



ISSN 3088-2125 (Online)

Jวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง

JOURNAL OF FISHERIES TECHNOLOGY RESEARCH

ปีที่ 19 เล่มที่ 1 (Volume 19 Number 1)

มกราคม - มิถุนายน 2568 (January - June 2025)

วารสารวิชาการเผยแพร่ความรู้

เทคโนโลยีและส่งเสริมกิจกรรมทางการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ทั้งเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม

จัดทำโดย

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน) พ.ศ. 2568

ISSN 3088-2125 (Online)

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงเป็นวารสารวิชาการ
และเป็นลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มีวัตถุประสงค์เพื่อ

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

ข้อคิดเห็นที่ปรากฏและแสดงในเนื้อหาบทความต่าง ๆ ในวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
ถือเป็นความเห็นและความรับผิดชอบโดยตรงของผู้เขียนโดยเฉพาะ ไม่จำเป็นต้องสอดคล้อง
กับทฤษฎีของคณะผู้จัดทำ และมีใช้ความรับผิดชอบของคณะเทคโนโลยีการประมงและ
ทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้ประสงค์จะนำข้อความใด ๆ ไปพิมพ์เผยแพร่ต่อต้องได้รับ
อนุญาตจากวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมงและผู้เขียนตามกฎหมายว่าด้วยลิขสิทธิ์

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
Journal of Fisheries Technology Research
(J. Fish. Tech. Res.)
ISSN 3088-2125 (Online)

ผู้จัดทำ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ที่ปรึกษา อธิการบดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คณบดีคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

หัวหน้ากองบรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมนัส มหาวิทยาลัยแม่โจ้

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.พจนทอง จุฑาเกตุ

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ยวงสร้อย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนาวิ เสาวกุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ หวังชัย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยากร ภูมาศ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ ช้วนยุค

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ หวังวรลักษณ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เลขากองบรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ตงศิริ 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 อีเมลล์: jfishtech.mju@gmail.com

เว็บไซต์: <https://fishtechbase.mju.ac.th/FishtechJournal/main/index.php>

จริยธรรมการตีพิมพ์ (Publication Ethics)

บทบาทหน้าที่ของผู้เขียน (Duties of Authors)

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

บทบาทและหน้าที่ของกองบรรณาธิการวารสาร (Duties of Editors)

1. พิจารณา ตรวจสอบและควบคุมความเหมาะสมของทุกบทความเพื่อให้มีคุณภาพความสมบูรณ์ และความถูกต้องทางวิชาการ เพื่อตีพิมพ์ในวารสาร
2. ดำเนินกระบวนการในการตีพิมพ์บทความตามวัตถุประสงค์และมาตรฐานทางวิชาการของวารสารอย่างชัดเจน
3. ชี้แจงหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบประเมินบทความแก่ผู้เขียนทุกขั้นตอน
4. ดำเนินกระบวนการเพื่อให้วารสารสามารถตีพิมพ์ตามกำหนดเวลา
5. ดำเนินการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธบทความในการตีพิมพ์ในวารสาร
6. เตรียมช่องทางให้ผู้เขียนให้ความคิดเห็น ในกรณีมีความเห็นแตกต่างกับความเห็นของบรรณาธิการ

7. พิจารณาตรวจสอบการคัดลอกผลงาน และการตีพิมพ์ไม่ซ้ำซ้อนในวารสารอื่น ๆ หากพบว่ามี การคัดลอกผลงานในกระบวนการประเมินบทความ กระบวนการจะหยุดลงเพื่อขอคำชี้แจง จากผู้เขียน ในการพิจารณาตอบรับหรือปฏิเสธในการตีพิมพ์ต่อไป
8. กรณีการเปลี่ยนแปลงบรรณาธิการ บรรณาธิการรายใหม่ต้องไม่เปลี่ยนแปลงการตัดสินใจเกี่ยวกับ บทความที่บรรณาธิการคนก่อนตอบปฏิเสธไปแล้ว ยกเว้นมีการพิสูจน์ที่เหมาะสม
9. ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความยุติธรรม ปราศจากอคติ ความลำเอียงแก่บทความทุกเรื่อง มีการปกป้อง ข้อมูลส่วนตัวของผู้เขียน และผู้ประเมินบทความเป็นความลับ แก่บุคคลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องในช่วง การประเมินบทความ
10. ต้องไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน หรือมีส่วนได้ส่วนเสียกับผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่นำบทความไปใช้ประโยชน์ เชิงพาณิชย์ ไม่แก้ไข เปลี่ยนแปลงเนื้อหาบทความและผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

บทบาทและหน้าที่ของผู้ประเมิน (Duties of Reviewers)

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

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ISSN XXXX-XXXX (Online) จัดทำโดยคณะเทคโนโลยีการประมง และทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ มีกำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (เดือนมกราคม และ กรกฎาคม) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการนำเสนอและเผยแพร่งานวิจัย นวัตกรรม และองค์ความรู้เชิงวิชาการแก่คณาจารย์ นักวิจัย นักศึกษาและผู้สนใจ ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้สู่การประยุกต์ใช้ในภาคปฏิบัติทั้งในระดับเกษตรกร ภาคเอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อยกระดับการพัฒนาด้านการประมง และทรัพยากรทางน้ำอย่างมีคุณภาพและยั่งยืน

วารสารฉบับนี้เป็นปีที่ 19 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2568) รวบรวมผลงานวิจัยที่มีคุณค่าและสอดคล้องกับประเด็นสำคัญในปัจจุบันด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การถ่ายทอดเทคโนโลยี การจัดการทรัพยากร และการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำ จำนวน 5 บทความ ได้แก่

1. การถ่ายทอดเทคโนโลยีประมงน้ำจืดรูปแบบการเลี้ยงกบร่วมกับปลาในชุมชนต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียง
2. ผลของการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในโคพีพอด (*Apocyclops royi*) ด้วยแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มต่อการอนุบาลปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) วัยอ่อน
3. ชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการของไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติและการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ
4. ผลกระทบของระยะเวลาสัมผัสอากาศต่ออัตราการฟักไข่และการพัฒนาตัวอ่อนของปูพลอยจับจากการประมงอวนลอย
5. ปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นของผู้บริโภคและการประเมินความเป็นไปได้ทางธุรกิจของผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้วในจังหวัดเชียงใหม่

ในนามของกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้เขียนบทความทุกท่านที่มอบผลงานวิจัยคุณภาพเพื่อเผยแพร่ ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้สละเวลาและความเชี่ยวชาญในการพิจารณาบทความ ตลอดจนคณะกรรมการวิชาการ ผู้ประสานงาน และผู้สนับสนุนจากทุกภาคส่วนที่มีส่วนสำคัญในการทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ ผู้อ่านสามารถสืบค้นและดาวน์โหลดบทความจากเว็บไซต์วารสารที่ <https://fishtechbase.mju.ac.th/fishtechjournal/main/index.php> หรือผ่านระบบ ThaiJO ที่ <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JfisheriesMJU> รวมถึงเว็บไซต์ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย <https://tci-thailand.org>

กองบรรณาธิการมุ่งมั่นพัฒนาคุณภาพวารสารให้สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาการทั้งในระดับชาติและนานาชาติ เพื่อให้เป็นแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้และเป็นประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาวิชาการด้านการประมง และทรัพยากรทางน้ำ อันจะช่วยส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยให้เติบโตอย่างสมดุลและยั่งยืน

กองบรรณาธิการ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีประมงน้ำจืดรูปแบบการเลี้ยงกบร่วมกับปลาในชุมชน ต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียง

Transfer technology of low-water management aquaculture system for integrated
frog and fish culture for sufficiency economy model community

กัมพล ไทโส¹ ศิริภาวี เจริญวัฒนศักดิ์¹ ศิริพร โทลา¹ พรเทพ นียมพิทักษ์¹ สมหวัง กุกขุนทด¹ธนากร เชื้อฉาย¹
ชนะชัย ฤทธิทรงเมือง² ประหยัด สืบเมืองซ้าย² ประภาพรณ ชันชัย² และบัณฑิต ยวงสวัสดิ์^{1*}

Kampon Thaiso¹ Siripawee Charoenwattanasak¹ Siriporn Tola¹ Pornthep Niamphithak¹
Somwang Kukkhuntot¹ Thanakorn Chuaycham¹ Chanachai Ritthongmuang² Prayad Suebmuangsai²
Prapaporn Khanchai² and Bundit Yuangsoi^{1*}

¹สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ศูนย์บริการวิชาการสังคม สำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

Social academic service center, Office of Academic Services, Khon Kaen University

* Corresponding author: bundyu@kku.ac.th

Received: Nov 20, 2024

Revised: Jan 20, 2025

Accepted: Feb 10, 2025

บทคัดย่อ

การถ่ายทอดเทคโนโลยีประมงน้ำจืดรูปแบบการเลี้ยงกบร่วมกับปลา ในชุมชนต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียงมีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีในการเลี้ยงกบร่วมกับปลาให้กับเกษตรกร และขยายผลไปยังเกษตรกรผู้สนใจในชุมชน ซึ่งก่อให้เกิดความเข้มแข็งของกลุ่มเกษตรกร ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องซึ่งตัวอย่างนี้วัดผลจากเกษตรกรต้นแบบจำนวน 15 รายใน 3 ชุมชนต้นแบบ ได้แก่ตำบลบ้านไผ่ ตำบลพระยืนมิ่งมงคล อำเภอยะยา จังหวัดขอนแก่น และตำบลท่ากระเทียม อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ดำเนินการโดยปล่อยกบจำนวน 200 ตัว ร่วมกับปลาหมอไทยแปลงเพศ จำนวน 150 ตัว ลงในกระชังบกกที่รองด้วยผ้า PE ขนาด 1.5x2.0 เมตร โดยรักษาระดับน้ำไว้ที่ 30 เซนติเมตร ให้อาหารกบโดยไม่ต้องให้อาหารปลาเป็นเวลา 3 เดือน โดยมีเป้าหมายให้ได้ผลผลิตกบ 5 ตัวต่อกิโลกรัม และมีอัตราการรอดไม่ต่ำกว่า 75% ส่วนผลผลิตปลาหมอไทย 6 ตัวต่อกิโลกรัม มีอัตราการรอดไม่ต่ำกว่า 90% มีปริมาณการใช้อาหารตลอดการเลี้ยง 40 กิโลกรัมต่อกระชัง โดยมีค่าอาหารกบตลอดการเลี้ยง 960 บาทต่อกระชัง ค่าลูกพันธุ์กบ 200 บาท ค่าลูกพันธุ์ปลา 150 บาทต่อกระชัง และค่ากระชังบกก 500 บาท ต้นทุนรวม 1,810 บาทต่อกระชัง และสามารถให้รายได้ 5,250 บาทต่อกระชัง คิดเป็นกำไร 3,440 บาทต่อกระชัง ในด้านผลตอบแทนทางการเงินมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เฉลี่ยที่ $80.35 \pm 9.17\%$ และมีค่าผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (SROI) เฉลี่ยที่ 1.80 ± 0.07 ซึ่งแสดงให้เห็น

ว่าการทำประมงน้ำน้อยจากการเลี้ยงกับร่วมกับปลาสามารถสร้างมูลค่าทางสังคมและผลตอบแทนทางการเงินที่สูงกว่าการลงทุน ดังนั้นควรมีการส่งเสริมและพัฒนาการเลี้ยงให้เพิ่มขึ้น โดยมีการสร้างและรวมกลุ่มเกษตรกรที่เข้มแข็ง จะสามารถขยายผลไปยังเกษตรกรผู้สนใจในชุมชนเพื่อก้าวไปสู่ขั้นการอยู่ดี กินดีจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรสร้างแหล่งอาหารในครัวเรือน อีกทั้งยังเป็นส่วนสำคัญของยุทธศาสตร์ชาติที่มุ่งเน้นการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มผลผลิต เพิ่มมูลค่า และสร้างความมั่นคงทางอาหารให้กับประเทศ

คำสำคัญ: ประมงน้ำน้อย, การเลี้ยงแบบผสมผสาน, ถ่ายทอดเทคโนโลยี, ชุมชนต้นแบบเศรษฐกิจ

Abstract

This study aimed to transfer low-water management aquaculture technology for integrated frog and fish culture to self-sufficient economic model. The project's objective was to transfer technology of integrated frog and fish cultivation to farmers and disseminating the results to interested community members to strengthen agricultural groups. The ongoing project evaluated results from 15 prototype farmers in three communities in Khon Kaen: Tambol Ban Ton, Tambol Pra Yeun Mingmongkol (Amphur Pra Yeun), and Tambol Ta Kraserm (Amphur Nam Phong). The experimental setup consisted of 200 frogs and 150 climbing perch fish distributed in a 150 cm x 200 cm plastic cage pond with a water depth of 30 cm. The froglets were reared for 3 months, targeting a production of 5 frogs per kilogram with a minimum survival rate of 75%, and 6 climbing perch per kilogram with a minimum survival rate of 90%. Feed consumption during cultivation was 40 kilograms per pond. The economic analysis revealed that frog feed costs were 960 baht per pond, froglets 200 baht, climbing perch fingerlings 150 baht per pond, and pond construction 500 baht, totaling 1,810 baht per pond. This setup generated an income of 5,250 baht per pond, resulting in a profit of 3,440 baht per pond. In terms of financial returns, the study revealed an average Return on Investment (ROI) of $80.35 \pm 9.17\%$ and an average Social Return on Investment (SROI) of 1.80 ± 0.07 . These findings demonstrate that low-water management aquaculture system for integrated frog and fish culture can generate social value and financial returns that exceed the initial investment. In conclusion, the technology transfer of low-water management aquaculture system for integrated frog and fish culture demonstrated potential for satisfactory income generation, improved well-being, and sustainable community development. Moreover, the low-water management aquaculture system constitutes a crucial component of the national strategy focused on sustainable development, with objectives aimed at increasing productivity, enhancing value, and establishing food security for the country.

Keywords: low water management aquaculture system, integrated culture, transfer Technology, sufficiency economy model community

บทนำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีบทบาทสำคัญในการผลิตอาหารโปรตีนคุณภาพสูงสำหรับประชากรโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย สัตว์น้ำไม่เพียงแต่เป็นแหล่งโปรตีนที่ย่อยง่ายและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ จากรายงานของ FAO (2022) พบว่าการบริโภคสัตว์น้ำของคนไทยเฉลี่ยอยู่ที่ 28-30 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกที่ 20.2 กิโลกรัมต่อคนต่อปี อย่างไรก็ตาม ระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหนาแน่นสูง (Intensive farming) ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน มักส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการใช้ทรัพยากรน้ำในปริมาณมาก ดังนั้นแนวทางการจัดการน้ำแบบประหยัดและการบำบัดน้ำเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่จึงได้รับความสนใจมากขึ้น โดยเฉพาะในระบบการเลี้ยงแบบปิดที่มีการหมุนเวียนน้ำภายในฟาร์ม ซึ่งช่วยลดการปล่อยน้ำเสียสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ แต่ต้องมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการสะสมของมลพิษ (Murray *et al.*, 2014) นอกจากนี้การเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันยังต้องคำนึงถึงมาตรฐานการปฏิบัติทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดี (Good Aquaculture Practice; GAP) ซึ่งครอบคลุมทั้งด้านสุขอนามัย คุณภาพผลผลิต ความปลอดภัยทางอาหาร การเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สวัสดิภาพสัตว์ ความรับผิดชอบต่อสังคม และการตรวจสอบย้อนกลับได้

การเลี้ยงสัตว์น้ำในรูปแบบประมงน้ำนอยเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นระบบที่มีการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างระบบนิเวศเกื้อกูลกันระหว่างสัตว์น้ำต่างชนิด ซึ่งช่วยลดของเสียที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร (Schwarz *et al.*, 2017) นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลตอบแทนต่อการลงทุน และลดความเสี่ยงในการเลี้ยง จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบน้ำนอยได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา Zappernick (2021) ได้ศึกษาการเลี้ยงปลานิลร่วมกับการปลูกผักในระบบน้ำนอย พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ Bosma *et al.* (2017) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในระบบน้ำนอยร่วมกับการปลูกผักบุ้ง ซึ่งพบว่าสามารถลดการใช้น้ำลงได้ถึง 70% เมื่อเทียบกับการเลี้ยงแบบดั้งเดิม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการจัดการน้ำแบบประหยัดสำหรับการเลี้ยงกบร่วมกับปลาในพื้นที่จำกัด โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของเกษตรกรและการขยายผลสู่ชุมชน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอาชีพเพิ่มรายได้ และสร้างความเข้มแข็งให้กับกลุ่มเกษตรกร ทั้งนี้ การดำเนินการดังกล่าวยังสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

วิธีการดำเนินงาน

ได้ทำการจัดเตรียมหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเป็นแหล่งองค์ความรู้บริการเกษตรกรลงพื้นที่จัดอบรมจากเกษตรกรต้นแบบจำนวน 15 รายใน 3 ชุมชนต้นแบบ ได้แก่ตำบลบ้านไต้น ตำบลพระยืนมิ่งมงคล อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น และตำบลท่ากระเสริม อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น โดยมีการถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการโดยคำนึงถึงประโยชน์ที่เกษตรกรจะได้รับให้เกิดประโยชน์สูงสุดและสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเป็นรูปธรรมโดยมีขั้นตอนดังนี้

การเตรียมพื้นที่ในการเลี้ยง

สถานที่ในการเลี้ยงเป็นพื้นเรียบ ขนาด 2.0x2.5 เมตร โดยลักษณะของพื้นที่ไม่มีเศษไม้หรือหินที่จะแทงพื้นกระชัง โดยส่วนมากใช้วัสดุผ้ายางหรือป้ายไวนิลเก่าปูรองพื้นก่อนการติดตั้งกระชัง

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ประกอบด้วย

1. กระชังบก ที่มีพื้นกระชังเป็นผ้ายาง PE ขนาด 1.5x2.0x1.3 เมตร โดยขอบผ้ายาง PE สูง 30 เซนติเมตร คิดเป็นราคา 500 บาท
2. ลูกพันธุ์กบนา 200 ตัว ตัวละ 1 บาท คิดเป็นราคา 200 บาท
3. ลูกปลาหมอไทยแปลงเพศ 150 ตัวละ 1 บาท คิดเป็นราคา 150 บาท
4. อาหารปลาถุงเม็ดเล็ก 40 กิโลกรัม กิโลกรัมละ 24 บาท คิดเป็นราคา 960 บาท
5. โครงกระชังที่ทำจากไม้ไผ่ หรือโครงกระชังที่ทำจากท่อ PVC (Figure 1)



Figure 1 Cage culturing on floor for integrated frog and fish

การคัดเลือกสัตว์น้ำ และการจัดการการเลี้ยง

กบนา (*Hoplobatrachus rugulosus*) ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 5 กรัมต่อตัว ปลาหมอไทยแปลงเพศ (*Anabas testudineus*) น้ำหนักเฉลี่ย 5 กรัมต่อตัว อาหารที่ใช้เลี้ยงเป็นอาหารปลาตุ๋นเม็ดเล็กที่มีปริมาณโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการให้อาหารเฉพาะกบ วันละ 1 ครั้ง โดยไม่มีให้อาหารปลา ทำให้ให้อาหารภายในกระชังให้ลอยอยู่เหนือน้ำจากนั้นทำการกองอาหารไว้บนแพ โดยการให้อาหารแบบเต็มอ้อม และการจัดการคุณภาพน้ำและระบบนิเวศนั้น การตรวจสอบนี้ไม่มีทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำแต่ใช้วิธีการเติมน้ำให้ล้นขอบกระชัง

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

1. จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมงน้ำจืด ภายใต้โครงการ ส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์น้ำและการทำประมงน้ำจืด ระหว่างวันที่ 21-22 กันยายน 2561 ณ ตำบลบ้านไต้ อำเภอยะยี่น จังหวัดขอนแก่น ในวันที่ 6-7 สิงหาคม 2562 ณ ตำบลพระยี่นเมืองมณฑล อำเภอยะยี่น จังหวัดขอนแก่น และในวันที่ 5-12 กรกฎาคม 2564 ณ ตำบลท่ากระเสริม อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น
2. ติดตามประเมินผล และให้คำปรึกษาแก่เกษตรกร ดำเนินการเป็นระยะโดยติดตามผ่านสื่อโซเชียลมีเดีย การโทรศัพท์สอบถาม และลงพื้นที่ติดตามเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อให้เกษตรกรบรรลุเป้าหมายในการเลี้ยง จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลและประเมินการเจริญเติบโต

ผลการดำเนินงาน

ผลผลิตของเกษตรกรต้นแบบ ตำบลบ้านไต้ อำเภอยะผะยีน จังหวัดขอนแก่น

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำการวัดและประเมินผลจากผลผลิตการเลี้ยงของเกษตรกรต้นแบบที่นำเทคโนโลยีการทำประมงน้ำจืดไปทดสอบ จำนวน 5 ราย ผลผลิตในรอบการเลี้ยงแสดงผลใน Figure 2

Farmer data: Tambol Ban Ton, Mr. Sutthipong Amphur Pra Yeun, Khon Kaen		Mr. Boonsong Ratchawong	Mrs. Sompharn Phapao	Mr. Manoon Budsee	Mrs. Khanong Yodpratum	
						
Average daily gain (ADG):	Frog	2.17	2.20	2.44	2.20	2.17
g/fish/day	Fish	1.42	1.40	1.55	1.47	1.40
Feed conversion ratio (FCR)	Frog	0.74	0.78	0.74	0.75	0.76
Survival rate (SR): %	Frog	90.00	80.00	70.00	85.00	87.50
	Fish	97.33	93.33	97.33	98.67	96.00
Production: Frog (Kg)		35.20	31.70	30.80	33.60	34.20
Production: Fish (Kg)		18.60	17.60	20.40	19.60	18.20
Total feed intake (Kg)		40.00	38.50	38.00	39.70	40.00
Production cost (Baht)		1,810.00	1,774.00	1,762.00	1,802.80	1,810.00
Profit/cage (Baht)		3,570.00	3,156.00	3,358.00	3,517.20	3,430.00

Figure 2 Growth performance, production and benefits of cage culture for integrated frog and fish in Ban Ton, Phra Yuen, Khon Kaen

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของเกษตรกรต้นแบบที่นำเทคโนโลยีการทำประมงน้ำนอยไปทดสอบ จำนวน 5 ราย ในชุมชนต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียงตำบลบ้านไต้ อำเภอยะยี่ จังหวัดขอนแก่น พบว่าผลผลิตกบของเกษตรกรมีค่าอยู่ระหว่าง 30.80-35.20 กิโลกรัม และผลผลิตปลาหมอไทยมีค่าอยู่ระหว่าง 17.60-20.40 กิโลกรัม ปริมาณอาหารที่ใช้ทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 38.00-40.00 กิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อยู่ระหว่าง 0.74-0.78 สำหรับการเลี้ยงกบพบว่าน้ำหนักเพิ่มต่อตัวต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 2.17-2.44 กรัมต่อตัวต่อวัน และอัตราการตาย มีค่าอยู่ระหว่าง 70-90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่าน้ำหนักเพิ่มต่อตัวต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.40-1.55 และมีอัตราการรอดอยู่ระหว่าง 93.33-98.67% และการวิเคราะห์โดยภาพรวมของค่าเฉลี่ยผลผลิต พบว่าต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 1,791.76±22.30 บาทต่อกระชัง และกำไรขั้นต้นหลังจากหักต้นทุนเฉลี่ย 3,406.24±161.74 บาทต่อกระชัง (Table 1)

ผลผลิตของเกษตรกรต้นแบบ ตำบลพระยี่นึ่งมิ่งมงคล อำเภอยะยี่ จังหวัดขอนแก่น

การศึกษาครั้งนี้ทำการวัดผลผลิตการเลี้ยงจากเกษตรกรต้นแบบที่นำเทคโนโลยีการทำประมงน้ำนอยไปทดสอบ จำนวน 5 ราย ผลผลิตในรอบการเลี้ยงแสดงผลใน Figure 3

Famer data: Tambol Pra Yeun Mingmongkol Amphur Pra Yeun, Khon Kaen		Mr. Chaiyaroj Wanphe	Mr. Sathit Khamana	Mr. Chusak Chaiyaphop	Mrs. Samai Phiasangka	Mrs. Suniporn Athayasaiwisut
						
Average daily gain (ADG): g/fish/day	Frog	2.37	2.22	2.78	2.15	2.11
	Fish	1.62	1.57	1.60	1.39	1.41
Feed conversion ratio (FCR)		Frog 0.76	0.73	0.73	0.67	0.76
Survival rate (SR): %	Frog	75.00	70.00	61.00	72.50	72.50
	Fish	86.67	95.33	94.67	93.33	89.33
Production: Frog (Kg)		32.00	28.00	30.50	28.00	27.50
Production: Fish (Kg)		19.00	20.20	20.50	17.50	17.00
Total feed intake (Kg)		40.00	38.00	38.00	35.00	40.00
Production cost (Baht)		1,810.00	1,762.00	1,762.00	1,690.00	1,810.00
Profit/cage (Baht)		3,290.00	3,058.00	3,338.00	2,860.00	2,640.00

Figure 3 Growth performance, production and benefits of cage culture for integrated frog and fish in Phra yuen mingmongkol, Phra Yuen, Khon Kaen

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของเกษตรกรต้นแบบที่นำเทคโนโลยีการทำประมงน้ำจืดไปทดสอบ จำนวน 5 ราย ในชุมชนต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียงตำบลพระยืนมิ่งมงคล อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น พบว่าผลผลิตกบของเกษตรกรมีค่าอยู่ระหว่าง 28.00-30.50 กิโลกรัม และผลผลิตปลาหมอไทยมีค่าอยู่ระหว่าง 17.00-20.50 กิโลกรัม ปริมาณอาหารที่ใช้ทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 35.00-40.00 กิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อยู่ระหว่าง 0.67-0.76 สำหรับการเลี้ยงกบพบว่า น้ำหนักเพิ่มต่อตัวต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 2.11-2.78 กรัมต่อตัวต่อวัน และอัตราการรอดตาย มีค่าอยู่ระหว่าง 61.00-75.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่าน้ำหนักเพิ่มต่อตัวต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.39-1.62 และมีอัตราการรอดอยู่ระหว่าง 86.67-95.33 % การวิเคราะห์โดยภาพรวมของค่าเฉลี่ยผลผลิต พบว่าต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 1,766.80±49.19 บาทต่อกระชัง และกำไรขั้นต้นหลังจากหักต้นทุนเฉลี่ย 3,037.20±293.25 บาทต่อกระชัง

ผลผลิตของเกษตรกรต้นแบบ ตำบลท่ากระเสริม อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำการวัดผลผลิตการเลี้ยงจากเกษตรกรต้นแบบที่นำเทคโนโลยีการทำประมงน้ำจืดไปทดสอบ จำนวน 5 ราย ผลผลิตในรอบการเลี้ยงแสดงผลใน Figure 4

Farmer data: Tambol Ta Kraserm, Amphur Nam Phong, Khon Kaen		Mr. Nikhom Klangnongsang	Mr. Chawalit Mooltha	Mr. Somkhuan Phanthang	Mr. Sompong Yotakhong	Mrs. Khemphloi Uttaramun
						
Average daily gain (ADG): g/fish/day	Frog	1.90	2.11	2.15	2.39	1.88
	Fish	1.60	1.77	1.45	1.64	1.67
Feed conversion ratio (FCR)	Frog	0.73	0.76	0.76	0.74	0.71
	Fish	0.73	0.76	0.76	0.74	0.71
Survival rate (SR): %	Frog	87.50	85.50	81.50	65.00	80.00
	Fish	90.00	92.00	93.33	88.00	89.33
Production: Frog (Kg)		30.00	32.50	31.50	28.00	27.00
Production: Fish (Kg)		19.50	22.00	18.30	19.50	20.20
Total feed intake (Kg)		38.00	40.00	40.00	39.00	37.00
Production cost (Baht)		1,762.00	1,810.00	1,810.00	1,786.00	1,738.00
Profit/cage (Baht)		3,188.00	3,640.00	3,170.00	2,964.00	2,982.00

Figure 4 Growth performance, production and benefits of cage culture for integrated frog and fish in Ta Krasoem, Nam Phong, Khon Kaen

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของเกษตรกรต้นแบบที่นำเทคโนโลยีการทำประมงน้ำจืดไปทดสอบ จำนวน 5 ราย ในชุมชนต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียงตำบลท่ากระเสริม อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบว่าผลผลิตกบของเกษตรกรมีค่าอยู่ระหว่าง 28.00-30.50 กิโลกรัม และผลผลิตปลาหมอไทยมีค่าอยู่ระหว่าง 18.30-20.20 กิโลกรัม ปริมาณอาหารที่ใช้ทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 37.00-40.00 กิโลกรัม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อยู่ระหว่าง 0.71-0.76 สำหรับการเลี้ยงกบพบว่าน้ำหนักเพิ่มต่อตัวต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.88-2.39 กรัมต่อตัวต่อวัน และอัตราการรอดตาย มีค่าอยู่ระหว่าง 65.00-87.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเลี้ยงปลาหมอไทยพบว่าน้ำหนักเพิ่มต่อตัวต่อวัน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.45-1.77 และมีอัตราการรอดอยู่ระหว่าง 88.00-93.33 % การวิเคราะห์โดยภาพรวมของค่าเฉลี่ยผลผลิต พบว่าต้นทุนการผลิตเฉลี่ย $1,781.20 \pm 31.29$ บาทต่อกระชัง และกำไรขั้นต้นหลังจากหักต้นทุนเฉลี่ย $3,188.80 \pm 272.60$ บาทต่อกระชัง ผลการวิเคราะห์ Return on Investment (ROI) ในการทำประมงน้ำจืดจากการเลี้ยงกบร่วมกับปลาใน 3 ชุมชนต้นแบบ พบว่าตำบลบ้านไต้มี ROI สูงที่สุดที่ 90.11% ส่วนตำบลพระยืนมี ROI ต่ำที่สุดที่ 71.90% และตำบลท่ากระเสริมมี ROI อยู่ในระดับกลางที่ 79.03% ค่าเฉลี่ย ROI ที่ $80.35 \pm 9.17\%$ และมีค่า SROI เฉลี่ยที่ 1.80 ± 0.07 โดยพบว่าทุกหมู่บ้านมีค่า SROI มากกว่า 1.0 แสดงให้เห็นว่าการทำประมงน้ำจืดจากการเลี้ยงกบร่วมกับปลาให้ผลตอบแทนทางสังคมที่คุ้มค่ากว่าการลงทุน ซึ่งเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการสร้างรายได้และพัฒนาชุมชน โดยแต่ละหมู่บ้านมีจุดแข็งที่แตกต่างกันซึ่งสามารถนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพโดยรวมของโครงการต่อไปได้

Table 1 Results of growth performance, production and benefits of cage culture for integrated frog and fish in three community model farmers village: Ban Ton, Phrayuenmingmongkol and Tha Krasoem, Khon Kaen

Parameter	Ban Ton	Phrayuenmingmongkol	Tha Krasoem	mean	SD
Frog production (kg)	33.10	29.20	29.80	30.70	2.10
Fish production (kg)	18.88	18.84	19.90	19.21	0.60
Feed intake (kg)	39.24	38.20	38.80	38.75	0.52
Feed conversion ratio	0.76	0.73	0.74	0.74	0.01
Average daily gain of frog (g/frog/day)	2.24	2.32	2.09	2.22	0.12
Average daily gain of fish (g/fish/day)	1.45	1.52	1.63	1.53	0.09
Survival rate of frog (%)	82.50	70.20	79.90	77.53	6.48
Survival rate of fish (%)	96.53	91.87	90.53	92.98	3.15
Cost (Baht)	1,791.76	1,766.80	1,781.20	1,779.92	12.53
Benefits (Baht)	3,406.24	3,037.20	3,188.80	3,210.75	185.50
Return on Investment (%)	90.11	71.90	79.03	80.35	9.17
Social Return on Investment	1.90	1.72	1.79	1.80	0.07

วิจารณ์ผลการดำเนินงาน

จากการตรวจสอบและการถ่ายทอดเทคโนโลยีประมงน้ำจืดจากเกษตรกรต้นแบบจำนวน 15 รายใน 3 ชุมชนต้นแบบ ได้แก่ตำบลบ้านโต้น ตำบลพระยืนมิ่งมงคล อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น และตำบลท่ากระเสริม อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ก่อนการเผยแพร่เทคโนโลยีในวงกว้างได้มีการทดสอบเทคโนโลยีร่วมกับเกษตรกรเพื่อสร้างต้นแบบ โดยมีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อสร้างความเข้าใจซึ่งสอดคล้องกับ Wongchaya *et al.* (2012) ที่กล่าวว่า กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นต้องมีการสร้างความเข้าใจก่อนที่จะดำเนินการถ่ายทอดเพื่อชี้แจงให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการนำเทคโนโลยีไปใช้ การให้เกษตรกรร่วมทดสอบเทคโนโลยีเป็นการปรับใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับสภาพเกษตรกร (Mendoza, 1985)

จากการเลี้ยงกบร่วมกับปลาเปรียบเทียบกับเป้าหมายของการเลี้ยง พบว่าผลผลิตกบของเกษตรกรเฉลี่ย 30.70 ± 2.10 กิโลกรัม ผลผลิตปลาของเกษตรกรเฉลี่ย 19.21 ± 0.60 กิโลกรัม อาหารที่ใช้ทั้งหมดเฉลี่ย 38.75 ± 0.52 กิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 40 กิโลกรัมต่อกระชัง อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของกบเฉลี่ย 0.74 ± 0.01 อัตราการเจริญเติบโตของกบเฉลี่ย 2.22 ± 0.12 กรัมต่อตัวต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตของปลาเฉลี่ย 1.53 ± 0.09 กรัมต่อตัวต่อวัน โดยมีอัตราการรอดของกบเฉลี่ย 77.53 ± 6.48 % ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือไม่ต่ำกว่า 75 % อัตราการรอดของปลาเฉลี่ย

92.98±3.15 % ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือไม่ต่ำกว่า 90% ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 1,779.92±12.53 บาทต่อกระชังซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 1,810 บาทต่อกระชัง และกำไรขั้นต้นหลังจากหักต้นทุนเฉลี่ย 3,210.75±185.50 บาทต่อกระชัง ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คือ 3,440 บาทต่อกระชัง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thaiso (2013) ที่ได้ทำการเลี้ยงกบร่วมกับปลาดุกโดยใช้รูปแบบการเลี้ยงแบบน้ำน้อย จากผลการตรวจสอบการทำประมงน้ำน้อยการเลี้ยงกบร่วมกับปลาดุกกล่าวสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้ใกล้เคียงกับเป้าหมาย ด้วยวิธีการเลี้ยงโดยให้อาหารกบแต่ไม่ต้องให้อาหารปลา ทำให้ประหยัดอาหารในการเลี้ยง ซึ่งกบกับปลาอยู่ร่วมกันโดยพึ่งพาอาศัยกัน เนื่องจากกบเป็นสัตว์ที่มีระบบทางเดินอาหารสั้น การขับถ่ายของกบจึงคงสภาพสารอาหารใกล้เคียงกับอาหารปลาดุกที่ยังเหลือสารอาหารอยู่มากเมื่อขับถ่ายลงในน้ำก็จะสามารถเป็นอาหารของปลาได้ (Thaiso, 2011) นอกจากนี้แล้วสามารถชี้ให้เห็นว่าน้ำจากการเลี้ยงกบร่วมกับปลารูปแบบประมงน้ำน้อยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยน้ำจากการเลี้ยงสามารถนำไปรดให้พืชผักสวนครัวบางชนิดได้ สอดคล้องกับ Chinsan *et al.* (2017) ที่กล่าวว่า น้ำเหลือทิ้งจากการเลี้ยงปลาดุกด้วยธาตุอาหารพืชซึ่งอาจเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกทั้งยังสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร และจะเกิดการต่อยอดไปสู่อาชีพเสริมที่มั่นคงลดรายจ่าย สร้างแหล่งอาหารในครัวเรือน เพิ่มรายได้จากการทำอาชีพหลักได้อย่างและสามารถนำไปเผยแพร่ในชุมชนอื่นสร้างความเข้มแข็งให้แก่เกษตรกรไปสู่ความยั่งยืน

การบูรณาการความร่วมมือระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ สอดคล้องกับแนวคิดการสร้างคุณค่าร่วม (Creating Shared Value: CSV) และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการขจัดความยากจน ความมั่นคงทางอาหาร การศึกษา และความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับ BCG Economy Model ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจแบบองค์รวมและยั่งยืน อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ การวิจัยในอนาคตควรขยายขอบเขตการศึกษาให้ครอบคลุมพื้นที่และระยะเวลาที่มากขึ้น รวมถึงการศึกษาลักษณะระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนของระบบ การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีประมงน้ำน้อยในการเลี้ยงกบร่วมกับปลาในพื้นที่จำกัด ซึ่งสามารถเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสำหรับเกษตรกรรายย่อยในการสร้างความมั่นคงทางอาหารและรายได้เสริม พัฒนาไปสู่ศูนย์การเรียนรู้และนวัตกรรมในพื้นที่ อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สรุป

การถ่ายทอดเทคโนโลยีประมงน้ำจืดรูปแบบการเลี้ยงกบร่วมกับปลาในพื้นที่จำกัด จากเกษตรกรต้นแบบ จำนวน 15 รายใน 3 ชุมชนต้นแบบ ได้แก่ตำบลบ้านไธน์ ตำบลพระยืนมิ่งมงคล อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น และตำบลท่ากระเสริม อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบว่าระบบนี้สามารถให้ผลผลิตกบเฉลี่ย 5 ตัวต่อกิโลกรัม (อัตรารอด $\geq 75\%$) และปลาหมอไทย 6 ตัวต่อกิโลกรัม (อัตรารอด $\geq 90\%$) โดยมีต้นทุนรวม 1,810 บาทต่อกระชัง และสามารถสร้างรายได้ 5,250 บาท คิดเป็นกำไร 3,440 บาทต่อกระชัง ในด้านผลตอบแทนทางการเงินมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เฉลี่ยที่ $80.35 \pm 9.17\%$ และมีค่าผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (SROI) เฉลี่ยที่ 1.80 ± 0.07 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทำประมงน้ำจืดจากการเลี้ยงกบร่วมกับปลาสามารถสร้างมูลค่าทางสังคม และผลตอบแทนทางการเงินที่สูงกว่าการลงทุน สามารถพิจารณาเป็นนโยบาย และขยายผลการดำเนินงานในวงกว้างได้ โดยการทำประมงน้ำจืดเป็นเทคโนโลยีที่มีศักยภาพในการพัฒนาภาคการประมงของประเทศไทยให้มีความยั่งยืนเป็นส่วนสำคัญของยุทธศาสตร์ชาติที่มุ่งเน้นการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มผลผลิต เพิ่มมูลค่า และสร้างความมั่นคงทางอาหารให้กับประเทศ ผ่านการบูรณาการความร่วมมือจากทุกภาคส่วน

เอกสารอ้างอิง

- Bosma, R.H., Lacambra, L., Landstra, Y., Perini, C., Poulie, J., Schwaner, M.J., Yin, Y. 2017. The financial feasibility of producing fish and vegetables through aquaponics. *Aquacultural Engineering*. 78: 146–154.
- Chinsan, T., Wetchkama, N., Wannawichit, J., Anthalai, M., Ommod, A., and Sangmanee, K. 2017. Effects of wastewater from catfish farming on growth and yield of Chinese kale in non-circulating nutrient film technique hydroponic system. *Prawarun Agricultural Journal*. 14(1): 71-81. [in Thai]
- FAO. 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome.
- Mendoza, T.C. 1985. Integrated Farming systems. Paper presented at CRC Agribusiness Seminar, May 29, 1985. Metro Manila, Philippines.
- Murray, F., Bostock, J. and Fletcher, D. 2014. Review of recirculation aquaculture system technologies and their commercial application. Highlands and Islands Enterprise. University of Stirling Aquaculture. Available: <http://www.hie.co.uk/common/handlers/download-document.ashx?id=236008c4-f52a-48d9-9084-54e89e965573>. Accessed March. 14: 2024.

- Schwarz, M.H., Kuhn, D., Crosby, D., Mullins, C., Nerrie, B. and Semmens, K. 2017. Good Aquacultural Practices. SRAC Publication No. 4404. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://aquaculture.ca.uky.edu/sites/aquaculture.ca.uky.edu/files/srac_4404_good_aquaculture_practices.pdf. Accessed March. 14: 2024.
- Thaiso, K. 2011. Integrated fish farming. Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. [in Thai]
- Thaiso, K. 2013. Integrated frog and catfish farming. Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. [in Thai]
- Wongchaya, W., Kanjanaruk, J., and Thancharoen, S. 2012. A study of appropriate biomass stove technology transfer process: A case study of Ban Yong Lae, Omkoi District, Chiang Mai Province. Journal of Community Development Research. 5(1): 101-112. [in Thai]
- Zappernick, N.E. 2021. Techno-Economic Analysis of a Tilapia-Lettuce Aquaponics System. Master's thesis, The Ohio State University]. Graduate School of The Ohio State University.

ผลของการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในโคพีพอด (*Apocyclops royi*) ด้วยแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มต่อการอนุบาลปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) วัยอ่อน

Effect of copepod (*Apocyclops royi*) enriched by marine phytoplankton on seabass (*Lates calcarifer*) larvae rearing

ชมพูนุท ชัยรัตน์ และ ณัฐพล เมฆแดง*

Chompunut Chairattana and Nuttaphol Mekdaeng*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

Department of Fishery Technology, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University

*Corresponding author: nuttaphol.mek@sru.ac.th

Received: Jan 17, 2024

Revised: Mar 13, 2025

Accepted: Mar 24, 2025

บทคัดย่อ

ศึกษาการเติบโตของของโคพีพอด *Apocyclops royi* เมื่อให้อาหารเป็นแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มแตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata* และ *Tetraselmis suecica* โดยเตรียมแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดเติมลงในขวดแก้วใสปริมาตร 900 มิลลิลิตร และเติมหัวเชื้อโคพีพอด 100 มิลลิลิตร เลี้ยงโคพีพอดนาน 9 วัน ผลการทดลองพบว่าโคพีพอดมีความหนาแน่นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เท่ากับ $17,284.0 \pm 2,552.6$ ตัว/ลิตร เมื่อเลี้ยงด้วย *T. suecica* รองลงมา ได้แก่ โคพีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* และ *N. oculata* โดยมีความหนาแน่นเท่ากับ $15,679.0 \pm 3,576.5$ และ $12,345.7 \pm 2,252.9$ ตัว/ลิตร ตามลำดับ อาหารที่แตกต่างกันทำให้กรดไขมันในโคพีพอดมีความแตกต่างกัน โดย *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* มีร้อยละกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (PUFA) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เท่ากับร้อยละ 44.42 เมื่อเทียบกับโคพีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่น และใน *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* มี PUFA ชนิด Arachidonic acid (ARA), Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) ในขณะที่ *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* และ *N. oculata* มี PUFA ไม่ครบทั้ง 3 ชนิด

การเจริญเติบโตของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) วัยอ่อนที่อนุบาลนาน 10 วัน ด้วยโคพีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิด และมีชุดที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียเป็นชุดควบคุม พบว่า ปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคพีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและด้านน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สูงกว่าชุดควบคุมที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปลากะพงมีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 0.009 ± 0.002 กรัม/วัน เมื่ออนุบาลด้วยโคพีพอดที่กิน *N. oculata* อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวสูงสุดเท่ากับ 0.289 ± 0.091 มิลลิเมตร/วัน เมื่ออนุบาลด้วยโคพีพอดที่กิน *T. suecica* ส่วนอัตราการรอดตายของปลากะพงขาววัยอ่อนพบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่ออนุบาลด้วยโคพีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* เท่ากับร้อยละ 74.45 จากผลการทดลอง

สรุปได้ว่า *A.royi* ที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* สามารถใช้อนุบาลปลากะพงขาววัยอ่อนทดแทนการใช้อาร์ทีเมียได้และทำให้ปลากะพงขาวมีอัตราการรอดตายสูงสุด ซึ่งเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการขยายเชิงพาณิชย์

คำสำคัญ : โคพีพอด, ปลากะพงขาว, *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis suecica*

Abstract

This study examined the growth of the copepod *Apocyclops royi* when fed with three different species of marine phytoplankton: *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata* and *Tetraselmis suecica*. A clear glass bottle was filled with 900 milliliters of each phytoplankton species, then inoculated with 100 milliliters of copepods. The copepods were cultured for 9 days. It was found that the copepod reached its significantly highest density of $17,284.0 \pm 2,552.6$ ind./L ($p \leq 0.05$), when fed with *T. suecica* followed by copepod fed with *I. galbana* ($15,679.0 \pm 3,576.5$ ind./L) and *N. oculata* ($12,345.7 \pm 2,252.9$ ind./L) respectively. The diet of copepods influenced their fatty acid composition. *A. royi* fed with *T. suecica* had the highest percentage of polyunsaturated fatty acids (PUFA) at 44.42% ($p \leq 0.05$), which was significantly higher compared to copepods fed with other species of phytoplankton. Additionally, *A. royi* fed with *T. suecica* contained PUFA such as arachidonic acid (ARA), eicosapentaenoic acid (EPA), and docosahexaenoic acid (DHA). In contrast, *A. royi* fed with *I. galbana* and *N. oculata* did not have all three types of these PUFA.

The growth of Asian seabass (*Lates calcarifer*) larvae reared with copepods fed by three different species of phytoplankton, compared to a control group reared with newly hatch artemia within 10 days was studied. It was found that the Asian seabass reared with copepods exhibited significantly higher growth rates in both length and weight compared to the control group ($p \leq 0.05$). Asian seabass achieved the highest weight growth rate of 0.009 ± 0.002 g/day when reared with copepods consuming *N. oculata*, whereas the highest length growth rate of 0.289 ± 0.091 mm/day was attained with copepods fed on *T. suecica*. The highest survival rate of 74.45% in Asian seabass larvae was observed when they were reared with copepods fed by *T. suecica* ($p \leq 0.05$). The study concluded that *A. royi* fed by *T. suecica* can be used as a substitute for artemia in rearing juvenile Asian seabass, resulting in the highest survival rate of juvenile Asian seabass. This approach shows potential for commercial application.

Keywords: Copepod, Asian seabass, *Isochrysis galbana*, *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis suecica*

บทนำ

โคฟีพอดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร มีบทบาทสำคัญในสายใยอาหารเป็นผู้บริโภคปฐมภูมิและเป็นอาหารมีชีวิตของสัตว์ทะเลในธรรมชาติหลายชนิด (Dhont *et al.*, 2013; Williamson and Reid, 2001; Amparyup *et al.*, 2022) โคฟีพอดมีกรดอะมิโนอิสระ กรดไขมัน และสารอาหารที่จำเป็นอื่น ๆ มากกว่าอาร์ทีเมีย (Altaff and Vijayaraj, 2021) โดยคุณค่าทางโภชนาการของโคฟีพอดโดยเฉพาะกรดไขมันนั้นขึ้นอยู่กับอาหารที่โคฟีพอดกิน (Lee *et al.*, 2017; Dayras *et al.*, 2021) มีการศึกษาหลายงานที่ได้ทดลองเลี้ยงโคฟีพอดด้วยแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มชนิดต่างๆ เช่น การทดลองเลี้ยงโคฟีพอด *Oithona* sp. ด้วย *Chaetoceros calcitrans*, *Chlorella vulgaris*, *N. oculata* และ *I. galbana* (Chilmawati and Suminto, 2016) การทดลองเลี้ยงโคฟีพอด *A. dengizicus* ด้วย *C. calcitrans* และ *T. tetrahele* (Farhadian *et al.*, 2008) และการทดลองเลี้ยงโคฟีพอด *Paracyclopsina nana* ด้วย *Phaeodactylum tricornutum*, *I. galbana*, *T. suecica*, *Chlorella* น้ำจืด และ *Chlorella* น้ำเค็ม (Lee *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังมีการทดลองเลี้ยงโคฟีพอด *A. panamensis* ด้วย *I. galbana* และ *Nannochloropsis* sp. (Ballesteros-Redondo *et al.*, 2023)

แพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์มีหลายชนิด เช่น *T. suecica* ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชสีเขียว เซลล์มีลักษณะรี ขนาดประมาณ 9-11 ไมโครเมตร (Hoek *et al.*, 1995) เป็นแพลงก์ตอนที่เติบโตรวดเร็ว ภายในเซลล์สะสมโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโมเลกุลอื่นๆ (Ashok Kumar *et al.*, 2023; Rida *et al.*, 2024) ส่วน *I. galbana* มีขนาดเซลล์ประมาณ 5 ไมโครเมตร มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมันร้อยละ 27.10, 34.32 และ 10.54 ตามลำดับ (da Silva Gorgonio *et al.*, 2013) สามารถใช้เป็นอาหารเลี้ยงโคฟีพอด (Lee *et al.*, 2006) รวมทั้งใช้เลี้ยงหอยสองฝา (Laing and Verdugo, 1991) และ *N. oculata* เป็นแพลงก์ตอนพืชสีเขียวเซลล์มีลักษณะกลมหรือรีเล็กน้อย ขนาด 2-4 ไมโครเมตร (Kumar *et al.*, 2023) ภายในเซลล์มี PUFA อยู่สูง (Zanella and Vianello, 2020) ใช้เลี้ยงไรติเฟอร์ซึ่งเป็นอาหารมีชีวิตของสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด (Li *et al.*, 2020) รวมทั้งใช้เลี้ยงโคฟีพอดด้วยเช่นกัน (Ballesteros-Redondo *et al.*, 2023)

ปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) หรือชื่อสามัญว่า giant sea perch หรือ Asian seabass เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกซึ่งนิยมเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ในประเทศไทยมีผลผลิตปลากะพงขาวจากการเพาะเลี้ยงในปี พ.ศ.2566 ปริมาณ 54,760 ตัน มูลค่า 5,499 ล้านบาท (Department of fisheries, 2024) และมูลค่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี 2564 ร้อยละ 8.91 (Department of fisheries, 2022) แต่เดิมการเลี้ยงปลากะพงขาวมักรวบรวมลูกพันธุ์จากธรรมชาติซึ่งมักพบปัญหาความแตกต่างของขนาดปลาและลูกพันธุ์ในธรรมชาติไม่เพียงพอ จึงได้มีการเพาะพันธุ์และอนุบาลปลากะพงขาวในโรงเพาะฟักซึ่งต้องใช้อาหารมีชีวิตในกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ โดยให้ไรติเฟอร์ในระยะแรก ต่อมาเมื่อลูกปลามีขนาดใหญ่ขึ้นจึงให้อาร์ทีเมียเป็นอาหาร อาร์ทีเมียเป็นอาหารมีชีวิตที่นิยมใช้เลี้ยงปลาทะเลวัยอ่อน เนื่องจากหาได้ง่าย ใช้งานสะดวก สามารถเพาะพันธุ์จากไข่อาร์ทีเมียบรรจุกระป๋อง แต่ไข่อาร์ทีเมียนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาแพง โคฟีพอดจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการอนุบาลปลากะพงขาววัยอ่อนและปลาทะเลวัยอ่อนชนิดอื่น ๆ โดยโคฟีพอดมีคุณค่าทางอาหารสูง มีกรดอะมิโนจำเป็นและ PUFA ปริมาณสูง (Støttrup, 2000; van der Meeren *et al.*, 2008; Rayner *et al.*, 2015; Paul, 2023) การขาด PUFA โดยเฉพาะ DHA, EPA และ ARA ทำให้

ปลาว่ายอ่อนมีกระดูกผิดปกติ ไวต่อความเครียด และมีอัตราการรอดตายต่ำ (Thepot *et al.*, 2016) โดยมีรายงานการใช้โคฟีพอดในการอนุบาลปลาทะเลวัยอ่อน ได้แก่ ปลาตาเดียว (Colombo-Hixson *et al.*, 2013) ปลาแอตแลนติกคอด (van der Meeren *et al.*, 2013) ปลากระพง และปลากะรัง (Burgess *et al.*, 2020) อย่างไรก็ตาม การศึกษาผลของแพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบกรดไขมันของ *A. royi* ยังมีจำกัด และยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างชนิดในการอนุบาลปลากะพงขาววัยอ่อน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิด ได้แก่ *I. galbana*, *T. suecica* และ *N. oculata* ต่อการเติบโต องค์ประกอบกรดไขมันของโคฟีพอด *A. royi* และประเมินประสิทธิภาพในการใช้เป็นอาหารอนุบาลปลากะพงขาววัยอ่อน

วิธีการวิจัย

การเติบโตของโคฟีพอด *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างชนิดในการเลี้ยงแบบเก็บเกี่ยวครั้งเดียว

ศึกษาการเติบโตของโคฟีพอดที่เลี้ยงแบบเก็บเกี่ยวครั้งเดียวจากการให้แพลงก์ตอนพืชต่างชนิดกันเป็นอาหาร แบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง ได้แก่ *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* โดยการขยายแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดในอาหารเลี้ยงสาหร่ายสูตร F/2 Guillard medium ที่เตรียมจากน้ำทะเลความเค็ม 20 พีเอสยู เลี้ยงแพลงก์ตอนพืชโดยให้แสงความเข้มแสง 5,000 ลักซ์ ช่วงมืด:ช่วงสว่าง เท่ากับ 12:12 ชั่วโมง ให้อากาศตลอดเวลา ตรวจวัดความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชโดยกับนับจำนวนเซลล์ด้วยสไลด์นับเม็ดเลือดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ทุก 24 ชั่วโมง เมื่อแพลงก์ตอนพืช *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* มีความหนาแน่นประมาณ 700, 4,000 และ 200×10^4 เซลล์/มล ตามลำดับ ซึ่งเป็นความหนาแน่นสูงสุดจากการศึกษาการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชทั้งสามชนิด นำแพลงก์ตอนพืชมาถ่ายลงในขวดแก้วใส 900 มิลลิลิตร ชนิดละ 3 ขวด และเติมหัวเชื้อโคฟีพอด 100 มิลลิลิตร เลี้ยงโคฟีพอด โดยให้แสงความเข้มแสง 5,000 ลักซ์ ช่วงมืด:ช่วงสว่าง เท่ากับ 12:12 ชั่วโมง ให้อากาศตลอดเวลา สุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินการเติบโตของโคฟีพอดทุก 24 ชั่วโมง โดยการนับจำนวนด้วย Sedgewick rafter chamber ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แต่ละขวดนับ 3 ซ้ำ โดยนับจำนวนและจำแนกระยะโคฟีพอดเป็น 3 ระยะ ได้แก่ นอเพลียส โคฟีโพดิด และตัวเต็มวัย รวมถึงจำนวนรวมทุกระยะ คำนวณความหนาแน่นของโคฟีพอดในแต่ละชุดการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

กรดไขมันของโคฟีพอด *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยอาหารแตกต่างกัน

เลี้ยงโคฟีพอดด้วยแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* ในถังใสปริมาตร 30 ลิตร เพื่อเก็บผลผลิตรวมทั้ง นอเพลียส โคฟีโพดิด และตัวเต็มวัย สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมัน รักษาสภาพโดยการแช่แข็ง สกัดไขมันจากตัวอย่างโคฟีพอดด้วยวิธี Acid hydrolysis (Folch *et al.*, 1957) ทำให้กรดไขมันอยู่ในรูป Fatty acid methyl ester โดยผ่านกระบวนการ Transesterification (AOAC, 2019) จากนั้นวิเคราะห์กรดไขมันได้โดยใช้ Gas Chromatograph ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 N ติดตั้งหัววัดชนิด Flame Ionization Detector

อัตราการรอดตายและอัตราการเจริญเติบโตของปลากะพงขาววัยอ่อน

นำปลากะพงขาววัยอ่อนอายุ 7 วัน มาอนุบาลในถังพลาสติกที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 พีพีที ให้ไรติเฟอร์น้ำเค็มเป็นอาหารวันละ 2 มื้อ เพื่อปรับสภาพสัตว์ทดลองจนลูกปลามีอายุ 15 วัน จึงเริ่มทำการทดลองอนุบาลปลากะพงขาวโดยให้อาหารแตกต่างกัน ทำการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่

ชุดควบคุมให้อาหารที่เมี่ยงแรกพักเป็นอาหาร

ชุดการทดลองที่ 1 ให้โคฟีพอดเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วย *I. galbana* เป็นอาหาร

ชุดการทดลองที่ 2 ให้โคฟีพอดเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วย *N. oculata* เป็นอาหาร

ชุดการทดลองที่ 3 ให้โคฟีพอดเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วย *T. suecica* เป็นอาหาร

คัดเลือกปลากะพงขาววัยอ่อนที่มีความยาวระหว่าง 17-19 มิลลิเมตร อนุบาลในถังพลาสติกที่บรรจุน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพัน ปริมาตร 15 ลิตร แต่ละถังอนุบาลปลากะพงขาว 30 ตัว แต่ละชุดให้อาหารแตกต่างกัน ได้แก่ โคฟีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกัน 3 ชนิด และให้อาหารที่เมี่ยงแรกพักเป็นอาหารในชุดควบคุม ทุกชุดการทดลองให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 0.5 กรัม คูดตะกอนและเปลี่ยนถ่ายน้ำร้อยละ 20 ต่อวัน ตรวจวัดคุณภาพน้ำในพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ พีเอช อัลคาลินิตี แอมโมเนียไนโตรเจน ด้วยชุดทดสอบ วันละ 1 ครั้ง ก่อนเปลี่ยนถ่ายน้ำในแต่ละวัน วัดขนาด ซึ่งน้ำหนักและตรวจสอบจำนวนปลากะพงขาววัยอ่อน ในวันเริ่มต้นและวันที่ 10 ของการอนุบาลเพื่อหาอัตราการรอดตายและอัตราการเจริญเติบโต นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การเติบโตของโคฟีพอด *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างชนิดในการเลี้ยงแบบเก็บเกี่ยวครั้งเดียว

การทดลองเลี้ยงโคฟีพอด *A. royi* ในขวดแก้วใสที่บรรจุอาหารเป็นแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* ผลการทดลองปรากฏว่า ความหนาแน่นสูงสุดของโคฟีพอดเท่ากับ $17,284.0 \pm 2,552.6$ ตัว/ลิตร พบเมื่อเลี้ยงโคฟีพอดด้วย *T. suecica* ในวันที่ 8 ของการเลี้ยง รองลงมาคือ $15,679.0 \pm 3,576.5$ ตัว/ลิตร เมื่อเลี้ยงโคฟีพอดด้วย *I. galbana* ในวันที่ 7 ของการเลี้ยง และเมื่อเลี้ยงโคฟีพอดด้วย *N. oculata* ความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ $12,345.7 \pm 2,252.9$ ตัว/ลิตร ในวันที่ 7 ของการเลี้ยง (Fig.1) โดยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* และ *T. suecica* มีความหนาแน่นสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ และทั้งสองชุดนี้มีความหนาแน่นสูงสุดของโคฟีพอดสูงกว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วย *N. oculata* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 1) ส่วนอัตราการเพิ่มจำนวนประชากรของโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* เท่ากับ 0.58, 0.40 และ 0.45 ตัว/วัน ตามลำดับ

การศึกษาการเจริญเติบโตของโคพีพอด *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างชนิดกัน พบว่า เมื่อเลี้ยงโคพีพอดด้วย *N. oculata* ทำให้โคพีพอดมีความหนาแน่นสูงสุดต่ำกว่าการเลี้ยงโคพีพอดด้วย *I. galbana* และ *T. suecica* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาขนาดเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่า *T. suecica* มีขนาดเซลล์ 9-11 ไมโครเมตร (Hoek et al., 1995) ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ *I. galbana* และ *N. oculata* ที่มีขนาดเซลล์ประมาณ 5-6 และ 2-4 ไมโครเมตร ตามลำดับ (Kumar et al., 2023) และอาจเป็นไปได้ว่าขนาดเซลล์ของ *T. suecica* เหมาะสมกับการเป็นอาหารของ *A. royi*

ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นไปในแนวทางเดียวกับการเลี้ยงไซโคลพอยด์โคพีพอด *Othina* sp. ด้วยแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม ได้แก่ *N. oculata*, *I. galbana*, *Chaetoceros calcitrans* และ *Chlorella vulgaris* พบว่า *Othina* sp. ที่เลี้ยงด้วย *N. oculata* พบจำนวนตัวเมียมีไข่ต่ำที่สุด และมีอัตราการเติบโตของประชากรต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเลี้ยงด้วย *I. galbana*, *C. calcitrans* และ *C. vulgaris* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดย *C. vulgaris* และ *N. oculata* แม้มีเซลล์ขนาดเล็กเหมาะสมกับการเป็นอาหารให้โคพีพอดระยะนอเพลียสแต่สำหรับทั้งสองชนิดนี้มีผนังเซลล์หนาอาจทำให้เป็นอุปสรรคในการย่อยจึงทำให้ *Othina* sp. ที่กินแพลงก์ตอนทั้งสองชนิดนี้มีการเพิ่มขึ้นของประชากรน้อยกว่าการให้แพลงก์ตอนพืชชนิดอื่น (Chilmawati and Suminto, 2016) เช่นเดียวงานวิจัยของ Lee et al. (2006) ที่รายงานว่าไซโคลพอยด์โคพีพอด *Paracyclops nana* ที่เลี้ยงด้วย *Chlorella* sp. มีพัฒนาการและการเพิ่มประชากรช้ามากเนื่องจาก *Chlorella* sp. มีผนังเซลล์หนาจึงย่อยยากส่งผลให้โคพีพอดได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ

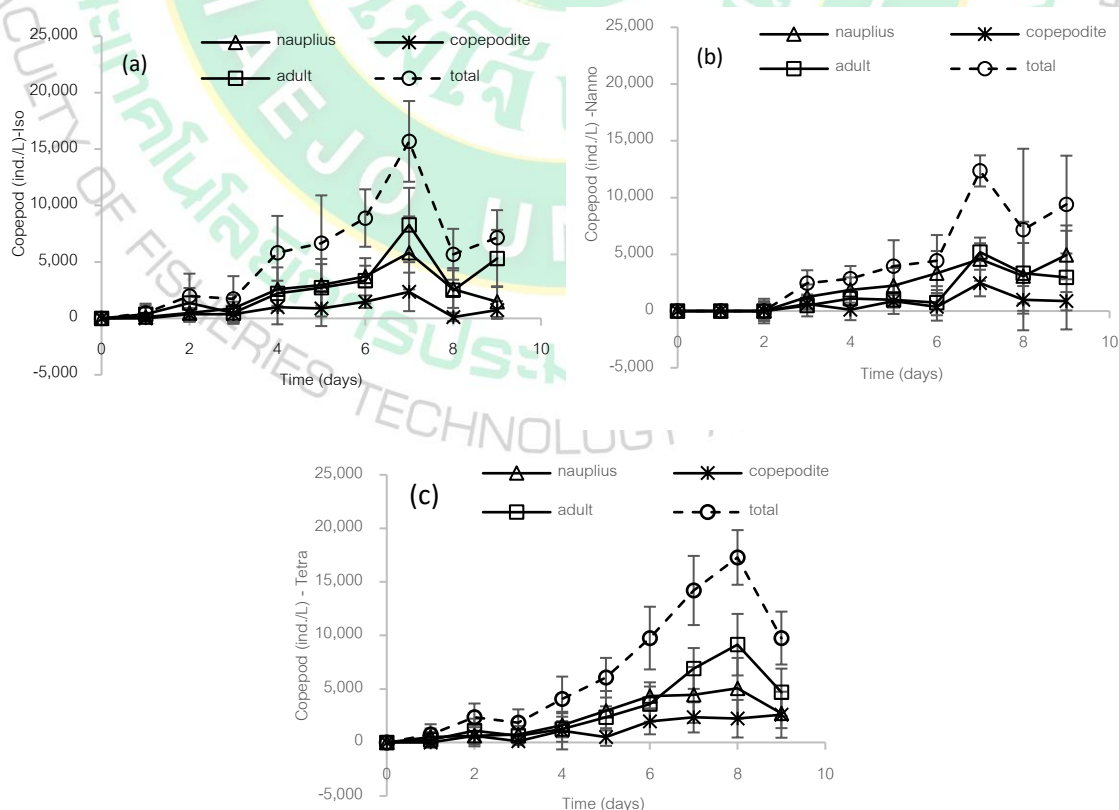


Figure 1 Growth of *A. royi* fed by *I. galbana* (a), *N. oculata* (b) and *T. suecica* (c) in batch culture

Table 1 The maximum *A. royi* density with different feed

Treatment	Copepod maximum density (ind./L)
<i>A. royi</i> fed by <i>I. galbana</i>	15,679.0 ± 3576.5 ^a
<i>A. royi</i> fed by <i>N. oculata</i>	12,345.7 ± 2252.9 ^b
<i>A. royi</i> fed by <i>T. suecica</i>	17,284.0 ± 2552.6 ^a

Values are Means ± SD and values in same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

ชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารโคพีพอดมีผลต่อการเจริญเติบโตของโคพีพอดโดยขึ้นอยู่กับ การย่อยได้ องค์ประกอบและพลังงานของแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิด การเลี้ยงไซโคพลอยด์โคพีพอด *Paracyclops nana* พบว่าเมื่อให้อาหารเป็น *I. galbana* และ *T. suecica* ทำให้โคพีพอดมีการเจริญเติบโต สูงกว่าการเลี้ยงด้วย *Phaeodactylum tricornutum*, *Chlorella* น้ำจืด และ *Chlorella* น้ำเค็ม และอัตราการ เจริญเติบโตของโคพีพอด *Paracyclops nana* สูงที่สุดเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารผสมระหว่าง *T. suecica* กับ *I. galbana* และอาหารผสมระหว่าง *T. suecica* กับ *P. tricornutum* (Lee et al., 2006) สอดคล้องกับการวิจัย ครั้งนี้ที่ *T. suecica* และ *I. galbana* ซึ่งมีขนาดเซลล์ใหญ่ ทำให้ *A. royi* มีความหนาแน่นสูงกว่าการเลี้ยงด้วย *N. oculata* ซึ่งมีขนาดเซลล์เล็กกว่า นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเจริญเติบโตของ *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย ชนิดเดียวหรืออาหารผสมระหว่างสาหร่าย 2 ชนิด ผลการทดลองพบว่า การเลี้ยง *A. royi* ด้วย *T. suecica* ชนิดเดียวทำให้โคพีพอดมีความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 12,765 ตัว/ลิตร รองลงมาคือการเลี้ยงด้วยอาหารผสม ระหว่าง *T. suecica* กับ *Thalassiosira* sp. ทำให้โคพีพอดมีความหนาแน่นเท่ากับ 10,679 ตัว/ลิตร (Tapaneeyaworawong et al., 2019) ซึ่งทั้งสองค่านี้ต่ำกว่าค่าความหนาแน่นสูงสุดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ที่มีค่า เท่ากับ 17,284.0±2,552.6 ตัว/ลิตร เมื่อเลี้ยง *A. royi* ด้วย *T. suecica* เพียงชนิดเดียว

องค์ประกอบกรดไขมันของโคพีพอด *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างชนิด

การศึกษาองค์ประกอบกรดไขมันของโคพีพอด *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชต่างชนิด ได้แก่ *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* ผลการทดลองปรากฏว่า องค์ประกอบกรดไขมันอิ่มตัว (Saturated Fatty Acid: SFA) ที่พบมากที่สุดโคพีพอดทั้งจาก 3 ชุดการทดลอง ได้แก่ Palmitic acid (C16:0) โดยโคพีพอดที่เลี้ยง ด้วย *N. oculata* มี Palmitic acid (C16:0) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) รองลงมาได้แก่ โคพีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* และ *T. suecica* โดยมี Palmitic acid (C16:0) ร้อยละ 39.48±0.28, 31.65±0.56 และ 26.72±0.24 ส่วนองค์ประกอบกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated Fatty Acid: MUFA) ชนิด Oleic acid (C18:1n9c) พบสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในโคพีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* รองลงมาได้แก่โคพีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* และ *N. oculata* ตามลำดับ โดยมีปริมาณ ร้อยละ 24.79±0.33, 16.62±0.09 และ 6.17±0.12 ตามลำดับ และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Polyunsaturated Fatty Acid: PUFA) ชนิด Eicosapentaenoic acid (EPA: C20:5n3) พบสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในโคพีพอดที่ เลี้ยงด้วย *I. galbana* รองลงมาได้แก่ โคพีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* และ *N. oculata* ตามลำดับ โดยมีปริมาณ ร้อยละ 5.15±0.31, 1.62±0.05 และ 4.33±0.07 ตามลำดับ ส่วนกรดไขมันชนิด cis-4,7,10,13,16,

19-Docosahexaenoic acid (DHA: C22:6n:3) พบสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* เท่ากับร้อยละ 3.84 ± 0.01 รองลงมาได้แก่ โคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* ร้อยละ 3.04 ± 0.02 ในขณะที่โคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *N. oculata* ไม่พบกรดไขมันชนิด DHA นอกจากนี้ยังมี PUFA 4 ชนิดที่พบเฉพาะโคฟีพอดที่กิน *T. suecica* เป็นอาหารเท่านั้น ได้แก่ Eicosadienoic acid (C20:2n6), Gamma-Linolenic acid (C18:3n6), Dihomo-gamma-linoleic acid (C20:3n6) และ Eicosatrienoic acid (C20:3n3) ส่วนร้อยละของ PUFA ใน *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* เท่ากับร้อยละ 14.45 ± 0.60 , 28.33 ± 0.38 และ 44.42 ± 0.15 ตามลำดับ โดย *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* มีร้อยละของ PUFA สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่น (Table 2)

Table 2 Composition of fatty acid (% of total fatty acid) in *A. royi* fed by *I. galbana* (A-Iso), *N. oculata* (A-Nanno) and *T. suecica* (A-Tetra)

Fatty acids	Composition of fatty acid (% of total fatty acid)		
	A-Iso	A-Nanno	A-Tetra
SFA			
C14:0	8.39 ± 0.46^a	1.91 ± 0.20^b	0.86 ± 0.04^c
C15:0	2.03 ± 0.10^a	1.24 ± 0.03^b	n.d.
C16:0	31.65 ± 0.56^b	39.48 ± 0.28^a	26.72 ± 0.24^c
C17:0	2.59 ± 0.02^a	0.98 ± 0.00^b	n.d.
C18:0	7.40 ± 0.18^a	2.99 ± 0.06^c	4.75 ± 0.04^b
C20:0	2.38 ± 0.16^a	n.d.	1.08 ± 0.04^b
C24:0	n.d.	2.91 ± 0.31^a	1.82 ± 0.04^b
MUFA			
C15:1	n.d.	0.45 ± 0.04	n.d.
C16:1	6.32 ± 0.12^b	13.35 ± 0.20^a	1.96 ± 0.05^c
C17:1	n.d.	2.19 ± 0.21	n.d.
C18:1n9c	24.79 ± 0.33^a	6.17 ± 0.12^c	16.62 ± 0.09^b
C20:1n9	n.d.	n.d.	1.77 ± 0.06
PUFA			
C18:2n6c	4.25 ± 0.08^b	14.92 ± 0.20^a	15.00 ± 0.04^a
C20:2n6	n.d.	n.d.	0.65 ± 0.03
C18:3n6	n.d.	n.d.	0.99 ± 0.00
C18:3n3	2.02 ± 0.02^c	10.70 ± 0.09^b	14.31 ± 0.08^a

Table 2 Cons.

Fatty acids	Composition of fatty acid (% of total fatty acid)		
	A-Iso	A-Nanno	A-Tetra
C20:3n6	n.d.	n.d.	0.55±0.02
C20:3n3	n.d.	n.d.	1.10±0.01
C20:4n6	n.d.	1.09±0.04 ^b	3.65±0.11 ^a
C20:5n3	5.15±0.31 ^a	1.62±0.05 ^c	4.33±0.07 ^b
C22:6n3	3.04±0.02 ^b	n.d.	3.84±0.01 ^a

Values are Means ± SD and values in same row with superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

ผลจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า *A. royi* ที่กินอาหารต่างกันมีองค์ประกอบกรดไขมันแตกต่างกันทั้ง SFA MUFA และ PUFA เช่นเดียวกับการศึกษาในไซโคลพอดโคฟีพอด *Cyclopina kasignete* (Rasdi *et al.*, 2015) ซึ่งผลการศึกษานี้พบองค์ประกอบกรดไขมัน DHA มากที่สุดในโคฟีพอดที่กิน *T. suecica* เป็นอาหาร ทั้งนี้ งานวิจัยก่อนหน้านี้รายงานว่า *T. suecica* ประกอบด้วย PUFA ประมาณร้อยละ 37.90 ของกรดไขมันทั้งหมดซึ่งไม่พบกรดไขมันชนิด DHA แต่เมื่อเลี้ยง *A. royi* ด้วย *T. suecica* กลับพบว่าใน *A. royi* มีกรดไขมันชนิด DHA (Tapaneeyaworawong *et al.*, 2020) โดย *A. royi* มีความสามารถในการสังเคราะห์ PUFA สายยาวจาก PUFA สายสั้นได้ (Pan *et al.*, 2018) สอดคล้องกับรายงานของ Nielsen *et al.* (2019) ที่พบว่า *A. royi* สามารถสังเคราะห์ PUFA สายยาว โดยเฉพาะ DHA ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ได้รับอาหารที่มีกรดไขมันเชิงซ้อนต่ำอย่าง *Dunaliella tertiolecta* โดยพบการแสดงออกของยีนที่สังเคราะห์เอนไซม์ elongase และ desaturase ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์กรดไขมันใน *A. royi* ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงตรวจพบกรดไขมันชนิด DHA ในโคฟีพอดที่กิน *T. suecica* เป็นอาหาร แม้ว่าไม่พบกรดไขมัน DHA ใน *T. suecica* ก็ตาม

การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลากะพงขาว

การอนุบาลปลากะพงขาววัยอ่อนด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักเปรียบเทียบกับโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม 3 ชนิด ได้แก่ *I. galbana*, *T. suecica* และ *N. oculata* พบว่าปลากะพงขาวทุกชุดการทดลองมีความยาว และน้ำหนักเริ่มต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่ออนุบาลเป็นเวลา 10 วัน พบว่าน้ำหนักปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* ในวันสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 0.216 ± 0.013 , 0.224 ± 0.011 และ 0.229 ± 0.007 กรัม ตามลำดับ ซึ่งปลากะพงที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงกว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปลากะพงที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักมีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 0.178 ± 0.011 กรัม

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักพบว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* มีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 0.007 ± 0.001 , 0.009 ± 0.002 และ 0.008 ± 0.001 กรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดทุกชุดการทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสูงกว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักมีอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเท่ากับ 0.004 ± 0.001 กรัม/วัน (Table 3)

การวัดความยาวปลากะพงขาวเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* มีความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความยาวเท่ากับเท่ากับ 20.78 ± 0.51 , 20.56 ± 0.69 และ 20.78 ± 0.19 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่มีความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 19.11 ± 0.38 มิลลิเมตร (Table 3)

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาว พบว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 0.267 ± 0.067 , 0.233 ± 0.067 และ 0.289 ± 0.091 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ ซึ่งปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดทุกชุดการทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวสูงกว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวเท่ากับ 0.089 ± 0.051 มิลลิเมตร/วัน (Table 3)

การศึกษาอัตราการรอดตายของปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิด ได้แก่ *I. galbana*, *T. suecica* และ *N. oculata* และให้อาร์ทีเมียเป็นชุดควบคุมพบว่า ปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* มีอัตราการรอดตายสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เท่ากับร้อยละ 74.45 ± 3.85 รองลงมาคือปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* และ *N. oculata* มีอัตราการรอดตายร้อยละ 64.44 ± 1.93 และ 57.78 ± 1.92 ตามลำดับ ส่วนปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมียมีอัตราการรอดตายต่ำสุด ร้อยละ 51.11 ± 5.09 (Table 3)

การศึกษาคูณภาพน้ำระหว่างการอนุบาล ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ พีเอช อัลคาลินิตี แอมโมเนีย และไนไตรท์ พบว่าตลอดการอนุบาลคุณภาพน้ำในแต่ละชุดการทดลองในทุกฟาร์มิเตอร์ข้างต้นไม่แตกต่างกันและทุกฟาร์มิเตอร์อยู่เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Timmon *et al.*, 2002) โดยออกซิเจนละลายน้ำมีค่ามากกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร พีเอช 7.5-8.5 อัลคาลินิตี 120-130 มิลลิกรัม/ลิตร แอมโมเนียต่ำกว่า 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร และไนไตรท์ 0 มิลลิกรัม/ลิตร

Table 3 Growth performance and survival rate of seabass larvae with different diets

Parameter	Seabass larvae diet			
	Artemia	Copepod fed by <i>I. galbana</i>	Copepod fed by <i>N. oculata</i>	Copepod fed by <i>T. suecica</i>
Initial weight (g)	0.133±0.003 ^a	0.142±0.007 ^a	0.137±0.007 ^a	0.144±0.002 ^a
Final weight (g)	0.178±0.011 ^a	0.216±0.013 ^b	0.224±0.011 ^b	0.229±0.007 ^b
Initial length (mm)	18.22±0.19 ^a	18.11±0.19 ^a	18.22 ±0.19 ^a	17.89±0.19 ^a
Final length (mm)	19.11±0.38 ^a	20.78±0.51 ^b	20.56 ±0.69 ^b	20.78±0.19 ^b
Daily weight gain (g/day)	0.004±0.001 ^a	0.007±0.001 ^b	0.009±0.002 ^b	0.008±0.001 ^b
Daily length gain (mm/day)	0.089±0.051 ^a	0.267±0.067 ^b	0.233±0.067 ^b	0.289±0.091 ^b
Survival rate (%)	51.11±5.09 ^a	64.44±1.92 ^b	57.78±1.92 ^{ab}	74.45±3.85 ^c

Values are Means ± SD and values in same row with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

การวิจัยครั้งนี้ พบว่าการอัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนักและความยาวของปลากะพงขาววัยอ่อนนั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างปลากะพงขาวที่กินอาร์ทีเมียแรกฟักเป็นอาหารและกลุ่มที่กิน โคพีพอดเป็นอาหาร โดยพบว่าปลากะพงขาวที่กินโคพีพอดเป็นอาหารมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าที่กิน อาร์ทีเมียเป็นอาหาร อาจเป็นเพราะอาร์ทีเมียที่ใช้นั้นฟักออกจากไข่และยังไม่ได้กินอาหารจึงมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าโคพีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชชนิดต่างๆ John *et al.* (2004) รายงานว่า อาร์ทีเมียแรกฟักมีโปรตีน ประมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้ง ในขณะที่โคพีพอด *A. dengizicus* มีโปรตีนมากถึงร้อยละ 60.49 ของน้ำหนักแห้งเมื่อให้ *T. tetrahele* เป็นอาหาร (Farhadian *et al.*, 2008) นอกจากนี้อัตราการรอดตายของปลากะพงขาว ที่กินอาร์ทีเมียเป็นอาหารต่ำกว่าชุดการทดลองที่กินโคพีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชชนิดต่าง ๆ เป็นอาหาร อาร์ทีเมียเป็นแพลงก์ตอนที่ได้รับการนิยมนำมาใช้เป็นอาหารปลาทะเลวัยอ่อน เนื่องจากจัดหา ได้ง่ายตลอดทั้งปี มีจำหน่ายทั่วไปในรูปแบบไข่อาร์ทีเมีย แต่อย่างไรก็ดีอาร์ทีเมียมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ (Sorgeloos *et al.*, 2001) และอาร์ทีเมียขาด PUFA สายยาว เช่น ARA, EPA และ DHA ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้ เป็นปัจจัยความสำเร็จในการอนุบาลปลาทะเลวัยอ่อน โดยมีผลให้เกิดความทนทานต่อความเครียดและการเกิดสี ซึ่งส่งผลต่ออัตราการรอดตายของปลาทะเลวัยอ่อน (Dhont *et al.*, 2013) สัตว์ทะเลต้องการกรดไขมันกลุ่ม n-3 สูงกว่ากรดไขมันกลุ่ม n-6 (Castell *et al.*, 1972 ; Takeuchi and Watanabe 1979) โดยเฉพาะกรดไขมันกลุ่ม n-3 ที่ไม่อิ่มตัวสูง (Highly unsaturated fatty acid, HUFA) หรือเรียกว่า n-3 HUFA ได้แก่ EPA และ DHA เนื่องจากไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ (Turchini *et al.*, 2009) ส่วนโคพีพอดที่กินแพลงก์ตอนพืชในการทดลองครั้งนี้พบว่า *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* ตรวจพบกรดไขมัน ทั้งชนิด EPA, DHA และ ARA ส่วน *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* พบ EPA และ DHA ไม่พบ ARA ในขณะที่ *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *N. oculata* พบ EPA และ ARA ไม่พบ DHA ซึ่งผลการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันสอดคล้องกับอัตราการรอดตายของปลากะพงขาวที่พบสูงสุดเมื่อ อนุบาลด้วยโคพีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica*

การศึกษาก่อนหน้ามีการเปรียบเทียบต้นทุนการอนุบาลลูกกุ้งแชบ๊วยและลูกกุ้งขาวด้วยโคฟีพอดและอาร์ทีเมียพบว่าต้นทุนไม่ต่างกัน (Jittanoon *et al.*, 2023) แต่การใช้โคฟีพอดเป็นอาหารมีชีวิตเพื่ออนุบาลลูกสัตว์น้ำอาจมีขั้นตอนในการปฏิบัติงานและอุปกรณ์มากกว่าการอนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปลากะพงขาววัยอ่อนที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* มีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงกว่าการอนุบาลด้วยอาร์ทีเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการขยายผลในเชิงพาณิชย์

สรุปผลการวิจัย

โคฟีพอด *A. royi* มีความหนาแน่นสูงสุดเท่ากับ 17,284 ตัว/ลิตร เมื่อเลี้ยงด้วย *T. suecica* และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบกรดไขมันพบว่า *A. royi* ที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีองค์ประกอบกรดไขมันแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบ PUFA ใน *A. royi* จากทุกชุดการทดลอง โดย *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* มีร้อยละของ PUFA สูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 44.42 เมื่อเทียบกับโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่น และใน *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* มี PUFA ชนิด ARA, EPA และ DHA ในขณะที่ *A. royi* ที่เลี้ยงด้วย *I. galbana* และ *N. oculata* มี PUFA ไม่ครบทั้ง 3 ชนิด ดังนั้นเมื่อนำโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica*, *I. galbana* และ *N. oculata* มาอนุบาลปลากะพงขาววัยอ่อนเปรียบเทียบกับอนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกพักจึงพบว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วย *A. royi* มีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงกว่าปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยอาร์ทีเมีย และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *I. galbana*, *N. oculata* และ *T. suecica* พบว่า ปลากะพงขาวที่อนุบาลด้วยโคฟีพอดที่เลี้ยงด้วย *T. suecica* มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด ดังนั้นการผลิต *A. royi* เพื่อการอนุบาลปลากะพงขาววัยอ่อนควรใช้ *T. suecica* เนื่องจากทำให้โคฟีพอดมีการเติบโตดีและมี PUFA สูง ส่งผลดีต่อการอนุบาลปลากะพงขาววัยอ่อน

เอกสารอ้างอิง

- Altaff, K. and Vijayaraj, R. 2021. Micro-algal diet for copepod culture with reference to their nutritive value-a review. International Journal of Current Research and Review. 13(7): 86-96.
- Amparyup, P., Sungkaew, S., Charoensapsri, W., Tapaneeyaworawong, P., Chumtong, P., Yocawibun, Pantong, P., Wongpanya, R., Imjongjirak, C. and Powtongsook, S. 2022. Molecular characterization of biosynthesis of polyunsaturated fatty acids during different developmental stages in the copepod *Apocyclops royi*. Aquaculture Reports. 23: 101064.
- AOAC. 2019. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st Edition, AOAC, Washington DC. 672 p.

- Ashok Kumar, N., Sridhar, S., Jayappriyan, K.R., and Raja, R. 2023. Applications of Microalgae in Aquaculture Feed. In: Handbook of Food and Feed from Microalgae. edited by Jacob-Lopes, E., Queiroz, M.I., Maroneze, M.M. and Zepka, L.Q. Academic Press, Cambridge, Massachusetts. pp. 421–433.
- Ballesteros-Redondo, L., Palm, H. W., Bährs, H., Wacker, A. and Bischoff, A.A. 2023. Effect of microalgae diets on population performance and fatty acids composition of *Apocyclops panamensis* (Marsh, 1913) (Cyclopoida, Copepoda). Aquaculture Reports. 29: 101535.
- Burgess, A. I., Callan, C. K., Touse, R. and Delos Santos, M. 2020. Increasing survival and growth in larval leopard coral grouper (*Plectropomus leopardus*) using intensively cultured *Parvocalanus crassirostris* nauplii. Journal of the World Aquaculture Society. 51(1): 171-182.
- Castell, J. D., Sinnhuber, R. O., Wales, J. H. and Lee, D. J. 1972. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. The Journal of Nutrition. 102(1): 77-85.
- Chilmawati, D. and Suminto. 2016. The effect of different diet of phytoplankton cells on growth performance of Copepod, *Oithona* sp. in semi-mass culture. Aquatic Procedia. 7: 39-45.
- Colombo-Hixson, S.M., Olsen, R.E., Tibbetts, S.M. and Lall, S.P. 2013. Evaluation of *Calanus finmarchicus* copepod meal in practical diets for juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). Aquaculture Nutrition. 19(5): 687-700.
- da Silva Gorgônio, C.M., Aranda, D.A.G. and Couri, S. 2013. Morphological and chemical aspects of *Chlorella pyrenoidosa*, *Dunaliella tertiolecta*, *Isochrysis galbana* and *Tetraselmis gracilis* microalgae. Natural Science. 5(7): 783-791.
- Dayras, P., Bialais, C., Sadovskaya, I., Lee, M. C., Lee, J. S. and Souissi, S. 2021. Microalgal diet influences the nutritive quality and reproductive investment of the cyclopoid copepod *Paracyclops nana*. Frontiers in Marine Science. 8: 697561.
- Department of Fisheries. 2022. Fisheries statistic of Thailand 2021. Fisheries Development Policy and Planning Division. Paper no. 14/2022. [in Thai]
- Department of Fisheries. 2024. Fisheries statistic of Thailand 2023. Fisheries Development Policy and Planning Division. Paper no. 11/2024. [in Thai]
- Dhont, J., Dierckens, K., Støttrup, J., Van Stappen, G., Wille, M. and Sorgeloos, P. 2013. Rotifers, Artemia and copepods as live feeds for fish larvae in aquaculture. In: Advances in aquaculture hatchery technology edited by Allan, G. and Burnell, G. Woodhead Publishing, Cambridge. pp. 157-202.

- Farhadian, O., Yusoff, F. M. and Mohamed, S. 2008. Nutritional values of *Apocyclops dengizicus* (Copepoda: Cyclopoida) fed *Chaetoceros calcitrans* and *Tetraselmis tetrathele*. *Aquaculture Research*. 40(1): 74-82.
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S. 1957. A Simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*. 226: 497-509.
- Hoek, C., Mann, D. G. and Jahns, H. M. 1995. *Algae: an introduction to phycology*. Cambridge university press, Cambridge. 637 p.
- Jittanoon, T., Chainark, P. and Preedaphol, K. 2023. The optimum copepod and artemia ratio for banana shrimp (*Penaeus merguensis*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nursing. *Proceeding of the Annual Conference on Fisheries 2023*. pp. 829-840. [in Thai]
- John, C. J., Abatzopoulos, T. J. and Marian, P. M. 2004. Characterization of a new parthenogenetic *Artemia* population from Thamaraiikulam, India. *Journal of Biological Research*. 2: 63-74.
- Kumar, N. A., Sridhar, S., Jayappriyan, K. R. and Raja, R. 2023. Applications of microalgae in aquaculture feed. In: *Handbook of Food and Feed from Microalgae*. edited by Jacob-Lopes, E. Queiroz, M.I., Maroneze, M.M. and Zepka, L.Q. Academic Press, London. pp. 421-433.
- Laing, I. and Verdugo, C. G. 1991. Nutritional value of spray-dried *Tetraselmis suecica* for juvenile bivalves. *Aquaculture*. 92: 207-218.
- Lee, K.W., Park, H. G., Lee, S. M. and Kang, H. K. 2006. Effects of Diets on the Growth of the Brackish Water Cyclopoid Copepod *Paracyclops nana* Smirnov. *Aquaculture*. 256: 346-353.
- Lee, S. H., Lee, M. C., Puthumana, J., Park, J. C., Kang, S., Hwang, D. S., Shin, K., Park, H. G., Souissi, S., Om, A. S., Lee, J.S. and Han, J. 2017. Effects of salinity on growth, fatty acid synthesis, and expression of stress response genes in the cyclopoid copepod *Paracyclops nana*. *Aquaculture*. 470: 182-189.
- Li, S., Ji, L., Chen, C., Zhao, S., Sun, M., Gao, Z., Wu, H. and Fan, J. 2020. Efficient accumulation of high-value bioactive substances by carbon to nitrogen ratio regulation in marine microalgae *Porphyridium purpureum*. *Bioresource Technology*. 309: 123362.
- Nielsen, B. L. H., Götterup, L., Jørgensen, T. S., Hansen, B. W., Hansen, L. H., Mortensen, J. and Jepsen, P. M. 2019. n-3 PUFA biosynthesis by the copepod *Apocyclops royi* documented using fatty acid profile analysis and gene expression analysis. *Biology Open*. 8(2): bio038331.
- Pan, Y. J., Sadvovskaya, I., Hwang, J. S. and Souissi, S. 2018. Assessment of the fecundity, population growth and fatty acid composition of *Apocyclops royi* (Cyclopoida, Copepoda) fed on different microalgal diets. *Aquaculture Nutrition*. 24(3): 970-978.

- Paul, B., Chang, Y. C., Lin, Y. Y., Hsu, T. H. and Pan, Y. J. 2023. Effects of temperature and microalgal diet on the fecundity, population growth and fatty acid composition of *Pseudodiaptomus ishigakiensis* (Calanoid, Copepoda). *Aquaculture Reports*. 32: 101715.
- Rasdi, N. W., Qin, J. G. and Li, Y. 2015. Effects of dietary microalgae on fatty acids and digestive enzymes in copepod *Cyclopina kasignete* a potential live food for fish larvae. *Aquaculture Research*. 47(10): 3254-3264.
- Rida, H., Peydecastaing, J., Takache, H., Ismail, A. and Pontalier, P. Y. 2024. Comparison of *Tetraselmis suecica* cell disruption techniques: Kinetic study and extraction of hydrosoluble compounds. *Processes*. 12(6): 1139.
- Rayner, T.A., Jørgensen, N.O., Blanda, E., Wu, C.H., Huang, C.C., Mortensen, J., Hwang, J.S. and Hansen, B.W. 2015. Biochemical composition of the promising live feed tropical calanoid copepod *Pseudodiaptomus annandalei* (Sewell 1919) cultured in Taiwanese outdoor aquaculture ponds. *Aquaculture*. 441: 25-34.
- Sorgeloos, P. and Dhert, P. 2001. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp. in marine fish larviculture. *Aquaculture*. 200(1-2): 147-159.
- Støttrup, J. G. 2000. The elusive copepods: their production and suitability in marine aquaculture. *Aquaculture research*. 31(8-9): 703-711.
- Takeuchi, T. and Watanabe, T. 1979. Effect of excess amounts of essential fatty acids on growth of rainbow trout. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 45: 1517-1519.
- Tapaneeyaworawong, P., Prasopwong, A., Kutako, M. and Powtongsook, S. 2019. Growth of copepod *Apocyclops royi* (Lindberg, 1940) fed with *Tetraselmis suecica* and *Thalassiosira* sp. in semi-continuous and continuous culture systems. *Khon Kaen agriculture journal*. 47 (SUPPL. 1): 305-312. [in Thai]
- Tapaneeyaworawong, P., Yoosabai, A., Panthong, P., Chumtong, P., Wattanachote, J. and Kutako, M. 2020. Fatty acid composition of cyclopoid copepod, *Apocyclops royi*, fed various microalgae. *Khon Kaen agriculture journal*. 48 (SUPPL. 1): 101-108. [in Thai]
- Thepot, V., Mangott, A. and Pirozzi, I. 2016. Rotifers enriched with a mixed algal diet promote survival, growth and development of barramundi larvae *Lates calcarifer* (Bloch). *Aquaculture Reports*. 3: 147-158.
- Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T. and Vinci, B.J. 2002. Recirculating aquaculture system. Cayuga Aqua Ventures. New York: USA. 769 p.
- Turchini, G. M., Torstensen, B. E. and Wing-Keong, K. 2009. Fish oil replacement in finfish nutrition. *Reviews in aquaculture*. 1(1): 10-57.

- van der Meeren, T., Olsen, R.E., Hamre, K. and Fyhn, H.J. 2008. Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish. *Aquaculture*. 274 (2–4): 375–397.
- van der Meeren, T., Karlsen, O., Mangor-Jensen, A., Ronnestad, I. and Hamre, K. 2013. Copepods enhance growth and development in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) larvae. *Communications in agricultural and applied biological sciences*. 78(4): 461-464.
- Williamson, C.E. and Reid, J. W. 2001. Copepoda. In: *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. 2nd ed. edited by Thorp, J. H. and Covich, A. P. Academic Press, New York. 915-954 p.
- Zanella, L. and Vianello, F. 2020. Microalgae of the genus *Nannochloropsis*: Chemical composition and functional implications for human nutrition. *Journal of Functional Foods*. 68: 103919.



ชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการของไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

Some Aspects of Reproductive Biology for Water Flea (*Moina siamensis*)

from Natural water sources and Culture in Laboratory

ธนบดี ปิ่นทศิริ ชัยพิพัฒน์ ลำสัน อธิภัทร บุญมี และจามรี เครือหงษ์

Thanabodee Pintasiri Chaipipat Lamsan Teerepat boonmee and Jamree Khrueahong

ภาคเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000

Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology,

Nakhon Sawan Rajabhat University, Muang district, Nakhon Sawan Province 60000

Corresponding author: thanabodee.pi@nsru.ac.th

Received: Mar 5, 2025

Revised: May 29, 2025

Accepted: Jun 6, 2025

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการของไรแดงสยาม (*Moina siamensis*) จากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยง โดยการเลี้ยงแบบแยกเดี่ยวตามแหล่งที่มาในภาชนะพลาสติกมีปริมาตรน้ำ 40 มิลลิลิตร ภายในห้องปฏิบัติการจนสิ้นสุดวงจรชีวิต พบว่าไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยไรแดงสยามมีอายุเฉลี่ย เท่ากับ 198.56 ± 0.20 (8.27 วัน) และ 192.14 ± 0.31 ชั่วโมง (8.0 วัน) อายุแม่ไรแดงสยามเมื่อมีลูกครอกแรกเฉลี่ย เท่ากับ 47.71 ± 1.12 (2 วัน) และ 47.33 ± 1.34 ชั่วโมง (2 วัน) ระยะห่างระหว่างครอกเฉลี่ย เท่ากับ 24.38 ± 0.15 (1 วัน) และ 24.42 ± 0.37 ชั่วโมง (1 วัน) จำนวนครอกเฉลี่ย เท่ากับ 6.14 ± 0.51 และ 5.86 ± 0.40 ครอก จำนวนลูกต่อครอกเฉลี่ย เท่ากับ 9.63 ± 3.78 และ 9.67 ± 4.95 ตัว จำนวนลูกต่อแม่เฉลี่ย เท่ากับ 82.33 ± 34.32 และ 85.67 ± 61.68 ตัว และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 55.81 ± 2.22 และ 6.21 ± 1.31 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ($P>0.05$) ตามลำดับ ส่วนด้านขนาดของไรแดงสยามทั้ง 2 แหล่งที่มาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ไรแดงสยามตัวอ่อนมีขนาดความกว้างอยู่ระหว่าง 187 ± 0.86 - 191 ± 0.77 ไมโครเมตร ความยาวอยู่ระหว่าง 254 ± 1.62 - 263 ± 1.84 ไมโครเมตร และตัวเต็มวัยมีขนาดความกว้างอยู่ระหว่าง 668 ± 0.71 - 688 ± 0.69 ไมโครเมตร ความยาวอยู่ระหว่าง 865 ± 1.77 - 891 ± 1.74 ไมโครเมตร ($P>0.05$) ตามลำดับ ดังนั้นการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าไรแดงสยามทั้ง 2 แหล่งที่มาที่มีลักษณะทางชีววิทยาไม่มีความแตกต่างกันสามารถเลือกใช้ประโยชน์ได้ตามความต้องการทางด้านการประมงของเกษตรกรและผู้สนใจได้ แต่จำเป็นต้องมีการศึกษาจำแนกชนิดให้ถูกต้องก่อนนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ: ไรแดงสยาม, ชีววิทยา, การเพาะเลี้ยง

Abstract

This study aimed to compare some aspects of reproductive biology for water fleas (*Moina siamensis*) from natural water sources and cultured populations. The experiment involved single - clone rearing in 40 milliliters plastic containers under laboratory conditions until the completion of the life cycle. The results showed no significant differences ($P>0.05$) between the natural and cultured populations. The mean lifespan was 198.56 ± 0.20 hours (8.27 days) and 192.14 ± 0.31 hours (8.0 days), respectively. The mean age of the first broods was 47.71 ± 1.12 hours (2 days) and 47.33 ± 1.34 hours (2 days), respectively. The mean inter-brood spacing was 24.38 ± 0.15 hours (1 day) and 24.42 ± 0.37 hours (1 day), respectively. The average number of broods per female was 6.14 ± 0.51 and 5.86 ± 0.40 , while the mean number of offspring per brood was 9.63 ± 3.78 and 9.67 ± 4.95 individuals, respectively. The averaged total number of offspring per female for the entire lifespan 82.33 ± 34.32 and 85.67 ± 61.68 individuals. The specific growth rate was 5.81 ± 2.22 and $6.21\pm1.31\%$ per day ($P>0.05$), respectively. In terms of size, no significant differences were found between the two populations ($P>0.05$). Larval *M. siamensis* had a body width ranging from 187 ± 0.86 to 191 ± 0.77 μm and a body length ranging from 254 ± 1.62 to 263 ± 1.84 μm . Adults had a body width ranging from 668 ± 0.71 to 688 ± 0.69 μm and a body length ranging from 865 ± 1.77 to 891 ± 1.74 μm ($P>0.05$), respectively. Therefore, this study shows that the biological characteristics of *M. siamensis* from both sources are not significantly different. Therefore, either population can be used based on the needs of aquaculture farmers and other stakeholders. However, further taxonomic studies are necessary to ensure accurate species identification before practical applications.

Keywords: Water Flea, Biology, *Moina siamensis*, Culture, natural

บทนำ

ไรแดงสยาม (Siam Water Flea) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Moina siamensis* (Alonso *et al.*, 2019) เป็นสัตว์ชนิดใหม่ของประเทศไทยที่ค้นพบในปี 2550 พบการกระจายตัวทั่วไปตามธรรมชาติ โดยเฉพาะในนาข้าวและแหล่งน้ำชั่วคราว เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและจัดอยู่ในสกุล (Genus) เดียวกับไรแดง (*Moina macrocopa*) แต่มีขนาดลำตัวที่เล็กกว่าไรแดงประมาณครึ่งหนึ่ง โดยตัวเต็มวัยของไรแดงสยามมีความยาวอยู่ประมาณ 0.5-0.95 มิลลิเมตร ความกว้างประมาณ 0.2-0.80 มิลลิเมตร มีลักษณะลำตัวแบนข้าง มีรูปร่างหลายแบบมีแผ่นเปลือก (Carapace) คลุมตัวลักษณะเป็นเปลือกประกบกันและแบ่งเป็นปล้องอย่างชัดเจน โดยรูปร่างแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนหัวและส่วนลำตัว นอกจากนี้ยังมีลักษณะเด่นและคุณสมบัติที่พิเศษแตกต่างจากไรแดงหลายประการ เช่น มีการผลิตไข่พักที่ตก มีความทนทาน (resting eggs หรือ ephippia) และสามารถควบคุมการผลิตไข่พักได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ไรแดงสยามสามารถเพาะเลี้ยงได้อย่างต่อเนื่องนานกว่าไรแดง (Saengphan *et al.*, 2013; Saengphan *et al.*, 2016) ซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติและอาหารมีชีวิตที่สำคัญชนิดหนึ่งในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ด้วยที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 61.04-67.44 ไขมันร้อยละ 6.45-7.93 และเถ้าร้อยละ 6.57 (Thewaratmaneegul *et al.*, 1989; Wongrat, 2000; Saengphan *et al.*, 2013; Pintasiri *et al.*, 2024) นอกจากนี้ยังพบว่าไรแดงสยามมีกรดอะมิโนรวมทั้งสิ้น 666.70 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัม โดยกรดอะมิโนที่พบในปริมาณสูง (ร้อยละ 7.14-12.90 ของกรดอะมิโนทั้งหมด) ได้แก่ Alanine, Arginine, Aspartic acid, Glutamic acid และ Leucine นอกจากนี้ยังพบว่าไรแดงสยามมีกรดอะมิโนจำเป็น (essential amino acid: EAA) ครบทั้ง 10 ชนิด โดยมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 46.96 ของกรดอะมิโนทั้งหมด (Saengphan *et al.*, 2013; Saengphan *et al.*, 2016) จึงเป็นที่นิยมนำมาอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนได้เป็นอย่างดี จากการรายงานดังกล่าวไรแดงสยามได้รับความสนใจในการศึกษาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันนับว่าเป็นเรื่องที่ทำให้ความสำคัญมากเรื่องหนึ่ง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดและสนใจศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการของไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติและการเพาะเลี้ยงภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญทางวิชาการในการเลือกใช้ประโยชน์ทางด้านการประมงและการเพาะเลี้ยงไรแดงของเกษตรกร

วิธีการดำเนินงาน

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติ (Figure 1) และจากการเพาะเลี้ยง (Figure 2) โดยเก็บตัวอย่างด้วยสวิงขนาดตา 100 ไมโครเมตร ช้อนเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำดังกล่าวตามวิธีการดัดแปลงของ Saengphan *et al.*, 2013; Vignatti *et al.*, 2013; Pintasiri *et al.*, 2023 เก็บตัวอย่างใส่ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่าง และนำตัวอย่างที่รวบรวมมาจำแนกชนิดและแยกเลี้ยงในห้องปฏิบัติการจนให้ได้จำนวนเพิ่มมากขึ้น หลังจากนั้นสุ่มดูดไรแดงสยามตัวเต็มวัย (Figure 3) จากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงมาเริ่มการทดลอง

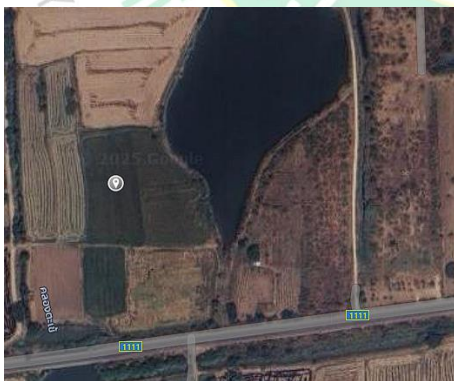


Figure 1 Coordinates 15.551855, 100.119233
Rice field in Yan Matsee Subdistrict, Phayuha Khiri District, Nakhon Sawan Province



Figure 2 Coordinates 15.547046, 100.124346
aquaculture farm Nakhon Sawan Rajabhat University, Yan Matsee Subdistrict, Phayuha Khiri District, Nakhon Sawan Province

การจำแนกชนิดตัวอย่าง

นำตัวอย่างจาก 2 แหล่งที่มาทั้งหมดมาแยกเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เพื่อจำแนกและยืนยันชนิดของตัวอย่าง โดยการใช้หลอดหยด (Dropper) ดูดตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอใส่ลงจานแก้ว (Petri Dish) พร้อมเติมน้ำสะอาดปราศจากคลอรีนที่พักไว้แล้ว 24 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบความหนาแน่นของตัวอย่าง จากนั้นใช้หลอดหยดดูดตัวอย่างแยกเลี้ยงเดี่ยวใส่ภาชนะพลาสติกกละ 1 ตัว ขนาด 4x4x4 เซนติเมตร เติมน้ำปริมาตร 40 มิลลิลิตร ตามวิธีของ Pintasiri *et al.*, 2023 จากนั้นดูไรแดงตัวเต็มวัย ของแต่ละภาชนะมาจำแนกและยืนยันชนิดของไรแดงภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่มีขนาดกำลังขยาย 4, 10, 40 เท่า ศึกษาลักษณะส่วนต่างๆ ที่สำคัญของไรแดงพร้อมจดบันทึก และนำลักษณะที่บันทึกมาวิเคราะห์แยกชนิดตามเอกสารการรายงานและอ้างอิงจาก Goulden, 1968; Saengphan *et al.*, 2013; Saengphan *et al.*, 2016; Lucia *et al.*, 2019; Alonso *et al.*, 2019 เมื่อยืนยันชนิดของไรแดงว่าเป็น *Moina siamensis* (ไรแดงสยาม) (Figure 3) จึงเริ่มการทดลองต่อไป

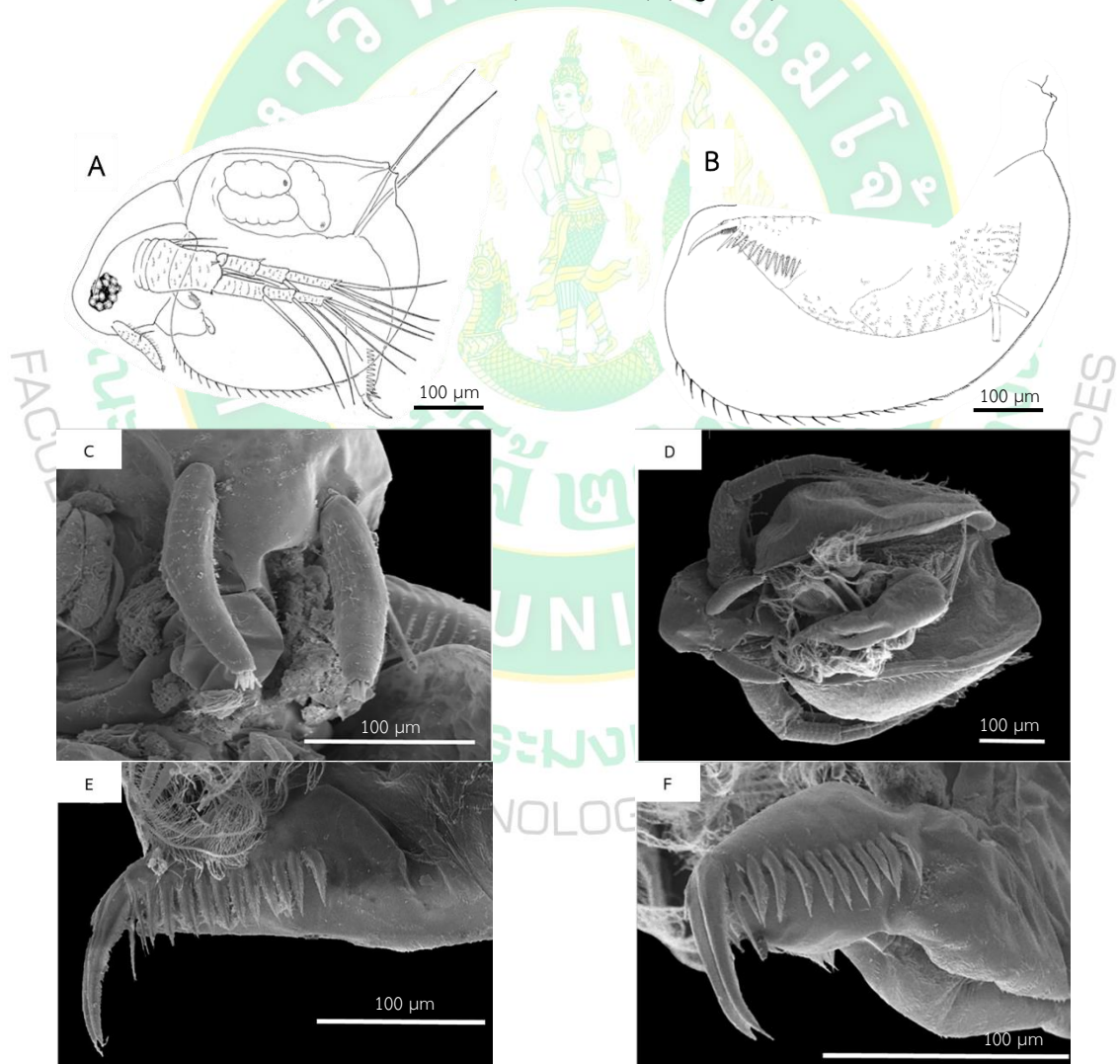


Figure 3 Morphological of *Moina siamensis*

A. adult parthenogenetic female, B. postabdomen, C. antenna, D. Carapace and E-F. Postabdominal claw (bident tooth) Scale bars 100 µm. Refer to: Alonso *et al.*, 2019

การศึกษาชีววิทยาของไรแดงสยาม

นำไรแดงสยามเพศเมียตัวเต็มวัย (Parthenogenetic female) จากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงมาอย่างละ 20 ตัว ใส่ลงในภาชนะทดลอง โดยใช้ภาชนะพลาสติกขนาด 4x4x4 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำ 40 มิลลิลิตร ภาชนะละ 1 ตัว โดยเลี้ยงแบบแยกเดี่ยวและให้อาหารด้วยด้วยสาหร่ายคลอเรลลา (*Chlorella vulgaris*) ปริมาณ 3 มิลลิลิตรต่อวัน (จำนวนเซลล์ 3.26×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร) ตามวิธีของ Pintasiri *et al.*, 2023 จากนั้นสังเกตแม่ไรแดงสยามปล่อยลูกให้หมดทำการดูดตัวอ่อนไรแดงสยามโดยใช้หลอดดูด (Dropper) ออกมาแยกเลี้ยงภาชนะละ 1 ตัว จำนวน 20 ขั้ว ตามวิธีข้างต้นทั้งจากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงเพื่อเริ่มการทดลอง

เมื่อเริ่มการทดลองสังเกตทุก ๆ ชั่วโมงที่ไรแดงสยามเริ่มมีลูกและปล่อยลูก จึงทำการนับจำนวนตัว โดยการดูดนับตัวอ่อนภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอออกจนหมด ให้เหลือเพียงแม่ไรแดงสยาม เพื่อศึกษาในรอบต่อไป เมื่อนับจำนวนตัวอ่อนไรแดงสยามหมดแล้ว เติมน้ำสะอาดให้เท่ากับปริมาตรเดิมทุกครั้งทำเหมือนกันจนสิ้นสุดวงจรชีวิต พร้อมวัดขนาดความกว้างและความยาวตัวอ่อนและตัวเต็มวัยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ Micrometer eyepiece (Vignatti *et al.*, 2013; Pintasiri *et al.*, 2023) และวิเคราะห์หาอัตราการเจริญจำเพาะของไรแดงสยาม ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของไรแดงสยาม (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)} = \frac{\ln(X_2) - \ln(X_1) \times 100}{T}$$

เมื่อ X_1 คือ ความยาวของไรแดงสยามเริ่มการทดลอง (ไมโครเมตร)
 X_2 คือ ความยาวของไรแดงสยามสิ้นสุดการทดลอง (ไมโครเมตร)
 T คือ ระยะเวลาที่ทำการทดลอง (วัน)

การให้อาหาร

ให้อาหาร โดยแบ่งให้เป็น 3 มื้อ คือ 08.30 น. 12.30 น. และ 16.30 น. ด้วยสาหร่ายคลอเรลลา (*Chlorella vulgaris*) ปริมาณ 3 มิลลิลิตรต่อวัน (จำนวนเซลล์ 3.26×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร) (Arenprung, 2004; Pintasiri *et al.*, 2023)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลของการทดลอง ได้แก่ อายุแม่ไรแดงสยามเมื่อมีลูกครั้งแรก, ระยะห่างระหว่างครอก, จำนวนครอก, จำนวนลูกไรแดงสยามต่อครอก, จำนวนลูกไรแดงสยามทั้งหมดต่อแม่, อายุแม่ไรแดงสยาม, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และขนาดความกว้าง ความยาวของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยไรแดงสยาม มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมดด้วยวิธี independent sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

การศึกษาชีววิทยาของไรแดงสยามทั้ง 2 แหล่งที่มา โดยศึกษาการจำแนกชนิดเพื่อยืนยันชนิดของไรแดงว่าเป็น *Moina siamensis* (ไรแดงสยาม) โดยมีลักษณะเด่น คือ หัวมีรอยเว้า (supraocular depression) บนหัวมีขนแต่ไม่หนาแน่น หนวดคู่ที่ 1 ยาวและแยกออกห่างกัน ขอบเปลือกคลุมลำตัวด้านท้องมี setae เรียงต่อกัน 18-25 เส้นและมี short setae ต่อท้าย (posterior rim) 4-8 กลุ่ม postabdomen มี feather teeth 6-12 อัน และมี bident tooth 1 อัน ตามเอกสารการรายงานและอ้างอิงจาก Goulden., 1968; Saengphan *et al.*, 2013; Saengphan *et al.*, 2016; Lucia *et al.*, 2019; Alonso *et al.*, 2019 (Figure 3)

ในการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการของไรแดงสยาม โดยการเลี้ยงแบบแยกเดี่ยวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีอายุแม่ไรแดงสยามเมื่อมีลูกครอกแรกเฉลี่ย เท่ากับ 47.71 ± 1.12 ชั่วโมง (2 วัน) ระยะห่างระหว่างครอกเฉลี่ย เท่ากับ 24.38 ± 0.15 ชั่วโมง (1 วัน) จำนวนครอกเฉลี่ย เท่ากับ 6.14 ± 0.51 ครอก จำนวนลูกต่อครอกเฉลี่ย เท่ากับ 9.63 ± 3.78 ตัว จำนวนลูกต่อแม่เฉลี่ย เท่ากับ 82.33 ± 34.32 ตัว และมีอายุไรแดงสยามเฉลี่ย เท่ากับ 198.56 ± 0.02 ชั่วโมง (8.27 วัน) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) กับไรแดงสยามที่มาจากฟาร์มเพาะเลี้ยงมีอายุแม่ไรแดงสยาม เมื่อมีลูกครอกแรกเฉลี่ย เท่ากับ 47.33 ± 1.34 ชั่วโมง (2 วัน) ระยะห่างระหว่างครอกเฉลี่ย เท่ากับ 24.42 ± 0.37 ชั่วโมง (1 วัน) จำนวนครอกเฉลี่ย เท่ากับ 5.86 ± 0.40 ครอก จำนวนลูกต่อครอกเฉลี่ย เท่ากับ 9.67 ± 4.95 ตัวจำนวนลูกต่อแม่เฉลี่ย เท่ากับ 85.67 ± 61.68 ตัว และมีอายุไรแดงสยามเฉลี่ย เท่ากับ 192.14 ± 0.31 ชั่วโมง (8 วัน) (Table 1) ส่วนด้านอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ พบว่าไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 5.81 ± 2.22 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และ 6.21 ± 1.31 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน (Table 1 and Figure 4)

ส่วนด้านขนาดความกว้าง ความยาวของตัวอ่อนและตัวเต็มวัยไรแดงสยาม ทั้ง 2 แหล่งที่มาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) พบว่าตัวอ่อนไรแดงสยามมีขนาดความกว้างอยู่ระหว่าง $187 \pm 0.86 - 191 \pm 0.77$ ไมโครเมตร ความยาวอยู่ระหว่าง $254 \pm 1.62 - 263 \pm 1.84$ ไมโครเมตร และตัวเต็มวัยไรแดงสยามมีขนาดความกว้างอยู่ระหว่าง $668 \pm 0.71 - 688 \pm 0.69$ ไมโครเมตร ความยาวอยู่ระหว่าง $865 \pm 1.77 - 891 \pm 1.74$ ไมโครเมตร ($P > 0.05$) แสดงใน Table 2

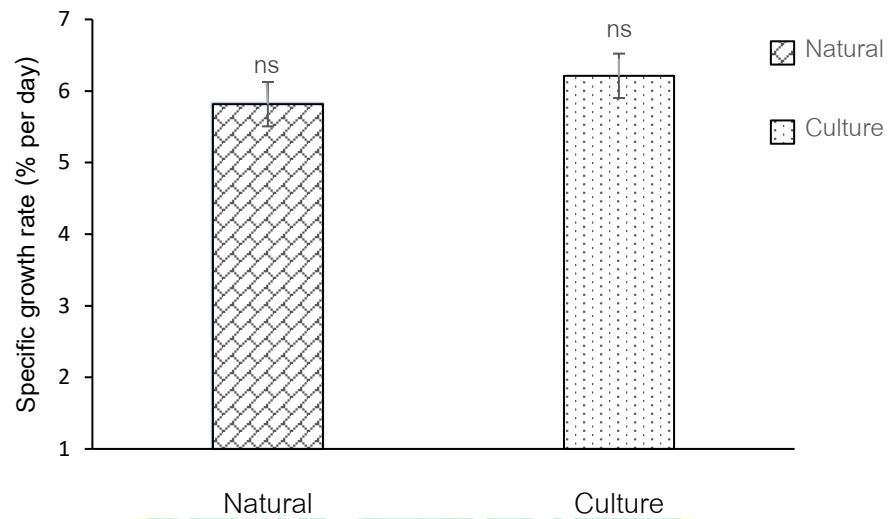


Figure 4 Mean specific growth rate (% per day) of Water Flea (*Moina siamensis*) from Natural water sources and Culture in laboratory not significantly different ($P>0.05$)

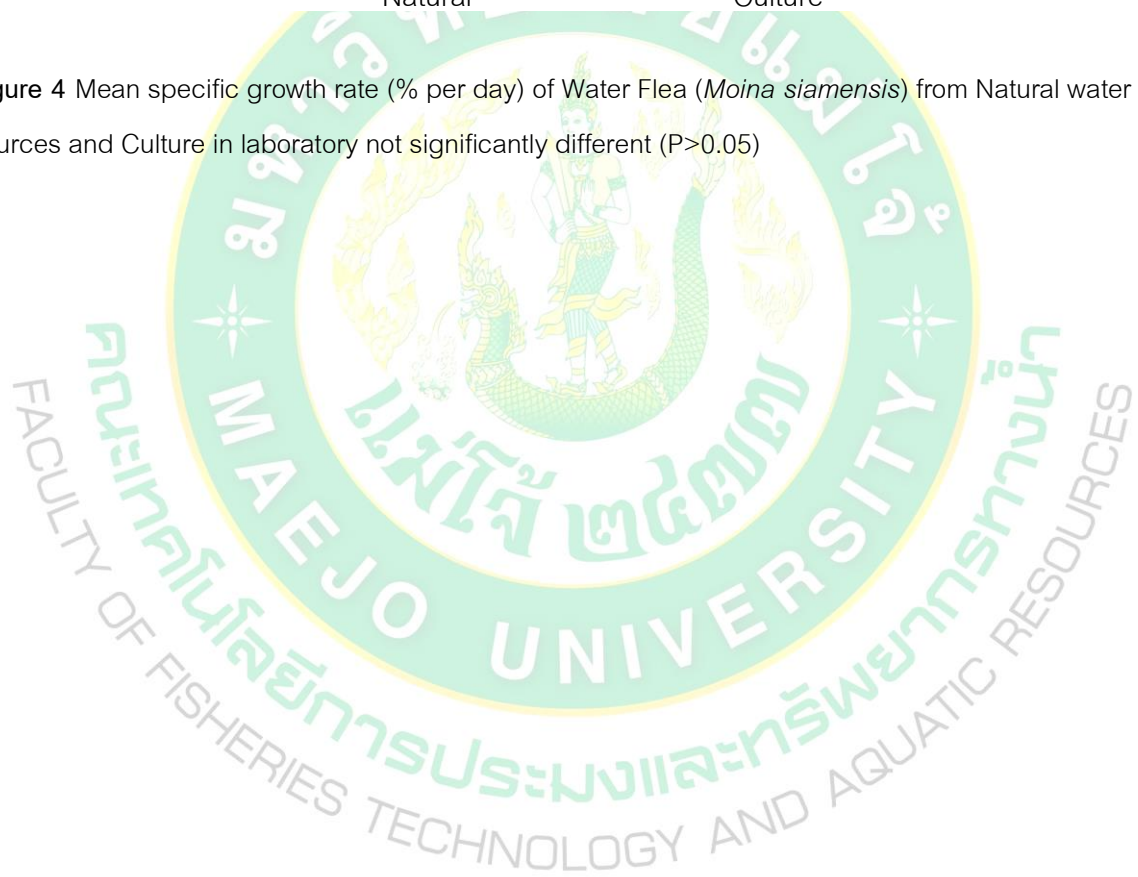


Table 1 Biology of Water Flea (*Moina siamensis*) from Natural water sources and Culture

<i>M. siamensis</i>	age of the first broods (hrs.)	inter broods spacing (hrs.)	Number of brood	Number of offspring per brood (Ind.)	Total number of offspring per female for whole life span (Ind.)	Life span (hrs.)	Specific growth rate (%)
Natural	47.71±1.12 ^{ns}	24.38±0.15 ^{ns}	6.14±0.51 ^{ns}	9.63±3.78 ^{ns}	82.33±34.32 ^{ns}	198.56±0.20 ^{ns}	5.81±2.22 ^{ns}
Culture	47.33±1.34 ^{ns}	24.42±0.37 ^{ns}	5.86±0.40 ^{ns}	9.67±4.95 ^{ns}	85.67±61.68 ^{ns}	192.14±0.31 ^{ns}	6.21±1.31 ^{ns}
<i>P</i> -Value	0.22	0.11	0.17	0.20	0.14	0.14	0.11

Note: Values are means±S.E., letters ns= not significant different (P>0.05), Ind. = Individuals

Table 2 Body Length and Width of Water Flea (*Moina siamensis*) from Natural water sources and Culture

<i>M. siamensis</i>	Larval size (μm)		Adult size (μm)	
	length	width	length	width
Natural	187±0.86 ^{ns}	254±1.62 ^{ns}	668±0.71 ^{ns}	865±1.77 ^{ns}
Culture	191±0.77 ^{ns}	263±1.84 ^{ns}	688±0.69 ^{ns}	891±1.74 ^{ns}
<i>P</i> -Value	0.14	0.27	0.11	0.25

Note: Values are means±S.E., letters ns= not significant different (P>0.05)

วิจารณ์ผลการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการของไรแดงสยามทั้ง 2 แหล่งที่มา พบว่าไรแดงจากการเก็บตัวอย่างในแหล่งน้ำธรรมชาติเป็นชนิดของไรแดง *Moina siamensis* (ไรแดงสยาม) ซึ่งสอดคล้องและเป็นไปตามการรายงานของ Saengphan *et al.* (2013) และ Alonso *et al.* (2019) โดยมีลักษณะเด่น คือ หัวมีรอยเว้า (supraocular depression) บนหัวมีขนแต่ไม่หนาแน่น หนวดคู่ที่ 1 ยาวและแยกออกห่างกัน ขอบเปลือกคลุมลำตัวด้านท้องมี setae เรียงต่อกัน 18-25 เส้นและมี short setae ต่อท้าย (posterior rim) 4-8 กลุ่ม postabdomen มี feather teeth 6-12 อัน และมี bident tooth 1 อัน (Figure 3) จึงนำไรแดงสยามทั้ง 2 แหล่งที่มาเริ่มการทดลองศึกษาชีวประวัติโดยสังเกตทุก ๆ ชั่วโมงตามวิธีของ Pintasiri *et al.* (2023) และ Vignatti *et al.* (2013) พบว่าไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยง มีอายุเฉลี่ย เท่ากับ 198.56 ± 0.20 (8.29 วัน) และ 192.14 ± 0.31 ชั่วโมง (8 วัน) สอดคล้องกับ Saengphan *et al.* (2013) และ Saengphan *et al.* (2016) รายงานไรแดงสยามตัวเต็มวัยจะมีอายุเฉลี่ย 196.08 ชั่วโมง (7-9 วัน) และยังสอดคล้องกับการรายงานของ Rodmongkoldee *et al.* (2019) ช่วงชีวิตของไรแดงสยามจะมีค่าเฉลี่ย 8.7 ± 1.70 หรือ 6-11 วัน ($n = 10$) การศึกษาของ Nandini and Sarma (2000) ที่พบว่า ไรแดงมีอายุ 5 ± 1 วัน เมื่อเลี้ยงในห้องปฏิบัติการโดยให้ *Chlorella vulgaris* ความหนาแน่น 4.5×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตรเป็นอาหาร แต่ไรแดงสยามจากการศึกษานี้มีอายุสั้นกว่าการศึกษาของ Benider *et al.* (2002) ที่รายงานว่าไรแดงมีอายุสูงสุด 22 วัน เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส โดยให้ *Chlorella sorokiniana* ความหนาแน่น 6.25×10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตรเป็นอาหาร เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีการเลี้ยงที่อุณหภูมิสูงกว่า รวมถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น อาหาร อุณหภูมิ สายพันธุ์ และสภาพแวดล้อมด้วยที่จะส่งผลต่อระยะเวลาการมีชีวิตของไรแดงสยาม รวมถึงไรแดงสายพันธุ์อื่น ๆ ด้วย (Thewaratmaneegul *et al.*, 1989; Saengphan *et al.*, 2016; Rodmongkoldee, 2019; Wongrat, 2000; Pintasiri *et al.*, 2023) จากการทดลองจะเห็นได้ว่าไรแดงสยามทั้ง 2 แหล่งที่มา มีค่าใกล้เคียงกันไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยอายุแม่ไรแดงสยามเมื่อมีลูกครอกแรก เท่ากับ 47.71 ± 1.12 (2 วัน) และ 47.33 ± 1.34 ชั่วโมง (2 วัน) ระยะห่างระหว่างครอก เท่ากับ 24.38 ± 0.15 และ 24.42 ± 0.37 ชั่วโมง (1 วัน) จำนวนครอก เท่ากับ 6.14 ± 0.51 และ 5.86 ± 0.40 ครอก จำนวนลูกต่อครอก เท่ากับ 9.63 ± 3.78 และ 9.67 ± 4.95 ตัวต่อครอก และจำนวนลูกทั้งหมดต่อแม่ เท่ากับ 82.33 ± 34.32 และ 85.67 ± 61.68 ตัว ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Rodmongkoldee *et al.* (2019) ศึกษาชีวประวัติของไรน้ำสามชนิด (Cladocera: Moinidae) ในประเทศไทยในห้องปฏิบัติการ กล่าวว่าไรแดงสยามจะมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตถึงตัวเต็มวัยและจะมีลูกครอกแรก อยู่ที่ประมาณ 2.0 ± 0.00 วัน ($n = 10$) จำนวนลูกไรแดงสยามต่อครอก 7.2 ± 1.75 ตัวต่อครอก ($n = 10$) จำนวนลูกไรแดงสยามทั้งหมดต่อแม่ 81.6 ± 21.97 ตัว ($n = 10$) และ Saengphan *et al.* (2013) and Saengphan *et al.* (2016) รายงานไรแดงสยามจะเริ่มทยอยมีลูกครอกแรกเมื่ออายุ 36-48 ชั่วโมง ไรแดงสยามเพศเมียมีอายุถึง 4-6 วัน แต่ละตัวจะผลิตลูกได้ 3.4 (2-5) ครอก มีจำนวนเฉลี่ย 82.17 (25-104) ตัว และความถี่ในการผลิตลูกประมาณ 23.04 ชั่วโมงต่อครอก และในการทดลองในครั้งนี้ยังมีอายุแม่ไรแดงสยามเมื่อมีลูกครอกแรกเร็วกว่าการศึกษาของ Martinez-Jeronimo and Gutierrez-Valdivia (1991) ที่เลี้ยง *Moina macrocopa* ด้วยสาหร่าย 3 ชนิด ได้แก่ *Ankistrodesmus convolutes*,

Scenedesmus incrassalutis และ *Chlorella vulgaris* พบว่าสาหร่ายทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณที่เหมาะสมในการเลี้ยงไรแดง คือ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (น้ำหนักแห้ง) ไรแดงเริ่มมีลูกครอกแรกเมื่ออายุ 2-4 วัน หรือ 48-96 ชั่วโมง แต่ละครอกห่างกัน 36 ชั่วโมง และจำนวนครอกที่ให้ลูกมากที่สุด คือ ครอกที่ 4-6 ซึ่งขึ้นอยู่กับอาหารที่เลี้ยงและอาจเป็นเพราะชนิดของอาหารที่ได้รับส่งผลต่อการเจริญเติบโตทำให้เริ่มมีลูกครอกแรกที่ใช้ระยะเวลาสั้นกว่า

ด้านขนาดความกว้างและความยาวของตัวอ่อนไรแดงสยามอยู่ระหว่าง 187 ± 0.86 - 191 ± 0.77 และ 254 ± 1.62 - 263 ± 1.84 ไมโครเมตร ตามลำดับ ตัวเต็มวัยอยู่ระหว่าง 668 ± 0.71 - 688 ± 0.69 และ 865 ± 1.77 - 891 ± 1.74 ไมโครเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการ Rodmongkoldee et al. (2019) รายงานขนาดความยาวของไรแดงสยามมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 500 - 1,290 ไมโครเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าไรแดง *Moina macrocopa* มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 500 - 1,500 ไมโครกรัม ส่วนไรแดงเล็ก *Moina micrura* มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 200 - 850 ไมโครเมตร ($P < 0.05$) Rodmongkoldee (2019) รายงานขนาดความยาวของไรแดง 3 ชนิดที่ศึกษา คือ ไรแดงเล็ก ไรแดง และไรแดงสยาม เมื่ออายุ 7 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยไรแดงมีความยาว ($1,358.60 \pm 67.02$ ไมโครเมตร) มากกว่าไรแดงชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) รองลงมาคือ ไรแดงสยาม ($1,084.00 \pm 97.15$ ไมโครเมตร) และไรแดงเล็กมีความยาวน้อยที่สุด (742.50 ± 69.74 ไมโครเมตร) ($P < 0.05$) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของไรแดงสยามทั้ง 2 แหล่งที่มา มีค่าเท่ากับ 5.81 ± 2.22 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และ 6.21 ± 1.31 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ Rodmongkoldee (2019) ไรแดงสยามในห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลา 7 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 8.47 ± 0.77 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และการศึกษาของ Rodmongkoldee et al. (2019) รายงานการเจริญเติบโตจำเพาะของไรแดงสยาม เท่ากับ 8.5 ± 0.77 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ($n = 10$) ในการเพิ่มขึ้นของประชากรไรแดงได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น อาหาร คุณภาพน้ำ สิ่งแวดล้อม และสายพันธุ์ของไรแดงที่มีวงจรชีวิตที่ไม่เหมือนกัน (Dararat et al., 2011; Pietrzak et al., 2015; Pintasiri and Promya, 2019; Rodmongkoldee, 2019; Pintasiri et al., 2023) รวมถึงอุณหภูมิที่เลี้ยงก็ถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนลูกและจำนวนประชากรของกลุ่ม Cladocerans โดยอัตราการเจริญเติบโตของประชากรจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตามไปด้วย

สรุปผล

ไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากการเพาะเลี้ยงทั้ง 2 แหล่งที่มา มีอายุแม่ไรแดงสยามเมื่อมีลูกครอกแรก ระยะห่างระหว่างครอก จำนวนครอก จำนวนลูกต่อครอก จำนวนลูกทั้งหมดต่อแม่ อายุแม่ไรแดงสยาม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และขนาดความกว้างความยาวของตัวอ่อนและตัวเต็มวัย ไรแดงสยามไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถเลือกนำไปเพาะเลี้ยงได้ โดยส่งผลให้ได้ผลผลิตไม่แตกต่างกันในการใช้เป็นอาหารมีชีวิตสำหรับการอนุบาลและเลี้ยงสัตว์น้ำต่าง ๆ

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าไรแดงสยามทั้ง 2 แหล่งที่มา มีลักษณะทางชีววิทยาไม่แตกต่างกันสามารถเลือกใช้ประโยชน์ได้ตามความต้องการทางด้านการประมงของเกษตรกรและผู้สนใจได้ แต่จำเป็นต้องมีการศึกษาจำแนกชนิดให้ถูกต้องก่อนนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การอนุญาตวิจัยในสัตว์

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ U1-10912-2566 และได้รับอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารเลขที่ NSRU-IACUC No.202502

ข้อเสนอแนะ

การเก็บตัวอย่างไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีการปนเปื้อนของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และจะพบความหลากหลายชนิดของไรแดงจำเป็นต้องมีศึกษาจำแนกชนิดให้ถูกต้องก่อนนำมาศึกษาต่อ เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่ถูกต้องต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Alonso, M. Neretina, A.N. Sanoamuang, L.O. Saengphan, N. and Kotov, A. 2019. A new species of *Moina* Baird, 1850 (Cladocera: Moinidae) from Thailand. *Zootaxa*. 4554(1):199-218.
- Arenprung, P. 2004. The optimum ratio of mineral fertilizers-organic sludge from pig farms in cultured algae *Chlorella* and red mites. Thesis of major Environment, Faculty Environmental Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok. [in Thai]
- Beninder, A., Tifnouti, A., and Pourriot, R. 2002. Growth of *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (Crustacea; Cladocera): influence of trophic conditions, population density and temperature. *Hydrobiologia*. 468:1-11.
- Dararat, W., Starkweather, P., and Sanoamuang, L. 2011. Life History of Three Fairy Shimps (Branchiopoda: Anostraca) from Thailand. *Journal of Crustacean Biology*. 31(4): 623-629.
- Goulden, C.E. 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. *Transaction American Philosophical Society*. 8:1-101.
- Lucia, M.E., Manuel E.G., and Marcelo, S.B. 2019. *Moina macrocopa* (Straus, 1820): a species complex of a common Cladocera, highlighted by morphology and DNA barcodes. *Limnetica*. 38(1): 253-277.
- Martinez-Jeronimo, F., and A. Gutierrez-Valdivia. 1991. Fecundity, reproduction, and growth of *Moina macrocopa* fed different algae. *Hydrobiologia*. 222:49-55.
- Nandini, S., and Sarma, S.S.S. 2000. Lifetable demography of four cladoceran species in relation to algal food (*Chlorella vulgaris*) density. *Hydrobiologia*. 435:117-126.
- Pietrzak, B. Dawidowicz, P. Predki, P. and Danko, M.J. 2015. How perceived predation risk shapes patterns of aging in water fleas. *Experimental Gerontology*. 69:1-8.

- Pintasiri, T. and Promya, J. 2019. Effects of *Arthrospira platensis* Supplemented Diets on Growth Performance of Rice-Field Crabs (*Sayamia bangkokensis*). Khon kaen agriculture journal. 47 supplement. 2:7-14. [in Thai]
- Pintasiri, T., Prachumpon, S. and Khrueahong J. 2023. Biology of Water Flea (*Moina macrocopa*) from Natural water sources and Culture. The 10th National Conference on Algae and Plankton (NCAP 2023). Bangkok, March 23-24, 2023. 2-8. [in Thai]
- Pintasiri, T. khamhom, P. Prachumpon, S. Duangwongsa, J. and Khrueahong, J. 2024. The utilization of photosynthetic bacteria for Thai fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*) culture. Khon kaen agriculture journal. 52 (5): 856-869 [in Thai]
- Rodmongkoldee, M. 2019. Development of *Moina micrura* Culture Techniques for Aquatic Animal Larval Feed. Doctor of Philosophy (Aquaculture), Major Field: Aquaculture, Department of Aquaculture.
- Rodmongkoldee, M., Taparhudee, M., and Saengphan, N. 2019. Laboratory Study on Life History of Three Water Flea species (Cladocera: Moinidae) in Thailand. Burapha Science Journal Reports. 25(1):129-140 [in Thai]
- Saengphan, N., Suksomnit, A., and Chaloiesak, P. 2016. Modern water flea ephippia culture: Culture for 4 water flea ephippia production. Pathum Thani: National Science and Technology Development Agency. Thailand. 48 p.
- Saengphan, N., Teeramaethee, J., and Chaloiesak, P. 2013. Species diversity and biology of the Cladocera in family Moinidae in Thailand. Bangkok: Office of the Vocational Education Commission. Thailand. 80 p.
- Thewaratmaneegul, P., Viputthayanumas, T., Watcharakonyotin, W., and Suksawad, T. 1989. The culture of red water fleas. Technical Document No. 9/1989, Goby Fish Culture Research Project, Pathum Thani Inland Fisheries Research and Development Station, Department of Fisheries. 14 p.
- Vignatti, A. M., Cabrera, G. C., and Echaniz, S. A. 2013. Distribution and biological aspects of the introduced species *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (Crustacea, Cladocera) in the semi-arid central region of Argentina. Biota Neotropica. 13(3):86 - 92.
- Wongrat, L. 2000. Zooplankton. Bangkok: Kasetsart University. 787 p.

ผลกระทบของระยะเวลาสัมผัสอากาศต่ออัตราการฟักไข่และการพัฒนาตัวอ่อน ของปูพลอยจับจากการประมงอวนลอย

Impact of air exposure duration on hatching rate and embryonic development
of bycatch crabs in gillnet fisheries

ชลิ ไพบูลย์กิจกุล, พนิดา สุพรม และเบญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล*

Chalee Paibulkichakul, Panida Suprom and Benjamas Paibulkichakul

คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จันทบุรี 22170

Faculty of Marine Technology, Burapha University, Chanthaburi, 22170

*Corresponding author: benjamas@buu.ac.th

Received: March 5, 2025

Revised: May 3, 2025

Accepted: June 10, 2025

บทคัดย่อ

ปูพลอยจับที่มีไข่นอกกระดองจากการประมงอวนลอยมักต้องสัมผัสกับอากาศเป็นเวลานานหลังจากถูกปลดจากอวน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อพัฒนาการของตัวอ่อนและความสำเร็จในการฟักไข่ การศึกษานี้ได้ตรวจสอบผลของระยะเวลาการสัมผัสกับอากาศที่แตกต่างกัน (1, 3 และ 6 ชั่วโมง) ต่อความสำเร็จในการฟักไข่และการพัฒนาของตัวอ่อนของปูชนิดที่เป็นผลพลอยจับ 3 ชนิด ได้แก่ ปูกะตอย (*Charybdis affinis*), ปูหินก้ามฟ้า (*Thalamita crenata*) และปูใบก้ามม่วง (*Menippe rumphii*) ทำการรวบรวมปูที่มีไข่นอกกระดองสดที่ติดมากับอวนลอยและเพาะฟักไข่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ควบคุม ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าความสำเร็จในการฟักไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาในการสัมผัสกับอากาศเพิ่มขึ้น โดยไข่ไม่สามารถฟักเป็นตัวอ่อนได้หลังจากปูสัมผัสอากาศเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ปูใบก้ามม่วงมีอัตราการฟักไข่สูงสุดที่ 87.15 เปอร์เซ็นต์ หลังจากสัมผัสกับอากาศ 1 ชั่วโมง ตามด้วย ปูหินก้ามฟ้า (84.00 เปอร์เซ็นต์) และ ปูกะตอย (66.67 เปอร์เซ็นต์) ตัวอ่อนจะมีการพัฒนาช้าลงและหยุดพัฒนาในปูที่ถูกสัมผัสอากาศเป็นเวลานาน ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงผลกระทบในทางลบของการสัมผัสอากาศต่อความสำเร็จในการสืบพันธุ์ของปูพลอยจับ และเน้นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงแนวปฏิบัติในการจัดการการประมง เช่น การคิดแยกอย่างรวดเร็วและการส่งคืนปูเพศเมียที่มีไข่นอกกระดองกลับสู่น้ำทันทีเพื่อเพิ่มประชากรปูอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การจัดการประมง, การพัฒนาตัวอ่อน, การสัมผัสอากาศ, ความสำเร็จในการฟัก, ปูพลอยจับ

Abstract

Bycatch of berried female crabs in gillnet fisheries often results in prolonged exposure to air after being released from the net, which may significantly impact embryonic development and hatching success. This study investigated the effects of different air exposure durations (1, 3, and 6 hours) on the hatching success and embryonic development of three bycatch crab species: *Charybdis affinis*, *Thalamita crenata*, and *Menippe rumphii*. Berried females were collected from gillnet fisheries, and their eggs were incubated under controlled conditions. Results indicated that hatching success significantly declined with increased air exposure time, with embryos completely failing to hatch after 6 hours. *M. rumphii* exhibited the highest hatching rate at 87.15% after 1 hour of exposure, followed by *T. crenata* (84.00%) and *C. affinis* (66.67%). Embryonic development was delayed and impaired in crabs exposed to longer durations of air. These findings highlight the adverse effects of air exposure on reproductive success and emphasize the need for improved fisheries management practices, such as rapid sorting and immediate return of gravid females to the water, to enhance population sustainability.

Keywords: fisheries management, embryonic development, air exposure, hatching success, bycatch crabs

บทนำ

ปูมีบทบาทสำคัญทั้งในระบบนิเวศทางทะเล และเป็นสัตว์น้ำสำคัญกลุ่มหนึ่งในภาคการประมงในหลาย ๆ แห่งรวมถึงประเทศไทย ปูม้า (*Portunus pelagicus*) ปูทะเล (*Scylla serrata*) และปูชนิดอื่นอีกหลายชนิดในวงศ์ Portunidae มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากมีมูลค่าทางการตลาดสูงและเนื้อปู มีประโยชน์ทางโภชนาการ ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางจากผู้บริโภค (FAO, 2024) ในประเทศไทยการประมงปูมีความสำคัญกับประมงพื้นบ้านเป็นอย่างมาก สามารถสร้างรายได้และสนับสนุนการคงอยู่ของชุมชนประมงชายฝั่ง อย่างไรก็ตามความต้องการปูที่เพิ่มขึ้นเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการทำประมงที่มากขึ้น ก่อให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรปูเกินกำลังการผลิตหรือเกินขีดจำกัด การเสื่อมโทรมของแหล่งที่อยู่อาศัยของปูและการลดลงของประชากรปู (Trisak, 2021; Rungsee and Jaiphet, 2022)

สัตว์น้ำพลอยจับคือสัตว์น้ำที่ถูกจับโดยไม่ได้ตั้งใจระหว่างการทำการประมงเพื่อจับสัตว์น้ำชนิดอื่น (สัตว์น้ำเป้าหมาย) เช่น ปูกะตอย (*Charybdis affinis*), ปูหินก้ามฟ้า (*Thalamita crenata*) และปูใบก้ามม่วง (*Menippe rumphii*) แม้ไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยตรง แต่ปูเหล่านี้ก็มีบทบาทสำคัญทางระบบนิเวศ มีส่วนช่วยในการหมุนเวียนสารอาหาร การกวนตะกอนในดิน และเป็นทั้งผู้ล่าและเหยื่อในห่วงโซ่อาหารทางทะเล (Escapa et al., 2008; Li et al., 2018; Xie et al., 2022) การนำปูเหล่านี้ออกจากระบบนิเวศชายฝั่งอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพในการประมงปูม้า สัตว์น้ำพลอยจับมักประกอบด้วยปูที่ไม่ใช่เป้าหมายหลายชนิด (Buatip, 2020) ชาวประมงจะปลดปูที่เป็นสัตว์น้ำพลอยจับที่ไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจออกจากอวน และรวบรวมไว้บริเวณที่คัดแยกสัตว์น้ำ ซึ่งปูพลอยจับหลายตัวเป็นปูตัวเมียที่มีไข่ด้านนอกกระดอง เมื่อปูเหล่านั้นสัมผัสสภาพเป็นเวลานานในระหว่างการคัดแยกและจัดการ จึงมีความเป็นไปได้ที่ไข่ของปูเหล่านั้นอาจ

ถูกทำลาย ซึ่งจะลดโอกาสในการสืบพันธุ์ที่ประสบความสำเร็จ

การศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าอัตราการรอดชีวิตและความสำเร็จในการฟักของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำในทะเลเคปอดในระบบเพาะฟัก มีความอ่อนไหวสูงต่อสิ่งกระตุ้นทางสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความเค็ม และการขาดน้ำ (Jackson *et al.*, 2014; Whiteley and Taylor, 2015; Fernandez *et al.*, 2020) การสัมผัสกับอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาของตัวอ่อน เนื่องจากการสัมผัสกับอากาศจะรบกวนการแลกเปลี่ยนออกซิเจน แรงการสูญเสียน้ำ และอาจนำไปสู่ความเครียดจากการออกซิเดชันในตัวอ่อนที่กำลังพัฒนา (Fernandez *et al.*, 2003; Hamasaki *et al.*, 2003; Green *et al.*, 2014; Funch *et al.*, 2016; Lu *et al.*, 2020; Pati *et al.*, 2023) การทำความเข้าใจผลกระทบของระยะเวลาการสัมผัสกับอากาศที่แตกต่างกันต่อความสำเร็จในการฟักและการพัฒนาของตัวอ่อนนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปรับปรุงกลยุทธ์การจัดการประมง เพิ่มความยั่งยืนของประชากรปู และสร้างความอุดมสมบูรณ์ให้สายใยอาหารในระบบนิเวศทางทะเล

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของระยะเวลาการสัมผัสอากาศที่แตกต่างกันต่อความสำเร็จในการฟักและการพัฒนาของตัวอ่อนของปูพลอยจับที่มีไข่นอกกระดอง 3 ชนิด ได้แก่ ปูกะตอย (*Charybdis affinis*), ปูหินก้ามฟ้า (*Thalamita crenata*) และ ปูใบก้ามม่วง (*Menippe rumphii*) การเข้าใจผลกระทบของการสัมผัสกับอากาศต่อการสืบพันธุ์ของปูพลอยจับมีผลโดยตรงต่อการสร้างความตระหนักในสำหรับชาวประมงเกี่ยวกับความสำคัญทางนิเวศวิทยาของปูพลอยจับ รวมถึงอาจส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติเพื่อการทำประมงที่รับผิดชอบมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เก็บตัวอย่างปูพลอยจับจากการปลดจากอวนลอยของชาวประมงบริเวณปากน้ำพังราด อำเภอนายายอาม จังหวัดจันทบุรี ได้แก่ ปูกะตอย (*Charybdis affinis*), ปูหินก้ามฟ้า (*Thalamita crenata*) และปูใบก้ามม่วง (*Menippe rumphii*) ที่มีไข่นอกกระดอง ปัจจัยที่ศึกษาคือ ระยะเวลาที่แม่ปูสัมผัสอากาศ 3 ช่วง คือ 1, 3 และ 6 ชั่วโมง ทำการวัดขนาดกระดองโดยใช้ Vernier และชั่งน้ำหนัก ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ใช้แปรงขนอ่อนขัดไข่ลงในถังที่ทำการเตรียมน้ำไว้แล้ว ทำการสุ่มนับจำนวนไข่ปูเพื่อคำนวณจำนวน ไข่ปูทั้งหมด ณ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีทางทะเล คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

3. การเตรียมน้ำทะเล นำน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ทำการกำจัดแบคทีเรียและเชื้อโรคด้วยคลอรีนผง ความเข้มข้น 20 เปอร์เซนต์ ให้อากาศ 2-3 วันเพื่อให้คลอรีนสลายตัวหมด จากนั้นนำน้ำทะเลดังกล่าวใส่ลงถังขนาด 10 ลิตร ให้อากาศเบา ๆ

3. การบดไข่ออกจากจับแม่ปู โดยนำแม่ปูจุ่มลงในถังที่มีน้ำทะเลที่เตรียมไว้ นำแปรงขนอ่อนขัดไข่ลงในถังน้ำที่เตรียมไว้ จากนั้นนับจำนวนไข่ปูโดยการสุ่มทั้งหมด 10 ซ้ำ มีการให้ออกซิเจนโดยใช้หัวทราย การเปลี่ยนถ่ายน้ำใช้วิธีการกรองน้ำออก 50 เปอร์เซนต์ ทุก 24 ชั่วโมง และเติมน้ำใหม่ผ่านการกำจัดเชื้อโรคแล้ว

4. การสุ่มนับตัวอ่อน เมื่อพบว่าไข่ปูมีการฟักออกมาอยู่ในระยะซู่เคีย (Zoea) แล้วจะรออัตราการฟักเกิน 50 เปอร์เซนต์ จะยุติการทดลอง และทำการสุ่มนับโดยการใช้อีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิเมตร ตักลูกปูขึ้นมาทำการนับโดยการสุ่มจำนวน 10 ซ้ำ

5. การศึกษาระยะคัพภะ หลังจากทำการใส่ไข่ปูในถังพักแต่ละระยะเวลา โดยเก็บตั้งแต่เริ่มไข่ไข่ลงไปจนถึงนับเป็นชั่วโมงทุก 2 ชั่วโมง จนกว่าไข่ปูจะฟักออกมาเป็นระยะซุเอีย เก็บตัวอย่างไข่ในขวดเก็บตัวอย่างขนาด 40 มิลลิลิตร และใส่ฟอมาลีนเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ลงไปเพื่อเป็นการยุติการเจริญเติบโต นำไปถายรูประยะการเจริญเติบโตของคัพภะด้วยกล้องจุลทรรศน์

6. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราการฟักไข่ของแม่ปูที่มีระยะเวลาสัมผัสอากาศแตกต่างกันด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอัตราการฟักไข่ระหว่างชุดทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Crawley, 2012)

ผลการวิจัย

ปูกะตอย

จากการนำไข่ปูแม่ปูกะตอยที่มีระยะเวลาสัมผัสอากาศในเวลาต่างกันมาบดไข่ อัตราการฟักไข่แสดงผลดัง Table 1 แม่ปูกะตอยที่มีไข่ด้านนอกกระดองและมีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 6 ชั่วโมง เซลล์ไข่แตกทั้งหมดทำให้ไม่สามารถนับจำนวนไข่ได้ แม่ปูที่มีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีอัตราการฟักไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ยอัตราการฟักของปูกะตอยที่แม่ปูมีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 1, 3 และ 6 ชั่วโมง เท่ากับ 66.67 ± 13.38 , 70.59 ± 7.12 และ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แม่ปูที่มีระยะเวลาสัมผัสอากาศชั่วโมงที่ 1 และ 3 มีความหนาแน่น $4,200 \pm 2,306$ และ $2,400 \pm 712$ ตัวต่อลิตร โดยชั่วโมงที่ 1 และ 3 อัตราการฟักไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

Table 1 Hatching rate of *C. affinis*.

Air exposure period	1 hour	3 hour	6 hour
Number of eggs (eggs/l)	$5,000^a \pm 4,100$	$3,400^a \pm 1,339$	$0^b \pm 0$
Number of first hatched crabs (crabs/l)	$4,200^a \pm 2,306$	$2,400^a \pm 712$	$0^b \pm 0$
Hatching rate percentage (%)	$66.67^a \pm 13.38$	$70.59^a \pm 7.12$	$0.00^b \pm 0.00$

*Different characters over mean on the same row indicated significant differences ($p < 0.05$).

แม่ปูกะตอยที่นำมาทำการทดลองนั้น เป็นแม่ปูที่มีไข่ด้านนอกกระดองสีดำทั้งหมด การศึกษาการพัฒนา คัพภะโดยนับระยะเวลาจากตัวอ่อนตัวแรกที่พบว่ามีการพัฒนาถึงระยะนั้น เริ่มที่ระยะแกสตรูลา (Gastrula stage) ในชั่วโมงที่ 1 - 16 จะมองเห็นเนื้อเยื่อใส ๆ อยู่รอบๆ และสามารถมองเห็นจุดตา (Eye pigment) ได้ พัฒนาจนเห็น เม็ดสีมากขึ้น (Figure 1A) ในชั่วโมงที่ 4 - 24 เริ่มมองเห็นการเต้นของหัวใจได้ชัดเจน และในชั่วโมงที่ 10 - 42 ไข่ปู เริ่มมีการเข้าสู่ระยะซุเอีย (Figure 1B) และตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะ ซุเอียเริ่มมองเห็นกิริ เห็นสัดส่วนที่ชัดเจน เนื้อเยื่อและเม็ดสีเห็นชัดมากขึ้น รยางค์เริ่มมีขนาดที่ยาวขึ้น สามารถเห็นข้อปล้องได้ชัดเจน (Figure 1C) ระยะเวลาการพัฒนาคัพภะของปูกะตอย (Table 2)

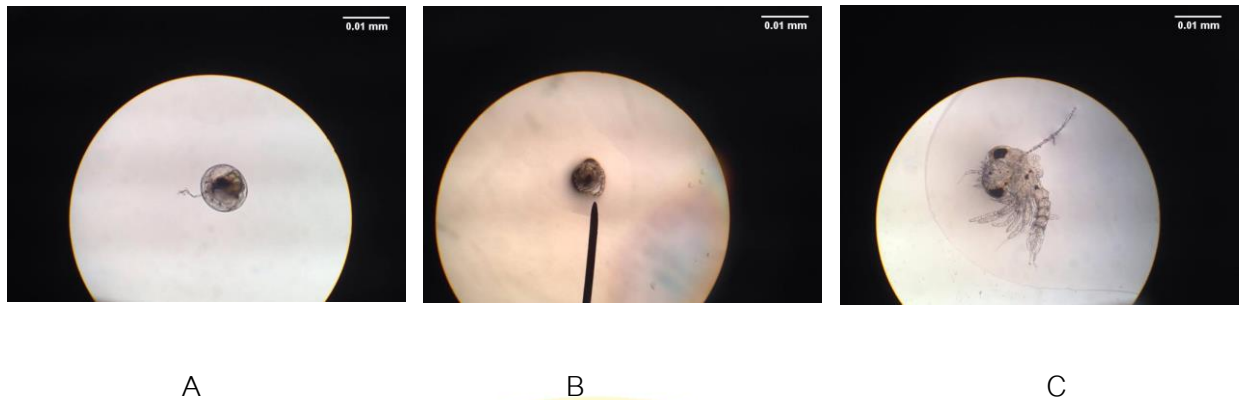


Figure 1 Embryo development of *C. affinis* (A) gastrula stage in 0-15 hours (B) embryo developed to zoea in 16-25 hours and (C) complete zoea in 26-40 hours

Table 2 Embryo development period of *C. affinis*

Development hours	Air exposure peroid		
	1 hour	3 hour	6 hour
0 – 5	Eyespot-Pigmentation	Eyespot-Pigmentation	-
6 – 10	Eyespot-Pigmentation	Heart-beating	-
11 -15	Heart-beating	Heart-beating	-
16 – 20	Heart-beating	Zoea	-
21 – 25	Zoea	Zoea	-
26 – 30	Zoea	Zoea	-
31 - 35	Zoea		-
36 – 40	Zoea		-

ปูหินก้ามฟ้า

ผลการฟักไข่ปูหินก้ามฟ้า แสดงผลดัง Table 3 แม่ปูหินก้ามฟ้าที่มีไข่ด้านนอกกระดองและมีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 6 ชั่วโมง เซลล์ไข่แตกทั้งหมดทำให้ไม่สามารถนับจำนวนไข่ได้ แม่ปูมีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการฟักของปูหินก้ามฟ้าที่แม่ปูมีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 1, 3 และ 6 ชั่วโมง คือ 84.00 ± 4.36 , 76.32 ± 5.64 และ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และชั่วโมงที่ 1 และ 3 มีความหนาแน่น $7,260 \pm 1,081$ และ $9,520 \pm 716$ ตัว/ลิตร โดยชั่วโมงที่ 1 และ 3 อัตราการฟักไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

Table 3 Hatching rate of *T. crenata*

Air exposure period	1 hour	3 hour	6 hour
Number of eggs (eggs/l)	8,200 ^a ±1,445	12,400 ^a ±377	0 ^b ±0
Number of first hatched crabs (crabs/l)	7,260 ^a ±1,081	9,520 ^a ±716	0 ^b ±0
Hatching rate percentage (%)	84.00 ^a ±4.36	76.32 ^a ±5.64	0.00 ^b ±0.00

*Different characters over mean on the same row indicated significant differences ($p < 0.05$).

ปูหินก้ามฟ้าที่นำมาทดลองเป็นแม่ปูที่มีไข่นอกกระดองสีดำทั้งหมด ศึกษาการพัฒนาคัพภะในช่วงเวลาที่ 0 – 16 ไข่นูอยู่ในระยะแกสตรูลา (Gastrula stage) จะมองเห็นเนื้อเยื่อใส ๆ อยู่รอบ ๆ สามารถมองเห็นจุดตา (Eye pigment) พัฒนาจนเห็นเม็ดสีมากขึ้น (Figure 2A) ในช่วงเวลาที่ 12-34 สามารถมองเห็นการเต้นของหัวใจชัดเจน และในช่วงเวลาที่ 30-44 ดังภาพที่ Figure 2B ตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะ ชูเอียเริ่มมองเห็นกวี เห็นสัดส่วนที่ชัดเจน เนื้อเยื่อและเม็ดสีเห็นชัดมากขึ้น ระยะเวลาเริ่มมีขนาดที่ยาวขึ้น สามารถเห็นข้อปล้องได้ชัดเจน (Figure 2C) ระยะเวลาการพัฒนาคัพภะของปูหินก้ามฟ้าแสดงดัง Table 4

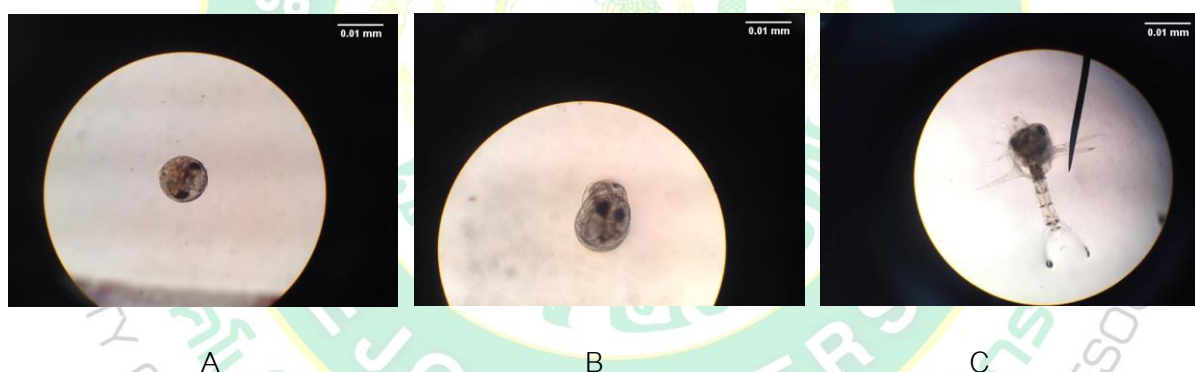


Figure 2 Embryo development of *T. crenata* (A) gastrula stage in 0-6 hours (B) embryo developed to zoea in 10-30 hours and (C) complete zoea in 31-35 hours

Table 4 Embryo development period of *T. crenata*

Development hours	Air exposure period		
	1 hour	3 hours	6 hours
0 – 5	Gastrula	Eyespot-Pigmentation	-
6 – 10	Eyespot-Pigmentation	Eyespot-Pigmentation	-
11 -15	Eyespot-Pigmentation	Heart-beating	-
16 – 20	Heart-beating	Heart-beating	-
21 – 25	Heart-beating	Zoea	-
26 – 30	Zoea	Zoea	-
31 – 35	Zoea		-

ปูใบก้ามม่วง

ผลการฟักไข่ปูใบก้ามม่วง (Table 5) เป็นแม่ปูที่มีไข่ดำนอกกระดองและมีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 6 ชั่วโมง เซลล์ไข่แตกทั้งหมดทำให้ไม่สามารถนับจำนวนไข่ได้ ไข่แม่ปูมีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 1, 3 และ 6 ชั่วโมง มีอัตราการฟักความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ยอัตราการฟักของปูใบก้ามม่วงที่แม่ปูมีระยะเวลาสัมผัสอากาศ 1, 3 และ 6 ชั่วโมง คือ 87.15 ± 5.04 , 70.39 ± 12.33 และ 0.00 ± 0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความหนาแน่นของไข่ปูใบก้ามม่วงชั่วโมงที่ 1 และ 3 เท่ากับ $7,780 \pm 2,264$ และ $7,080 \pm 1,194$ ตัวต่อลิตร โดยชั่วโมงที่ 1 และ 3 อัตราการฟักไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$)

Table 5 Hatching rate of *M. rumphii*

Air exposure period	1 hour	3 hour	6 hour
Number of eggs (eggs/l)	$10,000^a \pm 2,641$	$9,860^a \pm 4,485$	$0^b \pm 0$
Number of first hatched crabs (crabs/l)	$7,780^a \pm 2,264$	$7,080^a \pm 1,194$	$0^b \pm 0$
Hatching rate percentage (%)	$87.15^a \pm 5.04$	$70.39^a \pm 12.33$	$0.00^b \pm 0.00$

*Different characters over mean on the same row indicated significant differences ($p < 0.05$).

การศึกษากำหนดพัฒนาการของปูใบก้ามม่วงในชั่วโมงที่ 0 – 16 ไข่ปูอยู่ในระยะแกสตรูลา (Gastrula stage) จะมองเห็นเนื้อเยื่อใสๆอยู่รอบๆ สามารถมองเห็นจุดตา (Eye pigment) พัฒนาจนเห็นเม็ดสีมากขึ้น (Figure 3A) ในชั่วโมงที่ 12 - 34 สามารถมองเห็นการเต้นของหัวใจชัดเจน และในชั่วโมงที่ 30-44 (Figure 3B) ตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะซูเอีย (Zoea) เริ่มมองเห็นกิริ เห็นสัดส่วนที่ชัดเจน เนื้อเยื่อและเม็ดสีเห็นชัดมากขึ้น ระวังค์เริ่มมีขนาดที่ยาวขึ้น สามารถเห็นข้อปล้องได้ชัดเจน (Figure 3C) ระยะเวลาการพัฒนากำหนดพัฒนาการของปูใบก้ามม่วงแสดงดัง Table 6

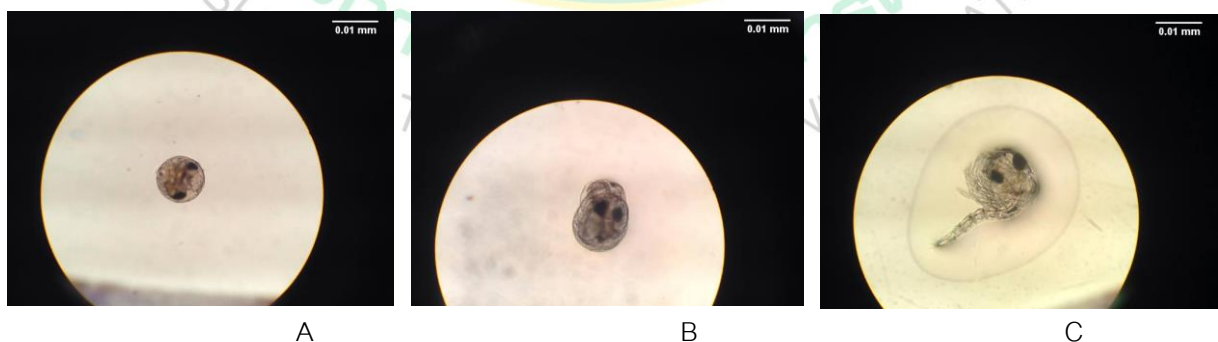


Figure 3 Embryo development of *M. rumphii* (A) gastrula stage in 0-16 hours (B) embryo developed to zoea in 20-35 hours and (C) complete zoea in 36-45 hours

Table 6 Embryo development period of *M. rumphii*

Development hours	Air exposure peroid		
	1 hour	3 hours	6 hours
0 – 5	Eyespot-Pigmentation	Eyespot-Pigmentation	-
6 – 10	Eyespot-Pigmentation	Eyespot-Pigmentation	-
11 -15	Heart-beating	Eyespot-Pigmentation	-
16 – 20	Heart-beating	Heart-beating	-
21 – 25	Heart-beating	Heart-beating	-
26 – 30	Heart-beating	Zoea	-
31 - 35	Zoea	Zoea	-
36 – 40	Zoea	Zoea	-
41 - 45	Zoea		-

วิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาที่แม่ปูสัมผัสอากาศส่งผลกระทบต่ออัตราการฟักของไข่และการพัฒนาของตัวอ่อนของปูกะตอย (*Charybdis affinis*), ปูหินก้ามฟ้า (*Thalamita crenata*) และปูใบก้ามม่วง (*Menippe rumphii*) ระยะเวลาที่แม่ปูหรือไข่ปูอยู่บนบกนานขึ้นทำให้อัตราการฟักลดลง แนวโน้มที่พบอย่างชัดเจนในการฟักไข่ปูทั้ง 3 ชนิดคือเมื่อไข่ปูสัมผัสอากาศ 6 ชั่วโมง เซลล์ไข่ปูแตก ไข่ปูทั้งหมดจะไม่สามารถฟักออกเป็นตัวได้ และระยะเวลาสัมผัสอากาศของแม่ปูที่นานขึ้นอัตราการฟักของไข่ปูจะลดลง การสัมผัสอากาศเป็นเวลานานอาจส่งผลให้ไข่ที่กำลังพัฒนาเป็นตัวอ่อนแห้ง ขาดออกซิเจน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงความเค็ม การสะสมแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้น ความเครียดจากการสัมผัสอากาศ หรือเกิดความเครียดจากการเผาผลาญพลังงานสะสมในกระบวนการเมตาบอลิซึม อาจเป็นปัจจัย ที่นำไปสู่การหยุดชะงักของการพัฒนาของตัวอ่อน (Dehnel, 1960; Newell, 1973; Bergmann, et al., 2001; Lu et al., 2020; Pati et al., 2023)

แม่ปูทั้ง 3 ชนิด ระยะเวลาสัมผัสอากาศ 1 และ 3 ชั่วโมง มีอัตราการฟักของไข่สูงกว่าแม่ปูที่ระยะเวลาสัมผัสอากาศ 6 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในขณะที่อัตราการฟักไข่ปูทั้ง 3 ชนิดของไข่ปูที่แม่ปูสัมผัสอากาศ 1 ชั่วโมง มีแนวโน้มอัตราการฟักสูงกว่าอัตราการฟักของไข่แม่ปูสัมผัสอากาศ 3 ชั่วโมง แต่เมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยปูใบก้ามม่วงมีอัตราการฟักไข่สูงสุดที่ 87.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปูหินก้ามฟ้ามีอัตราการฟักไข่สูงสุดที่ 84.00 เปอร์เซ็นต์ และปูกะตอยมีอัตราการฟักไข่สูงสุดที่ 66.67 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง อัตราการฟักไข่ที่ลดลงเมื่อสัมผัสกับอากาศมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าปูแต่ละชนิดอาจมีความทนทานต่อการขาดน้ำและการขาดออกซิเจนที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างในองค์ประกอบของเยื่อหุ้มไข่ ปริมาณไขมันสำรองหรือกลไกการกักเก็บน้ำ Dong et al. (2019) รายงานว่าการสัมผัสอากาศเป็นเวลานานส่งผลกระทบต่อตรงต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและอัตราการรอดของปู

การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการพัฒนาของไข่ที่สัมผัสอากาศ อัตราการฟักและการอยู่รอดของตัวอ่อนในสัตว์กลุ่มเดคาพอด แสดงให้เห็นว่าความเครียดจากปริมาณออกซิเจนที่จำกัด ความผันผวนของอุณหภูมิ และการขาดน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการพัฒนาและอัตราการฟักของไข่ (Fernandez *et al.*, 2003; Hamasaki *et al.*, 2003; Green *et al.*, 2014; Funch *et al.*, 2016) ในปูทะเล *Cancer setosus* มีรายงานความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการดูแลไข่ของแม่ปูกับการใช้ออกซิเจนของ ตัวอ่อน และการพัฒนาของตัวอ่อนระยะต่าง ๆ (Baeza and Fernandez, 2002) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานที่ผ่านการพัฒนาของตัวอ่อนต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเพาะฟัก โดยเฉพาะออกซิเจนและความชื้นอย่างต่อเนื่อง

จากผลการศึกษาพบว่าปูทั้งสามชนิด ระยะเวลาที่แม่ปูสัมผัสอากาศช่วงโม่งที่ 1 ถึงช่วงโม่งที่ 3 มีอัตราการฟักที่ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าปูทั้งสามชนิดที่เป็นสายพันธุ์สัตว์ทะเลชายฝั่งอาจมีการปรับตัวทางสรีรวิทยาให้มีความทนทานต่อการสัมผัสอากาศในระยะสั้นซึ่งเป็นกลยุทธ์อย่างหนึ่งที่สัตว์ทะเลชายฝั่งต้องพบและปรับตัวเพื่อความอยู่รอด (Cannicci *et al.*, 2011)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงข้อควรพิจารณาสำหรับการจัดการการประมงที่ยั่งยืน โดยเฉพาะการทำประมงด้วยอวนลอยซึ่งมักพบการจับปูลอยจับชนิดที่ไม่ใช่เป้าหมายหลักติดมาด้วย แนวทางปฏิบัติในปัจจุบันมักทิ้งปูลอยจับที่มีไข่ด้านนอกกระดองเหล่านี้ให้สัมผัสกับอากาศเป็นเวลานานภายหลังจากการปลดออกจากอวนลอย ซึ่งจะทำให้ศักยภาพในการสืบพันธุ์ของปูลดลงอย่างมาก การนำผลการศึกษาี้มาประยุกต์ใช้ เช่น ภายหลังจากการปลดปล่อยปูที่มีชีวิตต่าง ๆ ออกจากอวนลอย ถ้าพบว่ามีปูลอยจับที่มีไข่ด้านนอกกระดองควรลดเวลาในการจัดการให้เหลือน้อยที่สุดเพื่อปล่อยปูเหล่านี้กลับคืนสู่แหล่งน้ำ การดำเนินการดังกล่าวอาจช่วยเพิ่มความสำเร็จในการสืบพันธุ์ของปูลอยจับที่มีไข่ด้านนอกกระดองและส่งเสริมความยั่งยืนของประชากรปูลอยจับเหล่านั้น สร้างโอกาสที่ตัวอ่อนเหล่านั้นจะเป็นส่วนหนึ่งของสายใยอาหารในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของทะเลต่อไป

การศึกษาในอนาคตควรศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่ออัตราการฟักและอัตราการรอดของตัวอ่อนปูลอยจับ เช่น ความผันผวนของอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงของความเค็ม และการขาดออกซิเจน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ อาจส่งผลต่อการอยู่รอดของตัวอ่อนจากการสัมผัสกับอากาศ รวมทั้งการตรวจสอบการปรับตัวทางสรีรวิทยาเฉพาะสายพันธุ์ เช่น องค์ประกอบของไข่แดง กลไกการดูดซับน้ำ และอัตราการบริโภคออกซิเจน การศึกษาเหล่านี้จะช่วยให้อำนาจถึงความแตกต่างของความสามารถในการฟื้นตัวของปูสายพันธุ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การประเมินความสามารถในการมีชีวิตของตัวอ่อนหลังฟักออกจากไข่หลังจากสัมผัสกับอากาศในระยะเวลาต่างกันจะช่วยแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อประชากรปูในระยะยาวหรือไม่

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่สำคัญของระยะเวลาที่แม่ปูสัมผัสอากาศต่อความสำเร็จในการฟักไข่และการพัฒนาของตัวอ่อนของแม่ปูลอยจับที่มีไข่ด้านนอกกระดอง ควรทำการปล่อยปูลอยจับที่มีไข่ด้านนอกกระดองกลับสู่ทะเลภายใน 3 ชั่วโมง โอกาสรอดของตัวอ่อนจะเพิ่มขึ้น แต่หากสัมผัสอากาศ 6 ชั่วโมง ไข่ทั้งหมดจะตาย รวมถึงควรพิจารณาปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การจัดการประมง โดยการนำปล่อยแม่ปูลอยจับที่มีไข่ด้านนอกกระดองกลับคืนสู่แหล่งน้ำให้เร็วที่สุด เพื่อช่วยเพิ่มความยั่งยืนของประชากรปูเหล่านั้น

เอกสารอ้างอิง

- Baeza, J. A., and Fernández, M. 2002. Active brood care in *Cancer setosus* (Crustacea: Decapoda): the relationship between female behaviour, embryo oxygen consumption and the cost of brooding. *Functional Ecology*. 16(2): 241-251.
- Bergmann, M., Taylor, A. C., and Moore, P. G. 2001. Physiological stress in decapod crustaceans (*Munida rugosa* and *Liocarcinus depurator*) discarded in the Clyde Nephrops fishery. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 259(2): 215-229.
- Buatip, S., Rittiboon, K., Saengkaew, S., Thongroy, P., Jantararat, S., Yeesin, P., Chavavongsa, C., and Kanirae, D. 2020. Bycatch from bottom crab gillnet fishery in Pattani province. *Burapha Science Journal*. 26(1): 572-592. [in Thai]
- Cannicci, S., Simoni, R., and Giomi, F. 2011. Role of the embryo in crab terrestrialisation: an ontogenetic approach. *Marine Ecology Progress Series*. 430: 121-131.
- Crawley, M. J. 2012. *The R book*. John Wiley & Sons.
- Dehnell, P. A. 1960. Effect of temperature and salinity on the oxygen consumption of two intertidal crabs. *The Biological Bulletin*. 118(2): 215-249.
- Dong, Z., Mao, S., Chen, Y., Ge, H., Li, X., Wu, X., Liu, D., Zhang, K., Bai, C., and Zhang, Q. 2019. Effects of air-exposure stress on the survival rate and physiology of the swimming crab *Portunus trituberculatus*. *Aquaculture*. 500: 429-434.
- Escapa, M., Perillo, G. M., and Iribarne, O. 2008. Sediment dynamics modulated by burrowing crab activities in contrasting SW Atlantic intertidal habitats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 80(3): 365-373.
- FAO. 2024. *Fishery and Aquaculture Statistics–Yearbook 2021*. FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics.
- Fernandez, M., Brante, A., Baldanzi, S., Cothran, R. D., and Thiel, M. 2020. Costs and benefits of brooding among decapod crustaceans: The challenges of incubating in aquatic systems. *The Natural History of the Crustacea*. 6: 86-114.
- Fernandez, M., Ruiz-Tagle, N., Cifuentes, S., Pörtner, H. O., and Arntz, W. 2003. Oxygen-dependent asynchrony of embryonic development in embryo masses of brachyuran crabs. *Marine Biology*. 142: 559-565.
- Funch, P., Wang, T., Pertoldi, C., and Middelbo, A. B. 2016. Low oxygen levels slow embryonic development of *Limulus polyphemus*. *The Biological Bulletin*. 231(2): 113-119.
- Green, B. S., Gardner, C., Hochmuth, J., and Linnane, A. 2014. Environmental effects on fished lobsters and crabs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 24(2): 613-638.

- Hamasaki, K., Fukunaga, K., and Maruyama, K. 2003. Egg development and incubation period of the swimming crab *Portunus trituberculatus* (Decapoda: Portunidae) reared in the laboratory. *Crustacean Research*. 32: 45-54.
- Jackson, T. D., Torres, G., and Giménez, L. 2014. Survival and development of larvae of two decapod crustaceans under limited access to prey across a thermal range. *Journal of Plankton Research*. 36(6): 1476-1487.
- Li, S., Cui, B., Xie, T., Bai, J., Wang, Q., and Shi, W. 2018. What drives the distribution of crab burrows in different habitats of intertidal salt marshes, Yellow River Delta, China. *Ecological Indicators*. 92: 99-106.
- Lu, Y., Zhu, B., Zhang, D., and Li, Y. 2020. Air temperature and emersion time can affect the survival rate and ammonium loading of swimming crab *Portunus trituberculatus* exposed to air. *Journal of Ocean University of China*. 19: 643-652.
- Newell, R. C. 1973. Factors affecting the respiration of intertidal invertebrates. *American zoologist*. 13(2): 513-528.
- Rungsee, P., and Jaiphet, C. 2022. The research survey on blue swimming crab banks in Thailand during 2015 to 2021: a social science synthesis dimension. *Journal of Humanities and Social Sciences Songkhla Rajabhat University*. 4(2): 113-138. [in Thai]
- Pati, S. G., Paital, B., Panda, F., Jena, S., and Sahoo, D. K. 2023. Impacts of habitat quality on the physiology, ecology, and economical value of mud crab *Scylla* sp.: a comprehensive review. *Water*. 15(11): 2029.
- 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. [in Thai]
- Whiteley, N. M., and Taylor, E. W. 2015. Responses to environmental stresses: oxygen, temperature, and pH. *The Natural History of Crustacea*. 4: 320-358.
- Xie, T., Wang, A., Li, S., Cui, B., Bai, J., and Shao, D. 2022. Crab contributions as an ecosystem engineer to sediment turnover in the Yellow River Delta. *Frontiers in Marine Science*. 9: 1019176.

ปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นของผู้บริโภคและการประเมินความเป็นไปได้ทางธุรกิจ ของผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้วในจังหวัดเชียงใหม่

Factors Influencing Consumer Perceptions and Business Feasibility Assessment

Bio-Calcium Jelly derived from Siamese glassfish in Chiangmai Province

ภูมิรัตน์ คงภักดี¹ ธีระพล เสน่ห์² สุดาพร ตงศิริ¹ และดารชาต์ เทียมเมือง^{1*}

Phummirat Kongpakdee¹, Theeraphol Senphan² Sudaporn Tongsiri¹ and Daracha Thiammueang^{1*}

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

¹Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University

²สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

²Program in Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University

Corresponding author: e-mail: daracha@mju.ac.th

Received: April 22, 2025

Revised: June 5, 2025

Accepted: June 10, 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้ว โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน ของอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ รวมทั้งการประเมินความเป็นไปได้ทางธุรกิจจากการคำนวณต้นทุนและประเมินผลตอบแทนในการผลิตจากการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่เคยซื้อผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียม (ร้อยละ 73.0) แต่กลุ่มตัวอย่างนี้มากกว่าร้อยละ 50 มีความสนใจที่จะทดลองผลิตภัณฑ์ และมีเพียงร้อยละ 27.0 เท่านั้นที่เคยซื้อรับประทานและนิยมซื้อผ่านตลาดออนไลน์ (ร้อยละ 38.5) ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือลักษณะยาแคปซูล (ร้อยละ 62.9) เหตุผลที่เลือกซื้อเพราะอยากทดลองผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ 77.7) เมื่อสอบถามปัจจัยด้านต่าง ๆ ภายใต้กรอบแนวคิดส่วนผสมทางการตลาดหากมีผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้วในรูปแบบเจลลี่พร้อมบริโภค พบว่าไม่มีปัจจัยส่วนบุคคลใด ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา แต่พบว่ารายได้มีผลต่อการเลือกรูปแบบช่องทางจัดจำหน่ายหรือสถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และอาชีพมีผลต่อความคิดเห็นหรือตอบสนองต่อการส่งเสริมการตลาด ($P < 0.05$) ด้านการศึกษาต้นทุนในการผลิตพบว่าการผลิตผงไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้วมีต้นทุนการผลิตทั้งหมด 3,231 บาทต่อน้ำหนัก 100 กรัม ส่วนต้นทุนการผลิตเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้ว เท่ากับ 22.44 บาทต่อซอง (10 กรัม) โดยประมาณราคาขายที่เหมาะสมคือ 30 บาทต่อซอง จะสามารถสร้างกำไรสุทธิต่อการอบการผลิตได้ 1,088.58 บาท โดยมีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย (ARR) เท่ากับร้อยละ 33.70

คำสำคัญ: ความคิดเห็นผู้บริโภค, ไบโอแคลเซียม, เจลลี่, ปลาแบนแก้ว, ส่วนผสมทางการตลาด

Abstract

This research aimed to examine the factors influencing consumer perceptions toward bio-calcium fortified jelly made from Siamese glassfish and to evaluate its business feasibility. The study involved a sample of 100 respondents residing in San Sai District, Chiang Mai Province. Data were collected through questionnaires and analyzed using statistical methods. The results indicated that 73.0% of respondents had never purchased bio-calcium products, yet nearly half of this group expressed willingness to try them. Among those who had purchased such products (27.0%), online platforms were the most common purchasing channel (38.5%), and capsules were the most preferred form (62.9%). The primary reason for trying the products was curiosity and the desire to experiment (77.7%). Analysis using the marketing mix framework revealed that personal demographic factors had no statistically significant relationship with perceptions of product attributes or price. However, income significantly influenced preferences regarding distribution channels ($P < 0.01$), and occupation significantly affected responses to promotional activities ($P < 0.05$). In assessing production costs, the cost of producing bio-calcium powder from Siamese glassfish was 3,231 THB per 100 grams. The cost of producing one 10-gram sachet of bio-calcium jelly was 22.44 THB. At a proposed retail price of 30 THB per sachet, the product could yield a net profit of 1,088.58 THB per production cycle, with an average rate of return (ARR) of 33.70%.

Keywords: Consumer perceptions, Bio-calcium, Jelly, Siamese glassfish, Marketing mix

บทนำ

ในปัจจุบัน พฤติกรรมการรับประทานอาหารของประชากรในประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน โดยผู้บริโภคมีแนวโน้มที่จะเลือกบริโภคอาหารที่สะดวก รวดเร็วและพร้อมรับประทาน เช่น อาหารจานด่วน ขนมขบเคี้ยว อาหารสำเร็จรูป และอาหารแช่แข็งมากขึ้น อาจส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรังเพิ่มขึ้น เช่น โรคอ้วน เบาหวาน และความดันโลหิตสูง (Hermawati *et al.*, 2025) อย่างไรก็ตาม กลุ่มผู้บริโภคบางส่วนให้ความสนใจในอาหารฟังก์ชัน (Functional foods) มากขึ้น เนื่องจากอาหารเหล่านี้ประกอบด้วยส่วนผสมที่มีคุณสมบัติทางชีวภาพ เช่น วิตามิน โปรไบโอติก โยอาหาร และสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงในการเกิดโรค อีกทั้งยังสามารถช่วยส่งเสริมสุขภาพโดยรวมได้ (Huang *et al.*, 2019) เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภคและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมอาหารฟังก์ชันจึงเร่งพัฒนานวัตกรรมและเติบโตอย่างรวดเร็ว มีการเปิดตัวผลิตภัณฑ์ใหม่อย่างต่อเนื่อง (Çelik *et al.*, 2025) รวมถึงในอุตสาหกรรมขนมหวานที่มีผลิตภัณฑ์หลากหลาย โดยเฉพาะเจลลี่ ซึ่งเป็นหนึ่งในสินค้าที่ได้รับความนิยมสูง เนื่องจากมีรสชาติและสีสันทันตึงน่านรับประทาน อีกทั้งยังมีหลากหลายรสชาติอีกด้วย (Plotnikova *et al.*, 2022) ผลิตภัณฑ์เจลลี่เป็นขนมหวานที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม ยืดหยุ่น และมีรสชาติหวานหอม ได้จากการผสมส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น น้ำตาลหรือสารให้ความหวาน สารก่อเจลอย่างเจลาตินหรือเพกติน และสารปรุงแต่งรสชาติ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะตัว

ทำให้เป็นที่นิยมในผู้บริโภคทุกวัย (Tiwari *et al.*, 2024) นอกจากรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดึงดูดใจแล้วการพัฒนาเจลลี่ให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น เช่น การเสริมแร่ธาตุ วิตามิน หรือสารสกัดจากพืช เป็นต้น

การเสริมแคลเซียมในผลิตภัณฑ์เจลลี่เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ โดย Benjakul *et al.* (2024) รายงานว่าผลึกแคลเซียมในกระดูกปลาเป็นแคลเซียมที่ประกอบไปด้วยเปปไทด์ที่มีชีวปริมาณออกฤทธิ์ (Bioavailability) ได้สูงกว่าแคลเซียมบริสุทธิ์ โดยเปปไทด์ดังกล่าวได้รับความสนใจอย่างมากทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและชีวการแพทย์ (Wang *et al.*, 2025) จึงมีการนำกระดูกปลาแบนแก้ว (Siamese glassfish) ที่เป็นปลาน้ำจืดขนาดเล็กที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งมีโปรตีนสูง ไขมันต่ำ อีกทั้งยังมีแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง (Huang *et al.*, 2007) แต่ด้วยปลาแบนแก้วจะมีเนื้อน้อยและราคาถูกต่ำสามารถนำมาแปรรูป โดยการนำกระดูกปลาแบนแก้วมาผลิตเป็นผงไบโอแคลเซียมที่มีลักษณะเป็นผงสีขาวครีม ไม่มีกลิ่น ไม่มีความคาว และมีชีวปริมาณออกฤทธิ์ได้ดีกว่าแคลเซียมคาร์บอเนต (Sriket *et al.*, 2023) เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้ว จัดเป็นการเพิ่มมูลค่าและคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์

ปัจจุบัน การรับรู้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างความเชื่อมั่นและความน่าเชื่อถือของสินค้า ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อทัศนคติของผู้บริโภคและความตั้งใจซื้อสินค้า โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีนวัตกรรมใหม่อย่างไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้ว ซึ่งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคไม่คุ้นเคยมากนัก การศึกษาถึงความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อสินค้านี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาต้นทุนในการผลิตเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียม เพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินความเป็นไปได้ทางธุรกิจเบื้องต้น โดยเลือกศึกษาจากผู้บริโภคในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ที่เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจของภาคเหนือ มีอัตราการเติบโตของตลาดสินค้าและบริการที่สูงขึ้น และในอำเภอสันทราย จัดเป็นพื้นที่ที่อยู่ในช่วงขยายตัวทั้งด้านประชากร ด้านสังคม รวมถึงเศรษฐกิจที่มีความหลากหลายทั้งภาคเกษตร ธุรกิจรายย่อยด้วยเช่นกัน (Tantra and Pharcharuen, 2025) ทั้งนี้ผลการศึกษานำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์ทางธุรกิจให้ตรงกับความต้องการของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการดำเนินงาน/การวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา กลุ่มตัวอย่าง และเครื่องมือวิจัย

กำหนดพื้นที่วิจัย: อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มสำรวจและเก็บข้อมูล ตั้งแต่ 1 มีนาคม 2567 ถึง พฤษภาคม 2567

กลุ่มตัวอย่าง : จำนวน 100 คน ซึ่งกำหนดจำนวนจากตารางสำเร็จรูปของ Taro Yamane ที่ระดับความคลาดเคลื่อน $\pm 10\%$ ขนาดประชากรมากกว่า 100,000 คน (Yamane, 1967) ทำการสุ่มแบบไม่เป็นความน่าจะเป็น (Non-probability sampling) และเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience sampling) โดยเลือกจากกลุ่มที่เข้าถึงได้ง่าย ได้แก่ ผู้บริโภคบริเวณตลาดชุมชน ห้างสรรพสินค้า และสถานศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ : เก็บข้อมูลเป็นชุดตอบแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย 1) ปัจจัยส่วนบุคคล 2) พฤติกรรมในการบริโภคไบโอแคสเซียมทั่วไป และ 3) ความคิดเห็นในการบริโภคผลิตภัณฑ์เจลลี่ไบโอแคสเซียมจากปลาแป้นแก้วโดยนำแบบสอบถามที่ได้เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน แล้วนำมาวิเคราะห์ความสอดคล้องด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (Kongsat and Thammawong, 2008)

ส่วนที่ 2 การประเมินต้นทุนและผลตอบแทน

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลจากแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ค่าร้อยละ (Percentage), ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และทดสอบปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ, การศึกษา, อาชีพ, รายได้, สถานภาพ ที่มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคสเซียมจากปลาแป้นแก้วภายใต้กรอบความคิดส่วนผสมทางการตลาด 4 ด้าน (4P) ที่ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ (Product), ราคา (Price), สถานที่ (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion) ด้วยการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square)

ส่วนที่ 2 การประเมินต้นทุนในการผลิต แบ่งเป็นส่วนของต้นทุนคงที่ (Fixed cost) ได้แก่ ด้วยค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต และอัตราค่าบริการยืมเครื่องมือต่อรายชั่วโมง และต้นทุนผันแปร (Variable cost) ได้แก่ ค่าใช้จ่ายวัตถุดิบต่าง ๆ ในแต่ละรอบการผลิตและคำนวณอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย (Average Rate of Return; ARR) เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน โดยเปรียบเทียบผลกำไรเฉลี่ยที่ได้รับกับค่าใช้จ่ายลงทุนเฉลี่ยต่อรอบการผลิต

ผลการดำเนินงานวิจัย

1. ทักษะของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไบโอแคสเซียมและเจลลี่เสริมไบโอแคสเซียมจากปลาแป้นแก้ว

1.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภค

ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภค พบว่า เป็นหญิงร้อยละ 55.0 เพศชายร้อยละ 45.0 ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 20-30 ปี (ร้อยละ 71.0) กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นนักเรียน /นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 36.0 รองลงมาได้แก่ พนักงานบริษัท (ร้อยละ 31.0) ระหว่างการศึกษาในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 36.0) ด้านรายได้ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้สูงสุดอยู่ที่ 10,001 – 15,000 บาท (ร้อยละ 30.0) (ตารางที่ 1)

Table 1. Personal Information of Consumers of Bio-Calcium Products from Siamese glassfish

n = 100

Personal factor	(%)
Gender	
Female	55.0
male	45.0
Age	
Under 20 years	12.0
20–30 years	71.0
31-40 years	4.0
41-50 years	13.0
Educational Level	
Primary School	1.0
Secondary School / Vocational Certificate	13.0
Diploma / High Vocational Certificate	6.0
Currently studying for bachelor's degree	36.0
Bachelor's Degree	34.0
Higher than Bachelor's Degree	10.0
Occupation	
Student	36.0
Company Employee	31.0
Government Officer / State Enterprise Employee	4.0
Government Contract Worker	6.0
General Laborer	9.0
Business Owner / Trader	12.0
Average Monthly Household Income	
Less than 10,000 baht	23.0
10,001 – 15,000 baht	30.0
15,001 – 20,000 baht	21.0
More than 20,001 baht	26.0
Marital Status	
Single	14.0
Married	86.0

1.2 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียมทั่วไป

ผลการศึกษาพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 73.0) ไม่เคยซื้อผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียม ขณะที่ร้อยละ 27.0 เคยซื้อมาก่อนนี้ โดยช่องทางที่ซื้อบ่อยๆ มากที่สุด คือ ร้านขายยาเพื่อสุขภาพและความงาม (ร้อยละ 30.8 จากผู้บริโภคที่ซื้อ) รองลงมาได้แก่ ซื้อจากตัวแทนจำหน่าย (ร้อยละ 18.5) และช่องทางอื่น ๆ (ร้อยละ 12.20) เช่น ร้านค้าออนไลน์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมสูงสุดคือ ยาแคลเซียม/เม็ด (ร้อยละ 62.90) รองลงมาคือ ผงขงดื่ม (ร้อยละ 31.0) กัมมีเจลลี่ (ร้อยละ 29.6) และเบเกอรี่ (ร้อยละ 14.8) ซึ่งได้รับความนิยมน้อยที่สุด ช่วงเวลาที่นิยมซื้อมากที่สุดคือช่วงค่ำ (17.01-21.00 น.) ร้อยละ 29.0 ค่าใช้จ่ายต่อครั้ง ส่วนใหญ่อยู่ที่ 300-400 บาท (ร้อยละ 61.0) รองลงมาคือต่ำกว่า 200 บาท (ร้อยละ 32.0) และมากกว่า 400 บาท มีเพียง ร้อยละ 3.5 เท่านั้น ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสูงสุดคือ การตัดสินใจจากตนเอง (ร้อยละ 55.3) รองลงมาคือ ครอบครัว (ร้อยละ 25.9) และเพื่อน (ร้อยละ 11.4) เหตุผลที่เลือกซื้อสูงสุดคือ อยากทดลอง (ร้อยละ 77.7) รองลงมาคือ คุณค่าทางโภชนาการสูง (ร้อยละ 66.9) มาตรฐานรับรองคุณภาพ (ร้อยละ 22.2) และราคาจับต้องได้ (ร้อยละ 18.5) แนวโน้มการบริโภคในอนาคตนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความไม่แน่ใจว่าจะบริโภคต่อหรือไม่ (ร้อยละ 56.0) ขณะที่ร้อยละ 41.0 นั้นตั้งใจจะบริโภค และร้อยละ 3.0 ไม่บริโภค และเหตุผลหลักที่ไม่เลือกบริโภคคือ ไม่ทราบแหล่งซื้อ (ร้อยละ 48.0) ไม่ทราบวิธีรับประทาน (ร้อยละ 45.0) กังวลเรื่องกลิ่นคาว (ร้อยละ 29.0) ความสะอาดและความปลอดภัย (ร้อยละ 22.0) และไม่รับประทานเนื้อปลา (ร้อยละ 3.0)

Table 2 Purchasing behavior on bio-calcium derived from fish Products

Question	Consumer behavior	(%)
1	Have you ever purchased bio-calcium products?	(n=100)
	Yes (skip to No.4)	27.0
	No (continue to No.2)	73.0
2	If you have never consumed bio-calcium products, is there a likelihood that you will consume them in the future?	(n=73)
	Will consume (skip to next session)	41.0
	Not sure (continue to No.2)	56.0
	Do not consume (continue to No.2)	3.0
3	Reason for not consuming bio-calcium products derived from fish (Select all that apply)	(n=59)
	Do not consume fish	3.0
	Perceive bio-calcium products derived from fish as unappetizing	19.0
	The image of the bio-calcium product derived from fish may have a fishy odor	29.0
	Uncertain about its cleanliness and safety from microbial contamination	22.0
	Unaware of where to purchase bio-calcium products from Siamese glassfish	48.0
	Uncertain about the proper way to consume bio-calcium products	45.0

Table 2 Continue.

Question	Consumer behavior	(%)
4	Where do you most frequently purchase bio-calcium products?	(n=27)
	Health and beauty product stores	30.80
	Direct sales	18.50
	Online dietary supplement markets	38.5
5	What type of bio-calcium products do you prefer to purchase the most?	(n=27)
	Capsule/tablet supplements	62.9
	Powdered products	14.8
	Jelly candy supplements	29.6
	Beverage products	31.0
6	How often do you purchase bio-calcium products per month?	(n=27)
	No more than once	74.1
	2-3 times (about once per week)	22.2
	4-5 times	3.7
7	Time periods for purchasing bio-calcium products	(n=27)
	Morning (before 11:00 a.m.)	29.6
	Noon (11:01 a.m. – 1:00 p.m.)	29.6
	Afternoon (1:01 p.m. – 5:00 p.m.)	25.9
	Evening (5:01 p.m. – 9:00 p.m.)	29.9
	Late night (after 9:01 p.m.)	14.8
8	Average expenditure per purchase of bio-calcium products	(n=27)
	Less than 200 baht	32.0
	Approximately 300 – 400 baht	61.0
	Approximately 401 – 500 baht	3.5
	More than 500 baht	3.5
9	Influencing person the decision to purchase bio-calcium products	(n=27)
	Oneself	55.3
	Family	25.9
	Friends	11.4
	Others	7.4

Table 2 Continue.

Question	Consumer behavior	(%)
10	Reasons for Purchasing Bio-Calcium Products (Multiple answers allowed)	(n=27)
	Interest in trying the product	77.7
	The bio-calcium product is highly nutritious and rich in calcium	62.9
	Bio-calcium powder is fine, cream-white, and odorless	3.7
	Clean, attractive packaging with clear labeling	14.8
	Affordable price	18.5
	Easy and convenient to purchase	3.7
	The bio-calcium product comes in a convenient, portable size	7.4
	Consumed as a tonic or specialized dietary supplement	2.9
	Recommendations from friends, relatives, or close acquaintances	7.4
	Recommendations from pharmacy staff or health product retailers	11.1
	Certified with quality assurance marks	22.2

1.3 ปัจจัยส่วนบุคคลต่อความคิดเห็นของผู้บริโภคเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแป้นแก้ว

เมื่อสอบถามถึงพฤติกรรมในการบริโภคผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียมของกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคแล้วนั้น จึงได้สอบถามถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ หากมีผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียมจากปลาแป้นแก้วในรูปแบบเจลลี่พร้อมบริโภค เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสู่เชิงพาณิชย์ ผลการทดสอบปัจจัยส่วนบุคคลของผู้บริโภค พบว่า ในภาพรวมนั้น ไม่มีปัจจัยส่วนบุคคลใด ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นด้านผลิตภัณฑ์ด้านราคา แต่พบว่า รายได้มีผลต่อการเลือกรูปแบบช่องทางจัดจำหน่ายหรือสถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และอาชีพมีผลต่อความคิดเห็นหรือตอบสนองต่อการส่งเสริมการตลาด ($P < 0.05$)

หากพิจารณารายละเอียดแต่ละด้านจะพบว่า สถานภาพมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นในเรื่องควรมีการกำหนดราคาเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแป้นแก้วเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ที่เสริมแคลเซียมชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า พบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา และรายได้มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นในเรื่องควรมีผู้ผลิตผงไบโอแคลเซียมจากปลาแป้นแก้วจำหน่ายหลายรายในท้องตลาดอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (Table 3)

Table 3 Personal factors influencing consumer attitudes toward bio-calcium jelly derived from Siamese glassfish

Questions	Chi-square					
	Gender	Age	Educational Level	Occupation	Income	Marital status
Product						
Overall	0.13	0.71	0.89	0.29	0.81	0.93
1) Bio-calcium jelly has nutritional value, such as calcium.	0.19	0.59	0.22	0.56	0.75	0.92
2) Bio-calcium powder from Siamese glassfish is fine, cream-colored, and odorless	0.17	0.14	0.33	0.60	0.67	0.44
3) Bio-calcium powder from Siamese glassfish can be consumed as a dietary supplement	0.27	0.92	0.20	0.83	0.61	0.93
4) There are other calcium supplement brands that can be used as a substitutes	0.97	0.42	0.59	0.79	0.89	0.81
5) Consuming bio-calcium jelly can replace calcium from other products, such as cow's milk	0.31	0.41	0.69	0.17	0.60	0.12
Price						
Overall	0.20	0.29	0.68	0.49	0.63	0.45
1) The price of bio-calcium powder derived from Siamese glassfish is more expensive than calcium products generally available in the market.	0.39	0.48	0.32	0.46	0.97	0.84
2) The price of bio-calcium jelly is higher than other calcium supplements.	0.27	0.21	0.53	0.47	0.78	0.38
3) The price of bio-calcium jelly should be similar to other types of calcium supplements.	0.80	0.83	0.63	0.83	0.16	0.00**

Table 3 Continue.

Questions	Chi-square					
	Gender	Age	Educational Level	Occupation	Income	Marital status
Place						
Overall	0.44	0.19	0.12	0.35	0.01**	0.88
1) Bio-calcium jelly should be widely available for purchase in the general marketplace	0.85	0.21	0.50	0.71	0.10	0.68
2) There are several manufacturers of bio-calcium powder from Siamese glassfish available in the market.	0.05*	0.04*	0.04*	0.10	0.05*	0.64
Promotion						
Overall	0.42	0.91	0.16	0.05*	0.35	0.36
1) Advertising and promotional activities are conducted by the retail stores.	0.19	0.59	0.22	0.92	0.56	0.75
2) This product is available for sale at booths in various events.	0.17	0.14	0.33	0.60	0.67	0.44
3) Staff are available to offer guidance regarding the product.	0.27	0.92	0.20	0.83	0.61	0.93

* Statistically significant difference at the 95% confidence level

** Statistically significant difference at the 99% confidence level

2. การประเมินความเป็นไปได้ทางธุรกิจของผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้ว

เพื่อแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการผลิตเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้วในเชิงพาณิชย์ จึงได้คำนวณต้นทุนในการผลิตด้วยเช่นกัน ซึ่งแบ่งออกเป็นการผลิตผงไบโอแคลเซียม และการผลิตเจลลี่ ทั้งนี้ พบว่า การผลิตผงไบโอแคลเซียมต่อการผลิต 100 กรัม คือ 3,231 บาท โดยแบ่งเป็น ต้นทุนคงที่ ได้แก่ หม้อ ปีกเกอร์แก้ว เครื่องชั่งดิจิตอล เครื่องกวนสารแบบใบพัด ตู้อบลมร้อน และเครื่องบดแบบลูกบอล โดยคิดเป็นต้นทุนคงที่ร้อยละ 9.85 และ ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ปลาแบนแก้วสด สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เอทานอล และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) โดยคิดเป็นต้นทุนผันแปรที่ร้อยละ 90.15 ของต้นทุนทั้งหมด

ต้นทุนเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลากังปลาแบนแก้ว ต้นทุนทั้งหมดต่อการผลิต 1 ขง (10 กรัม) เท่ากับ 22.44 บาท ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่ ได้แก่ หม้อ เครื่องชั่งดิจิตอล แม่พิมพ์สี่เหลี่ยม และกาดม้ไฟฟ้า โดยคิดเป็นต้นทุนคงที่ร้อยละ 3.52 และต้นทุนผันแปร ได้แก่ ผงไบโอแคลเซียม น้ำมะม่วง น้ำตาลหล่อฮั้งก้วย เจลาตินปลา ฤงอูมิเนียมฟอยล์ฝาเกลียว และฤงอูมิเนียมฟรอยด์ โดยคิดเป็นต้นทุนผันแปรที่ร้อยละ 96.48 ของต้นทุนทั้งหมด (Table 4 และ Figure 1)

หากมีการวางจำหน่ายในอนาคตสามารถกำหนดราคาขายที่ช่องละ 35 บาทขึ้นไปได้ เนื่องจากเปรียบเทียบกับราคาขายที่สูงกว่าในท้องตลาดของเจลลี่เสริมแคลเซียม ซึ่งโดยทั่วไปจะมีราคาอยู่ระหว่าง 35-80 บาท ต่อซอง ทั้งนี้เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแป้นแก้วยังเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่จึงไม่มีขายตามท้องตลาด ผลิตภัณฑ์ยังไม่เป็นที่รู้จักในกลุ่มผู้บริโภค โอกาสทางการตลาดจะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เสริมแคลเซียมที่มีอยู่เดิม หากกำหนดราคาขายที่กำหนด 30 บาท จึงถือว่าคุ้มค่าในการลงทุน โดยแต่ละรอบผลิตได้ 12 แพ็ค แบ่งบรรจุในซอง ซองละ 10 กรัม จะได้เจลลี่ 144 ซอง ซึ่งมีรายได้จากการขายทั้งหมดที่ 4,320 บาท มีกำไรสุทธิต่อรอบการผลิตเท่ากับ 1,088.58 บาท ทั้งนี้อัตราผลตอบแทนเฉลี่ย (ARR) เท่ากับร้อยละ 33.70

Table 4 Production cost of bio-calcium powder and Jelly from Siamese glassfish

Bio-calcium Powder			Bio-Calcium Jelly		
Items	Cost (Baht)	%	Items	Cost (Baht)	%
Fixed cost	318.32	9.85	Fixed cost	19.28	3.52
- Containers	5.82	0.18	- Pot	4.16	0.76
- Digital scale	12.50	0.39	- Digital scale	12.50	2.28
- Propeller-type stirrer	100.00	3.09	- Rectangular mold	0.63	0.12
- Hot air oven	120.00	3.71	- Electric kettle	1.99	0.36
- Ball mill	80.00	2.48			
Variable cost	2,913.10	90.15	Variable cost	528.00	96.48
- Siamese glassfish	20.00	0.62	- Biocalcium powder	20.00	3.65
- NaOH	400.00	12.37	- Mango juice	76.00	3.89
- Ethanol	727.60	22.52	- Monk fruit sweetener	155.00	28.32
- H ₂ O ₂	1,765.50	54.64	- Fish gelatin	29.00	5.30
			- Aluminum foil pouch	248.00	45.32
Total cost	3,231.42	100.00	Total cost	547.28	100.00
Total cost/10 g.	32.13		Total cost/ 10 g.	5.47	

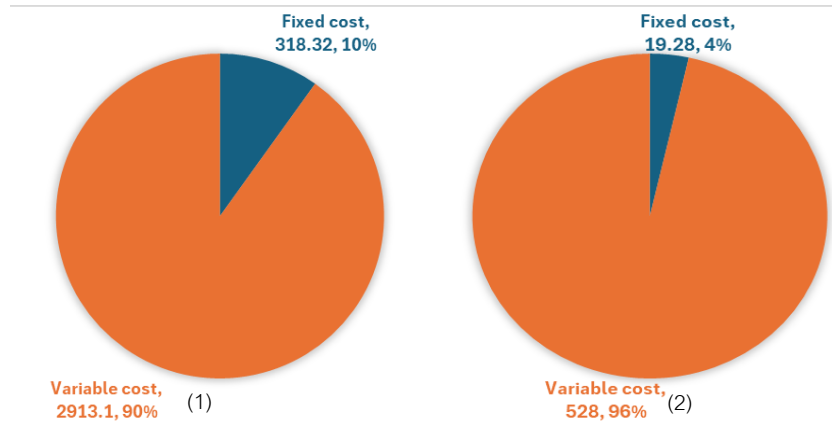


Figure 1. Production cost of (1) Bio-calcium Powder (1) and (2) Bio- calcium Jelly

วิจารณ์ผลการศึกษา

1. ทศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียมและเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแป้นแก้ว

จากกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงและเพศชายในอัตราส่วนที่ไม่ต่างกันมากนัก (55:45) มีอายุระหว่าง 20-30 ปี ส่วนใหญ่เป็นนักเรียน /นักศึกษา (ร้อยละ 36.0) จึงอยู่ระหว่างการศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 36.0) รองลงมา คือ เป็นกลุ่มพนักงานบริษัท (ร้อยละ 31.0) ซึ่งนับเป็นกลุ่มลูกค้าเป้าหมายของเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมที่ได้ตั้งเป้าไว้ เพราะเป็นกลุ่มที่เริ่มมีอิสรภาพทางการเงิน มีแนวโน้มที่จะใช้จ่ายกับสินค้าและบริการที่ตอบโจทย์รูปแบบการใช้ชีวิตของตน และบางส่วนเริ่มหันมาใส่ใจสุขภาพ โดยเฉพาะเรื่องโภชนาการจากอาหาร และต้องการตัวช่วยที่สะดวกและมีประโยชน์ อีกทั้งเป็นกลุ่มคนรุ่นใหม่ที่ชอบลองของใหม่ และสนใจนวัตกรรมและภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (Schiffman *et al.*, 2019; Madichie, 2009) การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียมทั่วไปพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังไม่เคยซื้อผลิตภัณฑ์นี้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มพนักงานบริษัท (ร้อยละ 68.1) และมีรายได้ต่อเดือนอยู่ที่ 20,000 บาทขึ้นไป (ร้อยละ 27.8) อาจเป็นเพราะผู้บริโภคกลุ่มนี้มีทัศนคติในการรับประทานอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพียงพออยู่แล้ว หรือพิจารณาว่าสินค้าเสริมแคลเซียมเป็นการตลาดที่ยังไม่จำเป็นต่อสุขภาพหากไม่มีอาการผิดปกติ ซึ่งกลุ่มเป้าหมายหลัก ๆ ของอาหารเสริมแคลเซียมส่วนใหญ่มักจะเป็นกลุ่มที่มีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อ กลุ่มหญิงตั้งครรภ์และให้นมบุตร (Rodtaen, 2016) สำหรับกลุ่มที่เคยซื้อนั้นส่วนใหญ่จะซื้อผ่านช่องทางออนไลน์ และมักจะเลือกประเภทแคปซูลหรือเม็ดมากที่สุด โดยตัดสินใจซื้อส่วนใหญ่เกิดจากความต้องการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะแคลเซียม และการรับรองมาตรฐานคุณภาพจากผู้ผลิต ส่วนปัจจัยอื่น ๆ เช่น การมีบรรจุภัณฑ์ที่สะอาดและสวยงาม หรือการแนะนำจากบุคคลในครอบครัว ก็มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tahmasebi *et al.* (2022) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจบริโภค โดยผู้บริโภคเป็นผู้เลือกซื้อหลัก ปัจจัยด้านบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะสีและรูปทรงมีบทบาทสำคัญทั้งในเชิงการตลาดและการสร้างแบรนด์ เนื่องจากส่งผลต่อความรู้สึก การจดจำ และความสนใจของผู้บริโภค นอกจากนี้ การศึกษาพบว่าแคปซูลเจลลาตินแข็งเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมมากที่สุด

สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อ อย่างไรก็ตาม ยังมีบางส่วนของผู้บริโภคที่ไม่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ไบโอแคลเซียม เนื่องจากขาดข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่จำหน่ายหรือวิธีการใช้ที่เหมาะสม รวมถึงความกังวลเกี่ยวกับกลิ่นของผลิตภัณฑ์หรือความไม่มั่นใจในความสะอาดและความปลอดภัย การให้ข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับประโยชน์ วิธีการใช้ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นการตัดสินใจซื้อและสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภค

จากการศึกษาความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้วต่อส่วนผสมทางการตลาด เพื่อนำผลที่ได้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสู่เชิงพาณิชย์ เนื่องจากผู้วิจัยสังเกตเห็นว่า เจลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่ได้รับความนิยม ตอบโจทย์วิถีชีวิตที่เร่งรีบ สะดวก สามารถช่วยคุณหวัดได้ดี และมีรสชาติที่อร่อย ให้พลังงานสูง แต่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ จึงมีการพัฒนาเป็นอาหารฟังก์ชัน โดยเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามิน และแร่ธาตุ โดยเฉพาะแคลเซียม พบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา และสถานภาพของผู้บริโภค ไม่มีผลต่อความคิดเห็นด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา และด้านการส่งเสริมการตลาด ในภาพรวมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการมีแรงจูงใจด้านสุขภาพแต่ละบุคคลจะได้รับอิทธิพลจากการรับรู้มากกว่าปัจจัยส่วนบุคคล (Becker, 1974) ในขณะที่รายได้ที่แตกต่างกันมีพฤติกรรมในการเลือกช่องทางการซื้อที่แตกต่างกัน (Andrews *et al.*, 2015) เนื่องจากกลุ่มรายได้ที่สูงกว่ามีแนวโน้มที่จะเลือกซื้อที่ร้านเฉพาะทางหรือร้านออนไลน์ที่น่าเชื่อถือ แต่สำหรับกลุ่มที่มีรายได้ต่ำกว่ามักจะเลือกความสะดวก หรือช่องทางที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม อีกทั้งยังพบว่า อาชีพมีผลต่อความคิดเห็นด้านการส่งเสริมการตลาดอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เนื่องจากอาชีพที่แตกต่างกันส่งผลต่อพฤติกรรม รูปแบบการใช้ชีวิต รวมทั้งแรงจูงใจในการบริโภคที่แตกต่างกัน ในรายละเอียดแต่ละปัจจัยยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีสถานภาพสมรสที่ต่างกันมีความคิดเห็นเรื่องราคาราคาของเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้วควรสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ที่เสริมแคลเซียมประเภทอื่น อาจเป็นเพราะผู้บริโภคที่สมรสมีครอบครัวแล้วจะพิจารณาหรือมองหาทางเลือกเพื่อความเหมาะสมกับครัวเรือนของตนมากกว่าบุคคลที่โสด ในขณะที่ปัจจัยด้านช่องทางการขาย โดยเฉพาะในแง่ควรมีผู้ผลิตงไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้วจำหน่ายหลายรายในท้องตลาดนั้นได้รับอิทธิพลจากเพศ อายุ ระดับการศึกษา และรายได้ ซึ่งสะท้อนถึงการรับรู้ของผู้บริโภคต่อความหลากหลายของผู้ผลิตในตลาด แสดงให้เห็นว่าปัจจัยส่วนบุคคลมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ ผู้บริโภคที่มีการศึกษาสูง โดยเฉพาะกลุ่มวัยหนุ่มสาว มีความตระหนักถึงประโยชน์ด้านสุขภาพของผลิตภัณฑ์และมีแนวโน้มเลือกซื้อสูงกว่า ขณะที่ผู้หญิงมีความสนใจและตัดสินใจซื้อ มากกว่าผู้ชาย (Jadhav *et al.*, 2023)

2. การประเมินความเป็นไปได้ทางธุรกิจของผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแบนแก้ว

จากการศึกษาต้นทุนการผลิตไบโอแคลเซียมจากก้างปลาแบนแก้วมีต้นทุนสูง เนื่องจากต้องใช้วัตถุดิบและเครื่องมือเฉพาะทาง อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์นี้มีศักยภาพสูงในด้านสุขภาพ อาจต้องมีการวางกลยุทธ์ด้านการตลาดและลดต้นทุนการผลิตเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดที่ยังไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์นี้ ในขณะทำการผลิตเจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากก้างปลาแบนแก้วมีต้นทุนต่ำกว่า โดยมีต้นทุนรวม 22.44 บาทต่อซอง ซึ่งต้นทุนผันแปรคิดเป็นร้อยละ 96.48 และต้นทุนคงที่คิดเป็นร้อยละ 3.52 ดังนั้น การกำหนดราคาขายที่ 30 บาทต่อซองช่วยให้สามารถสร้างกำไรสุทธิ 1,088.58 บาทต่อรอบการผลิต โดยมีอัตราผลตอบแทนเฉลี่ย (ARR)

สูงถึงร้อยละ 33.70 ถือว่าเป็นผลตอบแทนที่คุ้มค่า แม้ว่าผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจะยังใหม่ในตลาด แต่ด้วยราคาที่สามารถแข่งขันได้เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เสริมแคลเซียมทั่วไป และอัตรากำไรที่ดี จึงมีโอกาในการขยายตลาดได้ หากมีการทำตลาดที่เหมาะสม

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษา สรุปแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียมจากปลาแป้นแก้ว และสร้างกลยุทธ์ทางการตลาดเพื่อเจาะกลุ่มเป้าหมายทั้งเพศชายและหญิง ที่อายุระหว่าง 20 -30 ปี เพราะเป็นกลุ่มที่มีแนวโน้มใช้จ่ายกับสินค้าที่ตอบโจทย์สุขภาพและไลฟ์สไตล์ อีกทั้งยังเปิดรับนวัตกรรมใหม่ จึงควรเน้นที่การสร้างแรงจูงใจในการบริโภค ช่องทางการรับรู้ข้อมูล ความสะดวกในการบริโภค รูปแบบที่ทันสมัย และเสริมข้อมูลทางโภชนาการที่ชัดเจนบนบรรจุภัณฑ์ เพื่อสร้างการรับรู้ถึงคุณค่าเชิงสุขภาพ รวมทั้งการตลาดที่เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ตรงจุดผ่านช่องทางดิจิทัล การใช้ผู้มีอิทธิพลทางความคิด (influencers) และการให้ทดลองผลิตภัณฑ์ควบคู่กับการเน้นจุดเด่นด้านคุณภาพที่เสริมในขนมหวานประเภทเจลลี่ ช่วยให้บริการง่ายขึ้น ด้านความปลอดภัย และความแตกต่างของแคลเซียมจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นการตัดสินใจซื้อและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ในตลาดอาหารเสริมสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ และหากพิจารณาในมุมมองของผู้ผลิตควรเน้นที่กระบวนการผลิต กระบวนการผลิตที่สามารถปรับปรุงและลดต้นทุนได้ จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างยั่งยืนและสร้างโอกาสในการขยายตลาดในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

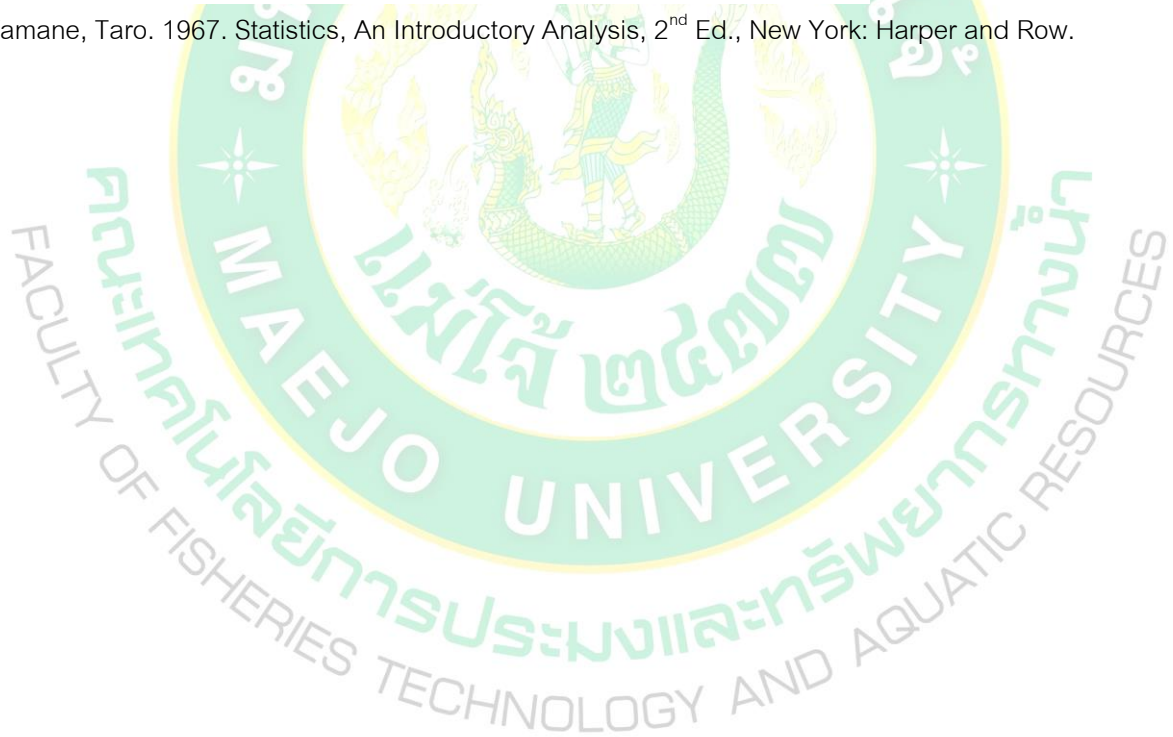
งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากสำนักบริหารและพัฒนาวิชาการทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา “ทุนศิษย์ก้นกุฏิ” ประจำปีการศึกษา 2564 ตลอดจนขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้อนุเคราะห์อุปกรณ์เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการสำหรับการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Andrews, M., Luo, X., Fang, Z., and Ghose, A. 2016. Mobile ad effectiveness: Hyper-contextual targeting with crowdedness. *Marketing Science*. 35(2): 218-233.
- Benjakul, S., Pomtong, S., Chedosama, A., Saetang, J., Sookchoo, P., and Nilsuwan, K. 2024. Chemical compositions and characteristics of biocalcium from pre-cooked tuna bone as influenced by sodium chloride pretreatment and defatting by Asian Seabass Lipase. *Foods*. 13(8): 1261. (<https://doi.org/10.3390/foods13081261>)
- Becker, M. H. 1974. The health belief model and sick role behavior. *Health Education Monographs*. 2(4): 409-419.

- Çelik, H., and Gül, A. 2025. Factors shaping functional food purchase and consumption intention: insights from the Eastern Mediterranean region of Türkiye. *European Journal of Ecology, Biology and Agriculture*. 2(1): 62-81.
- Hermawati, L., Irawati, N. B. U., Zulfa, H. A., and Diana, W. A. 2025. The role of balanced nutrition knowledge in influencing nutritional status and health risks: A literature review. *International Journal of Medicine and Public Health*. 2(1): 1-14.
- Huang HsiuWen, H. H., Chong ChinChin, C. C., Lai HongThih, L. H., Huang JanJeng, H. J., Ferng, S., and Shiao Chyuan-Yuan, S.C. Y. 2007. Characteristics of biochemical composition of glass fish, *Taiwanese Journal of Agricultural Chemistry and Food Science*. 45(1): 1–7.
- Huang, L., Bai, L., Zhang, X., and Gong, S. 2019. Re-understanding the antecedents of functional foods purchase: Mediating effect of purchase attitude and moderating effect of food neophobia. *Food Quality and Preference*. 73: 266-275.
- Jadhav, H. B., Sablani, S., Gogate, P., Annapure, U., Casanova, F., Nayik, G. A. and Mousavi Khaneghah, A. 2023. Factors governing consumers buying behavior concerning nutraceutical product. *Food Science & Nutrition*. 11(9): 4988-5003.
- Kongsat, S. and Thammawong, T. 2008. Validity assessment of the questionnaire. <https://www.mcu.ac.th/article/detail/14329>. [in Thai]
- Madichie, N. O. 2009. Consumer behavior: buying, having, and being. *Management Decision*. 47(5): 845-848.
- Plotnikova, I. V., Magomedov, G. O., Zharkova, I. M., Miroshnichenko, E. M., and Plotnikov, V. E. 2022. Jelly formulated with different carbohydrate profiles: Quality evaluation. *Foods and Raw Materials*. 10(2): 262-273. (<https://doi.org/10.21603/2308-4057-2022-2-535>.)
- Rodtaen, N. 2016. Business plan on calcium dietary supplement from fish scale. Graduate Independent Study. Mahidol University. [in Thai].
- Schiffman, L. G. and Wisenblit, J. L. 2019. *Consumer Behavior*. Pearson Education.
- Sriket, C., Niwet, J., Pui, L. P., Yarnpakdee, S., and Senphan, T. 2023. Effects of different processes on characteristics and properties of bio-calcium from hybrid catfish (*Pangasianodon gigas* × *Pangasianodon hypophthalmus*). *International Journal of Food Science & Technology*. 58(4): 2161-2169.
- Tahmasebi, N., Vatanpour, H., Peiravian, F., Rabinataj, S. F., and Taheri, S. 2022. Effects of visual aspects on consumer preferences in the health supplement market by eye-tracking: effect of color and shape in health supplement preferences, eye tracking method. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 18(4): 345-354.

- Tantra, T., and Pharcharuen, W. 2025. The analysis of factors supporting the grassroots economy towards strength, stability, and sustainability: a case study of Nong Han subdistrict, San Sai district, Chiang Mai province, to enhance the quality of life of the people. *Ratanabuth Journal*. 7(1): 362-374. [in Thai].
- Tiwari, D., and Rastogi, M. 2024. Gummy jellies: properties and advancements. *International Journal of Plant Biotechnology*. 12(3): 21-34.
- Tropolaksorn, P. 2020. Study on costs and returns of giant freshwater prawn culture and giant freshwater prawn with Pacific white Shrimp Culture in Suphanburi Province. Technical Paper. Satun Fisheries Provincial Office Department of Fisheries. [in Thai]
- Wang, S., Wang, X., Luo, Y., and Liang, Y. 2025. A comprehensive review of conventional and stimuli-responsive delivery systems for bioactive peptides: from food to biomedical applications. *Advanced Composites and Hybrid Materials*. 8(1): 12.
- Yamane, Taro. 1967. *Statistics, An Introductory Analysis*, 2nd Ed., New York: Harper and Row.





ประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ

อนุสนธิประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ลงวันที่ ๒๖ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ ได้แต่งตั้ง
คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ ไปแล้ว นั้น

เพื่อให้การตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการสำหรับตีพิมพ์ลงในวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง
เป็นไปด้วยความเรียบร้อย จึงให้ยกเลิกประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ลงวันที่ ๒๖ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ และ
แต่งตั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพื่ออ่านผลงานทางวิชาการ ดังนี้

๑. ศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน
๒. ศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ
๓. ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ
๔. ศาสตราจารย์ ดร.สุทธวัฒน์ เบญจกุล
๕. ศาสตราจารย์ ดร.สายสมร ล้ายอง
๖. ศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร
๗. ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง
๘. รองศาสตราจารย์ ดร.กฤติมา กษมาวุฒิ
๙. รองศาสตราจารย์ ดร.คเชนทร์ เฉลิมวัฒน์
๑๐. รองศาสตราจารย์ ดร.ครุฑ ศรีกุลนาถ
๑๑. รองศาสตราจารย์ ดร.จำเนียร บุญมาก
๑๒. รองศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.จกมล พรหมยะ
๑๓. รองศาสตราจารย์ ดร.ชนกันต์ จิตมนัส
๑๔. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย ไชนงนุช
๑๕. รองศาสตราจารย์ ดร.ชยากร ภูมาศ
๑๖. รองศาสตราจารย์ ดร.ชลี ไพบุลย์กิจกุล
๑๗. รองศาสตราจารย์ ดร.ชโลบล วงศ์สวัสดิ์
๑๘. รองศาสตราจารย์ ดร.ดุจฤดี ปานพรหมมินทร์
๑๙. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงพร อมรเลิศพิศาล
๒๐. รองศาสตราจารย์ ดร.ธำรงค์ อมรสกุล
๒๑. รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร สุทธิ
๒๒. รองศาสตราจารย์ ดร.นิสรา กิจเจริญ
๒๓. รองศาสตราจารย์ ดร.พรศิลป์ ผลพันธ์ทิน
๒๔. รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ ปะนาเส
๒๕. รองศาสตราจารย์ ดร.มารีสา จาตุพรพิพัฒน์
๒๖. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มั่นทะจิตร

๒๗. รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา แดงปรก
๒๘. รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ หวังเจริญ
๒๙. รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรียา ภูรีวิโรจน์กุล
๓๐. รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.วันชัย วรวัฒน์เมธีกุล
๓๑. รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจมาศ ไพบุลย์กิจกุล
๓๒. รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ยวงสร้อย
๓๓. รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี
๓๔. รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชัย ชูโชติ
๓๕. รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภมิตร เมฆฉาย
๓๖. รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ดุลจินดาชาบพร
๓๗. รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนา สาวกุล
๓๘. รองศาสตราจารย์ ดร.แสงทอง พงษ์เจริญกิจ
๓๙. รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.สุรัชย์ พิกุลแก้ว
๔๐. รองศาสตราจารย์ ดร.อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์
๔๑. รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สุวรรณรักษ์
๔๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา พุทะ
๔๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์
๔๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงไกร สีตะพันธ์
๔๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรทิพย์ กันนิการ์
๔๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร โรจน์ทินกร
๔๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชิตชล ผลารักษ์
๔๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยัง รุจจนเวท
๔๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช่อทิพา สกุตสิงหาโรจน์
๕๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญยุทธ สุดทองคง
๕๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารชาติ เทียมเมือง
๕๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชพงศ์ ชูศรี
๕๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ ช้วนยุก
๕๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพรัตน์ มะแห
๕๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญรัตน์ ประทุมชาติ
๕๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธี แก้วเนิน
๕๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พาชวิญ ทองรักษ์
๕๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุดิยา รัตนศิริวัฒน์
๕๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพเยาว์ คบพิมาย
๖๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธพงษ์ สังข์น้อย
๖๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.รัชต์ ชัดติยะ
๖๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งกานต์ กล้าหาญ
๖๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิกิจ ผินรับ
๖๔. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์ หวังวรลักษณ์

- ๖๕. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภลักษณ์ เกตุตากแดด
- ๖๖. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ เจ๊ะโละ๊ะ
- ๖๗. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ตงศิริ
- ๖๘. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์
- ๖๙. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สงรักษ์
- ๗๐. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมลักษณ์ สมพงษ์
- ๗๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานุภาพ วรรณคนาพล
- ๗๒. ดร.ตรีสินธุ์ โพธารส
- ๗๓. ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์
- ๗๔. ดร.ธีญาภรณ์ แก้วทวี
- ๗๕. ดร.พุทธ ส่องแสงจินดา
- ๗๖. ดร.พรพิมล เชื้อดวงมุข

ประกาศ ณ วันที่ ๒๔ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๘



(รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพล ทองมา)
อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้

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 Assoc. Prof. Dr. Chanagun Chitmanat Maejo University

Editorial Board:



Prof. Dr. Tuanthong Jutagate	Ubonratchatani University
Assoc. Prof. Dr. Bundit Yungsoi	Khon Kaen University
Assoc. Prof. Dr. Samnao Saowakoon	Rajamangala University of Technology Isan
Assoc. Prof. Dr. Pongsak Luadee	Prince of Songkla University
Assoc. Prof. Dr. Niwooti Wangchai	Maejo University
Asst. Prof. Dr. Chayakorn Pumas	Chiang Mai University
Asst. Prof. Dr. Naraid Suanyuk	Prince of Songkla University
Asst. Prof. Dr. Sansanee Wangvoralak	Kasetsart University

Editorial Secretary: Asst. Prof. Dr. Sudapron Tongsirir 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 E-mail: jfishtech.mju@gmail.com

Website: <https://fishtechbase.mju.ac.th/FishtechJournal/main/index.php>



วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง

JOURNAL OF FISHERIES TECHNOLOGY RESEARCH

ปีที่ 19 เล่มที่ 1 (Volume 19 Number 1)

มกราคม - มิถุนายน 2568 (January - June 2025)

สารบัญวารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2568

สารบัญ

บรรณาธิการ

บทความวิจัย

	หน้า
การถ่ายทอดเทคโนโลยีประมงน้ำจืดรูปแบบการเลี้ยงร่วมกับปลาในชุมชนต้นแบบเศรษฐกิจพอเพียง	1
มพล ไทยใส ศิริภาวี่ เจริญวัฒนศักดิ์ ศิริพร โกลา พรเทพ เนียมพิทักษ์ สมหวัง ฤกษ์นุกต ธนากร เขียวจำ ชนะชัย ฤกษ์ทรงเมือง ประหยัด สืบเมืองซ้าย ประภาพรณ ชันชัย และบัณฑิต ยวงสร้อย	
ผลของการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในโคพีพอด (<i>Apocyclops royi</i>) ด้วยแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็มต่อการอนุบาลปลากะพงขาว (<i>Lates calcarifer</i>) วัยอ่อน	16
ชมพูนุก ชัยรัตนะ และณัฐพล เมฆแดง	
ชีววิทยาการสืบพันธุ์บางประการของไรแดงสยามจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ	30
ธนบดี ปิ่นศิริ ชัยพิพัฒน์ ลำสัน อธิภัทร บุญมี และจามรี เครือหงษ์	
ผลกระทบของระยะเวลาสัมผัสอากาศต่ออัตราการฟักไข่และการพัฒนาตัวอ่อนของปูพลอยจับจากการประมงอวนลอย	42
ชลี ไพบุลย์กิจกุล พนิดา สุพรหม และเบ็ญจมาศ ไพบุลย์กิจกุล	
ปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นของผู้บริโภคและการประเมินความเป็นไปได้ทางธุรกิจของผลิตภัณฑ์เจลลี่เสริมไบโอแคลเซียม จากปลาแป้นแก้วในจังหวัดเชียงใหม่	53
ภูมรินทร์ คงภักดี ธีระพล แสนพันธุ์ สุดาพร ตงศิริ และดารชาต์ เทียมเมือง	