



ISSN 1905-7393
ISSN Online 2730-146X

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง

JOURNAL OF FISHERIES TECHNOLOGY RESEARCH

ปีที่ 15 เล่มที่ 2 (Volume 15 Number 2)

กรกฎาคม - ธันวาคม 2564 (July - December 2021)

วารสารวิชาการเผยแพร่ความรู้

เทคโนโลยีและส่งเสริมกิจกรรมทางการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ทั้งเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม

จัดทำโดย

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผู้จัดทำ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ที่ปรึกษา อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณบดีคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

หัวหน้ากองบรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ ฉายบุญ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมณะเสวต	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มั่นทะจิตร	มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลำเนาวัล เสาวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยากร ภูมาศ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เลขากองบรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมณัส มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงจัดทำขึ้นโดยคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ กำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม - ธันวาคม) ของทุกปี โดยมีนโยบายเพื่อเผยแพร่งานวิจัยและบทความทางวิชาการ ด้านเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำให้แก่องค์กรที่เกี่ยวข้องทั่วประเทศ

ติดต่อกองบรรณาธิการ

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

โทร. 053 875 100 – 2 โทรสาร. 053 875 130

อีเมลล์: jfishtech.mju@gmail.com

เว็บไซต์: http://www.fishtech.mju.ac.th/WEB/Journal_FT/main/index.php

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
Journal of Fisheries Technology Research

ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2564

ISSN 1905-7393

ISSN Online 2730-146X

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงเป็นวารสารวิชาการ
และเป็นลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1.เผยแพร่วิชาความรู้และผลงานทางวิชาการ โดยเน้นผลงานจากการวิจัยทางการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ทั้งเชิงเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม
- 2.เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการเชิงสร้างสรรค์
- 3.ส่งเสริมอาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องให้มีส่วนร่วมในการถ่ายทอดเทคโนโลยี เผยแพร่และบริการด้านวิชาการแก่สังคม

ขอคิดเห็นที่ปรากฏและแสดงในเนื้อหาบทความต่างๆ ในวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
ถือเป็นความเห็นและความรับผิดชอบโดยตรงของผู้เขียนโดยเฉพาะ ไม่จำเป็นต้องสอดคล้อง
กับทฤษฎีของคณะผู้จัดทำ และมิใช่ความรับผิดชอบของคณะเทคโนโลยีการประมงและ
ทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้ประสงค์จะนำข้อความใดๆ ไปพิมพ์เผยแพร่ต่อต้องได้รับ
อนุญาตจากวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงและผู้เขียนตามกฎหมายว่าด้วยลิขสิทธิ์

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ISSN 1905-7393 (print) และ ISSN 2730-146X (online) เป็นวารสารของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ กำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (มกราคมและกรกฎาคม) ของทุกปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการนำเสนอผลงานวิชาการให้กับนักวิจัย นักศึกษา บุคลากรเพื่อการเผยแพร่ข้อมูลนวัตกรรมและองค์ความรู้เชิงวิชาการระหว่างนักวิจัย นักวิชาการกับผู้ใช้ประโยชน์ทุกภาคส่วน เช่น เกษตรกร ภาคเอกชนและผู้สนใจ

วารสารฉบับนี้ประกอบด้วยเนื้อหาด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และความหลากหลายด้านชีววิทยาของสัตว์น้ำ เช่น ผลของไนไตรท์ต่อการตายและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ที่เพาะเลี้ยง ในน้ำความเค็มต่ำในบ่อดินจำลอง, แนวทางการใช้สารเคมีและยาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเลน (*Panulirus polyphagus* Herbst, 1793) ภายใต้ระบบโรงเพาะฟัก, อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาเล็บบี๋นาง (*Crossocheilus siamensis*) สำหรับการลำเลียงเพื่อการส่งออกต่างประเทศช่วงสถานการณ์การระบาดของโควิด19, ชีววิทยาบางประการของปูม้าในพื้นที่ทะเลอนุรักษ์บ้านฝ้ายพรุ ตำบลตะกรบ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และความหลากหลายชนิดของปลาในคลองเข็กน้อย ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ในนามคณะกรรมการกองบรรณาธิการฯ ต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อผู้เขียนผลงาน คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาผลงาน คณะกรรมการวิชาการของคณะฯ และผู้ประสานงาน ในนามตัวแทนกองบรรณาธิการและกรรมการท่านอื่น ๆ ที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้หมด ตลอดจนผู้ให้การสนับสนุนจากหลายฝ่ายด้วยกัน ที่สามารถเป็นการส่งเสริมคุณภาพวารสารและดำเนินการจนทำให้วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงฉบับนี้ เป็นวารสารวิชาการเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลวารสาร ASEAN Citation Index (ACI) ทำให้สามารถสืบค้นบทความได้จาก <http://www.asean-cites.org/> และระบบฐานข้อมูลวารสารไทย ที่สามารถสืบค้นได้จากหน้าเว็บไซต์วารสารที่ http://www.fishtech.mju.ac.th/FishNew1/Journal_FT หรือเว็บไซต์ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทยที่ <http://tci.trf.or.th> นำไปสู่การส่งเสริมคุณภาพวารสารและเผยแพร่ผลงานทางวิชาการที่ดีมีคุณภาพในวารสาร ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าต่อการนำเสนอประโยชน์ต่อการศึกษาด้านวิชาการและวงการวิชาชีพด้านการประมงและทรัพยากรทางน้ำได้อย่างมั่นคงต่อไป

กองบรรณาธิการ

ผลของไนไตรต์ต่อการตายและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของ กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ที่เพาะเลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำในบ่อดินจำลอง

Effect of nitrite on mortality and innate immunity response of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) reared in low-salinity water in simulated earthen pond

สุบันติธ นิมรัตน์¹ ทศพร เสียงแจ้ว² และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย²

Subuntith Nimrat¹ Tossaporn Siangjow² and Verapong Vuthiphandchai²

¹ภาควิชาจุลชีววิทยาและโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

²ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

¹Department of Microbiology and Environmental Science Program, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri, 20131

²Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri, 20131

Corresponding author: subunti@buu.ac.th

Received: 5 Oct. 2020

Revised: 5 Oct. 2020

Accepted: 5 Mar. 2021

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของไนไตรต์ต่อการตายและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำระยะวัยรุ่น (*Penaeus monodon*; น้ำหนักเฉลี่ย 5.8 ± 0.9 กรัม และความยาวเฉลี่ย 10.4 ± 1.1 เซนติเมตร) ที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ (10-12 พีพีที) ที่อุณหภูมิ 23-25 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.1-7.7 และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 5.5-7.8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแบ่งกุ้งกุลาดำออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม (ไม่เติมไนไตรท์) และชุดทดสอบ (เติมไนไตรท์ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร) เลี้ยงเป็นระยะเวลา 21 วัน จากการศึกษาพบว่ากุ้งกุลาดำในชุดควบคุมมีการตายสะสมต่ำกว่ากุ้งกุลาดำในชุดทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีการตายสะสมในวันสุดท้ายของการทดลองเท่ากับร้อยละ 28.67 ± 5.03 และ 34.67 ± 5.03 ตามลำดับ ไนไตรท์มีผลต่อการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด โดยทำให้ปริมาณเม็ดเลือดทั้งหมดลดลงและกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่กิจกรรมเลคตินและไลโซไซม์มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังนั้นการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสภาวะการเพาะเลี้ยงที่มีไนไตรท์ความเข้มข้นสูงเกินค่าที่ยอมรับได้ในการเลี้ยงกุ้งในน้ำความเค็มต่ำ (< 4.5 mg/L) มีผลทำให้การตายเพิ่มขึ้นและมีผลต่อการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำระยะวัยรุ่น

คำสำคัญ: กุ้งกุลาดำ, ไนไตรท์, ภูมิคุ้มกัน, ไลโซไซม์, ฟีนอลออกซิเดส

Abstract

The objective of this study was to investigate effects of nitrite on mortality and immune response of juvenile black tiger shrimp, *Penaeus monodon* (average weight = 5.8 ± 0.9 g and average length = 10.4 ± 1.1 cm) cultured in low-salinity water (10-12 ppt) at 23-25 °C, pH 7.1-7.7, and dissolved oxygen 5.5-7.8 mg/mL. Black tiger shrimp were divided into 2 treatments including control (no any addition) and treated shrimp (addition of 10-mg/L nitrite solution) and cultured for 21 days. Cumulative mortality of untreated shrimp was significantly ($P < 0.05$) lower than that of the nitrite-treated shrimp, which were $28.67 \pm 5.03\%$ and $34.67 \pm 5.03\%$, respectively, at the end of experiment. Nitrite affected innate immunity response of the shrimp observed by a decrease in total haemocyte count and phenoloxidase activity, and conversely a significant ($P < 0.05$) increase in lectin and lysozyme activities. Our results demonstrated that culture condition with high nitrite concentration over acceptable value for shrimp cultivation in low-salinity water (> 4.5 mg/L) caused an increased mortality and a suppression of the innate immune ability of juvenile black tiger shrimp.

Keywords: *Penaeus monodon*, Nitrite, Immunity, Lysozyme, Phenoloxidase

บทนำ

กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาหรือแบบหนาแน่นเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยการรวมประมงมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 ซึ่งเป็นการเลี้ยงที่ใช้พันธุ์กุ้งจากโรงเพาะฟักจากพ่อแม่พันธุ์กุ้งจากธรรมชาติควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าช่วยในการจัดการบ่อเพาะเลี้ยงให้มีระบบถ่ายเทน้ำ การควบคุมอุณหภูมิและการควบคุมโรค (Department of Fisheries, 2017; Suksileung, 1995) กุ้งกุลาดำเป็นหนึ่งในสินค้ากุ้งทะเลที่สร้างรายได้จากการส่งออกให้ประเทศได้อย่างมาก รองมาจากกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ในปี พ.ศ. 2558-2560 มีผลผลิตกุ้งกุลาดำประมาณ 12,500–13,500 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 2.9–3.3 พันล้านบาท ปัจจุบันกุ้งกุลาดำมักเพาะเลี้ยงในพื้นที่น้ำกร่อยที่มีความเค็มต่ำ เพื่อลดปัญหาจากโรคระบาด เพิ่มการเจริญเติบโตของกุ้ง การจัดการฟาร์มที่ง่ายขึ้นและการพัฒนาระบบเพาะเลี้ยงแบบผสมผสานรวมกับการทำเกษตรกรรม อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงที่มีความเค็มต่ำทำให้กุ้งมีความไวต่อพิษของสารประกอบไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น (Romano and Zeng, 2013; Valencia-Castaneda *et al.*, 2019) ตามปกติแล้วการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ความเค็มต่ำในบ่อที่มีเนื้อที่จำกัดและกุ้งอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นมักก่อให้เกิดการตกค้างของเศษอาหาร ของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายและสารอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายในระบบเพาะเลี้ยง ของเสียเหล่านี้เปลี่ยนรูปจากสารอินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาแอมโมนิฟิเคชัน (ammonification) และไนตริฟิเคชัน (nitrification) เป็นสารอนินทรีย์ที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ นั่นคือ แอมโมเนียและไนไตรท์

ไนไตรท์เป็นสารตัวกลางของปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน สารนี้มักปรากฏอยู่ใน 2 รูป คือ ionized nitrite (NO_2^-) และ nitrous acid (HNO_2) ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ โดยไนไตรท์ในน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนมากมักอยู่ในรูป ionized nitrite (NO_2^-) (Romano and Zeng, 2013) ไนไตรท์ที่อยู่ในรูปนี้มีความเป็นพิษต่อกุ้งน้ำจืดและกุ้งทะเล ทั้งนี้ระดับความเป็นพิษของไนไตรท์ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการเจริญเติบโตของกุ้งและปัจจัย

สิ่งแวดล้อม ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็มและอุณหภูมิ (Zweig *et al.*, 1999) โดยปริมาณที่ทำให้กุ้งกุลาดำระยะบ่อเลี้ยงชูเชี่ย ไมซิด โพลลวาว วัยรุ่นและวัยซำที่ได้รับสารนาน 24 ชั่วโมง ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (lethal dose at 50%; LD₅₀) มีค่าเท่ากับ 5.00, 13.20, 20.65, 61.87, 215.85 และ 218 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Chen and Chin, 1988; Chen and Lei, 1990; Chen *et al.*, 1990) และความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้กุ้งขาวระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงที่ความเค็ม 8 พีพีที ตายทั้งหมดภายใน 20 วัน (Furtado *et al.*, 2016) เมื่อระบบเพาะเลี้ยงมีการสะสมของไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ระบบหายใจของกุ้งอ่อนแอ เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารชีวโมเลกุลในน้ำเลือด เช่น โปรตีนและกรดอะมิโนอิสระ กระตุ้นให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนในเลือด (hypoxia) การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ ส่งผลให้กุ้งกินอาหารและเจริญเติบโตลดลง เพิ่มความไวในการติดเชื้อมโรคและเป็นสาเหตุการตายของกุ้งเป็นจำนวนมาก (Xian *et al.*, 2011; Romano and Zeng, 2013)

ระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งแบ่งออกเป็น 2 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบภูมิคุ้มกันที่อาศัยเซลล์ (cellular immunity) และระบบภูมิคุ้มกันในน้ำเลือด (humoral immunity) ปัจจุบันหนึ่งในวิธีการที่ได้นำมาใช้เพื่อประเมินสุขภาพกุ้งคือการศึกษาระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม การเกิดโรคและปริมาณสารประกอบไนโตรเจนในน้ำ เพื่อใช้เป็นชีวดัชนี (biomarkers) ที่ช่วยให้ทราบถึงสภาวะสุขภาพของกุ้งในบ่อเพาะเลี้ยงล่วงหน้าก่อนจะเกิดการระบาดของโรคหรือการตายของกุ้งจำนวนมาก (Sukrakanchana, 2007) โดยความเป็นพิษของไนโตรเจนต่อกุ้งกุลาดำระยะต่างๆ ได้มีการศึกษามาก่อนหน้านี้แล้ว (Chen and Chin, 1988; Chen and Lei, 1990; Chen *et al.*, 1990; Xian *et al.*, 2011, 2012) แต่การศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในน้ำกร่อยความเค็ม 20 ส่วนในพันส่วน (พีพีที) และน้ำทะเลในระบบที่ไม่มีดิน ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาถึงผลของไนโตรเจนต่อการรอดชีวิตและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ (10 พีพีที) ในระบบบ่อดินจำลอง

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมบ่อจำลองและการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

เตรียมบ่อไฟเบอร์กลาสขนาดความกว้างxยาวxสูงเท่ากับ 75x119x45 เซนติเมตร จำนวน 6 บ่อ ที่มีระบบเติมอากาศและระบบหมุนเวียนน้ำ จากนั้นเติมดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำลงในบ่อที่เตรียมไว้ให้มีความหนาประมาณ 5 เซนติเมตรจากพื้นบ่อ เติมน้ำทะเลความเค็ม 10 พีพีที ให้ระดับน้ำต่ำจากขอบบ่อลงมา 5 เซนติเมตร ปล่อยกุ้งกุลาดำระยะวัยรุ่น (น้ำหนักเฉลี่ย 5.8 ± 0.9 กรัม และความยาวเฉลี่ย 10.4 ± 1.1 เซนติเมตร) ลงเลี้ยงในบ่อๆ ละ 50 ตัว (ความหนาแน่น 56 ตัวต่อตารางเมตร) เลี้ยงกุ้งเป็นเวลา 3 วันก่อนเริ่มต้นการทดลอง ให้อาหารเม็ดวันละ 4 มื้อ โดยกำหนดให้บ่อที่ 1-3 เป็นบ่อควบคุม (ไม่มีการเติมสารใด ๆ ลงไปในน้ำ) และบ่อที่ 4-6 เติมสารละลายไซโตไคนในไนโตรเจนให้มีความเข้มข้นสุดท้าย 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันเริ่มต้นการทดลองเพียงครั้งเดียว โดยสารละลายไนโตรเจนเตรียมได้จากการละลายไซโตไคนในไนโตรเจน (Merck, Darmstadt, Germany) ในน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อนนำมาใช้งาน ไนโตรเจนความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ถูกนำมาใช้ในการศึกษานี้เนื่องจากเป็นความเข้มข้นที่สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการตาย ความเสียหายระดับเซลล์และกระตุ้นการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งกุลาดำได้ (Xian *et al.*, 2011; Furtado *et al.*, 2016)

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในวันเริ่มต้นการทดลอง วันที่ 7, 14 และ 21 ของการทดลอง โดยวัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter (Metrohm 913, Metrohm AG, Herisau, Switzerland) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) อุณหภูมิและความเค็ม โดยใช้เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ YSI Model 85/10 FT (YSI, Yellow Springs, OH, USA) รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในน้ำด้วยเทคนิค diazotization โดยใช้สารละลายโซเดียมไนไตรต์เป็นสารละลายมาตรฐานและวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร (Strickland and Parsons, 1972)

3. การวิเคราะห์การตายสะสมของกุ้งกุลาดำ

บันทึกจำนวนกุ้งกุลาดำที่ตายในแต่ละวันจนครบระยะเวลา 21 วันของการทดลอง คำนวณการตายสะสมของกุ้งกุลาดำ (%) ในวันเริ่มต้นการทดลอง และวันที่ 7, 14 และ 21 ของการทดลอง

4. การวิเคราะห์การตอบสนองต่อระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำ

ดูดเลือดกุ้งกุลาดำจากไซนัส (ventral sinus) ด้วยเข็มฉีดยาเบอร์ 25G (Nipro hypodermic needle, Osaka, Japan) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดจากกุ้งกุลาดำครั้งละ 10 ตัว ที่เลี้ยงทั้งในบ่อควบคุมและบ่อทดสอบ จากนั้นนับปริมาณเม็ดเลือดทั้งหมด (total haemocyte count) ด้วย haemocytometer (Boeco, Germany) และกล้องจุลทรรศน์ นำตัวอย่างเลือดที่เหี่ยยงที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บเฉพาะน้ำเลือด (hemolymph) มาวิเคราะห์กิจกรรมเลคติน โดยทดสอบความสามารถในการทำให้เม็ดเลือดแดงเกาะกลุ่ม (hemagglutination test) ในจานไมโครไตเตอร์ ชนิด 96 หลุม ตามวิธีการของ Tunkijjanukij *et al.* (1997) กิจกรรมไลโซไซม์ โดยทดสอบกิจกรรมไลโซไซม์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย คือ *Micrococcus lysodeikticus* ด้วยวิธี turbidimetric assay เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายไลโซไซม์จากไข่ขาวของไก่ ตามวิธีของ Hikima *et al.* (2003) และกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสด้วยเทคนิค Spectrophotometry ตามวิธีการของ Perazzolo and Barracco (1997)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยเทคนิค Student's *t* test ที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$ ด้วยโปรแกรม IBM statistics SPSS 15

ผลการวิจัย

1. การตายของกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำในชุดควบคุมมีการตายสะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 0–28.67±5.03 ซึ่งต่ำกว่ากุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อทดลองที่มีไนโตรเจนสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อทดลองที่มีไนโตรเจนสูงเริ่มตายภายใน 2 ชั่วโมงของการทดลอง (ร้อยละ 13.33±3.06) จากนั้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมีค่าเท่ากับร้อยละ 34.67±5.03 ในวันที่ 21 ของการทดลอง (Figure 1)

b

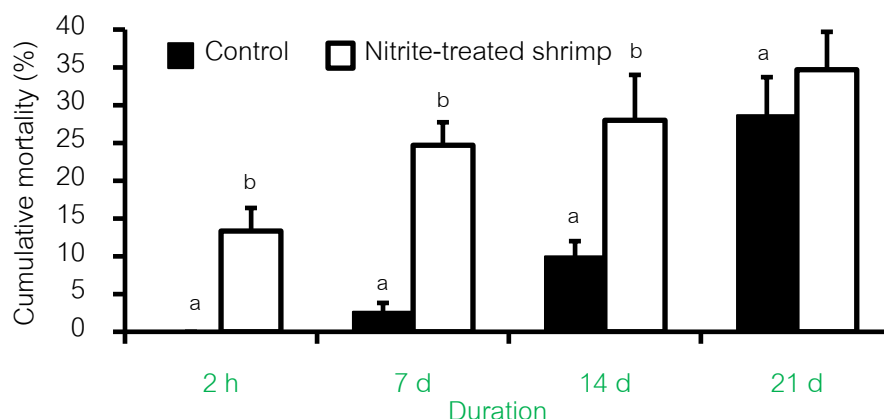


Figure 1 Cumulative mortality (%) of untreated and nitrite-treated black tiger shrimp during a 21-day culture. Superscript letters indicate significant difference ($P<0.05$) between treatments.

2. คุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละช่วงเวลาและไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างบ่อควบคุมและบ่อดสอบ ตลอดเวลาการทดลอง 21 วัน โดยอุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 23.03 ± 0.02 – 25.07 ± 0.02 และ 23.00 ± 0.00 – 25.60 ± 0.00 องศาเซลเซียส ความเค็มอยู่ในช่วง 10.33 ± 0.54 – 12.00 ± 0.00 และ 10.00 ± 0.00 – 12.67 ± 0.27 พีพีที ความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ในช่วง 7.10 ± 0.01 – 7.73 ± 0.06 และ 7.24 ± 0.10 – 7.58 ± 0.27 และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 5.50 ± 0.29 – 7.83 ± 0.10 และ 6.67 ± 0.24 – 7.82 ± 0.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ในบ่อควบคุมและบ่อดสอบ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งทะเล (Van Wyk *et al.*, 1999)

เมื่อเติมสารละลายไนไตรท์ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในบ่อพบว่าปริมาณไนไตรท์ที่ตรวจวัดได้ภายใน 2 ชั่วโมงของการทดลอง มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 13.16 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับบ่อควบคุม (3.01 ± 0.61 มิลลิกรัมต่อลิตร) จากนั้นปริมาณไนไตรท์ในบ่อดสอบมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจนมีปริมาณต่ำที่สุดในวันที่ 21 ของการทดลอง (2.26 ± 2.93 มิลลิกรัมต่อลิตร; Figure 2a)

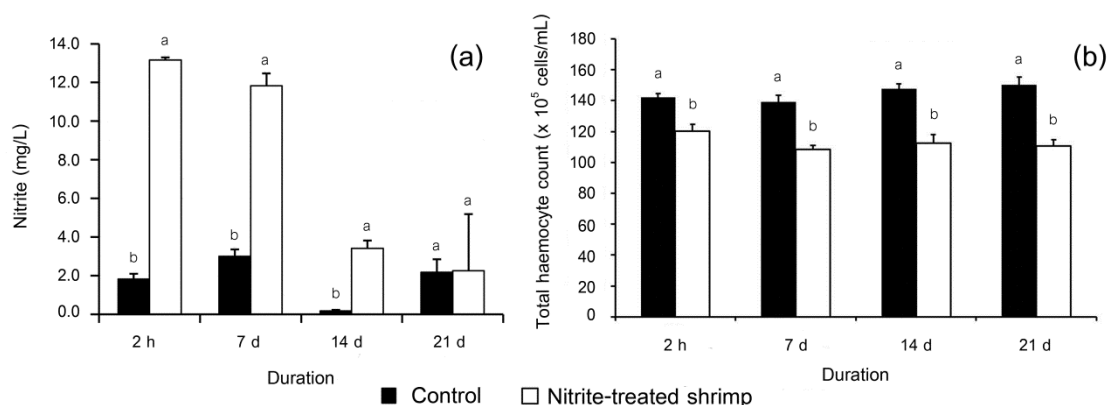


Figure 2 Concentration of nitrite in culture water (a) and total haemocyte count (b) of untreated and nitrite-treated black tiger shrimp during a 21-day trial. Bars with letters indicate significant difference ($P < 0.05$) between treatments.

3. ผลของไนไตรท์ต่อการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำ

ปริมาณเม็ดเลือดทั้งหมดของกุ้งกุลาดำในชุดควบคุมค่อนข้างคงที่อยู่ระหว่าง 138.8 ± 4.6 – $150.0 \pm 5.1 \times 10^5$ cells/mL ในขณะที่กุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อทดลองที่มีไนไตรท์สูงมีปริมาณเม็ดเลือดทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง โดยมีค่าเท่ากับ 108.5 ± 2.6 – $120.5 \pm 4.3 \times 10^5$ cells/mL (Figure 2b)

ความสามารถของเลคตินที่ทำให้เม็ดเลือดแดงเกาะกลุ่มของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อทดลองที่มีไนไตรท์สูงในวันแรกของการทดลองมีค่าเท่ากับ $3,584.00 \pm 2,346.28$ ไตเตอร์ และเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 7 ของการทดลอง ($10,240.00 \pm 886.81$ ไตเตอร์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Figure 3a) หลังจากนั้นในวันที่ 14 ของการทดลองกิจกรรมเลคตินมีค่าลดลงเท่ากับ 512.00 ± 221.7 ไตเตอร์ จนกระทั่งตรวจไม่พบในวันสุดท้ายของการทดลอง

กิจกรรมไลโซไซม์ของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อทดลองที่เติมไนไตรท์มีค่าสูงสุดในวันแรกของการทดลอง (0.0091 ± 0.0037 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตรต่อนาที) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับชุดควบคุม (Figure 3b) จากนั้นกิจกรรมไลโซไซม์ของกุ้งกุลาดำในบ่อที่เติมไนไตรท์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งตรวจไม่พบในที่สุด ในขณะที่กิจกรรมไลโซไซม์ในบ่อควบคุมมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งกุลาดำในบ่อที่เติมไนไตรท์

กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสในกุ้งกุลาดำในบ่อควบคุมและบ่อที่เติมไนไตรท์มีค่าใกล้เคียงกันในวันเริ่มต้นจนถึงวันที่ 14 ของการทดลอง (Figure 3c) กิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสของชุดควบคุมมีค่าสูงสุด (0.0114 ± 0.0015 หน่วยต่อนาที) ในวันที่ 21 ของการทดลอง ในขณะที่กุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อทดลองที่มีไนไตรท์สูงตรวจไม่พบกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดส

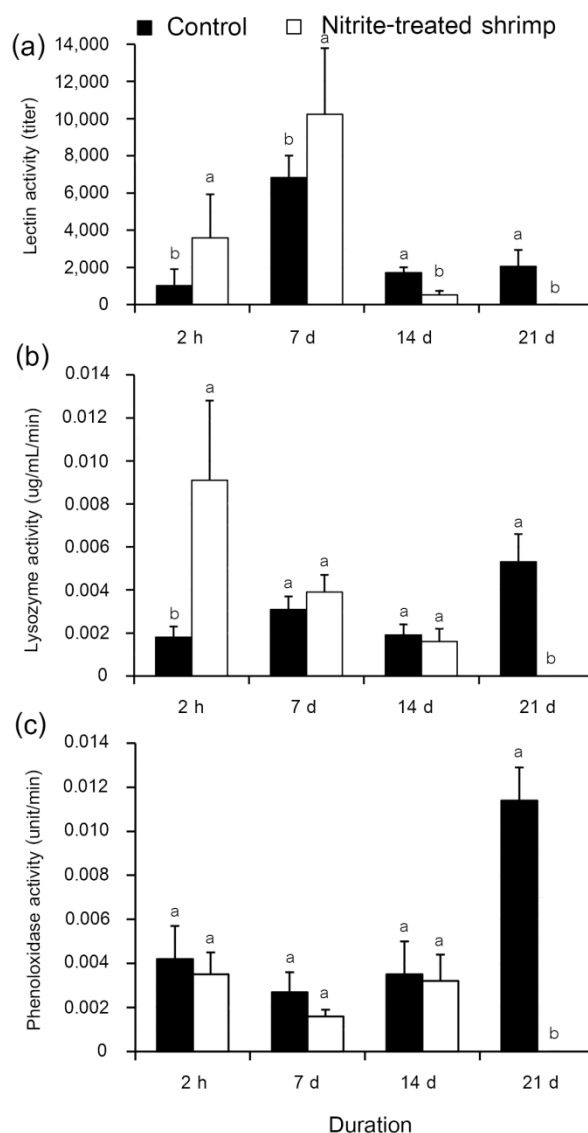


Figure 3 Activities of lectin (a), lysozyme (b) and phenoloxidase (c) of untreated and nitrite-treated black tiger shrimp during a 21-day trial. Bars with letters indicate significant difference ($P < 0.05$) between treatments.

วิจารณ์ผล

การศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าการตายสะสมของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อดอกที่มีไนไตรท์สูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 7 วันแรกของการทดลอง ทั้งนี้ น่าจะเกิดจากความเป็นพิษของไนไตรท์ เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวไนไตรท์ในน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งกุลาดำมีปริมาณสูง (>10 มิลลิกรัมต่อลิตร) ความเป็นพิษของไนไตรท์ต่อการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของกุ้งทะเลได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางก่อนหน้านี้ โดยไนไตรท์มีปริมาณ (dose) ที่ทำให้กุ้งกุลาดำระยะบอยเลอร์ ชูเอีย ไมซิสและโพสลาวาที่เลี้ยงในน้ำทะเลและได้รับสารนาน 24 ชั่วโมง ตายไปเป็นจำนวนครึ่งหนึ่ง (lethal dose at 50%; LD_{50}) เท่ากับ 5.00, 13.20, 20.65 และ 61.87 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Chen and Chin, 1988) ส่วนกุ้งกุลาดำระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงที่ความเค็ม 20 พีพีที และอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส มีค่า LD_{50} เท่ากับ 218 มิลลิกรัมต่อลิตร (Chen *et al.*, 1990) และกุ้งขาวที่เลี้ยงที่ความเค็ม 8

ฟิฟตี พบว่าไนไตรท์ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้กุ้งทั้งหมดตาย (Furtado *et al.*, 2016) ตามปกติแล้วไนไตรท์เป็นสารที่ขัดขวางการขนส่งก๊าซออกซิเจนระหว่างเซลล์ โดยเข้าไปจับฮีโมไซยานิน (hemocyanin) เปลี่ยนเป็นเมทฮีโมไซยานิน (methemocyanin) หรือดีออกซีฮีโมไซยานิน (deoxyhemocyanin) ซึ่งไม่สามารถลำเลียงก๊าซออกซิเจนไปยังอวัยวะต่างๆ ได้ ทำให้ปริมาณ hemolymph oxyhemocyanin และโปรตีนในเลือดลดลง ส่งผลให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนและกุ้งตายในที่สุด (Romano and Zeng, 2013; Furtado *et al.*, 2016) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงกุ้งในน้ำความเค็มต่ำเช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ความเป็นพิษของไนไตรท์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการแข่งขันระหว่างไนไตรท์และคลอไรด์ไอออนเพื่อเข้าไปภายในเซลล์โดยผ่านช่องขนส่ง (ion transport channel) เดียวกัน คือ $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$ exchanger ที่อยู่บริเวณเซลล์เหงือก ในน้ำทะเลความเค็มต่ำไนไตรท์จะถูกลำเลียงเข้าสู่เซลล์ได้มากขึ้นเนื่องจากมีความเข้มข้นของคลอไรด์ไอออนต่ำ (Tomasso, 2012) ไนไตรท์ความเข้มข้นสูงยังสร้างความเสียหายต่อเซลล์เหงือกกุ้ง เนื่องจากเหงือกเป็นอวัยวะที่สัมผัสกับน้ำตลอดเวลา Dutra *et al.* (2017) ได้รายงานว่ไนไตรท์ความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้เกิดความผิดปกติของการไหลเวียนเลือดและโครงสร้างเหงือกของกุ้งก้ามกรามอะเมซอน (*Macrobrachium amazonicum*) ได้แก่ การเพิ่มจำนวนการหนาขึ้นและบวมของเซลล์เยื่อ การรวมกันของเส้นเหงือกและการตายของเนื้อเยื่อเซลล์เหงือก เป็นต้น ความเสียหายของโครงสร้างเหงือกเหล่านี้ส่งผลให้เนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ เกิดสภาวะขาดออกซิเจน และมีผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำในเลือด การรักษาสมดุลความเป็นกรด-ด่าง การแลกเปลี่ยนก๊าซ การขับแอมโมเนียและทำให้ระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ และในกรณีรุนแรงสามารถทำให้กุ้งตายได้ (Romano and Zeng, 2013; Dutra *et al.*, 2017) นอกจากนี้ไนไตรท์ความเข้มข้นสูงยังทำให้เกิดความเสียหายในระดับจุลพยาธิวิทยา ได้แก่ การบวมของเซลล์ การเกิดช่องว่างภายในไซโตพลาสซึมและการตายของเซลล์ลำไส้และ hepatopancreas ของกุ้งทะเล (Wu *et al.*, 1999) ดังนั้นผลของไนไตรท์ต่อโครงสร้างเหงือกและระบบทางเดินอาหารของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำจึงควรมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียซึ่งเป็นสารที่มีความเป็นพิษต่อกุ้งในน้ำของทั้ง 2 ชุดการทดลองพบว่าแอมโมเนียมีค่าสูงกว่าค่าปลอดภัย (safe concentration; <0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร; Zweig *et al.*, 1999) สำหรับกุ้งกุลาดำตลอดระยะเวลาการทดลอง (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ทั้งนี้อาจเกิดจากการเปลี่ยนเศษอาหารตกค้างและสารอินทรีย์ในบ่อไปเป็นแอมโมเนียด้วยปฏิกิริยาแอมโมนิฟิเคชันโดยอาศัยกิจกรรมของแบคทีเรียที่อยู่ในระบบเพาะเลี้ยง ส่งผลให้อัตราการตายสะสมของกุ้งกุลาดำในชุดควบคุมค่อนข้างสูง แต่อย่างน้อยกว่ากุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในบ่อทดลองที่มีไนไตรท์สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งๆ ที่แอมโมเนียของทั้ง 2 ชุดการทดลองมีปริมาณสูงเช่นเดียวกัน ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าไนไตรท์มีผลต่อการรอดชีวิตของกุ้งกุลาดำที่เพาะเลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ

ไนไตรท์เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเมแทบอลิซึมของสัตว์หลายชนิดและเป็นแหล่งสะสม (storage pool) ของไนโตรเจนออกไซด์ที่ใหญ่ที่สุด โดยไนโตรเจนออกไซด์จัดเป็นสารที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์มีกระดูกสันหลัง (Liao *et al.*, 2012) ดังนั้นจึงมีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไนไตรท์กับการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งทะเล เนื่องจากกุ้งทะเลเป็นสัตว์น้ำที่ได้รับอิทธิพลของไนไตรท์จากน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงอยู่เป็นประจำตามปกติแล้วการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันที่สำคัญกลไกหนึ่งของสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชียคือการผลิตเซลล์

เม็ดเลือดเข้าสู่หลอดเลือด เซลล์เม็ดเลือดมีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน เช่น การแข็งตัวของเลือด (coagulation) กระบวนการกลืนทำลาย (phagocytosis) กระบวนการห่อหุ้มสิ่งแปลกปลอม (encapsulation) และการผลิตเม็ดสีเมลานินของระบบโพรงพินอลออกซิเดส (Xian *et al.*, 2012) การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าไนโตรที่มีผลทำให้ปริมาณเม็ดเลือดทั้งหมดของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการศึกษาของ Xian *et al.* (2011) ที่พบการลดลงของเม็ดเลือดทั้งหมดในกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในน้ำทะเลความเค็ม 20 พีพีทีและได้รับไนโตรที่ความเข้มข้น 10-20 มิลลิกรัมต่อลิตร การเพาะเลี้ยงในน้ำที่มีไนโตรที่สูงยังเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) การผลิตอนุมูลอิสระออกซิเจน (reactive oxygen species) และไนตริกออกไซด์มากเกินไป ความเสียหายต่อดีเอ็นเอและการตายของเซลล์เม็ดเลือด ส่งผลต่อการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันและสุขภาพของกุ้งอ่อนแอ (Xian *et al.*, 2011, 2012) กลไกเหล่านี้อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำและเติมไนโตรที่ในการศึกษานี้มีการตายสะสมสูงกว่ากุ้งกุลาดำในชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งควรมีการศึกษากลไกเหล่านี้ต่อไป

การศึกษานี้ยังพบว่าไนโตรทำให้กิจกรรมเอนไซม์พินอลออกซิเดสมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาในกุ้งขาว (*L. vannamei*) ที่พบการลดลงของกิจกรรมเอนไซม์พินอลออกซิเดสเช่นเดียวกันหลังได้รับไนโตรที่ความเข้มข้นสูงกว่า 4.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันและสุขภาพกุ้งอ่อนแอลง (Tseng and Chen, 2004) การลดลงของกิจกรรมเอนไซม์พินอลออกซิเดสในการศึกษานี้ อาจเกิดจากการลดลงของปริมาณเม็ดเลือดทั้งหมด เนื่องจากเอนไซม์พินอลออกซิเดสเป็นเอนไซม์ในระบบโพรงพินอลออกซิเดสที่ต้องอาศัยการทำงานของเซลล์เม็ดเลือด ไนโตรที่ยังส่งผลให้การตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิด ได้แก่ กิจกรรมเลคตินและกิจกรรมไลโซไซม์ในเลือดของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำในการศึกษานี้มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 7 วันแรกของการทดลอง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ตรวจพบไนโตรที่ในปริมาณสูง (>10 มิลลิกรัมต่อลิตร) การศึกษาก่อนหน้านี้ชี้ให้เห็นว่าการได้รับไนโตรที่ปริมาณสูงทำให้กุ้งขาวจีน (*Fenneropenaeus chinensis*) มีกิจกรรมเอนไซม์พินอลออกซิเดส ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทสและไลโซไซม์ลดลง (Wu *et al.*, 1999) นอกจากนี้ไนโตรยังมีผลต่อกิจกรรมเอนไซม์อื่นๆ อีกด้วย เช่น เอนไซม์คะตาเลส และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde) เป็นต้น (Liao *et al.*, 2012)

จากผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าไนโตรที่มีผลทำให้อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นและมีผลต่อการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ ดังนั้นระบบการเพาะเลี้ยงกุ้งจึงควรมีการจัดการที่มีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนในระบบ เช่น การปรับความหนาแน่นกุ้งให้เหมาะสม การปรับปริมาณอาหารเพื่อลดของเสียเหลือทิ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษอาหารและโปรตีน และการกำจัดสารอินทรีย์ภายในบ่อเป็นประจำ เป็นต้น รวมถึงการเติมโปรไบโอติกที่มีความสามารถในการย่อยสลายแอมโมเนียและไนโตรที่ในน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสารประกอบไนโตรเจนและส่งเสริมสุขภาพของกุ้งกุลาดำ

สรุปผล

ไนไตรท์ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าปริมาณไนไตรท์ที่ยอมรับได้ (<4.5 mg/L) ในการเพาะเลี้ยงกุ้งในน้ำความเค็มต่ำมีผลทำให้อัตราการตายของกุ้งกุลาดำเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และไนไตรท์ยังมีผลต่อการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำ โดยทำให้ปริมาณเม็ดเลือดทั้งหมดและกิจกรรมเอนไซม์ฟีนอลออกซิเดสลดลง และทำให้กิจกรรมของเลคตินและเอนไซม์ไลโซไซม์ในเลือดมีค่าสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Chen, J.C., and Chin, T.S. 1988. Acute toxicity of nitrite to tiger prawn, *Penaeus monodon*, larvae. Aquaculture 69: 253-262.
- Chen, J.C. and Lei, S.C. 1990. Toxicity of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* juveniles. J. World Aquac. Soc. 21: 300-306.
- Chen, J.C., Liu, P.C., and Lei, S.C. 1990. Toxicities of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* adolescents. Aquaculture 89: 127-137.
- Department of Fisheries. 2017. Statistics of marine shrimp culture 2015. Department of Fisheries Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. [in Thai]
- Dutra, F.M., Rönna, M., Sponchiado, D., Forneck, S.C., Freire, C.A., and Ballester, E.L.C. 2017. Histological alterations in gills of *Macrobrachium amazonicum* juveniles exposed to ammonia and nitrite. Aquat. Toxicol. 187: 115-123.
- Furtado, P.S., Valenzuela, M.A.J., Fuentes, G.R., Campos, B.R., Wasielesky Jr., W., and Gaxiola G. 2016. Chronic effect of nitrite on the rearing of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* in two salinities. Mar. Freshw. Behav. Physiol. 49: 201-211.
- Hikima, S., Hikima, J.I., Rojtinakorn, J., Hirano, I., and Aoki, T. 2003. Characterization and function of kuruma shrimp lysozyme possessing lytic activity against *Vibrio* species. Gene 316: 87-195.
- Liao, S., Li, Q., Wang, A., Xian, J., Chen, X., Gou, N., Zhang, S., Wang, L., and Xu, X. 2012. Effect of nitrite on immunity of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* at low temperature and low salinity. Ecotoxicology 21: 1603-1608.
- Perazzolo, L.M., and Barracco, M.A. 1997. The prophenoloxidase activating system of the shrimp *Penaeus paulensis* and associated factors. Dev. Comp. Immunol. 21: 385-395.
- Romano, N., and Zeng, C. 2013. Toxic effects of ammonia, nitrite, and nitrate to decapod crustaceans: a review on factors influencing their toxicity, physiological consequences, and coping mechanisms. Rev. Fish. Sci. 21: 1-21.
- Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., and Parsons, T.R. 1972. A manual of seawater analysis. Bulletin of the Fisheries Research Board, Ottawa, Canada.

- Sukrakanchana, N. 2007. Effects of some environmental changes and infections on haemato-immunological parameters of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Thaksin University Journal 10(1): 34-46. [in Thai]
- Suksileung, S. 1995. Aquaculture. Bangkok Supplementary Media Center, Bangkok. [in Thai]
- Tomasso, J.R. 2012. Environmental nitrite and aquaculture: a perspective. Aquac. Int. 20: 1107-1116.
- Tseng, I.T., and Chen, J.C. 2004. The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* under nitrite stress. Fish Shellfish Immunol. 17: 325-333.
- Tunkijjanukij, S., Mikkelsen, H.V., and Olafsen, J.A. 1997. A heterogeneous sialic acid-binding lectin with affinity for bacterial LPS from horse mussel (*Modiolus modiolus*) hemolymph. Comp. Biochem. Physiol. B: Biochem. Mol. Biol. 117: 273-286.
- Valencia-Castaneda, G., Frias-Espericueta, M.G., Vanegas-Perez R.C., Chavez-Sanchez, M.C., and Paez-Osuna, F. 2019. Toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to *Litopenaeus vannamei* juveniles in low-salinity water in single and ternary exposure experiments and their environmental implications. Environ. Toxicol. Pharmacol. 70: 103193.
- Van Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main K.L., Mountain, J., and Scarpa, J. 1999. Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Harbor Branch Oceanographic Institution, Tallahassee, Florida, USA.
- Wu, Z.H., Liu, C.B., Liu, C.R., Wang, J.X., and Zhang, H.W. 1999. Histopathological research on chronic poisoning of *Penaeus chinensis* by nitrite and ammonia. J. Central China Normal Univ. 33: 119-122.
- Xian, J.A., Wang, A.L., Chen, X.D., Gou, N.N., Miao, Y.T., Liao, S.A., and Ye, C.X. 2011. Cytotoxicity of nitrite on haemocytes of the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, using flow cytometric analysis. Aquaculture 317: 240-244.
- Xian, J.A., Wang, A.L., Hao, X.M., Miao, Y.T., Li, B., Ye, C.X., and Liao, S.A. 2012. *In vitro* toxicity of nitrite on haemocytes of the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, using flow cytometric analysis. Comp. Biochem. Physiol. C 156: 75-79.
- Zweig, R.D., Morton, J.D., and Stewart, M.M. 1999. Source water quality for aquaculture: a guide for assessment. World Bank, Washington D.C., USA. 62 p.

**แนวทางการใช้สารเคมีและยาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟัก
แม่กุ้งมังกรเลน (*Panulirus polyphagus* Herbst, 1793) ภายใต้ระบบโรงเพาะฟัก**
Guidelines to Using Chemical and Drug for Hatching Efficiency Enhancement of the
Mud Spiny Lobster (*Panulirus polyphagus* Herbst, 1793) under Hatchery Conditions

นวภัทร สวัสดิ์¹ จักรพงษ์ หรั่งเจริญ¹ ยุทธพล สาเอี่ยม² วรุชา ประจงศักดิ์² วาสนา อากรรัตน์^{3*}
และอนรรักษ์ สุขดารา³

Nawapat Sawaddee¹ Chakrapong Rangjaroen¹ Yuthapol Saeiam² Warucha Prajongsak²
Wasana Arkronrat^{3*} and Anurat Sookdara³

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

²Department of Agricultural Management Technology, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

²Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University,
Bangkok 10220

³สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจวบคีรีขันธ์ 77000

³Klongwan Fisheries Research Station, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Muang district, Prachuap Khiri Khan 77000

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

Received: 15 Feb. 2021

Revised: 8 Mar. 2021

Accepted: 25 May. 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเลน (*Panulirus polyphagus*) ที่มีไข่ติดหน้าท้องภายใต้ระบบโรงเพาะฟัก โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ ไม่มีการจัดการแม่กุ้ง (T1) และจัดการแม่กุ้งด้วยการใช้ฟอร์มาลิน (100 ppm แช่นาน 10 นาที) และออกซิเตตราไซคลิน (50 ppm แช่นาน 1 ชั่วโมง) ก่อนดำเนินการเพาะฟัก (T2) แม่กุ้งที่ใช้ในการศึกษาของ T1 และ T2 มีจำนวน 9 แม่ ($n=9$) มีขนาดความยาวเปลือกคลุมหัว (CL) เฉลี่ยอยู่ที่ 92.6 ± 9.1 และ 92.1 ± 7.5 มิลลิเมตร และน้ำหนักตัว (BW) เฉลี่ยอยู่ที่ 597.3 ± 144.8 และ 625.2 ± 116.0 กรัม ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า แม่กุ้งมังกรเลนของชุดการทดลอง T1 มีอัตราการฟักไข่ (HR) เฉลี่ยอยู่ที่ $18.7 \pm 12.6\%$ ซึ่งต่ำกว่าแม่กุ้งมังกรเลนในชุดการทดลอง T2 ที่มีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยอยู่ที่ $33.0 \pm 10.8\%$ ($p < 0.05$) และผลผลิตเฉลี่ยของลูกกุ้งระยะ phyllosoma ของแม่กุ้งในชุดการทดลอง T1 ($164,571 \pm 146,874$ ตัว) น้อยกว่าของแม่กุ้งในชุดการทดลอง T2 ($250,500 \pm 135,799$ ตัว) ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่า ปัจจัยทางกายภาพด้าน CL ($r = 0.11$, $p > 0.01$) และ BW ($r = 0.02$, $p > 0.01$) มีความสัมพันธ์กันน้อยมากกับ HR ของแม่กุ้งมังกรเลนภายในโรงเพาะฟัก การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การใช้ฟอร์มาลิน และยาปฏิชีวนะออกซิเตตราไซคลินในแม่กุ้งมังกรเลนที่มีไข่ติดหน้าท้องสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟักให้สูงขึ้นได้

คำสำคัญ : กุ้งมังกรเลน, การจัดการแม่พันธุ์, อัตราการฟักไข่

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2564)

Abstract

This study was carried to observe guidelines for hatching efficiency enhancement of the ovigerous female mud spiny lobster (*Panulirus polyphagus*) under hatching conditions. Two treatments used were female brooder hatching operation, i.e., without management (T1) and using formalin and oxytetracycline (T2) in brooders before transferred to hatching tanks. In T2, brooders were soaked in a 100 ppm formalin solution for 10 minutes and then soaked in a 50 ppm oxytetracycline solution for 1 hour. Each treatment had 9 female broodstocks ($n=9$). The mean carapace length (CL) and body weight (BW) of brooder in both treatments were 92.6 ± 9.1 and 92.1 ± 7.5 mm, and 597.3 ± 144.8 and 625.2 ± 116.0 g, respectively. Results showed that the mean hatching rate (HR) of brooder in T1 ($18.7\pm12.6\%$) was significantly lower ($p<0.05$) than in T2 ($33.0\pm10.8\%$). The brooder in T1 had a lower total number of phyllosoma larvae ($164,571\pm146,874$ larvae) than produced in T2 ($250,500\pm135,799$ larvae, $p<0.05$). In addition, analysis of correlation showed that CL ($r = 0.11$, $p>0.01$) and BW ($r = 0.02$, $p>0.01$) were a negligible relationship between HR of female mud spiny lobsters in the hatchery conditions. This study indicates that used formalin and oxytetracycline in the ovigerous female can improve hatching efficiency enhancement.

Keywords: Mud spiny lobster, Female brooders management, Hatching rate

บทนำ

กุ้งมังกรเลน (*Panulirus polyphagus* Herbst, 1793) เป็นสัตว์น้ำที่มีมูลค่าสูง และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในกลุ่มประชากรที่มีรายได้สูง และเป็นสัตว์น้ำที่สร้างรายได้ในการส่งออกให้กับหลายประเทศในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เฉลี่ยรวมปีละหลายร้อยล้านบาท (Wahyudin *et al.*, 2017) สำหรับประเทศไทย กุ้งมังกรเลนเป็นสกุลที่พบทั่วไปตามหาดโคลนทั้งฝั่งทะเลอ่าวไทย และทะเลอันดามัน เป็นชนิดที่มีปริมาณการจับสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการทำประมงกุ้งมังกรในสกุล *Panulirus* ทั้งหมด โดยเฉพาะในบริเวณทะเลฝั่งอันดามันของไทย (Bhatiyasevi and Kittiwattanawong, 1994; Bussarawit, 2005; Linjee, 2011; Nitiratsuan *et al.*, 2017) เนื่องจากกุ้งมังกรชนิดนี้เป็นที่ต้องการของตลาดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และมีความต้องการบริโภคสูงโดยเฉพาะในพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวชายฝั่งทะเล ทำให้กุ้งมังกรเลนถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่ขนาดก่อนวัยเจริญพันธุ์ รวมไปถึงกุ้งมังกรเลนที่มีไข่ติดหน้าท้อง ประกอบกับเกิดการทำการประมงที่เกินกำลังผลิตของธรรมชาติเป็นผลให้ประชากรกุ้งมังกรเลนในธรรมชาติมีปริมาณลดลง (Office of Agricultural Economic, 2008; Ikhwanuddin *et al.*, 2014) ตัวอย่างเช่น ในช่วงปี พ.ศ. 2559 ผลผลิตของกุ้งมังกรเลนที่ได้จากการทำการประมงในบริเวณทะเลฝั่งอันดามันของไทยมีปริมาณ และขนาดเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับการทำการประมงในปี พ.ศ. 2558 (Pluemsong *et al.*, 2017) ด้วยเหตุนี้ การศึกษาวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์ทรัพยากรกุ้งมังกรเลนจึงมีความจำเป็น และควรเข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ประโยชน์ด้านการเพาะเลี้ยงเพื่อหาแนวทางการสร้างงาน สร้าง

อาชีพ สร้างรายได้จากการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรชนิดนี้ รวมไปถึงเพื่อนำผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมาช่วยเสริมสร้างความยั่งยืนให้กับทรัพยากร หรือนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงอนุรักษ์ต่อไป

ปัจจุบัน องค์ความรู้ หรืองานวิจัยที่เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรสกุล *Panulirus* ในประเทศไทยมีอยู่ไม่มากนัก เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาในการอนุบาลลูกกุ้ง และการเลี้ยงเพื่อให้ได้ขนาดตลาดที่ต้องใช้เวลานาน ประกอบกับข้อจำกัดด้านแหล่งทรัพยากรพ่อแม่พันธุ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด ไม่ต่อเนื่อง และไม่แน่นอน เนื่องจากมาจากธรรมชาติแทบทั้งสิ้น (Kruesanae, 1994, 1998; Krainara *et al.*, 2008; Soonsun *et al.*, 2008; Sukkerd, 2012) อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรเลนยังคงมีความจำเป็น และควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเสริมสร้างองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเลนที่มีไข่ติดหน้าท้อง (ovigerous female) ที่ได้จากธรรมชาติเพื่อการใช้ประโยชน์ทรัพยากรแม่กุ้งอย่างคุ้มค่า และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการผลิตลูกพันธุ์ เนื่องจากการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำให้ประสบความสำเร็จนั้น การบริหารจัดการที่ไม่ส่งผลกระทบต่อพ่อแม่พันธุ์ ประสิทธิภาพการเพาะฟัก และคุณภาพของลูกพันธุ์ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรคำนึงถึงระดับต้น ๆ โดยเฉพาะการใช้สารเคมีกำจัดปรสิตภายนอก และการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อลดปัญหาการติดเชื้อแทรกซ้อนจากการขนย้าย หรือการจับต่อพ่อแม่พันธุ์ที่มาจากธรรมชาติ ก่อนนำมาเพาะฟักภายในโรงเพาะฟักก็ถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ควรคำนึงถึง (De Silva and Davy, 2010) ด้วยเหตุนี้ แนวทางการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะต่อประสิทธิภาพการเพาะฟักแม่พันธุ์กุ้งมังกรเลนที่มีไข่ติดหน้าท้องจึงเป็นประเด็นวิจัยหลักของการศึกษานี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเลนแบบไม่มี กับมีการใช้สารเคมีและยาในการจัดการแม่กุ้งก่อนดำเนินการเพาะฟัก และศึกษาความสัมพันธ์ความยาวเปลือกคลุมหัว และน้ำหนักตัวแม่กุ้งมังกรเลนกับอัตราฟักไข่ ทั้งนี้ผลที่ได้จะทำให้ทราบถึงแนวทางในการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเลนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการ และเชิงพาณิชย์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองโดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 ไม่มีการจัดการแม่กุ้ง (T1) และจัดการแม่กุ้งด้วยการใช้ฟอร์มาลิน และออกซิเตตราไซคลีนก่อนดำเนินการเพาะฟัก (T2) ชุดการทดลองละ 9 ซ้ำ

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง

ขนส่งแม่กุ้งมังกรเลน (*P. polyphagus*) ที่มีไข่ติดหน้าท้อง (ovigerous females) (Figure 1) ที่จับได้โดยชาวประมงกุ้งมังกรในพื้นที่ชายฝั่งทะเลตำบลบางหิน อำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง มาดำเนินการเพาะฟัก และศึกษาวิจัยภายในโรงเพาะฟักของสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในช่วงเดือนกันยายน-ธันวาคม 2563

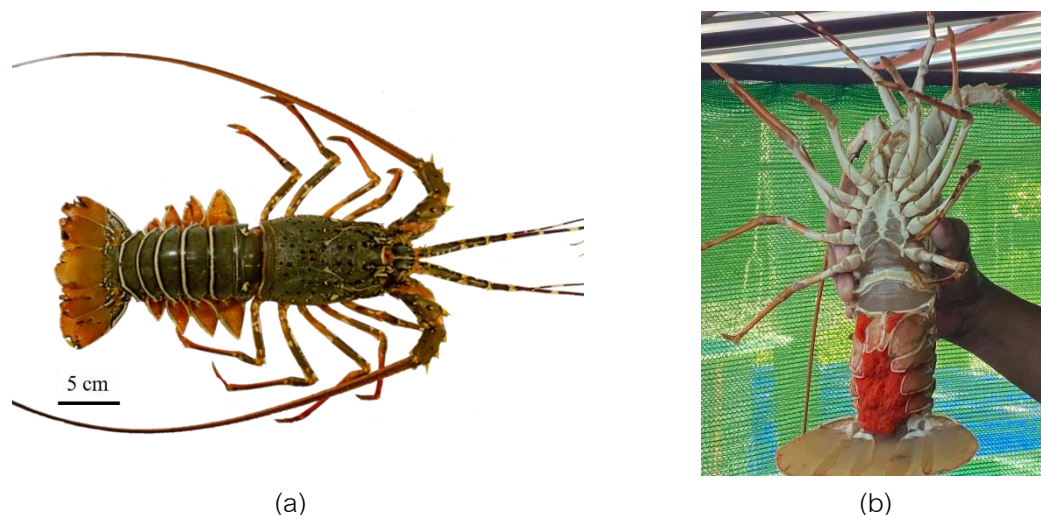


Figure 1 Mud spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (a) and characteristic of eggs attached to pleopods on the abdomen of ovigerous female (b).

คัดเลือกแม่กุ้งมังกรเลนที่มีไข่ติดหน้าท้องระยะต้น (bright orange eggs stage) ตามวิธีของ Bhatiyasevi and Kittiwattanawong (1994) จากนั้นเลี้ยงแม่กุ้งมังกรเลนในถังพัฒนาระยะไข่ (incubation tank) โดยใช้ถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 500 ลิตร (กว้าง 0.8 เมตร × ยาว 1.65 เมตร × สูง 0.60 เมตร) ปล่อยแม่กุ้ง 1 ตัว/ถัง ระหว่างการเลี้ยงให้หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) สดจำนวน 2-3 ตัว เป็นอาหารวันละ 1 มื้อ เวลาประมาณ 09.00 น. พร้อมตรวจเช็คการพัฒนาระยะของไข่ทุกวัน นอกจากนี้ ดำเนินการดูดตะกอนและเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 20-30% สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เลี้ยงแม่กุ้งมังกรเลนจนกระทั่งไข่ที่ติดอยู่ที่หน้าท้องพัฒนาเป็นไข่ระยะปลายสีน้ำตาล (dark brown eggs stage) จึงนำแม่กุ้งมาวัดความยาวเปลือกคลุมหัว (carapace length; CL) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ และชั่งน้ำหนักรวมของแม่กุ้งมังกรเลนก่อนการเพาะฟัก (total weight; TW) ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 1 ตำแหน่ง (SUNFORD รุ่น KAH5000S) แล้วนำแม่กุ้งปล่อยลงถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 500 ลิตร (hatching tank) โดยปล่อยแม่กุ้ง 1 ตัว/ถัง เพื่อดำเนินการเพาะฟักตามแผนการทดลอง

สำหรับชุดการทดลอง T2 ก่อนปล่อยแม่กุ้งมังกรเลนลงถังเพาะฟัก จะดำเนินการแช่แม่กุ้งด้วยฟอร์มาลินที่ความเข้มข้น 100 ppm ในถังไฟเบอร์ขนาด 200 ลิตร นาน 10 นาที จากนั้นย้ายแม่กุ้งไปแช่ออกซิเตตราไซคลีนที่ความเข้มข้น 50 ppm ในถังไฟเบอร์ขนาด 200 ลิตร นาน 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำแม่กุ้งไปปล่อยลงถังเพาะฟัก

3. การดำเนินการ

3.1 การหาจำนวนไข่ต่อน้ำหนักไข่ 1 กรัม

เก็บตัวอย่างไข่ระยะปลายที่ติดอยู่ที่หน้าท้องแม่กุ้งมังกรเลนมานับจำนวนไข่ โดยใช้ฟอร์เซป (forcep) คีบสุ่มเก็บจากแม่กุ้งจำนวน 10 แม่ จากนั้น นำตัวอย่างไข่ไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง นับจำนวนไข่ภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาจำนวนไข่ต่อน้ำหนักไข่ 1 กรัม ดังนี้

$$\text{จำนวนไข่ต่อ 1 กรัม (ฟอง)} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่สุ่มนับ (ฟอง)} \times \text{น้ำหนักไข่ 1 กรัม}}{\text{น้ำหนักไข่ที่สุ่มนับ (กรัม)}}$$

3.2 การหาน้ำหนักไข่ ปริมาณไข่ อัตราการฟักไข่ และจำนวนของลูกกุ้งมังกรเลนระยะแรกฟัก

เมื่อลูกกุ้งฟักออกเป็นตัวแยกแม่กุ้งออก และนำแม่กุ้งมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักตัวแม่กุ้งหลังฟักไข่ (body weight; BW) แล้วจึงสุ่มนับลูกกุ้งมังกรเลนโดยใช้ปิเกตอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร สุ่มตกลงไปในถังเพาะฟัก 3 ครั้งต่อถัง หาค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกกุ้งต่อปริมาตรน้ำที่ใช้สุ่มจากนั้นนำจำนวนลูกกุ้งที่ได้มาเทียบกับปริมาตรน้ำทั้งหมดภายในถังเพาะฟักเพื่อคำนวณจำนวนลูกกุ้งมังกรเลนระยะแรกฟัก (newly hatched phyllosoma; NP₁) นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาน้ำหนักไข่ (eggs mass; EM) ปริมาณไข่ (fecundity: F) และอัตราฟักไข่ (hatching rate; HR) ของแม่กุ้งแต่ละตัวตามสมการ (1), (2) และ (3) ตามลำดับ ดังนี้

$$(1) \quad EM = TW - BW$$

$$(2) \quad HR = (NP_1 \times 100)/F$$

$$(3) \quad F = EM \times \text{จำนวนไข่ต่อ 1 กรัม}$$

เมื่อ EM = น้ำหนักไข่ (กรัม) TW = น้ำหนักรวมของแม่กุ้งมังกรเลนก่อนการเพาะฟัก (กรัม) BW = น้ำหนักตัวแม่กุ้งหลังฟักไข่ (กรัม) HR = อัตราฟักไข่ (%) NP₁ = จำนวนลูกกุ้งมังกรเลนระยะแรกฟัก (ตัว) F = ปริมาณไข่ (ฟอง)

3.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำระหว่างเพาะฟัก

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระหว่างเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเลนด้วยเครื่องมือ และวิธีการดังนี้ ความเค็มของน้ำวัดด้วย Salinity refractometer (Primatech) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และอุณหภูมิของน้ำวัดด้วย DO meter (YSI 550A) ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำวัดด้วย pH meter (Cyber Scan pH 11) จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำประมาณ 200 มิลลิลิตร ใส่ขวดพลาสติกเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวมไนโตรเจน และความเป็นด่างภายในห้องปฏิบัติการตามวิธีมาตรฐานของ APHA, AWWA and WEF (2017) ได้แก่ Koroleff's indophenol blue method, Colorimetric method และ Titration method ตามลำดับ สำหรับการวัดการดูดกลืนคลื่นแสงในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำวัดด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (i5 uv-vis Hanon Spectrophotometer)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลที่ได้ในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Independent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics for Windows (version 21.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA)

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางกายภาพต่อประสิทธิภาพการเพาะฟัก

หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเปลือกคลุมหัว และน้ำหนักตัวแม่กุ้งมังกรเลนกับอัตราฟักไข่ โดยใช้การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's production moment correlation) และใช้เกณฑ์การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ตาม Hinkle *et al.* (2003) แล้วนำข้อมูลที่ได้มา วิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive method)

ผลการศึกษา

การประเมินจำนวนไข่ที่ติดอยู่ที่หน้าท้องของแม่กุ้งมังกรเลนเพื่อใช้เป็นข้อมูลฐานในการศึกษาค้างนี้ พบว่า ไข่ 1 กรัม มีจำนวนไข่เฉลี่ย $14,370 \pm 975$ ฟอง ($n=10$) ซึ่งตัวอย่างแม่กุ้งมังกรเลนที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ ทั้งสองชุดการทดลองมีขนาดความยาวเปลือกคลุมหัวเฉลี่ย น้ำหนักรวมก่อนการเพาะฟักเฉลี่ย น้ำหนักตัวเฉลี่ย น้ำหนักไข่เฉลี่ย และปริมาณไข่เฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่แม่กุ้งมังกรเลนที่เพาะฟักแบบไม่มีการจัดการก่อนดำเนินการ (T1) จะมีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยต่ำกว่า ($p<0.05$) แม่กุ้งมังกรเลนในชุดการทดลองที่มีการจัดการแม่กุ้งด้วยการแช่ฟอร์มาลิน (100 ppm) นาน 10 นาที และแช่ออกซิเตตราไซคลีน (50 ppm) นาน 1 ชั่วโมงก่อนดำเนินการ (T2) คือ มีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยเท่ากับ 18.7 ± 12.6 และ $33.0 \pm 10.8\%$ ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อส่องตัวอย่างไข่ที่ติดอยู่ที่หน้าท้องแม่กุ้งมังกรเลน หรือไข่ที่แม่กุ้งมังกรเลนเขี่ยทิ้งอยู่ที่ก้นถังเพาะฟักมาตรวจเช็คภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ตัวอย่างไข่ของแม่กุ้งมังกรเลนในชุดการทดลอง T1 ส่วนใหญ่เป็นไข่เสีย และพบโปรโตซัวสกุลซุโธแอมเนียม (*Zoothamnium* sp.) เกาะติดอยู่เป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับตัวอย่างไข่ที่ได้จากแม่กุ้งมังกรเลนในชุดการทดลอง T2 (Figure 2) ส่งผลให้ผลผลิตเฉลี่ยของลูกกุ้งมังกรเลนระยะ phyllosoma จากแม่กุ้งในชุดการทดลอง T1 มีปริมาณน้อยกว่า ($p<0.05$) ของแม่กุ้งในชุดการทดลอง T2 (Table 1)



Figure 2 Protozoa, *Zoothamnium* sp. (ZO) were found mostly on egg shells of female mud spiny lobster, *P. polyphagus* during hatching in T1, without brooder management (a) and characteristic of normally eggs in T2, with brooder management using formalin and oxytetracycline (b).

Table 1 Comparison of carapace length, body weight, fecundity, hatching rate and newly hatched phyllosoma (mean±SD) of female mud spiny lobster, *P. polyphagus* in both treatments ($n=9$).

Items	Without brooder management (T1)	With brooder management (T2)	p-value
Carapace length (mm)	92.6±9.1 ^a	92.1±7.5 ^a	0.91
Total weight (g)	648.0±165.2	683.2±134.1	0.63
Body weight (g)	597.3±144.8 ^a	625.2±116.0 ^a	0.66
Eggs mass (g)	50.7±24.4 ^a	58.0±23.8 ^a	0.52
Fecundity (eggs)	728,240±350,253 ^a	833,300±341,927 ^a	0.53
Hatching rate (%)	18.7±12.6 ^b	33.0±10.8 ^a	0.03
Newly hatched phyllosoma (larvae)	164,571±146,874 ^b	250,500±135,799 ^a	0.04

Note: Means within the same row with same superscripts are not significantly different ($P>0.05$).

นอกจากนี้ จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางกายภาพต่อประสิทธิภาพการเพาะฟักของแม่กุ้งมังกรเลน พบว่า ขนาดความยาวเปลือกคลุมหัว และน้ำหนักตัวของแม่กุ้งไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเพาะฟัก หรือปัจจัยทางกายภาพทั้งสองปัจจัยนี้ ไม่มีความสัมพันธ์กันกับอัตราการฟักของแม่กุ้งมังกรเลนภายในโรงเพาะฟัก (Table 2) ส่วนค่าคุณภาพน้ำระหว่างการเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเลน พบว่า ค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยในแต่ละพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับระหว่างสองชุดการทดลอง (Table 3)

Table 2 The correlation between carapace length - hatching rate and body weight - hatching rate of female mud spiny lobster, *P. polyphagus* ($n=18$).

		Carapace length (CL)	Body weight (BW)
Hatching rate (HR)	Pearson correlation (r)	0.11	0.02
	p-value	0.66	0.94
	Interpretation correlation	negligible relationship	negligible relationship

Table 3 Water qualities (mean $\pm$ SD.) in hatching tanks of mud spiny lobster, *P. polyphagus* in both treatments.

Parameters	Without brooder management (T1)	With brooder management (T2)	p-value
Salinity (ppt)	31.8 $\pm$ 0.9	31.1 $\pm$ 0.8	0.13
Dissolved oxygen (mg/l)	4.2 $\pm$ 0.39	4.3 $\pm$ 0.5	0.62
Temperature ($^{\circ}$ C)	27.0 $\pm$ 0.31	26.6 $\pm$ 0.7	0.14
pH	8.4 $\pm$ 0.1	8.4 $\pm$ 0.2	0.78
Total ammonia (mg-N/l)	0.2 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.2	0.82
Nitrite (mg-N/l)	0.2 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.2	0.51
Alkalinity (mg/l as CaCO ₃)	151.9 $\pm$ 8.4	148.0 $\pm$ 11.9	0.43

สรุปและวิจารณ์

ในด้านของปัจจัยทางกายภาพมีรายงานว่า กุ้งมังกรเลนเพศเมียมีความสมบูรณ์เพศ 100% ที่ความยาวเปลือกคลุมหัวตั้งแต่ 84 มิลลิเมตร และปริมาณไข่มีความสัมพันธ์กับความยาวเปลือกคลุมหัว (Bhatiyasevi and Kittiwattanawong, 1994) อย่างไรก็ตาม ไม่เคยมีรายงานในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านกายภาพที่มีต่ออัตราการฟักไข่ ซึ่งการศึกษาปัจจุบันนี้ ถึงแม้ว่าจำนวนตัวอย่างที่ใช้ศึกษามีไม่มาก ($n=18$) ทั้งนี้เนื่องมาจากข้อจำกัดด้านแหล่งทรัพยากรแม่พันธุ์กุ้งมังกรเลนที่มีไข่ติดหน้าท้องที่มีอยู่อย่างจำกัด ไม่ต่อเนื่อง และไม่แน่นอนเนื่องจากต้องจับมาจากธรรมชาติเท่านั้น ทำให้ยากต่อการศึกษาด้านนี้ แต่การศึกษานี้ก็สามารถใช้เป็นแนวทางได้ว่า ปัจจัยทางกายภาพด้านความยาวเปลือกคลุมหัว (CL) และด้านน้ำหนักตัว (BW) ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการฟักไข่ (HR) ของแม่กุ้งมังกรเลนที่นำมาเพาะฟัก แสดงให้เห็นว่า ความยาวเปลือกคลุมหัว และน้ำหนักตัวไม่สามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการฟักไข่ที่ดีของแม่กุ้งมังกรเลนได้ ดังนั้น การศึกษาวิจัยด้านการผลิตพ่อแม่พันธุ์กุ้งมังกรเลนจากระบบการเลี้ยงเป็นอีกหนึ่งประเด็นวิจัยที่ควรมีการศึกษาต่อไปในอนาคต ทั้งนี้ เพื่อแก้ไขปัญหาคอขวดของแหล่งทรัพยากรพ่อแม่พันธุ์ของสัตว์น้ำชนิดนี้ รวมไปถึงเพื่อการต่อยอดขยายผลไปสู่การศึกษาศักยภาพด้านขนาด หรืออายุของแม่พันธุ์กุ้งมังกรเลนที่เหมาะสมต่อการนำมาเพาะขยายพันธุ์ต่อไป

นอกจากนี้ การศึกษานี้พบว่าการจัดการแม่กุ้งมังกรเลนที่มีไข่ติดหน้าท้องด้วยการใช้ฟอร์มาลิน 100 ppm แช่นาน 10 นาที และออกซิเตตราไซคลิน 50 ppm แช่นาน 1 ชั่วโมง ก่อนดำเนินการเพาะฟักมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟัก โดยเฉพาะการกำจัดปรสิตภายนอก และการช่วยลดปัญหาการติดเชื้อแทรกซ้อนจากการขนย้าย หรือการจับแม่พันธุ์ที่มาจากธรรมชาติ เช่นเดียวกับที่มีรายงานการใช้สารเคมีและยาในสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชียนชนิดอื่น ๆ (Racotta *et al.*, 2003; Thitamadee *et al.*, 2016) ซึ่งการเพาะฟักภายใต้การศึกษานี้ มีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.7 $\pm$ 12.6 - 33.0 $\pm$ 10.8% โดยพบว่าการจัดการแม่กุ้งมังกรเลนที่นำมาแช่ฟอร์มาลิน และแช่ออกซิเตตราไซคลินก่อนดำเนินการปล่อยแม่กุ้งลงถึงเพาะฟักมีส่วนช่วยให้อัตราการฟักไข่

เพิ่มสูงขึ้น หรือสูงกว่าของแม่กึ่งมังกรเลนที่ไม่มีการจัดการดังกล่าว ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าการจัดการแม่กึ่งมังกรเลนที่มีไซติคหน้าท้องที่ได้จากธรรมชาติด้วยการแช่ฟอร์มาลินจะช่วยลดผลกระทบของโปรโตซัว โดยเฉพาะสกุลซูโอแทมเนียมที่ติดมากับแม่กึ่งตามธรรมชาติได้เมื่อเทียบกับแม่กึ่งที่ไม่ได้ดำเนินการแช่ฟอร์มาลิน (Figure 2) โดยมีรายงานว่าโปรโตซัวสกุลนี้มักพบเข้าสู่ระบบโรงเพาะฟัก และส่งผลเสียต่อการพัฒนาระยะไข่ ทำให้อัตราการฟักไข่ลดลง หรือเกิดไข่เสียเพิ่มขึ้น รวมไปถึงส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดตายของลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนแรกฟักอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะพบมากในกรณีที่พ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำที่มาจากธรรมชาติ เช่น พ่อแม่พันธุ์กึ่งทะเล (Racotta *et al.*, 2003; Thitamadee *et al.*, 2016) แต่เป็นที่น่าเสียดาย ภายใต้งานศึกษานี้ไม่สามารถตอบได้อย่างชัดเจนว่าการที่อัตราฟักไข่ของแม่กึ่งมังกรเลนของชุดการทดลองที่มีการจัดการแม่กึ่งก่อนการเพาะฟักมีอัตราสูงขึ้นนั้น มีผลมาจากการแช่ออกซิเตตราไซคลินด้วยหรือไม่ เนื่องจากว่ายาปฏิชีวนะออกซิเตตราไซคลินไม่ได้มีฤทธิ์ในการทำลาย หรือป้องกันโปรโตซัวที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อการเพาะฟักอย่างซูโอแทมเนียม แต่การแช่พ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำที่จับได้จากธรรมชาติด้วยออกซิเตตราไซคลินมีส่วนช่วยลดโอกาสการนำเชื้อแบคทีเรียจากธรรมชาติเข้ามาสู่ระบบโรงเพาะฟักได้ (Nogueira-Lima *et al.*, 2006) ซึ่งถือว่าเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินการเพาะฟักแม่กึ่งมังกรเลนที่มีไซติคหน้าท้องที่จับได้จากธรรมชาติ และเป็นขั้นตอนที่ควรดำเนินการต่อจากการแช่ฟอร์มาลิน เนื่องจากการใช้แม่พันธุ์กึ่งมังกรเลนที่จับได้จากธรรมชาติ มักจะพบว่า แม่พันธุ์เหล่านี้มีบาดแผลอยู่ตามตัว หนอง รอยางค์ และแผลทาง อันเนื่องมาจากกระบวนการจับ กระบวนการขนส่ง หรือกระบวนการอื่น ๆ ก่อนที่แม่พันธุ์จะเข้ามาสู่โรงเพาะฟัก ซึ่งการแช่ยาปฏิชีวนะจะช่วยลดโอกาสการติดเชื้อของแม่พันธุ์ได้ และช่วยลดโอกาสการนำเชื้อจากธรรมชาติเข้าสู่โรงเพาะฟักได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ในระบบโรงเพาะฟัก (Thitamadee *et al.*, 2016)

ผลคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ภายใต้การศึกษานี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างสองชุดการทดลอง ถึงแม้ว่าไม่มีรายงานด้านผลกระทบของคุณภาพน้ำต่อประสิทธิภาพการเพาะฟักของแม่กึ่งมังกรเลนอย่างชัดเจน ค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยในแต่ละพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดก็อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะสัตว์น้ำในกลุ่มครัสเตเชียน (Zhang *et al.*, 2020) สิ่งนี้ยิ่งแสดงให้เห็นว่า การใช้สารเคมีและยาในแม่กึ่งมังกรเลนที่มีไซติคหน้าท้องสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟักให้สูงขึ้นได้ ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของการดำเนินการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ โดยเฉพาะกับสัตว์น้ำที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงอย่างกึ่งมังกรเลน เพราะการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟักให้สูงขึ้นนั้น จะนำไปสู่การได้ผลผลิตลูกพันธุ์สัตว์น้ำที่สูงขึ้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมปัจจัยในด้านอื่น ๆ ที่น่าจะส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟักของแม่กึ่งมังกรเลน เช่น ขนาด หรืออายุของแม่พันธุ์ อาหาร คุณภาพน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อบูรณาการการใช้ประโยชน์องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษามาขยายผล และต่อยอดการดำเนินการเพาะพันธุ์กึ่งมังกรเลนสู่การประโยชน์เชิงอนุรักษ์ และเชิงพาณิชย์อย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม หัวหน้าสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ ที่ให้ความช่วยเหลือคำแนะนำปรึกษาในการดำเนินงานวิจัย และให้ความกรุณาตรวจแก้ไขงานวิจัยจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- APHA, AWWA and WEF. 2017. Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd ed. American Public Health Association, Washington. 1504 p.
- Bhatiyasevi, O. and Kittiwattanawong, K. 1994. Biology of spiny lobsters in genus *Panulirus* landed at Phuket and adjacent areas. In Proceeding Seminar of Academic 1994 Department of Fisheries. Department of Fisheries, Bangkok. 360-373 p. [in Thai]
- Bussarawit, S. 2005. Taxonomic studies on deep water lobsters from the Andaman sea of Thailand. Technical Paper No.13/2005, Phuket Marine Biological Center, Department of Marine and Coastal Resources, Ministry of Natural Resources and Environment. 35 p.
- De Silva, S.S. and Davy, F.B. 2010. Success Stories in Asian Aquaculture. Springer. New York. 214 p.
- Hinkle, D.E., William, W. and Stephen, G.J. 2003. Applied Statistics for the Behavioral Sciences. 5th ed. Houghton Mifflin. New York 756 p.
- Ikhwanuddin, M., Fatihah, S.N., Nurul, J.R., Zakaria, M.Z. and Abol-Munafi, A.B. 2014. Biological features of mud spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) from Johor Coastal Water of Malaysia. World Applied Sciences Journal 31(12): 2079-2086.
- Krainara, T., Apaipacdee, T. and Pinsuwan, C. 2008. The intellectual of farmer on spiny lobster production in Yao island, Phangnga province. Technical Paper No.2/2008. Phangnga Fisheries Provincial Office, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 59 p. [in Thai]
- Kruesanae, V. 1994. Preliminary study on embryonic and larval development of spiny lobster (*Panulirus* spp.). Technical Paper No.19/1994. Phuket Coastal Aquaculture Development Center, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 24 p [in Thai]
- Kruesanae, V. 1998. Spiny lobster broodstocks rearing in floating net cages. Technical Paper No.2/1998. Andaman Marine Shrimp Research and Development Center, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 18 p. [in Thai]
- Linjee, W. 2011. Role of aquatic environmental factors on spiny lobster distribution around Kapoe Bay, Ranong Province. Master Thesis, Kasetsart University, Bangkok. 185 p. [in Thai]

- Nitiratsuwan, T., Panwanitdumrong, K. and Ngamphongsai, C. 2017. Some biological aspects of ornate spiny lobster (*Panulirus ornatus* Fabricius 1798) from small-scale fishery in Trang province. *Khon Kaen Agriculture Journal* 45(1): 116-120. [in Thai]
- Nogueira-Lima, A.C., Gesteira, T.C.V. and Mafezoli, J. 2006. Oxytetracycline residues in cultivated marine shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) (Crustacea, Decapoda) submitted to antibiotic treatment. *Aquaculture* 254: 748-757.
- Office of Agricultural Economic. 2008. Economic on the spiny lobster production at the Andaman coast in 2006. *Agricultural Economic Research* 110: 1-32. [in Thai]
- Pluemsong, P., Nitiratsuwan, T. and Panwanitdumrong, K. 2017. Status of mud spiny lobster fishery in Trang province. In *Proceeding RMU Graduate Research Conference.: Rajabhat Mahasarakham University, Mahasarakham*. 594-599 p. [in Thai]
- Racotta, I.S., Palacios, E. and Ibarra, A.M. 2003. Shrimp larval quality in relation to broodstock condition. *Aquaculture* 227: 107-130.
- Soonsun, P., Pongmaneerat, J. and Detsathit, S. 2008. Rearing of mud spiny lobster *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) with different feeds. In *Technical Paper No.21/2008. Coastal Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives*. 21 p. [in Thai]
- Sukkerd, A. 2012. Economic analysis of lobster culture in floating cage Amphoe Ko Yao Changwat Phang-nga. Master Thesis. Kasetsart University, Bangkok. 100 p. [in Thai]
- Thitamadee, S., Prachumwat, A., Srisala, J., Jaroenlak, P., Salachan, P.V., Sritunyalucksana, K., Flegel, T.W. and Itsathitphaisarn, O. 2016. Review of current disease threats for cultivated penaeid shrimp in Asia. *Aquaculture* 452: 69-87.
- Wahyudin, R. A., Wardianto, Y., Boer, M., Farajallah, A. and Hakim, A. A. 2017. Short Communication: A new distribution record of the mud-spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) (Crustacea, Achelata, Palinuridae) in Mayalibit Bay, West Papua, Indonesia. *Biodiversitas* 18(2): 780-783.
- Zhang, X., Zhang, Y., Zhang, Q., Liu, P., Guo, R., Jin, S., Lin, J., Chen, L., Ma Z., and Liu, Y. 2020. Evaluation and analysis of water quality of marine aquaculture area. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17: 1-15.

อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาเล็บบี๋นาง (*Crossocheilus siamensis*) สำหรับการลำเลียงเพื่อการส่งออกต่างประเทศช่วงสถานการณ์การระบาด ของโควิด 19

Optimal Density for transportation of Algae Eater Fish (*Crossocheilus siamensis*) for Exportation during Covid19 Pandemic Situation

กระสินธุ์ หังสพฤกษ์^{1*} และบุญรัตน์ ประทุมชาติ²

Krasindh Hangsapreurke^{1*} and Boonyarath Pratoomchat²

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

²ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

¹Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Sansai, Chiangmai, Thailand

²Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, Thailand

* Corresponding author: krasindh@yahoo.com

Received: 2 April 2021

Revised: 9 April 2021

Accepted: 25 June 2021

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมในการขนส่งปลาเล็บบี๋นาง (*Crossocheilus siamensis*) เพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศที่ต้องใช้ระยะเวลาขนส่งยาวนาน จึงได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ตามระดับความหนาแน่น 3 ระดับ (3 ชุดทดลอง) ได้แก่ 100, 125 และ 150 ตัว/ลิตร โดยชุดควบคุมไม่ได้บรรจุปลา โดยทำการบรรจุปลาเล็บบี๋นางขนาดความยาวเฉลี่ยประมาณ 3.12 เซนติเมตร ลงในถุงพลาสติกขนาด 25 เซนติเมตร x 65 เซนติเมตร ที่มีน้ำจืดสะอาด 2 ลิตร และเติมออกซิเจนลงไปในถุง จากนั้นนำถุงที่บรรจุปลาเล็บบี๋นางแล้วบรรจุลงในกล่องโฟมขนาด 30 x 45 x 60 เซนติเมตร³ นำกล่องโฟมบรรจุลงในกล่องกระดาษ ลำเลียงที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อชุดทดลอง เก็บข้อมูลอัตราการรอด เมื่อครบระยะเวลาทดสอบการขนส่ง 38 ชั่วโมง พบว่าการลำเลียงที่ระดับความหนาแน่น 100, 125 และ 150 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอด $99.33 \pm 0.29\%$, $98.93 \pm 0.23\%$ และ $98.73 \pm 0.23\%$ ($p > 0.05$) ตามลำดับ ข้อมูลคุณภาพน้ำ ก่อนและหลังการทดลอง พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่า DO และ pH ลดลง ($p < 0.05$) โดยมีความสัมพันธ์กับระดับความหนาแน่น และค่าแอมโมเนีย ไนโตรท์ และไนเตรทสูงขึ้นและ pH ลดลงทุกชุดการทดลอง ($p < 0.05$) อุณหภูมิ 27-29°C คุณภาพน้ำโดยรวมมีความปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าสามารถขนส่งปลาเล็บบี๋นางขนาด 3.12 เซนติเมตร ที่ความหนาแน่น 150 ตัว/ลิตร ในถุงพลาสติกขนาด 25 เซนติเมตร x 65 เซนติเมตร ที่ปริมาตรน้ำ 2 ลิตร เติมน้ำอากาศ และบรรจุลงในกล่องโฟม ที่อุณหภูมิห้อง ได้ระยะเวลานาน 38 ชั่วโมง

คำสำคัญ: ปลาเล็บบี๋นาง, *Crossocheilus siamensis*, การขนส่งปลาสวยงาม, การขนส่งสินค้า

Abstract

To study the optimal density level of Siamese algae eater fish (*Crossocheilus siamensis*) for long period transportation of exportation. The three treatments as followed the three density levels using CRD as 100, 125 and 150 fish/L and without fish (control). The three replications were applied. The experimental fish at 3.12 cm in average total length and in total weight were put in 25 cm x 65 cm plastic bags containing 2 L of cleaned freshwater, followed by adding oxygen and packing prior to placed in 30 x 45 x 60 cm³ styrofoam box and covering with paper box at room temperature. After transportation for 38 hrs, the results found that the survival rate of fish at density levels of 100, 125 และ 150 fish/L were 99.33±0.29, 98.93±0.23 and 98.73±0.23 ($p>0.05$), respectively. Water qualities at start and at the end of experiment found that pH and DO were decreased ($p<0.05$) while NH₃-N, NO₂-N, and NO₃-N were increased ($p<0.05$) in all treatments and 27-29°C for water temperature. The water quality in overview is safety for fish. This concludes that at density of 150 fish/L in 25 cm x 65 cm plastic bags containing 2 L of medium adding oxygen and packing in styrofoam box at room temperature is an efficient transportation for Siamese algae eater fish (*C. siamensis*) during 38 hours.

Keywords: Siamese algae eater fish, *Crossocheilus siamensis*, ornamental fish transportation, shipping

บทนำ

ปลาเล็บบี๋ (*Crossocheilus siamensis*) เป็นปลาสวยงามสายพันธุ์ไทยที่มีถิ่นกำเนิดภายในประเทศ และพบได้ทั่วไปในคาบสมุทรมลายู ในธรรมชาติปลาเล็บบี๋จะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำโขง แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง โดยส่วนใหญ่จะพบปลาเล็บบี๋บริเวณผิวน้ำและใต้น้ำในแหล่งน้ำที่มีน้ำไหล ปลาเล็บบี๋เป็นปลาเป็นที่ได้รับความนิยมในการเพาะเลี้ยง เพื่อการส่งออกไปต่างประเทศ เนื่องจากเป็นปลาสวยงามที่มีราคาประหยัด มีอุปนิสัยในการกินตะไคร่น้ำและสาหร่ายสีเขียว อีกทั้งไม่ทำร้ายสัตว์น้ำอื่นๆที่เลี้ยงรวมกัน จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงไว้เพื่อควบคุมปริมาณสาหร่ายในตู้เลี้ยงปลา ประเทศไทยนับว่าเป็นผู้ส่งออกปลาเล็บบี๋เป็นรายหลักของโลก จากสถิติการประมงปี 2555 – 2562 ประเทศไทยมีการส่งออกปลาเล็บบี๋เป็นมูลค่าถึง 40 ล้านบาท โดยมีปริมาณถึง 13 ล้านตัว โดยเฉพาะในปี 2561 มีการส่งปลาเล็บบี๋มากที่สุด คิดเป็นมูลค่า 5 ล้านบาท คิดเป็นปริมาณ 1 ล้านตัว จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มของการส่งออกปลาเล็บบี๋เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Department of Fisheries, 2018) ในการผลิตปลาสวยงามของประเทศไทยที่มุ่งเน้นเพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศนั้น นอกจากจะต้องผลิตปลาให้มีลักษณะและสุขภาพที่ดีแล้ว ผู้ผลิตและส่งออกยังต้องคำนึงถึงการรักษาคุณภาพของปลาสวยงามที่อยู่ในระหว่างการขนส่งจนถึงมือผู้ซื้อปลายทางในต่างประเทศด้วย

จากสถานการณ์โรคระบาด Covid 19 ที่มีความรุนแรง ทำให้การขนส่งปลาไปยังต่างประเทศนั้นทำได้ยากขึ้น เนื่องจากสายการบินมีการงดหรือลดเที่ยวบิน หรือต้องต่อเที่ยวบินเพื่อให้สินค้าส่งถึงประเทศปลายทาง และเมื่อขนส่งไปถึงประเทศปลายทางแล้ว จะต้องผ่านกระบวนการทางศุลกากร ซึ่งในแต่ละประเทศก็จะใช้เวลาแตกต่างกัน เช่นในภูมิภาคทวีปเอเชีย ประเทศสิงคโปร์ใช้เวลา 3 ชั่วโมง แต่ประเทศมาเลเซียซึ่งมีระยะทางใกล้กว่าต้องใช้เวลาถึง 7 ชั่วโมง ในขณะที่การขนส่งไปยังประเทศในทวีปยุโรป เช่น ประเทศฝรั่งเศสต้องมีการต่อเที่ยวบินที่ประเทศเยอรมัน หรือ ในกรณีการส่งปลาเพื่อการส่งออกไปประเทศเยอรมันนั้นต้องใช้เวลาในการขนส่งและพิธีการทางศุลกากรถึง 24 ชั่วโมง

ดังนั้นวิธีการขนส่งปลาสวยงามที่มีคุณภาพจึงเป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จในการทำธุรกิจปลาสวยงามเพื่อการส่งออก เพราะต้องคำนึงถึงอัตราการรอดตาย ซึ่งเกี่ยวพันโดยตรงกับคุณภาพน้ำในถุง และสภาพแวดล้อมในระหว่างการขนส่ง ที่อาจทำให้คุณภาพน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เช่น การลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณของเสียที่ถูกขับถ่ายจากตัวปลาอันเนื่องมาจากกระบวนการเผาผลาญพลังงานภายในร่างกาย ซึ่งจะส่งผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ หากมีปริมาณมากเกินไปอาจทำให้ปลาตายได้ ในการบรรจุปลาลงในถุงที่ระดับความหนาแน่นสูง ถึงแม้ว่าช่วยลดต้นทุนในการขนส่งได้ แต่ก็เป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อปลาอาจจะทำให้เกิดผลเสียที่ตามมาได้ ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้ จึงมุ่งศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการลำเลียง ในระยะเวลาของการขนส่ง โดยใช้เวลาใกล้เคียงกับการขนส่งจริง เพื่อเป็นการลดอัตราการตาย ตลอดจนมีผลทำให้ปลาที่จัดส่งไปมีความปลอดภัยและได้รับการยอมรับของลูกค้าในประเทศปลายทาง

ในการขนส่งปลานั้นย่อมทำให้ปลาเกิดความเครียดได้ โดยปลาจะเริ่มมีความเครียดตั้งแต่ขั้นตอนการจับขึ้นมาก่อนที่จะทำการบรรจุลงในถุงเพื่อลำเลียง เมื่อสัตว์เกิดความเครียด จะถูกกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของต่อมใต้สมองทำให้เกิดการเพิ่มระดับของคอร์ติซอลในพลาสมา (Plasma cortisol) (Pickering and Pottinger, 1989 ; Macel *et al.*, 2009; Ellis *et al.*, 2012; Nazarudin *et al.*, 2016) ซึ่งคอร์ติซอลนี้มักจะถูกเรียกอยู่เสมอว่าเป็นฮอร์โมนแห่งความเครียด (Chitmanat, 2010; Pankhurst, 2011; Sadoul and Geffroy, 2019) ซึ่งจะส่งผลทำให้ระดับกลูโคสและฮอร์โมนคอร์ติซอลในซีรัมสูงขึ้นด้วย (Chitra *et al.*, 2015) เนื่องจากการออกฤทธิ์ของคอร์ติซอลนั้นจะกระตุ้นการผลิตกลูโคสขึ้น โดยตับจะเพิ่มการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนให้เป็นคาร์โบไฮเดรต เป็นเหตุให้ตับมีไกลโคเจนเพิ่มขึ้น จึงเป็นแหล่งของกลูโคสในเลือดต่อไป นอกจากนี้คอร์ติซอลยังมีฤทธิ์ยับยั้งการนำกลูโคสเข้าเซลล์ โดยเฉพาะเซลล์กล้ามเนื้อ และ เซลล์ไขมัน (Adipose tissue) และยังเพิ่มการสลายไขมัน (Lipolysis) ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีน และ เพิ่มการสลายโปรตีน เพื่อให้ได้พลังงานไปสนับสนุนการผลิตกลูโคสจากกรดอะมิโนที่ได้จากการสลายโปรตีน และกระตุ้นให้ไตมีการขับน้ำมากขึ้น เนื่องจากไปยับยั้งการทำงานของ antidiuretic hormone (ADH) (Pongpaichan, 1995) ส่วนในปลาเมื่อเกิดความเครียดซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความเค็ม หรืออยู่ในสภาพที่ความหนาแน่นสูง ยกตัวอย่างเช่นในการขนส่งปลาเยือกเทศ (*Labeo rohita*) ที่ความหนาแน่นสูง จะมีระดับคอร์ติซอลและกลูโคสในซีรัมมากกว่าปลาในความหนาแน่นที่

ต่ำกว่า (Chitra *et. al.*, 2015) ในการเพิ่มขึ้นของครีโอลิซอลนี้ ยังส่งผลให้ปลาที่มีอัตราการรอดตายลดลงอีกด้วย โดยเฉพาะในลูกปลา (Ribas, 2017)

การขนส่งปลาสวยงามที่ทำให้ปลามีคุณภาพเมื่อถึงผู้รับปลายทาง นับเป็นปัจจัยสำคัญของความสำเร็จในการทำธุรกิจปลาสวยงาม คุณภาพน้ำ และสภาพแวดล้อมในระหว่างการขนส่ง อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยเฉพาะคุณสมบัติของน้ำในถุงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ได้แก่ การลดลงของค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเสียที่ถูกขับถ่ายจากกิจกรรมที่เกิดจากขบวนการเมตาบอลิซึม หรือการเผาผลาญภายในร่างกายของสัตว์น้ำโดยตรง ส่งผลทำให้ระดับแอมโมเนีย และไนไตรท์ในน้ำเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ที่เพิ่มขึ้นนี้จะอันตรายต่อปลา หากมีปริมาณมากเกินไปอาจทำให้ปลาตายได้ ซึ่งปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดที่ไม่เป็นอันตรายหรือมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาต้องมีปริมาณไม่เกิน 0.025 มิลลิกรัม/ลิตร ด้านอุณหภูมิในการขนส่งก็จะส่งผลโดยตรงด้วยเช่นกัน เมื่ออุณหภูมิลดลงปลาก็จะมีกิจกรรมลดลงส่งผลให้การลดอัตราการเผาผลาญพลังงานลงด้วย ทำให้ปริมาณแอมโมเนียที่สูงขึ้นเป็นพิษต่อปลาลดลงในขณะที่อยู่ในที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนค่า pH ก็เช่นกันหากเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อปลามากขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก pH ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดแอมโมเนียอิสระซึ่งมีความเป็นพิษต่อปลาเพิ่มขึ้น ปริมาณแอมโมเนียในน้ำจะเป็นพิษต่อปลาในทางอ้อมโดยจะส่งผลให้ปลาไม่สามารถขับถ่ายแอมโมเนียออกจากกระเพาะเลือดได้ และในขณะที่น้ำมีแบคทีเรียที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ซึ่งจะเปลี่ยนปริมาณแอมโมเนียในน้ำให้กลายเป็นไนไตรท์ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินในเลือดปลาเกิดเป็นเมทฮีโมโกลบินทำให้เลือดปลาเป็นสีออกน้ำตาล (brown blood disease) ทำให้ปลาอ่อนแอและตายได้ (Boyd, 1990) การบรรจุปลาลงในถุงที่ระดับความหนาแน่นมากเกินไป แม้ว่าช่วยลดต้นทุนในการขนส่งได้ แต่อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อผลเสียที่อาจเกิดตามมาได้ ดังนั้นจึงควรหาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการลำเลียง โดยคำนึงถึงสุขภาพปลา อัตราการรอดตาย และต้นทุน

จากที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าวิธีการขนส่งปลาสวยงามเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการประกอบธุรกิจปลาสวยงามเพื่อการส่งออก ทั้งในแง่การลดต้นทุนการขนส่งและการรักษาคุณภาพของปลาในระหว่างการขนส่งไปจนถึงปลายทางในต่างประเทศ ในทางปฏิบัติการรักษาคุณภาพปลาในระหว่างการขนส่งพร้อมกับการลดต้นทุนการขนส่งเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก เนื่องจากค่าระวางในการขนส่งปลาสวยงามมีราคาสูง

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสัตว์ทดลอง

เตรียมปลาเล็บบี๋ที่มีความยาวเฉลี่ย 3.12 เซนติเมตร (1.2 นิ้ว) จากโรงเพาะฟักของบริษัทอะแควรีคอร์ป จำนวน 2,500 ตัว มาพักในบ่อขนาดความจุ 3 ลูกบาศก์เมตร 3 วัน เพื่อคัดเอาเฉพาะปลาที่มีความสมบูรณ์เท่านั้น และเพื่อให้ปลาได้มีความคุ้นชินและขับถ่ายของเสียที่ยังคงตกค้างภายในลำไส้ออกมาจนหมด ทั้งนี้เนื่องจากของเสียนี้จะทำให้แอมโมเนียในน้ำสูงขึ้นในระหว่างขนส่ง

การวางแผนการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยมีปัจจัยที่ต้องการศึกษาคือ ระดับความหนาแน่นของปลาในถังการทดลองซึ่ง แบ่งเป็น 3 ระดับ (ชุดการทดลอง) คือ 100, 125 และ 150 ตัว/ลิตร (200, 250 และ 300 ตัว/ถัง) เป็นชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยแต่ละชุดการทดลองจะมี 3 ซ้ำ และมีชุดที่ไม่ได้มีการบรรจุปลาลงในถังเป็นชุดควบคุม (control)

การดำเนินการทดลอง

หลังจากทำการปรับสภาพแวดล้อมของปลา และปล่อยให้ปลาขับถ่ายของเสียที่ยังคงค้างในลำไส้เป็นเวลา 3 วันแล้ว ทำการนับจำนวนปลาบรรจุในถุงพลาสติกชนิด (Polyethylene) ขนาด 25 x 65 เซนติเมตร ตามความหนาแน่นที่กำหนดไว้ บรรจุน้ำจืดสะอาดลงถุงละ 2 ลิตร ทำการวัดคุณภาพน้ำก่อนการทดลอง โดยตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ตรวจวัดปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรท์ และไนเตรท โดยใช้ชุดตรวจภาคสนามแบบสำเร็จรูป (test kit) ยี่ห้อ Hanna C203 Multi-parameter specific ion meter (Hangsapreurke *et al.*, 2008a ; Hangsapreurke *et al.*, 2008b) ทำการตรวจวัดความเป็นกรดเป็นด่างโดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Jenway รุ่น 3510 และทำการวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยใช้ DO meter ยี่ห้อ YSI รุ่น 85/10FT จากนั้นจึงทำการบรรจุก๊าซออกซิเจนลงไปในถุงในปริมาตรประมาณ 4 ลิตร แล้วจึงปิดรัดถุงให้สนิทโดยใช้ยางสำหรับรัดถุง โดยให้ถุงมีความยืดหยุ่นพอสมควรไม่แข็งและตึงจนเกินไป เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาที่เกิดจากการบรรจุ และป้องกันถุงรั่วซึมและแตกเนื่องจากความกดอากาศที่ลดลงในขณะลำเลียงที่ในระดับความสูงที่ทำการบิน จากนั้นนำถุงที่บรรจุปลาเล็บมือนางแล้วบรรจุลงในกล่องโฟมขนาด 30 x 45 x 60 เซนติเมตร ปิดผนึกฟากกล่องโฟมให้สนิทด้วยเทปขาว และนำกล่องโฟมบรรจุลงในกล่องกระดาษและผนึกด้วยเทปขาวอีกครั้งเพื่อเป็นการตรวจสอบการรั่วซึมในระหว่างขนส่ง จากนั้นทั้งกล่องที่ทำการทดลองไว้เป็นเวลา 38 ชั่วโมง ทำการตรวจดูรอยรั่วซึมของน้ำบนกล่องกระดาษ ทำการแกะกล่องกระดาษและกล่องโฟม และทำการเปิดถุง เพื่อทำการวัดอุณหภูมิ แอมโมเนีย ไนโตรท์ ไนเตรท pH และ DO และทำการนับจำนวนปลาที่ตาย เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการรอดตายต่อไป

การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูล นับจำนวนปลาที่เหลือรอด นำมาคำนวณหาอัตราการรอดตายในแต่ละชุดการทดลอง และหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์หาความแปรปรวน[Analysis of Variance (ANOVA)] และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Tukey ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนข้อมูลคุณภาพของน้ำที่ทำการตรวจวัดในทุกชุดการทดลองทั้ง 3 ซ้ำ ทั้งก่อนและหลังการทดลอง นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้ T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิจัย

อัตราการรอดตาย (Survival rate)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยใช้เวลา 38 ชม. พบว่าอัตราการรอดตายของปลาเล็บบี๋ในทุกระดับความหนาแน่นการทดลองมีค่าค่อนข้างสูงในทุกระดับความหนาแน่น โดยอัตราการรอดตาย $99.23 \pm 0.33\%$, $98.93 \pm 0.23\%$ และ $98.73 \pm 0.23\%$ โดยมีอัตราการรอดตายสูงสุดในทุกระดับความหนาแน่น 100 ตัว/ลิตร แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างทุกระดับความหนาแน่น (Fig. 1)

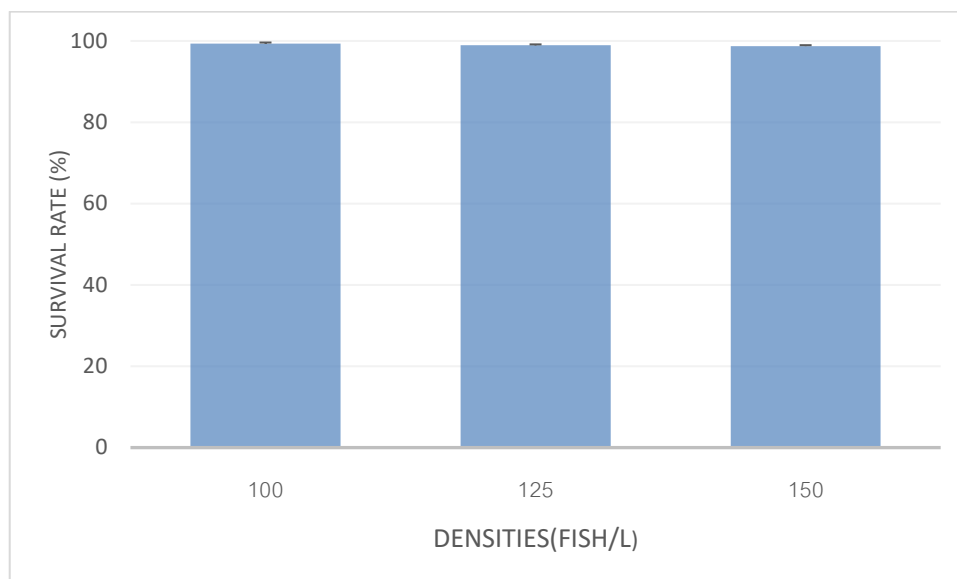


Figure.1 Survival rate of algae eater fish after transportation for 38 hrs.

คุณภาพของน้ำที่ใช้ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 38 ชั่วโมง พบว่า น้ำในถุงที่บรรจุปลา มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในทุกระดับความหนาแน่น ($p < 0.05$) ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) พบว่ามีการลดลงในทุกระดับความหนาแน่น ($p < 0.05$) และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงในทุกระดับความหนาแน่นเช่นกัน ส่วนปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกระดับความหนาแน่น ($p < 0.05$) (Table 1)

Table 1 Average water qualities at 0 hr and 38 hrs of transportation period.

Parameters	Densities (Fish/L)							
	Control at 0 hr	Control at 38 hr	100 at 0 hr	100 at 38 hr	125 at 0 hr	125 at 38 hr	150 at 0 hr	150 at 38 hr
Water temp. (°C)	27.0 ^a	29.0 ^b	27.0 ^a	29.0 ^b	27.0 ^a	29.0 ^b	27.0 ^a	29.0 ^b
Air temp. (°C)	29.0 ^a	32.0 ^b	29.0 ^a	32.0 ^b	29.0 ^a	32.0 ^b	29.0 ^a	32.0 ^b
pH	8.0±0.0 ^a	7.5±0.0 ^b	8.3±0.3 ^a	6.5±0.0 ^b	8.2±0.3 ^a	6.3±0.3 ^b	8.3±0.3 ^a	6.0±0.0 ^b
DO (mg/l)	7.9±0.6 ^a	8.1±0.6 ^a	7.3±0.3 ^a	5.5±0.0 ^b	7.5±0.3 ^a	5.0±0.5 ^b	7.2±0.3 ^a	4.2±0.3 ^b
NH ₃ -N(mg/l)	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.23±0.01 ^b	0.01±0.00 ^a	0.28±0.03 ^b	0.01±0.00 ^a	0.28±0.03 ^b
NO ₂ -N(mg/l)	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.15±0.00 ^b	0.01±0.00 ^a	0.20±0.00 ^b	0.01±0.00 ^a	0.25±0.03 ^b
NO ₃ -N(mg/l)	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.10±0.00 ^a	0.23±0.03 ^b	0.10±0.00 ^a	0.20±0.00 ^b	0.10±0.00 ^a	0.23±0.02 ^b

Data represented as Mean±S.E. Value in the same row with different superscripts are significantly different ($p<0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อสิ้นสุดระยะเวลา 38 ชั่วโมงของการทดลอง อัตราการรอดตายของปลาเล็บบี๋ที่บรรจุในถุงที่มีความหนาแน่น 100, 125 และ 150 ตัว/ลิตร นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีอัตราการรอดตายร้อยละ 99.23 ± 0.29 , 98.93 ± 0.23 และ 98.73 ± 0.23 ตามลำดับ ($p>0.05$) เมื่อเริ่มต้นทำการทดลอง น้ำมีอุณหภูมิ 27°C และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีอุณหภูมิ 29°C ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการใช้เพาะเลี้ยงปลาโดยทั่วไป $25-30^{\circ}\text{C}$ (Boyd, 1990) ในการทดลองนี้พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีการลดลงอย่างชัดเจนในทุกชุดการทดลอง ($p<0.05$) เนื่องจากการหายใจของปลา และการที่ปลาในชุดการทดลองที่ 3 มีความหนาแน่น 150 ตัว/ลิตร จะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงมากที่สุด โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพียง 4.2 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งต่ำกว่าที่ Boyd (1990) ได้แนะนำไว้เล็กน้อย (5.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งน่าจะเกิดจากการที่ปลามีความหนาแน่นมากกว่าในชุดการทดลองอื่นๆ จึงต้องการใช้ออกซิเจนละลายน้ำมากขึ้น (Chitra *et al.*, 2015; Lupatsch *et al.*, 2010) ปลาที่อยู่ในที่เดียวกันในความหนาแน่นมากขนาดนั้นมักจะก่อให้เกิดเป็นความเครียดในปลา ซึ่งเรียกว่า crowding stress ซึ่ง Leatherland and Cho (1985) ได้รายงานไว้ว่า อัตราความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของการทำงานของต่อมใต้สมอง และทำให้เกิดการเพิ่มระดับของ plasma cortisol (Pickering and Pottinger, 1989 ; Macel *et al.*, 2009 ; Nazarudin *et al.*, 2016) ซึ่ง cortisol นี้มักจะถูกเรียกอยู่เสมอว่าเป็นฮอร์โมนแห่งความเครียด (Chitmanat, 2010 ; Pankhurst, 2011 ; Sadoul and Geffroy, 2019) เมื่อระดับของ cortisol ในเลือดสูงขึ้น จะส่งผลกระทบต่อเมตาโบลิซึมของ ปลา (Cowey and Sargent, 1979 ; Pankhurst, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Eliza *et al.* (2020) ที่ได้รายงานไว้ว่าปลานิลลาย (*Oreochromis niloticus*) ที่มีความหนาแน่นสูงจะมีระดับกลูโคสในเลือด และ ฮอร์โมน Cortisol ในพลาสมาสูงกว่าปลาที่อยู่ในความหนาแน่นต่ำ ผลการศึกษาในทำนองเดียวกันนี้ Shafaq *et al.* (2018) ได้รายงานไว้ในการทดลองกับปลาเยือกเทศ (*Labeo rohita*) ด้วยเช่นกัน และรายงานของ Lupatsch (2010) ก็ได้รายงานในปลา European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) ว่าปลาที่

เลี้ยงในระดับความหนาแน่นสูงจะมีระดับกลูโคส และฮอร์โมน cortisol ในซีรัมสูงกว่าปลาที่เลี้ยงในที่มีความหนาแน่นต่ำ ในด้านการขนส่งพบว่า การขนส่งปลาเยือกเทศ (*Labeo rohita*) การขนส่งปลาที่ระดับความหนาแน่นสูงก็จะทำให้ระดับกลูโคส และฮอร์โมน cortisol ในซีรัมสูงขึ้นด้วย (Chitra et. al., 2015) ในการออกฤทธิ์ของคอร์ติซอลนั้น พบว่าจะทำให้เกิดการกระตุ้นการผลิตกลูโคสขึ้นที่ตับที่ เพิ่มการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโนให้เป็นคาร์โบไฮเดรต ทำให้ตับมีไกลโคเจนเพิ่มขึ้น เป็นแหล่งของกลูโคสในเลือดต่อไป นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ยับยั้งการนำกลูโคสเข้าเซลล์ โดยเฉพาะเซลล์กล้ามเนื้อ และ เซลล์ไขมัน (Adipose tissue) เพิ่มการสลายไขมัน (Lipolysis) ยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนและเพิ่มการสลายโปรตีนเพื่อให้ได้พลังงานไปสนับสนุนการผลิตกลูโคสจากกรดอะมิโนที่ได้จากการสลายโปรตีน และกระตุ้นให้ไตมีการขับน้ำมากขึ้น เนื่องจากไปยับยั้งการทำงานของ antidiuretic hormone (ADH) (Pongpaichan, 1995) จากที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่าการที่ปลาเล็บบ่อนางที่อยู่ในความหนาแน่น 150 ตัว/ลิตรนั้น มีการเผาผลาญพลังงานมากขึ้นตามไปด้วย น่าจะเป็นเหตุให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงมากกว่าในชุดการทดลองอื่นๆ ทำให้มีการขับถ่ายของเสีย และคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น เป็นเหตุให้ ทั้งปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทเพิ่มขึ้น ในขณะที่ pH ลดลง

ระยะเวลาขนส่งปลาสวยงามเพื่อการส่งออกต่างประเทศนั้น ขึ้นอยู่กับพิธีทางศุลกากร ข้อบังคับของสายการบินในแต่ละประเทศ และความต้องการของลูกค้าที่ปลายทาง หากลูกค้าต้องการรับปลาไปพักเพื่อบรรจุใหม่และทำการส่งต่อ ก็จะต้องใช้ความหนาแน่นที่ลดลง แต่หากไม่มีการส่งต่อก็สามารถบรรจุในอัตราความหนาแน่นที่สูงขึ้นได้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีการขนส่งปลาเล็บบ่อนางไปประเทศเยอรมัน หากในช่วงที่ขนส่งนั้นมีเที่ยวบิน ที่บินตรงโดยไม่มีการแวะพัก ก็จะใช้เวลาในการบินเพียง 10 ชั่วโมง และขั้นตอนในการบรรจุปลาที่ฟาร์มต้องใช้เวลาถึง 2-3 ชั่วโมง และต้องนำปลาไปถึงสนามบินก่อนเวลาทำการบินอย่างน้อย 7 ชั่วโมง เมื่อถึงสนามบินปลายทางแล้ว ใช้เวลาในการที่จะผ่านพิธีทางศุลกากรปลายทางอีก 7 ชั่วโมง และใช้เวลาไปถึงฟาร์มอีก 2-3 ชั่วโมง ซึ่งยังอยู่ในวิสัยที่สามารถลำเลียงในรูปแบบของการวิจัยนี้ทุกระดับความหนาแน่น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการส่งออกปลาเล็บบ่อนางไปต่างประเทศ จากการศึกษพบว่าสามารถใช้อัตราความหนาแน่นสูงสุดได้ถึง ในการบรรจุที่ 150 ตัว/ลิตร โดยอาจจะใช้ความหนาแน่นลดลงได้ถึง 100 ตัว/ลิตร ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ น้ำ ระยะเวลาลำเลียง และขนาดปลา

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทอะแควีคอร์ปเป็นอย่างสูงที่ได้เอื้อเฟื้อพันธุ์ปลา อุปกรณ์การทดลอง และสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. 482 p.
- Chitmanat C. 2010. Fish welfare. Naresuan University Journal 2010; 18(2): 106-111. [In Thai].
- Chitra P., Nagesha T.S., Abrahamb T.J., Dashb G. and Beheraa S. 2015. Stress responses in rohu, *Labeo rohita* transported at different densities. Aquaculture Report 2: 39-45.
- Cowey, C.B. and Sargent J.R. 1979. Nutrition, In: Hoar W.S., Randall D.J. and Brett J.R. (Editors), Fish Physiology, Vol. VIII. Academic Press, New York. pp. 1-69.
- Department of Fisheries. 2018. Fisheries Statistic of Thailand. Fishery Statistics Analysis and Research Group, Fisheries Development Policy and Planning Division. 88 p [In Thai].
- Elija O., Paul O. A., Patrick O., and David O. 2020. Stocking density induced stress on plasma cortisol and whole blood glucose concentration in Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*) of Lake Victoria, Kenya. International Journal of Zoology (2020); 8 pp.
- Hangsapreurke K., Thamrongnawasawat T., Powtongsook T., Tabthipwan P. and Lumubol P. 2008. Effect of salinity on embryonic development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). Journal of Fisheries Technology Research. 2(1): 1-11.
- Hangsapreurke K., Thamrongnawasawat T., Powtongsook T., Tabthipwan P. and Lumubol P. 2008. Embryonic development, hatching, mineral consumption, and survival of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) reared in artificial seawater in closed recirculating water system at different levels of salinity. Maejo International Journal of Science and Technology. 2(03): 471-482.
- Leatherland J.F. and Cho C.Y. 1985. Effect of rearing density on thyroid and interrenal gland activity and plasma and hepatic metabolite levels in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Journal of Fish Biology. 27: 583-592.
- Lupatsch I., Santos G.A., Schrama J.W., and Verreth J.A.J. 2010. Effect of stocking density and feeding level on energy expenditure and stress responsiveness in European sea bass *Dicentrarchus labrax* Aquaculture 298: 245–250.
- Marcel M.P, Luis R. M.C. and Rogelio R.E. 2009. Cortisol and glucose: Reliable indicators of fish stress? Pan-American Journal of Aquatic Sciences. 4(2): 158-178.
- Nazarudin M.F., Aliyu-Paiko M. and Shamsudin M.N. 2016. Serum cortisol concentrations change in tiger grouper, *Epinephelus fuscoguttatus* in response to water temperature and salinity stress. Iranian Journal of Fisheries Sciences 15(4): 1511-1525.

- Pankhurst N.W. 2011. The endocrinology of stress in fish: an environmental perspective. General and Comparative Endocrinology. 170(2): 265-75.
- Pickering, A.D. and Pottinger, T.G. 1989. Stress responses and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. Fish Physiology and Biochemistry. 7: 253-258.
- Pongpaichan P. 1995. Pet physiology. Department of Animal Science. Faculty of Agriculture. Chiangmai University. 282 p. [In Thai]
- Ribas L., Valdivieso A., Díaz N. and Piferrer F. 2017. Appropriate rearing density in domesticated zebrafish to avoid masculinization: links with the stress response. Journal of Experimental Biology. 220: 1056-1064.
- Sadoul B. and Geffroy B. 2019. Measuring cortisol, the major stress hormone in fishes. Journal of Fish Biology. 94(4): 540-555.
- Shafaq F., Shadab I., Zaeema U., Farzana R., Zakia K., Ghazala J. and Asma A.I L. 2018. Effects of high Stocking density on condition factor and profile of free thyroxine and cortisol in *Catla catla* (Hamilton, 1822) and *Labeo rohita* (Hamilton, 1822). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 18: 217-221.

ชีววิทยาบางประการของปูม้าในพื้นที่ทะเลอนุรักษ์บ้านฝ้ายพรุ ตำบลตะกรบ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Some biological aspects of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in marine conservation zone Ban Phaipru, Trakrob sub-district, Chaiya district, Suratthani province

ณัฐพล เมฆแดง* และชมพูนุท ชัยรัตน์

Nuttaphol Mekdaeng* and Chompunut Chairattana

สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 84100

Department of Fisheries Technology, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, 84100

* Corresponding author, E-mail: mekdaeng.n@gmail.com

Received: 1 Dec. 2021

Revised: 2 Dec. 2021

Accepted: 27 Dec. 2021

บทคัดย่อ

การศึกษาชีววิทยาบางประการของปูม้าในบริเวณพื้นที่ทะเลอนุรักษ์บ้านฝ้ายพรุ ตำบลตะกรบ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อช่วยจัดการอนุรักษ์ทรัพยากรปูม้าโดยชุมชน จับปูม้าด้วยลอบพับและอวนจมปูเป็นเวลา 11 เดือน ๗ ครั้ง ตั้งแต่มีนาคม พ.ศ.2563 ถึงมกราคม พ.ศ.2564 ผลการศึกษาพบว่าจับปูม้าได้ทั้งสิ้น 530 ตัว จับเฉลี่ย 48.18 ± 10.57 ตัว/ครั้ง ช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (สิงหาคม) และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน พ.ศ.2563 ถึงมกราคม พ.ศ.2564) เป็นช่วงที่จับปูม้าได้น้อย ส่วนช่วงที่จับปูม้าได้มากเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนผ่านของฤดูกาล (พฤษภาคมและตุลาคม) ปูม้าที่จับได้มีความกว้างกระดองเฉลี่ย 8.61 ± 2.83 เซนติเมตร โดยปูม้าเพศผู้และเพศเมียมีความกว้างกระดองเฉลี่ย 8.88 ± 2.93 และ 8.25 ± 2.66 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบความกว้างกระดองปูม้าในแต่ละเดือนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเดือนธันวาคมปูม้าพบมีขนาดเล็กที่สุดเฉลี่ย 6.77 เซนติเมตร ส่วนเมษายนและมิถุนายนมีขนาดใหญ่ที่สุดเฉลี่ย 9.31-9.41 เซนติเมตร เปรียบเทียบสัดส่วนเพศปูม้าที่จับได้ระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียเป็นรายเดือนมีค่าเฉลี่ย 1.00:0.75 เมื่อวิเคราะห์ค่าไคสแควร์ในแต่ละเดือนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทุกเดือนพบปูม้าเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ยกเว้นเพียงเดือนพฤษภาคมเท่านั้นที่พบปูม้าเพศเมียมากกว่า ผลจากการปล่อยลูกปูม้าแรกฟักของธนาคารปูม้าโดยชุมชนระหว่างเดือนกันยายนถึงตุลาคม พ.ศ.2563 พบว่ามีลูกปูม้าขนาดเล็กในบริเวณพื้นที่อนุรักษ์เพิ่มมากขึ้นในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ.2563 และเมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของปูม้ากับคุณภาพน้ำ พบว่ามีความสัมพันธ์กับค่าความเค็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเมื่อความเค็มน้ำทะเลเพิ่มขึ้นจะพบปูม้าเพิ่มขึ้นด้วย

คำสำคัญ: ปูม้า ชีววิทยา บ้านฝ้ายพรุ ตำบลตะกรบ

Abstract

Study on some biological aspects of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) in Ban Phaipru marine conservation zone for stock management of blue swimming crab by community. Blue swimming crab were collected by collapsible crab trap and crab gill net during March 2020–January 2021. Result of the monthly survey for all 11 months showed that 530 crabs were collected and the average collected crab was 48.18 ± 10.57 crabs/month. The decline of collected crab was detected during Southwest monsoon (August 2020) and Northeast monsoon (November 2020 to January 2021) while during season changing period collected crab amount was more than monsoon period (May and October). The average carapace width of blue swimming crab was 8.61 ± 2.83 cm. Carapace width of male (8.88 ± 2.93 cm.) and female (8.25 ± 2.66 cm.) crab were similar ($p > 0.05$). While the lowest average carapace width of 6.77 cm. was found in December 2020 and the highest average carapace width of 9.31 and 9.41 were found in April and June 2020 respectively. The result of the study on average male and female ratio was 1:0.75, evaluate with chi-square test compare each month were significant difference ($p < 0.05$). The collected male crabs were higher than female in every month except May 2020. In addition, zoea of blue swimming crab stock enhancement in marine conservation zone during September–October 2020 resulted in increasing of small crab (<5 cm. of carapace width) during November - December 2020. The relationship between the abundance of blue swimming crab and physical factors revealed that blue swimming crab abundance significantly depend on salinity ($p < 0.05$). When the salinity increased, crabs were found to increase.

Key words: Blue swimming crab, *Portunus pelagicus*, Biology, Ban Phaipru, Taklob sub-district

บทนำ

ทรัพยากรสัตว์น้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านเป็นแหล่งอาหาร สร้างอาชีพ เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ เช่น แพปลา ห้องเย็น การแปรรูปสัตว์น้ำ เป็นต้น ก่อให้เกิดรายได้เข้าประเทศ จำนวนมาก ในปี พ.ศ.2562 ผลผลิตสัตว์น้ำทะเลที่จับได้ของประเทศมีปริมาณ 1.4 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 66,118 ล้านบาท ในจำนวนนี้มีผลผลิตปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ซึ่งเป็นทรัพยากรสัตว์น้ำทางทะเลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยผลผลิตที่จับได้ในธรรมชาติจากข้อมูลผลผลิตปูม้าปี พ.ศ.2562 มีปริมาณการจับมากถึง 40,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 8,034 ล้านบาท (Department of Fisheries, 2021 A) และปริมาณการจับปูม้าเฉพาะจากการทำประมงพื้นบ้านในปี พ.ศ.2563 ทั้งประเทศมีปริมาณ 30,221 ตัน แยกเป็นจับจากฝั่งอ่าวไทย 22,935 ตัน และฝั่งอันดามัน 7,286 ตัน (Department of Fisheries, 2021 B)

ปูม้าเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญ มีศักยภาพในเชิงพาณิชย์ และเป็นที่ต้องการของตลาดสูง จึงทำให้ชาวประมงพัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพในการจับให้มากที่สุด การจับปูม้าจากทะเลมาใช้ประโยชน์มีมาก

เกินกำลังที่เกิดทดแทนได้ในธรรมชาติ (Trisak, 2021) ปัจจุบันมีการเสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้มาตรการต่าง ๆ เพื่อให้การประมงปูม้ามีความยั่งยืนมากยิ่งขึ้น ทั้งการกำหนดเครื่องมือทำการประมง การกำหนดฤดูกาลทำการประมง (Kunsook, *et al.*, 2018) การกำหนดขนาดตาอวนของเครื่องมือ (Trisak, 2021) การเพิ่มแหล่งอนุบาลปูม้าวัยอ่อนโดยเฉพาะแนวหญ้าทะเล และการทำธนาคารปูม้าโดยการปล่อยลูกพันธุ์ปูม้าลงทะเล (Nitiratsuwan *et al.*, 2014 A) การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาชีววิทยาบางประการของปูม้าภายใต้โครงการการประเมินประสิทธิผลธนาคารปูม้าบ้านฝ้ายพรุ ตำบลตะกรบ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการประเมินสถานภาพของทรัพยากรปูม้าในบริเวณพื้นที่ทะเลอนุรักษ์บ้านฝ้ายพรุ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการอนุรักษ์ทรัพยากรปูม้าโดยชุมชนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาครั้งนี้เป็นทะเลชุมชนซึ่งมีข้อตกลงกันพื้นที่เป็นแปลงอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลเพื่อให้พื้นที่แห่งนี้เป็นแหล่งอนุบาลของสัตว์น้ำวัยอ่อน ห้ามมีการทำการประมงทุกชนิด มีขนาดพื้นที่ประมาณ 2 ตารางกิโลเมตร (Figure 1) ตั้งอยู่ภายในกรอบพิกัดชายฝั่ง 2 จุด ($9^{\circ} 30' 27.95''$ N, $99^{\circ} 14' 00.39''$ E และ $9^{\circ} 29' 26.52''$ N, $99^{\circ} 14' 24.04''$ E) และในทะเล 2 จุด ($9^{\circ} 30' 39.11''$ N, $99^{\circ} 14' 32.30''$ E และ $9^{\circ} 29' 38.77''$ N, $99^{\circ} 14' 54.77''$ E)

2. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปูม้าด้วยลอบพับและอวนจมปู ใช้ลอบพับขนาด (กว้างxยาวxสูง) 35x50x20 เซนติเมตร เนื้ออวนหุ้มชนิดพอลิเอทิลีนสีแดงความยาวเหยียด 2.54 เซนติเมตร และใช้เนื้อพลาสติกเขียวตะขอเป็นเหยื่อไว้กลางลอบ จำนวนลอบรวม 49 ลูก แบ่งเป็น 7 แถว ๆ ละ 7 ลูก ขนานกับแนวชายฝั่ง แต่ละแถวห่าง 100 เมตร (Nitiratsuwan *et al.*, 2014 A) และเก็บตัวอย่างด้วยอวนจมปู ตาอวนขนาด 10 เซนติเมตร วางอวนในพื้นที่เดียวกับลอบปูความยาวอวน 240 เมตร/แนว (พื้นละ 80 เมตร x 3 พื้น) จำนวน 3 แนว (Khawhit, 2020) วางอวนและลอบพับข้ามคืนนานประมาณ 15 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างเดือนละครั้ง ตั้งแต่มีนาคม พ.ศ.2563 ถึง มกราคม พ.ศ.2564 รวม 11 เดือน เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำกระจายทั่วในบริเวณที่ศึกษารวม 12 จุด และได้ดำเนินการปล่อยลูกปูม้าแรกฟักระยะซูเอีย (Zoea) ที่ได้จากการเพาะฟักแม่ปูม้าไข่นอกกระดอง 240 ตัว บริเวณชายหาดในเขตทะเลอนุรักษ์บ้านฝ้ายพรุเป็นเวลานาน 2 เดือน ระหว่างกันยายนถึงตุลาคม พ.ศ.2563

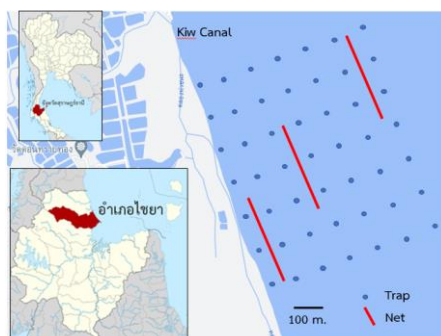


Figure 1 Study area and sampling point in Ban Phaipru, Suratthani province

3. การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลปูม้าจากลอบพับและอวนจมปูทั้งจำนวนปูม้าที่จับได้ ความกว้างกระดองปูม้า แยกเพศปูม้า เพศเมียที่มีไข่นอกกระดอง (Josileen, 2011) และข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลประกอบด้วย ความเค็ม ความเป็นกรดต่าง อุณหภูมิ และออกซิเจนละลาย ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์ YSI รุ่น ProDSS-1 และวัดความโปร่งใสด้วย sechidisk (Kunsook et al., 2018)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เปรียบเทียบความหนาแน่นของปูม้า (ตัว/ลอบ, ตัว/ผืน) และความกว้างกระดองปูม้ารายเดือนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ก่อนการวิเคราะห์มีการตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วย Kolmogorov–Smirnov Test และแปลงข้อมูลก่อนนำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบเพศปูม้า เครื่องมือที่ใช้จับกับความกว้างกระดองด้วยวิธี Independent Sample t Test (Zar, 2010; Kaewmak et al., 2020) วิเคราะห์สัดส่วนปูม้าเพศผู้ต่อเพศเมียจำแนกรายเดือน เทียบสัดส่วนเพศจากสมมุติฐาน 1:1 ด้วยค่าไคสแควร์ (Chi-square) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Zar, 2010) และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปูม้าที่จับได้กับปัจจัยคุณภาพน้ำ

ผลการวิจัย

การศึกษานี้วางแผนเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ.2563 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ.2564 แต่เนื่องจากเกิดการระบาดของเชื้อไวรัสโควิด 19 เพิ่มขึ้นในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ.2564 ทำให้ออกเก็บตัวอย่างได้เพียง 11 เดือน (มีนาคม พ.ศ.2563 ถึงมกราคม พ.ศ.2564) ปูม้าที่รวบรวมได้จากการจับด้วยลอบพับและอวนจมปูมีทั้งสิ้น 530 ตัว จากจำนวนของปูที่จับได้ในแต่ละเดือน (Table 1) พบว่าสามารถจับปูม้าได้ตลอดทั้งปี โดยมีปูม้าจับได้เฉลี่ย 48.18 ± 10.57 ตัว/ครั้ง ช่วงที่มีการจับปูม้าได้น้อยมีสองช่วงคือสิงหาคม พ.ศ.2563 และช่วงพฤศจิกายน พ.ศ.2563 ถึงมกราคม พ.ศ.2564 เป็นช่วงที่ในพื้นที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ส่วนช่วงที่จับปูม้าได้มากเป็นช่วงเดือนพฤษภาคมและเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนผ่านของฤดูกาล

1. ผลจากการทำการประมง

ผลจากการทำการประมงด้วยลอบพับได้ปูม้า 0.39-0.65 ตัว/ลอบ (Table 1) ตลอดช่วงการศึกษาพบว่าลอบพับจับปูม้าได้เฉลี่ย 0.51 ± 0.60 ตัว/ลอบ โดยสามารถจับปูม้าได้สูงสุดเดือนตุลาคม และจับได้น้อยสุดเดือนสิงหาคม พ.ศ.2563 มีปริมาณปูม้า 0.65 ± 0.69 และ 0.39 ± 0.53 ตัว/ลอบ ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนปูม้าที่จับได้ด้วยลอบพับในแต่ละเดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนผลจากการทำการประมงด้วยอวนจมปูได้ปูม้า 0.89-3.67 ตัว/ผืน (Table 1) ตลอดช่วงการศึกษาพบว่าอวนจมปูจับปูม้าได้เฉลี่ย 2.57 ± 1.60 ตัว/ผืน โดยสามารถจับปูม้าได้สูงสุดเดือนตุลาคม และจับได้น้อยสุดเดือนธันวาคม พ.ศ.2563 มีปริมาณปูม้า 3.67 ± 3.46 และ 0.89 ± 0.38 ตัว/ผืน ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนปูม้าที่จับได้ด้วยอวนจมปูในแต่ละเดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

2. ความกว้างของกระดองปูม้า

ปูม้าที่จับได้มีความกว้างกระดองเฉลี่ย 8.61 ± 2.83 เซนติเมตร โดยมีความกว้างกระดองเล็กที่สุดและใหญ่ที่สุด 2.0 และ 18.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 2) จากปูม้าที่ศึกษาทั้งสิ้น 530 ตัว แยกเป็นปูม้าเพศผู้ 303 ตัว ความกว้างกระดองปูเฉลี่ย 8.88 ± 2.93 เซนติเมตร และปูม้าเพศเมีย 227 ตัว ความกว้างกระดองปูเฉลี่ย 8.26 ± 2.66 เซนติเมตร (Table 1, Figure 2 b) เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของความกว้างกระดองแยกเพศทั้งเพศผู้และเพศเมียในเดือนเดียวกันด้วยวิธี t Test พบว่าทั้งปูม้าเพศผู้และปูม้าเพศเมียมีความกว้างกระดองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) หรือสรุปได้ว่าขนาดความกว้างกระดองเมื่อเปรียบเทียบในปูม้าทั้งเพศผู้และเพศเมียในเดือนเดียวกันมีขนาดไม่แตกต่างกัน

Table 1 Number and carapace width (cm.) of blue swimming crab classified by month

Month/Year	Number of crabs			Carapace width (cm.)		
	Total	Trap (crap/trap)	Gillnet (crab/net)	Total	Male	Female
Mar 2020	49	0.47 ± 0.50	2.89 ± 1.26	9.23 ± 2.14^b	9.59 ± 2.32	8.65 ± 1.74
Apr 2020	50	0.51 ± 0.62	2.78 ± 0.84	9.31 ± 2.14^b	9.60 ± 2.03	8.91 ± 2.26
May 2020	62	0.63 ± 0.60	3.44 ± 2.22	8.97 ± 2.60^{ab}	9.21 ± 2.76	8.83 ± 2.48
Jun 2020	51	0.45 ± 0.58	3.22 ± 1.17	9.41 ± 2.60^b	9.48 ± 2.67	9.33 ± 2.56
Jul 2020	48	0.47 ± 0.62	2.78 ± 1.65	8.78 ± 2.31^{ab}	8.84 ± 2.35	8.69 ± 2.32
Aug 2020	35	0.39 ± 0.53	1.78 ± 0.84	8.70 ± 2.45^{ab}	9.05 ± 2.41	8.16 ± 2.51
Sep 2020	55	0.51 ± 0.65	3.33 ± 1.67	8.27 ± 3.37^{ab}	8.74 ± 3.51	7.67 ± 3.14
Oct 2020	65	0.65 ± 0.69	3.67 ± 3.46	8.45 ± 3.63^{ab}	8.67 ± 3.72	8.15 ± 3.56
Nov 2020	36	0.49 ± 0.65	1.33 ± 0.67	7.76 ± 3.02^{ab}	8.16 ± 3.32	7.14 ± 2.46
Dec 2020	32	0.49 ± 0.54	0.89 ± 0.38	6.77 ± 2.64^a	7.08 ± 3.07	6.36 ± 1.98
Jan 2021	47	0.57 ± 0.54	2.11 ± 1.07	8.14 ± 2.75^{ab}	8.46 ± 3.02	7.71 ± 2.35
Total	48.18 ± 10.57	0.51 ± 0.60	2.57 ± 1.60	8.61 ± 2.83	8.88 ± 2.93	8.26 ± 2.66

* Different English letters in the same column mean statistically different values ($p < 0.05$)

เปรียบเทียบความกว้างกระดองปูม้าแต่ละเดือนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าความกว้างกระดองของปูม้าในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในเดือนธันวาคมปูม้ามีขนาดความกว้างของกระดองน้อยที่สุดเฉลี่ย 6.77 เซนติเมตร เดือนมีนาคม เมษายนและมิถุนายนมีความกว้างกระดองใหญ่สุดเฉลี่ย 9.23-9.41 เซนติเมตร (Table 1) แต่เมื่อเปรียบเทียบขนาดความกว้างกระดองปูม้าที่จับได้จากเครื่องมือที่ใช้จับระหว่างลอบปูและอวนจมปูด้วยวิธี t Test พบว่าความกว้างกระดองมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยลอบปูจับปูม้าได้ 276 ตัว ความกว้างกระดองมีขนาดเล็กกว่าเฉลี่ย

6.56±1.91 เซนติเมตร ส่วนของนวมจับปูมาได้ 254 ตัว ความกว้างกระดองใหญ่กว่าเฉลี่ย 10.84±1.78 เซนติเมตร (Figure 3 a)

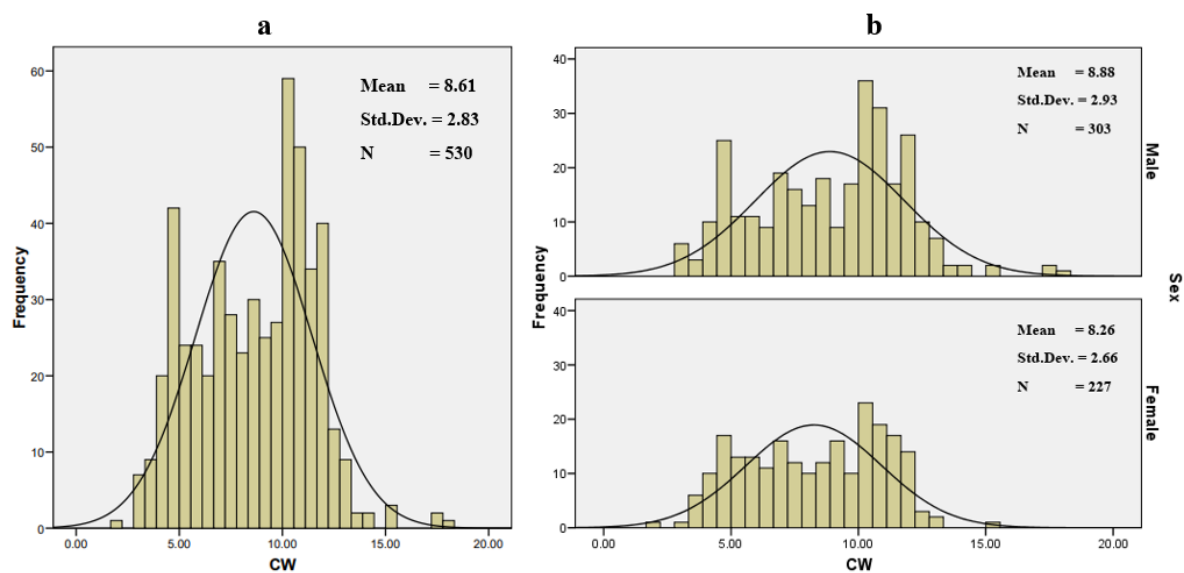


Figure 2 Distribution of the blue swimming crab carapace width (cm.) with total (a) and classified by sex (b)

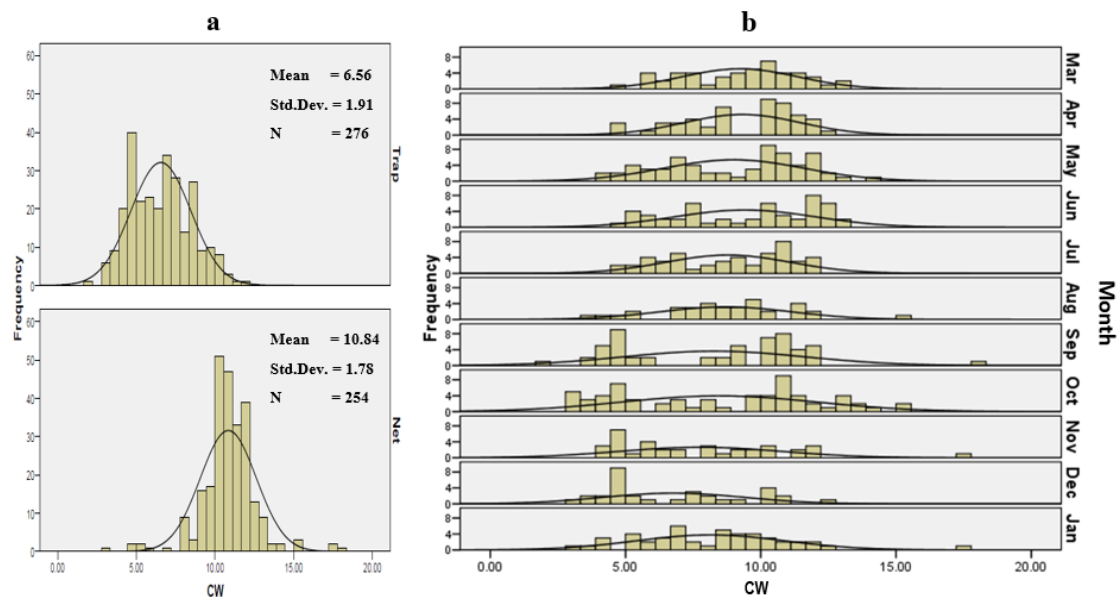


Figure 3 Distribution of the blue swimming crab carapace width (cm.) classified by fishing gear (a) and month (b)

3. สัดส่วนเพศปูม้า

เปรียบเทียบสัดส่วนเพศระหว่างปูม้าเพศผู้และเพศเมียปูม้าที่จับได้เป็นรายเดือนพบว่าตลอดช่วงที่ศึกษามีค่าเฉลี่ย 1.00:0.75 หรือตลอดช่วงการศึกษาสัดส่วนปูม้าเพศผู้มากกว่าเพศเมีย โดยเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2563 มีอัตราส่วนปูม้าเพศผู้มากที่สุด 1.00:0.60 และพฤษภาคม พ.ศ.2563 มีอัตราส่วนปูม้าเพศผู้น้อยที่สุด 1.00:1.21 ซึ่งเป็นเพียงเดือนเดียวตลอดระยะเวลาการศึกษาที่มีจำนวนปูม้าเพศผู้น้อยกว่าเพศเมีย เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ค่าไคสแควร์คำนวณสัดส่วนปูม้าเพศผู้ต่อเพศเมียจำแนกรายเดือน จากสมมุติฐาน สัดส่วนเพศปูม้าเป็น 1:1 ด้วยค่าไคสแควร์ (Chi-square) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่าสัดส่วนเพศของปูม้าในพื้นที่บริเวณเขตอนุรักษ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดในช่วงระยะเวลาที่ศึกษาเพศของปูม้าที่จับได้แต่ละเดือนไม่ได้เป็นไปในทางเดียวกัน (Table 2) หรือสัดส่วนปูม้าเพศผู้และปูม้าเพศเมียมีอย่างน้อยหนึ่งเดือนที่ไม่สัมพันธ์กัน และพบปูม้าเพศเมียมีไข่นอกกระดองทุกเดือน โดยพบว่ามีไข่มากในช่วงเดือนเมษายน มิถุนายน กรกฎาคมและสิงหาคม พ.ศ.2563 และพบมีไข่น้อยในช่วงเดือนมีนาคม ตุลาคม พ.ศ.2563 และเดือนมกราคม พ.ศ.2564 (Table 2)

Table 2 Sex ratio and female eggs outside abdomen of blue swimming crab during the sampling period

Month/Year	Male (crab)	Female (crab)	Total (crab)	M: F Ratio	χ^2	Female eggs outside (%)
Mar 2020	30	19	49	1.00:0.63	2.47 ^{**}	11.11
Apr 2020	29	21	50	1.00:0.72	1.28 [*]	27.27
May 2020	28	34	62	1.00:1.21	0.58 ^{ns}	17.65
Jun 2020	29	22	51	1.00:0.76	0.96 [*]	22.22
Jul 2020	30	18	48	1.00:0.60	3.00 ^{**}	33.33
Aug 2020	21	14	35	1.00:0.67	1.40 [*]	28.57
Sep 2020	31	24	55	1.00:0.77	0.89 ^{ns}	18.18
Oct 2020	38	27	65	1.00:0.71	1.86 ^{**}	15.38
Nov 2020	22	14	36	1.00:0.64	1.78 ^{**}	20.00
Dec 2020	18	14	32	1.00:0.78	0.50 ^{ns}	18.18
Jan 2021	27	20	47	1.00:0.74	1.04 [*]	16.67
Total	303	227	530	1.00:0.75	15.76 ^{**}	20.17

4. ผลการดำเนินงานของธนาคารปูม้า

การดำเนินงานปล่อยลูกปูม้าระยะชุกชุมของธนาคารปูม้าบ้านฝ้ายพรุเป็นเวลานาน 2 เดือน ระหว่างกันยายนถึงตุลาคม พ.ศ.2563 ทำการเพาะฟักไข่จากแม่ปูม้าไข่นอกกระดองจำนวน 240 ตัว และปล่อยลูกปูม้าระยะแรกฟักที่ได้ในพื้นที่ทะเลอนุรักษ์ซึ่งมีการสร้างบ้านปลาและกันเขตห้ามทำการประมงก่อนหน้านี้แล้ว ผลของการปล่อยลูกปูม้าและได้ติดตามขนาดของปูม้าที่จับได้ (Figure 3 b) พบว่าในเดือนกันยายนถึงธันวาคม พ.ศ.2563 พบปูม้าขนาดเล็กมากกว่าช่วงอื่น ๆ ซึ่งเป็นได้ว่าปูม้าขนาดเล็กที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับแม่ปูไข่นอกกระดองที่พบได้มากในช่วงเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม พ.ศ.2563 ส่วนการปล่อยลูกปูม้าระยะชุกชุมของชุมชนในเขตอนุรักษ์ช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม พ.ศ.2563 สามารถพบปูม้าขนาดเล็กได้ในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ.2563

5. เปรียบเทียบความชุกชุมของปูม้ากับคุณภาพน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปูม้าที่จับได้กับปัจจัยทางกายภาพภายในพื้นที่แปลงอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลของชุมชนซึ่งประกอบด้วย ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ น้ำ ความขุ่นใส ความลึก และความเค็ม พบว่าจำนวนปูม้าที่จับได้มีความสัมพันธ์กับค่าความเค็มอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.601 (Table 3) โดยความเค็มของน้ำทะเลในบริเวณที่ทำการศึกษามีค่าเฉลี่ย 26.32 ± 6.28 ส่วนในพื้น ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ น้ำ ความขุ่นใส ความลึก พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนปูม้าที่จับได้ในบริเวณที่มีการศึกษา (Table 3)

Table 3 Correlation between the blue swimming crab and physical factors

Physical factors	Value ($\bar{x} \pm SD$)	Correlation
Dissolved oxygen (mg/l)	7.14 $\pm$ 0.83	-0.235
pH	8.02 $\pm$ 0.07	0.273
Temperature ($^{\circ}C$)	30.91 $\pm$ 1.72	0.400
Turbidity (cm)	119.20 $\pm$ 26.29	0.122
Depth (cm)	258 $\pm$ 44	-0.253
Salinity (ppt)	26.32 $\pm$ 6.28	0.601*

* There was a statistically significant difference ($p < 0.05$)

วิจารณ์ผลผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาตลอดช่วงระยะเวลา 11 เดือน พบว่าช่วงที่มีการจับปูม้าได้น้อยมีสองช่วงคือ สิงหาคม พ.ศ.2563 และช่วงพฤศจิกายน พ.ศ.2563 ถึงมกราคม พ.ศ.2564 เป็นช่วงที่ในพื้นที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ส่วนช่วงที่จับปูม้าได้มากเป็นช่วงเดือนพฤษภาคมและเดือนตุลาคม พ.ศ.2563 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนผ่านฤดูกาล (Thai Meteorological

Department, 2019) โดยผลการศึกษาเป็นไปในทางเดียวกับการศึกษาของ Tipayakraisri *et al.* (2016) ที่ได้ทำการศึกษาสภาวะการทำการประมงปูม้าในพื้นที่อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร พบว่าก่อนเข้าฤดูมรสุมสามารถจับปูม้าได้มากแต่เมื่ออยู่ในช่วงมรสุมปูม้าที่จับได้มีปริมาณน้อยลง และสรุปได้ว่าปริมาณปูม้าที่จับได้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของฤดูกาลเป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Soasung and Trisak (2009) ที่ได้ทำการศึกษาการกระจายของปูม้าจากการประมงพื้นบ้านบริเวณจังหวัดชลบุรี พบว่าการกระจายตัวของปูม้าเป็นไปตามฤดูกาล โดยในฤดูหนาวมีความอุดมสมบูรณ์สูงสุด รองลงมาเป็นฤดูร้อน ส่วนในฤดูฝนมีความอุดมสมบูรณ์น้อยที่สุด ต่างจากการศึกษาของ Mookkaew *et al.* (2011) ได้ศึกษาการทำการประมงปูม้าในพื้นที่ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดพังงา พบว่าการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่มีผลต่ออัตราการจับ โดยในฤดูฝนเดือนสิงหาคมจับปูม้าได้ 2.237 กิโลกรัม/วัน/ลำ ส่วนในฤดูร้อนเดือนเมษายนจับได้ 1.769 กิโลกรัม/วัน/ลำ

ผลจากการทำการประมงด้วยลอบพับในบริเวณที่ศึกษาซึ่งเป็นพื้นที่ทะเลอนุรักษ์และชุมชนเริ่มมีการกันพื้นที่และห้ามทำการประมงในบริเวณดังกล่าว จับปูม้าได้เพียง 0.39-0.65 ตัว/ลอบ ซึ่งยังคงพบปูม้าไม่มากเมื่อเทียบกับทะเลในจังหวัดตรังที่จับปูม้าได้ 0-5 ตัว/ลอบ ในบริเวณใกล้เคียง และ 0-2 ตัว/ลอบ ในบริเวณห่างฝั่ง (Nitiratsuwan *et al.*, 2014 A; Nitiratsuwan *et al.*, 2014 B) หรือ 1.53-2.20 ตัว/ลอบ (Sanlee and Chiayvareesajja, 2012) แต่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kunsook *et al.* (2017) ที่ศึกษาในบริเวณอ่าวคู้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ซึ่งจับปูม้าได้ 0.53-0.61 ตัว/ลอบ ส่วนปริมาณปูม้าที่จับได้ด้วยอวนจมปูมีจำนวน 0.89-3.67 ตัว/ผืน ใกล้เคียงกับการศึกษาของ (Srichanngam and Rungruang, 2006) ที่ศึกษาผลการจับปูม้าบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานี และ (Srikum *et al.* 2012) ที่ศึกษาการจับปูม้าบริเวณจังหวัดระยองและจันทบุรี แต่มากกว่าการศึกษาของ (Lurkpranee, 2019) ที่ศึกษาการจับปูม้าของชาวประมงพื้นบ้านในจังหวัดระยอง ในการศึกษาครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบการจับปูม้าด้วยเครื่องมือสองชนิดคืออวนจมปูและลอบพับ พบว่าจำนวนปูม้ารวมที่จับได้เฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ปูม้าที่จับด้วยอวนจมปูมีขนาดใหญ่กว่าอย่างชัดเจน

ความกว้างของกระดองปูม้าที่จับได้เฉลี่ย 8.61 ± 2.833 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Tipayakraisri *et al.* (2016) ที่ศึกษาปูม้าในพื้นที่จังหวัดชุมพร ช่วง พ.ศ.2557-2558 พบว่าปูม้าที่จับได้โดยอวนจมปูมีขนาดความกว้างกระดอง 10.15-12.97 เซนติเมตร ขนาดตัวปูใหญ่กว่าการศึกษารุ่นนี้ อาจเกิดจากการศึกษาในพื้นที่ห่างฝั่ง 0.5-7.0 กิโลเมตร สอดคล้องกับการศึกษาของ Nitiratsuwan and Juntarashote (2009); Nitiratsuwan *et al.* (2014 A); Sanlee and Chiayvareesajja (2012) พบว่าปูม้าขนาดเล็กมีการแพร่กระจายมากบริเวณชายฝั่ง โดยเฉพาะในบริเวณแหล่งหญ้าทะเล ป่าชายเลนและปากคลอง เมื่อปูม้ามีขนาดโตขึ้นจึงอพยพออกไกลฝั่งมากขึ้น ส่วนขนาดความกว้างกระดองเมื่อเปรียบเทียบทั้งในปูม้าทั้งเพศผู้และเพศเมียในเดือนเดียวกันมีขนาดเท่ากัน เป็นไปในทางเดียวกับการศึกษาของ (Sangchan and Siriraksa, 2004) ที่ศึกษาปูม้าในอำเภอเมือง จังหวัดพังงา พบปูม้าเพศผู้มีกระดองกว้างเฉลี่ย 12.00 เซนติเมตร ส่วนเพศเมียมีเฉลี่ย 11.80 เซนติเมตร

เปรียบเทียบความกว้างกระดองปูม้าในแต่ละเดือนไม่มีความแตกต่างกันซึ่งเป็นไปในทางเดียวกับของ Soasung and Trisak (2009) ที่ศึกษาปูม้าพื้นที่จังหวัดชลบุรี พบว่าในช่วงฤดูร้อนมีปูม้าขนาดใหญ่แพร่กระจายมาก ส่วนการศึกษาของ Nitiratsuwan and Juntarashote (2009) ศึกษาในพื้นที่จังหวัดตรัง พบมี

ปูมขนาดเล็กได้มากในช่วงพฤษภาคมถึงพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนสอดคล้องกับการศึกษาค้างนี้ที่พบมากในเดือนธันวาคม มีความกว้างกระดอง 6.77 เซนติเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบความกว้างกระดองกับเครื่องมือประมงพบว่าลอบพับจับได้ปูมามีขนาดเล็กกว่าอวนจมปู อาจเป็นเพราะการศึกษาค้างนี้ใช้ตาอวนของลอบพับขนาด 2.54 เซนติเมตร ส่วนอวนจมปูขนาดตาอวน 10.0 เซนติเมตร ซึ่งขนาดของปูมที่จับได้มีความสัมพันธ์กับขนาดตาอวน โดยขนาดของตาอวนที่เล็กมีผลต่อขนาดของปูมที่จับได้มีขนาดเล็กด้วย (Srikum and Binraman, 2003) และการศึกษาของ Kunsook *et al.* (2017) ที่ใช้ลอบพับที่มีขนาดตาอวนต่างกันมีผลทำให้ปริมาณปูมและสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่จับได้แตกต่างกันด้วยเช่นกัน

สัดส่วนปูมเป็นผู้และเพศเมียพบว่ามีเพศผู้มากกว่าเพศเมียในทุกเดือน ยกเว้นเพียงเดือนเดียวคือเดือนพฤษภาคมที่มีเพศเมียมากกว่า ผลการศึกษาเป็นไปในทางเดียวกับการศึกษาของ Kunsook *et al.* (2017) ที่ศึกษาประชากรปูมบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน พบว่าตลอดการศึกษาในแต่ละเดือนส่วนใหญ่พบปูมเพศผู้มากกว่าเพศเมีย โดยอัตราส่วนเพศผู้:เพศเมีย 1.00:0.89 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Raungprataungsuk (2009); Hosseini *et al.* (2012) ซึ่งพบอัตราส่วนปูมเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1.00:0.74 และ 1.00:0.88 ตามลำดับ โดยพบว่าอัตราส่วนเพศปูมที่พบเกิดจากอิทธิพลของฤดูกาล การอพยพ และการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเป็นหลัก ซึ่งให้เห็นว่าในบริเวณพื้นที่เขตอนุรักษ์เป็นพื้นที่เหมาะสมในการเป็นแหล่งอนุบาลลูกปูม เนื่องจากเป็นแหล่งอาหารและง่ายต่อการพรางตัว เมื่อปูมามีขนาดโตขึ้นถึงวัยเจริญพันธุ์ ปูมเพศเมียจะอพยพออกจากบริเวณนี้ไปสู่เขตที่ไกลฝั่งมากขึ้นเพื่อการวางไข่ เพราะมีความเค็มที่เหมาะสมต่อการฟักไข่และลอกคราบ มีกระแสน้ำพัดพาไข่และตัวอ่อนไปยังแหล่งที่เหมาะสมในการเลี้ยงตัวอ่อน ทำให้ในบริเวณนี้พบปูมเพศผู้ในอัตราส่วนที่สูงกว่า ซึ่งอัตราส่วนเพศเป็นดัชนีชี้วัดสถานภาพของทรัพยากรปูมด้วย เนื่องจากสัดส่วนของปูมเพศเมียจะมีผลต่อการทดแทนที่ของประชากรปูมวัยอ่อน หากมีประชากรเพศเมียน้อยอัตราการฟักไข่จากแม่ปูไข่นอกกระดองจะลดลงไปด้วย (Nillrat *et al.*, 2019)

ตลอดช่วงของการศึกษาพบปูมเพศเมียที่มีไข่นอกกระดองทุกเดือน ตั้งแต่ร้อยละ 11.11 - 33.33 ของปูมเพศเมียที่มีไข่นอกกระดอง ซึ่งผลเป็นไปในทางเดียวกับ Nillrat *et al.* (2019); Jindalikit *et al.* (2011) ที่สามารถพบแม่ปูมที่มีไข่นอกกระดองในทุกเดือนและในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ส่วนในบริเวณอ่าวไทยตอนล่างพบแม่ปูมที่มีไข่นอกกระดองมากในช่วงเดือนมกราคมถึงกรกฎาคม Nitiratsuan and Juntarashote (2009) ศึกษาบริเวณใกล้ปากแม่น้ำตรัง พบลูกปูมขนาดเล็กตลอดทั้งปี แต่ช่วงที่พบมากเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงที่พื้นที่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือในช่วงฤดูฝน

ผลของการปล่อยลูกปูมระยะแรกฟักจากแม่ปูไข่นอกกระดองทั้งสิ้น 240 ตัว ในเดือนกันยายนถึงตุลาคม พ.ศ.2563 บริเวณพื้นที่อนุรักษ์ของชุมชนซึ่งมีการสร้างบ้านปลาและกันเขตห้ามทำการประมงก่อนหน้าแล้ว เมื่อคำนวณประมาณการจำนวนลูกปูมที่ปล่อยจากความดกไข่และอัตราฟักเป็นลูกปูระยะชูเหยื่อได้ประมาณ 61 ล้านตัว (Nillrat *et al.*, 2019; Kaewmak *et al.*, 2020) ผลของการปล่อยลูกปูมและได้ติดตามขนาดของปูมที่จับได้ (Figure 3 b) พบว่าในเดือนกันยายนถึงธันวาคม พ.ศ.2563 พบมีลูกปูมขนาดเล็กมากกว่าช่วงอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Arshad *et al.* (2006); Nitiratsuan *et al.* (2009) ช่วงระยะเวลาจากแม่ปูมที่มีไข่นอกกระดองใช้เวลาในการฟักออกเป็นตัว 1-7 วัน ขึ้นกับสีของไข่ที่ปรากฏ และ

การศึกษาของ Chuenpun and Vibhasiri (2002); Yunanda (2004); Jindalikit *et al.* (2008) ซึ่งศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของลูกปูม้าโดยวัดจากความกว้างกระดองเมื่ออายุได้ 1, 2, 3, 4 และ 5 เดือนมีค่าเท่ากับ 2.84-3.33, 4.56-5.41, 5.98-7.01, 7.27-8.42 และ 8.56-9.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการศึกษาพบแม่ปูม้ามีไข่นอกกระดองมากในเดือนเมษายน ต่อมาในเดือนพฤษภาคมพบปูม้าขนาดตัวเล็กกว่า 5 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และพบแม่ปูม้ามีไข่นอกกระดองมากอีกครั้งในมิถุนายนถึงสิงหาคม ต่อมาในเดือนกันยายนถึงตุลาคมจึงพบปูม้าขนาดตัวเล็กกว่า 5 เซนติเมตร เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน (Figure 3 b) ซึ่งเป็นได้ว่าปูม้าขนาดเล็กที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับแม่ปูไข่นอกกระดองที่พบก่อนหน้านี้ ส่วนการปล่อยลูกปูม้าระยะชุกชุมของชุมชนในเขตอนุรักษ์ช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคม หลังจากนั้นในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ.2563 สามารถพบปูม้าขนาดเล็กกว่า 5 เซนติเมตร เพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งเป็นไปได้ว่าปูม้าขนาดเล็กที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการดำเนินงานของธนาคารปูม้าโดยชุมชน

การเปรียบเทียบความชุกชุมของปูม้ากับคุณภาพน้ำพบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับความเค็มของน้ำทะเล มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.601 ซึ่งต่างจากการศึกษาของ Kunsook *et al.* (2018) ที่ศึกษาประชากรปูม้าบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน พบว่าความชุกชุมปูม้ามีความสัมพันธ์กับความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเล โดยมีค่าสหสัมพันธ์ 0.233 แต่เป็นไปในทางเดียวกับ Nillrat *et al.* (2019) พบว่าสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญกับปูม้ามากประกอบด้วย ความเค็ม อุณหภูมิและออกซิเจนละลายน้ำ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปูม้าในพื้นที่ทะเลอนุรักษ์บ้านฝ้ายพุด ตำบลตะกอบ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าช่วงที่จับปูม้าได้น้อยคือเดือนสิงหาคม พ.ศ.2563 และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2563 ถึงมกราคม พ.ศ.2564 เป็นช่วงที่ในพื้นที่รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนช่วงที่จับปูม้าได้มากในเดือนพฤษภาคมและตุลาคม พ.ศ.2563 เป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนผ่านของฤดูกาล จำนวนปูม้าที่จับได้มีความสัมพันธ์กับค่าความเค็ม โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.601 ขนาดความกว้างกระดองปูม้าแต่ละเดือนมีความแตกต่างกัน โดยในเดือนธันวาคมปูม้าเล็กสุดมีความกว้างกระดอง 6.77 เซนติเมตร ส่วนเดือนเมษายนและมิถุนายนปูม้าใหญ่สุดมีความกว้างกระดอง 9.31-9.41 เซนติเมตร สัดส่วนเพศของปูม้ามีความแตกต่างกัน พบว่าทุกเดือนที่ศึกษามีปูม้าเพศผู้มากกว่าเพศเมียในอัตราเฉลี่ย 1.00:0.75 มีเพียงเดือนพฤษภาคมเดือนเดียวที่มีเพศเมียมากกว่าเพศผู้เฉลี่ย 1.00:1.21 จากการศึกษาสามารถพบแม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองในทุกเดือน และผลจากการปล่อยลูกปูม้าแรกพักของธนาคารปูม้าในบริเวณพื้นที่อนุรักษ์ในช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคมทำให้พบปูม้าขนาดเล็กในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม วิธีการนี้จึงเป็นแนวทางในการเพิ่มปริมาณปูม้าเพื่อให้การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปูม้ามีความยั่งยืนมากขึ้น และควรมีการเพาะพักแม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองเพื่อปล่อยในพื้นที่อนุรักษ์ของชุมชนตลอดทั้งปี แต่อาจลดการปล่อยได้บ้างในเดือนเมษายน และช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคมเนื่องจากในธรรมชาติมีแม่ปูไข่นอกกระดองค่อนข้างมากอยู่แล้ว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (กสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2563 แผนบูรณาการ: การบริหารจัดการสัตว์น้ำเศรษฐกิจในทะเลชุมชน ตำบลตะกอบ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี โครงการ: การประเมินประสิทธิภาพธนาคารปูม้า ตำบลตะกอบ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

เอกสารอ้างอิง

- Arshad, A., Efrizal, Kamarudin, M. S. & Saad, C. R. 2006. Study on fecundity, embryology and larval development of blue swimming crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) under laboratory conditions. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 1(1): 35-44.
- Chuenpun, A. and Vibhasiri, A. 2002. The assessment and management of blue swimming crab in the upper Gulf of Thailand. Marine fisheries research and development bureau, Technical paper No. 16/2002, Department of fisheries. (in Thai)
- Department of Fisheries. 2021 A. Fisheries statistics of Thailand 2019. Fishery statistics group, Fisheries development policy and planning division. (in Thai)
- Department of Fisheries. 2021 B. Statistics of marine capture of artisanal fisheries 2020. Fishery statistics group, Fisheries development policy and planning division. (in Thai)
- Hosseini, M., Vazirizada, A., Parsa, Y. and Mansori, A. 2012. Sex ratio, size distribution and seasonal abundance of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) in Persian Gulf coasts, Iran. *World Applied Sciences Journal*, 17(7): 919-925.
- Jindalikit, J., Pinputtasin, C., Sereeruk, K. and Wongtho, S. 2008. Biology and stock assessment of Blue swimming crab in the upper Gulf of Thailand. Marine fisheries research and development bureau, Technical paper No. 3/2008, Department of fisheries. (in Thai)
- Jindalikit, J., Khongchai, T., Phuttharaksa, K. and Jaruthamsopon, B. 2011. Spawning season, fecundity and sex ratio of blue swimming crab in Thai water. Marine fisheries research and development bureau, Technical paper No. 13/2011, Department of fisheries. (in Thai)
- Josileen, J. 2011. Morphometrics and length-weight relationships in the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Brachyura) from the Mandapam Coast, India. *Crustaceana*, 84(14): 1665-1681.
- Kaewmak, P., Oniam, V., Arkronrat, W., Rangjaroen, C., Yingsanga, P. and Saeiam, Y. 2020. Hatching management of berried female blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) with dark gray eggs to guidelines for fishery occupation. *King Mongkut's Agricultural Journal* 38(3): 392-399. (in Thai)

- Khawhit, S. 2020. Population dynamics of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in the coastal area of Ban Laem, Ban Laem district, Phetchaburi province. Burapha Science Journal 25(2): 763-775. (in Thai)
- Kunsook, C., Sangpaiboon, P., Bhudtharak, S., Sangsri, P. and Kathinsri, S. 2017. Comparative in effective of mesh size of collapsible crab trap to blue swimming crab fishery at Kung Krabaen bay, Chanthaburi province. Burapha Science Journal 22(special volume): 96-109. (in Thai)
- Kunsook, C., Karinthanyakit, W., Kumpun, N., Lerstunya, S., Saengsri, P., Kathinsri, S. and Dumrongrojwatthana, P. 2018. Stock assessment of blue swimming crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) for sustainability of fishery improvement project at Kung Krabaen bay, Chanthaburi province. Rajabhat Rambhai Barni Research Journal 12(3): 15-29. (in Thai)
- Lurkpranee, S. 2019. Competency of small-scale fishers in blue swimming crab resource management in Phetchaburi province. Master of Science, Kasetsart University. (in Thai)
- Mookkaew, K., Petpiroon, S., Jarayabhand, P., Worachananant, S. and Tumachua, S. 2011. Effect of seasonal and lunar phase on blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) fishing by crab gill net in Bangphat communities, Bangtoey sub-district, Mueang district, Phang-nga province, pp.527-534. Proceedings of 49th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries 1-4 January 2001. Bangkok. (in Thai)
- Nillrat, S., Ngamcharoen, K., Darbanandana, T. and Sawusdee, S. 2019. Biology and fisheries of blue swimming crab in Thailand. Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University 21(1): 117-127. (in Thai)
- Nitiratsuwan, T. and Juntarashote, K. 2009. Spatial management for blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758): A case study of Trang province. Journal of Fisheries Technology Research 3(2): 97-102. (in Thai)
- Nitiratsuwan, T., Panwanitdumrong, K. and Ngamphongsai, C. 2014 A. Guideline for blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) stock enhancement project on seagrass bed, Sikao bay, Sikao district, Trang province. Khon Kaen Agriculture Journal 42(4): 521-530. (in Thai)
- Nitiratsuwan, T., Panwanitdumrong, K. and Ngamphongsai, C. 2014 B. Evaluation of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) from stock enhancement project by using geoinformatics application. Journal of Fisheries Technology Research 8(1): 105-114. (in Thai)

- Raungprataungsuk, K. 2009. Relationships between population dynamics of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758), and physical factors of seagrass bed, Khung Krabaen bay, Chanthaburi province. Master thesis of zoology, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Sangchan, S. and Siriraksa, S. 2004. Crab bottom gill net fisheries in Phang Nga bay. Marine Fisheries Research and Development Bureau, Technical paper no.5/2004, Department of Fisheries. (in Thai)
- Sanlee, D. and Chiayvareesajja, J. 2012. Abundance and distribution of blue swimming crabs *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) in four villages conservation area of Trang province. Thaksin University Journal 5(3): 65-72. (in Thai)
- Soasung, H. and Trisak, J. 2009. Applying data and information from a small-scale fishery to investigate distribution of blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Lin.) population. Journal of Fisheries Technology Research 3 (1): 187-194. (in Thai)
- Srichanngam, S. and Rungruang, R. 2006. Crab gill net fisheries in Surat Thani province. Marine Fisheries Research and Development Bureau, Technical paper no.20/2006, Department of Fisheries. (in Thai)
- Srikum, T. and Binraman, P. 2003. Study on efficiency of crab gill net. Proceeding: the seminar on fisheries 2003 7-9 July 2003. Fishery department, Bangkok. (in Thai)
- Srikum, T., Binraman, P. and Jaipium, S. 2012. Crab gill net fishery along the eastern gulf of Thailand. Marine Fisheries Research and Development Bureau, Technical paper no.12/2012, Department of Fisheries. (in Thai)
- Thai Meteorological Department. 2019. Climate of Surat Thani province. Climate center, Meteorological development division. (in Thai)
- Tippayakraisri, K., Adjimangku, J., Wangvoralak, S., Nedtharnn, U., Meksumpun C. and Srisomwong, M. 2016. Status of blue swimming crab fisheries in inshore area of Lang Suan district, Chumphon province, pp.125-135. Proceedings of the 5th Marine Science Conference 1-3 June 2016. Rama Gardens hotel, Bangkok. (in Thai)
- Trisak, J. 2021. Overfishing trends in a swimming crab population in a small-scale fishing ground, Chonburi province. King Mongkut's Agricultural Journal, 39(1): 65-73.
- Yunanda, T. 2004. Management of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) fishery in the gulf of Thailand. Master thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Zar, J.H. 2010. Biostatistic analysis (fifth edition). Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

ความหลากหลายของปลาในคลองเข็กน้อย ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

Diversity of fish in Khlong Khek Noi, Khek Noi Subdistrict, Khao Kho District,
Phetchabun Province

ธนาพร วรปัสสุ^{1*}, พรทิส ทongsanitkan ปิยพงศ์ บางใบ¹ และ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์²

Thanaput Worapussu*, Porntisa thongsanitkan Piyapong Bangbai and Nuttarin Sirirustananun

¹วิชาเอกการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์ 67000

²วิชาเอกการจัดการการเกษตรสมัยใหม่ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

จ.เพชรบูรณ์ 67000

¹Fisheries, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University, Phetchabun, 67000

²Modern of agricultural management, Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University,

Phetchabun, 67000

* Corresponding author E-mail address: thanaput.wor@pcru.ac.th

Received: 7 Oct. 2021

Revised: 7 Oct. 2021

Accepted: 7 Apr. 2022

บทคัดย่อ

การสำรวจเพื่อประเมินความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลาที่อาศัยอยู่ในคลองเข็กน้อย ซึ่งเป็นลำธารต้นน้ำสายหนึ่งของลำน้ำเข็ก ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2561 ถึงเดือน สิงหาคม 2562 โดยใช้เครื่องมือประมงพื้นบ้าน และสำรวจปลาในตลาดท้องถิ่น ผลการศึกษาจำแนกปลาทั้งสิ้น 27 ชนิด 24 สกุล จาก 13 วงศ์ โดยพบว่าปลาในวงศ์ Cyprinidae มีจำนวนชนิดมากที่สุด 13 ชนิด ความถี่ของปลาที่พบมากที่สุด 100% ได้แก่ ปลาจีนยุง (*Poecilia reticulata*) ปลาชิวหนวดยาว (*Esomus metallicus*) ปลาชิวใบไผ่ยักษ์ (*Devario aequipinnatus*) ปลาตะเพียนทราย (*Puntius brevis*) ปลาตะเพียนน้ำตก (*Puntius rhombeus*) ปลากริม (*Trichopsis vittatus*) และปลาค้อ (*Schistura* sp.) ชนิดพันธุ์ปลาที่สำรวจพบจำนวนตัวมากเรียงตามลำดับดังนี้ ปลาชิวควายแถบดำ (*Rasbora paviana*) (15.99%) รองลงมาคือ ปลาชิวใบไผ่ยักษ์ (*Devario aequipinnatus*) (15.52%) ส่วนปลาที่มีค่า E-value ต่ำที่สุดคือ ปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) (0.09%) ค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเท่าเทียม เท่ากับ 2.49 ± 0.32 และ 2.51 ± 0.90 ตามลำดับ

ผลการสำรวจที่พบปลาในวงศ์ Cyprinidae มีความหลากหลายสูงสุด ทั้งจำนวนชนิด และจำนวนตัว บ่งชี้ถึงคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำว่าคลองเข็กน้อยเป็นแหล่งอาศัยที่เหมาะสมตามธรรมชาติของสัตว์น้ำ ซึ่ง

จำเป็นต้องศึกษาติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำให้ครอบคลุมดัชนีคุณภาพน้ำ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามฤดูกาลในรอบปีถัดไป

คำสำคัญ: ความหลากหลายทางชีวภาพ ความชุกชุมชนิดพันธุ์ปลา ลำน้ำเข็ก ลุ่มน้ำน่าน

Abstract

This survey aimed to assess the diversity of fish species living in Khlong Khek Noi, which is one of the upstream streams of Khek River. Fish samples were collected from November 2018 to August 2019 by using local fishing gears and examined fish species selling in the local market. Twenty-seven fish species belong to 24 genera and 13 families were identified. Cyprinidae was the most abundant species (13 species). The highest frequency of occurrence (100%) were *Poecilia reticulata*, *Esomus metallicus*, *Devario aequipinnatus*, *Puntius brevis*, *Puntius rhombeus*, *Trichopsis vittatus* and *Schistura* sp. The highest E-value by number were *Rasbora paviana* (15.99%), *Devario aequipinnatus* (15.52%) The lower E-value by number was *Pangasianodon hypophthalmus* (0.09%). The average values of diversity index and evenness index were 2.49 ± 0.32 and 2.51 ± 0.90 respectively.

This finding indicated that the Cyprinid fish showed the highest diversity both the number of species and the number of individuals. Therefore, indicates that the aquatic environment qualities in the Khlong Khek Noi are in the optimal range of natural habitat for aquatic animals living. However, continually monitor and investigate the quality of the water environment to cover the water quality parameter and hydrological seasonal changes year-round.

Keyword: Fish biodiversity, Prevalence of fish communities, Khek River, Nan River Basin

คำนำ

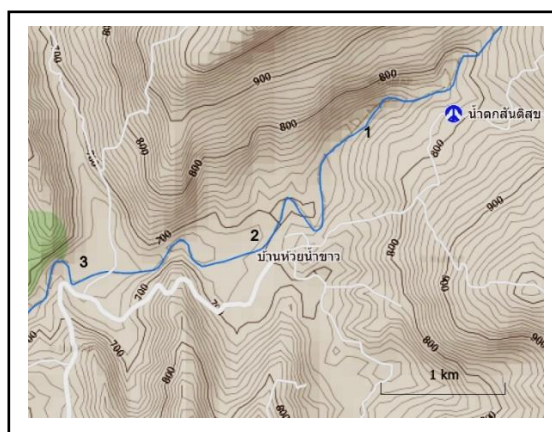
คลองเข็กน้อย เป็นคลองที่กั้นอยู่ระหว่างสองจังหวัด คือจังหวัดเพชรบูรณ์และจังหวัดพิษณุโลก โดยไหลมาจากคลองน้ำหมัน อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ไหลไปรวมกับคลองเข็ก เป็นลำน้ำเข็ก ไหลผ่านเข้าเขตอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย จึงมีอีกชื่อเรียกอย่างหนึ่งว่าแม่น้ำวังทอง แล้วไหลไปรวมกับแม่น้ำน่านที่บ้านท่าฟ้อ จังหวัดพิจิตร ตลอดเส้นทางของคลองเข็กน้อยนั้นไหลผ่านบริเวณที่เป็นภูเขาในช่วงต้นน้ำ ซึ่งมีป่าไม้ปกคลุมทั้งสองข้างฝั่ง บางช่วงของลำน้ำคดเคี้ยว และท้องน้ำเป็นหินขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก ทำให้เกิดเป็นเกาะ แก่ง และน้ำตก บริเวณพื้นที่ที่ไม่ลาดชัน จะเป็นพื้นที่ตั้งของบ้านเรือน และการใช้ประโยชน์ที่ดินในการทำการเกษตร การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งสองฝั่งของคลองเข็กน้อย บ้านห้วยน้ำขาว อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นแหล่งชุมชนหนึ่งที่มีคลองเข็กน้อยไหลผ่าน และมีน้ำตกสันติสุขซึ่งถือเป็นแหล่งท่องเที่ยวและสร้างรายได้ของชุมชน ปัจจุบันสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก จากการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าต้นน้ำ ทำให้ป่าต้นน้ำลดลง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลกระทบต่อทรัพยากรของสัตว์น้ำทางโดยตรงและโดยอ้อม โดยเฉพาะปลาซึ่งถือเป็น

แหล่งอาหารของคนในชุมชน ในการศึกษาในอดีตที่ผ่านมาของ Rodkanok (1994) พบว่าในลำน้ำเข็กมีปลาทั้งหมดจำนวน 10 วงศ์ 22 ชนิด โดยมีปลาตะเพียน และปลาสวายที่พบกระจายทุกจุดสำรวจ การเข้าไปศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาในคลองเข็กน้อย บริเวณบ้านห้วยน้ำขาว เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นที่เป็นปัจจุบันของความหลากหลายชนิดปลาที่มีอยู่ในแหล่งน้ำดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำ และเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน รวมถึงการจัดการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ต่อไปในอนาคตของคนในชุมชนบ้านน้ำห้วยขาว ทั้งนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นของการแพร่กระจายถึงความชุกชุมของชนิดพันธุ์ปลาในลำน้ำเข็ก และลุ่มน้ำนาน

วิธีการศึกษา

1. การวางแผนการวิจัย

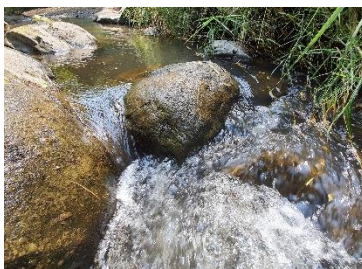
กำหนดสถานีสำรวจในคลองเข็กน้อย บริเวณที่ไหลผ่านบ้านห้วยน้ำขาว อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ แบ่งออกเป็น 3 สถานีสำรวจ ดังนี้ สถานีสำรวจที่ 1 บริเวณเหนือหมู่บ้าน สถานีสำรวจที่ 2 ลำน้ำสาขากลางหมู่บ้าน และสถานีสำรวจที่ 3 บริเวณท้ายหมู่บ้าน โดยจุดสำรวจแต่ละจุดใช้พื้นที่สำรวจระยะทาง 100 เมตร ดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2561 ถึง เดือนสิงหาคม 2562 แบ่งออกเป็น 3 ช่วงฤดูกาล โดยใช้เครื่องมือประมง อาทิเช่น แห อวน ข่าย สวิง เบ็ดตกปลา และการสำรวจตลาดปลาในท้องถิ่น นำตัวอย่างปลาที่ได้มาจัดจำแนก ส่วนชนิดปลาที่ไม่สามารถจัดจำแนกได้จะเก็บรักษาในสารละลายฟอร์มาลิน 100 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปจัดจำแนกต่อในห้องปฏิบัติการ



การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง สถานีสำรวจที่ 1 บริเวณเหนือหมู่บ้าน สถานีสำรวจที่ 2 ลำน้ำสาขากลางหมู่บ้าน และสถานีสำรวจที่ 3 บริเวณท้ายหมู่บ้าน



station 1



station 2



station 3

2. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างปลาที่รวบรวมได้ มาศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธาน โดยอาศัยลักษณะภายนอกเป็นหลัก ในการจัดจำแนก โดยอ้างอิงจากเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ Vidthayanon (2004), Kottelat, (2000, 2001), Suwannarak (2017) และตรวจสอบสถานภาพการถูกคุกคามของปลาที่พบจากฐานข้อมูลชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามในประเทศไทย (Vidthayanon, 2005)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการจัดจำแนก ชนิดและปริมาณ องค์ประกอบชนิดปลา จำนวน และความถี่ที่ได้นำมาใช้ วิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.1 ร้อยละของโอกาสการพบชนิดปลา (Frequency of occurrence)

$$F (\%) = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พบปลาชนิดนั้นในการสุ่มตัวอย่าง}}{\text{จำนวนครั้งในการสุ่มตัวอย่าง}} \times 100$$

3.2 องค์ประกอบชนิดปลา (Percentage species composition, E-value) (Swingle, 1950)

$$E\text{-value} = \frac{\text{จำนวนตัว หรือน้ำหนักของชนิดปลาที่พบ}}{\text{จำนวนตัวหรือน้ำหนักของปลาทั้งหมด}} \times 100$$

3.3 ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity Index) ใช้การคำนวณ Shannon-Weiner Diversity Index ตามวิธีของ (Washington, 1984)

$$H = - \sum (p_i \log_2 p_i)$$

$$H = \text{ดัชนีความหลากหลาย}$$

$$P_i = \frac{\text{สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตที่ } i}{\text{ต่อจำนวนทั้งหมดในตัวอย่าง}}$$

3.4 ดัชนีความเท่าเทียม (Evenness index) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการแพร่กระจายของพันธุ์ปลาของแต่ละสถานีสํารวจและฤดูกาลสํารวจ ถ้ามีค่าสูงแสดงว่าสถานีสํารวจและฤดูกาลนั้น ๆ ประกอบไปด้วยพันธุ์ปลาที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน และมีการกระจายตัวที่เหมือนกัน ตามวิธีของ Pielou's index (Clarke and Warwick, 1994)

E	= $H/\ln S$ หรือ $H/H_{\max}$ ($H_{\max} = \ln S$)
E	= ค่าดัชนีความเท่าเทียม
H	= ค่าดัชนีความหลากหลาย
S	= จำนวนชนิดที่พบในสถานีสำรวจ หรือ เดือนสำรวจ
$H_{\max}$	= ดัชนีความหลากหลาย

ผลการศึกษา

การศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาในคลองเข็กน้อย พบปลาทั้งหมด พบปลาทั้งหมด 13 วงศ์ 24 สกุล รวม 27 ชนิด ปลาในวงศ์ Cyprinidae พบจำนวนชนิดมากที่สุด 13 ชนิด พบปลาที่มีสถานใกล้ถูกคุกคาม (Near Threatened) พบ 1 ชนิด คือ ปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) สถานภาพ ถูกคุกคามในที่อยู่อาศัยธรรมชาติ (Threatened in situ) พบ 1 ชนิด คือ ปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Table 1)

ค่าองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ปลาที่พบตามสถานีสำรวจ พบว่าสถานีสำรวจที่ 1 มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลามากที่สุด จำนวน 26 ชนิด รองลงมาเป็นสถานีสำรวจที่ 3 พบชนิดพันธุ์ปลา จำนวน 18 ชนิด องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ปลาที่พบตามเดือนสำรวจ พบว่าเดือนเมษายน 2561 มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลามากที่สุด จำนวน 22 ชนิด (Table 2)

เมื่อคำนวณร้อยละความถี่ของการพบพันธุ์ปลาแต่ละชนิด ซึ่งเป็นค่าบ่งชี้ลักษณะการแพร่กระจายของพันธุ์ปลาแต่ละชนิดในเชิงคุณภาพโดยรวม จะแสดงความสามารถในการอยู่อาศัย หรือการแพร่กระจายตามระยะทางและช่วงเวลาได้ดีที่สุด พบว่าพันธุ์ปลาที่มีความถี่ของการพบมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ ปลาकिनยุง (*Poecilia reticulata*) ปลาชิวหนวดยาว (*Esomus metallicus*) ปลาชิวใบไผ่ยักษ์ (*Devario aequipinnatus*) ปลาตะเพียนทราย (*Puntius brevis*) ปลาตะเพียนน้ำตก (*Puntius rhombeus*) ปลากริม (*Trichopsis vittatus*) และปลาค้อ (*Schistura* sp.) ส่วนพันธุ์ปลาที่พบที่มีความถี่ของการพบน้อยที่สุด 33.33 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาแขยงหิน (*Pseudomystus siamensis*) ปลาเกล็ดเหลือง (*Hemibagrus filamentus*) และปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Table 2)

ค่าองค์ประกอบโดยชนิดพันธุ์ปลา Percentage of species composition (E-value) แสดงถึงประสิทธิภาพการอยู่รอด หรือการดำรงชีวิตของปลาชนิดต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบโดยจำนวนตัวของพันธุ์ปลาที่พบมากมีค่า Evaluate สูงที่สุดคือ ปลาชิวควายแถบดำ (*Rasbora paviana*) เท่ากับ 15.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปลาชิวใบไผ่ยักษ์ (*Devario aequipinnatus*) เท่ากับ 15.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาที่มีค่า Evaluate ต่ำที่สุดคือ ปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) เท่ากับ 0.09 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

ผลการศึกษาดัชนีบ่งชี้โครงสร้างประชาคมปลาในคลองเข็กน้อย พบว่ามีดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเท่าเทียม เท่ากับ 2.49 ± 0.32 และ 2.51 ± 0.90 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาดัชนีบ่งชี้โครงสร้างประชาคมปลาตามสถานสำรวจ พบว่า สถานีสำรวจ 2 มีค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเท่าเทียมสูงที่สุด

2.73 และ 0.96 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามเดือนสำรวจ พบว่าเดือนพฤศจิกายน 2561 มีค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเท่าเทียมสูงที่สุด 2.78 และ 0.91 ตามลำดับ (Table 4)

Table 1 Check list of fishes found in the Khlong Khek Noi during November 2018 to August 2019

Family/ Scientific name	English common name	Thai name	Status (Vidthayanon, 2005)
1. Family Cyprinidae			
<i>Barbonymus gonionotus</i> (Bleeker, 1850)	Silver Barb	ตะเพียนขาว	
<i>Barbonymus schwanenfeldi</i> (Bleeker, 1853)	Tin-Foiled Barb	กระแห	
<i>Devario aequipinnatus</i> (McClelland, 1839)	Giant Danio	ปลาฉิวใบไผ่ยักษ์	
<i>Esomus metallicus</i> Ahl, 1924	Flying Barb	ฉิวหนวดยาว	
<i>Garra fuliginosa</i> (fowler, 1934)	Rhino Stone Sucker	มูด	
<i>Hampala macrolepidota</i> (Valenciennes, 1842)	Hampala Barb	กระดู่ขีด	
<i>Neolissochilus stracheyi</i> (Day, 1871)	Blue Mahseer	พลวง	
<i>Osteochilus vittatus</i> (Valenciennes, 1842)	Striped Hard Lipped Barb	สร้อยนกเขา	
<i>Puntius brevis</i> (Bleeker, 1850)	Golden Little Barb	ตะเพียนทราย	
<i>Puntius rhombeus</i> Kottelat, 2000	Spotted Barb	ตะเพียนน้ำตก	
<i>Rasbora paviana</i> Tirant, 1885	Black Striped Minnow	ฉิวควายแถบดำ	
<i>Systemus rubripinnis</i> (Valenciennes, 1842)	Red Cheek Barb	แก้มซ้ำ	
<i>Labeo rohita</i> (Hamilton, 1822)	Rohu	ปลาสีกเทศ	
2. Family Botiidae			
<i>Syncrossus beauforti</i>	Chamelon Botia	หมูลายเสือ	
3. Family Poeciliidae			
<i>Poecilia reticulata</i> Peter, 1859	Guppy	กินยุง	
4. Family Channidae			
<i>Channa gachua</i> (Cuvier, 1831)	Stream Snakehead Fish	กิ้ง	
5. Family Ambassidae			
<i>Parambassis siamensis</i> (Fowler, 1937)	Glassfish	แบนแก้ว	
6. Family Osphronemidae			
<i>Trichopsis vittatus</i> (Cuvier&Valenciennes, 1831)	Croaking Gourammy	กริม	
<i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770)	Tree Spotted Gouramy	ปลากระดี่หม้อ	
7. Family Mastacembelidae			
<i>Mastacembelus armatus</i> (Sykes, 1839)	Zig Zag Eel	กระทิงลาย	
8. Family Gyrinocheilidae			
<i>Gyrinocheilus aymonieri</i> (Tirant, 1884)	Siamese Algae Eater	ลูกผึ้ง	

Table 1 Continue

Family/ Scientific name	English common name	Thai name	Status (Vidthayanon, 2005)
9. Family Bagridae			
<i>Pseudomystus siamensis</i> Regen, 1913	Asian Bubble-bee Catfish	แขยงหิน	
<i>Hemibagrus filamentus</i> Fang&Chaux, 1949	Yellow mystus	กุดเหล็ก	
10. Family Pangasiidea			
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878)	Striped Pangasid	สวาย	Near Threatened, Threatened in situ
11. Family Cichlidae			
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Nile	นิล	
12. Family Nemacheilidae			
<i>Schistura</i> sp.		ค้อ	
13. Family Nemacheilidae			
<i>Glyptothorax lampris</i> (Fowler, 1934)	Tree stripes Stream Sisorid	แค้ติดหินสามแถบ	

Table 2 Biodiversity of fish in the Khlong Khek Noi during November 2018 to August 2019

Family	Scientific name	Station			Month			F%
		1	2	3	Nov.2018	Apr.2019	Aug.2019	
Cyprinidae	<i>Barbonymus gonionotus</i> (Bleeker, 1850)	+	+	+	+	+	-	83.33
	<i>Barbonymus schwanefeldi</i> (Bleeker, 1853)	+	-	+	+	-	+	66.67
	<i>Devario aequipinnatus</i> (McClelland, 1839)	+	+	+	+	+	+	100.00
	<i>Esomus metallicus</i> Ahl, 1924	+	+	+	+	+	+	100.00
	<i>Garra fuliginosa</i> (fowler, 1934)	+	+	-	+	+	-	66.67
	<i>Hampala macrolepidota</i> (Valenciennes, 1842)	+	+	-	+	+	-	66.67
	<i>Neolissochilus stracheyi</i> (Day, 1871)	+	+	-	+	+	+	83.33
	<i>Osteochilus vittatus</i> (Valenciennes, 1842)	+	-	-	+	+	-	66.67
	<i>Puntius brevis</i> (Bleeker, 1850)	+	+	+	+	+	+	100.00
	<i>Puntius rhombeus</i> Kottelat, 2000	+	+	+	+	+	+	100.00
	<i>Rasbora paviana</i> Tirant, 1885	+	+	+	+	+	+	100.00
	<i>Systomus rubripinnis</i> (Valenciennes, 1842)	+	-	+	+	+	+	83.33
	<i>Labeo rohita</i> (Hamilton, 1822)	+	-	-	+	+	-	50.00
	<i>Syncrossus beauforti</i>	+	+	-	+	+	-	66.67
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i> Peter, 1859	+	+	+	+	+	+	100.00
Channidae	<i>Channa gachua</i> (Cuvier, 1831)	+	+	+	+	+	-	83.33

Table 2 Continue

Family	Scientific name	Station			Month			F%
		1	2	3	Nov.2018	Apr.2019	Aug.2019	
Ambassidae	<i>Parambassis siamensis</i> (Fowler, 1937)	+	-	+	-	-	+	50.00
Osphronemidae	<i>Trichopsis vittatus</i> (Cuvier&Valenciennes, 1831)	+	+	+	+	+	+	100.00
	<i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770)	+	-	+	-	+	+	50.00
Mastacembelidae	<i>Mastacembelus armatus</i> (Sykes, 1839)	+	-	+	-	+	+	66.67
Gyrinocheilidae	<i>Gyrinocheilus aymonieri</i> (Tirant, 1884)	+	+	+	+	+	-	83.33
Bagridae	<i>Pseudomystus siamensis</i> Regen, 1913	+	-	-	-	-	+	33.33
	<i>Hemibagrus filamentus</i> Fang&Chaux, 1949	+	-	-	-	-	+	33.33
Pangasiidea	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878)	-	-	+	-	-	+	33.33
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	83.33
Nemacheilidae	<i>Schistura</i> sp.	+	+	+	+	+	+	100.00
Nemacheilidae	<i>Glyptothorax lampris</i> (Fowler, 1934)	-	+	-	+	+	-	50.00
Total families		11	9	10	9	10	9	
Total species		26	17	18	21	22	18	

Note - missing + found F% Frequency of occurrence

Table 3 Fish community by amount in the Khlong Khek Noi during November 2018 to August 2019

Scientific name	amount (number)	E-value	Cumulative percentages
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878)	1	0.09	0.09
<i>Parambassis siamensis</i> (Fowler, 1937)	3	0.28	0.38
<i>Hemibagrus filamentus</i> Fang&Chaux, 1949	3	0.28	0.66
<i>Labeo rohita</i> (Hamilton, 1822)	4	0.38	1.03
<i>Glyptothorax lampri</i> (Fowler, 1934)	4	0.38	1.41
<i>Hampala macrolepidota</i> (Valenciennes, 1842)	5	0.47	1.88
<i>Barbonymus schwanefeldi</i> (Bleeker, 1853)	6	0.56	2.45
<i>Garra fuliginosa</i> (fowler, 1934)	7	0.66	3.10
<i>Osteochilus vittatus</i> (Valenciennes, 1842)	8	0.75	3.86
<i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770)	8	0.75	4.61
<i>Pseudomystus siamensis</i> Regen, 1913	9	0.85	5.46
<i>Gyrinocheilus aymonieri</i> (Tirant, 1884)	13	1.22	6.68
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	13	1.22	7.90
<i>Trichopsis vittatus</i> (Cuvier&Valenciennes, 1831)	15	1.41	9.31
<i>Neolissochilus stracheyi</i> (Day, 1871)	19	1.79	11.10
<i>Barbonymus gonionotus</i> (Bleeker, 1850)	21	1.98	13.08
<i>Syncrossus beauforti</i>	23	2.16	15.24
<i>Channa gachua</i> (Cuvier, 1831)	27	2.54	17.78
<i>Schistura</i> sp.	32	3.01	20.79
<i>Systomus rubripinnis</i> (Valenciennes, 1842)	60	5.64	26.43
<i>Puntius rhombeus</i> Kottelat, 2000	74	6.96	33.40
<i>Puntius brevis</i> (Bleeker, 1850)	82	7.71	41.11
<i>Esomus metallicus</i> (Ahl, 1924)	144	13.55	54.66
<i>Poecilia reticulata</i> (Peter, 1859)	147	13.83	68.49
<i>Devario aequipinnatus</i> (McClelland, 1839)	165	15.52	84.01
<i>Rasbora paviana</i> (Tirant, 1885)	170	15.99	100.00
Total	1063	100.00	

Table 4 Diversity index of fish in the Khlong Khek Noi during November 2018 to August 2019

Factor	No. species	diversity index	Evenness index
Station 1	25	2.70	0.84
Station 2	17	2.73	0.96
Station 3	18	2.04	0.71
Nov.2018	21	2.78	0.91
Apr.2019	22	2.71	0.88
Aug.2019	18	2.60	0.90
Mean±SD (Station)	20±3	2.49±0.32	2.51±0.90

วิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการสำรวจองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ปลาในคลองเข็กน้อย โดยใช้เครื่องมือประมง แห อวน ข่าย สวิง เบ็ดตกปลา และการสำรวจตลาดปลาในท้องถิ่น ในเดือนพฤศจิกายน 2561 ถึง เดือนสิงหาคม 2562 แบ่งออกเป็น 3 ช่วงฤดูกาล พบปลาทั้งหมด 13 วงศ์ 24 สกุล รวม 27 ชนิด ปลาในวงศ์ Cyprinidae พบจำนวนชนิดมากที่สุด 13 ชนิด ชนิดปลาที่พบส่วนใหญ่เป็นปลาที่พบได้ ในแม่น้ำทั่วไป ค่าองค์ประกอบโดยชนิดพันธุ์ปลา โดยจำนวน พบปลาชีวควายแถบดำ (*Rasbora paviana*) มีจำนวนตัวสูงสุด เท่ากับ 15.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ปลาชีวใบไม้ยักษ์ (*Devario aequipinnatus*) เท่ากับ 15.52 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับที่มีผู้ศึกษาไว้ ได้แก่ การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างทางนิเวศวิทยาของลำน้ำเข็กของ Rodkanok (1994) พบว่า มีปลาทั้งหมดจำนวน 10 วงศ์ 22 ชนิด โดยมีปลาตะเพียน และปลาสลวย ที่พบกระจายทุกจุดสำรวจ เช่นเดียวกันกับที่พบปลาในวงศ์ Cyprinidae จากการศึกษาในคลองน้ำเข็ก Lothongkham and Duangjai (2010) ได้ทำการสำรวจความหลากหลายชนิดของปลาในลุ่มน้ำว้า (แม่น้ำสาขาของลุ่มน้ำน่านตอนบน) ในเขตอำเภอปงเกลื้อ จังหวัดน่าน สำรวจปลาตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2552 พบการแพร่กระจายพันธุ์ปลาทั้งสิ้น 7 อันดับ 13 วงศ์ 32 สกุล และ 43 ชนิด โดยอันดับ Cypriniformes มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ 30 ชนิด รองลงมาคือ Siluriformes จำนวน 5 ชนิด และ Perciformes 3 ชนิด คิดเป็น 69, 12 และ 7% ตามลำดับ สำหรับวงศ์ที่มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ Cyprinidae มี 22 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ Balitoridae จำนวน 7 ชนิด และวงศ์ Sisoridae จำนวน 3 ชนิด คิดเป็น 51, 16 และ 7% ตามลำดับ พบปลาที่ไม่เคยมีรายงานการแพร่กระจายในระบบแม่น้ำเจ้าพระยา 3 ชนิด คือ ปลาเลียหินน้ำเทิน (*Garra theunensis*) ปลาค้อ (*Schistura latidens*) และปลาแค้ตติหิน (*Glyptothorax macromaculatus*) พบปลาต่างถิ่น จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาไน (*Cyprinus rubrofasciatus*) ปลาดุกกรัสเซีย (*Clarias gariepinus*) และปลากินยุง (*Poecilia reticulata*) ซึ่งในการศึกษารั้งนี้พบปลาต่างถิ่นในคลองเข็กน้อย จำนวน 2 ชนิด คือ ปลากินยุง (*Poecilia reticulata*) และปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ความแตกต่างของชนิด และจำนวนชนิด ขึ้นอยู่กับระยะเวลา

และวิธีการสำรวจที่แตกต่างกันไป การศึกษาในครั้งนี้ใช้เครื่องมือประมงคล้ายคลึงกับของ Valunpion and Suvarmaraksha (2013) ที่ศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาในแม่น้ำอิง โดยใช้เครื่องมือประมง อวน ข่ายแห สวิง การสำรวจจากทำขึ้นปลา และตลาดปลา ซึ่งพบปลา 82 ชนิด 57 สกุล 22 วงศ์ แต่แตกต่างกับวิธีการสุ่มตัวอย่างของ Keawkhiew *et al.* (2013) ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างด้วยข่ายขนาดช่องตาที่แตกต่างกัน ในลำห้วยแม่สาว พบปลา 17 ชนิด 5 วงศ์ คลองเข็กน้อยมีลักษณะการไหลของน้ำเร็วและไหลเชี่ยว พื้นที่ของน้ำเป็นกรวดหิน และทราย มีสาหร่ายเกาะติด ในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนคลองเข็กน้อยน้ำมีความใส มีปริมาณน้ำน้อย จนสามารถเดินข้ามฝั่งได้ ปลาจะไปรวมอยู่บริเวณแอ่งน้ำ แต่ในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำมากและไหลเชี่ยว เมื่อพิจารณาค่าดัชนีบ่งชี้โครงสร้างประชาคมปลาตามสถานสำรวจ พบว่า สถานีสำรวจ 2 มีค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเท่าเทียมสูงที่สุด 2.73 และ 0.96 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามเดือนสำรวจ พบว่าเดือนพฤศจิกายน 2561 มีค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเท่าเทียมสูงที่สุด 2.78 และ 0.91 ตามลำดับ หากค่าดัชนีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอยู่ในช่วง 1-3 แสดงถึงแหล่งน้ำนั้นมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (Tudorance *et al.*, 1975) ทั้งนี้ในคลองเข็กน้อยยังพบปลาที่ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำสะอาด เป็นกลุ่มปลาที่ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำไหล มีความต้องการออกซิเจนค่อนข้างสูง แต่มีความทนต่อความสกปรกของน้ำต่ำ Lothongkham and Duangjai (2010) กล่าวว่าปลาที่พบในแม่น้ำว่าในเขตอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่านพบว่าเป็นปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำที่ไหลเร็ว หรือมีกระแสเชี่ยว น้ำจะมีความใสมาก พื้นท้องน้ำเป็นหินหรือกรวดและมีสาหร่ายเกาะติด ซึ่งลักษณะทางกายภาพดังกล่าวเป็นลักษณะของลำธารที่ตั้งอยู่บนพื้นที่สูงหรือบริเวณต้นน้ำ ซึ่งพบปลาในวงศ์ Cyprinidae มากที่สุด ดังนั้นปลาเหล่านี้จึงจัดเป็นปลาต้นน้ำ และพบว่าเป็นปลาที่จำนวนชนิดมากที่สุด อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดในการศึกษาทางด้านคุณภาพน้ำ ซึ่งจำเป็นต้องทำการศึกษาทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำให้ครอบคลุมดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในรอบปีต่อไป เพื่อใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับความหลากหลายของปลา แสดงให้เห็นถึงสถานภาพและปัญหาที่เกิดขึ้น ส่งผลให้สามารถวางแผนในการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรปลา เพื่อส่งเสริมด้านการเพาะเลี้ยงในเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์น้ำสู่การใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

สรุป

ความหลากหลายของชนิดปลาในคลองเข็กน้อย พบปลาทั้งหมด 13 วงศ์ 24 สกุล รวม 27 ชนิด ปลาในวงศ์ Cyprinidae พบจำนวนชนิดมากที่สุด 13 ชนิด พบปลาที่มีสถานใกล้ถูกคุกคาม (Near Threatened) พบ 1 ชนิด คือ ปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) สถานภาพถูกคุกคามในที่อยู่อาศัยธรรมชาติ (Threatened in situ) พบ 1 ชนิด คือ ปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) องค์ประกอบโดยจำนวนตัวของพันธุ์ปลาที่พบมากมีค่า Evaluate สูงที่สุดคือ ปลาซิวควายแถบดำ (*Rasbora paviana*) มีจำนวนตัวสูงสุดเท่ากับ 15.99 เปอร์เซนต์ รองลงมาคือ ปลาซิวใบไผ่ยักษ์ (*Devario aequipinnatus*) ค่าดัชนีบ่งชี้โครงสร้างประชาคมปลาตามสถานสำรวจ พบว่า สถานีสำรวจ 2 มีค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเท่าเทียม

สูงที่สุด 2.73 และ 0.96 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามเดือนสำรวจ พบว่าเดือนพฤศจิกายน 2561 มีค่าดัชนีความหลากหลาย และค่าดัชนีความเท่าเทียมสูงที่สุด 2.78 และ 0.91 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดในการศึกษาทางด้านคุณภาพน้ำ ซึ่งจำเป็นต้องทำการศึกษาด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำให้ครอบคลุมดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในรอบปีต่อไป เพื่อใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับความหลากหลายของปลา แสดงให้เห็นถึงสถานภาพและปัญหาที่เกิดขึ้นส่งผลให้สามารถวางแผนในการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรปลา เพื่อส่งเสริมด้านการเพาะเลี้ยงในเชิงอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์น้ำสู่การใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- Clarke, K.R. and Warwick. R. M. 1994. Change Marine community: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory. Plymouth, UK. 144 p.
- Keawkhiew, P., Keawtip, S., Seetakoses, P and Montien-art, B. 2013. Biodiversity of Fish in Maesaw Creek at the Initiative Highland Agricultural Development Station Project, Ban Santisuk, Khunkual Subdistrict, Phong District, Phayao Province. Journal of Fisheries Technology Research. 2:70-81.
- Kottelat, M. 2000. Diagnoses of a new genus and 64 new species of fishes from Laos (Teleostei : Cyprinidae, Balitoridae, Bagridae, Syngnathidae, Chaudhuriidae and Tetraodontidae). J. South Asian Nat. Hist. 5:37-82.
- Kottelat, M. 2001. Fishes of Laos. WHT Publications (Pte) Ltd., Sri Lanka.
- Lothongkham, A. and Duangjai, E. 2010. Diversity of fish species in Wa river basin (a tributary of upper Nan river basin) in Bo Kleua district, Nan province, northern Thailand. In Proceedings of 48th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries (415-426p.). Bangkok (Thailand): The Thailand Research Fund, Bangkok (Thailand).
- Rodkanok, S. 1994. A preliminary study on ecological structure of the Khek stream. Phisanulok : Master of science, Naresuan University. Phisanulok.
- Suwannarak, A. 2017. Fish in Ping river. Chiangmai: Smartcoating and service publisher. 292 p. [in Thai]
- Swingle, K.S. 1950. Relationships and Dynamic of Balanced and Unbalanced Fish Populations. Bullentin No. 274, Agricultural Experiment Station of the Alabama, USA. 74 p.
- Tudorance, C., R.H. Green and J. Huebner. 1975. Structure, Dynamics and Production of the Benthic Fauna in Lake Monitaba, Hydrobiologia. 6(1): 59-95.

- Valunpion, S. and Suvarnaraksha, A. 2013. Fish species diversity in the Ing River. KHON KAEN AGR. J. 41 SUPPL. 1:116-122.
- Vidthayanon, C. 2004. Freshwater fish guide. Bangkok: Sarakadee publisher. 232 p. [in Thai]
- Vidthayanon C. 2005. Thailand Red Data: Fishes. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand.
- Washington, H.G. 1984. Review of diversity, biotic and similarity indices. Water Res. 18 (6): 653-694.

JOURNAL OF FISHERIES TECHNOLOGY RESEARCH

(J. Fish. Tech. Res.)

ISSN 1905-7393

ISSN Online 2730-146X

Organizer Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai

Honorable Consultants Maejo University President

Maejo University Vice President for Research

Dean of the Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources

Editor-in Chief Asst. Prof. Dr. Prachuab Chaibu Maejo University

Editorial Board:

Prof. Dr. Piamsak Menasveta	Chulalongkorn University
Prof. Dr. Tuanthong Jutagate	Ubonratchatani University
Assoc. Prof. Dr. Vipoosit Manthachitra	Burapha University
Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Meng-umphan	Maejo University
Assoc. Prof. Dr. Niwooti Wangchai	Maejo University
Asst. Prof. Dr. Samnao Saowakoon	Rajamangala University of Technology Isan, Surin Campus
Asst.Prof. Dr. Pongsak Luadee	Prince of Songkla University, Suratthani Campus
Asst. Prof. Dr. Chayakorn Pumas	Chiang Mai University

Editorial Secretary: Asst. Prof. Dr. Chanagun Chitmanat Maejo University

Journal of Fisheries Technology Research is a publication of the Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai and released 2 issues a year on January-June and July-December. The policy is intended to make available the results of technical work in the fisheries, aquaculture, aquatic resources and related biological sciences.

Contact Address

Journal of Fisheries Technology Research

Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University,

Sansai, Chiang Mai 50290, Thailand

Tel: +66-53-87-5100 – 2 Fax: +66-53-87-5103 – 2

E-mail: jfishtech.mju@gmail.com

Website: http://www.fishtech.mju.ac.th/WEB/Journal_FT/main/index.php

การเตรียมต้นฉบับ

เรื่องเต็มวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง

1. ต้นฉบับ พิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด (Microsoft word) และส่งต้นฉบับมาที่ บรรณาธิการวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290 (หรือส่งไฟล์ Word และ PDF มาที่อีเมล jfishtech.mju.ac.th; ซึ่งจะได้อีเมลยืนยันการได้รับเอกสารผลงานจากกองบรรณาธิการแล้วเท่านั้น)

1.1 บทคัดย่อ มีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกิน 1 หน้ากระดาษ A4 หรือไม่เกิน 250 คำ

1.2 เรื่องเต็ม ความยาวไม่เกิน 10 หน้ากระดาษ A4 (รวมบทคัดย่อภาษาไทย ภาษาอังกฤษ รูปภาพ ตารางและอื่น ๆ)

2. รูปแบบ

2.1 ตัวอักษร ใช้ตัวอักษร Cordia New

2.2 ชื่อเรื่อง มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พิมพ์ตัวหนาขนาด 18 pt จัดให้อยู่กึ่งกลางหน้า

2.3 ชื่อผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พิมพ์ตัวอักษรหนาขนาด 14 pt จัดให้อยู่กึ่งกลางหน้า

2.4 หมายเหตุข้างท้าย (footnote) ใช้ตัวอักษรขนาด 12 pt

2.5 หัวข้อเรื่อง (บทคัดย่อ Abstract คำนำ อุปกรณ์ และวิธีการ ฯลฯ) ใช้ตัวอักษรหนาขนาด 16 pt จัดให้อยู่กึ่งกลางหน้า

2.6 เนื้อหาในบทคัดย่อและเรื่องเต็ม ให้ใช้ตัวอักษรขนาด 15 pt

2.7 เนื้อหาในเรื่องเต็ม

- ชื่อเรื่อง ต้องมีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ
- ชื่อ – ที่อยู่ ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย ให้บอกรายละเอียด (footnote) โดยใช้หมายเลขกำกับ
- บทคัดย่อ เป็นการเขียนสรุปสาระสำคัญของเรื่อง โดยเฉพาะวัตถุประสงค์ วิธีการและผลการวิจัย

- คำนำ อธิบายถึงปัญหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ โดยรวมการตรวจเอกสาร (Literature review) ถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้อื่นได้ทำไว้ด้วย

- อุปกรณ์และวิธีการ ควรจะประกอบด้วยคำอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และคำอธิบายถึงขอบเขตของการวิจัย วิธีการที่ใช้ในการทดลอง แต่ไม่จำเป็นต้องอธิบายวิธีการที่เป็นแบบฉบับซึ่งเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไป

- ผลการวิจัย ควรเขียนให้กระชับและเป็นขั้นตอนที่เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรเสนอในรูปแบบของ ตาราง กราฟ หรือรูปภาพ

- กราฟ รูปภาพและตาราง ให้เขียนคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

- วิจารณ์ผล ควรประกอบด้วยหลักการที่แสดงออกมาจากผลการทดลองที่อาจสนับสนุนหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีผู้เสนอมาก่อน ควรเน้นถึงปัญหาหรือโต้แย้งในสาระสำคัญของเรื่องที่วิจัยตลอดจนข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต และแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

- สรุปผล อาจรวมกับวิจารณ์ผล โดยสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาเพียงสั้น ๆ

- คำขอบคุณ/กิตติกรรมประกาศ อาจมีหรือไม่มีก็ได้

- เอกสารอ้างอิง: วิธีเขียนดูตามตัวอย่าง 2.9

2.8 การตั้งค่าขอบกระดาษ ขอบบน (top) 3.0 ซม. ขอบล่าง (bottom) 2 ซม. ขอบซ้าย (left) 3.0 ซม. ขอบขวา (right) 2.5 ซม.

2.9 เอกสารอ้างอิง ซึ่งได้อ้างอิงในเนื้อเรื่องและบรรณานุกรม ให้เขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ดังนี้

2.9.1 การอ้างอิงในเนื้อเรื่อง ใช้ระบบ ชื่อสกุลเป็นภาษาอังกฤษ และตามด้วยปี ค.ศ. เช่น Chitmanat (2010) รายงานว่า.....หรือ (Thomas and James, 1999) ในกรณีที่มีผู้วิจัยตั้งแต่สามคนขึ้นไปให้ใช้ et al. ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบรรณานุกรมให้ใส่ชื่อหมดทุกคน

- การอ้างอิงเอกสารที่อ้างอิงถึงในเอกสารอื่น ระบุนามผู้แต่งและปีพิมพ์ของเอกสารแรก ตามด้วย “cited in” และนามผู้แต่งและปีพิมพ์ของเอกสารอันได้รอง เช่น (Choi et al., 2004 cited in Kaewipitoon et al., 2008)

- ระบบออนไลน์ เช่น (Singh, 2002: online)

2.9.2 การอ้างอิงในบรรณานุกรม

- ไม่ต้องใส่เลขที่ หากเป็นเอกสารภาษาไทยให้พิมพ์คำว่า [in Thai] ต่อท้าย
Peerapompisal, Y. 2008. Edible freshwater Macroalgae in Northern Thailand. Journal of Fisheries Technology Research (2)178 – 189. [in Thai]

- เรียงลำดับตัวอักษรและสระ ตามด้วยจำนวนผู้วิจัย/ผู้เขียน กรณีเป็นคนเดียวกันให้เรียงตามปี

- วารสาร (Journal) ควรเรียงลำดับดังนี้ ชื่อ-สกุล ผู้เขียน. ปี. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร. ปีที่.(ฉบับที่):หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

- ตำรา (text books) หรือหนังสือที่ออกไม่เป็นวารสาร ควรเรียงลำดับดังนี้ ชื่อ-สกุล ผู้เขียน. ปี. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์หรือหน่วยงานที่พิมพ์. เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้า.

- เอกสารวิชาการอื่น ๆ ชื่อ-สกุล ผู้เขียน. ปี. ชื่อหนังสือหรือชื่อเรื่อง. ประเภทของเอกสาร. หน่วยงานหรือสถาบันที่จัดพิมพ์. เมืองที่พิมพ์. หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2564)

- ปัญหาพิเศษ/วิทยานิพนธ์ ชื่อ-สกุล ผู้เขียน. ปี. ชื่อเรื่อง. ปัญหาพิเศษ/วิทยานิพนธ์ (ตรี, โท, เอก) ชื่อมหาวิทยาลัย เมืองที่มหาวิทยาลัยตั้งอยู่. จำนวนหน้า.

- เอกสารที่อ้างถึงในเอกสารอื่น ให้ระบุข้อมูลของเอกสารทั้ง 2 รายการ โดยระบุข้อมูลของเอกสารอันดับแรก ตามด้วยคำว่า "cited in" แล้วระบุข้อมูลของเอกสารอันดับรอง เช่น

Wallis, O.A. 1997. Introduction to Aquaculture. Berfley, Calif.: Adam Osborne&Assoc.

198 p. cited in Morris, M. 1991. Aquaculture in Asian. White Plains, NY: Lndustry Publications.

144 p.

- สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ชื่อผู้รับผิดชอบหลัก. ชื่อแฟ้มข้อมูล. [Online] ปีที่จัดทำ (ถ้ามี). แหล่งที่มา: ชื่อของแหล่งที่มา [ปี, วัน เดือน ที่เข้าถึงข้อมูล]. เช่น Bangkokhealth.com. Omega-3 in freshwater fish. [Online] Available from <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=278133> [2011, February 28]

2.10 ต้นฉบับที่ไม่ได้จัดเตรียมตามคำแนะนำจะถูกส่งคืนกลับเพื่อให้แก้ไขทันที

3. งานเขียนที่จะได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านการกลั่นกรองและประเมินคุณภาพจากกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิ

4. งานเขียนที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ต้องไม่อยู่ในระหว่างการเสนอเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารอื่น หรือตีพิมพ์ที่ใดมาก่อนแล้ว

Guide for Authors

The Journal of Fisheries Technology Research (J. Fish. Tech. Res.) Welcomes the submission of manuscripts that meet the general criteria of significance and scientific excellence.

Preparation and Submission of Manuscripts

Authors submitting manuscripts for publication must follow the following guidelines.

1. Manuscript texts must be written using high-quality language in Microsoft Word, will be sent to the editorial office, The Journal of Fisheries Technology Research, Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai, 50290, Thailand.

1.1 The Title should be a brief phrase describing the contents of the paper. The Title Page should include the author(s)'s full names and affiliations, the name of the corresponding author along with phone, fax and e-mail information. Present address of authors should appear as a footnote.

1.2 Abstracts should not exceed than 250 words. The Abstract should be informative and completely self-explanatory, briefly state the scope of the experiments, indicate significant data, and point out major findings and conclusions. No literature should be cited. About 5 keywords should also be provided.

1.3 Manuscript texts should not exceed than 10 pages including abstract, figures, and tables.

2. Format

2.1 Cordia New font must be applied.

18 pt Cordia New Bold fonts must be used for title and set in the middle of the page.

14 pt Cordia New Bold fonts must be used for authors and set in the middle of the page.

16 pt Cordia New Bold fonts must be used for all headings including Abstract, Introduction, Materials and Methods, etc.

15 pt Cordia New fonts should be used throughout manuscript and all pages numbered consecutively.

12 pt Cordia New Bold fonts must be used for footnote.

2.2 Manuscript texts should be prepared single column, with margins (right = 2.5 cm; left = 3.0 cm; top = 3.0 cm; bottom = 2 cm).

2.3 The Introduction should provide a clear statement of the problem, the relevant literature on the subject, and the proposed approach or solution. It should be understandable to colleagues from a broad range of scientific disciplines.

2.4 Materials and Methods should be complete enough to allow experiments to be reproduced. However, only new procedures should be described in detail; previously published procedures should be cited, and important modifications of published procedures should be mentioned briefly. Capitalize trade names and include the manufacturer's name and address. Subheadings should be used. Methods in general use need not be described in detail.

2.5 Results should be presented with clarity and precision. The results should be written in the past tense when describing findings. Results should be explained, but largely without referring to the literature. Discussion, speculation and detailed interpretation of data should not be included in the results but should be put into the discussion section.

2.6 The Discussion should interpret the findings in view of the results obtained in this and in past studies on this topic. State the conclusions in a few sentences at the end of the paper.

2.7 Acknowledgment is optional and should be as brief as possible.

2.8 Tables, figures, and references must be written in English.

2.9 Citations of published literature in the text and at the end of the manuscript must be written in English.

2.9.1 Citations in the text should be given in the form of author and year in parentheses; (James **et al.**, 2011), or, if the name forms part of a sentence, it should be followed by the year in parenthesis; Tomas and James (2010).

Citing two or more documents by multiple authors; List authors' names by alphabetical order, followed by year of publication, link each document with “;”(Keiser and Utzinger, 2005; McCarthy and Moore, 2000; Nawa, **et al.**, 2005)

Citing documents cited in other documents; Put author's name and year of original document's publication, followed by “cited in” and secondary document's author's name and

year of publication; (Choi **et al.**, 2004 cited in Kaewipitoon **et al.**, 2008) Online materials; (Yu and Mott, 1994: online)

2.9.2 Citation in reference list;

All references mentioned in the reference list must be cited in the text, and vice versa. The references section at the end of the manuscript should list all. For papers printed in a language other than English, indicate the language in parentheses at the end of that reference. The following are examples of reference writing.

Reference to a journal article:

Khuantrairong, T., and Traichaiyaporn, S. 2010. Efficiency of carotenoid and nutritional values of an alga Kai (**Cladophora** sp.) for economic utilization. J. Fish. Tech. Res. 4: 54 – 64. [in Thai]

Reference to article or abstract in conference proceedings:

Cliche, G., Hébert, D., and Bourgeois, M. 2007. Evaluation of different parameters to optimize the collection strategy of the sea scallop (**Placopecten magellanicus**) in commercial operations. Proceedings of the 16th International Scallop Aquaculture Workshop. Canada, May 11 – 18, 2007. 24 – 28.

Reference to a book:

Boyd, C.E., and Tucker, C.S. 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. USA. 700 p.

Reference to an edited book:

Shotts, E.B. 1994. Flow chart for the presumptive identification of selected bacteria from fish. In: Bacterial Diseases of Fish. 4th ed., edited by Thoesen, J.C. Chapman & Hall, London. pp. 131 -135.

Reference to an electronic data source):

Yi, Y., Yang, Z., and Zhang, S. Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin. Environmental Pollution [Online]. Available from <http://www.sciencedirect.com/science/article/S029911100337X>[2011, December 12].

2.10 Manuscript must be followed the guidelines of manuscript preparation, otherwise they will be sent back or even rejected.

3. All manuscripts considered for publication will be peer-reviewed by qualified editors and independent referees.
4. The submitted manuscripts are not already published or are not currently under consideration for publication elsewhere. Manuscripts, parts of which have been previously published in conference proceedings, may be accepted if they contain additional material not previously published.

จริยธรรมการตีพิมพ์ (Publication Ethics)

บทบาทหน้าที่ของผู้เขียน (Duties of Authors)

1. ผลงานบทความที่ผู้เขียนต้องการตีพิมพ์ต้องเป็นงานวิจัยใหม่ ไม่เคยตีพิมพ์ซ้ำซ้อน และเผยแพร่ที่ได้มาก่อน รวมถึงไม่อยู่ในกระบวนการพิจารณาตีพิมพ์ในสิ่งตีพิมพ์อื่น ๆ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
2. ผู้เขียนต้องไม่คัดลอกผลงานและข้อความของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง หากมีการนำผลงานของผู้อื่นมาอ้างอิงในผลงานตนเอง ต้องมีการอ้างอิงทุกครั้ง และต้องจัดทำกรอ้างอิงในรูปแบบที่วารสารกำหนด
3. ผู้เขียนต้องจัดทำรูปแบบการเขียนบทความให้ถูกต้องตามรูปแบบที่ทางวารสารกำหนด
4. ผู้เขียนต้องรายงานข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น ไม่ใช่ข้อมูลเท็จ ปลอมแปลง บิดเบือน และตกแต่งข้อมูลเพื่อนำมาเขียนบทความ
5. หากบทความเป็นงานวิจัยในคนหรือสัตว์ทดลอง ผู้เขียนต้องตรวจสอบให้แน่ชัดว่าได้ดำเนินการตามหลักจริยธรรม กฎหมายและข้อบังคับ รวมทั้งแนบหนังสือรับรองจริยธรรมจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์หรือสัตว์ทดลองมาพร้อมต้นฉบับ
6. ผู้เขียนควรระบุแหล่งทุนในการทำวิจัย (ถ้ามี) ในบทความต้นฉบับให้ชัดเจน
7. รายชื่อผู้เขียนที่ปรากฏในบทความ ต้องได้รับความเห็นชอบและเป็นผู้ที่มีส่วนในงานจริง
8. เนื้อหา รูปภาพ ในบทความถือเป็นข้อคิดเห็น และความรับผิดชอบของผู้เขียนโดยตรง

บทบาทและหน้าที่ของกองบรรณาธิการวารสาร (Duties of Editors)

1. พิจารณา ตรวจสอบและควบคุมความเหมาะสมของทุกบทความเพื่อให้มีคุณภาพความสมบูรณ์และความถูกต้องทางวิชาการ เพื่อตีพิมพ์ในวารสาร
2. ดำเนินกระบวนการในการตีพิมพ์บทความตามวัตถุประสงค์และมาตรฐานทางวิชาการของวารสารอย่างชัดเจน
3. ชี้แจง หรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบประเมินบทความแก่ผู้เขียน ทุกขั้นตอน
4. ดำเนินกระบวนการเพื่อให้วารสารสามารถตีพิมพ์ตามกำหนดเวลา
5. ดำเนินการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธบทความในการตีพิมพ์ในวารสาร
6. เตรียมช่องทางให้ผู้เขียนให้ความคิดเห็น ในกรณีมีความเห็นแตกต่างกับความเห็นของบรรณาธิการ
7. พิจารณาตรวจสอบการคัดลอกผลงาน และการตีพิมพ์ไม่ซ้ำซ้อนในวารสารอื่น ๆ หากพบว่ามีการคัดลอกผลงานในกระบวนการประเมินบทความ กระบวนการจะหยุดลงเพื่อขอคำชี้แจงจากผู้เขียน ในการพิจารณาตอบรับหรือปฏิเสธในการตีพิมพ์ต่อไป
8. กรณีการเปลี่ยนแปลงบรรณาธิการ บรรณาธิการรายใหม่ต้องไม่เปลี่ยนแปลงการตัดสินใจเกี่ยวกับบทความที่บรรณาธิการคนก่อนตอบปฏิเสธไปแล้ว ยกเว้นมีการพิสูจน์ที่เหมาะสม

9. ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความยุติธรรม ปราศจากอคติ ความลำเอียงแก่บทความทุกเรื่อง มีการปกป้องข้อมูลส่วนตัวของผู้เขียน และผู้ประเมินบทความเป็นความลับ แก่บุคคลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องในช่วงการประเมินบทความ
10. ต้องไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน หรือมีส่วนได้ส่วนเสียกับผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่นำบทความไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ไม่แก้ไข เปลี่ยนแปลงเนื้อหาบทความและผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

บทบาทและหน้าที่ของผู้ประเมิน (Duties of Reviewers)

1. ควรมีส่วนช่วยพัฒนาคุณภาพของบทความต้นฉบับ ให้มีคุณภาพเป็นไปตามตามหลักวิชาการ มีความยุติธรรม ปราศจากอคติ ความคิดเห็นส่วนตัว และสามารถตรวจสอบได้
2. ไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความแก่บุคคลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง ในช่วงระยะเวลาการประเมินบทความ
3. ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้เขียนบทความ
4. หากมีข้อสงสัยว่าบทความที่ทำการประเมินมีการคัดลอกผลงานอื่น หรือซ้ำซ้อนกับที่ได้ประเมินในวารสารอื่นต้องแจ้งต่อบรรณาธิการทันที
5. ประเมินตามกรอบระยะเวลาที่กำหนด
6. พิจารณาบทความเฉพาะในสาขาที่ตนมีความเชี่ยวชาญเท่านั้น
7. ผู้ประเมินบทความต้องได้รับการปกป้องข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน



ประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ

อนุสนธิตามประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ลงวันที่ ๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘ ได้แต่งตั้ง
คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ ไปแล้ว นั้น

เพื่อให้การตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการสำหรับตีพิมพ์ลงในวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
เป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงให้ยกเลิกประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ลงวันที่ ๔ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘
และแต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ ดังต่อไปนี้

๑. ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ
๒. ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต
๓. ศาสตราจารย์ ดร.สุทนต์วัฒน์ เบญจกุล
๔. ศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี จุลละคร
๕. ศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุภานิช
๖. ศาสตราจารย์ ดร.สายสมร ลำยอง
๗. ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร
๘. รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน
๙. รองศาสตราจารย์ ดร.คเชนทร เฉลิมวัฒน์
๑๐. รองศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร บุญมาก
๑๑. รองศาสตราจารย์ ดร.จารุมาศ เมฆสัมพันธ์
๑๒. รองศาสตราจารย์ ดร.ชโลบล วงศ์สวัสดิ์
๑๓. รองศาสตราจารย์ ณีฎฐารัตน์ ปภาวลีทธิ
๑๔. รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ อมรสกุล
๑๕. รองศาสตราจารย์ ดร.ธนัญญา ทรรพนันท์ ใจดี
๑๖. รองศาสตราจารย์ ดร.นงนุช เลหาะวิสุทธิ
๑๗. รองศาสตราจารย์ ดร.นิรุฒิ หวังชัย
๑๘. รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์

๑๙. รองศาสตราจารย์ ดร.เผด็จศักดิ์ จารยะพันธุ์
๒๐. รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเดี่ยว
๒๑. รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิลป์ ผลพันธุ์หิน
๒๒. รองศาสตราจารย์ ดร.มารีสา จาตุพรพัฒน์
๒๓. รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี พิรพรพิศาล
๒๔. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มั่นทะจิตร
๒๕. รองศาสตราจารย์ ดร.วุฒิพร พรหมขุนทอง
๒๖. รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา แดงปรก
๒๗. รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ หวังเจริญ
๒๘. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชัย ชูโชติ
๒๙. รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภมิตร เมฆฉาย
๓๐. รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ดุลจินดาชบาพร
๓๑. รองศาสตราจารย์ ดร.อัษฎารัตน์ เปี่ยมสมบูรณ์
๓๒. รองศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง
๓๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา พยัค
๓๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๓๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลยา ลีรุ่งเรืองรัตน์
๓๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ครศรี ศรีกุลนาถ
๓๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงกล พรหมยะ
๓๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร ไรจน์ทินกร
๓๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรพงษ์ สุขเกื้อ
๔๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิตชล ผลารักษ์
๔๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมนัส
๔๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยากร ภูมาศ
๔๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยง รุจจนเวท
๔๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช่อทิพา สกุลสิงหาโรจน์
๔๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงพร อมรเลิศพิศาล
๔๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์
๔๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ เลิศสุทธิขวาล
๔๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ ช้วนผูก

๔๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์
๕๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญรัตน์ ประทุมชาติ
๕๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ ฉายบุ
๕๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ
๕๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ เหล่าดี
๕๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธี แก้วเนิน
๕๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.รัชต์ ชัดติยะ
๕๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรียา ภูริวิโรจน์กุล
๕๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วรวัฒนเมธีกุล
๕๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ เจ๊ะโละ
๕๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงทอง พงษ์เจริญกิจ
๖๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล
๖๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ วุฒิสุทธิเมธาวี
๖๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา เดวิดสัน
๖๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สถาพร ดิเรกบุษราคม
๖๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเนา เสาวกุล
๖๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สัมพันธ์ จันทรด
๖๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภินันท์ สุวรรณรักษ์
๖๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สงรักษ์
๖๘. ดร.พุทธ ส่องแสงจินดา
๖๙. ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์
๗๐. ดร.สุดาพร ตงศิริ
๗๑. ดร.อุดมลักษณ์ สมพงษ์

ประกาศ ณ วันที่ ๗ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำเียร ยศราช)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้



วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง

JOURNAL OF FISHERIES TECHNOLOGY RESEARCH

ปีที่ 15 เล่มที่ 2 (Volume 15 Number 2)

กรกฎาคม - ธันวาคม 2564 (July - December 2021)

สารบัญวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2564

สารบัญ

บรรณาธิการ

บทความวิจัย

	หน้า
ผลของไนโตรเจนต่อการตายและการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันโดยกำเนิดของกุ้งกุลาดำ (<i>Penaeus monodon</i>) ที่เพาะเลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำในบ่อดินจำลอง	1
สุภัททิ ตันรัตน์ ทศพร เสียงแจ้ว และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย	
แนวทางการใช้สารเคมีและยาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเลน (<i>Panulirus polyphagus</i> Herbst, 1793) ภายใต้ระบบโรงเพาะฟัก	12
นวกักร สวัสดิ์ จักรพงษ์ หรั่งเจริญ ยุทธพล สาเอี่ยม วุฒา ประจักษ์ดี วาสนา อากรรัตน์ และอนุรัตน์ สุขดารา	
อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมของปลาเลื้อยมือนาง (<i>Crossocheilus siamensis</i>) สำหรับการลำเลียงเพื่อการส่งออกต่างประเทศ	25
ช่วงสถานการณ์การระบาดของโควิด19	
กระสินธุ์ หังสพฤกษ์ และบุญรัตน์ ประทุมชาติ	
ชีววิทยาบางประการของปูม้าในพื้นที่ทะเลอนุรักษ์บ้านฟ้ายพรุ ตำบลตะกรบ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี	32
ณัฐพล เมฆแดง และชมพูนุท ชัยรัตน์	
ความหลากหลายของปลาในคลองเข็กน้อย ตำบลเข็กน้อย อำเภอเขาชัย จังหวัดเพชรบูรณ์	46
ธนภัทร วรปัสสุ พรกิตา กองสมิทกาญจน์ ปิยพงศ์ บางใบ และณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์	