

ความหลากหลายชนิดและมวลชีวภาพของพรรณไม้ต้นในป่าชายเลน
บริเวณคลองกำพวน จังหวัดระนองSpecies Diversity and Biomass of Mangrove Tree
at Khlong Kam Phuan in Ranong Provinceอรุณ ปานแดง¹, ยงยุทธ ไตรสุรัตน์^{1*} และชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง¹Arun Pandaeng¹, Yongyut Trisurat^{1*} and Chakrit Na takuathung¹¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900¹Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: fforyyt@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 8 พฤษภาคม 2567

Received: 8 May 2024

รับแก้ไข 21 มิถุนายน 2567

Revised: 21 June 2024

รับลงพิมพ์ 19 กรกฎาคม 2567

Accepted: 19 July 2024

ABSTRACT

At the time of the 2004 tsunami geological disaster, the area around the Kamphuan Canal area, Ranong province, Thailand was extensively damaged, especially the plants in the mangrove forest. Later, the area was preserved in its existing natural state. Currently, government agencies and the private and public sectors are placing increased importance on biological diversity, with Thailand having the goal of carbon neutrality by 2050. The objectives of this study were to assess diversity and to estimate the biomass of tree species in the mangrove forest at Khlong Kam Phuan, Ranong Province, Thailand. A permanent plot (40 m x 300 m) was established and later divided into 10 m x 10 m square sub-plots, resulting in a total of 120 plots. Tree data were collected on all plants with a diameter at breast height (dbh) ≥ 3.2 cm. For tree species that produced large pneumatophores, such as *Rhizophora apiculata* and *R. mucronata*, the measurement was conducted at 20 cm above the root collar. In addition, a sub-plot size of 4 m x 4 m was sampled for the sapling stage (dbh < 3.2 cm but total height ≥ 1.3 m). Finally, a plot size of 1 m x 1 m was used to collect seedling data (total height < 1.3 m).

Based on the analysis of the results, there were 1,422 individuals in the study area, consisting of 1,294 trees, 52 saplings and 76 seedlings. Based on identification and classification, the individuals belonged to 5 families, 7 genera and 11 species. Based on plant habit, there were 7 tree species; 3 small tree species and 1 shrub species. The Rhizophoraceae was the most dominant family, represented by 5 species. The species diversity index or Shannon-Wiener index (H') was less than 1.22 based on the variety of plant species. In addition, the species richness and species evenness were 1.39 and 0.51 respectively. *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* and *Bruguiera cylindrica* were the top-3 species with order of importance index values of 165.02, 72.46 and 24.96%, respectively. The averages of height and dbh of the trees were 11.18 cm and 9.31 m, respectively. The total biomass was 459.70 t ha⁻¹, consisting of 359.03 t ha⁻¹ of above ground biomass and 100.67 t ha⁻¹ of underground biomass.

Keywords: Mangrove forest; Species diversity; Biomass; Khlong Kam Phuan Ranong province

บทคัดย่อ

จากเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยคลื่นยักษ์สึนามิ ในปี พ.ศ. 2547 พื้นที่บริเวณคลองกำพวน ซึ่งได้รับความเสียหายไปด้วย โดยเฉพาะพรณไม้ป่าชายเลน ในเวลาต่อมาพื้นที่ดังกล่าวได้ถูกอนุรักษ์ไว้ให้มีสภาพตามธรรมชาติ ทั้งในปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน ให้ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะประเทศไทยกับเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (carbon neutrality) ในปี ค.ศ. 2050 ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดและมวลชีวภาพของพรณไม้ต้นในป่าชายเลน บริเวณคลองกำพวน จังหวัดระนอง โดยการวางแผนสำรวจรูปแบบ ขนาด 40 เมตร X 300 เมตร จากนั้นแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 เมตร X 10 เมตร รวมจำนวน 120 แปลง ระบุชนิดและบันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ต้น ในแปลงตัวอย่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (dbh) > 3.2 เซนติเมตร ขึ้นไป สำหรับโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) และโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ที่มีรากค้ำยันขนาดใหญ่ ให้วัดขนาดความสูง 20 เซนติเมตร เหนือคอราก แปลงขนาด 4 เมตร X 4 เมตร เก็บข้อมูลไม้รุ่น ที่มีขนาด dbh น้อยกว่า 3.2 เซนติเมตร แต่มีความสูงตั้งแต่ 1.30 เมตร ขึ้นไป ส่วนแปลงขนาด 1 เมตร X 1 เมตร เก็บข้อมูลกล้าไม้ ที่มีขนาดความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร นำข้อมูลทางชนิดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของไม้ต้นที่ได้มาคำนวณดัชนีความหลากหลายชนิด และมวลชีวภาพ

ผลการศึกษาพบว่า ในบริเวณพื้นที่ศึกษาพบพรณไม้ จำนวน 1,422 ต้น จำแนกเป็นไม้ต้น 1,294 ต้น ไม้รุ่น 52 ต้น และกล้าไม้ 76 ต้น จาก 5 วงศ์ 7 สกุล 11 ชนิด เมื่อพิจารณาตามวิสัยพืช จำแนกเป็นไม้ต้น 7 ชนิด ไม้ต้นขนาดเล็ก 3 ชนิด และไม้พุ่ม 1 ชนิด วงศ์ที่มีชนิดของพรณไม้มากที่สุด คือ วงศ์โกงกาง (Rhizophoraceae) ซึ่งมีทั้งหมด 5 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (Shannon-Wiener index; H') มีค่าต่ำมากเพียง 1.22 เพราะว่าพันธุ์ไม้แต่ละชนิดมีจำนวนแตกต่างกันมาก ค่าดัชนีความชุกชุม เท่ากับ 1.39 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ เท่ากับ 0.51 โดย โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) เป็นชนิดไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) มากที่สุด 3 อันดับแรก เท่ากับ ร้อยละ 165.02, 72.46 และ 24.96 ตามลำดับ โดยไม้ใหญ่มีขนาดความโตและความสูงเฉลี่ย 11.18 ± 4.08 เซนติเมตร และ 9.31 ± 2.42 เมตร ตามลำดับ มีมวลชีวภาพรวม 459.70 ต้นต่อเฮกตาร์ แยกเป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 359.03 ต้นต่อเฮกตาร์ และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน เท่ากับ 100.67 ต้นต่อเฮกตาร์

คำสำคัญ: ป่าชายเลน ความหลากหลายชนิด มวลชีวภาพ คลองกำพวน จังหวัดระนอง

คำนำ

ป่าชายเลน (mangrove forest) หรือ “ป่าโกงกาง” เป็นสังคมพืชที่พบได้เฉพาะบริเวณดินเลนริมฝั่งแม่น้ำ คลอง ทะเล ปากแม่น้ำหรืออ่าว ที่มีน้ำทะเลท่วมถึง และได้รับอิทธิพลของน้ำกร่อย ดังนั้นพรณไม้ที่ขึ้นเจริญเติบโตในป่าชายเลน จึงต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่วิกฤติหรือผันแปรตลอดเวลา ได้แก่ การมีรากหายใจ (pneumatophore) รากอากาศ (aerial root) และรากค้ำยัน (prop root) รวมไปถึงความสามารถในการงอกของต้นกล้าตั้งแต่อยู่บนดิน (vivipary) Du (1962) กล่าวว่า พรณไม้ในป่าชายเลนมีใบเขียวตลอดปี (evergreen species) พบในเขตร้อน (tropics) และกึ่งร้อน (sub-tropics) ประกอบด้วย สังคมพืชและสัตว์หลากหลายชนิด จึงเป็นระบบนิเวศเฉพาะตัวที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (Aksornkaew, 1998; Department of Marine and Coastal Resources, 2021) ทั้งยังมีประโยชน์ช่วยป้องกันการกัดเซาะพังทลายแนวชายฝั่ง ช่วยชะลอความเร็วของกระแสน้ำ ที่พัดพาตะกอนจากแผ่นดินและนอกชายฝั่งเข้ามาทับถม ทำให้เกิดการงอกของแผ่นดินใหม่ นอกจากนี้ป่าชายเลนยังช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในอากาศ โดยการตรึงคาร์บอนเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพ ดังนั้นความสมบูรณ์ของป่าชายเลนจึงช่วยแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน

(global warming) ที่กำลังทวีความรุนแรงอยู่ในขณะนี้ได้อีกทางหนึ่ง (Hongxiao et al., 2013; Meepol, 2010) รวมทั้งป่าชายเลนยังเป็นแหล่งวัตถุดิบ และสร้างรายได้ในท้องถิ่น โดยเฉพาะผลผลิตที่ไม่ใช่เนื้อไม้ซึ่งมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจชุมชนเป็นอย่างมาก (Walters et al., 2008)

จากการสำรวจพบป่าชายเลนทางภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามัน มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุดในประเทศไทย จากข้อมูลป่าชายเลนของไทย พบว่าในปี พ.ศ. 2543 มีพื้นที่ 1,133,633 ไร่ ต่อมาในปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่ 1,172,741 ไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้น 39,108 ไร่ หรือร้อยละ 3.33 (Department of Marine and Coastal Resources, 2021) รวมถึงความหลากหลายทางชีวภาพโดยเฉพาะพื้นที่สงวนชีวมณฑลจังหวัดระนอง มีความหลากหลายและมีระบบนิเวศที่มีความสมบูรณ์สูงสุด เมื่อเทียบกับป่าชายเลนในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทย และเมื่อครั้งเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยคลื่นยักษ์สึนามิ พัดถล่มภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามัน ในปี พ.ศ. 2547 ได้นำความเสียหายมาให้ แต่ในพื้นที่ดังกล่าวซึ่งมีป่าชายเลนหนาแน่นได้รับความเสียหายแค่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนพื้นที่ใกล้เคียงถัดออกไปใน อำเภอสุราษฎร์ธานีและพื้นที่รอบ ๆ ได้รับความเสียหาย เกิดการทับถมของทรายที่พัดมากับคลื่น ส่งผลให้พรณไม้ขนาดเล็กถูกทับถมอยู่ภายใต้สันดอนทราย (Kasetsart University, 2007)

พื้นที่ป่าชายเลนคลองกำพวน ตำบลกำพวน อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระนอง ปัจจุบันได้ถูกอนุรักษ์ไว้ให้มีสภาพตามธรรมชาติ (Research Station for Andaman Coast Development, 2014) ผู้วิจัยจึงเลือกพื้นที่ดังกล่าว เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีประวัติและมีความสำคัญมาทำการศึกษาวิจัยด้านความหลากหลายทางชนิดของพรรณไม้ป่าชายเลน แต่ไม่ได้ติดตามข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และประชาชน ตระหนักถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะรัฐบาลไทยกับเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน ในปี ค.ศ. 2050 ดังนั้น การศึกษาวิจัยเรื่องความหลากหลายชนิดและมวลชีวภาพของพรรณไม้ต้นในป่าชายเลน ซึ่งมีพลวัต (dynamic) และอัตราการเจริญเติบโตสูง สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญในการสนับสนุนให้ประชาชนและสังคม ได้ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของป่าชายเลน และยังเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ใน

พื้นที่อื่น ๆ รวมถึงเป็นการต่อยอดงานวิจัยในขั้นต่อไปเพื่อให้เกิดความยั่งยืน สืบต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความหลากหลายชนิดและมวลชีวภาพของพรรณไม้ต้นในป่าชายเลน บริเวณคลองกำพวน ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ตำบลกำพวน อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระนอง (Figure 1) อยู่บริเวณด้านหลังสถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามันมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในเขตอุทยานแห่งชาติแหลมสน มีพื้นที่โดยประมาณ 5,088 ไร่ ซึ่งปัจจุบันได้ถูกอนุรักษ์ไว้ให้มีสภาพตามธรรมชาติ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ ความหลากหลายชนิด และมวลชีวภาพ โดยทำการศึกษาระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2566

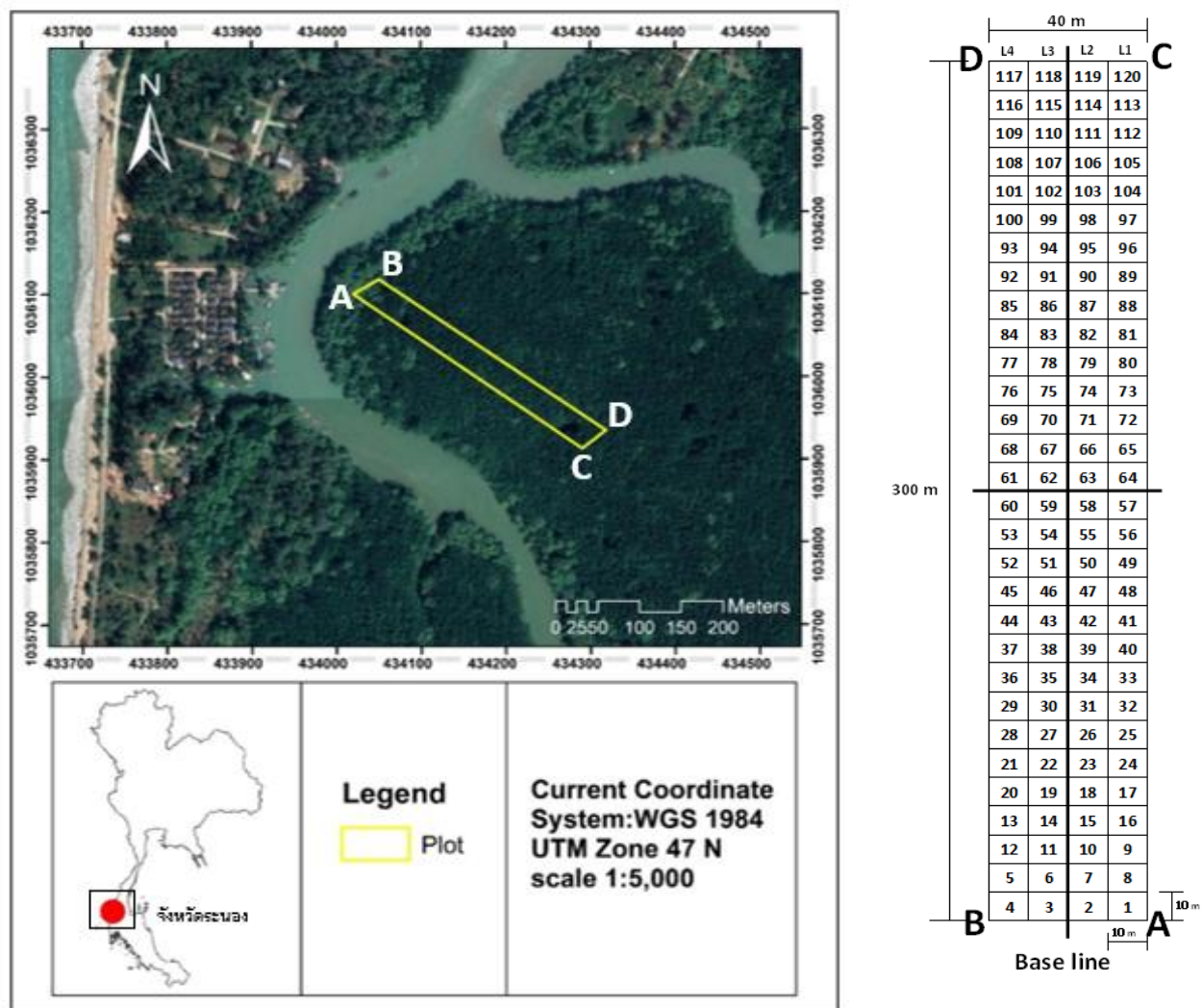


Figure 1 Study area and permanent plot of 40 m x 300 m subdivided into 120 subplots at Khlong Kam Phuan in Ranong province

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

1. การศึกษาความหลากหลายชนิดและมวลชีวภาพของพรรณไม้ต้นในป่าชายเลน ทำการวางแปลงตัวอย่างถาวร (permanent plots) ขนาด 40 เมตร x 300 เมตร (1.2 เฮกตาร์) ตั้งฉากไปกับแนวชายคลอง ตามระดับการท่วมของน้ำทะเล

1.1) แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 เมตร x 10 เมตร จำนวน 120 แปลง (Figure 1) เพื่อเก็บข้อมูลไม้ยืนต้น (tree) ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (dbh) ตั้งแต่ 3.2 เซนติเมตรขึ้นไป ระบุชนิด วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูง สำหรับไม้โกงกางที่มีรากค้ำยันขนาดใหญ่ ให้วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเหนือคอราก (root collar) ขึ้นมา 20 เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้แตกต่างไปจากปากที่ใช้ขนาด 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป เหตุเพราะว่า พันธุ์ไม้ป่าชายเลนมีจำนวนน้อยรวมถึงขนาดความโตที่ไม่สูงมากเหมือนปากก จึงเลือกใช้ขนาดให้ต่ำกว่าเพื่อจะได้ข้อมูลนำมาวิเคราะห์ได้มากขึ้น

1.2) จากแปลงในข้อ 1.1 ให้แบ่งแปลงย่อยขนาด 4 เมตร x 4 เมตร และแปลงย่อยขนาด 1 เมตร x 1 เมตร ซ้อนทางด้านมุมซ้ายของแปลงขนาด 10 เมตร x 10 เมตร เพื่อเก็บไม้รุ่น (sapling) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง น้อยกว่า 3.2 เซนติเมตร แต่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และกล้าไม้ (seedling) ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร ตามลำดับ ระบุชนิด วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง และนับจำนวนต้น

2. นำข้อมูลชนิดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และมวลชีวภาพของไม้ต้น จากข้อ 1. มาคำนวณหามวลชีวภาพ (biomass) โดยใช้สมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และได้ดินตามชนิดของพันธุ์ไม้ที่มีผู้ทำการศึกษไว้แล้ว ตาม Table 1. (Tamai *et al.*, 1986; Pongpam *et al.*, 2002; Comley and McGuinness, 2005; Komiyama *et al.*, 2005; Department of Marine and Coastal Resources, 2016)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แสดงรายชื่อพรรณไม้ที่ปรากฏอยู่ในแปลงตัวอย่าง ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อพื้นเมือง (vernacular name) ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) สกุล (genus) และวงศ์ (family) และลักษณะนิสัย (habit)

2. คำนวณค่าดัชนีความสำคัญ (importance value index, IVI) ซึ่งเป็นการรวมค่าความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency, RF) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density, RD) และความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance, RDo) เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งแสดงถึงความสำคัญทางนิเวศของชนิดไม้ต้นที่ขึ้นปรากฏในพื้นที่ศึกษา ซึ่งสามารถ คำนวณได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าดัชนีความสำคัญ (IVI \%)} = \text{RD\%} + \text{RF\%} + \text{RDo\%}$$

2.1 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density, RD)

$$\text{RD} = \frac{\text{ค่าความหนาแน่นของชนิด a (D)} \times 100}{\text{ผลรวมของค่าความหนาแน่นของทุกชนิด}}$$

$$\text{เมื่อ D} = \frac{\text{จำนวนต้นทั้งหมดของชนิด a ที่พบในแปลง}}{\text{ขนาดพื้นที่ของแปลงสำรวจ}}$$

2.2 ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency, RF)

$$\text{RF} = \frac{\text{ความถี่ของชนิด a (F)} \times 100}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของต้นไม้ทุกชนิด}}$$

$$\text{เมื่อ F} = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่พบชนิด a} \times 100}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}}$$

2.3 ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance, RDo)

$$\text{RDo} = \frac{\text{ความเด่นของชนิด a} \times 100}{\text{ผลรวมของค่าความเด่นของทุกชนิด}}$$

$$\text{เมื่อ Do} = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของชนิด a}}{\text{พื้นที่ของแปลงตัวอย่าง}}$$

พื้นที่หน้าตัด (basal area) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{พื้นที่หน้าตัด} = \pi D^2 / 4$$

D = เส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก 1.30 เมตร ในกรณีไม้โกงกางวัดที่ระดับ 20 เซนติเมตรเหนือคอราก

3. คำนวณค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดของแซนนอน-ไวเยเนอร์ (Shannon-Wiener diversity index, H')

คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ H = ดรรชนีความหลากหลาย

Pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพรรณไม้หนึ่ง (i) ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมดในแปลง

S = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมด

ln = ล็อกการิทึมฐานธรรมชาติ (e = 2.718)

4. คำนวณค่าดัชนีความร่ำรวยทางชนิดพรรณหรือค่าความชุกชุม (species richness) โดยใช้ดัชนีของมาร์กาเลฟ (Margalef's index: d) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$d = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

เมื่อ S = จำนวนชนิดพรรณพืชทั้งหมด

N = จำนวนต้นไม้ทั้งหมด

ln = ล็อกการิทึมฐานธรรมชาติ (e = 2.718)

5. คำนวณค่าดัชนีความสม่ำเสมอทางชนิดพรรณ (species evenness) ของพื้ (Pielou's Evenness) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

เมื่อ H' = Shannon' Index: H'

$$H_{\max} = \ln S$$

$\ln$ = ล็อกการิทึมฐานธรรมชาติ ($e = 2.718$)

S = จำนวนชนิดที่พบในแปลงถาวร

โดยการหาค่าดัชนีต่างๆ ในข้อ 2-5 ได้ทำตามรูปแบบ

การวิเคราะห์ของ Department of Marine and Coastal Resources (2016)

6. การประมาณมวลชีวภาพซึ่งได้จากการนำค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของพรรณไม้ป่าชายเลนที่พบในแปลงศึกษามาแทนค่าในสมการ Allometric equation การประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และใต้พื้นดินตามชนิดของพรรณไม้โดยเลือกพื้นที่ที่ใกล้เคียงและเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา ที่มีผู้ทำการศึกษาไว้แล้ว โดยใช้สมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ของ Department of Marine and Coastal Resources (2016) ส่วนมวลชีวภาพของรากใต้ดิน ใช้สมการแต่ละชนิดของพรรณไม้ป่าชายเลนจากนักวิจัยหลายท่าน โดยการรวบรวมของ Komiyama *et al.* (2008) (ดังแสดงใน Table 1)

Table 1 Allometric equations for mangrove species found in Ranong province

Species	Allometric equations	Coefficient of determination (R^2)
^{1/} <i>Rhizophora apiculata</i>	$\log W_s = -1.117143 + 0.881750 (\log D^2 H)$	0.9899
	$\log W_b = -1.745870 + 0.951062 (\log D^2 H)$	0.9216
	$\log W_l = -1.072607 + 0.600880 (\log D^2 H)$	0.8521
	$\log W_{pr} = -1.601333 + 0.938298 (\log D^2 H)$	0.9486
	^{2/} $WR = 0.00974 (D^2 H)^{1.05}$	0.9500
^{1/} <i>R. mucronata</i>	$\log W_s = -1.259330 + 0.935224 (\log D^2 H)$	0.9729
	$\log W_b = -1.409218218 + 0.786635 (\log D^2 H)$	0.9178
	$\log W_l = -1.246857 + 0.622163 (\log D^2 H)$	0.9030
	$\log W_{pr} = -1.122568 + 0.808034 (\log D^2 H)$	0.9098
	^{2/} $WR = 0.00974 (D^2 H)^{1.05}$	0.9500
^{1/} <i>Bruguiera cylindrica</i>	$\log W_s = -1.173820 + 0.890752 (\log D^2 H)$	0.9905
	$\log W_b = -1.958986 + 0.960582 (\log D^2 H)$	0.8775
	$\log W_l = -1.398221 + 0.725531 (\log D^2 H)$	0.9466
	^{3/} $WR = 0.0188D^{0.909}$	0.9500
^{1/} <i>Ceriops tagal</i>	$\log W_s = -0.8446348 + 0.7468525 (\log D^2 H)$	0.9743
	$\log W_b = -2.3159916 + 1.1352985 (\log D^2 H)$	0.9596
	$\log W_l = -2.042828 + 0.746842 (\log D^2 H)$	0.9466
	^{3/} $WR = 0.159D^{1.95}$	0.8700
^{1/} <i>Avicennia alba</i>	$\log W_s = -2.935441 + 1.301256 (\log D^2 H)$	0.9108
	$\log W_b = -1.264194 + 0.893776 (\log D^2 H)$	0.9953
	$\log W_l = -2.042828 + 0.746842 (\log D^2 H)$	0.9573
	^{3/} $WR = 1.28D^{1.17}$	0.8000
^{1/} <i>Xylocarpus moluccensis</i>	$\log W_s = -0.867407 + 0.775906 (\log D^2 H)$	0.9484
	$\log W_b = -1.724536 + 0.959918 (\log D^2 H)$	0.9396

Table 1 (continued)

Species	Allometric equations	Coefficient of determination (R^2)
^{1/} <i>Bruguiera parviflora</i>	$\log W_l = -0.518597 + 0.385954 (\log D^2 H)$	0.8789
	${}^4/WR = 0.145D^{2.55}$	0.9900
	$\log W_s = -0.941214 + 0.789253 (\log D^2 H)$	0.9721
	$\log W_b = -2.132710 + 1.096157 (\log D^2 H)$	0.9101
^{1/} <i>Avicennia officinalis</i>	$\log W_l = -1.443254 + 0.752373 (\log D^2 H)$	0.8854
	${}^2/WR = 0.0188D^{0.909}$	0.9500
	$\log W_s = -1.267919 + 0.897218 (\log D^2 H)$	0.9939
	$\log W_b = -2.712308 + 1.242563 (\log D^2 H)$	0.8939
^{1/} <i>Xylocarpus granatum</i>	$\log W_l = -2.317307 + 0.844606 (\log D^2 H)$	0.8496
	${}^3/WR = 1.28D^{1.17}$	0.8000
	$\log W_s = -0.867407 + 0.775906 (\log D^2 H)$	0.9484
	$\log W_b = -1.724536 + 0.959918 (\log D^2 H)$	0.9396
^{1/} <i>Aegiceras corniculatum</i>	$\log W_l = -0.518597 + 0.385954 (\log D^2 H)$	0.8789
	${}^4/WR = 0.145D^{2.55}$	0.9900
	$\log W_s = -0.917362 + 0.809971 (\log D^2 H)$	0.9256
	$\log W_b = -2.213311 + 1.021904 (\log D^2 H)$	0.8905
^{1/} <i>Heritiera littoralis</i>	$\log W_l = -1.397838 + 0.599885 (\log D^2 H)$	0.8494
	${}^5/WR = 0.199p^{0.899}D^{2.22}$	0.9500
	$\log W_s = -1.212497 + 0.875603 (\log D^2 H)$	0.9812
	$\log W_b = -2.750265 + 1.238747 (\log D^2 H)$	0.9755
^{1/} <i>Heritiera littoralis</i>	$\log W_l = -2.573129 + 0.923686 (\log D^2 H)$	0.9411
	${}^5/WR = 0.199p^{0.899}D^{2.22}$	0.9500

Remarks: W_s = Stem biomass (kg) W_b = Branch biomass (kg)
 W_l = Leaf biomass (kg) W_{pr} = Prop root biomass (kg)
 WR = Below-ground root biomass (kg) D = Diameter (cm)
 H = height (m) P = Average 0.53 t ha^{-1} (530 kg/m^3)

Sources: ^{1/}Department of Marine and Coastal Resources (2016); ^{2/}Tamai *et al.* (1986); ^{3/}Comley and McGuinness (2005); ^{4/}Poungpam *et al.* (2002); ^{5/}Komiyama *et al.* (2005)

ผลและวิจารณ์

ชนิดไม้

พบชนิดไม้ตามลักษณะวิสัย (habit) ในแปลงถาวร จำแนกได้เป็น ไม้ต้น (tree, T) ไม้ต้นขนาดเล็ก (shrubby tree, ST) และไม้พุ่ม (shrub, S) แบ่งออกเป็น 5 วงศ์ 7 สกุล 11 ชนิด โดยเป็นชั้นอายุไม้ใหญ่ จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) โปรงแดง (*Ceriops tagal*) แสมขาว (*Avicennia alba*) ตะบูนดำ

(*Xylocarpus moluccensis*) ถั่วดำ (*Bruguiera parviflora*) แสมดำ (*Avicennia officinalis*) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) เล็บมือนาง (*Aegiceras corniculatum*) และ หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis*) (Table 2) ไม้รุ่น จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ แสมขาว เล็บมือนาง ถั่วขาว โปรงแดง โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ และ ตะบูนดำ ส่วนกล้าไม้ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ แสมขาว ถั่วดำ โกงกางใบเล็ก และ โกงกางใบใหญ่ (Table 3) จากการศึกษา พบว่า ภายในแปลงถาวร ขนาด 1.2 เฮกเตอร์ พบพันธุ์ไม้ใหญ่ทั้งหมด 11 ชนิด จาก 5 วงศ์ จำนวนทั้งสิ้น 1,294 ต้น โดยมีวงศ์ Rhizophoraceae

เป็นวงศ์ที่มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) สูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 91.57 โดยเฉพาะ สกุล *Rhizophora* ที่มีโกงกางใบเล็ก จำนวน 772 ต้น และ โกงกางใบใหญ่ จำนวน 279 ต้น ส่วนอันดับรองลงไป คือสกุล *Bruguiera* ได้แก่ ถั่วขาว และถั่วดำ สำหรับชนิดไม้อื่น ๆ พบในวงศ์ Acanthaceae และวงศ์ Meliaceae วงศ์ละ 2 ชนิด ทั้งนี้ชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงถาวร เกือบทั้งหมดล้วนเป็นชนิดที่เป็นพรรณไม้ป่าชายเลนที่แท้จริงทั้งหมด ยกเว้น หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis*) ที่เป็นพันธุ์ไม้ป่าบกที่เข้ามาเจริญเติบโตได้ในบริเวณชายขอบของป่าชายเลน

(Zich *et al.*, 2020) สาเหตุที่หงอนไก่ทะเลมีน้อย ซึ่งพบเพียง 1 ต้น สืบเนื่องมาจากเป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่มักพบในบริเวณรอยต่อของแนวหลังป่าชายเลนกับป่าบก ทั้งบริเวณพื้นที่ดังกล่าวมีไม้ใหญ่ อย่างสกุลไม้โกงกางปกคลุมเรือนยอดอย่างหนาแน่นทำให้ความสามารถในการงอกของกล้าไม้ชนิดนี้มีน้อย รวมถึงมีกระแสน้ำค่อนข้างแรง พัดพาผลและกล้าไม้ออกไปนอกบริเวณจากการสำรวจพบมีกลุ่มไม้ต้นขนาดเล็ก รวม 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วขาว โปรงแดง และตะบูนขาว และกลุ่มไม้พุ่ม มี 1 ชนิด ได้แก่ เล็บมือนาง

Table 2 Species list of mangrove plants, habit, presence in plots and number of individuals in Klong Kam Phuan, Ranong province

Species	Genus	Family	Habit	No of plots	No of individuals
<i>Avicennia alba</i>	<i>Avicennia</i>	Acanthaceae	tree	12	26
<i>A. officinalis</i>	<i>Avicennia</i>	Acanthaceae	tree	1	2
<i>Aegiceras corniculatum</i>	<i>Aegicera</i>	Primulaceae	shrub	9	73
<i>Bruguiera cylindrica</i>	<i>Bruguiera</i>	Rhizophoraceae	small tree	47	104
<i>B. parviflora</i>	<i>Bruguiera</i>	Rhizophoraceae	tree	4	4
<i>Ceriops tagal</i>	<i>Ceriops</i>	Rhizophoraceae	small tree	24	26
<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Rhizophora</i>	Rhizophoraceae	tree	116	772
<i>R. mucronata</i>	<i>Rhizophora</i>	Rhizophoraceae	tree	85	279
<i>Xylocarpus granatum</i>	<i>Xylocarpus</i>	Meliaceae	small tree	1	1
<i>X. moluccensis</i>	<i>Xylocarpus</i>	Meliaceae	tree	6	6
<i>Heritiera littoralis</i>	<i>Heritiera</i>	Malvaceae	tree	1	1
Total (11)	7	5	3	-	1,294

จากการกระจายพรรณไม้ในแต่ละชนิดในแปลงถาวร พอสรุปได้ออกมาเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) บริเวณขอบคลองของแปลง 2) บริเวณตอนกลางของแปลง และ 3) บริเวณตอนบนของแปลง (Figure 2-4) ดังนี้

หนึ่งขอบคลอง พบว่า จะมีไม้เบิกนำอย่างผสมขาขึ้นอยู่บริเวณขอบคลอง รวมถึงเล็บมือนางที่ขึ้นตลอดแนวสำรวจ ทั้งนี้จะมีถั่วดำขึ้นอยู่บ้าง มี 2 ต้น จาก 2 แปลง

สองตอนกลาง พบว่า ถั่วขาวและโปรงแดงมีลักษณะแวดล้อมและสัดส่วนใกล้เคียงกัน โดยมีตะบูนดำขึ้นแทรกจับกลุ่มอยู่ โดยมีไม้โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ขึ้นครอบครองพื้นที่

สามตอนบน พบว่า ถั่วขาวมีความสมบูรณ์กว่าโปรงแดงอยู่มาก ส่วนผสมดำและตะบูนดำมีอย่างละ 2 ต้น บริเวณขอบ

แปลงล่าง รวมถึง ตะบูนขาวมี 1 ต้น ส่วนหงอนไก่ทะเลพบบริเวณด้านบนสุดของแปลง มี 1 ต้น ซึ่งทั้ง 3 บริเวณที่กล่าวมาสามารถเปรียบเทียบการศึกษาของ Tusinski and Verhagen (2014) ในพื้นที่ป่าชายเลน ประเทศเวียดนาม พบว่าครอบคลุมทั้ง 3 บริเวณนี้เช่นกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 Zonation ดังนี้ เริ่มตั้งแต่บริเวณขอบคลอง ที่มีไม้ผสมเป็นไม้เด่นเนื่องจากบริเวณนี้ลักษณะเป็นดินเลนงอกใหม่ น้ำจะท่วมถึงทุกครั้ง ขึ้น-ลง สมอ และบริเวณตอนกลางของแปลง พบว่ามีไม้โกงกางครอบครองพื้นที่ เป็นดินเลน น้ำท่วมถึงเป็นประจำ สุดท้ายบริเวณตอนบนของแปลงซึ่งอยู่ติดกับเขตป่าบก ที่มีไม้สกุลถั่วและไม้ตะบูนเป็นไม้เด่น บริเวณนี้ดินค่อนข้างแข็งน้ำจะท่วมถึงไม่สม่ำเสมอ



Figure 2 Distribution of (a) *Rhizophora apiculata*, Ra (b) *R. mucronata*, Rm (c) *Avicennia alba*, Aa (d) *A. officinalis*, Ao

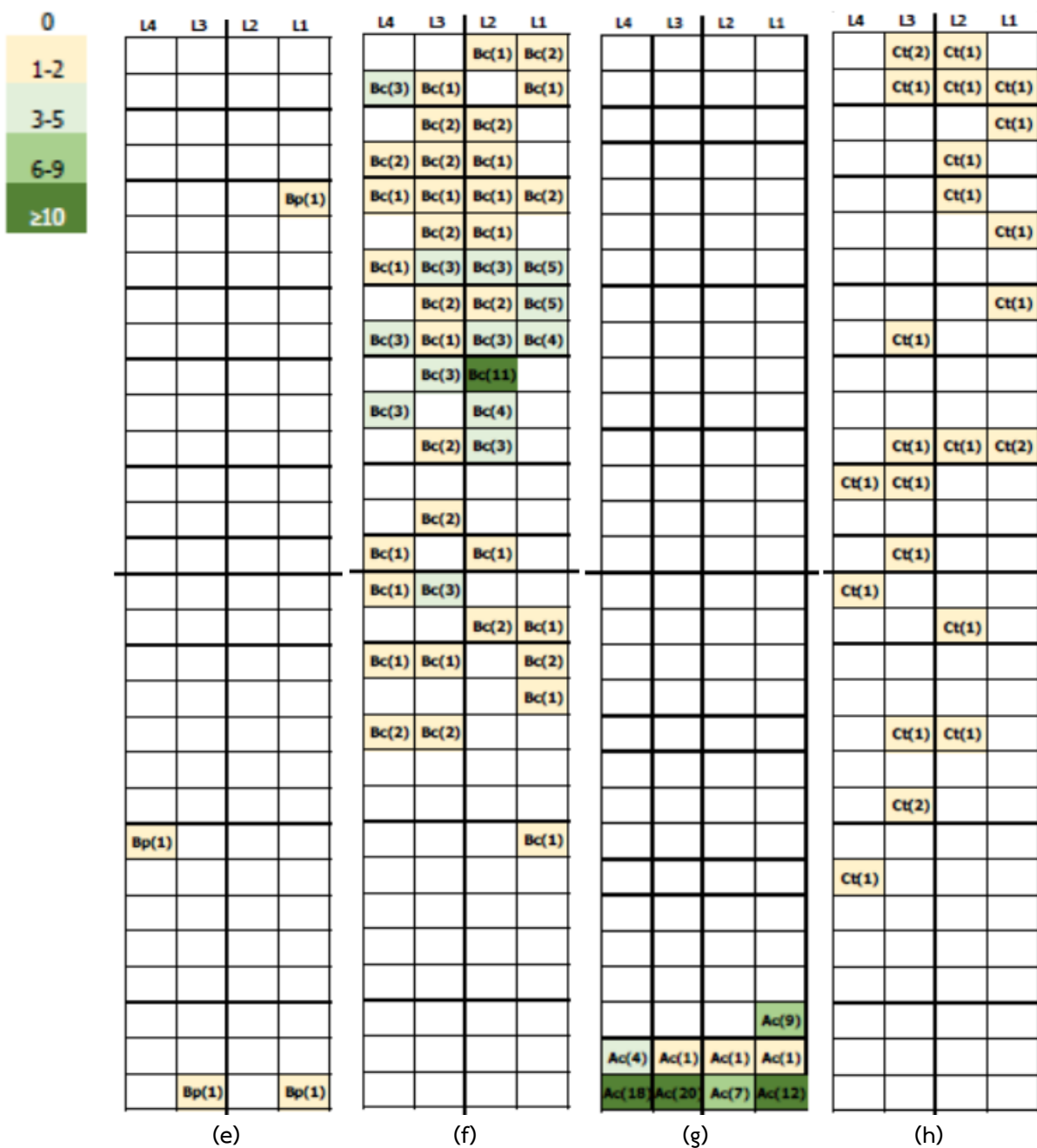


Figure 3 Distribution of (e) *Bruguiera parviflora*, Bp (f) *B. Cylindrica*, Bc (g) *Aegiceras corniculatum*, Ac (h) *Ceriops tagal*, Ct

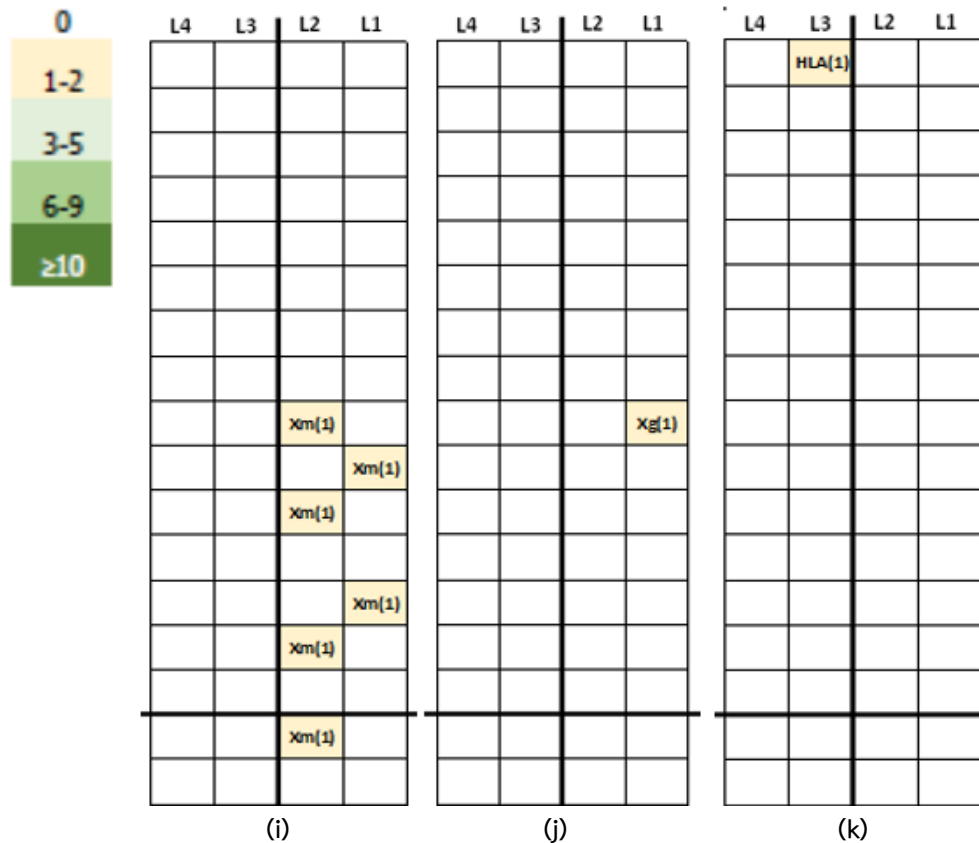


Figure 4 Distribution of (i) *Xylocarpus moluccensis*, *Xm* (j) *Xylocarpus granatum*, *Xg* (k) *Heritiera*

ความหนาแน่นของพรรณไม้

ไม้ต้น มีความหนาแน่น เท่ากับ 1,078 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยโก้งกางใบเล็ก มีความหนาแน่นสูงสุด 643 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือ โก้งกางใบใหญ่ 233 ต้นต่อเฮกตาร์ ทั้งสองชนิด คิดเป็นร้อยละ 81.26 (Table 3) ของไม้ต้นที่พบในแปลง ซึ่งถ้าพิจารณาค่าความหนาแน่นในพื้นที่แห่งนี้ จะพบว่าเป็นรูปแบบป่าชายเลนที่พบตามฝั่งแม่น้ำและร่องน้ำที่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดที่ไหลมาจากต้นน้ำอย่างสม่ำเสมอ มีพันธุ์ไม้เด่นอย่างไม้สกุลโก้งกางขึ้นครอบครองพื้นที่อย่างหนาแน่น อีกทั้งพื้นที่ดังกล่าวยังปราศจากภัยธรรมชาติและการลบกวนแต่อย่างใด มีการทดแทนทางธรรมชาติ ภายหลังจากการบุกรุกทำลายมาก่อนหน้านี้และเหตุภัยพิบัติคลื่นยักษ์สึนามิในปี พ.ศ. 2547 จึงเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์มากในปัจจุบัน ซึ่งใกล้เคียงกับ บริเวณศูนย์วิจัยทรัพยากรป่าชายเลนที่ 6 (สตูล) มีความหนาแน่น 1,016 ต้นต่อเฮกตาร์ (Chumriang *et al.*, 2021) และ ป่าชายเลนบริเวณเกาะยาวน้อยและเกาะยาวใหญ่ จังหวัดพังงา 1,270 ต้นต่อเฮกตาร์ (Yamprasai, 2021) แต่น้อยกว่าป่าชายเลนบริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑล จังหวัดระนอง ซึ่งพบว่ามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 1,905 ต้นต่อเฮกตาร์ (Meepol, 2010) และ 1,983 ต้นต่อเฮกตาร์ (Department of Marine and Coastal Resources, 2016)

ในระดับไม้รุ่น จำนวน 7 ชนิด มีความหนาแน่น 104 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยโก้งกางใบเล็ก มีความหนาแน่นมากที่สุด เท่ากับ 54 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมา คือ โก้งกางใบใหญ่ เท่ากับ 27 ต้นต่อเฮกตาร์ จากการสำรวจ พบว่า มีไม้รุ่นขึ้นกระจายอยู่ค่อนข้างน้อยตลอดแนวพื้นที่ศึกษา สืบเนื่องมาจากพรรณไม้ที่พบส่วนใหญ่ เป็นไม้ใหญ่และมีเรือนยอดปกคลุมต่อกันตลอดทั่วทั้งพื้นที่ แต่พรรณไม้ป่าชายเลนเป็นไม้ที่ชอบแสง (light demanding) ยกเว้นบริเวณที่ไม่มีไม้ใหญ่ปกคลุมหรือช่องว่างระหว่างป่า (forest gap) บริเวณแปลงย่อยที่ 33 ที่มีการล้มขอนนอนไพรตามธรรมชาติ เนื่องจากลมพายุ และฟ้าผ่า ทำให้มีการกระจายของไม้ใหญ่ขึ้นน้อย คาดว่าในอนาคตสังคมพืชในบริเวณนี้ จะถูกปกคลุมด้วยไม้ใหญ่มีความคล้ายคลึงกับสังคมป่าในปัจจุบันที่มีโก้งกางใบเล็ก เป็น องค์ประกอบหลัก

ในระดับกล้าไม้ มีจำนวน 4 ชนิด โดยมีความหนาแน่นของกล้าไม้ 1,025 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยโก้งกางใบเล็ก มีความหนาแน่นมากที่สุด 892 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือ โก้งกางใบใหญ่ 83 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยภาพรวมพบว่า ป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา มีแนวโน้มพลัดน้อย มีการทดแทนของไม้รุ่นและกล้าไม้น้อย ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากป่าชายเลนบริเวณดังกล่าวมีไม้ใหญ่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นทำให้ความสามารถในการงอกของกล้าไม้มีน้อย และมีกระแสน้ำค่อนข้างแรง พัดพาผลและกล้าไม้ แตกต่างจากผลการศึกษาใน

พื้นที่อื่น เช่น การศึกษาของ Meepol (2010) ในพื้นที่สงวนชีวมณฑล จังหวัดระนอง มีความหนาแน่นของไม้รุ่น เท่ากับ 1,105 ต้นต่อเฮกตาร์ และกล้าไม้ เท่ากับ 22,762 และ Pattanasingh *et al.* (2012) ศึกษาในพื้นที่ป่าชายเลนชุมชน

บ้านเปรีตโน จังหวัดตราด มีความหนาแน่นของไม้รุ่น เท่ากับ 7,222 ต้นต่อเฮกตาร์ และกล้าไม้ เท่ากับ 8,333 ต้นต่อเฮกตาร์ ทั้งนี้ เนื่องจากป่าชายเลนบ้านเปรีตโน เป็นป่าชายเลนที่ฟื้นตัวจากการทำนาเกลือ ระหว่าง ปี พ.ศ. 2526-2537

Table 3 Stand density by species in mangrove forest at Khlong Kam Phuan, Ranong province

Species	Density (individuals/ha)			
	Tree	Sapling	Seedling	Total
<i>Avicennia alba</i>	22	1	33	56
<i>A. officinalis</i>	2	-	-	2
<i>Aegiceras corniculatum</i>	61	13	-	74
<i>Bruguiera cylindrica</i>	87	6	-	93
<i>B. parviflora</i>	3	-	17	20
<i>Ceriops tagal</i>	22	4	-	26
<i>Rhizophora apiculata</i>	643	54	892	1,589
<i>R. mucronata</i>	233	27	83	343
<i>Xylocarpus granatum</i>	1	-	-	1
<i>X. moluccensis</i>	5	1	-	6
<i>Heritiera littoralis</i>	1	-	-	1
Total species	11	7	4	-
Total individuals	1,078	106	1,025	2,211

ขนาดของไม้ต้น

ไม้ต้นจำนวน 11 ชนิด มีความสูงเฉลี่ย 9.31 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 11.18 เซนติเมตร หากจำแนกเป็นแต่ละชนิด พบว่า แสมขาว มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 16.9 เมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 30.99 เซนติเมตร และตะบูนขาว มีค่าเฉลี่ยของความสูงน้อยสุด 4 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.6 เซนติเมตร แสมขาวมีความสูงมากกว่าไม้ชนิดอื่น เนื่องมาจากเป็นไม้ป่าชายเลนที่พบอยู่บริเวณริมคลอง มีความสามารถตอบสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น ความเค็มของน้ำทะเล การขึ้นลงของระดับน้ำทะเล รวมถึงสภาพดิน ทำให้พรรณไม้ชนิดดังกล่าวมีการเติบโตที่มากกว่าไม้ชนิดอื่น และผลการศึกษารังนี้ มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Meepol (2010) ที่รายงานค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เท่ากับ 10.13 เซนติเมตร และ 12.05 เมตร และการศึกษาของ Yamprasai (2021) พบค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เท่ากับ 12.58 เซนติเมตร และ 12.15 เมตร

ค่าดัชนีความสำคัญของไม้ต้น

ดัชนีความสำคัญ (importance value index, IVI) เป็นดัชนีที่บ่งบอกความสำคัญของชนิดไม้แต่ละชนิดที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ ซึ่งเป็นผลรวมของค่าร้อยละสัมพัทธ์ความหนาแน่น ค่าร้อยละสัมพัทธ์ความถี่ และค่าร้อยละสัมพัทธ์ความเด่นของพืชแต่ละชนิด และเมื่อพิจารณาดัชนี IVI ของพรรณไม้ในพื้นที่

ศึกษา พบว่า พรรณไม้ที่มีค่าดัชนี IVI สูงสุดคือ โกงกางใบเล็ก เท่ากับ ร้อยละ 165.02 รองลงมาคือ โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว แสมขาว และโปรงแดง มีค่าเท่ากับร้อยละ 72.46, 24.96, 12.75 และ 10.08 ตามลำดับ แสดงรายละเอียดไว้ใน (Table 4) โกงกางใบเล็กจึงเป็นชนิดพรรณไม้ที่มีอิทธิพลต่อบริเวณพื้นที่ศึกษาและเป็นชนิดพรรณไม้ที่สามารถครอบครองและกระจายพรรณในพื้นที่ดีกว่าพรรณไม้ชนิดอื่น และจากผลของค่าดัชนี IVI เห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกับป่าชายเลนที่สมบูรณ์ในพื้นที่ใกล้เคียง เช่น จากการศึกษาของ Meepol (2010) พบว่า ไม้โกงกางใบเล็ก มีค่าดัชนี IVI สูงที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 96.33 รองลงมาได้แก่ ถั่วดำ โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว และโปรงแดง ตามลำดับ เท่ากับร้อยละ 77.0, 49.33, 34.50 และ 16.33 ตามลำดับ และ จากการศึกษาของ Chumriang *et al.* (2021) พบว่า โกงกางใบเล็กมีค่า IVI สูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 146.17 รองลงมา คือ พังกาหัวสุมดอกแดง ถั่วขาว และตะบูนดำ มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 35-45 ส่วนพรรณไม้ชนิดอื่น ๆ จะมีค่าดัชนีความสำคัญน้อยกว่าร้อยละ 25 แต่ผลการศึกษาของ Pattanasingh *et al.* (2012) พบว่า โปรงแดงมีค่าดัชนี IVI สูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 86.27 รองลงมาได้แก่ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ตาตุ่มทะเล ถั่วขาว ตามลำดับเท่ากับร้อยละ 54.79, 17.53, 11.80 และ 8.81 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นป่าชายเลนที่อยู่ระหว่างการฟื้นตัวจากนาเกลือทิ้งร้าง ซึ่งจะแตกต่างไปจากพื้นที่ศึกษาและพื้นที่อื่น ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น ที่มีค่าดัชนี IVI สูงที่สุด คือ โกงกางใบเล็ก

Table 4 Importance value index (IVI) of mangrove forest at Khlong Kam Phuan, Ranong province

Species	Relative density (RD %)	Relative frequency (RF%)	Relative dominance (RDo%)	Importance value index (IVI%)
<i>Rhizophora apiculata</i>	59.66	37.90	67.45	165.02
<i>R. mucronata</i>	21.56	27.77	23.12	72.46
<i>Bruguiera cylindrica</i>	8.03	15.35	1.56	24.96
<i>Avicennia alba</i>	2.00	3.92	6.82	12.75
<i>Ceriops tagal</i>	2.00	7.84	0.22	10.08
<i>Aegiceras corniculatum</i>	5.64	2.94	0.32	8.90
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	0.46	1.96	0.08	2.50
<i>Bruguiera parviflora</i>	0.30	1.30	0.22	1.84
<i>Avicennia officinalis</i>	0.15	0.32	0.14	0.63
<i>Heritiera littoralis</i>	0.07	0.32	0.006	0.41
<i>Xylocarpus granatum</i>	0.07	0.32	0.004	0.40
	100	100	100	300

Shannon-Wiener diversity index: $H' = 1.22$

Margalef's index: $d = 1.39$

Pielou's evenness: $J' = 0.51$

ความหลากหลายชนิดของพรรณไม้

จากการคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของพรรณไม้ โดย Shannon-Wiener ที่ประกอบไปด้วยไม้ใหญ่จำนวน 11 ชนิด มีค่าเท่ากับ 1.22 ดัชนีความร่ำรวยของชนิดหรือ ความชุกชุม (species richness) เท่ากับ 1.39 ดัชนีความ สม่าเสมอของชนิด (species evenness) เท่ากับ 0.51 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ศึกษาดังกล่าวนั้นมีความหลากหลายทาง ชนิดพรรณต่ำ แตกต่างจากสภาพพื้นที่โดยรอบโดยเฉพาะใน แปลงศึกษา พรรณไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ พื้นที่หน้าตัดมาก มีการปกคลุมเรือนยอดอย่างหนาแน่นตลอด แนวพื้นที่ โดยเฉพาะไม้สกุลโกงกาง เห็นได้ว่ามีค่าดัชนี IVI สูง เมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ ในประเทศไทย ซึ่งกรมทรัพยากรทาง ทะเลและชายฝั่งได้มีการรายงานไว้ และสูงกว่ามากกับชนิดไม้ อันดับรองลงมาในแปลงศึกษา โดยค่าดัชนีความหลากหลาย ทางชนิดพรรณที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะใกล้เคียงกับ การศึกษาของ Meepol (2010) เท่ากับ 0.71 แต่พบน้อยกว่า การศึกษาของ Chumriang *et al.* (2021) เท่ากับ 1.39 โดย Shimwell (1971) กล่าวว่า ค่าดัชนีความหลากหลายทาง ชนิดพรรณเป็นการแสดงค่าที่รวมความสม่ำเสมอเอาไว้ รวมถึง ความมากมายของชนิดพรรณเข้าไว้ด้วยกัน ด้วยเหตุผลที่ว่า ถ้าในแต่ละชนิดพรรณมีจำนวนต้นใกล้เคียงกันก็เท่ากับว่าค่า ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดพรรณจะมีค่าสูงไปด้วย แต่ถ้าหาก จำนวนในแต่ละชนิดพรรณมีความแตกต่างกันมากก็จะส่งผลทำ ให้ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดพรรณจะต่ำไปด้วยเช่นกัน

จากผลความอุดมสมบูรณ์ทางชนิดพรรณต่อการ กระจายพรรณไม้ทั้ง 11 ชนิดที่พบในแปลงศึกษา โดยการ

เปรียบเทียบข้อมูลของ Aksornkaew (1998) พบว่ามีรูปแบบ กระจายแบ่งเขตพรรณไม้ (zonation) ครอบคลุมทุกกลุ่ม เริ่มตั้งแต่ริมชายฝั่งที่มีกระแสน้ำ-ลงของน้ำทะเล สามารถพบไม้ แสมและไม้ลำพูซึ่งเป็นไม้เบิกนำ แต่ในบางพื้นที่พบไม้โกงกาง ขึ้นอยู่แทน ส่วนกลางแปลงจะพบโกงกาง ถั่ว และโปรง ตามลำดับ ส่วนด้านในสุดของป่าชายเลนที่มีน้ำทะเลท่วมถึง เป็นครั้งคราว จะพบกลุ่มไม้ผาด ไม้ตะบูน และไม้ตาตุ่มขึ้นอยู่ โดยเฉพาะไม้แสมและไม้โกงกางมักขึ้นตามริมน้ำซึ่งเป็นดินเลน ลึกและมีน้ำทะเลท่วมถึงเป็นประจำ ถัดไปด้านหลังสุดของ ป่าชายเลนที่ติดกับป่าบก จะพบว่า มีกลุ่มไม้ตะบูน ไม้ผาด ไม้หนองไก่ และไม้ตาตุ่ม ขึ้นอยู่ในพื้นที่เลนแข็ง พื้นที่สูง และ น้ำทะเลท่วมถึงเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดเท่านั้น

ผลการศึกษาที่ได้สามารถแบ่งกลุ่มพรรณไม้ออกเป็น 3 โซน ดังนี้ 1.) โซนไม้แสม (*Avicennia* zone) ซึ่งมีระบบราก หายใจ (pneumatophore root) เนื่องจากบริเวณนี้ลักษณะ เป็นดินเลนงอกใหม่ (unconsolidated zone) ออกซิเจนในดิน ต่ำ รากจึงต้องปรับตัวให้โผล่เหนือพื้นดินเพื่อรับอากาศ บริเวณ นี้จะท่วมถึงทุกครั้งขึ้น-ลง สม่าเสมอ อยู่ในเขตนํ้าลงต่ำสุด (subtidal zone) ขึ้นร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่น ได้แก่ ถั่วดำ โกงกางใบเล็ก และโกงกางใบใหญ่ โดยจะพบเลื้อยมีอนาง กระจายพรรณเป็นกลุ่มลักษณะคล้ายแสมขาวที่อยู่บริเวณชาย คลอง 2.) โซนไม้โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* zone) ซึ่งมีระบบรากค้ำยัน (prop/knee root) เพื่อการจับยึด และค้ำยัน และยกตัวสูงให้พ้นระดับน้ำทะเล เนื่องจากเป็นดิน เลน และบริเวณนี้ น้ำจะท่วมถึงเป็นประจำ (regularly flooded) ขึ้นร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่น ได้แก่ แสมขาว ถั่วดำ

โก่งกางใบใหญ่ แต่มีถั่วขาว และโปรงแดง เป็นชนิดที่มีการกระจายพันธุ์เพิ่มเติมเข้ามามากขึ้น 3.) โซนสกุลไม้ถั่วและไม้ตะบูน (*Bruguiera* spp. & *Xylocarpus* zone) ซึ่งมีระบบรากพูพอน (buttress root) หรือระบบรากปกติ เนื่องจากอยู่บริเวณดินแข็ง บริเวณนี้น้ำจะท่วมถึงไม่สม่ำเสมอ (irregularly flooded) ขึ้นร่วมกับพันธุ์ไม้ชนิดอื่น ได้แก่ แสมดำ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ และหอนไก่ทะเล โดยมีโปรงแดง เป็นชนิดพันธุ์ที่โดดเด่นเพิ่มเติมเข้ามา ซึ่งในโซนนี้ จะมีความหนาแน่นมาก ใกล้เคียงกับถั่วขาว นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการกระจายของพันธุ์ไม้ในสามโซนที่กล่าวมา จะพบว่ามีโก่งกางใบเล็ก และโก่งกางใบใหญ่ เป็นไม้เด่นกระจายหนาแน่นครอบคลุมพื้นที่ทุกโซน (Figure 5) มากถึง

ร้อยละ 81.22 ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าโซนไม้โก่งกาง *Rhizophora* มีดัชนีความสม่ำเสมอทางชนิดค่อนข้างต่ำกว่าทุกโซน มีค่าเท่ากับ 0.23 เป็นเพราะว่าไม้โก่งกางเป็นไม้ไม่ทนร่ม หรือชอบแสง (light demanding) ทำให้ลูกไม้ที่อยู่ด้านล่างไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี และไม้ชนิดอื่นที่เข้ามาแทรกบริเวณนี้ทั้งที่มีจำนวนชนิดสูงแต่กับการกระจายไม่มากนักทำให้ความสม่ำเสมอไม่สูงตามเหมือนโซนอื่น ๆ และยังทำให้ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดมีค่าต่ำไปด้วย รวมถึงเมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของมวลชีวภาพรวม พบว่าทั้ง 3 โซน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ทั้งมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดิน (ดังแสดงใน Table 5)

Table 5 Diversity indices and biomass according to zoning of plant species in the Khlong Kam Phuan, Ranong province

	<i>Avicennia</i>	<i>Rhizophora</i>	<i>Bruguiera & Xylocarpus</i>
Diversity index			
Shannon-Wiener (H')	1.28	0.57	1.05
Species richness			
Margalef's index: d	0.69	0.95	1.19
Species evenness			
Pielou's evenness: J'	0.53	0.23	0.44
Total Species	5	6	9
Biomass (t ha⁻¹)			
Above-ground	234.59	342.04	388.66
Below-ground	41.32	93.09	114.78

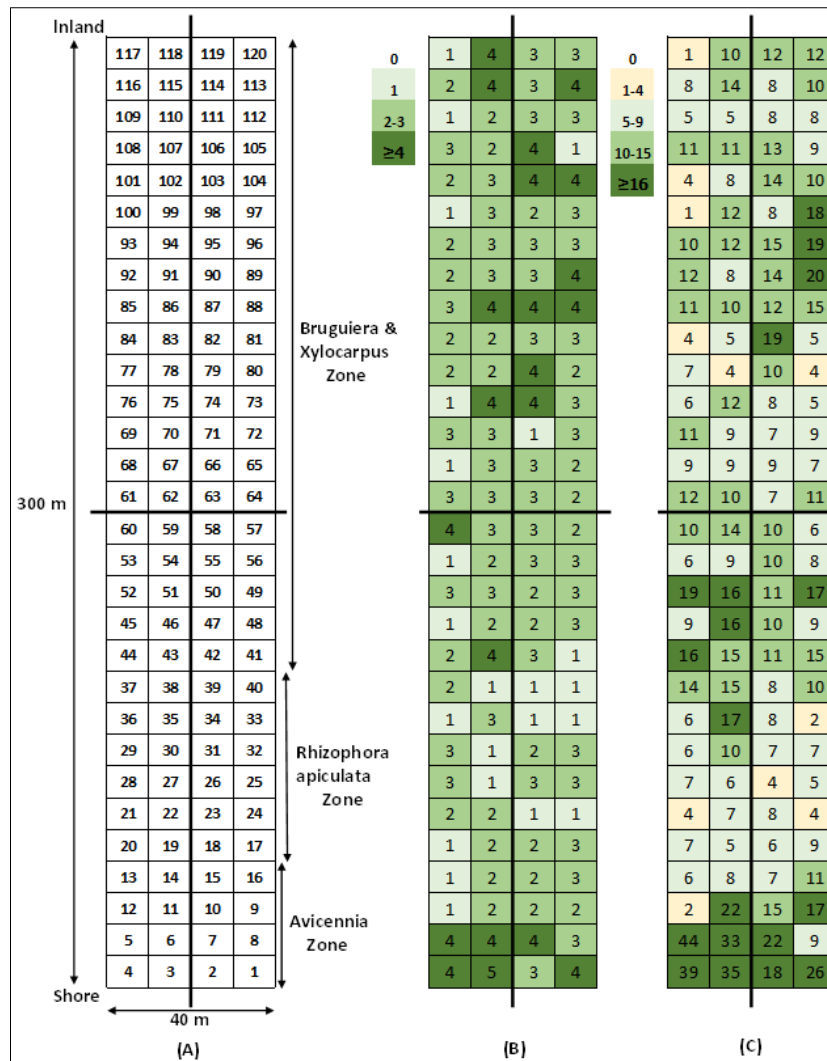


Figure 5 Distribution of plant species and density zonation in Khlong Kam Phuan (A) sub-plots according to tree species zonation (B) number of species in each plot (C) number of trees in each plot

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน

จากมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของไม้ใหญ่ในป่าชายเลน บริเวณคลองกำพวน โดยใช้สมการ Allometric equation ดังแสดงรายละเอียดไว้ใน Table 6 พบว่ามวลชีวภาพรวมของพรรณไม้ป่าชายเลน มีค่าเท่ากับ 459.70 ตันต่อเฮกตาร์ โดยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีปริมาณ เท่ากับ 359.03 (78.10%) ตันต่อเฮกตาร์ แบ่งเป็นมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และราก มีค่าเท่ากับ 185.41 (ร้อยละ 51.64), 72.28 (ร้อยละ 20.13), 13.82 (ร้อยละ 3.84) และ 87.50 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (ร้อยละ 24.37) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาแยกเป็นแต่ละชนิด พบว่า ชนิดไม้ที่มีมวลชีวภาพสูงสุดได้แก่ โกงกางใบเล็ก มีค่าเท่ากับ 251.69 ตันต่อเฮกตาร์ (ร้อยละ 70.10) รองลงมาได้แก่ โกงกางใบใหญ่ แสมขาว ถั่วขาว และเล็บมือนาง มีค่าเท่ากับ 81.45 (ร้อยละ 22.68), 22.16 (ร้อยละ 6.17), 2.59 (ร้อยละ 0.72) และ 0.33 ตันต่อเฮกตาร์ (ร้อยละ 0.09) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพของไม้ต้นในป่าชายเลน คลองกำพวนกับพื้นที่ใกล้เคียง พบว่า มีค่ามากกว่า Meepol (2010) และ Chumriang *et al.* (2021) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 119.76 และ 278 ตันต่อเฮกตาร์ แต่มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Department of Marine and Coastal Resources (2016) และ Ogino *et al.* (1983) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 329.23 และ 496.4 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับการศึกษาของ Komiyama *et al.* (2008) เท่ากับร้อยละ 20-30 แต่มีค่าน้อยกว่าการศึกษาของ Department of Marine and Coastal Resources (2016), Comley and McGuinness (2005) และ Rozainah *et al.* (2018) เท่ากับร้อยละ 40.27, 29-57 และ 44.9-48.1 ตามลำดับ ทั้งนี้จากการศึกษาความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพ พบว่าสัดส่วนความมากขึ้นอยู่กับป่าชายเลนของแต่ละประเภทตามภูมิภาคและภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป (Meng *et al.*, 2021) จากการศึกษามวลชีวภาพในครั้ง

นี้ทำให้ทราบว่า โกงกางใบเล็กมีมวลชีวภาพมากกว่าพรรณไม้ชนิดอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับค่าดัชนีความสำคัญ (IVI)

เหตุผลสำคัญที่ทำให้มวลชีวภาพในพื้นที่ป่าชายเลนคลองกำพวนมีค่าสูงนั้นมีค่าสูงนั้น เนื่องจากถูกอนุรักษ์ไว้และฟื้นฟูให้มีสภาพตามธรรมชาติหลังเหตุการณ์คลื่นยักษ์สึนามิเมื่อเวลาผ่านไปนาน จึงมีการทดแทนตามธรรมชาติเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยไม่มีการบุกรุกหรือรบกวนแต่อย่างใด สอดคล้องกับข้อมูลที่พบว่ามีส่วนของไม้ขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากในแปลงศึกษา สำหรับมวลชีวภาพของราก มีค่า

เท่ากับ 100.67 ตันต่อเฮกตาร์ (ร้อยละ 21.90) และเมื่อแยกเป็นแต่ละชนิด พบว่า ชนิดไม้ที่มีมวลชีวภาพสูงสุดคือโกงกางใบเล็ก มีค่าเท่ากับ 73.23 ตันต่อเฮกตาร์ (ร้อยละ 72.74) รองลงมาได้แก่ โกงกางใบใหญ่ แสมขาว เล็บมือนาง และตะบูนดำ มีค่าเท่ากับ 25.32 (ร้อยละ 25.15), 1.57 (ร้อยละ 1.55), 0.18 (ร้อยละ 0.17) และ 0.15 ตันต่อเฮกตาร์ (ร้อยละ 0.14) ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนมวลชีวภาพ พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพใต้ดิน คิดเป็นร้อยละ 21.90 ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

Table 6 Biomass of mangrove species at Khlong Kam Phuan, Ranong province

Species	Above ground biomass (t ha ⁻¹)					Below ground biomass (t ha ⁻¹)	Total biomass (t ha ⁻¹)
	Stem	Branch	Leaf	Stilt root	Total	Root	
<i>Avicennia alba</i>	12.99	8.84	0.32	0.00	22.16	1.574	23.73
<i>Avicennia officinalis</i>	0.16	0.12	0.009	0.00	0.30	0.058	0.35
<i>Aegiceras corniculatum</i>	0.28	0.03	0.002	0.00	0.33	0.184	0.51
<i>Bruguiera cylindrica</i>	1.77	0.48	0.33	0.00	2.59	0.009	2.59
<i>Bruguiera parviflora</i>	0.05	0.03	0.01	0.00	0.10	0.0003	0.1003
<i>Ceriops tagal</i>	0.18	0.06	0.03	0.00	0.28	0.120	0.40
<i>Rhizophora apiculata</i>	120.76	53.88	10.26	66.78	251.69	73.23	324.92
<i>R. mucronata</i>	49.11	8.78	2.82	20.71	81.45	25.32	106.77
<i>Xylocarpus granatum</i>	0.003	0.0011	0.0014	0.00	0.006	0.005	0.01
<i>X. moluccensis</i>	0.07	0.03	0.01	0.00	0.12	0.154	0.27
<i>Heritiera littoralis</i>	0.005	0.0012	0.0010	0.00	0.01	0.003	0.013
Total	185.41	72.28	13.82	87.50	359.03	100.67	459.70

สรุป

ป่าชายเลนบริเวณคลองกำพวน จังหวัดระนอง เป็นป่าชายเลนที่พบตามฝั่งแม่น้ำและร่องน้ำที่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดที่ไหลมาจากต้นน้ำอย่างสม่ำเสมอ และเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ ผลการศึกษาพบพันธุ์ไม้ในชั้นอายุไม้ใหญ่ ทั้งหมด 1,294 ต้น จำแนกได้ 5 วงศ์ 11 ชนิด โดยวงศ์ของพันธุ์ไม้ที่พบกระจายพันธุ์ในพื้นที่มากที่สุด คือวงศ์ Rhizophoraceae มีจำนวน 1,185 ต้น หรือร้อยละ 91.57 และชนิดพันธุ์ไม้ที่พบล้วนเป็นชนิดที่เป็นพรรณไม้ป่าชายเลนที่แท้จริงทั้งหมดจากการรายงานในประเทศไทย ยกเว้น หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis*) ที่มีการศึกษาในประเทศออสเตรเลีย พบว่าเป็นพันธุ์ไม้ป่าบกที่เข้ามาเจริญเติบโตได้ในบริเวณชายขอบของป่าชายเลนเท่านั้นมีมวลชีวภาพรวม เท่ากับ 459.70 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีปริมาณค่าที่สูงมากแห่งหนึ่งในประเทศไทยทำเทียบกับการศึกษาในพื้นที่อื่น ๆ โดยแยกเป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน เท่ากับ 359.03 ตันต่อเฮกตาร์ หรือร้อยละ 78.10 ของ

มวลชีวภาพรวม และมวลชีวภาพใต้ดินเท่ากับ 100.67 ตันต่อเฮกตาร์ หรือร้อยละ 21.90 ของมวลชีวภาพรวม

ผลจากงานวิจัยที่ได้ในครั้งนี้ ล้วนเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญเพื่อบอกความสามารถในการผลิตของป่าชายเลนในพื้นที่น่าไปเป็นข้อมูลการประเมินซื้อขายคาร์บอนเครดิต รวมไปถึงการเปรียบเทียบเพื่อตรวจติดตามเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงการแบ่งเขตของพรรณไม้ (zonation) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อน ที่เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งต่อการอยู่รอดของพรรณไม้ป่าชายเลน นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลสำหรับฟื้นฟูป่าชายเลนพื้นที่อื่น ๆ ให้กลับมามีสภาพดั้งเดิมในอนาคตอันใกล้ รวมถึงเป็นการต่อยอดงานวิจัยในครั้งต่อไป เช่น การเพิ่มพื้นที่แปลงตัวอย่าง หรือนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยอย่างโดรน (drone) เข้ามาสำรวจร่วม เพื่อเป็นการเปรียบเทียบให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและแม่นยำยิ่งขึ้น ทั้งนี้อุทยานแห่งชาติแหลมสนสามารถนำผลที่ได้ไปใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่อื่น ๆ ที่มี

ศักยภาพ เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าชายเลนให้มีความอุดมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นเหมือนในพื้นที่แห่งนี้ ซึ่งในอดีตเคยเป็นป่าชายเลนที่มีการบุกรุก ทั้งยังเกิดภัยพิบัติ แต่หลังจากนั้น ชุมชนได้ตระหนักและเห็นความสำคัญมีการร่วมแรงร่วมใจวางระเบียบการเข้าใช้ประโยชน์อย่างรัดกุมมีแบบแผน พร้อมได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างดี พื้นที่ดังกล่าวจึงมีความอุดมสมบูรณ์มาก ณ ปัจจุบัน

REFERENCES

- Aksornkaew, S. 1998. **Mangrove Forest Ecology and Management**, 2nd ed. Kasetsart University Press, Bangkok, Thailand (in Thai)
- Comley, B.W.T., McGuinness, K.A. 2005. Above-and below-ground biomass, and allometry, of four common northern Australian mangroves. **Australian Journal of Botany**, 53(5): 431-436.
- Chumriang, P., Nanthikan, P., Nattakarnnda, D. 2021. Structural and dynamics of mangrove forest at Mangrove Forest Resources Research Center 6 (Satun). **Journal of Thai Forest Ecological Research**, 5(1): 53-64. (in Thai)
- Department of Marine and Coastal Resources. 2016. **Biodiversity in the Mangrove Forest 1 Decade of Resources Biology in the Mangrove Forest (2006-2015)**. Agricultural Cooperative Community Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Department of Marine and Coastal Resources. 2021. **Knowledge Manual about Mangrove Forest**. 7th ed. Ploy media Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Du, L. V. 1962. **Ecology and Silviculture of Mangrove**. Yale Univ. School of Forest. Unpublished mimeo. 26 pp.
- Hongxiao, L., Hai, R., Dafeng, H., Wenqing, W., Baowen, L., Qingxian, C. 2013. Carbon stocks and potential carbon storage in the mangrove forest of China. **Journal of Environmental Management**, 133: 86-93.
- Kasetsart University. 2007. **Ranong Coastal Resources Research Station, Prapas Beach and Kampuan Canal: Impact and management of tsunami**. Aksorn Siam Printing Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Komiyama, A., Ong, J.E., Pongpam, S. 2008. Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. **Aquatic Botany**, 89: 128-137.
- Komiyama, A., Pongpam, S., Kato, S. 2005. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. **Journal of Tropical Ecology**, 21: 471-477.
- Meepol, W. 2010. Carbon sequestration of mangrove forests at Ranong Biosphere Reserve. **Journal of Forest Management**, 4(7): 33-47. (in Thai)
- Meng, Y., Bai, J., Gou, R., Cui, X., Feng, J., Dai, Z., Diao, X., Zhu, X., Lin, G. 2021. Relationships between above- and below-ground carbon stocks in mangrove forests facilitate better estimation of total mangrove blue carbon. **Carbon Balance and Management**, 16:8. doi.org/10.1186/s13021-021-00172-9
- Ogino, K., Tamai, S., Tabuchi, R., Nakasuga, T. 1983. In: **Forest Ecological Studies of Mangrove Ecosystem: Biomass of Mangrove Forest, Ranong, Southern Thailand**. Thai-Japanese Cooperative Research Project on Mangrove Productivity and Development. March 1983, Japan.
- Pattanasingsh, N., Phuangjit, L., Chamroenphruek, M. 2012. Biomass production, litterfall and litter decomposition Prednai Community Mangrove Forest of Trat province. **Thai Journal of Forestry**, 31(3): 15-24. (in Thai)
- Pongpam, S., Komiyama, A., Jintana, V., Piriyaota, S., Sangtuan, T., Tanapermpool, P., Patanaponpaiboon, P., Kato, S. 2002. Aquantitative analysis on the root system of a mangrove, *Xylocarpus granatum* Koenig. **Tropics**, 12: 35-42.
- Research Station for Andaman Coast Development. 2014. **Research Master Plan for Ecosystem Development Suksamran District, Ranong Province 2015-2020**. Aksorn Siam Printing Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)

- Rozainah, M.Z., Nazri, M.N., Sofawi, A.B., Hemati, Z., Juliana, W.A. 2018. Estimation of carbon pool in soil, above and belowground vegetation at different types of mangrove forests in Peninsular Malaysia. **Marine Pollution Bulletin**, 137: 237-245.
- Shimwell, D.W. 1971. **The Description and Classification of Vegetation**. Sidgwick and Jackson, London, England.
- Tamai, S., Nakasuga, T., Tabuchi, R., Ogino, K. 1986. Standing biomass of mangrove forests in southern Thailand. **Journal of the Japanese Forest Society**, 68: 384-388.
- Tusinski, A., Verhagen, H.J. 2014. The use of mangroves in coastal protection. In: **Proceedings of COPEDEC 2012, 20-24 February 2012**. COPEDEC 2012, IIT Madras, Chennai, INDIA.
- Walters, B.B., Rönnbäck, P., Kovacs, J.M., Crona, B., Hussain, S.A., Badola, R., Primavera, J.H., Barbier, E., Dahdouh-Guebas, F. 2008. Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: A review. **Aquatic Botany**, 89: 220-236.
- Yamprasai, S. 2021. **Biodiversity of Mangrove Species of Koh Yao Noi and Kho Yao Yai at Phang Nga Province**. <https://www.dmcrtth.dmcg.go.th>, 6 July 2023. (in Thai)
- Zich, F.A., Hyland, B.P.M., Whiffen, T., Kerrigan, R.A. 2020. *Heritiera littoralis*. **Australian Tropical Rainforest Plants Edition 8 (RFK8)**. Centre for Australian National Biodiversity Research (CANBR), Australian government, Acton ACT, Australia.
-