

ประเมินผลของขนาดแม่กุ้งและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำต่ออัตราการไข่ทิ้ง
ของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี (*Panulirus ornatus*) และอิทธิพลของแสงและช่วงเวลาการให้อาหาร
ต่อลูกกุ้งระยะ Phyllosoma

Effects of Female Size and Changes in Water Quality on Egg Abandonment
in Ornate Spiny Lobster (*Panulirus ornatus*), and Influence of Light
and Feeding Timing on Phyllosoma Larval

รุ่งทิwa คนสันทัด* และวาสนา อากรรรัตน์

Rungtiwa Konsantad* and Wasana Arkronrat

สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจวบคีรีขันธ์ 77000

Klongwan Fisheries Research Station, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Prachuap Khiri Khan, Thailand 77000

*Corresponding author: ffisrik@ku.ac.th

*ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0005-2112-0954>

Abstract

Received: March 25, 2025

Revised: December 22, 2025

Accepted: January 12, 2026

The cultivation of ornate spiny lobster (*Panulirus ornatus*) faced several challenges, including egg abandonment (EA) by females in hatcheries and unexplained mortality of early-stage larvae, which affect hatchery efficiency. This study aimed to evaluate the effects of female size and water quality changes during rearing that could influence EA behavior in the hatchery, and to examine the influence of light and feeding timing on primary phyllosoma larvae. The experiment was divided into two parts: (1) an initial study to identify trends in the effects of size (carapace length, CL and body weight, BW) and water quality on the daily EA rate of female broodstock (n=5), and (2) a factorial design (2×4 factors) to assess the joint influence of light (two lighting conditions) and live-food feeding intervals (four time periods) on feeding rate and mortality of primary phyllosoma (n=3). Results showed that EA rates varied among females kept at mean salinity of 30.67 ± 1.15 ppt, with CL of 124–148 mm and BW of 1,967–2,740 g ($P < 0.05$). The mean daily EA ranged from 1.89 ± 0.25 to 8.25 ± 4.38 g/day, and brood-size did not correlate with EA rate. Total ammonia changes during rearing were positively associated with EA rate ($r = 0.90$, $P = 0.032$), whereas changes in water quality in terms of physical (temperature) and chemical (dissolved oxygen concentration, pH, nitrite concentration, and alkalinity) properties showed no significant associations. In addition, we found that feeding period affected the eating habits of phyllosoma larva, whereby feeding from 12:00–06.00 p.m. resulted in greater consumption ($P < 0.05$). On the other hand, light condition had no effect on feeding habit and mortality rates of phyllosoma for rearing under

natural light and dark conditions ($P>0.05$). This study indicates that maintaining ammonia levels in water to prevent impacts on EA and aligning feeding times with the phyllosoma's optimal feeding period can enhance breeding and rearing efficiency of this lobster.

Keywords: egg abandonment, lobster breeding, ovigerous female lobster, phyllosoma nursing

บทคัดย่อ

การเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรเจ็ดสี (*Panulirus ornatus*) เผชิญกับความท้าทายหลายประการ รวมถึงปัญหาการเลี้ยงไข่ทั้งของแม่กุ้งในโรงเพาะฟักและการตายของลูกกุ้งระยะแรกฟักโดยไม่ทราบสาเหตุ ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยง งานวิจัยนี้ประเมินผลของขนาดแม่กุ้งและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่อาจมีผลต่อพฤติกรรมเลี้ยงไข่ รวมถึงอิทธิพลของแสงและช่วงเวลาต่อการเลี้ยงลูกกุ้งระยะ primary phyllosoma การทดลองครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ (1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นถึงผลของขนาดตัว (ความยาวเปลือกคลุมหัว และน้ำหนักตัว) และคุณภาพน้ำต่ออัตราการเลี้ยงไข่ทั้งของแม่กุ้ง ($n=5$) และ (2) ทดลองแบบแฟกทอเรียล (2×4 factors) เพื่อประเมินอิทธิพลร่วมของแสง (2 สภาวะ) และช่วงเวลาการให้อาหารมีชีวิต (4 ช่วงเวลา) ต่ออัตราการกินอาหารและการตายของลูกกุ้งระยะ primary phyllosoma ($n=3$) ผลการศึกษาพบว่า ที่ความเค็มเฉลี่ย 30.67 ± 1.15 ส่วนในพันส่วน อัตราการเลี้ยงไข่ทั้งของแม่กุ้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ระหว่างแม่กุ้งที่มีขนาดเปลือกคลุมหัว 124–148 มม. และน้ำหนัก 1,967–2,740 กรัม โดยอัตราการเลี้ยงไข่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.89 ± 0.25 – 8.25 ± 4.38 กรัม/วัน ซึ่งขนาดแม่กุ้งไม่มีผลต่ออัตราการเลี้ยงไข่ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างการเลี้ยงมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการเลี้ยงไข่ ($r=0.90$, $P=0.032$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางกายภาพ (อุณหภูมิ) และทางเคมี (ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนโตรเจน และความเป็นด่าง) ไม่มีความสัมพันธ์ต่ออัตรา

การเลี้ยงไข่ นอกจากนี้ ช่วงเวลามีผลต่อการกินอาหารของลูกกุ้ง โดยกินอาหารในช่วงเวลา 12.00–18.00 น. มากกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ($P<0.05$) ด้านอิทธิพลของแสงพบว่าที่สภาวะแสงปกติกับที่สภาวะแสงปิดคลุมตลอดเวลาไม่มีผลต่ออัตราการกินอาหารและอัตราการตายของลูกกุ้งระยะ primary phyllosoma ($P>0.05$) การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า การควบคุมแอมโมเนียในน้ำให้อยู่ในระดับไม่กระทบต่ออัตราการเลี้ยงไข่ทั้ง และปรับเวลาให้อาหารให้ตรงกับช่วงกินของ phyllosoma ที่เหมาะสมที่สุด สามารถนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะพันธุ์และอนุบาลกุ้งมังกรเจ็ดสีได้

คำสำคัญ: การเลี้ยงไข่ทั้ง การเพาะพันธุ์กุ้งมังกร
แม่กุ้งมังกรไข่ติดหน้าท้อง การอนุบาลลูกกุ้ง
มังกร

บทนำ

กุ้งมังกรเจ็ดสี (*Panulirus ornatus*) เป็นครัสเตเชียนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในวงการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากมีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงและเป็นที่ต้องการของตลาด ด้วยรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์และเนื้อที่มีคุณภาพสูง กุ้งมังกรชนิดนี้จึงได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะประเทศในแถบเอเชียแปซิฟิก รวมถึงประเทศไทย (Petersen *et al.*, 2020; Chamnina *et al.*, 2021; Nankervis and Jones, 2022) ซึ่งการสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรเจ็ดสีมีความสำคัญและควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพราะสามารถช่วยให้อุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งมังกรเติบโต

ได้อย่างยั่งยืน และเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Utama *et al.*, 2021; Nankervis and Jones, 2022)

สำหรับประเทศไทยความท้าทายในการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรยังคงมีอุปสรรคที่ต้องได้รับการแก้ไขหลายประการ ได้แก่ การขาดแคลนทรัพยากรพ่อแม่พันธุ์และลูกพันธุ์ เทคนิคการอนุบาลลูกกุ้ง การพัฒนาระบบและรูปแบบการเลี้ยง และการศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเลี้ยง (Chamnina *et al.*, 2021; Oniam *et al.*, 2021; Arkronrat *et al.*, 2024) ซึ่งปัจจุบันงานวิจัยเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรในประเทศไทยมีอยู่ไม่มากนัก เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการ (Arkronrat *et al.*, 2024) อย่างไรก็ตาม การนำไปสู่ความสำเร็จของการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำในกลุ่มครัสเตเชียนนั้น ปัญหาหลักที่พบระหว่างดำเนินการ คือ การเชื้อไขทิ้งของแม่พันธุ์ขณะอยู่ในโรงเพาะฟัก โดยเฉพาะมักเกิดกับแม่พันธุ์ที่มีไข่ติดหน้าท้อง เช่น ปู กุ้งมังกร (Quackenbush, 1994; Kittaka *et al.*, 2005; Kaewmak *et al.*, 2020) โดย Quackenbush (1994) รายงานว่า ระหว่างการเพาะฟักกุ้งมังกร *Panulirus* spp. ร้อยละ 40–70 ของจำนวนไข่ทั้งหมดอาจสูญเสียไป ซึ่งอาจบ่งชี้ถึงการสภาวะการเชื้อไขทิ้งของแม่กุ้งได้ โดยปัจจัยแวดล้อมน่าจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเชื้อไขทิ้งมากกว่าปัจจัยอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมการเชื้อไขทิ้งของแม่กุ้งมังกรจะเป็นไปตามสมมติฐานที่เหมือนกับสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชียนอื่น ๆ ตามที่มีรายงานมาก่อนหน้านี้หรือไม่ (Quackenbush, 1994; Kittaka *et al.*, 2005; Kaewmak *et al.*, 2020) เป็นสิ่งที่ควรศึกษานอกจากนี้ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยแวดล้อม โดยเฉพาะแสงที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการกินอาหาร และการอยู่รอดของลูกสัตว์น้ำในกลุ่มนี้ ก็มีความสำคัญในระดับต้น ๆ ต่อการเตรียมการหรือวางแผนการเลี้ยงให้เหมาะสม เนื่องจากวัยอ่อนของลูกสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชียนส่วนใหญ่มีความไวต่อแสง และแสงมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตและอัตราการรอดตายของลูกสัตว์น้ำเหล่านี้โดยตรง

(Limsuwan *et al.*, 2009; Srithong *et al.*, 2016) ซึ่งแนวทางการจัดการแม่พันธุ์และลูกพันธุ์สัตว์น้ำที่มีประสิทธิภาพ มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะฟัก อัตราการรอดของลูกสัตว์น้ำ (Boyd *et al.*, 2020) ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของขนาดแม่กุ้งและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำต่ออัตราการเชื้อไขทิ้งของแม่กุ้ง และอิทธิพลของแสงและช่วงเวลาการให้อาหารต่อการเลี้ยงลูกกุ้งระยะ phyllosoma เพื่อสร้างองค์ความรู้ที่นำไปสู่การบริหารจัดการแม่กุ้งมังกรที่มีไข่ติดหน้าท้อง รวมถึงการเตรียมการอนุบาลลูกกุ้งมังกรระยะแรกฟักได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยลดการสูญเสียของไข่ แต่ยังช่วยเพิ่มผลผลิตของลูกกุ้งมังกรระยะแรกฟักอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้แบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ 1) การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาแนวโน้มด้านอิทธิพลของขนาดแม่กุ้งและคุณภาพน้ำต่ออัตราการเชื้อไขทิ้งของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี (*P. ornatus*) โดยออกแบบการศึกษาแบบ Single-Subject Design (SSD) จากตัวอย่างแม่กุ้ง 5 ตัว (n=5) และ 2) วางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล (2×4 factors) เพื่อศึกษาผลของอิทธิพลร่วมระหว่างแสง (2 สภาวะแสง) และช่วงเวลาการให้อาหารมีชีวิต (4 ช่วงเวลา) ต่ออัตราการกินอาหารและการตายของลูกกุ้งระยะแรกฟัก (primary phyllosoma) (n=3)

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ขนส่งแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี (*P. ornatus*) ที่มีไข่ติดหน้าท้อง (ovigerous females) (Figure 1) ที่รวบรวมได้โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งมังกรในกระชังนอกชายฝั่ง ตำบลวิจิต อำเภอมะนังภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต ทางรถยนต์โดยใส่ถังพลาสติกพร้อมให้อาหาร เพื่อนำมาศึกษาที่โรงเพาะฟักของสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ในเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม พ.ศ. 2567 เมื่อถึงสถานที่วิจัยลดโอกาสการติดเชื้อจากแม่กุ้งสู่ระบบโรงเพาะโดยการแช่แม่กุ้งในฟอร์มาลิน 100 ส่วนในล้านส่วน (ppm) นาน 10 นาที จากนั้นย้ายไปแช่ในออกซิเตตราไซคลิน 50 ส่วนในล้านส่วน นาน 1 ชั่วโมง ก่อนปล่อยลงบ่อพัก (Sawaddee *et al.*, 2021) เพื่อเตรียมการศึกษาต่อไป

การพิจารณาระยะพัฒนาการของไข่ติดหน้าท้อง

แม่กุ้งมังกรพิจารณาตามวิธีของ Oniam *et al.* (2021) โดยตัวอ่อนที่แบ่งเซลล์อยู่ภายในเปลือกไข่ สีของไข่จะค่อย ๆ เปลี่ยนจากสีส้มสว่าง (bright orange) ซึ่งเป็นไข่ระยะแรกเป็นสีส้ม (orange) สีส้มเข้ม (dark orange) สีส้มปนน้ำตาล (orange brown) และสีน้ำตาล (dark brown) ตามลำดับ ซึ่งไข่ติดหน้าท้องระยะสีน้ำตาลเป็นระยะเป้าหมายของการนำมาศึกษา

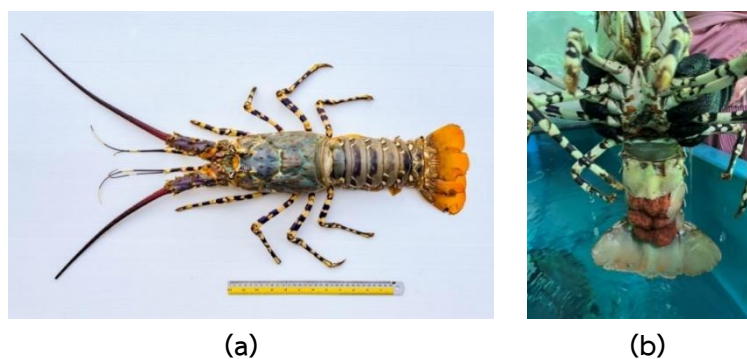


Figure 1 Ornate spiny lobster, *Panulirus ornatus* (a) and characteristic of eggs attached to pleopods on the abdomen of ovigerous female (b)

วิธีดำเนินการวิจัย

การประเมินผลของขนาดแม่กุ้งและคุณภาพน้ำต่ออัตราการไข่ไข่ของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี

สุ่มแม่กุ้งที่มีไข่ติดหน้าท้องระยะปลายสีน้ำตาลจำนวน 5 ตัว ($n=5$) มาเลี้ยงภายใต้ระบบโรงเพาะฟักที่มีการดูแลรักษาสุขภาพ และสภาพปัจจัยแวดล้อมของการเลี้ยงเพื่อการวิจัยตามหลักสวัสดิภาพสัตว์ (animal welfare) ตามหลักสากล (Johnston and Jungalwalla, 2000) วัดขนาดความยาวเปลือกคลุมหัว (carapace length) ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์หน่วยเป็นมิลลิเมตร และชั่งน้ำหนักของแม่กุ้ง (total weight) ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล (SUNFORD รุ่น KAH5000S) หน่วยเป็นกรัม จากนั้นนำแม่กุ้งปล่อยลงในถังพัฒนาระยะไข่ (incubation tank) โดยใช้ถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 500

ลิตร (กว้าง 0.8 เมตร × ยาว 1.65 เมตร × สูง 0.60 เมตร) ปล่อยแม่กุ้ง 1 ตัว/ถัง ระหว่างการเลี้ยงให้อาหารสดแบบผสม ได้แก่ หอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ปลาข้างเหลือง (*Selaroides leptolepis*) และปลาหมึก (*Loligo* spp.) โดยให้หอยแมลงภู่ทั้งตัว (รวมเปลือก) ส่วนปลาข้างเหลืองและปลาหมึกให้แบบหั่นเป็นชิ้น ๆ ละครั้งตัว สลับกันวันละ 1 มื้อ (เวลา 17.00 น.) ที่อัตราประมาณ 5 %/น้ำหนักตัว/วัน นาน 10 วัน

ระหว่างการเลี้ยงเก็บรวบรวมไข่ที่แม่กุ้งมังกรเจ็ดสีไข่ทิ้งอยู่ที่ก้นถังในแต่ละวัน โดยใช้สายยางขนาดเล็กดูดรวบรวมไข่ที่พื้นถังมาใส่ในสวิงขนาดตา 120 ไมโครเมตร จากนั้นนำตัวอย่างไข่ในสวิงไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง บันทึกปริมาณไข่ที่แม่กุ้งไข่ทิ้งทุกวัน เพื่อประเมินอัตราการไข่ทิ้ง (egg abandonment rate) หน่วยเป็นกรัม/วัน นอกจากนี้

สุ่มตัวอย่างไข่มานับจำนวนภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป เพื่อประเมินจำนวนไข่ต่อน้ำหนักไข่ 1 กรัมของแมงกุ้งมังกรเจ็ดสีแต่ละตัว โดย

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

นอกจากนี้ ดูดตะกอนและเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% พร้อมตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ (อุณหภูมิ น้ำ) และทางเคมี (ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณแอมโมเนียรวม ไนโตรเจน และความเป็นด่าง) ในระหว่างการเลี้ยงทุก 3 วัน ก่อนเปลี่ยนถ่ายน้ำด้วยเครื่องมือและวิธีการ ดังนี้

อุณหภูมิของน้ำและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) วัดด้วย DO meter (YSI Pro20i) ความเค็มของน้ำวัดด้วย Salinity refractometer (Master-S10 alpha) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำวัดด้วย pH meter (pH Testr30) จากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำประมาณ 200 มล. ใส่ขวดพลาสติกเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวมด้วยวิธี Koroleff's indophenol blue method ในไนโตรเจนด้วยวิธี Colorimetric method และความเป็นด่างด้วยวิธี Titration method ตามขั้นตอนและวิธีมาตรฐานของ APHA, AWWA and WEF (2023) สำหรับการวัดการดูดกลืนคลื่นแสงในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ศึกษาอิทธิพลของแสงและช่วงเวลาการให้อาหารต่ออัตราการกินอาหารและอัตราการตายของลูกกุ้งมังกรเจ็ดสีระยะ primary phyllosoma

นำแมงกุ้งมังกรเจ็ดสีที่มีไข่ติดหน้าท้องระยะปลายสีน้ำตาล มาดำเนินการเพาะฟักในถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 500 ลิตร (hatching tank) เติมน้ำ 400 ลิตร โดยปล่อยแม่กุ้ง 1 ตัว/ถัง ระหว่างการเลี้ยงให้อาหารสดแบบผสมตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้ว เพื่อบริโภคไข่ฟัก และหลังจากไข่ที่ติดอยู่ที่หน้าท้องของแม่กุ้งฟักออกเป็นตัวหมดแล้ว

จึงสุ่มลูกกุ้งระยะ primary phyllosoma มาดำเนินการศึกษาต่อไป

ศึกษาอัตราการกินอาหารมีชีวิต และอัตราการตายเฉลี่ยต่อวันของลูกกุ้งมังกรเจ็ดสีระยะ primary phyllosoma ในสภาวะแสงปกติกับสภาวะปิดคลุมมืดตลอดเวลา รวมถึงทดสอบความมีนัยสำคัญของอิทธิพลร่วม (interaction effects) ระหว่างอัตราการกินอาหารมีชีวิตใน 4 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงเวลาที่ 1: 06.00–12.00 น. ช่วงเวลาที่ 2: 12.00–18.00 น. ช่วงเวลาที่ 3: 18.00–24.00 และ ช่วงเวลาที่ 4: 00.00–06.00 น. ร่วมกับอิทธิพลของแสง 2 สภาวะ (สภาวะแสงปกติและสภาวะปิดคลุมมืดตลอดเวลา) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่ 1) ช่วงเวลาที่ 1 + สภาวะแสงปกติ 2) ช่วงเวลาที่ 2 + สภาวะแสงปกติ 3) ช่วงเวลาที่ 3 + สภาวะแสงปกติ 4) ช่วงเวลาที่ 4 + สภาวะแสงปกติ 5) ช่วงเวลาที่ 1 + สภาวะปิดคลุมมืดตลอดเวลา 6) ช่วงเวลาที่ 2 + สภาวะปิดคลุมมืดตลอดเวลา 7) ช่วงเวลาที่ 3 + สภาวะปิดคลุมมืดตลอดเวลา และ 8) ช่วงเวลาที่ 4 + สภาวะปิดคลุมมืดตลอดเวลา โดยนำลูกกุ้งอายุ 1 วันหลังฟัก ปล่อยลงในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 ซม. สูง 14.8 ซม. ที่ปริมาตรน้ำ 12 มล. ที่อัตรา 1 ตัว/หลอดทดลอง (แต่ละซ้ำบันทึกข้อมูลจากลูกกุ้ง phyllosoma จำนวน 15 ตัว) ให้อาหารมีชีวิต ได้แก่ อาร์ทีเมีย (*Artemia* spp.) แรกฟัก โดยเริ่มต้นจำนวนอาหารมีชีวิตที่ 20 ตัว/วัน (เริ่มให้เวลาประมาณ 6.00 น.) จากนั้นนับจำนวนตัวของอาหารมีชีวิตที่ลูกกุ้งกินทุก 6 ชั่วโมง ตามช่วงเวลาและสภาวะที่กำหนด ที่ระยะเวลาดำเนินการ 72 ชั่วโมง (3 วัน)

บันทึกข้อมูลจำนวนตัวของอาหารมีชีวิตที่ลูกกุ้งกินในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละวัน (Oniam *et al.*, 2021) และบันทึกอัตราการตายของลูกกุ้งต่อวัน ตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยอัตราการกินอาหารต่อวัน และอัตราการตายต่อวันของลูกกุ้งมังกรระยะ primary phyllosoma หาได้ดังนี้

$$\text{อัตราการกินอาหาร (ตัว/วัน)} = \frac{\sum \text{จำนวนอาหารมีชีวิตที่ลูกกุ้งกิน ณ เวลา } t}{t} \text{ ทั้งหมด}$$

อัตราการตาย (%/วัน) = $[\Sigma (\text{จำนวนลูกกุ้งที่ตาย ณ เวลา } t \times 100) / t] / t \text{ ทั้งหมด}$
เมื่อ t = ระยะเวลา (วัน)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การประเมินผลขนาดแม่กุ้งและคุณภาพน้ำต่ออัตราการเสียชีวิตของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี วิเคราะห์โดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแม่กุ้งและคุณภาพน้ำกับอัตราการเสียชีวิตโดยใช้ Pearson's correlation coefficient ตามเกณฑ์ (Hinkle *et al.*, 2003) นอกจากนี้วิเคราะห์อิทธิพลร่วมของแสงและช่วงเวลาต่ออัตราการกินอาหารด้วย two-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ด้วย IBM SPSS Statistics for Windows (version 24.0)

ผลการวิจัย

การประเมินผลของขนาดแม่กุ้งและคุณภาพน้ำต่ออัตราการเสียชีวิตของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี

การเลี้ยงแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีที่มีไข่ติดหน้าท้องทั้ง 5 ตัว ที่มีขนาดความยาวเปลือกคลุมหัวอยู่ที่ 144, 127, 148, 146 และ 142 มม. (เฉลี่ย 140.80 ± 9.65 มม.) น้ำหนักตัว 2,740, 1,967, 2,530, 2,415 และ 2,420 กรัม (เฉลี่ย $2,392.00 \pm 327.81$ กรัม) โดยมีปริมาณไข่ 7,938, 9,372, 6,164, 10,869 และ 5,897 ฟอง/กรัม (เฉลี่ย $8,048 \pm 2,115$ ฟอง/กรัม) ตามลำดับ ที่ความเค็มเฉลี่ย 30.67 ± 1.15 ส่วนในพันส่วน พบว่าระหว่างการเลี้ยงมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 26.96 ± 0.75 ถึง $27.10 \pm 0.60^{\circ}\text{C}$ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.90 ± 0.28 ถึง 4.05 ± 0.11 มก./ลิตร ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.97 ± 0.51 ถึง 7.55 ± 0.04 ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.33 ± 0.30 ถึง 0.55 ± 0.54 มก./ลิตร ปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยอยู่ในช่วง

0.02 ± 0.03 ถึง 0.10 ± 0.13 มก./ลิตร และความเป็นต่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 181.33 ± 8.50 ถึง 188.33 ± 13.31 มก./ลิตร ซึ่งค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยแต่ละพารามิเตอร์ในถังไฟเบอร์ที่เลี้ยงแม่กุ้งแต่ละตัวไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ส่วนด้านอัตราการเสียชีวิตของแม่กุ้งที่อยู่ในระบบเพาะพักพบว่า แม่กุ้งมังกรเจ็ดสีแต่ละตัวมีอัตราการเสียชีวิตเฉลี่ยต่อวันแตกต่างกัน ($P < 0.05$) โดยมีอัตราการเสียชีวิตเฉลี่ยอยู่ที่ 1.89 ± 0.25 ถึง 8.25 ± 4.38 กรัม/วัน (Figure 2) ทั้งนี้ขนาดความยาวเปลือกคลุมหัว และน้ำหนักตัวของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตต่อวัน ($r = 0.35$, $P = 0.559$ และ $r = 0.06$, $P = 0.919$ ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่า อัตราการเสียชีวิตต่อวันน่าจะมาจากปัจจัยอื่นมากกว่าปัจจัยด้านขนาดของแม่กุ้ง

การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับอัตราการเสียชีวิตเฉลี่ยต่อวันของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีที่มีไข่ติดหน้าท้อง พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างการเลี้ยงมีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีในทิศทางเดียวกันในระดับที่สูงมาก ($r = 0.90$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำ ($r = 0.76$) ความเป็นต่าง ($r = 0.82$) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ($r = -0.17$) ความเป็นกรดเป็นด่าง ($r = -0.53$) และปริมาณไนโตรเจน ($r = -0.01$) ไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเสียชีวิตของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี ($P > 0.05$) (Figure 3)

ผลของอิทธิพลของแสงและช่วงเวลาการให้อาหารต่ออัตราการกินอาหารและอัตราการตายลูกกุ้งมังกรเจ็ดสีระยะ primary phyllosoma

จากการศึกษาพบว่า อัตราการกินอาหารมีชีวิตและอัตราการตายเฉลี่ยต่อวันของลูกกุ้งมังกรเจ็ดสีระยะ primary phyllosoma ในสภาวะแสงปกติกับสภาวะปิดคลุมมืดตลอดเวลาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยลูกกุ้งมังกรระยะนี้มีอัตราการกินอาหารที่เฉลี่ยแรกพักเฉลี่ย 10.11 ± 1.96 และ 9.58 ± 1.05 ตัว/วัน และมีอัตราการตายเฉลี่ย 14.07 ± 3.39 และ 11.11 ± 3.84

เปอร์เซ็นต์/ต่อวัน ในชุดทดลองสภาวะแสงปกติและสภาวะปิดคลุมมืด ตามลำดับ (Figure 4)

นอกจากนี้ เมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของอิทธิพลร่วมระหว่างอิทธิพลของแสงกับช่วงเวลาการให้อาหารต่ออัตราการกินอาหาร พบว่าสองปัจจัยนี้ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่ออัตราการกินอาหารของลูกกุ้งมังกรเจ็ดสี ระยะ primary phyllosoma (Table 1) แต่

ช่วงเวลาการให้อาหารมีผลโดยตรงกับอัตราการกินอาหารของลูกกุ้งระยะนี้ คือ ลูกกุ้งจะกินอาหารในช่วงเวลา 12.00–18.00 น. (กินอาหารเฉลี่ย 4.77 ± 1.50 ตัว) มากกว่าช่วงเวลาอื่น รองลงมาคือ ช่วงเวลา 24.00–06.00 น. (กินเฉลี่ย 2.39 ± 0.68 ตัว) และ 18.00–24.00 น. (กินอาหารเฉลี่ย 1.21 ± 0.34 ตัว) ตามลำดับ (Figure 5)

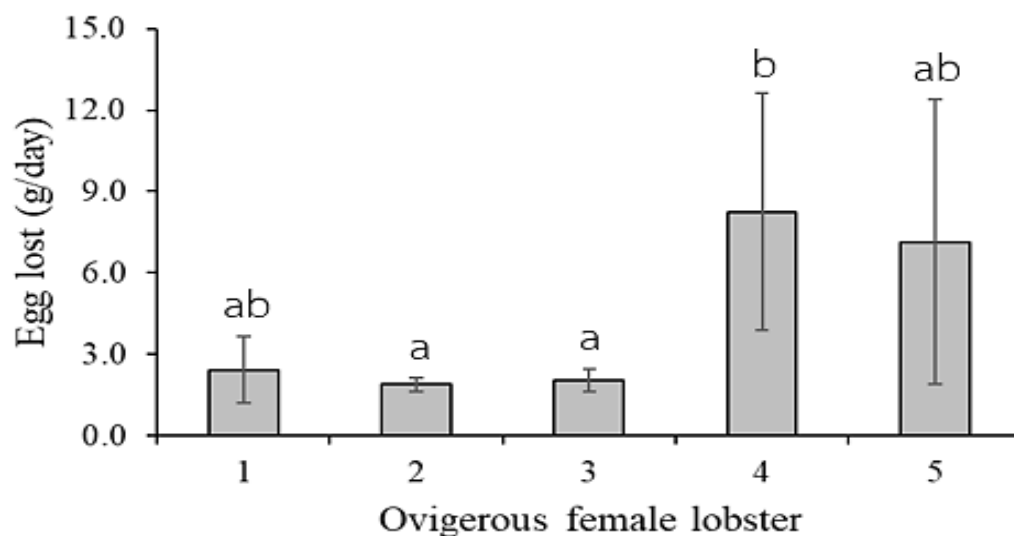


Figure 2 Egg loss (g/day) in ovigerous female of ornate spiny lobster during the rearing period in a hatchery condition. Five female lobsters had carapace lengths of 144, 127, 148, 146, and 142 mm; body weights of 2,740, 1,967, 2,530, 2,415, and 2,420 g; and egg yields of 7,938, 9,372, 6,164, 10,869, and 5,897 eggs/g, respectively. Different lowercase letters above the bars indicate a significant difference ($P < 0.05$).

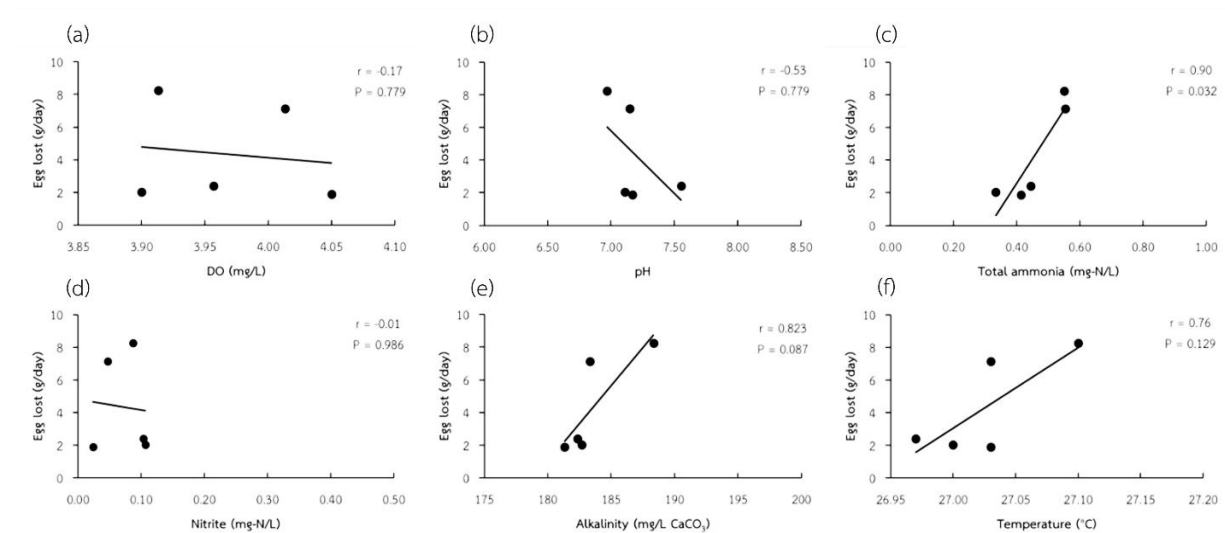


Figure 3 Correlation between water qualities and egg lost in ovigerous female of ornate spiny lobster under hatcher conditions (n=5); DO (a), pH (b), total ammonia (c), nitrite (d), alkalinity (e) and temperature (f)

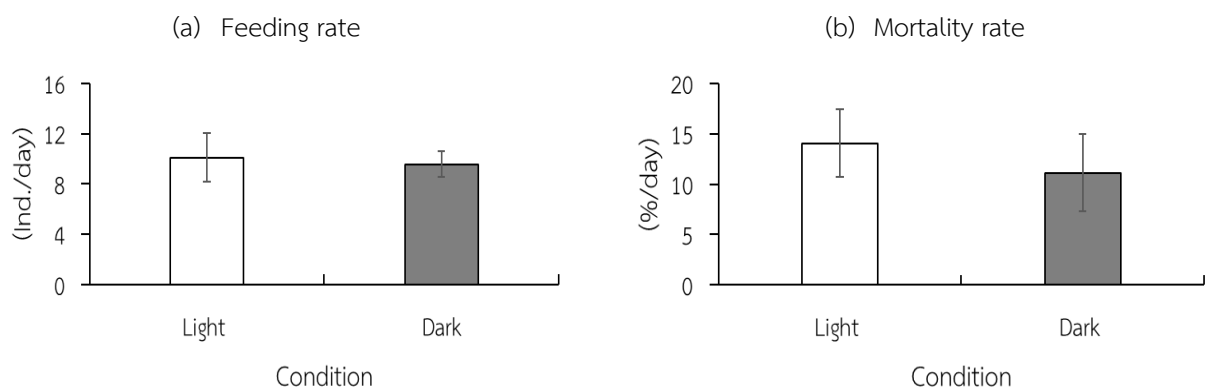
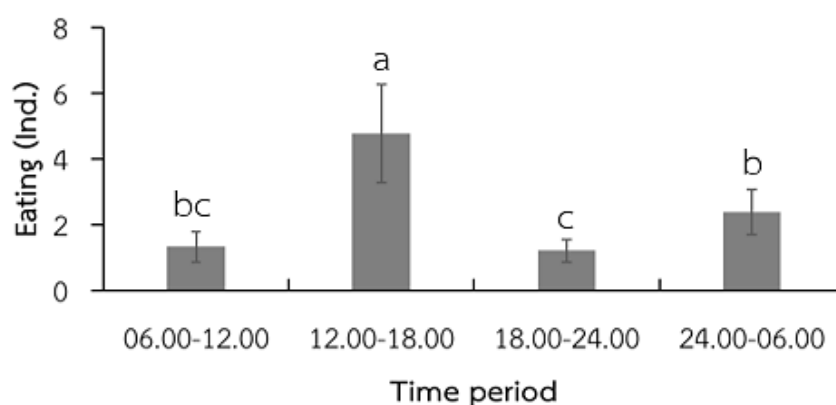


Figure 4 Feeding rate (a) and mortality rate (b) of phyllosoma larvae of ornate spiny lobster under light and dark conditions

Table 1 ANOVA table for the two-way analysis of variance evaluating the effects of light influence, during time, and the interaction

Two-way ANOVA	SS	DF	MS	F	P-value
Intercept	141.620	1	141.620	168.729	0.000
Light influence (1)	0.304	1	0.304	0.362	0.556
During time (2)	49.073	3	16.358	19.489	0.000
(1)*(2)	1.560	3	0.520	0.620	0.612
Error	13.429	16	0.839		

**Figure 5** Comparison of phyllosoma larvae of ornate spiny lobster ate live feed (*Artemia* nauplii) in each time periods. Different lowercase letters above the bars indicate a significant difference ($P < 0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

แม้ว่าแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีแต่ละตัวมีอัตราการเขี้ยวทั้งเฉลี่ยต่อวันแตกต่างกัน แต่ขนาดความยาวเปลือกคลุมหัว และน้ำหนักตัวของแม่กุ้งไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการเขี้ยวทั้ง หรือไม่มีแนวโน้มให้เกิดอัตราการเขี้ยวทั้งต่อวันเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แสดงให้เห็นว่า อัตราการเขี้ยวทั้งต่อวันมาจากปัจจัยอื่นมากกว่าปัจจัยด้านขนาดของแม่กุ้ง ในทางตรงกันข้ามมีความเป็นไปได้ที่การเพิ่มขึ้นของปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างการเลี้ยง

ในปริมาณที่มากกว่า 0.4 มก./ลิตร ส่งผลต่อแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีที่อยู่ในสภาวะนี้ให้มีแนวโน้มของอัตราการเขี้ยวทั้งต่อวันเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่เดียวกัน การเปลี่ยนแปลงของระดับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณไนโตรเจน และความเค็มต่าง ภายใต้การศึกษานี้ไม่มีแนวโน้มที่ส่งผลต่อการเขี้ยวทั้งของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการควบคุมคุณภาพน้ำในระบบการเพาะฟัก โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียรวมให้อยู่ในระดับที่มีแนวโน้มไม่ส่งผลต่อการเขี้ยวทั้งของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี

โดยสาเหตุที่อยู่ในระบบการเลี้ยงแม่กุ้งมังกรเจ็ดสัปดาห์ได้ การศึกษานี้ มีปริมาณแอมโมเนียรวมสะสมอยู่จนส่งผลต่อการเติบโตของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสัปดาห์นั้น อาจมาจากการเลี้ยงแม่กุ้งด้วยอาหารสด เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยอาหารสดมักส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงมากกว่า การเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป โดยเฉพาะเกิดการสะสมของสารประกอบไนโตรเจนในน้ำ ได้แก่ แอมโมเนียรวม และไนไตรท์ที่สูงกว่าปกติ (Boyd *et al.*, 2020) อย่างไรก็ตาม อาหารสดยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดของการจัดการด้านอาหารสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำกลุ่ม ครัสเตเชียนหลายชนิด เนื่องจากช่วยเสริมสร้างระบบสืบพันธุ์ ได้ดีกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป ประกอบกับ หากมีการให้อาหารสดที่มีความหลากหลาย หรือ mixed feeding ยิ่งช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโต และความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์ได้ดียิ่งขึ้น (Oniam *et al.*, 2012; Azra and Ikhwanuddin, 2016) แต่การเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยอาหารสดต้องระวังเรื่องของการสะสมของสารประกอบไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงควบคู่กันไป ด้วย (Boyd *et al.*, 2020)

แม้ว่าผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของปริมาณแอมโมเนียรวมที่สูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่ออัตราการเติบโตของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสัปดาห์ที่เพิ่มขึ้น แต่ยังคงต้องพิจารณาว่าพฤติกรรมการเลี้ยงของแม่กุ้งมังกรจะเป็นไปตามสมมุติฐานที่เหมือนกับสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชียนอื่น ๆ หรือไม่ กล่าวคือ การเลี้ยงที่อาจเป็นวิธีหรือพฤติกรรมตามธรรมชาติในการเพิ่มโอกาสการรอดชีวิตของตัวอ่อน หรือเนื่องจากครัสเตเชียนเพศเมียที่มีไข่ติดหน้าท้องอาจให้ความสำคัญกับการอยู่รอดของตัวเองมากกว่าการดูแลไข่ภายใต้สภาวะปัจจัยแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย (Quackenbush, 1994; Kittaka *et al.*, 2005; Kaewmak *et al.*, 2020) สมมุติฐานนี้ยังคงเป็นสมมุติฐานที่แสดงถึงความซับซ้อนระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับพฤติกรรมการเลี้ยงไข่ทั้งในครัสเตเชียนที่ยังคงคลุมเครืออยู่จนถึงปัจจุบัน

นอกจากนี้ การศึกษาการเลี้ยงลูกกุ้งมังกรเจ็ดสัปดาห์ phyllosoma ในสภาวะแสงปกติกับแสงปิดคลุมตลอดเวลา แสดงให้เห็นว่าแสงไม่ใช่ปัจจัยแวดล้อมที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิต หรือการอยู่รอดของลูกกุ้งระยะนี้ แต่ในทางตรงกันข้าม การอนุบาลลูกสัตว์น้ำในกลุ่ม ครัสเตเชียนที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ แสดงถึงว่าเป็นปัจจัยแวดล้อมสำคัญที่มีผลต่ออัตราการรอดตาย และพัฒนาการระยะวัยอ่อน เช่น ลูกกุ้งขาวแวนนาไม *Litopenaeus vannamei* (Limsuwan *et al.*, 2009) และลูกกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* (Srithong *et al.*, 2016) เป็นต้น

การศึกษานี้ยังชี้ให้เห็นอีกว่าลูกกุ้งมังกรเจ็ดสัปดาห์ primary phyllosoma จะกินอาหารในช่วงเวลา 12.00–18.00 น. มากกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ และในรอบวัน phyllosoma จะกินอาร์ทีเมียแรกฟักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9–10 ตัว/วัน ซึ่งถือว่าเมื่ออัตราการกินอาร์ทีเมียแรกฟักต่อวันสูงเมื่อเทียบกับปริมาณการกินอาร์ทีเมียแรกฟักต่อวันของลูกสัตว์น้ำในกลุ่มครัสเตเชียนด้วยกัน เช่น ลูกกุ้งขาวแวนนาไม และลูกปูม้าวัยอ่อนที่มีรายงานว่าอนุบาลด้วยอาร์ทีเมียแรกฟักที่ 5 ตัว/ลูกกุ้งหรือลูกปู 1 ตัว/วัน เท่านั้น (Limsuwan *et al.*, 2009; Oniam and Arkonrat, 2013) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลชัดเจนด้านปริมาณ และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้งมังกรเจ็ดสัปดาห์ primary phyllosoma และ phyllosoma ในช่วงระยะอื่น จนถึงระยะ puerulus เนื่องจากมีรายงานว่าจากระยะ phyllosoma เป็นระยะ puerulus ใช้เวลานานถึง 4–6 เดือน และยังไม่มีความชัดเจนด้านการพัฒนาระยะในแต่ละช่วงอายุของ phyllosoma ของกุ้งมังกรเจ็ดสัปดาห์ จึงยากต่อการศึกษาความต้องการทางโภชนาการของลูกกุ้งในระยะเหล่านี้ ซึ่งกุ้งมังกรแต่ละชนิดจะมีจำนวนระยะของ phyllosoma ที่แตกต่างกัน โดยรายงานที่ผ่านมาพบว่ากุ้งมังกร *Jasus edwardsii*, *P. pencillatus*, *P. cygnus*, *P. longipes* และ *P. homarus* มีจำนวนระยะของ phyllosoma 7–13

ระยะก่อนจะเข้าสู่ระยะ puerulus และในแต่ละระยะของ phyllosoma ของกุ้งมังกรแต่ละชนิด ก็มีความต้องการกรดไขมันทั้งชนิดและปริมาณที่แตกต่างกันออกไปอีกด้วย (Nelson *et al.*, 2004; Ayra and Cruz, 2010; Francis *et al.*, 2014)

การเพาะพันธุ์กุ้งมังกรยังคงมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม โภชนาการ และองค์ความรู้ทางชีววิทยาที่ซับซ้อนของแต่ละสายพันธุ์มาเกี่ยวข้อง เหล่านี้เป็นเรื่องท้าทายที่ต้องเสริมสร้างองค์ความรู้ให้ครอบคลุม เนื่องจากกุ้งมังกรแต่ละสายพันธุ์มีความอ่อนไหวต่อปัจจัยแวดล้อมและระยะเวลาการพัฒนารูปแบบของตัวอ่อนยาวนานแตกต่างกัน (Radhakrishnan *et al.*, 2019) อย่างไรก็ตาม ความก้าวหน้าขององค์ความรู้ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้ และจากรายงานวิจัยที่ผ่านมา มีส่วนสำคัญในการช่วยพัฒนาวิธีการเพาะพันธุ์ และเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงกุ้งมังกรให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น แม้ว่าการละทิ้งไข่ในคริสต์เศรษณเป็นปัญหาที่ได้รับอิทธิพลจากหลากหลายปัจจัย (Kaewmak *et al.*, 2020) แต่สำหรับกุ้งมังกรนั้น Mori *et al.* (1998) รายงานว่า ระหว่างการเพาะฟักกุ้งมังกร *Nephrops norvegicus* มีการสูญเสียไข่ที่เกิดจากการเชื้อไข่ทิ้งสูงถึงร้อยละ 49.5–71.5 โดยมีสาเหตุมาจากการพัฒนาของไข่ที่ไม่สมบูรณ์ Coleman *et al.* (2019) รายงานว่า การสูญเสียของกุ้งมังกร *Homarus americanus* ร้อยละ 44 ของไข่ทั้งหมดตั้งแต่ไข่เริ่มติดหน้าท้องจนถึงก่อนฟัก มีสาเหตุที่เป็นไปได้หลายประการ เช่น ความเครียดของแม่กุ้ง ไข่ที่ไม่ได้รับการผสม การติดเชื้อปรสิตในไข่ การติดเชื้อรา เป็นต้น ทั้งนี้ความไม่เหมาะสมของปัจจัยแวดล้อมก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งเช่นกัน โดย Kittaka *et al.* (2005) รายงานว่า การเพาะฟักกุ้งมังกร *Jasus edwardsii* ภายใต้สภาวะห้องปฏิบัติการส่งผลเชิงลบต่อการพัฒนาของไข่ และเกิดการเชื้อไข่ทิ้งของแม่กุ้งมังกรมากขึ้น นอกจากนี้การศึกษาในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่า สัณฐานของก้านไข่ที่ผิดปกติของแม่กุ้งมังกรมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการหลุดร่วงของไข่ ซึ่งบ่งชี้ว่าการเกาะไข่ที่ไม่เหมาะสมอาจทำ

ให้เกิดไข่เสียมากขึ้นและแม่กุ้งเชื้อไข่ทิ้งมากขึ้น (Prue, 2020) ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อภาระทิ้งไข่ของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีภายใต้การศึกษานี้ได้ทั้งนั้น แม้ว่าจะไม่ได้มีการศึกษาที่เฉพาะเจาะจงในเรื่องของอิทธิพลของคุณภาพน้ำต่อการเชื้อไข่ทิ้งของสัตว์น้ำกลุ่มคริสต์เศรษณมาก่อนก็ตาม ผลการศึกษาปัจจุบันนี้ ช่วยในการปรับปรุงแนวทางการเพาะพันธุ์กุ้งมังกรเจ็ดสีให้เหมาะสมขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีอิทธิพลต่อการสูญเสียไข่ที่ติดหน้าท้องของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีระหว่างการเพาะฟักเพิ่มเติม เช่น ระยะพัฒนาการของไข่ที่ติดหน้าท้อง สภาวะแสง และการจัดการอาหาร ประกอบกับการทำซ้ำการทดลองในสภาวะหรือระบบการเพาะฟักที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ภาพรวมขององค์ความรู้ที่ชัดเจนและครอบคลุมมากขึ้น ประเด็นเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีคุณค่าสำหรับการพัฒนาระบบการเพาะฟักแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและอัตราการเชื้อไข่ทิ้งของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี (*P. ornatus*) ในระบบโรงเพาะฟัก ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอมโมเนียส่งผลให้อัตราการเชื้อไข่ทิ้งเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะที่มีแอมโมเนียต่ำกว่า 0.4 มก./ลิตร ในขณะเดียวกัน การศึกษายังพบว่า ขนาดของแม่พันธุ์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณไนโตรเจน และความเป็นด่าง ไม่มีผลหรือไม่มีแนวโน้มที่ส่งผลต่อการเชื้อไข่ทิ้งของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสี ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของการควบคุมปริมาณแอมโมเนียรวมในระบบการเพาะฟักให้อยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเชื้อไข่ทิ้งของแม่กุ้งมังกรเจ็ดสีเพื่อให้ได้ผลผลิตของลูกพันธุ์ที่สูงขึ้น นอกจากนี้ ลูกกุ้งมังกรเจ็ดสีระยะ primary phyllosoma กินอาร์ทีเมียแรกฟักเฉลี่ยอยู่ที่ 9–10 ตัว/วัน และพบว่าช่วงเวลามีผลต่อการกินอาหารของลูกกุ้งมังกรเจ็ดสีระยะ phyllosoma

ที่กินอาหารในช่วงเวลา 12.00–18.00 น. มากกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ อีกทั้งแสงภายใต้ระบบโรงเพาะฟักไม่ใช่ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิต หรือการอยู่รอดของลูกกุ้งมังกรเจ็ดสีในระยะนี้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาการเพาะและอนุบาลกุ้งมังกรเจ็ดสี (*Panulirus ornatus*) ระยะ phyllosoma รหัสโครงการวิจัย YF(KU)7.67 ที่ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ.มก.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม หัวหน้าสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ช่วยตรวจทานและปรับแก้ไขบทความให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation (APHA, AWWA and WEF). 2023. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 24th ed. Washington D.C.: APHA Press. 1516 p.
- Arkronrat, W., R. Konsantad, C. Leearam, P. Deemark, C. Srisupawadee and V. Oniam. 2024. Impacts of stocking densities on bioeconomics and profitability of mud spiny lobster (*Panulirus polyphagus* Herbst, 1793) cultivation in sea cages. **Agriculture and Natural Resources** 58(6): 1–10.
- Ayra, L., and R. Cruz. 2010. Caribbean lobster reproduction: a review. **Revista de Investigaciones Marinas** 31(2): 115–123.
- Azra, M.N. and M. Ikhwanuddin. 2016. A review of maturation diets for mud crab genus *Scylla* broodstock: present research, problems and future perspective. **Saudi Journal of Biological Sciences** 23: 257–267.
- Boyd, C.E., L.R. D’Abramo, B.D. Glencross, D.C. Huyben, L.M. Juarez, G.S. Lockwood, A.A. McNevin, A.G.J. Tacon, F. Teletchea, J.R. Tomasso Jr, C.S. Tucker, and W.C. Valenti. 2020. Achieving sustainable aquaculture: historical and current perspectives and future needs and challenges. **Journal of the World Aquaculture Society** 51: 578–633.
- Chamnina, T., P. Chuaduangpui and P. Prapruit. 2021. Challenge of spiny lobster (*Panulirus* spp.) culture and marketing mechanism of Koh Yao district, Phang Nga province. **Khon Kaen Agriculture Journal** 50(1): 138–153. [in Thai]
- Coleman, M.T., J.S. Porter and M.C. Michael. 2019. Investigating fecundity and egg loss using a non-invasive method during brooding in European lobster (*Homarus gammarus*). **Ices Journal of Marine Science** 76(6): 1871–1881.

- Francis, D.S., M.L. Salmon, M.J. Kenway and M.R. Hall. 2014. Palinurid lobster aquaculture: nutritional progress and considerations for successful larval rearing. **Reviews in Aquaculture** 6: 180–203.
- Hinkle, D.E., W. Wiersma and S.G. Jurs. 2003. **Applied Statistics for the Behavioral Sciences**. 5th ed. Boston: Houghton Mifflin. 789 p.
- Johnston, C. and P. Jungalwalla. 2000. **Aquatic Animal Welfare Guidelines: Guidelines on Welfare of Fish and Crustaceans in Aquaculture and/or in Live Holding Systems for Human Consumption**. Canberra: National Aquaculture Council. 46 p.
- Kaewmak, P., V. Oniam, W. Arkonrat, C. Rangiaroen, P. Yingsanga and Y. Saeiam. 2020. Hatching management of berried female blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) with dark gray eggs to guidelines for fishery occupation. **King Mongkut's Agricultural Journal** 38(3): 392–399. [in Thai]
- Kittaka, J., K. Ono, J.D. Booth and W.R. Webber. 2005. Development of the red rock lobster, *Jasus edwardsii*, from egg to juvenile. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research** 39(2): 263–277.
- Limsuwan C., N. Chuchird, G. Kundee, C. Tipsemongkol, C. Akkarakahasin, P. Pongchor and M. Somboon. 2009. Effects of Light Intensity on Survival Rate and Growth of Rearing Pacific White Shrimp Post-larvae (*Litopenaeus vannamei*). pp. 149–153. **In Proceedings of 47th Kasetsart University Annual Conference**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Mori, M., F. Biagi and S. De Ranieri. 1998. Fecundity and egg loss during incubation in Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) in the North Tyrrhenian Sea. **Journal of Natural History** 32: 1641–1650.
- Nankervis, L. and C. Jones. 2022. Recent advances and future directions in practical diet formulation and adoption in tropical Palinurid lobster aquaculture. **Reviews in Aquaculture** 14(4): 1–13.
- Nelson, M.M., B.J. Crear, P.D. Nichols and D.A. Ritz. 2004. Growth and lipid composition of phyllosomata of the southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, fed enriched *Artemia*. **Aquaculture Nutrition** 10(4): 236–246.
- Oniam, V., L. Chuchit and W. Arkonrat. 2012. Reproductive performance and larval quality of blue swimming crab (*Portunus pelagicus*) broodstock, fed with different feeds. **Songklanakarin Journal of Science and Technology** 34(4): 381–386.

- Oniam, V. and W. Arkronrat. 2013. Development of crab farming: the complete cycle of blue swimming crab culture program (CBSC Program) in Thailand. **Kasetsart University Fisheries Research Bulletin** 37(2): 31–43.
- Oniam, V., W. Arkronrat, A. Sookdara and P. Promraksa. 2021. Embryonic development, hatchability and survival of early larval stage of mud spiny lobster *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) under hatchery conditions. **Journal of Fisheries and Environment** 45(3): 42–52.
- Petersen, E., E. Susanti, R. Oktaviani, C. Jones and A. Diedrich. 2020. Bio-economics of tropical spiny lobster farming in Indonesia. **Aquaculture and Fisheries Studies** 2(2): 1–10.
- Prue, T. 2020. Ovulation Attachment and Retention of Lobster Eggs. pp. 9–18. In Kuris, A. (ed.). **Crustacean Egg Production**. London: CRC Press.
- Quackenbush, L.S. 1994. Lobster reproduction: a review. **Crustaceana** 67(1): 82–94.
- Radhakrishnan, E.V., J.K. Kizhakudan and B.F. Phillips. 2019. Introduction to Lobsters: Biology, Fisheries and Aquaculture. pp. 1–33. In Radhakrishnan, E.V., B.F. Phillips and G. Achamveetil (eds.). **Lobsters: Biology, Fisheries and Aquaculture**. Heidelberg: Springer Nature.
- Sawaddee, N., C. Rangaroen, Y. Saeiam, W. Prajongsak, A. Arkronrat and A. Sookdara. 2021. Guidelines to using chemical and drug for hatching efficiency enhancement of the mud spiny lobster (*Panulirus polyphagus* Herbst, 1793) under hatchery conditions. **Journal of Fisheries Technology Research** 15(2): 11–21. [in Thai]
- Srithong, C., R. Yoonpundh and C. Thaitungchin. 2016. Effect of Light Intensity and Photoperiod to Larvae Nursing of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). pp. 968–978. In **The 54th Kasetsart University Annual Conference**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Utama, M.I.C., A. Yustiati, Y. Andriani and R. Rostika. 2021. Lobster cultivation in Indonesia and Vietnam: a review. **Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research** 13(1): 12–20.