วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 7(2): 187-202 (2566)

นิพนธ์ต้นฉบับ

องค์ประกอบของสังคมพืช และการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี

สุภาดา นักมวย[1,2], วัฒนชัย ตาเสน[1*], สุธีร์ ดวงใจ[1] และ ประเวศ จันทร์ศิริ[3]

รับต้นฉบับ: 7 กันยายน 2566 ฉบับแก้ไข: 4 พฤศจิกายน 2566 รับลงพิมพ์: 13 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: ในอดีตพื้นที่ป่าชายเลนภาคตะวันออกมีการทำไม้และใช้ประโยชน์ค่อนข้างเข้มข้น ทำให้ป่าเสื่อมโทรมและฟื้นตัวได้ยาก ปัจจุบันมีการฟื้นฟูโดยปลูกโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) และอนุรักษ์พื้นที่ป่าชายเลนมามากกว่า 30 ปี วัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อศึกษาลักษณะสังคมพืช ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ระหว่างปี พ.ศ. 2557, 2561 และ 2565 บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี

วิธีการ: กำหนดเส้นแนวสำรวจทุกระยะ 400 เมตร จากบริเวณชายฝั่งทะเล จำนวน 10 แนวสำรวจ จากนั้นวางแปลงถาวรขนาด 10×10 เมตร มีระยะห่าง 20 เมตร ในแต่ละแนว (ทั้งหมด 92 แปลง) เพื่อสำรวจพรรณไม้ และวิเคราะห์ค่าเชิงปริมาณ ค่าดัชนีความหลากชนิด และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของสังคมพืชป่าชายเลน

ผลการศึกษา: พบชนิดพรรณไม้ในป่าชายเลนทั้งหมด 15 ชนิด 10 สกุล ใน 8 วงศ์ วงศ์เด่นคือ วงศ์ Rhizophoraceae, Combretaceae, Meliaceae, Acanthaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Rubiaceae และ Lythraceae มีความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 2,217±113.67 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 17.84±0.18 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ความหลากชนิดพรรณไม้ตามค่าดัชนีของ Shannon-Weiner ค่อนข้างต่ำ (H'=1.21±0.08) พรรณไม้เด่น 5 อันดับแรก ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โปรงแดง ฝาดดอกขาว ฝาดดอกแดง และตะบูนดำ ตามลำดับ โดยชนิดไม้รุ่นและกล้าไม้พบชนิดจำนวนชนิดรองลงมา คือ 8 และ 4 ชนิด ตามลำดับ ในส่วนมวลชีวภาพในปี พ.ศ. 2565 เท่ากับ 193.49 ตันต่อเฮกแตร์ และการกักเก็บคาร์บอนได้ 90.94 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ซึ่งมีค่าลดลงจากปี พ.ศ. 2557 โดยมีมวลชีวภาพลดลง 8.63 ตันต่อเฮกแตร์ และการกักเก็บคาร์บอนลดลง 4.06 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์

สรุป: โกงกางใบเล็ก เป็นพรรณไม้เด่นที่มีการเติบโตที่ดีและมีความเหมาะสมในการปลูกฟื้นฟูป่าชายเลน เนื่องจากมีส่วนช่วยต่อการเพิ่มความหลากชนิด ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ดังนั้น การฟื้นฟูป่าชายเลนโดยใช้ไม้ชนิดนี้จึงมีความเหมาะสม แต่จำเป็นต้องอนุรักษ์และจัดการการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนควบคู่กันไปด้วย

คำสำคัญ: การฟื้นฟูป่าชายเลน; โกงกางใบเล็ก; พรรณไม้เด่น; มวลชีวภาพ

[1] คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] กรมป่าไม้ ถนนพหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3] ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี 22120

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: E-mail: fforwct@ku.ac.th

https://doi.org/10.34044/j.tferj.2023.7.2.04

วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 7(2): 187-202 (2566)

ORIGINAL ARTICLE

Plant Community Composition and Carbon Storage of Mangrove Forest at Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre, Chanthaburi Province

Supada Nakmuay[1,2], Wattanachai Tasen[1*], Sutee Duangjai[1] and Prawet Chansiri[3]

Received: 7 September 2023 Revised: 4 November 2023 Accepted: 13 November 2023

ABSTRACT

Background and Objectives: In the past, mangrove forest in the eastern region has been logged and extremely exploited. Thus, it was degraded and difficult to recover. At present, it had been restored based on *Rhizophora apiculata*, then, allowed to recovery and conserved its almost 30 years. This study aimed to evaluate the characteristics of plant community, biomass, and carbon storage of restored mangrove forests under the Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre in Chanthaburi Province during 2014, 2018, and 2022.

Methodology: Ten line transect plot system were applied which distanced adjacent of 400 m from the coastal area. Each transect, the permanent plots, 10 × 10 meter, were setup with 20 m distanced between plots, total 92 plots, were established for plant observation. The forest structure based on quantitative chateristics was analysed, including, species diversity index, biomass and carbon storage.

Main Results: The results showed that total 15 plant species, 10 genera, and 8 families were found which dominance faimlies were Rhizophoraceae, Combretaceae, Meliaceae, Acanthaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Rubiaceae, and Lythraceae. Tree density and basal area were 2,217.75±113.67 individuals/ha^{-1} and 17.84±0.18 m^2/ha^{-1}, respectively. Species diversity based on Shannon-Wiener index was quite low (H'=1.21±0.08). Five dominant species with the highest important value index were *Rhizophora apiculata*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera racemosa*, *Lumnitzera littorea*, and *Xylocarpus moluccensis*, respectively. Low species number in sapling and seedling were found, 8 and 4species, respectively. The total biomass in 2022 was 193.49 ton/ha^{-1} and carbon storage was 90.94 tonC/ha^{-1} which were decreased from 2014, 8.63 ton/ha^{-1} and 4.06 tonC/ha^{-1}, respectively.

Conclusion: *Rhizophora apiculata* had high growth and suitabilty to promote for mangrove restoration which it was facilitated not only increased species diversity but also biomass and carbon storage. However, it is necessary to concern on both conservation and sustainable forest management during restoration program.

Key words: Restoration mangrove forest; *Rhizophora apiculata*; dominant species; biomass

[1] Faculty of Forestry, Kasetsart University, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

[2] Royal Forest Department, Phahon Yothin Road, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

[3] Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre, Chanthaburi Province, 22120

***Corresponding author**: E-mail: fforwct@ku.ac.th

https://doi.org/10.34044/j.tferj.2023.7.2.04

คำนำ

ป่าชายเลน (mangrove forest หรือ intertidal forest) เป็นระบบนิเวศที่อยู่ในแนวเชื่อมต่อระหว่างผืนแผ่นดินกับพื้นน้ำทะเลในเขตร้อน (Tropical) และกึ่งร้อน (Subtropical) ประกอบไปด้วยชนิดพืช และชนิดสัตว์ที่หลากหลายดำรงชีวิตร่วมกันในสภาพแวดล้อมที่เป็นดินเลน น้ำกร่อย และมีน้ำทะเลท่วมถึงอย่างสม่ำเสมอ (Department of Marine and Coastal Resources, 2021) พบป่าชายเลนปรากฏอยู่ทั่วไปตามบริเวณที่เป็นชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ ทะเลสาบ และรอบเกาะในพื้นที่ชายฝั่งทะเล พรรณไม้ที่มีมากและมีบทบาทสำคัญในป่าชายเลน คือ โกงกาง (*Rhizophora* sp.) ป่าชายเลนจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า ป่าโกงกาง (Bunyavejchewin and Buasalee, 2011) อย่างไรก็ตาม ป่าชายเลนมักขึ้นเป็นแนวเขตที่ค่อนข้างแน่นอน ซึ่งการแบ่งเขตการกระจายพรรณไม้เด่นขึ้นอยู่ของพรรณไม้ป่าชายเลน เช่น กลุ่มแสม-ลำพูเป็นไม้เบิกนำที่ขึ้นอยู่บริเวณริมน้ำ กลุ่มโกงกางขึ้นอยู่ตามริมน้ำที่เป็นดินเลนหนา มีน้ำท่วมถึงประจำ กลุ่มไม้ถั่ว-โปรงขึ้นในดินเลนค่อนข้างแข็งมีน้ำทะเลท่วมถึงสำหรับไม้ฝาดและตะบูนขึ้นในที่ดินเลนแข็งและพื้นที่ระดับค่อนข้างสูงเล็กน้อย (Aksornkoae, 1989) ป่าชายเลนมีประโยชน์ทั้งทางด้านนิเวศวิทยา การดำรงชีวิตของมนุษย์ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของชายฝั่งทะเล รวมถึงมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในปริมาณที่สูงกว่าป่าประเภทอื่น (Department of Marine and Coastal Resources, 2021; Alongi, 2012; Diloksumpun, 2007)

พื้นที่ป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบนและอ่าวแขมหนู จังหวัดจันทบุรี เดิมพื้นที่บางส่วนมีความเสื่อมโทรมจากการใช้ประโยชน์ของประชาชนทั้งในด้านการใช้ไม้จากป่าชายเลนโดยตรง และความต้องการใช้พื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ต่อมาในปี พ.ศ. 2524 พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ได้มีพระราชดำริให้จัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ขึ้น โดยจัดทำเป็นแปลงสาธิตการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควบคู่ไปกับการปลูกป่าชายเลนและไม้ยืนต้นเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมบริเวณชายฝั่ง ปัจจุบันป่าชายเลนธรรมชาติได้กลับมามีความสมบูรณ์อีกครั้ง (Office of the Royal Development Projects Board, 2023) ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนได้ดำเนินการพัฒนาป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบนและป่าชายหาดในพื้นที่ให้มีความอุดมสมบูรณ์เพื่อความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของชุมชนรอบพื้นที่โครงการฯ โดยได้กำหนดตัวชี้วัดให้มีความเหมาะสม และการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ในด้านป่าไม้ เช่น การเติบโต ความหนาแน่น ความหลากหลายของพรรณไม้เพื่อติดตามและประเมินผลอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น วัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อติดตามลักษณะสังคมพืชป่าชายเลนฟื้นฟู ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ตามช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2557 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2565 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการพื้นที่การกำหนดนโยบาย และมาตรการที่เอื้อต่อการอนุรักษ์ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

อ่าวคุ้งกระเบนเป็นพื้นที่ส่วนหนึ่งของโครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอท่าใหม่ ตำบลคลองขุด และอำเภอนายายอาม ตำบลสนามไชย จังหวัดจันทบุรี ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นรูปทรงลิ่มแคบ ๆ ทางด้านทิศตะวันออกมีภูเขาที่ทอดตัวไปตามแนวเหนือ-ใต้ ยาวไปจดอ่าวไทย เป็นแนวหินและเกาะเล็ก ๆ ทางด้านทิศตะวันตกมีภูเขาเล็ก ๆ เริ่มตรงปากอ่าวทอดตัวขนานไปกับแนวชายฝั่งทางด้านทิศเหนือ บริเวณส่วนกลางของพื้นที่อ่าวมีเนื้อที่ประมาณ 4,000 ไร่ มีรูปทรงคล้ายไต เป็นอ่าวที่เกือบถูกปิดล้อมด้วยสันทราย มีทางเข้าออกของน้ำทะเลทางเดียว (Figure 1) พื้นที่บริเวณรอบอ่าวมีลักษณะเป็นที่ราบ รอบอ่าวมีป่าชายเลนขึ้นกระจายอยู่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์ โค้งไปตามขอบอ่าวเป็นแนวยาวประมาณ 5 กิโลเมตร ความกว้างแนวป่าเฉลี่ย 30-200 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,813.5 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 26.7 องศาเซลเซียส

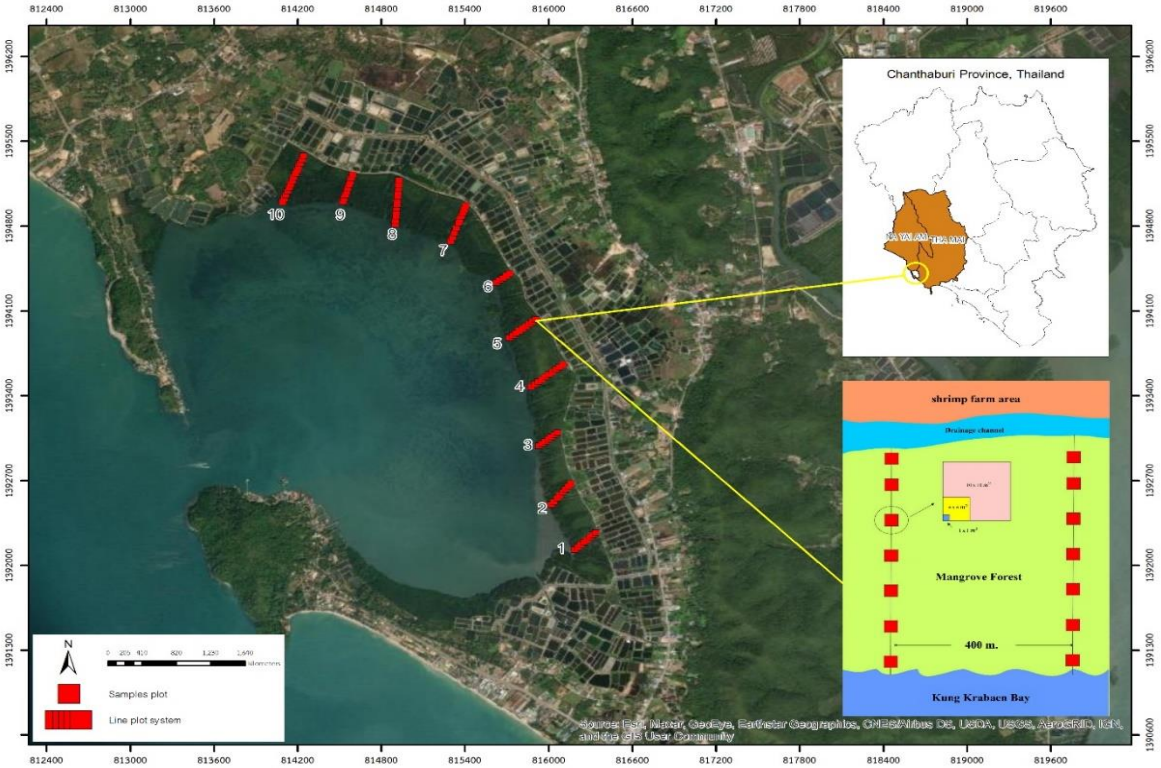

Figure 1 Line transect plot system and permanent plots layout at Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre, Chanthaburi Province, Thailand

การวางแปลงตัวอย่างและการเก็บข้อมูล

กำหนดเส้นแนวสำรวจจำนวน 10 แนว ด้วยวิธีการสำรวจแบบแถบอย่างเป็นระบบ ซึ่งวางกระจายครอบคลุมทั่วทั้งขอบอ่าวคุ้งกระเบน แต่ละแนวสำรวจห่างกัน 400 เมตร และทำการวางแปลงถาวร ขนาด 10×10 เมตร มีระยะห่างระหว่างแปลง 20 เมตร (Figure 1) รวมทั้งหมดจำนวน 92 แปลง ในแต่ละแปลงตัวอย่าง ทำการแบ่งแปลงย่อยและเก็บข้อมูลดังนี้ 1) แปลงตัวอย่าง ขนาด 10×10 เมตร เก็บข้อมูล

ไม้ต้น (Tree) มีเส้นรอบวงที่ความสูงระดับอก (Girth at Breast Height: G.B.H.) มากกว่าหรือเท่ากับ 12.57 เซนติเมตร ยกเว้นพรรณไม้กลุ่มโกงกาง (*Rhizophora* sp.) พิจารณาที่ระดับความสูงเหนือคอราก 20 เซนติเมตร และวัดความสูงของไม้ต้นทุกต้น 2) แปลงตัวอย่างขนาด 4×4 เมตร เก็บข้อมูลไม้รุ่น (Sapling) มีเส้นรอบวงที่ความสูงระดับอก น้อยกว่า 12.57 เซนติเมตร ยกเว้นพรรณไม้กลุ่มไม้โกงกาง พิจารณาที่ระดับความสูงเหนือคอราก 20 เซนติเมตร และวัดความสูงของไม้รุ่นทุกต้น และ 3) แปลงตัวอย่าง ขนาด 1×1 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลกล้าไม้ (Seedling) ที่มีความสูงไม่เกิน 1.30 เมตร โดยทำการนับจำนวนต้นในทุกชนิดที่พบในแปลงตัวอย่าง ดำเนินการสำรวจทุก 4 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557, 2561 และ 2565 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ลักษณะเชิงปริมาณของสังคมพืช

1.1 ดัชนีค่าความสำคัญ (Importance value index, IVI) ของไม้ต้น จากความหนาแน่น (Density) ความเด่น (Dominance) และ ความถี่ (Frequency) และคำนวณหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, RDo) และความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, RF) ของชนิดที่กำหนดในสังคมพืช และดัชนีค่าความสำคัญของไม้รุ่น และกล้าไม้ คำนวณจากผลรวมของความหนาแน่นสัมพัทธ์และความถี่สัมพัทธ์ (Marod and Kutintara, 2009)

1.2 ดัชนีความหลากชนิด (Species diversity index) โดยใช้ดัชนีของ Shannon-Wiener index (Ludwig and Reynolds, 1988)

$$H' = -\sum_{i=0}^{s} \text{Pi} \ln \text{Pi}$$

โดย H' = ดัชนีความหลากชนิดของ Shannon-Wiener

Pi = สัดส่วนของจำนวนในชนิดที่ i ต่อจำนวนของชนิดทั้งหมด เมื่อ i เท่ากับ 1,2,3,...,S

S = จำนวนชนิดพรรณทั้งหมด

2. ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพ

2.1 การประเมินมวลชีวภาพรวม (Total biomass) ของป่าชายเลน จากผลรวมมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground biomass) และมวลชีวภาพใต้ดิน (Belowground biomass)

2.1.1 มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จำแนกเป็นพรรณไม้กลุ่มไม้โกงกาง (*Rhizophora* sp.) และกลุ่มที่ไม่ใช่ไม้โกงกาง (Non-*Rhizophora* sp.) โดยประเมินจากสมการแอลโลเมตรีของลำต้น (Stem) กิ่ง (Branch) และใบ (Leaf) ตามการศึกษาของ Komiyama *et al.* (1987) ดังแสดงใน Table 1

2.1.2 มวลชีวภาพใต้ดิน คำนวณโดยใช้สูตรของ IPCC (2006) ดังนี้

$$W_B = W_A \times 0.4715$$

โดย 0.4715 = ร้อยละ 47.15 โดยน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

W_B = มวลชีวภาพใต้ดิน

W_A = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

และนำผลรวมของ W_A และ W_B จะได้ ผลรวมของมวลชีวภาพรวม (W_T) ดังนี้

$$W_T = W_A + W_B$$

2.2 การกักเก็บคาร์บอน โดย IPCC (2006) ได้กำหนดว่าประมาณร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นคาร์บอน คำนวณได้จาก

$$C = W_T \times 0.47$$

โดย 0.47 = คาร์บอนร้อยละ 47 โดยน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพรวม

C = การกักเก็บคาร์บอน

W_T = มวลชีวภาพรวมของต้นไม้

3. อัตราการเพิ่มพูนรายปี (Relative growth rate (RGR)) ของจำนวนต้น พื้นที่หน้าตัด มวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

Table 1 Allometic equation for above ground biomass of *Rhizophora* and non-*Rhizophora*

Species	Allometric Equation
Rhizophora sp.	$W_s = 0.05466(D^2H)^{0.9450}$
	$W_b = 0.01579(D^2H)^{0.9124}$
	$W_l = 0.0678(D^2H)^{0.5806}$
Non-*Rhizophora* spp.	$W_s = 0.04490(D^2H)^{0.9549}$
	$W_b = 0.02412(D^2H)^{0.8649}$
	$W_l = 0.09422(D^2H)^{0.5439}$

และ $W_A = W_s+W_b+W_l$

โดย W_A = ผลรวมของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน W_s = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนของลำต้น

W_b = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนของกิ่ง W_l = มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนของ ใบ

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะโครงสร้างสังคมพืช

โครงสร้างสังคมพืชป่าชายเลนฟื้นฟูบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่างปีพ.ศ. 2557-2565 พบพรรณไม้ป่าชายเลนจำนวน 15 ชนิด 10 สกุล 8 วงศ์ (Table 2) ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์โกงกาง (Rhizophoraceae) จำนวน 5 ชนิด รองลงมา ได้แก่ วงศ์สมอ (Combretaceae) วงศ์กระท้อน (Meliaceae) และวงศ์เหงือกปลาหมอ (Acanthaceae) อย่างละ 2 ชนิด ส่วนวงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) วงศ์ชบา (Malvaceae) วงศ์เข็ม (Rubiaceae) และวงศ์ลำพู (Lythracaae) พบวงศ์ละ 1 ชนิด เมื่อพิจารณาลักษณะวิสัย (Habit) พบว่าเป็นไม้ต้น (Tree) จำนวน 14 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) โปรงแดง (*Ceriops tagal*) ประสักดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza*) ฝาดดอกขาว (*Lumnitzera racemose*) ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea*) ตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis*) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) แสมขาว (*Avicennia alba*) แสมทะเล (*Avicennia marina*) ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha*) ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus*) ลำพูทะเล (*Sonneratia alba*) และถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) ไม้พุ่ม (Shrub) พบ 1 ชนิด คือ สีง้ำ (*Scyphiphora hydrophyllacea*)

Table 2 The characterices of plant community during 2014-2022.

Characterice	Year			Change	
	2014	2018	2022	T_1	T_2
Species					
Tree	14	15	15	1	0
Sapling	12	8	8	-4	0
Seedling	6	4	4	-2	0
Density (amount)					
Tree	2,138	2,053	1,930	-85	-123
Sapling	831	695	588	-136	-107
Seedling	235	185	153	-50	-32
BA ($m^2.ha^{-1}$)	17.71	18.03	17.74	0.32	-0.29
Shannon – Wiener' Index (H')	1.14	1.21	1.29	0.07	0.08
Relative growth rate (RGR)					
Tree (individuals/yr^{-1})	-0.007		-0.015		
Sapling (individuals/yr^{-1})	-0.030		-0.042		
Seedling (individuals/yr^{-1})	-0.040		-0.047		
Basal area ($m^2/h^{-1}/yr^{-1}$)	0.003		-0.004		
Biomass ($ton/h^{-1}/yr^{-1}$)	-0.003		-0.007		
Carbon storage ($tonC/h^{-1}/yr^{-1}$)	-0.003		-0.007		

เมื่อเปรียบเทียบในแต่ช่วงเวลาการสำรวจพบว่า ในปี พ.ศ. 2557 พบไม้ต้น 14 ชนิด จำนวน 2,138 ต้น พื้นที่หน้าตัด 17.71 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ไม้รุ่น พบ 12 ชนิด จำนวน 831 ต้น และกล้าไม้ พบ 6 ชนิด จำนวน 235 ต้น สำหรับ ปี พ.ศ. 2561 พบไม้ต้นเพิ่มขึ้น 1 ชนิด เป็น 15 ชนิด จำนวน 2,053 ต้น และมีพื้นที่หน้าตัด 18.03 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ พรรณไม้ป่าชายเลนที่พบเพิ่มขึ้นได้แก่ ถั่วขาว ไม้รุ่น พบจำนวนพรรณไม้ป่าชายเลนลดลงเหลือ 8 ชนิด จำนวน 695 ต้น และกล้าไม้ พบจำนวนลดลงเหลือ 4 ชนิด จำนวน 185 ต้น และปี พ.ศ. 2565 พบไม้ต้น 15 ชนิด จำนวน 1,930 ต้น และมีพื้นที่หน้าตัด 17.74 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ไม้รุ่นและกล้าไม้ พบ 8 และ 4 ชนิด ตามลำดับ จำนวน 588 และ 153 ต้น ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของไม้ต้น ไม้รุ่นและกล้าไม้แล้ว พบว่ามีแนวโน้มลดลง อาจมีสาเหตุจากการยืนต้นตายและการหักโค่นเนื่องจากลมพายุหรือฟ้าผ่าที่มักเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน สอดคล้องกับกรณีของป่าชายเลน จังหวัดระนอง ที่ศึกษาโดย Meepol (2010) นอกจากนี้ การแก่งแย่งในการดำรงชีวิต

ของพรรณไม้ในแต่ละชนิด เช่น การเติบโตและการปกคลุมเรือนยอดรวมถึงระบบรากของไม้ต้นที่มีผลต่อการรอดตาย และการเติบโตของกล้าไม้ เช่น โกงกางใบเล็ก มีรากเสริมออกมาเหนือโคนต้น และรากค้ำยันลำต้นแตกแขนงระเกะระกะไม่เป็นระเบียบ (Pinwanichkul, 2007)

สำหรับไม้รุ่นและกล้าไม้ พบว่ามีลักษณะผกผันกับความหนาแน่นของไม้ต้น ทั้งนี้เมื่อนำมาเปรียบเทียบพบว่ามีจำนวนชนิดพรรณไม้น้อยกว่าป่าชายเลน บริเวณโรงไฟฟ้าบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา (Chiwapreecha and Gunbua, 2022) ที่พบจำนวน 15 ชนิด 13 สกุล 10 วงศ์ และยังเป็นพรรณไม้ที่ไม่ใช่พรรณไม้ป่าชายเลน อีก 3 ชนิด 3 สกุล 2 วงศ์ อาจเกิดจากปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกัน เนื่องจากป่าชายเลนบริเวณโรงไฟฟ้าบางปะกง ไม่มีส่วนใดที่ติดกับทะเลแต่เป็นป่าชายเลนร่องน้ำจืด (Riverine forest) ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าชายเลนที่ขึ้นบนร่องน้ำ หรือทางน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล (Department of Marine and Coastal Resources, 2013) ซึ่งป่าชายเลนบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นป่าชายเลนที่มีการฟื้นฟูทรัพยากรป่าชายเลนในพื้นที่ โดยการปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติ และมีการปลูกฟื้นฟูในพื้นที่บางพื้นที่ และเมื่อเปรียบเทียบกับป่าชายเลนภายหลังการฟื้นฟูตามธรรมชาติ บริเวณจังหวัดสตูล และป่าชายเลนภายหลังการสัมปทานการทำไม้ บริเวณจังหวัดตราด พบว่ามีจำนวนพรรณไม้มากกว่า (Chomriang *et al.*, 2021; Pinwanichkul, 2007) แต่มีจำนวนพรรณไม้น้อยกว่าป่าชายเลน บริเวณ Kuala Selamgor Nature Park ประเทศศรีลังการ์ จากการศึกษาของ Jahid (2021) พบพรรณไม้จำนวน 19 ชนิด 11 วงศ์ 7 สกุล

ทั้งนี้ เนื่องจากป่าชายเลนบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจาก พระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี เป็นอ่าวที่เกือบถูกปิดล้อมด้วยสันทราย มีทางเข้าออกของน้ำทะเลทางเดียว ปากอ่าวค่อนข้างแคบ ส่งผลให้ไม่ได้รับคลื่นลมทะเลโดยตรง พรรณไม้ป่าชายเลนที่พบจึงมีความหลากหลายค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับพรรณไม้ป่าชายเลนที่สำรวจพบ โดย Chapman (1975) สำรวจพรรณไม้ในป่าชายเลนทั่วโลกพบว่ามีประมาณ 90 ชนิด ซึ่ง 55 ชนิดอยู่ในสกุลที่พบเฉพาะในป่าชายเลน และ Santisuk (1983) พบว่าประเทศไทยมีพรรณไม้ป่าชายเลน 35 วงศ์ 53 สกุล และ 74 ชนิด ซึ่งพรรณไม้ที่มีความสำคัญและเป็นพรรณไม้เด่นอยู่ในวงศ์โกงกาง และเมื่อพิจารณามีความหนาแน่นของกล้าไม้ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของกล้าไม้ บริเวณจังหวัดสงขลา และจังหวัดตราด ซึ่งมีความหนาแน่นของกล้าไม้ประมาณ 340 ต้นต่อไร่ และ 1,333.33 ต้นต่อไร่ (Rakchoomkhong, 2000; Pattanasing *et al.*, 2012) ตามลำดับ ทั้งนี้ ความแตกต่างของการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของป่าชายเลนในพื้นที่ต่างกันจะขึ้นกับปริมาณแสง การขึ้นลงของน้ำทะเล คุณภาพของน้ำและดิน และปัจจัยทางด้านชีวภาพอื่น ๆ โดยเฉพาะการทำลายของแมลง เป็นต้น (Aksornkoae, 1985)

จากการวิเคราะห์ดัชนีความหลากชนิด โดยใช้ Shannon - Wiener index (H') พบว่า ในปี พ.ศ. 2557 ดัชนีความหลากชนิด มีค่า 1.14 และเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2561 มีค่า 1.21 เพิ่มขึ้น 0.07 และในปี พ.ศ. 2565 เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2561 พบว่า มีค่าดัชนีความหลาก มีค่า

1.29 เพิ่มขึ้น 0.08 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับป่าชายเลน บริเวณโรงไฟฟ้าบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา (Chiwapreecha and Gunbau, 2022) แต่มีค่ามากกว่าป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง (Meepol, 2010) เมื่อพิจารณาจากดัชนีความหลากชนิด พบว่า เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและมีค่าต่ำมาก H' เฉลี่ยอยู่ที่ 1.21±0.08 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของป่าชายเลน บริเวณพื้นที่ศึกษามีความสลับซับซ้อนน้อย จำนวนพรรณไม้ป่าชายเลนมีความหลากหลายค่อนข้างต่ำและจำนวนพรรณไม้เด่นน้อยมาก แต่กลับพบว่าพรรณไม้ป่าชายเลนที่มีความเด่นมีความหนาแน่นค่อนข้างมาก และมีการกระจายพันธุ์ที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะเป็นอ่าวที่เกือบถูกปิดล้อมด้วยสันทราย มีทางเข้าออกของน้ำทะเลทางเดียว รวมถึงไม่มีแม่น้ำสายใหญ่ไหลลงสู่อ่าว ทำให้ความแรงของคลื่นลมและกระแสน้ำในอ่าวไม่รุนแรงมากนัก จึงส่งผลให้การกระจายพันธุ์ของพรรณไม้ได้ไม่ดี (Aksornkoae, 1993) ทั้งนี้ เนื่องจากการแก่งแย่งในการดำรงชีวิตของพรรณไม้ในแต่ละชนิด และการขึ้นอยู่ของพรรณไม้ตามสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ทำให้พรรณไม้ที่ขึ้นได้ในแต่ละพื้นที่มีชนิดและจำนวนที่ต่างกัน (Aksornkoae, 1985)

อัตราการเพิ่มพูนรายปีของจำนวนต้น พบว่าระหว่างปี พ.ศ 2557-2561 และ ปี พ.ศ. 2561-2565 จำนวนไม้ต้น ไม้รุ่น และกล้าไม้ลดลงเป็น -0.007 และ -0.015, -0.030 และ -0.042, -0.040 และ -0.047 ต้นต่อปี ตามลำดับ สำหรับอัตราการเพิ่มพูนรายปีของพื้นที่หน้าตัด ระหว่างปี พ.ศ 2557-2561 เพิ่มขึ้น 0.003ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ และ ปี พ.ศ. 2561-2565 ลดลง -0.004 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ อัตราการเพิ่มพูนรายปีของมวลชีวภาพ ระหว่างปี พ.ศ 2557-2561 และ ปี พ.ศ. 2561-2565 พบว่าลดลง -0.003 และ -0.007 ตันต่อปี ตามลำดับ และอัตราการเพิ่มพูนของการกักเก็บคาร์บอน ระหว่างปี พ.ศ 2557-2561 และ ปี พ.ศ. 2561-2565 ลดลงเท่ากับอัตราการเพิ่มพูนรายปีของมวลชีวภาพที่ -0.003 และ -0.007 ตันคาร์บอนต่อปี ตามลำดับ

2. ความเด่นของพรรณไม้ตามดัชนีค่าความสำคัญ (Important value index, IVI)

2.1 ไม้ต้น (Tree)

เมื่อพิจารณาพรรณไม้เด่นตามดัชนีค่าความสำคัญมากที่สุด 6 อันดับแรก ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โปรงแดง ฝาดดอกขาว ฝาดดอกแดง ตะบูนดำ และประสักดอกแดง มีค่าดัชนีความสำคัญเฉลี่ย 181.50±7.23 53.33±5.43 16.51±0.78 14.75±0.46 12.16±1.54 และ 10.63±1.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยโกงกางใบเล็กเป็นพรรณไม้ที่มีความเด่นและมีการกระจายครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่มากที่สุด แสดงให้เห็นว่าพื้นที่อ่าวคุ้งกระเบนมีสภาพเป็นดินเลนอ่อน และมีน้ำทะเลท่วมถึงอย่างสม่ำเสมอ ทำให้มีความเหมาะสมกับการเติบโตของโกงกางใบเล็ก (Aksornkoae, 1989) ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในป่าชายเลนแห่งนี้ได้มากกว่าพรรณไม้ชนิดอื่น และเมื่อพิจารณาดัชนีความสำคัญของไม้ต้นในพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน พบว่ามีความแตกต่างจากพื้นที่ป่าชายเลนอื่น ๆ ในบริเวณใกล้เคียง เช่น Pattanasing *et al.* (2012) รายงานว่า ดัชนีค่าความสำคัญของ

พรรณไม้ในพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณบ้านเปร็ดใน จังหวัดตราด พรรณมไม้ 3 อันดับแรก ประกอบด้วย โปรงแดง โกงกางใบเล็ก และ โกงกางใบใหญ่ ส่วน Mansilp and Foiwaree (2009) รายงานดัชนีพรรณไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณส่วนบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนที่ 1 (ชลบุรี) พบว่า แสมทะเล มีดัชนีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือ โกงกางใบเล็ก และลำแพน (*Sonnertia ovata*) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ป่าชายเลนนั้นอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ขึ้นอยู่กับลักษณะทางนิเวศวิทยาในพื้นที่นั้น ๆ

2.2 ไม้รุ่น (Sapling)

จากการวิเคราะห์ความหนาแน่น สัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ของไม้รุ่น ระหว่างปี พ.ศ. 2557 2561 และพ.ศ. 2565 ทำให้ทราบถึงพรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด 3 อันดับแรก โดย โปรงแดง มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 80.69±8.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ โกงกางใบเล็ก และ ฝาดดอกแดง มีค่าดัชนีความสำคัญเฉลี่ยอยู่ที่ 67.68±6.27 และ 19.49±0.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับพรรณไม้ที่ไม่พบในปี พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2565 ได้แก่ แสมขาว โกงกางใบใหญ่ ตะบูนขาว และแสมทะเล อาจเกิดขึ้นเนื่องจากมีปัจจัยแวดล้อมปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้พรรณไม้ดังกล่าวไม่สามารถเติบโตได้ เช่น การแก่งแย่งอาหารและแสงสว่างเพื่อใช้ในการเติบโต ซึ่งโดยทั่วไปพรรณไม้ป่าชายเลนเป็นพรรณไม้ที่ต้องการแสงมาก เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อให้ได้มาซึ่งอาหารในการเติบโตของต้นไม้ ไม้รุ่นจะมีการเติบโตลดลงและมีอัตราการตายสูงหากขึ้นอยู่ภายใต้ร่มเงาและได้รับแสงสว่างเพียงเล็กน้อย (Marod and Kutintara, 2009)

2.3 กล้าไม้ (Seedling)

ชนิดกล้าไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ โปรงแดง มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 133.05±22.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ โกงกางใบเล็ก 48.19±30.21 เปอร์เซ็นต์ ใน ปี พ.ศ. 2557 พบกล้าไม้ทั้งหมด 6 ชนิด พบโปรงแดง มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาได้แก่ โกงกางใบเล็ก ตะบูนดำ ฝาดดอกแดง ฝาดดอกขาว และประสักดอกแดง ตามลำดับ ส่วนปี พ.ศ. 2561 พบกล้าไม้ลดลงเหลือ 4 ชนิด พบโปรงแดง มีดัชนีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาได้แก่ โกงกางใบเล็ก ฝาดดอกแดง และตะบูนดำ ตามลำดับ และ ปี พ.ศ. 2565 พบโปรงแดง โกงกางใบเล็ก ตะบูนดำ และประสักดอกแดง ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบโปรงแดง มีดัชนีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากโปรงแดงมีการออกดอกและติดผลเกือบตลอดทั้งปี ส่วนโกงกางใบเล็ก มีค่าดัชนีความสำคัญรองลงมา มักพบบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงการขึ้นลงของน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษามีลักษณะแบบน้ำเดี่ยวคือมีการขึ้นลงวันละครั้ง ซึ่งอาจทำให้การกระจายของฝักหรือผลของพรรณไม้ทั้งสองชนิดอยู่ภายในบริเวณอ่าว ไม่ได้ไหลลงสู่ทะเลมากเท่าที่ควร และยังพบว่ากล้าไม้ของโกงกางใบเล็กมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีโกงกางใบ

เล็กกระจายอยู่ทั่วทั้งบริเวณและมีความหนาแน่นมาก แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของโกงกางใบเล็กที่สามารถสืบต่อพันธุ์ได้ดีในบริเวณพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้ ลักษณะผลของไม้กลุ่มโกงกาง โปรง และประสัก ส่วนใหญ่ปรับตัวให้ผลสามารถงอกขณะที่ยังอยู่บนต้น (Viviparous seed) ซึ่งเมื่อแก่เต็มที่จะหล่นปักเลนหรือลอยไปตามน้ำแล้วเจริญเป็นต้นใหม่ต่อไป นับเป็นการปรับตัวที่สำคัญของไม้ป่าชายเลนโดยเมื่อผลหล่นจากต้นแม่แล้วสามารถเติบโตทางด้านความสูงได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ชูสูงขึ้นเหนือน้ำได้ในระยะเวลาสั้น (Aksornkoae, 1989) แสดงให้เห็นว่าการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของกล้าไม้ชนิดอื่น ๆ บริเวณพื้นที่ศึกษาได้น้อย เป็นผลเนื่องมาจากการปกคลุมของโกงกางใบเล็กและโปรงแดงที่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น เนื่องจากลักษณะผลของไม้กลุ่มโกงกางและโปรงแดงเอื้อต่อการสืบต่อพันธุ์ได้ดี สอดคล้องกับรายงานของ Nilvichien (2011) ที่พบว่าโกงกางใบเล็กมีความสามารถในการปรับตัวให้สืบต่อพันธุ์และเติบโตได้ดีในพื้นที่ป่าชายเลน จังหวัดตราด มากกว่าพรรณไม้ชนิดอื่น

2. มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน

การศึกษามวลชีวภาพ ระหว่างปี พ.ศ. 2557 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2565 โดยนำข้อมูลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแปรผันตามความหนาแน่นและการเติบโตทางด้านพื้นที่หน้าตัดและความสูงของไม้ต้น ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 198.24±4.38 ตันต่อเฮกแตร์ (Table 3) ซึ่งใน ปี พ.ศ. 2557 มีปริมาณมวลชีวภาพรวมประมาณ 202.12 ตันต่อเฮกแตร์

ปริมาณมวลชีวภาพในการศึกษาครั้งนี้มีค่ามากกว่าปริมาณมวลชีวภาพของป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง จากรายงานของ Meepol (2010) พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 119.76 ตันต่อเฮกแตร์ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษา ระหว่าง ปี พ.ศ. 2561 และ 2565 พบว่าปริมาณมวลชีวภาพลดลงเป็น 199.10 และ 193.49 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ซึ่งพรรณไม้ป่าชายเลนที่พบว่ามีปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด คือ โกงกางใบเล็ก โปรงแดง ฝาดดอกแดง ฝาดดอกขาว ตะบูนดำ และประสักดอกแดง ตามลำดับ ทั้งนี้ พบว่า โกงกางใบเล็กมีผลต่อปริมาณมวลชีวภาพ เนื่องจากโกงกางใบเล็กเป็นพรรณไม้ที่มีความหนาแน่นและเป็นพรรณไม้เด่น โดยปริมาณมวลชีวภาพระหว่าง ปี พ.ศ. 2557-2565 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาของ Chomriang *et al*. (2021) พบว่าปริมาณมวลชีวภาพของป่าชายเลน ศูนย์วิจัยทรัพยากรป่าชายเลนที่ 6 (สตูล) มีค่ามากกว่า และโกงกางใบเล็ก เป็นชนิดพันธุ์ที่พบปริมาณมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือ ลำพูทะเล ตะบูนดำ ถั่วขาว และพังกาหัวสุมดอกแดง ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่ศึกษาทั้งสองแห่งพบโกงกางใบเล็กเป็นพรรณไม้เด่นที่มีการเติบโตที่ดีและมีศักยภาพในการทดแทนในพื้นที่ศึกษา และมวลชีวภาพที่ศึกษามีค่าน้อยกว่าป่าชายเลนธรรมชาติของประเทศมาเลเซีย ที่ Zhila *et al.* (2014) ได้ทำการศึกษาและพบว่าถั่วดำ (*Bruguiera parviflora*) แสมดำ (*Avicennia officinalis*) โกงกางใบใหญ่และลำพูทะเล เป็นพรรณไม้เด่นของพื้นที่ดังกล่าวตามลำดับ

Table 3 Biomass of mangrove tree species at Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre, Chanthaburi Province during 2014-2022.

Botanical name	Biomass (ton/h^{-1})						Mean ± SD
	2014		2018		2022		
	ABG	BG	ABG	BG	ABG	BG	
Rhizophora apiculata Blume	120.93	57.02	115.82	54.61	109.66	51.71	169.91±8.30
Ceriops tagal (Perr.) C.B. Rob.	5.11	2.41	6.68	3.15	7.84	3.70	9.63±2.01
Lumnitzera racemose Willd.	3.80	1.79	4.18	1.97	4.57	2.16	6.16±0.57
Lumnitzera littorea (Jack) Voigt	2.75	1.29	3.09	1.46	3.05	1.44	4.36±0.28
Xylocarpus moluccensis (Lam.) M. Roem.	2.11	0.99	2.45	1.16	2.59	1.22	3.51±0.36
Bruguiera gymnorrhiza (L.) Savigny.	1.18	0.56	1.49	0.70	2.02	0.95	2.30±0.62
Xylocarpus granatum Koenig	0.25	0.12	0.31	0.15	0.35	0.16	0.45±0.07
Rhizophora mucronata Poir.	0.25	0.12	0.13	0.06	0.13	0.06	0.24±0.10
Avicennia alba Blume	0.65	0.31	0.68	0.32	0.77	0.36	1.03±0.09
Hibiscus tiliaceus L.	0.04	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03±0.02
Sonneratia alba J.SM.	0.05	0.02	0.05	0.02	0.05	0.03	0.07±0.01
Scyphiphora hydrophyllacea Gaertn.f.	0.02	0.01	0.02	0.01	0.04	0.02	0.04±0.01
Excoecaria agallocha L.	2.59	1.22	0.25	0.12	0.30	0.14	0.38±0.06
Avicennia marina Forsk.	0.02	0.01	0.12	0.06	0.11	0.05	0.12±0.09
Bruguiera cylindrica (L.) Blume	-	-	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01±0.01
Total	**137.36**	**64.76**	**135.30**	**63.79**	**131.49**	**62.00**	**198.24±4.38**

Remarks: ABG = Above ground biomass BG = Below ground biomass

การกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้น ระหว่างปี พ.ศ. 2557 พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2565 มีความสอดคล้องกับปริมาณมวลชีวภาพ โดยช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาพบว่าการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 93.17±2.06 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (Table 4) เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาเปรียบเทียบกัน พบว่า ใน ปี พ.ศ. 2557 มีการกักเก็บคาร์บอน 95.00 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษา ใน ปี พ.ศ. 2561 และ 2565 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนลดลงเป็น 93.58 และ 90.94 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2557-2565 มีแนวโน้มลดลง ดังนั้น ควรมีมาตรการจัดการพื้นที่เพื่อเพิ่มจำนวนและการเติบโตของพรรณไม้

รวมถึงการป้องกันหรือควบคุมการเข้าใช้ประโยชน์ในพื้นที่ เพื่อให้ไม้รุ่นและกล้าไม้ ได้มีโอกาสเติบโตในธรรมชาติต่อไป นอกจากนี้ ยังพบว่าการกักเก็บคาร์บอนในบริเวณพื้นที่ศึกษามีค่าน้อยกว่าการศึกษาของ Sribut *et al.* (2020) ที่ทำการศึกษาการกักเก็บคาร์บอน บริเวณศูนย์ศึกษาเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลนสิรินาถราชินี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และพบว่าการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยของป่าชายเลนบริเวณพื้นที่ศึกษามีค่าน้อยกว่าป่าชายเลนของประเทศมาเลเซีย และประเทศอินโดนีเซีย (Hatta *et al.*, 2022; Pricillia *et al.*, 2021)

Table 4 Carbon storage of mangrove tree species at Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre, Chanthaburi Province during 2014-2022

Botanical name	Carbon Storage (tonC/ha^{-1})			AVE±SD
	2014	2018	2022	
Rhizophora apiculata Blume	83.64	80.1	75.84	79.86±3.90
Ceriops tagal (Perr.) C.B. Rob.	3.53	4.62	5.42	4.52±0.95
Lumnitzera racemose Willd.	2.63	2.89	3.16	2.89±0.27
Lumnitzera littorea (Jack) Voigt	1.9	2.14	2.11	2.05±0.13
Xylocarpus moluccensis (Lam.) M. Roem.	1.46	1.69	1.79	1.65±0.17
Bruguiera gymnorrhiza (L.) Savigny.	0.82	1.03	1.39	1.08±0.29
Xylocarpus granatum Koenig	0.18	0.22	0.24	0.21±0.03
Rhizophora mucronata Poir.	0.17	0.09	0.09	0.11±0.05
Avicennia alba Blume	0.45	0.47	0.53	0.48±0.04
Hibiscus tiliaceus L.	0.03	0.01	0.01	0.02±0.01
Sonneratia alba J.SM.	0.03	0.03	0.04	0.03±0.00
Scyphiphora hydrophyllacea Gaertn.f.	0.01	0.02	0.02	0.02±0.01
Excoecaria agallocha L.	0.15	0.18	0.21	0.18±0.03
Avicennia marina Forsk.	0.01	0.09	0.08	0.06±0.04
Bruguiera cylindrica (L.) Blume	-	0.01	0.01	0.01±0.00
Total	**95.00**	**93.58**	**90.94**	**93.17±2.06**

สรุป

การศึกษาโครงสร้างสังคมพืชป่าชายเลน ระหว่าง ปี พ.ศ. 2557-2565 พบพรรณไม้ป่าชายเลน จำนวน 15 ชนิด 10 สกุล 8 วงศ์ พบ ซึ่งพรรณไม้ป่าชายเลนที่พบส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์โกงกาง (Rhizophoraceae) วงศ์สมอ (Combretaceae) วงศ์กระท้อน (Meliaceae) และวงศ์เหงือกปลาหมอ (Acanthaceae) ตามลำดับ ความหลากชนิดมีค่าต่ำ

มาก โดยที่ *H'* มีค่าเฉลี่ย 1.21±0.08 สำหรับชนิดพรรณไม้เด่นของไม้ต้น ไม้รุ่นและกล้าไม้ ได้แก่ โกงกางใบเล็ก และโปรงแดง ขณะที่การสืบต่อพันธุ์ของไม้รุ่นและกล้าไม้เกิดขึ้นได้ไม่ดีนัก สำหรับมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมีแนวโน้มลดลง โดยมวลชีวภาพเฉลี่ย 198.24±4.38 ตันต่อเฮกแตร์ และการกักเก็บคาร์บอน เฉลี่ย 93.17±2.06 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ ดังนั้น เพื่อเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนให้มากขึ้น ควรมีมาตรการอนุรักษ์และการจัดการพื้นที่ รวมถึงการเตรียมการเพื่อการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติหรือการคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้เพื่อปลูกฟื้นฟูในบริเวณที่มีความเสื่อมโทรมหรือบริเวณที่เป็นช่องว่างของพื้นที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดจันทบุรี และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามและการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Aksornkoae, S. 1985. **Some important environment factors in relation to productivity of mangrove plantations in Thailand**. pp. 287-292. *In*: Proceeding of International Seminar on Environmental Factors in Agricultural Production. 15-19 December 1984. Chuan Printing Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)

Aksornkoae, S. 1989. **Mangrove Ecology and Management**. Compu Advertising Groups Limited Partnership. Bangkok, Thailand. (in Thai)

Aksornkoae, S. 1993. **Ecology and Management of Mangroves**. IUCN, Bangkok, Thailand.

Alongi, D.M. 2012. Carbon sequestration in mangrove forest. **Carbon Management** 3(3): 313-322.

Bunyavejchewin, S. and R. Buasalee. 2011. **Mangrove Forest: Ecologycal and Plant**. Amarin Printing and Publishing Public., Bangkok, Thailand. (in Thai)

Chapman, V.J. 1975. **Mangrove Vegetation**. J. Cramer, Vaduz, Germany.

Chiwapreecha, B. and V. Gunbua. 2022. Species diversity and characteristic of mangrove forest at Bang Pakong Power Plant, Chachoengsao Province. **Thai Forest Ecological Research Journal** 6(1): 49-62. (in Thai)

Chumriang, P., N., Paduka and N. Duangon. 2021. Structural and dynamics of mangrove forest at Mangrove Forest Resources Research Center 6 (Satun). **Thai Forest Ecological Research Journal** 5(1): 53-64. (in Thai)

Department of Marine and Coastal Resources. 2013. **Knowledge Management**. Available source: https://km.dmcr.go.th/c_1 1 / d_1 2 4 9 (Accessed: January 10, 2023) (in Thai)

Department of Marine and Coastal Resources 2021. **Knowledge Management**. Available source: https://km.dmcr.go.th/c_11 (Accessed: January 10, 2023) (in Thai)

Department of Marine and Coastal Resources. 2021. **Knowledge of Mangrove**. Ploy Media Co Ltd., Bangkok. (in Thai)

Diloksumpun, S. 2007. Forest carbon sequestration and global warming. **Thai Journal of Soil and Water Conservation** 20 (3): 40-49. (in Thai)

Hatta, S.M., E., Salleh, N.S., Suhaili and N.A. Besar. 2022. Estimation of carbon pool at mangrove forest of Kudat, Sabah, Malaysia. **Biodiversitas** 23:4601-4608.

IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** International Panel on Climate Change. Japan: IGES. Available source: https://www.ipcc.ch/report/2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/ (Accessed: January 10, 2023)

Jahit, A. 2021. Abundance distribution of the mangrove gastropods of Kuala Selangor Nature Park, Selangor. **Academic Letter,** Article 562. https://doi.org/10.20935/AL562

Komiyama, A., K., Ogino, S. Aksornkoae and S. Sabhasri. 1987. Root biomass of a mangrove forest in southern Thailand. I. Estimation by the trench method and the zonal structure of root biomass. **Journal of Tropical Ecology** 3: 97-108.

Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. **Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing**. New York: Wiley-Interscience Pub., New York, USA.

Mansilp, S. and P. Foiwaree. 2009. **Structure of Mangrove Forest at Mangrove Resource Administrative Division No. 1**. Department of Marine and Coastal Resources, Thailand. (in Thai)

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

Meepol, W. 2010. Carbon sequestration of mangrove forest at Ranong Biosphere Reserve. **Journal of Forest Management** 4(7): 33-47. (in Thai)

Nilvichien, W. 2011. **Distribution and tree species diversity along soil salinity gradients in mangrove foresr, Trat Province**. M.Sc. Kasetsart University, Thailand. (in Thai)

Office of the Royal Development Projects Board. 2023. **Kung Krabaen Bay Royal Development Study Centre, Chanthaburi Province**. Available source: http://www.rdpb.go.th/th (Accessed: January 10, 2023) (in Thai)

Pattanasing, N., L. Paungchit and M. Jamroenpruchsa. 2012. Biomass and litterfall production in Prednai community mangrove forest at Trat Province. **Thai Journal of Forest** 31(3): 15-24. (in Thai)

Pinwanichkul, M. 2007. **Changing of structural characteristics of mangrove forest after logging concession in Mueang Trat and Laem Ngob Districts, Trat Province**. M.Sc. thesis, Kasetsart University, Thailand. (in Thai)

Pricillia, C.C., M.P., Patria and H. Herdiansyah. 2021. Environmental conditions to support blue carbon storage in mangrove forest: A case study in the mangrove forest, Nusa Lembongan, Bali, Indonesia. **Biodiversitas** 22:3304-3314

Rakchoomkhong, K. 2000. **Study of mangrove forest structure for conservation and restoration of Songkhla Lake Ecosystem at Ban Ao Thong, Amphoe Khuan-Niang, Changwat Songkhla.** M.Sc. thesis, Prince of Songkla University., SongKhla Province, Thailand. (in Thai)

Santisuk, T. 1983. Taxonomy of the terrestrial tree and shrub in mangrove formation in Thailand. **Natural History Bulletin of the Siam Society** 31(1): 63-91

Sribut, S., P., Sunthornhao and S. Diloksumpun. 2020. Valuation of carbon stock and utilization of non-timber forest products at the Sirinart Rajini Ecosystem Learning Center, Prachuap Khiri Khan Province. **Thai Journal of Forest** 39 (2): 41-51. (in Thai)

Zhila, H., H., Mahmood and M.Z. Rozainah. 2014. Biodiversity and biomass of a natural and degraded mangrove forest of Peninsular Malaysia. **Environmental Earth Sciences** 71: 4629–4635