกลี้ยง สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลวังนกแอ่น ในฐานะคณะกรรมการป่าชุมชนบ้านวังกะบาก อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลกที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกตลอดการเข้าศึกษาวิจัยในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

Chandaeng, W., L. Puangchit, N. Junkerd & N. Jumwong. 2020. Carbon Stock Different Forest Communities at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province. **Thai Journal of Forestry** 39(1): 57-70. (in Thai) Community Forest Management Office. Royal Forest Department. 2023. **Community**

Forest; Models for sustainable forest Development and Management. Available source: <http://www.forest.go.th/community/wp-content/uploads/sites.>

(Accessed: May 2, 2023)

Daungthip, N., S. Khamyong, P. Kajeena & N. Anongrak. 2020. **Forest Structure and Carbon Storage of Dry Dipterocarp Community Forest in Tha Sa Lae Village, Fang District, Chiang Mai Province.** pp. 156-163 *In* Proceeding of Thai Forest Ecological Research Network Conference, T-FERN 9. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Haengsi, K., L. Seetrakun, W. Uppananchai & C. Thapyai, C. 2022. **Species Diversity and Community Structure of Trees in Ban Wang Kabak Community Forestry, Wang Thong District, Phitsanulok Province.** pp. 365-390. *In* Proceeding of Natural Resources, Geoinformative and Environment Conference, NatGen 7, December 8-9, 2022, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand (in Thai)

Information and Communication Technology Center. Royal Forest Department. 2021. **Ban Wang Kabak Community Forest.** Available source: http://forestinfo.forest.go.th/fCom_detail.aspx?id=11228. (Accessed: October 22, 2021,)

- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. **International Panel on Climate Change**. IGES, Japan.
- Kanhom, B., B. Moungrimuangdee, P. Waiboonya, P. Yodsa-nga & P. Larpkern. 2019. Plant Diversity and Biomass Carbon Stocks of Nong Mek Community Forest, Khok Sung District, Sa Kaeo Province. **Thai Journal of Forestry** 38 (2): 41 – 55. (in Thai)
- Kawinpolasa, K. 2023. **Carbon Storage in Biomass of Tree in Huai Sataeng Watershed Management Unit, Nan Province**. M.Sc. thesis, Forest Management, Maejo University Phrae Campus, Phrae, Thailand (in Thai)
- Klankhunthod, K., P. Musika and T. Choopan. 2023. **Tree Species and Carbon Storage in Nong Luk Nok Community Forest, Huai Tha Laeng District, Nakhon Ratchasima Province**. pp. 303-312 *In* Proceeding of The 5th National Conference on Science Technology and Innovation, March 10, 2023, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand (in Thai)
- Kuintara, U. 1999. **Ecology Fundamental Basics in Forestry**. Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Maguran, A.E. 1988. **Ecological Diversity and its Measurement**. Croom Helm, London.
- Maknoi, C. & T. Khambai. 2015. **Carbon Storage and Nutrient Accumulation in Pine-Deciduous Dipterocarp Forest in Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai Province**. pp. 262-267 *In* Proceeding of Thai Forest Ecological Research Network Conference, T-FERN 4, January 22-23, 2015, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand (in Thai)
- Ogawa H., K. Yoda, K. Ogino & T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. Thailand II Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49 – 80.
- Phongkaranyaphas, K., L. Asanok, S. Maiman, W. Singyoucharoen & J. Suthamtan. 2021. **Species Diversity and Carbon Storage of Trees within Old City Wall Area, Phrae Province**. pp. 285-294 *In* Proceedings of Thai Forest Ecological Research Network Conference, T-FERN 10, February 4-5, 2021, Maejo University Phrae Campus, Phrae, Thailand (in Thai)
- Sector of Climate Change in The Forestry, Royal Forest Department. 2023. **REDD⁺ Framework**. Available source: http://reddplus.dnp.go.th/?page_id=3716. (Accessed: January 14, 2023)

Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization). 2022. **Greenhouse Gas**. Available source: <http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th/page/> (Accessed: January 15, 2022)

Thongsri, N., N. Phimpong & C. Thapyai. 2021. **Aboveground Tree Biomass and Carbon Stocks at Residential and Forest Engineering Operation Center 3, Wang Thong District, Phitsanulok Province**. pp. 295-305) *In* Proceeding of Thai Forest Ecological Research Network Conference, T-FERN 10, February 4-5, 2021, Maejo University Phrae Campus, Phrae, Thailand (in Thai)

Tokeeree, Y., C. Jarat, D. Novacek & N. Saraphi. 2020. Carbon Storage in Biomass of Perennial Plants at Ban Sangtawan Community Forest, Surin Province. **PSRU Journal of Science and Technology** 5(3):23-36. (in Thai)