

ผลของการฟื้นฟูป่าชายเลนต่อการเติบโตของปูดำ (*Scylla olivacea*) ในจังหวัดปัตตานี

Effects of Mangrove Forest Rehabilitation on the Growth of Mud Crab (*Scylla olivacea*) in Pattani Province

วรากร กุญแจนาค^{1,2}, สมพร แมลิม^{1*} และขรรค์ชัย ประสานัย¹
Warakon Kunchaenak^{1,2}, Somporn Maelim^{1*} and Khanchai Prasanai¹

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

¹Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

²กองอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง แจ้งวัฒนะ กรุงเทพฯ 10210

²Mangrove Conservation Division, Department of Marine and Coastal Resources, Chaengwattana, Bangkok 10210, Thailand

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

รับต้นฉบับ 21 มีนาคม 2568

Received: 21 March 2025

รับแก้ไข 22 พฤษภาคม 2568

Revised: 22 May 2025

รับลงพิมพ์ 27 พฤษภาคม 2568

Accepted: 27 May 2025

ABSTRACT

Mangrove forests are an important resource to maintain the balance of an ecosystem and are a food source for the local communities. Their past abundance has been increasingly under threat, with the area of mangrove forests having continuously decreased and with it, the aquatic species richness. The objective of this study was to investigate the trees, their growth, and biomass of mangrove species after being planted in a forest rehabilitation area (demonstration area located at the Bang Pu Sub-District, Yaring District, Pattani Province) and to compare the growth rate of mud crabs (*Scylla olivacea*) cultured in the demonstration area at Bangpu sub – district, Yaring District with the abandoned shrimp ponds at Bang Khao sub-district, Nong Chik District, Pattani Province. The study also investigated some environmental factors in these areas over a period of seven months. (July 2023 – February 2024)

The results showed that a total five tree species in the demonstration area were found namely *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera cylindrica*, *Avicennia alba* and *Sonneratia ovata*. The total estimated biomass was 13.21 tons/rai (82.56 tons/ha), with 9.97 tons/rai (62.31 tons/ha) of aboveground and 3.24 tons/rai (20.25 tons/ha) of belowground biomass. The crabs cultured in demonstration area and abandoned shrimp ponds had an average growth rate of 0.31 and 0.22 mm./day, respectively. Furthermore, the mud crabs cultured in demonstration area and abandoned shrimp ponds had survival rates of 52.5 % and 42.0 %, respectively. The study related to environmental factors showed that water chemical properties (of ammonia and nitrate) in the demonstration area was within the standard value for coastal aquaculture, but that of the abandoned shrimp ponds exceeded the standard values.

Keywords: Mangrove forest; Rehabilitation; Mud crab; *Scylla olivacea*; Growth

บทคัดย่อ

ป่าชายเลนเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญในการช่วยรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ ตลอดจนเป็นแหล่งอาหารของประชาชน ในอดีตป่าชายเลนเคยมีความอุดมสมบูรณ์ หากแต่ในปัจจุบันพื้นที่ป่าชายเลนกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง ปริมาณสัตว์น้ำตามธรรมชาติจึงลดลงตามไปด้วย การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชนิดไม้ การเติบโต และปริมาณมวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลน ภายหลังการปลูกฟื้นฟู ในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี และเปรียบเทียบอัตราการเติบโตของปูดำ (*Scylla olivacea*) ที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง และพื้นที่นากุ้งร้าง ตำบลบางเขา อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี รวมถึงศึกษาปัจจัยแวดล้อมบางประการในพื้นที่ดังกล่าว โดยทำการศึกษาเป็นเวลา 7 เดือน (กรกฎาคม 2566 – กุมภาพันธ์ 2567)

ผลการศึกษาพบว่า ในพื้นที่แปลงสาธิตพบชนิดไม้ทั้งสิ้น 5 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว แสมขาว และลำแพน มีมวลชีวภาพรวม 13.21 ตัน/ไร่ (82.56 ตัน/เฮกตาร์) เป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 9.97 ตัน/ไร่ (62.31 ตัน/เฮกตาร์) และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน 3.24 ตัน/ไร่ (20.25 ตัน/เฮกตาร์) จากการศึกษาอัตราการเติบโตของปูดำ พบว่า ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต และปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นากุ้งร้าง มีอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ย 0.31 และ 0.22 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ โดยปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต มีอัตราการรอดตายร้อยละ 52.5 และปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นากุ้งร้าง มีอัตราการรอดตายร้อยละ 42.0 และเมื่อพิจารณาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมบางประการ พบว่า สมบัติทางเคมีของน้ำในพื้นที่แปลงสาธิตอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง หากแต่ในบริเวณพื้นที่นากุ้งร้าง มีสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการที่สูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ได้แก่ แอมโมเนีย และไนเตรท อันเนื่องมาจาก อาหารสดที่ใช้เลี้ยงปูดำตกค้างในบ่อ จึงทำให้น้ำเกิดการเน่าเสีย

คำสำคัญ: ป่าชายเลน การฟื้นฟู ปูทะเล ปูดำ การเติบโต

คำนำ

ป่าชายเลน (mangrove forest) เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าอย่างยิ่งทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ในระบบนิเวศประกอบด้วยสังคมพืชและสัตว์ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันเป็นห่วงโซ่อาหารภายใต้อิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล ทรัพยากรป่าชายเลนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของชายฝั่งทะเล ช่วยรักษาความสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล และระบบนิเวศข้างเคียง ช่วยบรรเทาความรุนแรงจากภัยธรรมชาติ เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ ตลอดจนเป็นแหล่งอาหาร และแหล่งรายได้ของประชาชนจากการทำประมง (Department of Marine and Coastal Resources, 2021) ในอดีตป่าชายเลนเคยมีความอุดมสมบูรณ์ และมีศักยภาพเพียงพอที่จะรองรับการใช้ประโยชน์จากชุมชนได้ หากแต่ในปัจจุบันพื้นที่ป่าชายเลนกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง ปริมาณสัตว์น้ำตามธรรมชาติจึงลดลงตามไปด้วย เหตุดังกล่าวไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ หากแต่ยังส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตของชุมชนชายฝั่งที่ต้องพึ่งพิงป่าชายเลนในการดำรงชีวิต (Aksornkaew, 1998)

ในวิถีชีวิตของชุมชนชายฝั่ง ป่าชายเลนนับเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิต ประชากรส่วนใหญ่ในชุมชนประกอบอาชีพประมง และประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่าง ๆ เช่น กุ้งกุลาดำ ปลากระพง ปูทะเล ฯลฯ ทั้งในบริเวณป่าชายเลนและบริเวณโดยรอบ ซึ่งปูทะเลเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศ

อีกทั้งยังเป็นที่ยินยอมของผู้บริโภค ตลาดมีความต้องการสูงในประเทศไทยพบ 4 ชนิด ได้แก่ ปูดำ ปูขาว ปูเขียว และปูม่วง โดยปูทะเลที่พบมากที่สุดในประเทศไทย และนิยมเลี้ยงกันในปัจจุบัน คือ ปูดำ (*Scylla olivacea*) (Department of Fisheries, 2021) ซึ่งปูดำพบกระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำกร่อยป่าชายเลน และปากแม่น้ำที่น้ำทะเลท่วมถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นหาดโคลน หรือเลนที่มีป่าแสม และโกงกางขึ้นอยู่ โดยขุดรูอยู่ใต้รากไม้หรือเนินดินบริเวณชายฝั่งทะเลพบทั้งทางฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน (Department of Fisheries, n.d.)

ปูดำเป็นสัตว์น้ำที่มีมูลค่าสูง จึงทำให้มีการจับหาปูดำในป่าชายเลนเพื่อนำมาจำหน่ายมากขึ้น ประกอบกับพื้นที่ป่าชายเลนอันเป็นแหล่งอาศัยของปูดำขาดความอุดมสมบูรณ์ทำให้ปริมาณปูดำตามธรรมชาติไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด (Paibulkichakul *et al.*, 2016) ปัจจุบันจึงมีการเลี้ยงปูดำมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ โดยเลี้ยงในบ่อดิน นาุ้งร้าง และบ่อซีเมนต์ (Heamasaton and Pisuttharachai, 2017) ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาชนิดไม้ การเติบโต และปริมาณมวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลนในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเติบโตของปูดำ ที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง และในพื้นที่นาุ้งร้าง ตำบลบางเขา อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี รวมถึงศึกษาปัจจัยแวดล้อมบางประการในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อนำไปสู่การเป็นพื้นที่ตัวอย่างในการฟื้นฟูป่าชายเลนร่วมกับการเลี้ยงปูดำ

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาใน 2 พื้นที่ ได้แก่

1. พื้นที่แปลงสาธิต ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลบางเข อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี มีเนื้อที่ประมาณ 1.37 ไร่ ในอดีตพื้นที่นี้เคยเป็นพื้นที่ป่าชายเลนเสื่อมโทรม ผ่านกระบวนการปลูกฟื้นฟูและปลูกเสริมมาเป็นระยะเวลาประมาณ 15 ปี และมีการจัดทำพื้นที่ดังกล่าวเป็นแปลงสาธิต เพื่อศึกษาการเลี้ยงปูดำในพื้นที่ป่าชายเลนที่ผ่านการฟื้นฟู โดยทำการกั้นพื้นที่แปลง

สาธิตด้วยตาข่ายและกระเบื้องลอนคู่เพื่อป้องกันปูหลบหนี และมีช่องทางให้น้ำสามารถไหลเข้าออกได้ตามธรรมชาติ (Figure 1)

2. นากุ้งร้าง ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลบางเข อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี มีเนื้อที่ประมาณ 1.7 ไร่ ในอดีตพื้นที่นี้เคยมีการเลี้ยงกุ้ง และถูกปล่อยให้ทิ้งร้าง ภายหลังจึงได้นำพื้นที่ดังกล่าวมาจัดทำเป็นพื้นที่เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่มีรายได้เสริมจากการเลี้ยงปูดำ มีการปรับพื้นที่ให้มีความเหมาะสมกับการเลี้ยงปูตามรูปแบบของกรมประมง โดยมีพื้นที่เนินดินบริเวณกลางบ่อ กั้นขอบบ่อด้วยตาข่ายและกระเบื้องลอนคู่เพื่อป้องกันปูหลบหนี และระบายน้ำเข้า – ออกผ่านประตูระบายน้ำ (Figure 1)

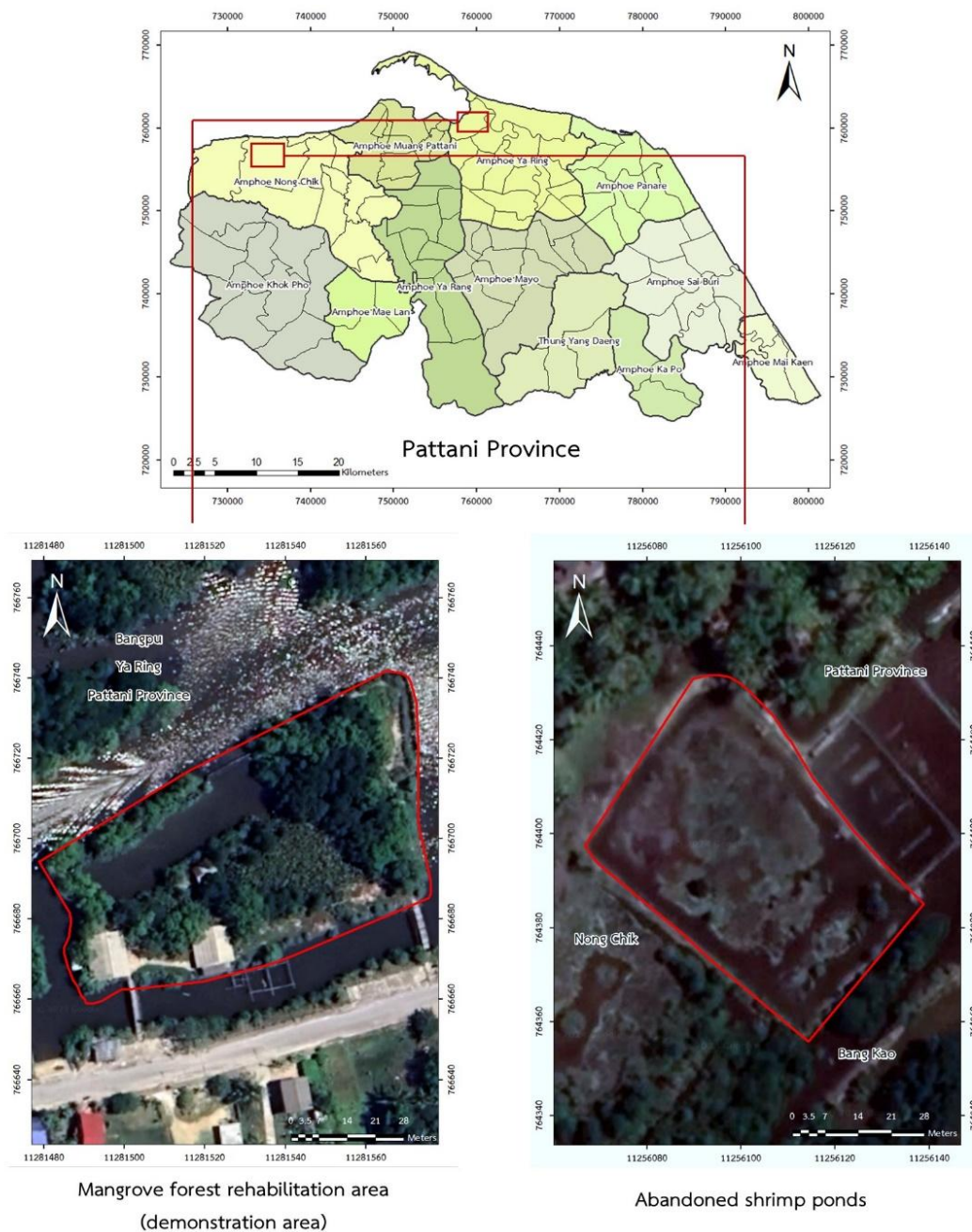


Figure 1 The location of study area: mangrove forest rehabilitation area (demonstration area) at Yaring district and an abandoned shrimp pond at Nong Chik district, Pattani province

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การจำแนกชนิดไม้ และการวัดการเติบโตของไม้ป่าชายเลน

ทำการศึกษาชนิดไม้ และการเติบโตของไม้ป่าชายเลนในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี โดยทำการสำรวจไม้ทุกต้นในแปลง (1.37 ไร่) ทำการจำแนกชนิดไม้ที่พบตามหลักอนุกรมวิธาน (Royal Forest Department, 2014) เก็บข้อมูลความสูงของไม้โดยใช้เครื่องมือฮาकाแอลติมิเตอร์ และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของไม้ป่าชายเลน โดยเก็บข้อมูลเฉพาะไม้ใหญ่ (tree) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ในส่วนของไม้ที่มีรากค้ำยันทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเหนือคอรากเส้นบนสุด 20 เซนติเมตร (Department of Marine and Coastal Resources, 2013)

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมบางประการ

ทำการศึกษาปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี และในพื้นที่นาุ้งร้าง ตำบลบางเขา อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี โดยทำการเก็บข้อมูลทุกเดือน ในช่วงเวลาเดียวกันกับการเก็บข้อมูลการเติบโตของปูดำ ซึ่งทั้ง 2 พื้นที่ มีวิธีการเช่นเดียวกัน ดังนี้

การศึกษาคุณภาพดิน ต้องทำการขุดหลุมขนาด 50 เซนติเมตร × 50 เซนติเมตร และสีกกลงไปในแนวดิ่ง 50 เซนติเมตร พื้นที่ละ 10 จุด กระจายทั่วพื้นที่นั้น ๆ เพื่อทำการตรวจสอบวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ เปรียบเทียบสีดิน และจำแนกเนื้อดิน โดยใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. วัดค่าความเป็นกรด - ด่างของดิน (soil pH) ของดิน โดยใช้เครื่อง pH มิเตอร์ จุ่มหัวเครื่องลงในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร

2. วัดอุณหภูมิของดิน โดยใช้ปรอทจุ่มหัววัดลงในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร รอจนกว่าปรอทจะหยุดนิ่ง จึงทำการบันทึกค่าอุณหภูมิของดิน

3. การเทียบสีดิน โดยการเก็บตัวอย่างดินมาเทียบกับสมุดเทียบสีดิน และบันทึกค่าสีดินที่วัดได้

4. การจำแนกลักษณะเนื้อดิน โดยนำตัวอย่างดินมาปั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 – 3 เซนติเมตร และจำแนกเนื้อดินตามขั้นตอนการตรวจสอบเนื้อดินของ Department of Marine and Coastal Resources (2013)

การศึกษาคุณภาพน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำ พื้นที่ละ 10 จุด กระจายทั่วพื้นที่นั้น ๆ โดยจะใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 500 มิลลิลิตร นำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ ภายในระยะเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ค่าเคมีในน้ำที่มีความเที่ยงตรงที่สุด ยกเว้นข้อมูลอุณหภูมิน้ำจะทำการวัดทันทีขณะเก็บตัวอย่างน้ำ โดยใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. ตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำ โดยใช้ปรอทวัดอุณหภูมิหย่อนลงในขวดเก็บตัวอย่างน้ำ รอจนปรอทหยุดนิ่งจึงทำการบันทึกค่าอุณหภูมิที่วัดได้

2. การตรวจวัดค่าความเค็มน้ำ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ของน้ำ โดยใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำ HACH (รุ่น HQ40D) ซึ่งสามารถเปลี่ยนหัวอ่านเพื่ออ่านค่าเคมีในน้ำที่ต้องการได้ ก่อนใช้เครื่องต้องปรับให้เป็นค่ามาตรฐานก่อน จากนั้นจึงทำการจุ่มหัวอ่านค่าลงในขวดตัวอย่างน้ำ รอจนตัวเลขหยุดนิ่งและมีสัญญาณเตือน จึงทำการอ่านค่า และบันทึกค่าที่อ่านได้

3. การตรวจวัดปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน และไนเตรทในน้ำ ทำการตรวจวัดด้วยชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำภาคสนาม จากภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสารแต่ละชนิดจะใช้ชุดทดสอบที่ต่างกัน ทั้งนี้คู่มือการใช้งานจะระบุไว้ในกล่องชุดทดสอบ

การเติบโตของปูดำ

การศึกษาการเติบโตของปูดำ โดยการทดลองเลี้ยงปูดำอายุ 5 เดือน จำนวน 400 ตัว ปล่อยเลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต จำนวน 200 ตัว และปล่อยเลี้ยงในนาุ้งร้างจำนวน 200 ตัว ปูดำที่ปล่อยเลี้ยงทั้ง 2 พื้นที่มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:1 มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 67.30 ± 13.07 และ 68.01 ± 13.56 กรัม ตามลำดับ และมีความกว้างกระดองเฉลี่ย เท่ากับ 61.34 ± 2.05 และ 61.84 ± 2.29 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทำการให้อาหารปูดำในช่วงเย็นของทุกวัน โดยให้เนื้อปลาสดปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว (Department of Fisheries, 2021) ทำการปรับลดหรือเพิ่มปริมาณอาหารตามความต้องการของปูดำ โดยการสังเกตปริมาณอาหารที่ตกค้างรอบๆบ่อ หากมีอาหารตกค้าง จะต้องทำการปรับลดปริมาณลง (Havanont and Praipanapong, 2003) แล้วทำการสุ่มเพื่อวัดการเติบโตของปูดำ จากการวางลอบดักปู เดือนละ 1 ครั้ง (30 วัน/ครั้ง) โดยเริ่มสุ่มจับครั้งแรกในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 รวมระยะเวลาทั้งหมด 7 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลองปูดำจะมีอายุ 1 ปีพอดี ซึ่งเป็นช่วงที่ปูมีความสมบูรณ์เพศ (Department of Fisheries, n.d.) พร้อมทั้งจดบันทึกน้ำหนัก เพศ และขนาดความกว้างกระดองของปูดำที่จับได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลมวลชีวภาพ

มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass)

มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน คำนวณได้จากสมการแอลโลเมตริก (allometric equations) ตามการศึกษาของ Department of Marine and Coastal Resources (2008) ดัง Table 1 หลังจากนั้นจึงนำค่าปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ มาคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ดังสมการที่ (1)

Table 1 Allometric equations used to estimate the aboveground biomass of mangrove species

Species	Equation	R ²
<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	$\log W_s = -1.117143 + 0.881750 (\log D^2 H)$	0.9899
	$\log W_b = -1.745870 + 0.951062 (\log D^2 H)$	0.9216
	$\log W_l = -1.072607 + 0.600880 (\log D^2 H)$	0.9042
<i>Rhizophora mucronata</i> Lam.	$\log W_s = -1.259330 + 0.935224 (\log D^2 H)$	0.9722
	$\log W_b = -1.409218 + 0.786635 (\log D^2 H)$	0.9178
	$\log W_l = -1.246857 + 0.622163 (\log D^2 H)$	0.9030
<i>Bruguiera cylindrica</i> (L.) Blume	$\log W_s = -1.173820 + 0.890752 (\log D^2 H)$	0.9905
	$\log W_b = -1.958986 + 0.960582 (\log D^2 H)$	0.8775
	$\log W_l = -1.398221 + 0.725531 (\log D^2 H)$	0.8775
<i>Avicennia alba</i> Blume	$\log W_s = -1.212497 + 0.875603 (\log D^2 H)$	0.9812
	$\log W_b = -2.750265 + 1.238747 (\log D^2 H)$	0.9755
	$\log W_l = -2.573129 + 0.923686 (\log D^2 H)$	0.9411
<i>Sonneratia ovata</i> Backer	$\log W_s = -1.141472 + 0.853377 (\log D^2 H)$	0.9911
	$\log W_b = -2.543337 + 1.153740 (\log D^2 H)$	0.9433
	$\log W_l = -0.635249 + 0.328671 (\log D^2 H)$	0.9256

$$W_A = W_s + W_b + W_l \quad (1)$$

เมื่อ W_A คือ ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)
 W_s คือ ปริมาณมวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัม)
 W_b คือ ปริมาณมวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม)
 W_l คือ ปริมาณมวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัม)

มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (belowground biomass)

มวลชีวภาพใต้พื้นดิน คำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่าง
 มวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยใช้สูตรของ
 IPCC (2006) ดังสมการที่ (2)

$$W_B = W_A \times k \quad (2)$$

เมื่อ W_B คือ ปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (กิโลกรัม)
 W_A คือ ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)
 k คือ ค่าคงที่
 โดยที่ ไม้โกงกาง มีค่าคงที่ (k) = 0.48 (Faculty of
 Forestry, 2011)
 ไม้ชนิดอื่น ๆ มีค่าคงที่ (k) = 0.27 (IPCC, 2006)

มวลชีวภาพทั้งหมด ดังสมการที่ (3)

$$W_{Total} = W_A + W_B \quad (3)$$

เมื่อ W_{Total} คือ ปริมาณมวลชีวภาพรวม (กิโลกรัม)
 W_A คือ ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน
 (กิโลกรัม)

W_B คือ ปริมาณมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (กิโลกรัม)

การเติบโตของปูด้า

การสุ่มจับปูด้าจากทั้ง 2 บริเวณ ได้แก่ ในพื้นที่แปลง
 สาธิต และในพื้นที่นาทุ่งร้าง โดยทำการวางลอบดักปู พื้นที่ละ
 20 ลอบ และนำมาวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความกว้างกระดองที่เพิ่มขึ้น และ
 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

คำนวณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความกว้างกระดองที่เพิ่มขึ้น
 และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ตามวิธีของ Gordon and Brown
 (1957) ดังสมการที่ (4) – (6)

$$BW_{increase} = BW_F - BW_s \quad (4)$$

$$BW_T = \frac{BW_F - BW_s}{T} \quad (5)$$

$$CW_{increase} = CW_F - CW_s \quad (6)$$

เมื่อ $BW_{increase}$ คือ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)

BW_F คือ น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)

Bw_s คือ น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)

Bw_T คือ อัตราการเติบโตของกระตองเฉลี่ย (กรัมต่อวัน)

T คือ ระยะเวลาในการทดลอง (วัน)

CW_{increase} คือ ความกว้างกระตองที่เพิ่มขึ้น (มิลลิเมตร)

CW_F คือ ความกว้างกระตองสุดท้าย (มิลลิเมตร)

CW_s คือ ความกว้างกระตองเริ่มต้น (มิลลิเมตร)

2. อัตราการเติบโตของกระตองเฉลี่ย

คำนวณค่าอัตราการเติบโตของกระตองเฉลี่ยด้วยวิธีการสร้างกราฟและสมการถดถอยเชิงเส้น ระหว่างระยะเวลาในการทดลองและความกว้างกระตองของปูดำ โดยเวลาในการทดลองเป็นตัวแปรอิสระและความกว้างกระตองเป็นตัวแปรตาม (Sookwong and Kaonoona, 2004) ดังสมการที่ (7)

$$Cw = a + bD \quad (7)$$

เมื่อ Cw คือ ความกว้างกระตอง (มิลลิเมตร)

a คือ จุดตัดแกน Y หรือ ความกว้างกระตองเริ่มต้น (ได้จากการคำนวณจากสมการ)

b คือ ค่าความลาดชัน หรืออัตราการเติบโตของกระตองเฉลี่ย (มิลลิเมตร/วัน)

D คือ ระยะเวลาในการทดลอง (วัน)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลการเติบโต (ความกว้างกระตองและน้ำหนักของปูดำ) และปัจจัยแวดล้อม (สมบัติทางเคมีของดินและน้ำ) ด้วยวิธี Independent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

ชนิดไม้ การเติบโต และมวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลน

จากการศึกษาชนิดไม้ป่าชายเลน ในพื้นที่แปลงสาธิตพบชนิดไม้ป่าชายเลน จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) โกงกางใบใหญ่

(*Rhizophora mucronata* Lam.) ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica* (L.) Blume) แสมขาว (*Avicennia alba* Blume) และลำแพน (*Sonneratia ovata* Backer) จำแนกตามอนุกรมวิธานได้ 3 วงศ์ ได้แก่ วงศ์โกกงกาง (RHIZOPHORACEAE) วงศ์แสม (ACANTHACEAE) และวงศ์ลำพู (LYTHRACEAE)

จากการศึกษาการเติบโต ของชนิดไม้ป่าชายเลน พบว่า แสมขาว มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว ลำแพน และโกงกางใบใหญ่ มีค่าเฉลี่ย 19.19±10.47, 8.61±2.66, 7.29±6.10, 7.26±1.45 และ 6.15±1.42 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับความสูง พบว่า แสมขาว มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว และลำแพน มีค่าเฉลี่ย 6.63±2.10, 5.56±1.25, 5.51±1.64, 4.69±1.73 และ 4.56±0.91 เมตรตามลำดับ

จากการคำนวณหาค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินของไม้ป่าชายเลน อายุประมาณ 15 ปี ในพื้นที่แปลงสาธิต พบว่า มีมวลชีวภาพรวม 13.21 ตันต่อไร่ แบ่งเป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 9.97 ตันต่อไร่ มวลชีวภาพใต้พื้นดิน 3.24 ตันต่อไร่ โดยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินแบ่งเป็นมวลชีวภาพลำต้น 5.83 ตันต่อไร่ มวลชีวภาพกิ่ง 3.53 ตันต่อไร่ และมวลชีวภาพใบ 0.61 ตันต่อไร่ พบว่า แสมขาว มีมวลชีวภาพรวมมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว โกงกางใบใหญ่ และลำแพน มีค่าเท่ากับ 9.08, 3.74, 0.19, 0.13 และ 0.07 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (Table 2)

ชนิดไม้ป่าชายเลนในพื้นที่แปลงสาธิตมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 9.97 ตันต่อไร่ ซึ่งมีปริมาณที่ต่ำกว่ารายงานการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าชายเลนอื่น ๆ ของประเทศไทย ซึ่งเป็นป่าธรรมชาติ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 17.28 – 18.19 ตันต่อไร่ (Phongsuksawat, 2002) อันเนื่องมาจากบริเวณพื้นที่แปลงสาธิตมีปริมาณไม้หนุมที่มีการปลูกฟื้นฟูขึ้นมาใหม่ค่อนข้างมาก มีพื้นที่ส่วนหนึ่งเป็นบ่อเลี้ยงปู และยังมีต้นจากขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้ไม่มีไม้ป่าชายเลนขึ้นในบริเวณดังกล่าว

Table 2 The estimated above and belowground biomass of each tree species in the mangrove forest rehabilitation area (demonstration area) at Bang Pu sub-district, Yaring District Pattani province

Species	Biomass (tons/rai)					
	Stem	Branch	Leaf	Above ground biomass	Below ground biomass	Total biomass
<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	1.63	0.60	0.30	2.52	1.21	3.74
<i>Rhizophora mucronata</i> Lam.	0.06	0.02	0.01	0.09	0.04	0.13
<i>Bruguiera cylindrica</i> (L.) Blume	0.10	0.03	0.02	0.15	0.04	0.19
<i>Avicennia alba</i> Blume	4.00	2.88	0.27	7.15	1.93	9.08
<i>Sonneratia ovata</i> Backer	0.04	0.01	0.01	0.06	0.02	0.07
Total	5.83	3.53	0.61	9.97	3.24	13.21

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมบางประการ

จากการศึกษาดินในพื้นที่แปลงสาธิต พบว่า มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 24.78 องศาเซลเซียส และความเป็นกรดต่าง (pH) เฉลี่ย 7.83 และจากการศึกษาดินในพื้นที่นาทุ่งร้าง พบว่า มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.66 องศาเซลเซียส และความเป็นกรดต่าง (pH) เฉลี่ย 8.21 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรดต่างของดิน ในพื้นที่แปลงสาธิต มีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าในพื้นที่นาทุ่งร้าง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 3)

สมบัติทางเคมีของน้ำในพื้นที่แปลงสาธิต พบว่า มีค่าความเค็มเฉลี่ย 25.78 ส่วนในพันส่วน ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เฉลี่ย 7.52 อุณหภูมิเฉลี่ย 29.32 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ย 8.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย 0.16 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทเฉลี่ย 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 3)

สมบัติทางเคมีของน้ำ ในพื้นที่นาทุ่งร้าง พบว่า มีค่าความเค็มเฉลี่ย 29.93 ส่วนในพันส่วน ค่าความเป็นกรดต่าง

(pH) เฉลี่ย 7.82 อุณหภูมิเฉลี่ย 30.65 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ย 4.51 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย 0.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทเฉลี่ย 0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 3)

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า สมบัติทางเคมีของน้ำ อันได้แก่ ค่าความเค็มเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย ความเป็นกรด-ต่าง (pH) เฉลี่ย ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย และปริมาณไนเตรทเฉลี่ย ในพื้นที่นาทุ่งร้างมีค่าสูงกว่าในพื้นที่แปลงสาธิต ยกเว้นปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย พบว่า ในพื้นที่แปลงสาธิตมีค่าสูงกว่าในพื้นที่นาทุ่งร้าง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 3)

คุณภาพน้ำในพื้นที่แปลงสาธิต อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง หากแต่ในพื้นที่นาทุ่งร้าง มีปริมาณแอมโมเนีย และไนเตรท ที่สูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (Pollution Control Department, 2006) อันเนื่องมาจากอาหารสดที่ใช้เลี้ยงปูดำอาจตกค้างในบ่อ

Table 3 Average soil and water chemical properties in the mangrove forest rehabilitation area (demonstration area) and abandoned shrimp ponds (presented as mean±SD)

	Parameters	Mangrove forest rehabilitation area	Abandoned shrimp ponds
Soil chemical properties	Temperature(°C)	24.78±1.52 ^b	26.66±2.34 ^a
	pH	7.83±0.18 ^b	8.21±0.19 ^a
	Salinity (ppt)	25.78±0.87 ^b	29.93±0.88 ^a
	Dissolved oxygen(mg/l)	8.40±0.24 ^a	4.51±0.29 ^b
Water chemical properties	Temperature(°C)	29.32±1.54 ^b	30.65±2.35 ^a
	pH	7.52±0.17 ^b	7.82±0.11 ^a
	Ammonia (mg/l)	0.16±0.04 ^b	0.57±0.07 ^a
	Nitrite (mg/l)	0.004±0.001 ^b	0.11±0.03 ^a
	Nitrate (mg/l)	0.02±0.00 ^b	0.13±0.06 ^a

Remark: Means in each row with different superscripts are indicate significant difference ($p<0.05$).

การเติบโตของปูดำ

จากการศึกษาเปรียบเทียบการเติบโตของปูดำ อายุ 5 เดือน ที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง และในพื้นที่นาทุ่งร้างตำบลบางเขา อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี เป็นระยะเวลา 7 เดือน พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีผลการศึกษาดังนี้

ความกว้างกระดองเฉลี่ย

ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต ซึ่งมีความกว้างกระดองเริ่มต้นเฉลี่ย 61.34 ± 2.05 มิลลิเมตร พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีความกว้างกระดองเฉลี่ย 123.73 ± 4.39 มิลลิเมตร ซึ่งมีความกว้างกระดองเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 62.39 มิลลิเมตร และปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง ซึ่งมีความกว้างกระดองเริ่มต้นเฉลี่ย 61.84 ± 2.29 มิลลิเมตร พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีความกว้างกระดองเฉลี่ย 109.34 ± 3.31 มิลลิเมตร ซึ่งมีความกว้างกระดองเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 47.50 มิลลิเมตร (Table 4)

เมื่อระยะเวลาผ่านไป 1 เดือน ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตจะเริ่มมีความกว้างกระดองเฉลี่ยมากกว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง และเมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้สถิติ

t-test พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยความกว้างกระดองของปูดำที่เลี้ยงบริเวณสองพื้นที่ดังกล่าว จะเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในเดือนที่ 3 เป็นต้นมา (Table 4)

น้ำหนักเฉลี่ย

ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต ซึ่งมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 67.30 ± 13.07 กรัม พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีน้ำหนักเฉลี่ย 359.34 ± 112.16 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 292.04 กรัม และปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง ซึ่งมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 68.01 ± 13.56 กรัม พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีน้ำหนักเฉลี่ย 257.71 ± 55.40 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 189.70 กรัม (Table 4)

เมื่อระยะเวลาผ่านไป 1 เดือน ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตจะเริ่มมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง และเมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้สถิติ t-test พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยน้ำหนักของปูดำที่เลี้ยงบริเวณสองพื้นที่ ดังกล่าว จะเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในเดือนที่ 3 เป็นต้นมา (Table 4)

Table 4 Average carapace width (Cw) and average body weight (Bw) of mud crab (*Scylla olivacea*) culture in mangrove forest rehabilitation area (demonstration area) and abandoned shrimp ponds (presented as mean±SD)

Month since release	Carapace width (mm.)		Body weight (g)	
	Mangrove forest rehabilitation area	Abandoned shrimp ponds	Mangrove forest rehabilitation area	Abandoned shrimp ponds
0 (July 2023)	61.34±2.05 ^a	61.84±2.29 ^a	67.30±13.07 ^a	68.01±13.56 ^a
1 (August 2023)	70.94±3.25 ^a	70.01±3.31 ^b	87.29±17.19 ^a	84.67±17.50 ^b
2 (September 2023)	78.94±3.41 ^a	78.34±3.23 ^b	112.73±14.80 ^a	110.72±14.43 ^b
3 (October 2023)	89.99±3.39 ^a	80.07±3.35 ^b	155.89±16.57 ^a	137.75±14.46 ^b
4 (November 2023)	93.94±3.46 ^a	87.06±3.41 ^b	179.83±21.17 ^a	143.51±15.38 ^b
5 (December 2023)	108.63±3.86 ^a	100.16±3.26 ^b	253.32±54.41 ^a	204.92±32.43 ^b
6 (January 2024)	120.73±4.38 ^a	101.21±3.44 ^b	352.66±98.09 ^a	210.18±33.95 ^b
7 (February 2024)	123.73±4.39 ^a	109.34±3.31 ^b	359.34±112.16 ^a	257.71±55.40 ^b

Remark: Means in each row with different superscripts are indicate significant difference ($p<0.05$)

อัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ย

เมื่อคำนวณค่าอัตราการเติบโตเฉลี่ยด้วยวิธีการสร้างกราฟและสมการถดถอยเชิงเส้น ระหว่างระยะเวลาในการทดลองและความกว้างกระดองของปูดำ โดยเวลาในการทดลองเป็นตัวแปรอิสระและความกว้างกระดองเป็นตัวแปรตาม พบว่า ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต มีอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ย 0.31 มิลลิเมตรต่อวัน และปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง มีอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ย 0.22 มิลลิเมตรต่อวัน จะเห็นได้ว่า อัตราการเติบโตเฉลี่ยของปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตมีค่าสูงกว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง (Figure 2)

อัตราการเติบโตของปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตและพื้นที่นาทุ่งร้าง มีค่าต่ำกว่าการศึกษาของ Sookwong and Kaonoona (2004) ที่ทำการเลี้ยงปูทะเลแบบรวมเพศ เป็นระยะเวลา 75 วัน ซึ่งผลการศึกษา พบว่า มีอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ย 0.46 มิลลิเมตรต่อวัน อาจเป็นผลมาจากปัจจัยด้านระยะเวลาที่มีความแตกต่างกัน โดยการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงยาวนานกว่า เมื่อปูดำมีอายุมากขึ้นจะมีช่วงระยะในการลอกคราบห่างขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อนำมาคำนวณอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ยจึงมีค่าน้อยกว่า

อัตราการเติบโตของปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตและพื้นที่นาทุ่งร้าง มีค่า 0.31 มิลลิเมตรต่อวัน (คิดเป็น 0.8 ± 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) และ 0.22 มิลลิเมตรต่อวัน (คิดเป็น 0.6 ± 0.01 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Meekaew *et al.* (2021) ที่ได้ทดลองเลี้ยงปูทะเลที่มีขนาดความกว้างกระดองเฉลี่ย 11.9 ± 0.6 เซนติเมตร

น้ำหนักตัวเฉลี่ย 347.5 ± 47.6 กรัม เลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสที่ระดับความเค็ม 30 ppt เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่า มีอัตราการเติบโตจำเพาะเฉลี่ย 1.0 ± 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน จะเห็นได้ว่าปูดำที่เลี้ยงบริเวณแปลงสาธิตมีอัตราการเติบโตจำเพาะเฉลี่ยใกล้เคียงกับการศึกษาของ Meekaew *et al.* (2021) หากแต่ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้างกลับมีอัตราการเติบโตจำเพาะเฉลี่ยที่ต่ำกว่าอย่างเห็นได้ชัด

อัตราการรอดตาย

จากการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการรอดตายของปูดำ พบว่า ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต มีอัตราการรอดตายร้อยละ 52.5 โดยเป็นเพศผู้ร้อยละ 58.0 และเพศเมียร้อยละ 47.0 และปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง มีอัตราการรอดตายร้อยละ 42.0 โดยเป็นเพศผู้ร้อยละ 45.0 และเพศเมียร้อยละ 39.0 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการรอดตายของปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตมีค่ามากกว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง (Figure 2)

จากการศึกษาอัตราการรอดตายของปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตและพื้นที่นาทุ่งร้าง พบว่า มีค่าต่ำกว่าการศึกษาของ Sookwong and Kaonoona (2004) ที่ทำการเลี้ยงปูทะเลแบบรวมเพศ เป็นระยะเวลา 75 วัน ผลการศึกษา พบว่า มีอัตราการรอดตายร้อยละ 58.33 ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากปัจจัยด้านระยะเวลาที่มีความแตกต่างกัน โดยการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงที่ยาวนานกว่า ซึ่งการเลี้ยงปูดำเป็นระยะเวลานานอาจทำให้ปูดำมีโอกาสตายด้วยสาเหตุตามธรรมชาติ เช่น การกินกันเอง การติดโรคต่าง ๆ เป็นต้น (Department of Fisheries, n.d.) จึงอาจเป็นเหตุทำให้มีอัตราการรอดตายที่ต่ำกว่า

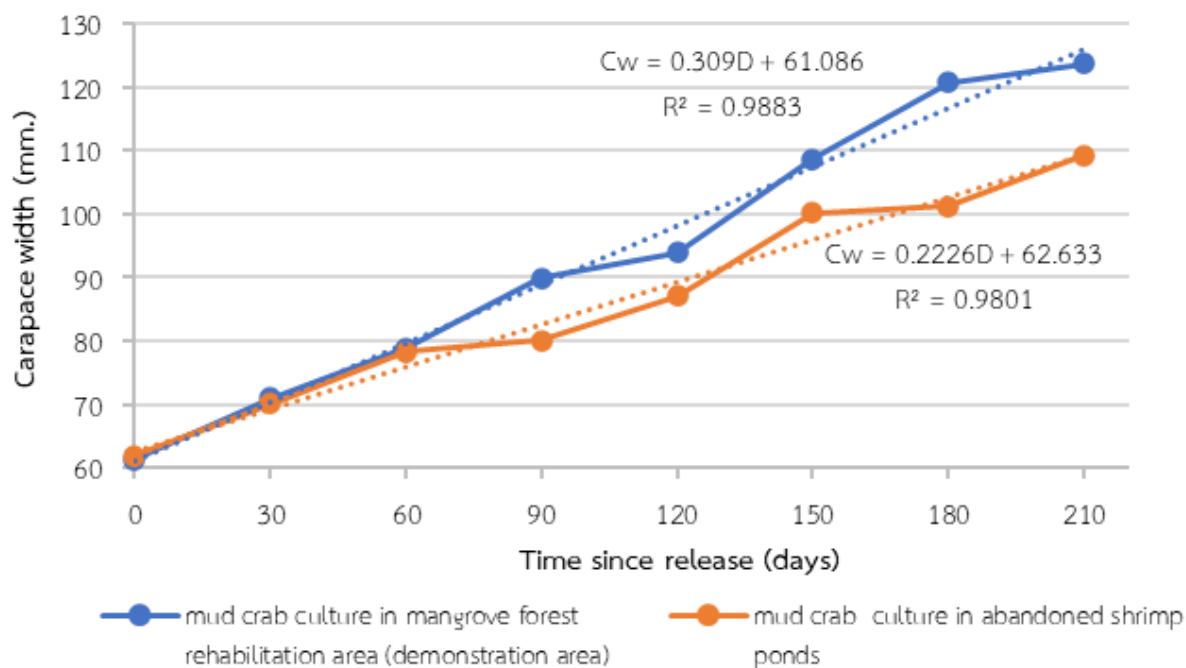


Figure 2 Average daily growth of mud crab (*Scylla olivacea*) cultured in the mangrove forest of rehabilitation area (demonstration area) and abandoned shrimp ponds

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมกับการเติบโตของปูดำ

จากข้อมูลปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมบางประการที่แตกต่างกันในพื้นที่แปลงสาธิต และในพื้นที่นาทุ่งร้าง เมื่อนำปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอัตราการเติบโตของปูดำ มีผลการศึกษา ดังนี้

สมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่แปลงสาธิต และในพื้นที่นาทุ่งร้าง เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้สถิติ t-test พบว่าสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่แปลงสาธิต และในพื้นที่นาทุ่งร้าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพื้นที่นาทุ่งร้างมีอุณหภูมิเฉลี่ย และค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) เฉลี่ย สูงกว่าในพื้นที่แปลงสาธิต (Table 5)

สมบัติทางเคมีของน้ำ ในพื้นที่แปลงสาธิต และในพื้นที่นาทุ่งร้าง เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้สถิติ t-test พบว่าสมบัติทางเคมีของน้ำในพื้นที่แปลงสาธิต และในพื้นที่นาทุ่งร้าง ทุกพารามิเตอร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในพื้นที่นาทุ่งร้างมีค่าความเค็มเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ย ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย และปริมาณไนเตรทเฉลี่ย ที่สูงกว่าในพื้นที่แปลงสาธิต ยกเว้นปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย พบว่าในพื้นที่แปลงสาธิต มีค่าสูงกว่าในพื้นที่นาทุ่งร้าง (Table 5) การที่ปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์น้ำ รวมถึงการมีปริมาณสารประกอบไนโตรเจน อันได้แก่ แอมโมเนีย ไนเตรท และไนไตรท์ ในปริมาณมาก จะส่งผลให้สัตว์น้ำเกิดความเครียด กินอาหารได้น้อยลง อัตราการเติบโต

ลดลง ซึ่งจะทำให้สัตว์น้ำอ่อนแอ และมีความเสี่ยงในการติดโรคได้ง่าย (Department of Fisheries, 2017)

แหล่งน้ำเป็นจัดเป็นแหล่งอาศัยหลัก และยังเป็นแหล่งหาอาหารของปูดำ สมบัติทางเคมีของน้ำจึงเป็นปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญกับการเติบโตของปูดำ จากการศึกษาพบว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตมีอัตราการเติบโตของกระดองและอัตราการรอดตายที่สูงกว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาทุ่งร้าง และเมื่อพิจารณาพร้อมกับสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการ พบว่า คุณภาพน้ำในพื้นที่แปลงสาธิตอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง หากแต่ในพื้นที่นาทุ่งร้าง มีปริมาณแอมโมเนียและไนเตรท ที่สูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (Pollution Control Department, 2006) (Table 5) เมื่อเกิดการสะสมของอาหารที่เหลือและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำ ของเสียเหล่านี้จะเปลี่ยนรูปเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ อันได้แก่ แอมโมเนีย ไนเตรท และไนไตรท์ ซึ่งจะอยู่ในรูปที่เป็นพิษมากเมื่อมีพีเอชสูง (Boyd, 1982) ซึ่งจะทำให้มีการเพิ่มจำนวนของเชื้อก่อโรค ปรสิตร และแบคทีเรีย ส่งผลให้สัตว์น้ำอ่อนแอ เกิดโรคและตายได้มากที่สุด (Thongdon-A, 2013)

จากการศึกษา พบว่า ค่าความเค็มน้ำเฉลี่ยในพื้นที่แปลงสาธิต และพื้นที่นาทุ่งร้าง มีค่า 25.78 และ 29.93 ppt ตามลำดับ ค่าความเค็มน้ำเฉลี่ยทั้งสองพื้นที่มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Meekaew *et al.* (2021) ที่ได้ทำการศึกษา

อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการกินอาหารของปูทะเล (*Scylla paramamosain*) ที่ระดับความเค็มต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ปูทะเลที่เลี้ยงในความเค็มประมาณ 30 ppt มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงกว่าที่เลี้ยงในความเค็ม 20 ppt และ 10 ppt

Paphavasit (1996) อธิบายว่า การปลูกฟื้นฟูสภาพป่าชายเลนส่งผลให้ปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดินซึ่งเป็นอาหารของปูดำมีเพิ่มขึ้นเนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น การปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนยังช่วยอนุรักษ์ประชากรสัตว์น้ำเศรษฐกิจอันได้แก่ ปูทะเล และปลาหลากหลายชนิด เนื่องจากเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารที่สำคัญ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการรักษาสภาพความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินได้อีก

ด้วย และจากการศึกษาของ Paphavasit (1996) ในพื้นที่ป่าชายเลนคลองหวาง จังหวัดระนอง พบว่า มีการจับปูทะเลในป่าชายเลนธรรมชาติได้มากที่สุด รองลงมา คือ แปลงปลูกบริเวณนาุ้งร้างอายุ 8 ปี และแปลงปลูกบริเวณนาุ้งร้างอายุ 1 ปี และยังพบว่า ปูทะเลที่จับได้ในบริเวณแปลงปลูก มีขนาดเล็กกว่า 6 เซนติเมตร และในป่าชายเลนธรรมชาติ พบว่า มีขนาด 6–10 เซนติเมตร นั้นแสดงให้เห็นว่าการที่ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตมีอัตราการเติบโตของกระดองที่สูงกว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาุ้งร้าง อาจเป็นผลมาจากปริมาณสัตว์หน้าดินอันเป็นอาหารของปูดำในพื้นที่แปลงสาธิตอาจมีปริมาณที่มากกว่าในพื้นที่นาุ้งร้าง

Table 5 Environmental factors along with growth rate, survival rate of mud crab (*Scylla olivacea*) cultured in the mangrove forest rehabilitation area (demonstration area) and abandoned shrimp ponds (presented as mean±SD)

Parameters		Mangrove forest	Parameters
1. Soil chemical Properties	Temperature(°C)	24.78±1.52 ^b	26.66±2.34 ^a
	pH	7.83±0.18 ^b	8.21±0.19 ^a
2. Water chemical Properties	Salinity (ppt)	25.78±0.87 ^b	29.93±0.88 ^a
	Dissolved oxygen(mg/l)	8.40±0.24 ^a	4.51±0.29 ^b
	Temperature(°C)	29.32±1.54 ^b	30.65±2.35 ^a
	pH	7.52±0.17 ^b	7.82±0.11 ^a
	Ammonia (mg/l)	0.16±0.04 ^b	0.57±0.07 ^a
	Nitrite (mg/l)	0.004±0.001 ^b	0.11±0.03 ^a
3. growth rate of mud crab	Nitrate (mg/l)	0.02±0.00 ^b	0.13±0.06 ^a
	Average growth rate (mm./day)	0.31	0.22
4. Survival rate of mud crab	Survival rate (%)	52.50	42.00

Remark: Means in each row with different superscripts are indicate significant difference ($p<0.05$)

สรุปและข้อเสนอแนะ

ชนิดไม้ การเติบโต ปริมาณมวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลน ในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี พบไม้ป่าชายเลน 5 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ถั่วขาว แสมขาว และลำแพน มวลชีวภาพของไม้ป่าชายเลนในพื้นที่แปลงสาธิต พบว่า มีมวลชีวภาพรวม 13.21 ตันต่อไร่ แบ่งเป็น มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน 9.97 ตันต่อไร่ มวลชีวภาพใต้พื้นดิน 3.24 ตันต่อไร่ โดยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินแบ่งเป็นมวลชีวภาพลำต้น 5.83 ตันต่อไร่

มวลชีวภาพกิ่ง 3.53 ตันต่อไร่ และมวลชีวภาพใบ 0.61 ตันต่อไร่ พบว่า แสมขาว มีมวลชีวภาพรวมมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ โกงกางใบเล็ก ถั่วขาว โกงกางใบใหญ่ และลำแพน

อัตราการเติบโตของปูดำ ที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง และในพื้นที่นาุ้งร้าง ตำบลบางเขา อำเภอนงนุช จังหวัดปัตตานี พบว่า ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต มีอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ย 0.31 มิลลิเมตรต่อวัน และปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาุ้งร้าง มีอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ย 0.22 มิลลิเมตรต่อวัน ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิต มีอัตราการรอดตายร้อยละ 52.5 และปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่

นาุ้งร้าง มีอัตราการรอดตายร้อยละ 42.0 จะเห็นได้ว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตมีอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ย และอัตราการรอดตายที่สูงกว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาุ้งร้าง

จากการศึกษาปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมบางประการในพื้นที่แปลงสาธิต ตำบลบางปู อำเภอยะหริ่ง และในพื้นที่นาุ้งร้าง ตำบลบางเขา อำเภอนongจิก จังหวัดปัตตานี จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า สมบัติทางเคมีของน้ำ อันได้แก่ ค่าความเค็มเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เฉลี่ย ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย และปริมาณไนเตรทเฉลี่ย ในพื้นที่นาุ้งร้างมีค่าสูงกว่าในพื้นที่แปลงสาธิต ยกเว้นปริมาณออกซิเจนเฉลี่ย พบว่า ในพื้นที่แปลงสาธิตมีค่าสูงกว่าในพื้นที่นาุ้งร้าง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่แปลงสาธิตมีอัตราการเติบโตของกระดองเฉลี่ยสูงกว่าปูดำที่เลี้ยงในพื้นที่นาุ้งร้าง โดยพื้นที่แปลงสาธิตมีสมบัติทางเคมีของน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งมีคุณภาพน้ำที่สูงกว่าในพื้นที่นาุ้งร้าง ดังนั้น การเลี้ยงปูดำในพื้นที่ป่าชายเลนในรูปแบบวนเกษตรควบคู่กับการปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตปูดำในพื้นที่อื่น ๆ ได้

REFERENCES

- Aksornkaew, S. 1998. **Mangroves Ecology and Management**, 2nd. Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier Sci. Publ.CO., Amsterdam, Netherlands.
- Department of Marine and Coastal Resources. 2008. **Biodiversity in the Mangrove Forests of the Upper Southern Region**. The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Ltd., Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Department of Marine and Coastal Resources. 2013. **Surveying Forest Structure and Biodiversity in Mangrove Forest Handbook**. The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Ltd., Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Department of Marine and Coastal Resources. 2021. **The Knowledge of Mangrove Handbook**. Ployjean Media Inc., Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Department of Fisheries. n.d. **Culture of Mud Crab**. Fisheries Promotion bureau, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Department of Fisheries. 2017. **Water Quality for Culture Coastal aquatic**. https://www4.fisheries.go.th/local/pic_activities/201705180947181_pic.pdf, 20 May 2025.
- Department of Fisheries. 2021. **Breeding and Culture of Mud Crab, *Scylla* spp.** Coastal Aquaculture, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Faculty of Forestry. 2011. **Potential of Tree Species Guide for Promotion under the Clean Development Mechanism Project in Forestry Sector**. Aksorn Siam Ltd., Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Gordon, M., Brown, M. 1957. **Physiological Genetics of Fishes**, 2nd ed. Academic Press Inc. New York, NY, USA.
- Havanont, V., Praipanapong, S. 2003. **Effect of Salinity on Growth and Survival of Mud Crab (*Scylla Olivacea* Herbst, 1796)**. Department of Fisheries, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Heamasaton, T., Pisuttharachai, D. 2017. **Productivity improvement of mud crabs *Scylla sarrata* (Forsk.) in cage-pond using different sheltering materials**. *Thaksin Journal*, 20(3): 1–7. (in Thai)
- IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 4 Forestland**. National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
- Meekaew, N., Suwannakij, P., Sookdara, A., Arkronrat, W. 2021. **Effect of salinity levels on specific growth rate and feed intake of mud crab (*Scylla paramamosain*)**. *Science and Technology Journal Ubon Ratchathani University*, 23(2): 58–64. (in Thai)
- Paibulkichakul, C., Tarapun, S., Chemplee, S., Paibulkichakul, B. 2016. **Some biological aspects of mud crab *Scylla olivacea* at Ban Bang Sa Kao Coast, Chanthaburi province**. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 44(1): 717–722. (in Thai)
- Paphavasit, N., 1996. **Effects of mangrove forest rehabilitation on coastal aquatic resources in Klong Ngao Mangrove forests, Ranong province**. In: **Proceedings of Seminar and training on Mangrove Forest Rehabilitation, Nakhon Si Thammarat Province**. National Research Council of Thailand, Bangkok, Thailand, pp. 35 – 51. (in Thai)

- Phongsuksawat, P. 2002. **Determination of Tree Biomass in the Mangrove Habitat Study Area, Phang Nga Province.** M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Pollution Control Department. 2006. **Marine Water Quality Standards.** Water Quality Management Bureau, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2014. **Thai Plant Names.** Funny Publishing Inc., Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sookwong, S., Kaonoona, R. 2004. **The Mono– Sex Culture of Mud Crab (*Scylla* sp.) Maintained in Cages in Earthen Pond.** Department of Fisheries, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Thongdon–A, R., 2013. **Study on Diseases and Parasites in Cage–cultured Red Hybrid Tilapia (*Oreochromis* sp.).** Ph.D. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
-