

**การพัฒนาการของไข่นอกกระดอง และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้า
(*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารแตกต่างกัน 3 ชนิด
Berried Female Development and Hatching Rate of Fattening Blue Swimming
Crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) with three different feeds**

วาสนา อากรรรัตน์*, ลิขิต ชูชิต และวุฒิชัย อ่อนเอี่ยม

Wasana Arkronrat *, Likhit Chuchit and Vutthichai Oniam

สถานีวิจัยประมงคลองวาฬ ฝ่ายสนับสนุนวิชาการ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Klongwan Fisheries Research Station, Academic Supporting Division, Faculty of Fisheries, Kasetsart University

* Corresponding author, e-mail address: ffwisw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการพัฒนาการของไข่ และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าไข่นอกกระดองสีเหลืองที่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดินอายุประมาณ 150 วัน โดยการเลี้ยงขุนแม่ปูม้าไข่นอกกระดองด้วยปลาเบ็ดสด, หมึกสด และหอยแมลงภู่สด พบว่า แม่ปูม้าไข่นอกกระดองที่เลี้ยงด้วยปลาเบ็ดสด, หมึกสด และหอยแมลงภู่สด ไข่ฟักออกเป็นตัวในวันที่ 4-8 (เฉลี่ย 5.7 วัน), วันที่ 3-7 (เฉลี่ย 4.1 วัน) และวันที่ 4-6 (เฉลี่ย 4.5 วัน) และมีอัตราการฟักไข่เฉลี่ยเท่ากับ $71.18 \pm 22.23\%$, $54.56 \pm 25.41\%$ และ $52.98 \pm 27.70\%$ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การพัฒนาการของไข่นอกกระดอง และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

คำสำคัญ: ปูม้า, อาหาร, ไข่นอกกระดอง, อัตราการฟัก

Abstract

Studying on the development of eggs and hatching rate of berried females blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) from broodstocks in earthen pond about 150 days old. The experiment was composed of three treatments, the fattening of crab with trash fish, splendid squid (*Loligo duvauceli*) and green mussel (*Perna viridis*). The results showed that the eggs on the berried females crab developed dark grey and they hatched at 4-8 days (mean 5.7 days), 3-7 days (mean 4.1 days) and 4-6 days (mean 4.5 days) for female crab fed with trash fish, splendid squid and green mussel, respectively. The hatching rate of fattening berried female crab with trash fish, squid and green mussel were $71.18 \pm 22.23\%$, $54.56 \pm 25.41\%$ and $52.98 \pm 27.70\%$, respectively. Statistical analysis indicated that the development of berried female and hatching rate of fattening blue swimming crab with three different feeds were not significant difference ($P > 0.05$)

Keywords: *Portunus pelagicus*, Feed, Berried female, Hatching rate

คำนำ

ปูม้าเป็นสัตว์น้ำทางเศรษฐกิจที่สำคัญ และมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานาน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Portunus pelegicus* (Linnaeus, 1758) ชื่อภาษาอังกฤษว่า Blue swimming crab และแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำ และชายฝั่ง สำหรับประเทศไทย ปูม้าอาศัยอยู่ทั้งชายฝั่งอันดามัน และอ่าวไทย (บรรจง, 2548) ในปี 2545 มีปริมาณการจับปูทั้งหมดเท่ากับ 28,874 ตัน มีมูลค่ารวม 2,196.9 ล้านบาท ปูม้าเป็นสัตว์น้ำที่นิยมบริโภค โดยทั่วไปทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ในรูปของผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋อง บริโภคสด และแปรรูป แช่เย็นและแช่แข็งเพื่อการส่งออก คิดเป็นร้อยละ 57.4 28.0 และ 14.6 ของปริมาณการจับ ตามลำดับ (กรมประมง, 2547) ในอดีต นิยมบริโภคปูม้าสด ตลาดจึงต้องการปูม้าขนาดใหญ่ ต่อมาได้มีการนำปูม้ามาต้มและเนื้อจำหน่าย และส่งเข้าโรงงานแปรรูป ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ปูที่มีขนาดเล็ก เป็นผลให้มีการนำทรัพยากรปูม้าขนาดเล็กขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้เปลือกปูสามารถสกัดสารโคโคซาน และโคตินได้ ทำให้เปลือกปูมีราคาตันละ 4,000 บาท

ปูม้าสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี โดยแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม ซึ่งปูม้าที่มีไข่เกาะติดบริเวณส่วนท้อง และสามารถมองเห็นไข่ได้ชัดเจน จะถูกเรียกว่า ปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง (ovigerous or berried crab) ตัวอ่อนของปูที่อยู่ภายในไข่ที่อยู่ภายนอกกระดองนี้จะมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ในขณะที่ตัวอ่อนของปูที่มีคัพภะอยู่ภายในดังกล่าว จะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน เป็นสีเหลืองออกส้ม เป็นสีเหลืองออกน้ำตาล และเป็นสีเทาอมดำตามลำดับ ปูม้าที่มีไข่สีเทาอมดำจะปล่อยตัวอ่อนภายใน 1-2 วัน (สุเมธ, 2527; บรรจง, 2549)

ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงปูม้ามีการพัฒนามากเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น และคุ้มค่างับการลงทุน แต่อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงปูม้าให้ประสบความสำเร็จนั้น นอกจากจะใช้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแล้วยังต้องอาศัยความรู้ในหลายๆ ด้าน เช่น การเพาะฟักแม่พันธุ์ปูม้า อีกทั้งต้องคำนึงถึงปัจจัยในการเลี้ยงต่างๆ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ของครัสเตเชีย ได้แก่ สิ่งแวดล้อม, พันธุกรรม วรรณะ และชนิดของฮอร์โมน รวมทั้งสภาวะทางโภชนาการของพ่อแม่พันธุ์ (Benzie, 1997; Racotta *et al.*, 2003) ดังนั้นอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงปูแม่พันธุ์ปูม้าก่อนการเพาะฟักก็น่าจะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการพัฒนาการของไข่ และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าไข่นอกกระดอง ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการเลี้ยงปูแม่พันธุ์ปูม้าก่อนนำมาเพาะฟัก เพื่อใช้เป็นแนวทางผลิตลูกพันธุ์ปูม้าที่มีคุณภาพ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะฟักแม่พันธุ์ปูชนิดนี้ต่อไปได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาการของไข่นอกกระดอง และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน
2. เพื่อศึกษาผลของอาหารต่อคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงปูแม่ปูม้าไข่นอกกระดอง

อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) โดยใช้แม่ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสีเหลืองเป็นชุดการทดลอง (Treatment) และใช้จำนวนตัวของแม่ปูม้าเป็นซ้ำ (Replication) แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ เลี้ยงขุนแม่ปูม้าไข่นอกกระดองสีเหลืองด้วยปลาเบ็ดสด, หมักสด และหอยแมลงภู่สด ตามลำดับ

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง

สัตว์ทดลองที่ใช้ คือ ปูม้าเพศเมียที่มีอายุการเลี้ยงในบ่อดินประมาณ 150 วัน (Oniam *et al.*, 2010) ซึ่งเป็นปูม้าได้จากการปล่อยลูกปูระยะ Crab อายุประมาณ 30-40 วัน หรือขนาดความกว้างของกระดองอยู่ในช่วง 0.5-1.0 เซนติเมตร ที่ผลิตได้จากโรงเพาะฟักของสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ เลี้ยงปูม้าในบ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร ที่อัตราความหนาแน่น 3 ตัวต่อตารางเมตร ให้ปลาเบ็ดสับเป็นอาหาร วันละ 2 มื้อ เวลาประมาณ 09.00 และ 16.00 น. ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน เมื่อครบกำหนดจึงทำการสุ่มจับปูม้าเพศเมียที่มีไข่นอกกระดองสีเหลืองขึ้นมาเพื่อทำการศึกษาต่อไป

3. วิธีดำเนินการทดลอง

สุ่มแม่ปูม้าไข่นอกกระดองสีเหลืองที่มีไข้อยู่ในระยะคลีเวจ และบลาสตูลา (Cleavage Blastula stages) โดยการสังเกตการพัฒนารูปร่างของคัพภะที่อยู่ในไข่นั้น ตามวิธีของนงนุช และศุภางค์ (2550) นำแม่ปูม้ามาวัดความกว้าง (Carapace width), ความยาว (Carapace length) และชั่งน้ำหนัก หลังจากนั้นนำแม่ปูมาเลี้ยงขุนในตะกร้าพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว สูง 12 นิ้ว (ภาพที่ 1) ในอัตราแม่ปูม้า 1 ตัวต่อตะกร้า ภายในบ่อซีเมนต์ทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร ลึก 1 เมตร ที่ปริมาตรน้ำ 1 ตัน บ่อละ 8 ตะกร้า (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 ตะกร้าพลาสติกสำหรับใส่แม่ปู



ภาพที่ 2 การเลี้ยงขุนแม่ปูในตะกร้าภายในบ่อซีเมนต์

อาหารที่ใช้เลี้ยงขุนแม่ปูม้า คือ ปลาเบ็ดสด หมึกสด และหอยแมลงภู่สด โดยให้อาหารวันละ 1 มื้อ ในเวลาประมาณ 16.00 น. ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัวปู ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ใช้ในการทดลองมีดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดอาหาร	% ของวัตถุดิบ				
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
ปลาเบ็ดสด	3.79	69.53	9.31	14.08	5.88
หมึกสด (<i>Loligo duvauceli</i>)	5.86	73.41	9.71	5.14	3.29
หอยแมลงภู่สด (<i>Perna viridis</i>)	10.85	51.04	5.48	15.38	17.26

หมายเหตุ : วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการที่ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำ คณะประมง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระหว่างการเลี้ยงจะสังเกตการณ์พัฒนาการของไข่นอกกระดองแม่ปูม้าแต่ละตัว ของแต่ละชุดการทดลอง เวลาประมาณ 9.00 น. ของทุกวัน เมื่อไข่นอกกระดองของแม่ปูม้าพัฒนาเป็นไข่สีเทาดำ จึงนำแม่ปูม้ามาเพาะฟักในถังพลาสติกทรงกลมขนาด 200 ลิตร ปล่อยแม่ปู 1 ตัวต่อถัง ใส่ น้ำความเค็ม 30 ส่วนในพันล้าน ส่วน ที่ปริมาตรน้ำ 150 ลิตร เมื่อลูกปูฟักออกเป็นตัว ทำการแยกแม่ปูม้าออก และนำแม่ปูม้ามาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหลังการฟักไข่ แล้วทำการสุ่มนับลูกปูม้าโดยใช้ปิเกตอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร สุ่มตกลงไปในถังเพาะฟัก โดยทำการสุ่มนับลูกปูม้า 3 ครั้งต่อ 1 ถัง จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย และเทียบกับปริมาตรน้ำทั้งหมดภายในถังเพาะฟัก จะทำให้ทราบถึงปริมาณของลูกปูม้าทั้งหมด (จุดเฉลี่ย และคณะ, 2552) จากนั้นคำนวณหาอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{อัตราการฟักไข่ (\%)} = \frac{\text{ปริมาณของลูกปูม้าทั้งหมด (ตัว)}}{\text{ปริมาณไข่แม่ปูม้า (ฟอง)}} \times 100$$

$$\text{ปริมาณไข่แม่ปูม้า (กรัม)} = \text{น้ำหนักแม่ปูม้าก่อนฟักไข่ (กรัม)} - \text{น้ำหนักแม่ปูม้าหลังฟักไข่ (กรัม)}$$

สำหรับปริมาณไข่จากการศึกษาของวารินทร์ และคณะ (2547) พบว่า ไข่แม่ปูม้า 1 กรัม มีปริมาณไข่ประมาณ 22,030 ฟอง

4. การจัดการคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

บ่อทดลองมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ วันละ 1 ครั้ง ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ และทำการเก็บตัวอย่างน้ำภายในบ่อทดลอง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำเวลาประมาณ 9.00 น. ของทุกวัน โดยใช้เครื่องมือและวิธีการดังนี้ ความเค็มของน้ำ วัดด้วย Salinity Refractometer ยี่ห้อ Prima tech, อุณหภูมิ น้ำ และปริมาณออกซิเจนที่

ละลายในน้ำ (DO) วัดด้วย DO meter รุ่น YSI 550A, ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ วัดโดยใช้ pH meter ยี่ห้อ Cyber Scan pH 11 และเก็บตัวอย่างน้ำมาประมาณ 500 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียรวมด้วยวิธี Koroleff's Indophenol blue method (Grasshoff, 1976), ปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธี Colorimetric method และค่าความเป็นด่างใช้วิธี Titration method (APHA *et al*, 1995) ภายในห้องปฏิบัติการ สำหรับการวัดการดูดกลืนคลื่นแสงในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะวัดด้วย Spectrophotometer รุ่น Spectro 2000 RS

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย เพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิเคราะห์และประมวลผลใน Microsoft Excel (จันทร์ธา, 2551)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาการพัฒนารูปร่างของไข่นอกกระดองของแม่ปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดิน ที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่าไข่นอกกระดองของแม่ปูม้าแต่ละชุดการทดลอง มีการพัฒนาการโดยการเปลี่ยนแปลงของสี โดยสีของไข่จะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะการพัฒนาของคัพภะที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการลดลงของปริมาณไข่แดงที่ถูกใช้เป็นอาหารในพัฒนาการของคัพภะ และการเพิ่มจำนวนชั้นของรงควัตถุสีดำภายใน และปริมาตรของไข่น้ำเพิ่มขึ้นตามระยะการพัฒนา เพราะมีการเจริญเพิ่มขึ้นของเนื้อเยื่อของคัพภะที่อยู่ภายในไข่ (นงนุช และศุภางค์, 2550) ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าดังนี้ แม่ปูม้าไข่นอกกระดองที่เลี้ยงขุนด้วยปลาเบ็ดสด, หมึกสด และหอยแมลงภู่สด ไข่สีเหลืองระยะคลีเวล และบาสตุลา (Clevage-Blastula stage) จะพัฒนาเป็นไข่สีเหลืองส้ม (Gastrula stage) ในวันที่ 1-5, 1-4 และ 1-3 ของการเลี้ยง จากนั้นจะพัฒนาเป็นไข่สีน้ำตาล (Eyespot-Pigmentation stages) ในวันที่ 2-6, 2-5 และ 2-4 และพัฒนาเป็นไข่สีเทาดำ (Heart-beating stage) ในวันที่ 3-7, 2-6 และ 3-5 ตามลำดับ

เมื่อไข่นอกกระดองของแม่ปูม้าพัฒนาเป็นสีเทาดำแล้ว แม่ปูม้าที่เลี้ยงขุนด้วยปลาเบ็ดสด, หมึกสด และหอยแมลงภู่สดไข่จะฟักออกเป็นตัวในวันที่ 4-8 (เฉลี่ย 5.7 ± 1.4 วัน), 3-7 (เฉลี่ย 4.1 ± 1.6 วัน) และ 4-6 (เฉลี่ย 4.5 ± 0.9 วัน) ตามลำดับ ส่วนอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าไข่นอกกระดองที่เลี้ยงขุนด้วยปลาเบ็ดสด, หมึกสด และหอยแมลงภู่สด จะอยู่ที่ 27.23-95.32% (เฉลี่ย $71.18 \pm 22.23\%$), 28.37-98.16% (เฉลี่ย $54.56 \pm 25.41\%$) และ 27.23-95.32% (เฉลี่ย $52.98 \pm 27.70\%$) ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งเมื่อนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การพัฒนาการของไข่นอกกระดอง และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าในแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่า อาหารทั้ง 3 ชนิดนี้ไม่มีผลต่อการพัฒนาการของไข่ และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าไข่นอกกระดอง

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของความกว้าง, ความยาว, น้ำหนักไข่, การพัฒนาการของไข่นอกกระดอง และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าที่เลี้ยงขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน (n=8)

ชนิดอาหาร	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	น้ำหนักไข่ (กรัม)	พัฒนาการของไข่ (วัน)	อัตราการฟัก (%)
ปลาเบ็ดสด	10.47±1.45	4.95±0.71	22.75±8.48	5.7±1.4	71.18±22.23
หมึกสด	10.75±1.46	4.97±0.65	23.87±9.41	4.1±1.6	54.56±25.41
หอยแมลงภู่สด	9.96±0.53	4.62±0.19	27.50±12.53	4.5±0.9	52.98±27.70

จากรายงานผลการวิจัยของการเลี้ยงปูม้าในประเทศไทย พบว่า ส่วนใหญ่จะเลี้ยงปูม้าด้วยปลาสด (กอบศักดิ์ และคณะ, 2547; วารินทร์, 2548; อภรณ์ และสำรวย, 2548) แต่จากการทดสอบการชอบกินอาหารต่างๆ ของปูม้า พบว่า ปูม้าชอบเนื้อหอยมากกว่าเนื้อปลา และหมึก ตามลำดับ และโดยทั่วไปแล้วอาหารที่พบในกระเพาะปูม้าในธรรมชาติส่วนใหญ่จะเป็นหอย 51.3%, ครัสเตเชีย 24.1%, ปลา 18.0% และอื่นๆ 6.6% (Chande and Mgaya, 2004; Edgar, 1990) Izquierdo *et al.*, (2001) รายงานว่า ปัจจัยทางด้านอาหารเป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาระบบสืบพันธุ์, การผสมพันธุ์, คุณภาพของไข่ และลูกพันธุ์สัตว์น้ำ Racotta *et al.* (2003) รายงานว่า อาหารที่ใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งจะมีผลต่อคุณภาพของไข่ และตัวอ่อน ถ้าอาหารที่ใช้มีคุณภาพสูงก็จะทำให้ตัวอ่อนมีคุณภาพสูงด้วย Chamberlain and Lawrence (1981) รายงานว่าอาหารพ่อแม่พันธุ์กุ้งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นอาหารที่มาจากธรรมชาติ เช่น เปรียง, หมึก, หอย เป็นต้น ซึ่งอาหารเหล่านี้จะอุดมสมบูรณ์ไปด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (HUFA) และกรดอะมิโนที่จำเป็น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกุ้งทะเล หรือสัตว์น้ำในกลุ่มครัสเตเชีย (Benzie, 1997; Racotta *et al.*, 2003) สุพิศ และคณะ (2548) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพื้นฐานของไข่น้ำปูม้าช่วงการพัฒนาต่างๆ พบว่า ไข่น้ำปูม้าระยะการพัฒนาต่างๆ มีการสะสมทั้งโปรตีน และไขมันอยู่ในปริมาณสูง และปริมาณดังกล่าวลดลงในช่วงการพัฒนา ก่อนการฟักเป็นตัว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งโปรตีน และไขมันถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานในช่วงการพัฒนาให้ไข่มีความสมบูรณ์ ในการศึกษาครั้งนี้หมึกสดเป็นอาหารที่มีโปรตีน และไขมันสูงกว่าอาหารชนิดอื่นๆ ซึ่งน่าจะทำให้ไข่น้ำปูม้ามีความสมบูรณ์ หรือมีพัฒนาการ และอัตราการฟักดีที่สุด แต่ผลการศึกษพบว่าทั้งปลาสด หอยแมลงภู่สด และหมึกสดให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าระยะเวลาในการเลี้ยงขุนอาจน้อยเกินไป

สำหรับคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงขุนแม่ปูม้าไข่นอกกระดองในแต่ละชุดการทดลองพบว่า คุณภาพน้ำโดยทั่วไปในบ่อทดลองก่อนทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ในช่วงบ่าย มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะฟักไข่น้ำปูม้า (วารินทร์ และภมรพรรณ, 2548; Pequeux, 1995; Romana and Zeng, 2006) และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ฝ่ายคุณภาพน้ำ, 2534) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ห้ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย เพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละชุดการทดลอง

ANOVA : การพัฒนาการของไข่นอกกระดอง						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	11.58333	2	5.791667	3.012384	0.070762	3.4668
Within Groups	40.375	21	1.922619			
Total	51.95833	23				

ANOVA : อัตราการฟักไข่						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1627.591	2	813.7956	1.279897	0.298884	3.4668
Within Groups	13352.41	21	635.8291			
Total	14980	23				

ตารางที่ 4 ผลของอาหารต่อคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงขุนแม่ปูม้าไข่นอกกระดอง

คุณสมบัติของน้ำ	อาหารที่ใช้เลี้ยงขุนแม่ปูม้าไข่นอกกระดอง		
	ปลาเบ็ดสด	หมึกสด	หอยแมลงภู่สด
ความเค็ม (ppt)	31-32	31-32	31-32
อุณหภูมิ (°C)	25.5-27.1	25.6-27.3	26.7-26.9
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	4.70-5.41	4.72-5.36	4.77-5.54
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.8-8.2	7.7-8.2	7.8-8.1
แอมโมเนียรวม (mg-N/l)	0.001-0.530	0.005-0.393	0.000-0.579
ไนโตรเจน (mg-N/l)	0.003-0.680	0.002-0.633	0.002-0.372
ความเป็นด่าง (mg/l as CaCO ₃)	98-134	98-121	114-132

สรุปและข้อเสนอแนะ

การนำแม่ปูม้าไข่นอกกระดองที่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดินมาเลี้ยงขุนด้วยปลาเบ็ดสด, หมึกสด และหอยแมลงภู่สด แม่ปูม้ามีการพัฒนาการของไข่นอกกระดองจากไข่สีเหลืองเป็นไข่สีเทาดำ และมีอัตราการฟักไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้น จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อาหารทั้ง 3 ชนิดนี้ไม่มีผลต่อการพัฒนาการของไข่ และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้าไข่นอกกระดอง แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งต่อไป ควรเพิ่มระยะเวลาการให้อาหารให้นานขึ้น โดยเฉพาะระหว่างการเลี้ยงปูม้าในบ่อดินเพื่อผลิตแม่ปูไข่นอกกระดอง รวม

ไปถึงศึกษาอาหารชนิดอื่นๆ หรืออาหารที่มีโภชนาการเหมาะสมต่อการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปูม้าในบ่อดิน เพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพของการเพาะเลี้ยงปูม้าต่อไปในอนาคต

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรสถานีวิจัยประมงคลองวาฬทุกท่านที่ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยจนแล้วเสร็จ รวมไปถึงนายสุทิน สมบูรณ์ ที่ช่วยเหลือในการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ใช้เลี้ยงปูม้าในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2547. **สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2545**. เอกสารฉบับที่ 30/2547.

ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 91 หน้า.

กอบศักดิ์ เกตุเหมือน, ก่อเกียรติ กุลแก้ว และสุภาวดี จิตต์หมั่น. 2547. **การเลี้ยงปูม้าในบ่อดิน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 38/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสงขลา, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 16 หน้า.

จันทร์ธา วงษ์อุทอง. 2551. **การใช้ Microsoft Excel สำหรับการวิเคราะห์และประมวลผล**.

เอกสารประกอบการอบรม. ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฝ่ายคุณภาพน้ำ. 2534. **มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย**. ฝ่ายคุณภาพน้ำ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 142 หน้า.

บรรจง เทียนสงฆ์ศรี. 2548. **สถานภาพทรัพยากรประมงปูม้าของไทยในปัจจุบัน. จดหมายข่าวนานาชาติ** 8 (4), 3 – 7.

บรรจง เทียนสงฆ์ศรี. 2549. **ปูม้าสัตว์เศรษฐกิจพื้นฟูชีวิตชาวประมง**. **วารสารอัพเดท**, 37-46.

นนุช ตั้งเกริกไอฟาร์ และศุภางค์ ข้าปฎิ. 2550. **พัฒนาการคัพภะและระยะเวลาของการฟักไข่ในปูม้าเพศเมียที่มีไข่ในกระดอง (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758)**. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา** 12 (2), 56 – 63.

วารินทร์ ธนาสมหวัง. 2548. **การเพาะเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์**. เอกสารเผยแพร่ โครงการการผลิตพันธุ์ และการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) เชิงพาณิชย์. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, กรมประมง.

วารินทร์ ธนาสมหวัง, สง่า สิงห์หงษ์ และชัยยุทธ พุทธิจัน. 2547. **ปริมาณการลำเลียงตับไข่ปูม้า**

- (*Portunus pelagicus* Linnaeus,1758) ต่ออัตราการฟักไข่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 36/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง สมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง และภมรพรณ ฉัตรภูมิ. 2548. ผลของความเค็มต่ออัตราการฟักไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus,1758) จากดักจับปูไข่นอกกระดอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 หน้า.
- วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม, เทพบุตร เวชกามา และโสภี วิชัยเมือง. 2552. อัตรารอดตายของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ในบ่อดิน. น. 381-387. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 47: สาขาประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุเมธ ตันติกุล. 2527. **ชีววิทยาการประมงปูม้าในอ่าวไทย**. เอกสารเผยแพร่วิชาการฉบับที่ 1/2527. ฝ่ายสัตว์น้ำอื่นๆ, กองประมงทะเล, กรมประมง. 62 หน้า.
- สุพิศ ทองรอด, วารินทร์ ธนาสมหวัง, มนทกานติ ท้ามดิน, จีรรัตน์ เกื้อแก้ว และสิริพร ลือชัย ชัยกุล. 2548. การผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปูม้า. หน้า 277-338. ใน วารินทร์ ธนาสมหวัง, สุพิศ ทองรอด และลิลลา เรืองแป้น. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการการผลิตพันธุ์และการเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus,1758) เชิงพาณิชย์**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.
- อาภรณ์ เทพพานิช และสำรวย ชุมวรฐายี. 2548. การเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus,1758) ที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน**ในบ่อดิน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 13 หน้า.
- APHA, AWWA and WPCF. 1995. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater**. 19th ed., American Public Health Association, Washington, DC.
- Benzie, J.A.H. 1997. A Review of The Effect of Genetics and Environment on The Maturation and Larval Quality of the Giant Tiger Prawn *Penaeus monodon*. **Aquaculture** 155, 69-85.
- Chamberlain, G.W. and A.L. Lawrence. 1981. Maturation, Reproduction and Growth of *Penaeus vannamai* and *P. stylirostris* Fed Natural Diets. **Journal of the World Aquaculture Society** 21, 209-224.
- Chande, A.L. and Y.D. Mgaya. 2004. Food Habits of the Blue Swimming Crab *Portunus pelagicus* along the Coast of Dar es Salaam, Tanzania. **Western Indian Ocean J. Mar. Sci.** 3 (1), 37-42.

- Edgar, G.J. 1990. Predator-prey interaction in seagrass beds. II. Distribution and diet of the blue manna crab *Portunus pelagicus* Linnaeus at Cliff Head, Western Australia. **L. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 139, 23-32.
- Grasshoff, K. 1976. **Methods for Seawater Analysis**. Verlag Chemie, New York. 375 p.
- Izquierdo, M.S., H. Fernandez-Palacios and A.G.J. Fernandez-Palacios. 2001. Effect of Broodstock Nutrition Reproductive Performance of fish. **Aquaculture** 197, 25-42.
- Oniam, V., U. Buathee, L. Chuchit and T. Wechakama. 2010. Growth and Sexual Maturity of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) Reared in the Earthen Ponds. **KU. Fish. Res. Bull.** 34 (1), 20-27.
- Pequeux, A. 1995. **Osmotic regulation in crustaceans**. Journals of Crustacean Biology. 15 (1),1-60.
- Racotta, I.S., E. Palacios, R. Hernandez-Herrera, A. Bonilla, C.I. Perez-Rostro and J.L. Ramirez. 2003. Criteria for Assessing Larval and Post larval Quality of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) **Aquaculture** 233, 181-195.
- Romana, N. and C. Zeng. 2006. The effects of salinity on the survival, growth and haemolymph osmolality of early juvenile blue swimmer crab, *Portunus pelagicus*. **Aquaculture** 260, 151-162.