นิพนธ์ต้นฉบับ

ความหลากชนิด การประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ในป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบ ของสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติบางแห่งในประเทศไทย

สิริภูมิ ศรีสุวรรณ[1], วรดลต์ แจ่มจำรูญ[1*], นันทวรรณ สุปันตี[1] และ สุธาพร จงดี[1]

รับต้นฉบับ: 18 เมษายน 2569 ฉบับแก้ไข: 29 พฤษภาคม 2569 รับลงพิมพ์: 5 มิถุนายน 2569

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก นับเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าไม้อย่างมาก โดยเกี่ยวข้องต่อบทบาทในการปลดปล่อยและกักเก็บคาร์บอนซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของสภาวะโลกร้อน แต่ในขณะเดียวกันระบบนิเวศป่าไม้ก็ยังช่วยลดความรุนแรงของสภาวะโลกร้อนในบทบาทของการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการต่างๆ และยังเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญของทั้งพืชและสัตว์ ในประเทศไทยสามารถแบ่งประเภทของป่าได้สองประเภท คือ ป่าผลัดใบ (Deciduous forests) เช่น ป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ และป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen forests) เช่น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา โดยมีการกระจายอยู่ทั่วทั้งประเทศ และส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ พื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ เป็นป่าในเขตเมือง (Urban forest) และนับเป็นหนึ่งในพื้นที่อนุรักษ์ที่มีขนาดใหญ่ โดยมีการจัดรวบรวมพรรณไม้ทางเศรษฐกิจ พืชหายาก หรือใกล้สูญพันธุ์ เป็นแหล่งอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ พื้นที่ศึกษาค้นคว้าวิจัย โดยในพื้นที่เหล่านี้มีการดูแลพื้นที่ป่าเดิม และปลูกพรรณไม้เสริมตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ โดยถือเป็นพื้นที่สีเขียวที่สำคัญ และเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ของประเทศ แต่การเข้าไปใช้ประโยชน์ยังความรู้ในเรื่องของความหลากชนิดของป่าธรรมชาติในพื้นที่ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน และดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ยังมีการรวบรวมไว้อย่างไม่ชัดเจน ดังนั้นวัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้ 1) เพื่อสำรวจความหลากชนิดของไม้ในสังคมป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบภายในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ และ 2) ศึกษาศักยภาพของการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน และดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ จำนวน 36 แห่ง

วิธีการ: วางแปลงตัวอย่างวงกลมซ้อนกัน (Concentric sample plots) ขนาด 17.84 เมตร เก็บข้อมูลไม้ต้น (Tree) คือไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.3 เมตร ทำการติดหมายเลขวัดขนาด ระบุชนิด และบันทึกมุม Azimuth โดยใช้จุดสำรวจทั้งหมด 241 จุด แบ่งเป็นจุดสำรวจภายในป่าดิบแล้งจำนวน 115 จุด (คิดเป็นพื้นที่ 11.5 เฮกแตร์) และป่าผสมผลัดใบ จำนวน 126 จุด (คิดเป็นพื้นที่ 12.6 เฮกแตร์) จากนั้นนำข้อมูลไม้ต้นมาหามวลชีวภาพโดยสมการแอลโลเมตรี และนำค่ามวลชีวภาพที่ได้ไปทำการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์

ผลการศึกษา: พบจำนวนต้นไม้ทั้งหมด 19,514 ต้น โดยภายในป่าดิบแล้ง พบต้นไม้ทั้งหมด 10,139 ต้น จำแนกได้เป็น 481 ชนิด 268 สกุล 78 วงศ์ ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) คือ ยางนา มีค่าร้อยละ 15.54 มีดัชนีความหลากชนิด และดัชนีความมากมายของชนิดเท่ากับ 4.96 และ 52.80 ตามลำดับ ขณะที่ป่าผสมผลัดใบพบต้นไม้ทั้งหมด 9,375 ต้น จำแนกได้เป็น 406 ชนิด 243 สกุล 77 วงศ์ ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ

คือ สัก มีค่าร้อยละ 19.84 มีดัชนีความหลากชนิด และดัชนีความมากมายของชนิดเท่ากับ 4.99 และ 44.28 ตามลำดับ การประเมินปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ป่าดิบแล้งมีปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 190.18 ตัน/เฮกแตร์, 89.38 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ และ 328.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกแตร์ ตามลำดับ และป่าผสมผลัดใบ มีค่าเท่ากับ 142.26 ตัน/เฮกแตร์, 66.86 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ และ 245.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกแตร์ เมื่อพิจารณาการกระจายตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter class distribution) พบว่าต้นไม้ของทั้งสองสังคมเป็นรูปแบบเลขชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential form) แสดงให้เห็นถึงต้นไม้ของทั้งสองสังคมสามารถรักษาโครงสร้างประชากรได้ดี จำนวนไม้ขนาดเล็กมีมากสามารถเติบโตขึ้นทดแทนเป็นไม้ใหญ่ได้ในอนาคต และเมื่อพิจารณาการกักเก็บคาร์บอนเห็นได้ว่าต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ (DBH > 30 cm) มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่มากกว่า แม้จะมีจำนวนต้นไม้ในกลุ่มน้อยกว่า อย่างไรก็ตามต้นไม้ในกลุ่มที่มีขนาด DBH เล็กถึงปานกลาง ยังสามารถเติบโตขึ้นเป็นไม้ใหญ่ได้ในอนาคต ซึ่งส่งผลให้ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมีมากขึ้นอีกด้วย เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของทั้งสองชนิดป่า พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป: ผลการศึกษาในครั้งนี้ทำให้เห็นถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ของพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีต้นไม้หลายชนิดที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน และดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สูง สามารถนำข้อมูลที่ได้เป็นฐานข้อมูลปริมาณคาร์บอนของสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติของประเทศ และจากการศึกษายังสามารถนำข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนที่ได้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการวางแผนการจัดการในเรื่องของการอนุรักษ์ต้นไม้ในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ ที่ไม่เพียงแต่รักษาไม้ใหญ่ไว้ให้คงอยู่ แต่ยังคงมีการรักษาต้นไม้ที่มีขนาดเล็กเพื่อที่ต้นไม้ขนาดเล็กจะมีการเจริญเติบโตขึ้นทดแทนเป็นไม้ใหญ่ในอนาคต ซึ่งส่งผลต่อการกักเก็บคาร์บอนที่เพิ่มมากขึ้นได้อีกด้วย อีกทั้งหากมีการติดตามพลวัตของแปลงตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาในอนาคต อาจทำให้มีความชัดเจนในเรื่องของการเพิ่มขึ้นและลดของต้นไม้ในพื้นที่ที่ส่งผลต่อศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติต่อไปในอนาคต สำหรับจัดการพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติให้เข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำต่อไป

คำสำคัญ : การกักเก็บคาร์บอน, การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์, พื้นที่อนุรักษ์, สมการแอลโลเมตรี

[1] กลุ่มงานพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: voradol@gmail.com

https://doi.org/10.34044/tferj.2026.10.1.6673

ORIGINAL ARTICLE

Tree Diversity, Carbon Storage and Carbon Dioxide Sequestration Assessment in Dry Evergreen Forest and Mixed Deciduous Forest of Selected Botanical Gardens and Arboreta in Thailand

Siriphum Srisuwan[1], Voradol Chamchumroon[1*], Nanthawan Suphuntee[1], and Suthaporn Chongdi[1]

Received: 18 April 2026 Revised: 29 May 2026 Accepted: 5 June 2026

ABSTRACT

Background and Objectives: The increase in greenhouse gases concentrations is a major driver of climate change, which in turn affects to forest ecosystems. Forest plays a role in the release and storage of carbon, thereby influencing global warming. However, forest ecosystems also mitigate climate change by absorbing carbon dioxide through various processes and serve as reservoirs of biodiversity for both flora and fauna. In Thailand, the forests mostly are tropical dry forests and forests can be categorized into two types; 1) deciduous forests (such as deciduous dipterocarp forest and mixed deciduous forest) and 2) evergreen forests (such as dry evergreen forest, montane forest and moist evergreen forest). These two types of forest are distributed throughout the country, with most found in protected areas. Botanical gardens and arboreta are classified as urban forest that there are people using regularly and serve as important sites in protected areas. It comprised many rare or economically valuable plant species and also serves as a biodiversity conservation area and a research site but less documents were found in species diversity and the potential of carbon stock and carbon dioxide (CO_2) sequestration. This study aimed to clarify species diversity in dry evergreen forest (DEF) and mixed deciduous forest (MDF) within selected botanical gardens and arboreta and study the potentials of botanical gardens and arboreta as carbon storage.

Methodology: A total of 241 concentric sample plots were established in 2024 with inter-plot spacing of either 250 m or 2.5 km, depending on the size of the botanical gardens and arboreta and are divided into 115 sample plots within dry evergreen forest, covering an area of 11.5 ha, and 126 sample plots within mixed deciduous forest, covering an area of 12.6 ha. Concentric sample plots with radius about 17.84 m were established. All trees with diameter breast height (DBH) >4.5 cm and height greater than 1.3 m were tagged, identified and mapped azimuth. The data was used to calculate aboveground biomass using allometry equations, and the resulting aboveground biomass were used to quantify belowground biomass, carbon storage and carbon dioxide (CO_2) sequestration.

Main Results: The results revealed that 19, 514 individuals were found. In DEF contained 10,139 individuals across 481 species with 268 genera and 78 family and the dominant species based on importance value index (IVI) was *Dipterocarpus alatus* with 15.54 and followed with *Streblus asper*, *Afzelia xylocarpa, Eucalyptus camaldulensis* and *Delonix regia*, with species diversity and species richness index was 4.96 and 52.80 respectively. While, MDF contained 9,375 individual of trees across 406 species with 243 genera and 77 family and the dominant species based on IVI was *Tectona grandis* with 19.84 and followed with *Pterocarpus macrocarpus*, *Xylia*

xylocarpa, *Combretum quadrangulare* and *Streblus asper*, with species diversity index and species richness index was 4.99 and 44.28 respectively. Carbon storage and carbon dioxide (CO_2) sequestration assessment were estimated using allometry equation. Biomass in DEF and MDF were 190.18 t/ha and 142.26 t/ha, respectively, Carbon storage in DEF and MDF were 89.38 tC/ha and 66.86 tC/ha, respectively and Carbon dioxide (CO_2) in DEF and MDF were 328.04 tCO_2/ha and 245.38 tCO_2/ha, respectively. Diameter class distribution in both communities exhibited a negative exponential pattern, indicating stable population structure. The high proportion of small-sized trees suggests strong regeneration potential, with many individuals likely to develop into mature trees in the future. Furthermore, in terms of carbon storage potential, larger trees (DBH > 30 cm) had the larger of carbon storage, even though there are less number of trees in the group. However, small to medium sized trees can still grow into mature trees in the future, thereby enhancing future carbon storage potential. A t-test was used to compare the mean of biomass, carbon storage and carbon dioxide (CO_2) sequestration indicated that two forest types is non-significant (p-value = 0.22) in potentials of carbon storage and carbon dioxide (CO_2) sequestration.

Conclusion: This study highlights the potential of botanical gardens and arboreta to function as large carbon storage area. This study indicates that many tree species within natural forests had high potentials of carbon storage and carbon dioxide (CO_2) sequestration. The results can serve as a valuable database for assessing carbon storage in botanical gardens and arboreta. Furthermore, this study can inform conservation planning within these areas. Effective management should prioritize not only the preservation of large trees but also keep smaller trees with the potential to develop into larger trees in the future, thereby enhancing overall carbon storage potential. In addition, future monitoring of the dynamics within the sample plots may provide greater clarity changes in tree populations and their impact of potential of carbon storage in botanical gardens and arboreta. Overall, our findings can support the sustainable management of botanical gardens and arboreta, contributing to their role towards a low-carbon society.

Keywords : Carbon storage, carbon dioxide sequestration, protected areas, allometric equation

[1] Forest Botany Division, Forest and Plant Conservation Research Office,
Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok, 10900 Thailand

***Corresponding author**: voradol@gmail.com

https://doi.org/10.34044/tferj.2026.10.1.6673

บทนำ (Introduction)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) นับว่าเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าไม้อย่างรุนแรง โดยสาเหตุหนึ่งที่สำคัญ คือ การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนนั้นมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการตาย รวมถึงการสืบต่อพันธุ์ของต้นไม้ (IPCC, 2006; Gebeyehu & Hirpo, 2019; Kanthawong *et al*., 2024) ผลกระทบเหล่านี้ส่งผลต่อระบบนิเวศป่าไม้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับบทบาทของป่าไม้ต่อการปลดปล่อยและกักเก็บคาร์บอน การสูญเสียพื้นที่ป่าไม้นับว่าเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของสภาวะโลกร้อนเช่นกัน (Kaewbanlao *et al*., 2025) อย่างไรก็ตามระบบนิเวศป่าไม้ ช่วยลดความรุนแรงของสภาวะโลกร้อนด้วยการมีบทบาทในเรื่องของการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อการเจริญเติบโต อีกทั้งยังกักเก็บคาร์บอนไว้ในรูปแบบของเนื้อไม้ (Raihan *et al*., 2021) ป่าเขตร้อนครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 10% ของพื้นที่ผิวโลก (Corlett, 2016) โดยเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญของโลก (Giam, 2017) โดยสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ครอบคลุมถึง 25% ของคาร์บอนบนบก (Poorter *et al*., 2015) ปัจจุบันป่าเขตร้อนต้องเจอกับปัญหาการรบกวนทั้งการรบกวนจากฝีมือมนุษย์ (Anthropogenic disturbances) เช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตร การถูกรบกวนจากแมลง นอกจากนี้อาจเกิดจากภัยพิบัติตามธรรมชาติ (Natural disturbances) ส่งผลให้แหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญหายไป ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน (Marod *et al*., 2022; Yatar *et al*., 2024)

ป่าในประเทศไทย แบ่งออกได้เป็นสองประเภท คือ กลุ่มป่าผลัดใบ (Deciduous forests) เช่น ป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) ป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous forest) เป็นต้น และ กลุ่มป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen forests) เช่น ป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) ป่าดิบเขา (Montane evergreen forest) เป็นต้น (Santisuk, 2006; Marod & Kutintara, 2009) โดยป่าแต่ละชนิดมีการกระจายอยู่ทั่วทั้งประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ของประเทศไทย

สวนพฤกษศาสตร์ (Botanical garden) และ สวนรุกขชาติ (Arboretum) ถือได้ว่าเป็นป่าในเขตเมือง (Urban forest) ซึ่งมีผู้เข้ามาใช้บริการอยู่เป็นประจำ เดิมทีเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติดั้งเดิมที่มีความต้องที่จะมุ่งเน้นการอนุรักษ์พรรณไม้เดิมให้อยู่ในแหล่งกำเนิด อีกทั้งยังมียังมีการปลูกพรรณไม้เสริมลงในหย่อมป่าเดิมตามหมวดหมู่ และยังมีการปลูกพรรณไม้เสริมตามวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ ไม่ว่าจะทางเศรษฐกิจ พืชหายาก หรือใกล้สูญพันธุ์ ถือเป็นแหล่งอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ พื้นที่ศึกษาค้นคว้าวิจัย อีกทั้งยังเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของประชาชน และเป็นแหล่งเรียนรู้ทางระบบนิเวศป่าไม้ได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติในประเทศไทยมีทั้งสิ้น 71 แห่ง โดยแบ่งเป็นสวนพฤกษศาสตร์

18 แห่ง และสวนรุกขชาติ 53 แห่ง พื้นที่ป่าปกคลุมส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบ และป่าเต็งรัง แต่ยังครอบคลุมชนิดป่าอื่น ๆ ด้วย เช่น ป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าชายเลน และป่าพรุ (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, 2019) โดยพื้นที่สีเขียวเหล่านี้ถือเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนและดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ที่สำคัญของประเทศ แต่การเข้าไปใช้ประโยชน์ยังขาดการรวบรวมข้อมูลในเรื่องของความหลากชนิดของป่าธรรมชาติในพื้นที่ ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ไว้อย่างชัดเจน

ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากชนิดของไม้ในสังคมป่าดิบแล้งและป่าผสมผลัดใบ ภายในสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ และประเมินศักยภาพของการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนและดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ องค์ความรู้ที่ได้จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพและการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methodology)

1. พื้นที่ศึกษา (Study area)

ทำการศึกษาในสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ ที่ถูกคัดเลือก ภายใต้การดูแลของสำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยพิจารณาเลือกพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ ที่ปรากฏชนิดป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest; DEF) และป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous forest; MDF) ในพื้นที่ สามารถคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนได้จำนวน 37 แห่ง ซึ่งประกอบด้วยป่าดิบแล้ง และป่าผสมผลัดใบ จำนวน 17 และ 21 สวน ตามลำดับ โดยใช้จุดสำรวจในป่าดิบแล้งทั้งหมด 115 จุด คิดเป็นพื้นที่ 11.5 เฮกแตร์ และในป่าผสมผลัดใบมีจุดสำรวจทั้งหมด 126 จุด คิดเป็นพื้นที่ 12.6 เฮกแตร์ (Figure 1 and Table 1)

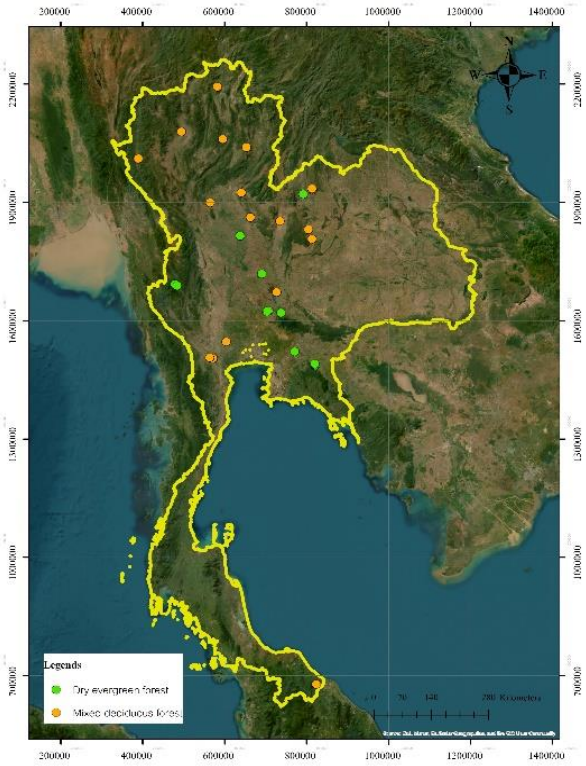

Figure 1 Concentric sample plots within botanical gardens and arboreta across Thailand.

2. การเก็บข้อมูล (Data collection)

1. กำหนดจุดวางแปลงตัวอย่าง โดยทำการคัดเลือกพื้นที่เพื่อเป็นตัวแทนของสังคมพืช โดยพิจารณาจากความสมบูรณ์ของป่า โดยให้มีระยะห่างระหว่างแปลง 250 เมตร และระยะ 2.5 กิโลเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ

2. วางแปลงตัวอย่างวงกลมซ้อนกัน (Concentric sample plots) ตามวิธีการของ Forest Survey and Assessment Division (2022)

Table 1 Lists of botanical gardens, arboreta and numbers of survey point in this study.

Forest types	Botanical gardens / Arboretum	Number of survey point	Area (ha)
Dry evergreen forest (DEF)	Wang Nam Yen Botanical Garden	10	1
	Phu Khae Botanical Garden	10	1
	Her Majesty The Queen's 60th Birthday Anniversary Phu Foilom Botanical Garden	7	0.7
	Dong Fa Huan Botanical Garden	10	1
	Dong Ma-I Botanical Garden	10	1
	Pak Puan Arboretum	8	0.8
	Ban Pae Botanical Garden	10	1
	Sam Rong Kiat Waterfall Arboretum	1	0.1
	Nong Tha Yu Arboretum	10	1
	Khao Chakan Arboretum	3	0.3
	Kanchanakuman Arboretum	6	0.6
	Khao Hin Son Botanical Garden	6	0.6
	Sap Chomphu Arboretum	6	0.6
	Muak Lek Arboretum	6	0.6
	Ubon Wanarom Arboretum	5	0.5
	Phon Sai Arboretum	3	0.3
	Phai Sali Arboretum	4	0.4
	Total	115	11.5
Mixed deciduous forest (MDF)	Phu Khao Arboretum	10	1
	Phai Sali Arboretum	6	0.6
	Phu Kum Khao Arboretum	5	0.5
	Sakunothayan Botanical Garden	10	1
	Pong Sali Arboretum	10	1
	Dong Bang-I Arboretum	5	0.5
	Kamphaeng Saen Arboretum	10	1
	Wang Kan Leuang Arboretum	6	0.6
	Ban Chom Beung Botanical Garden	10	1
	Nam Phut Thap Lao Arboretum	3	0.3
	Khao Din Phrai Wan Arboretum	6	0.6
	Tham Chom Pon Arboretum	6	0.6
	Her Majesty The Queen's 60th Birthday Anniversary Su-ngai Padi Botanical Garden	2	0.2
	Namtok Tharnthong Arboretum	3	0.3
	Huai Rong Arboretum	6	0.6
	Ban Phae Arboretum	3	0.3
	Huai Kaew Arboretum	5	0.5
	Mueang Rat Arboretum	3	0.3
	Her Majesty The Queen's 60th Birthday Anniversary Phu Foilom Botanical Garden	3	0.3
	Huai Chomphu Arboretum	3	0.3
	Huay Tak Arboretum	2	0.2
	Sam Rong Kiat Waterfall Arboretum	9	0.9
	Total	126	12.6

โดยทำการวางแปลงตัวอย่างวงกลมรัศมี 17.84 เมตร เก็บข้อมูลไม้ต้น (Tree) คือ ต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height: DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.50 เซนติเมตร และความสูงมากกว่า 1.30 เมตร ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก วัดความสูง ติดหมายเลข ระบุชนิด บันทึกมุม Azimuth และวัดระยะทางระหว่างจุดกลางแปลงถึงต้นไม้ (Figure 2)

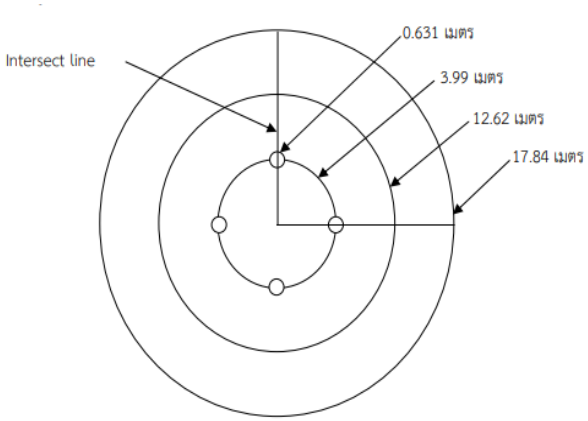

Figure 2 Concentric sample plots in different radius.

3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

1. ดัชนีความมากมายของชนิด (Species richness index) โดยใช้ตามวิธีของ Margalef Índex (Margalef, 1958)

$$\text{Margalef index} = (S-1)/\ln(n)$$

โดยที่ S = จำนวนชนิดทั้งหมดในสังคม

n = จำนวนต้นไม้ทั้งหมดที่สำรวจพบ

2. ค่าดัชนีความหลากชนิด (Species diversity) โดยใช้ตามวิธีของ Shannon-Wiener index (Krebs, 1999)

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

โดยที่ H' = ค่าความหลากชนิดของพรรณไม้

Pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นไม้ชนิดที่ i ต่อจำนวนต้นไม้ทั้งหมด

S = จำนวนชนิดไม้ทั้งหมดที่พบ

3. ดัชนีค่าความสำคัญ (Important value index, IVI) คือผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density) ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance) และความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency) ซึ่งค่าความสัมพันธ์ของพืชชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าตั้งแต่ 0-300 (Curtis, 1959)

4. การสืบต่อพันธุ์ของไม้ต้นในสังคม พิจารณาจากการกระจายตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ (Diameter class distribution)

5. มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ต้นโดยใช้สมการแอลโลเมตรีตามชนิดป่า ดังนี้

ป่าดิบแล้ง ใช้สมการของ Tsutsumi *et al.* (1983)

$$W_S = 0.059(DBH^2H)^{0.919}$$

$$W_B = 0.00893(DBH^2H)^{0.977}$$

$$W_L = 0.0140(DBH^2H)^{0.669}$$

$$W_T = W_S + W_B + W_L$$

ป่าผสมผลัดใบ ใช้สมการของ Ogawa e*t al.* (1965)

$$W_S = 0.0396(DBH^2H)^{0.933}$$

$$W_B = 0.00349(DBH^2H)^{1.027}$$

$$W_L = \left(\frac{28}{(W_S+W_B)} + 0.025\right)^{-1}$$

$$W_T = W_S + W_B + W_L$$

โดยที่ W_S = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นลำต้น (กก.)

W_B = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นกิ่ง (กก.)

W_L = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนที่เป็นใบ (กก.)

W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (ซม.)

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้ (เมตร)

จากนั้นนำค่าที่ได้จากสมการแอลโลเมตรีมาวิเคราะห์มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (Belowground biomass) ของไม้ต้น โดยใช้ค่ากลาง (Default value) ของ IPCC (2006) มีค่าเท่ากับ 0.27

มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (กก.) = AGB x 0.27

6. ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคำนวณจากมวลชีวภาพของไม้ต้นในรูปของน้ำหนักมวลธาตุคาร์บอน (C) ที่อยู่ในรูปของมวลชีวภาพและน้ำหนักของธาตุคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ IPCC (2006) กำหนด

การกักเก็บคาร์บอน (ตันคาร์บอน/เฮกแตร์) = มวลชีวภาพของไม้ต้น x 0.47

การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกแตร์) = การกักเก็บคาร์บอน x 44/12

7. วิเคราะห์การทดสอบทางสถิติ (Statistical analysis) โดยการใช้ T-test ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Two-sample unequal variance โดยการใช้ค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

1. ความหลากชนิดของพรรณไม้

ผลการศึกษาความหลากชนิดของพรรณไม้ในสังคมพืช พบว่า ป่าดิบแล้งพบต้นไม้ทั้งหมด 10,139 ต้น จำแนกได้เป็น 481 ชนิด 268 สกุล 78 วงศ์ ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) ได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 15.54 รองลงมาได้แก่ ข่อย (*Streblus asper*) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*)และหางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*) เป็นต้น โดยมีค่าเท่ากับ 15.04, 5.62, 5.38 และ 5.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ มีค่าลดหลั่นกันไป (Table 1) สังคมพืชป่าดิบแล้งมีความหลากหลายของชนิดอยู่ในระดับที่สูงมาก (H' = 4.96) และดัชนีความมากมายของชนิดอยู่ที่ 52.80 แสดงว่าชนิดไม้ในป่าดิบแล้งมีความหลากชนิดและความมากมายสูง ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Phumphuang *et al*. (2018) ที่ศึกษาพลวัตและการกระจายของต้นไม้ในป่าดิบแล้งภายในแปลงถาวรขนาด 3 เฮกแตร์ บริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว ซึ่งพบความหลากชนิดไม้จำนวน 150 ชนิด จาก 119 สกุล และ 46 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากหลาย (H') เท่ากับ 4.04 ขณะเดียวกัน Phumphuang *et al*. (2024) ยังได้รายงานการศึกษาเมื่อใช้แปลงถาวรขนาดใหญ่ (16 เฮกแตร์) ในป่าดิบแล้งสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยพบชนิดไม้เพิ่มมากขึ้นตามการเพิ่มของขนาดแปลงตัวอย่าง โดยพบชนิดไม้จำนวน 204 ชนิด จาก 153 สกุล และ 60 วงศ์

Table 1 Number of trees and importance value index (IVI) of some dominance tree species in MDF and DEF in Botanical gardens and Arboreta in Thailand.

Forest Type	Species	Family	No. of Trees	Density (ind.ha-1)	Frequency (%)	Dominance	RD (%)	RF (%)	RDo (%)	IVI (%)
Dry Evegreen Forest (DEF)	*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don	Dipterocarpaceae	232	0.20	33.04	0.025	2.288	1.711	11.544	15.54
	Streblus asper Lour.	Moraceae	914	0.79	46.09	0.008	9.015	2.386	3.637	15.04
	Afzelia xylocarpa (Kurz) Craib	Fabaceae	155	0.13	20.87	0.007	1.529	1.081	3.014	5.62
	Eucalyptus camaldulensis Dehnh.	Myrtaceae	135	0.12	8.70	0.008	1.331	0.450	3.596	5.38
	Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf.	Fabaceae	213	0.19	7.83	0.006	2.101	0.405	2.738	5.24
	Streblus ilicifolius (S. Vidal) Corner	Moraceae	347	0.30	13.04	0.002	3.422	0.675	1.057	5.15
	Wrightia arborea (Dennst.) Mabb.	Apocynaceae	224	0.19	23.48	0.003	2.209	1.216	1.331	4.76
	Hydnocarpus ilicifolia King	Achariaceae	243	0.21	18.26	0.003	2.397	0.946	1.372	4.71
	Microcos tomentosa Sm.	Malvaceae	210	0.18	30.43	0.002	2.071	1.576	1.009	4.66
	Tectona grandis L. f.	Lamiaceae	153	0.13	7.83	0.006	1.509	0.405	2.631	4.55
	Other Species (471)		7,313	6.36	1,721.73	0.151	72.13	89.15	68.07	229.35
	Total		10,139	8.82	1931.30	0.22	100.000	100.00	100.00	300.00
Mixed Deciduous Forest (MDF)	*Tectona grandis* L.f.	Lamiaceae	256	0.203	24.603	0.032	2.731	1.462	15.651	21.24
	Pterocarpus macrocarpus Kurz	Fabaceae	358	0.284	45.238	0.012	3.819	2.687	6.043	12.08
	Xylia xylocarpa (Roxb.) Taub. var. kerrii (Craib & Hutch.) I. C. Nielsen	Fabaceae	290	0.230	38.095	0.005	3.093	2.263	2.286	7.69
	Combretum quadrangulare Kurz	Combretaceae	270	0.214	7.143	0.008	2.880	0.424	3.721	7.46
	Streblus asper Lour.	Moraceae	329	0.261	23.016	0.004	3.509	1.367	1.857	6.31
	Chukrasia tabularis A. Juss.	Meliaceae	227	0.180	19.048	0.003	2.421	1.132	1.626	5.47
	Canarium subulatum Guillaumin	Burseraceae	104	0.083	25.397	0.003	1.109	1.509	1.463	4.31
	Pentacme siamensis (Miq.) Kurz	Dipterocarpaceae	202	0.160	11.111	0.002	2.155	0.660	1.212	4.27
	Wrightia arborea (Dennst.) Mabb.	Apocynaceae	172	0.137	23.016	0.002	1.835	1.367	0.740	3.90
	Lagerstroemia calyculata Kurz	Lythraceae	115	0.091	19.048	0.003	1.227	1.132	1.543	3.78
	Other Species (396)		7,052	5.60	1,448.62	0.132	75.22	85.99	63.86	225.08
	Total		9,375	7.44	1683.33	0.206	100.00	100.00	100.00	300.00

Remark: RD = Relavtive density, RF = Relative frequency, RDo = Relative dominance and IVI = Importance value index.

อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้มีความแตกต่างจากจากการศึกษาของ Chandaeng *et al*. (2018) ที่ได้ศึกษาโครงสร้างสังคมพืชป่าดิบแล้ง ณ สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยเก็บข้อมูลแปลงตัวอย่างขนาดเล็กกระจายทั่วพื้นที่ป่าดิบแล้ง พบชนิดไม้จำนวน 95 ชนิด จาก 76 สกุล และ 45 วงศ์ มีค่าความหลากชนิดอยู่ที่ 3.73 และวงศ์ที่มีจำนวนชนิดสูงที่สุดได้แก่ วงศ์ถั่ว (Fabaceae) แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของขนาดแปลงตัวอย่างส่งผลต่อการปรากฏของจำนวนชนิดที่แตกต่างกัน

ขณะที่ในป่าผสมผลัดใบพบต้นไม้ทั้งหมด 9,375 ต้น จำแนกได้เป็น 406 ชนิด 243 สกุล 77 วงศ์ ชนิดไม้เด่นเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ (IVI) ได้แก่ สัก (*Tectona grandis*) มีค่าเท่ากับร้อยละ 19.84 รองลงมาได้แก่ ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus*) แดง (*Xylia xylocarpa*) สะแกนา (*Combretum quadrangulare*) และข่อย (*Streblus asper*) โดยมีค่าเท่ากับ 12.55, 7.64, 7.03 และ 6.73 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนชนิดอื่น ๆ มีค่าลดหลั่นกันไป (Table 1) สังคมพืชป่าผสมผลัดใบมีดัชนีค่าความหลากชนิดอยู่ในระดับที่สูงมาก (H’ = 4.99) และมีดัชนีความมากมายของชนิดอยู่ที่ 50.58 แสดงให้เห็นถึงชนิดไม้ที่สำรวจพบมีความหลากชนิด และมีความมากมายสูง โดยค่าความหลากชนิดมีความใกล้เคียงกับการศึกษาของ Saikhammoon *et al*. (2023) ที่ได้ทำการศึกษาการฟื้นฟูของป่าเขตร้อนแห้งแล้งที่ถูกทิ้งร้างและต่อมาได้มีการฟื้นฟูตามธรรมชาติโดยมีลักษณะเป็นป่าผสมผลัดใบ จากการศึกษาพบต้นไม้กว่า 20,400 ต้น และสามารถจำแนกได้เป็น 199 ชนิด จาก 129 สกุล และ 49 วงศ์ มีค่าดัชนีความหลากชนิดสูง (H’ = 4.28) ขณะเดียวกันการศึกษาครั้งนี้พบมีจำนวนชนิดและค่าดัชนีความหลากชนิดสูงกว่าการศึกษาของ Piankhit *et al*. (2024) ที่ศึกษาโครงสร้างสังคมพืชป่าผสมผลัดใบในพื้นที่อนุรักษ์ของสวนป่าสักองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือ พบชนิดไม้จำนวน 122 ชนิด 88 สกุล 39 วงศ์ จากต้นไม้ทั้งหมด 2,246 ต้น มีค่าดัชนีความหลากชนิด (H’) เท่ากับ 3.57 นอกจากนี้ยังพบว่าค่าดัชนีความหลากชนิดในครั้งนี้ยังมีค่ามากกว่ารายงานของ Narknoi *et al*. (2022) ที่ศึกษาสังคมพืชป่าผสมผลัดใบ ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านปง อำเภอลองจังหวัดแพร่ พบชนิดไม้เพียง 81 ชนิด 63 สกุล 26 วงศ์ มีดัชนีความหลากชนิด (H’) เท่ากับ 3.71 แสดงให้เห็นถึงการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์มีผลต่อความหลากชนิดของพรรณไม้ที่แตกต่างกันไป

จากการศึกษาของทั้งสองชนิดป่าแสดงให้เห็นความหลากชนิด และความมากมายของชนิดไม้ในแต่ละชนิดป่า เนื่องจากพื้นที่และจุดสำรวจมีการกระจายครอบคลุมหลายภูมิภาคของประเทศ จึงส่งผลให้พบชนิดไม้ที่พบมีความหลากหลายค่อนข้างสูง แม้ว่าจะเป็นป่าชนิดเดียวกันซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างทางด้านปัจจัยแวดล้อมในแต่ละภูมิภาค (Zhang *et al*., 2024) อย่างไรก็ตามขนาดของสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ จำนวนจุดสำรวจแต่ละชนิดป่ารวมไปถึงปัจจัยแวดล้อม (ความสูง, อุณหภูมิ, ปัจจัยดิน) ที่แตกต่างกันของแต่ละชนิดป่า ซึ่งภายในป่าดิบแล้งมักมีชนิดไม้ขึ้นผสมกันระหว่างไม้ผลัดใบและไม่ผลัดใบในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน มักพบตั้งแต่ระดับความสูงตั้งแต่ 100 เมตร

จากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,000 – 2,000 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งแตกต่างจากป่าผสมผลัดใบที่ชนิดไม้ส่วนใหญ่ในสังคมมักจะประกอบไปด้วยไม้ผลัดใบ พบได้ตั้งแต่ระดับความสูง 50 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งส่วนใหญ่มักมีความแห้งแล้งมากกว่าป่าดิบแล้ง (Marod & Kutintara, 2009, Nguyen *et al*., 2015; Becker *et al*., 2022) ด้วยปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกันส่งผลให้ชนิดไม้มีการกระจายที่ต่างกัน และชนิดที่พบมีความแตกต่างกัน แม้เป็นในป่าชนิดเดียวกันก็ตาม อีกทั้งในเรื่องความต้องการทางนิเวศวิทยา (Ecological niche) ยังเป็นหนึ่งในเหตุผลที่ทำให้ไม้แต่ละชนิดมีการกระจายที่แตกต่างกัน (Bunyavejchewin *et al*., 2003; Phumphuang *et al*., 2024)

2. ปริมาณมวลชีวภาพ การเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์

สังคมพืชป่าดิบแล้งมีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 190.18 ตัน/เฮกแตร์ แบ่งออกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น (Stem; W_S) กิ่ง (Branch; W_B) ใบ (Leaf; W_L) และปริมาณมวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground biomass) มีค่าเท่ากับ 111.43, 35.74, 2.59 และ 40.43 ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมีค่าเท่ากับ 89.38 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ และปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีค่าเท่ากับ 328.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกแตร์ (Table 2) ชนิดไม้ที่มีปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สูงสุดได้แก่ สัก รองลงมาได้แก่ ยูคาลิปตัส หางนกยูงฝรั่ง มะค่าโมง และ ประดู่ป่า เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Chandaeng *et al*. (2018) ที่รายงานว่าป่าดิบแล้งสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว มีปริมาณมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 186.66 และ 76.03 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ ตามลำดับ ขณะที่การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีค่าเท่ากับ 347.07 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกแตร์ โดยปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่พบในครั้งนี้มีปริมาณมากกว่ารายงานของ Terakunpisut *et al*. (2007) ซึ่งพบว่าปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในป่าดิบแล้งของป่าสงวนแห่งชาติทองผาภูมิ มีค่าเท่ากับ 140.58 ตัน/เฮกแตร์ และ 70.29 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน และดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของป่าดิบแล้งที่สำคัญของประเทศไทย

ขณะที่สังคมพืชป่าผสมผลัดใบ มีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 142.26 ตัน/เฮกแตร์ แบ่งออกเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และปริมาณมวลชีวภาพใต้ดิน มีค่าเท่ากับ 89.86, 21.96. 0.20 และ 30.24 ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าผสมผลัดใบมีค่าเท่ากับ 66.86 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์ และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่ากับ 245.38 ตันคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกแตร์ (Table 2)

Table 2 Biomass, carbon stock and CO_2 sequestration estimates.

Forest type	AGB			BGB	Total Biomass ($t.ha^{-1}$)	Carbon Stock ($tC\ ha^{-1}$)	CO_2 Sq. ($tCO_2\ ha^{-1}$)
	Stem	Branch	Leaf				
DEF	111.43	35.74	2.59	39.20	190.18	89.38	328.04
MDF	89.86	21.96	0.20	30.24	142.26	66.86	245.38

Note: AGB: Aboveground Biomass, BGB: Belowground Biomass and CO_2 Sq.: Carbon dioxide sequestration.

ชนิดไม้ที่มีปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดได้แก่ สัก รองลงมาได้แก่ ประดู่ป่า ยางนา สะแกนา และแดง ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Nuanurai (2009) ที่ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพในป่าผสมผลัดใบบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ที่มีค่าเท่ากับ 68.53 ตัน/เฮกแตร์ และยังมีปริมาณมากกว่าป่าผสมผลัดใบ บริเวณสถานีฝึกวนศาสตร์วังน้ำเขียว ที่มีปริมาณมวลชีวภาพเท่ากับ 71.49 ตัน/เฮกแตร์ และมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 33.67 ตัน/เฮกแตร์ (Chandaeng *et al*., 2020) และยังมากกว่าการศึกษาของ Chaiyo *et al*. (2012) ที่พบว่ามวลชีวภาพไม้ต้นในป่าผสมผลัดใบในภาคตะวันตกของประเทศ มีค่าเท่ากับ 25.84 ตัน/เฮกแตร์ (คิดเป็นการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 12.14 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์) ทั้งนี้ความแตกต่างกันของปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) อาจเป็นผลมาจากลักษณะสังคมพืช ขนาดต้นไม้ และศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของชนิดไม้ที่แตกต่างกัน (Kanhom *et al*., 2019; Chandaeng *et al*., 2020)

ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในป่าดิบแล้งจากการศึกษา พบว่ามีค่ามากกว่าป่าผสมผลัดใบ ซึ่งเป็นผลมาจากความหนาแน่นของต้นไม้ในป่าดิบแล้งมีจำนวนมากกว่าป่าผสมผลัดใบ และเมื่อพิจารณาการกระจายตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter class distribution) พบว่าจำนวนต้นไม้ของทั้งสองสังคมมีรูปแบบการกระจายแบบเลขชี้กำลังเชิงลบ (Negative exponential form) แสดงให้เห็นถึงการรักษาโครงสร้างประชากรได้เป็นปกติตามธรรมชาติในทั้งสองสังคมพืช เนื่องจากไม้ขนาดเล็กมีจำนวนมาก สามารถเติบโตขึ้นทดแทนเป็นไม้ใหญ่ได้ในอนาคต (Figure 3)

เมื่อพิจารณาการกักเก็บคาร์บอนจะเห็นได้ว่าในกลุ่มของต้นไม้ที่มีขนาด DBH มากกว่า 30 เซนติเมตร มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่าต้นไม้ในกลุ่มที่มี DBH ขนาดเล็ก แม้จะมีจำนวนต้นน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ในกลุ่มของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กถึงปานกลาง ยังเป็นกลุ่มไม้ที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้มากขึ้น เมื่อเติบโตขึ้นเป็นไม้ใหญ่ (Sun & Guan, 2014) สอดคล้องกับรายงานของ Terakunpisut *et al*. (2007) ที่พบว่าศักยภาพการดูดซับคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในป่า

สงวนแห่งชาติทองผาภูมิ เมื่อพิจารณาค่ามวลชีวภาพจากการกระจายตามขนาดชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง แม้ว่าจำนวนต้นของไม้ในกลุ่มที่มีขนาด DBH มากกว่า 80 เซนติเมตร มีปริมาณน้อยกว่าในกลุ่มต้นไม้ขนาดเล็ก (DBH = 4.5–20 เซนติเมตร) แต่ปริมาณมวลชีวภาพในกลุ่มของต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่มีค่าสูงกว่า เนื่องจากต้นไม้ในกลุ่มนี้มีปริมาตรลำต้นและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูง อีกทั้งต้นไม้ใหญ่ในป่าอนุรักษ์ซึ่งอยู่ในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติส่วนใหญ่ยังคงมีสภาพเป็นป่าที่ค่อนข้างสมบูรณ์ และมักมีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นอยู่จำนวนมาก ซึ่งมีอิทธิพลต่อมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (Koonkhunthod, 2021)

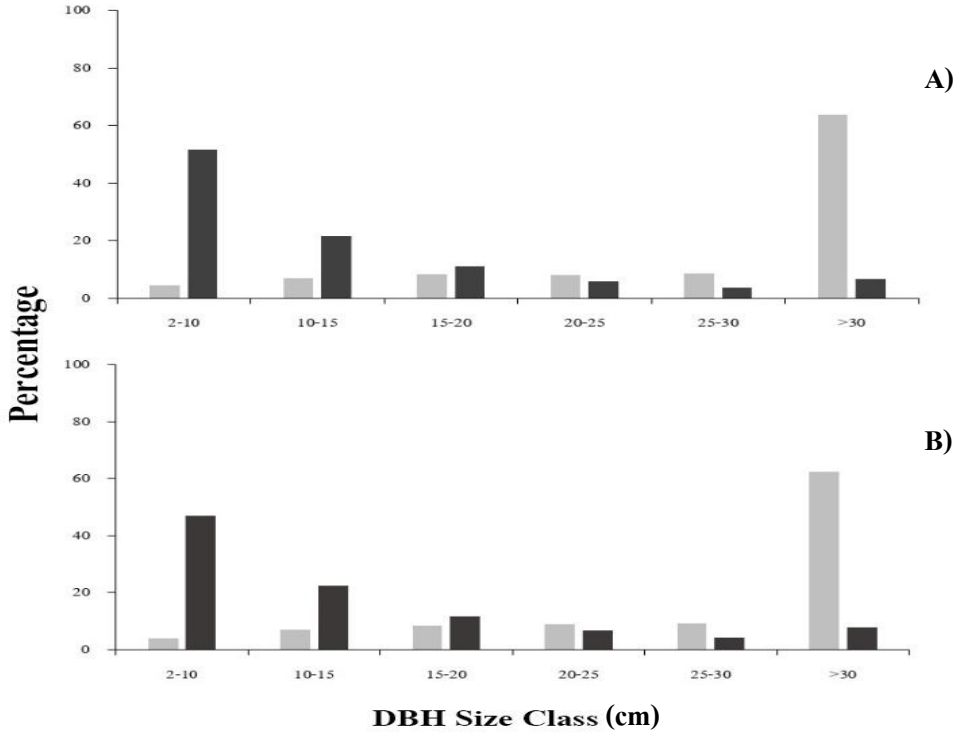

Figure 3 Percentage of individual trees (black bars) and carbon storage (gray bars) in different DBH size classes; A) in DEF and (B) in MDF, respectively.

นอกจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลต่อศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้แล้ว ต้นไม้ที่มีการดูแลที่ดี มีระยะห่างที่เหมาะสม รวมถึงหากในพื้นที่มีความหลากชนิดสูงด้วยย่อมส่งผลให้พื้นที่ป่านั้น ๆ มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมากขึ้น (Thongnun *et al*., 2022; Kaewbanlao *et al*., 2025) อีกทั้งในเรื่องของการนำไม้โตเร็วเข้ามาปลูกเสริมในพื้นที่ นอกจากสามารถเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนได้แล้ว ยังช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้ด้วย (Petsri *et al.*, 2007)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการทดสอบทางสถิติ (t-test) ระหว่างสองสังคม (Table 2) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

(p= 0.22) กล่าวได้ว่าในป่าดิบแล้ง อาจมีชนิดไม้ที่เป็นพรรณไม้เด่นของป่าผสมผลัดใบ เช่น สัก (*Tectona grandis*) เขลง (*Dialium cochinchinense*) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) และยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ขึ้นปะปนอยู่ภายในสังคม เนื่องจากสังคมป่าผสมผลัดใบ มักขึ้นสลับอยู่ระหว่างป่าชนิดอื่นๆ อยู่บ่อยครั้ง ซึ่งเป็นไปตามความชื้นและสมบัติดิน (Marod *et al*., 1990)

สรุป (Conclusion)

ความหลากหลายของพรรณไม้ภายในพื้นที่ป่าดิบแล้งและป่าผสมผลัดใบ ของสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ ในพื้นที่ศึกษาพบต้นไม้ทั้งหมด 19,514 ต้น โดยภายในป่าดิบแล้งพบจำนวน 481 ชนิด 268 สกุล 78 วงศ์ ส่วนภายในป่าผสมผลัดใบ พบจำนวน 406 ชนิด 243 สกุล 77 วงศ์ ชนิดไม้เด่นในป่าดิบแล้งเมื่อพิจารณาจากดัชนีค่าความสำคัญ คือ ยางนา มีค่าเท่ากับร้อยละ 14.43 รองลงมาได้แก่ ข่อย มะค่าโมง ยูคาลิปตัส และหางนกยูงฝรั่ง ตามลำดับ ในส่วนของป่าผสมผลัดใบ คือ สัก มีค่าเท่ากับร้อยละ 19.84 รองลงมาได้แก่ ประดู่ป่า แดง สะแกนา และข่อย ตามลำดับ

ความหลากหลาย และมากมายของชนิดเป็นผลจากความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษามีส่วนทำให้ความหลากชนิดของพรรณไม้ต่างกัน แม้เป็นป่าชนิดเดียวกัน ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า ป่าดิบแล้งมีปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และปริมาณดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สูงกว่าในป่าผสมผลัดใบ ความแตกต่างกันของปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นผลจากความหนาแน่นในกลุ่มของต้นไม้ที่มีขนาดกลาง (DBH = 10-20 ซม.) ซึ่งพบมากภายในป่าดิบแล้ง และมีแนวโน้มที่จะมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่า เนื่องจากต้นไม้ในกลุ่มนี้มีปริมาตรลำต้นและ DBH สูง อีกทั้งลักษณะของสังคมพืช ขนาดและศักยภาพของต้นไม้แต่ละชนิด ก็มีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อการกักเก็บคาร์บอนอีกด้วย

สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.22) อย่างไรก็ตามผลการศึกษา แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนขนาดใหญ่ของทั้งสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการอนุรักษ์พรรณไม้ในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ หรือใช้จัดการพื้นที่อนุรักษ์ และยังสามารถนำไปใช้จัดการพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติให้เข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำตอบรับนโยบายความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำหรับทุนในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณ นางสาว ภานุมาศ ลาดปาละ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ

ด้านวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช และหัวหน้าสวนพฤกษศาสตร์สวนรุกขชาติทุกท่าน ขอบคุณ นายณัฐวุฒิ อุดมศิริพงษ์ ส่วนจัดการสวนพฤกษศาสตร์และสวนรุกขชาติ ที่ได้ให้คำแนะนำจนการศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเก็บข้อมูล และการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง (References)

Becker, F.S., J. A. Slingsby, J. Measey, K. A. Tolley & R. Altwegg. 2022. Finding rare species and estimating the probability that all occupied sites have been found. **Ecological Applications** 32(2): e2502. https://doi.org/10.1002/eap.2502

Chaiyo, U., S. Garivait & K. Wanthongchai. 2012. Structure and Carbon Storage in Aboveground Biomass of Mixed Deciduous Forest in Western Region, Thailand. **GMSARN International Journal** 6: 143-150.

Chandaeng, W., L. Puangchit & N. Jumwong, 2018. Structure and Carbon Sequestration of Natural and Economics Forest at Wang Nam Khiao Forestry Research and Student Training Station, Nakhon Ratchasima Province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 2(1): 17-25. (in Thai)

Chandaeng, W., L. Puangchit, N. Junkerd & N. Jumwong. 2020. Carbon Stock of 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)

Corlett, R.T., 2016. The impacts of droughts in tropical forest. **Trends in Plant Science** 21(7); 584-593. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.02.003

Curtis, J.T., 1959. **The Vegetation of Wisconsin: An ordination of plant communities**. University of Wisconsin Press, Madison.

Department of National Parks, Wildlife and Conservation. 2019. **Botanical Gardens and Arboretum**. Available source: https://botany.dnp.go.th/garden/index.html. (Accessed: December 18, 2025)

Forest Survey and Assessment Division. 2022. **Forest Inventory Guideline**. Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Conservation, Bangkok.

Gebeyehu, M. N. & F. H. Hirpo. 2019. Review on Effect of Climate Change on Forest Ecology. **International Journal of Environmental Sciences and Natural Resources** 17(4): 126-129. https://doi.org/10.19080/IJESNR.2019.17.555968

Giam, X. 2017. Global biodiversity loss from tropical deforestation. *In* **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 114: 5775-5777.

IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. IGES, Hayana, Japan.

Kaewbanlao, W., P. Sunthornhao & P. Lumyai. 2025. Tree diversity and carbon sequestration assessment using multiple methods in a dry evergreen forest restoration site, Nakhon Ratchasima, Thailand. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity** 26(8): 3886-3902. https://doi.org/10.13057/biodiv/d260820

Kanhom, B., B. Moungsrimuangdee, P. Waiboonya, P. Yodsa-nga & P. Larpkern. 2 019. 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)

Kanthawong, T., N. Leksungnoen & S. Uthairatsamee. 2024. Carbon Storage in Tree at Nature Trail in The Initiative of Her Majesty Queen Sirikit Nakhon-Sawan Province. **Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal** 16(24): 12-27. (in Thai)

Koonkhunthod, N., 2021. **An Important Role of Protected Area as the Carbon Sink: A Case Study of Comparison of Carbon Storage in Sub Lang Ka Wildlife Sanctuary and Permanent Forest Area, Lopburi Province**. source: https://readcard.dnp.go.th/km/docs/%20PSK.pdf. (Accessed: May 29, 2026) (in Thai)

Krebs, C.J., 1999. **Ecological Methodology (2nd).** Addison Wesley Longman, California.

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

Marod, D. & U. Kutintara. 2009. **Forest Ecology**. Faculty of Forestry. Aksornsiam Press, Bangkok.

Marod, D., U. Kutintara, Y. Chanchai, H. Tanaka and T. Nakashizuka. 1999. Structural dynamics of a natural mixed deciduous forest in western Thailand. **Journal of Vegetation Science** 10: 777-786. https://doi.org/10.2307/3237302

Marod, D., P. Duengkae, S. Sangkaew, P. Racharak, W. Suksavate, S. Uthairatsamee, L. Asanok, S. Thinkampheang, S. Hermhuk, P. Kachina, J. Thongsawi, W. Phumpuang, P. Paansri, W. Nuipakdee, P. Nakmuenwai & S. Pattanakiat. 2022. Population Structure and Spatial Distribution of Tree Species in Lower Montane Forest, Doi Suthep-Pui

National Park, Northern Thailand. **Environment and Natural Resources Journal** 20(6) : 644-663. https://doi.org/10.32526/ennrj/20/202200139

Narknoi, N., S. Banjay, K. Phongkaranyaphat, W. Singyoocharoen, W. Mangkita, M. Banjongkarn, K. Krueama & L. Asanok. 2022. Plant Community Characteristics and Soil Factors of Mixed Deciduous Forest in Ban Pong Community Forest, Long District, Phrae Province. **Thai Journal of Forestry** 41(2): 93-108. (in Thai)

Nguyen, T. V., R. Mitlohner, N. V. Bich & T. V. Do. 2015. Environmental factors affecting the abundance and presence of tree species in a tropical lowland limestone and non-limestone forest in Ben En National Park, Vietnam. **Journal of Environmental Sciences** 31(3) : 177-191. https://doi.org/10.7747/JFES.2015.31.3.177

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**. M.Sc. thesis, Faculty of Science, Chulalongkorn University. Bangkok. (in Thai)

Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino & 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.

Petsri, S., M. Pumijumnong, C. Wachrinrat & S. Thoranisorn. 2007. Aboveground Carbon Content in Mixed Deciduous Forest and Teak Plantations. **Environment and Natural Resources Journal** 5(1): 1-10.

Phumphuang, W., D. Marod, S. Sungkaew & S. Thinkampaeng. 2018. Forest Dynamics and Tree Distribution Patterns in Dry Evergreen Forest, Northeastern, Thailand. **Environment and Natural Resources Journal** 16(2): 58-67. https://doi.org/10.14456/ennrj.2018.15

Phumphuang, W., S. Sungkaew, C. Wachrinrat, S. Thinkampheang, S. Hremhuk, J. Thongsawi, S. Waengsothorn, L. Lin & D. Marod. 2024. Environmental factors differentially influence species distributions across tree size classes in a dry evergreen forest in Sakaerat Biosphere Reserve, northeastern Thailand. **Journal of Forest Research** 29(4) : 297-305. https://doi.org/10.1080/13416979.2024.2314834

Piankhit, P., K. Panngom, M. Nosaengsri, K. Kruama, S. Somprakon, W. Srikue, N. Jumwong, P. Sanvisitpirom & L. Asanok. 2567. Vegetation Struture Characteristics and Carbon Stock of Mixed Deciduous Forest in Protected Area of Teak (*Tectona grandis*) Plantation, North Forest Industry Organization. **Thai Forest Ecological Research Journal** 8(2): 467-486. (in Thai)

Poorter, L., M. T. van der Sande, J. Thompson, E. J. M. M. Arets, A. Alarcón, J. Álvarez-Sánchez, N. Ascarrunz, P. Balvanera, G. Barajas-Guzmán, A. Boit, F. Bongers, F. A. Carvalho, F. Casanoves, G. Cornejo-Tenorio, F. R. C. Costa, C. V. de Castilho, J. F. Duivenvoorden, L. P. Dutrieux, B. J. Enquist, F. Fernández-Méndez, B. Finegan, …, M. Peña-Claros. 2015. Diversity enhances carbon storage in tropical forests. **Global Ecology and Biogeography** 24(11): 1314-1328. https://doi.org/10.1111/geb.12364

Rihan, A., R. A. Begum, M. N. M. Said & J. J. Pereira. 2021. Assessment of Carbon Stock in Forest Biomass and Emission Reduction Potential in Malaysia. **Forests** 12: 1294. https://doi.org/10.3390/f12101294

Saikhammoon, R., S. Sungkaew, S. Thinkampaeng, W. Phumphuang, T. Kamyo & D. Marod. 2023. Forest Restoration in an Abandoned Seasonally Dry Tropical Forest in the Mae Klong Watershed, Western Thailand. **Environment and Natural Resources Journal** 21(5): 443-457. https://doi.org/10.32526/ennrj/21/20230121

Santisuk, T. 2012. **Forest of Thailand**. National Office of Buddhism. Bangkok.

Sun, L. & D. S. Guan. 2014. Carbon stock of the ecosystem of lower subtropical broadleaved evergreen forests of different ages in Pearl River Delta, China. **Journal of Tropical Forest Science** 26(2): 249-258.

Terakunpisut, J., N. Gajaseni & N. Ruankawe. 2007. Carbon sequestration potential in aboveground biomass of Thong Pha Phum National Forest, Thailand. **Applied Ecology and Environmental Research** 5(2): 93-102.

Thongnun, J., P. Lumyai, S. Suksard & S. Sriarkarin. 2022. Forest Dynamics and Carbon Stock over a 10-year Period at Lam Nam Nan National Park in Uttaradit and Phrae Provinces. **Thai Journal of Forestry** 41(2): 48-62. (in Thai)

Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhammanonda & B. Prachaiyo. 1983. Forest: felling, burning and regeneration. pp. 13-26. *In* K. Kyuma and C. Pairitra (eds.). **Shifting cultivation**. Tokyo.

Yatar, C., S. Thinkampheang, S. Sungkaew, C. Wachrinrat, L. Asanok, T. Kamyo, S. Hermhuk, P. Kachina, J. Thongsawi, W. Phumphuang, A. Yarnvudhi, S. Waensothorn, S. Cheysawat & D. Marod. 2024. The dynamics of deciduous dipterocarp forest in relation to climate variability in the Sakaerat Biosphere Reserve, Northeastern Thailand. **Biodiversitas Journal of Biological Diversity** 25(7): 3088-3098. https://doi.org/10.13057/biodiv/d250730

Zhang, J., H. Li, J. Wang, Y. Liang, R. Li, R. Li & X. Sun. 2024. Exploring the Differences in Tree Species Classification between Typical Forest Regions in Northern and Southern China. **Forests** 15(6) : 929. https://doi.org/10.3390/f15060929