

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓๘/๒๕๔๕



Technical Paper No. 38/2006

ผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของ  
ลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์

Effects of Water pH on the Survival Rates and Growth of Young Blue Swimming Crab  
(*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in Fiber Nursery Tanks

วารินทร์ ธนาสมหวัง  
ธรรมนุญ วุ่นชิงชี

Varin Tanasomwang  
Thumanoon Vunzingzi

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง  
กรมประมง  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Coastal Fisheries Research and  
Development Bureau  
Department of Fisheries  
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓๘/๒๕๔๕



Technical Paper No. 38/2006

ผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของ  
ลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์

Effects of Water pH on the Survival Rates and Growth of Young Blue Swimming Crab  
(*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in Fiber Nursery Tanks

วารินทร์ ธนาสมหวัง  
ธรรมนุญ วุ่นชิงชี

Varin Tanasomwang  
Thumanoon Vunzingzi

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร

Samutsakhon Coastal Fisheries Research and  
Development Center

๑๒๗ หมู่ ๘ ตำบลโคกขาม

127 Moo8, Tombol Khok-Kham,

อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ๗๔๐๐๐

Muang District, Samutsakhon Province 74000

๒๕๔๕

2006

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	4
การเตรียมน้ำ	4
การวางแผนการทดลอง	4
การเตรียมลูกพันธุ์ปูม้า	4
การรวบรวมและสุ่มนับจำนวนลูกปูม้า	5
ชนิดและปริมาณอาหารที่ให้ลูกปูม้า	6
การเปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอน	6
การให้ที่หลบซ่อน	6
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	7
การเก็บผลการทดลอง	7
การสุ่มเก็บตัวอย่างลูกปูม้าเพื่อวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก	7
การวิเคราะห์ข้อมูล	8
ผลการศึกษา	8
วิจารณ์ผล	13
คำขอบคุณ	14
เอกสารอ้างอิง	14

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดและปริมาณอาหารที่ให้ลูกปูม้าในการทดลอง	6
2	อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	8
3	อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	9
4	ขนาดของลูกปูม้าระยะ zoea IV ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	9
5	ความกว้างส่วนหัวและความยาวเฉลี่ยของลูกปูม้าอายุ 8 วัน ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	10
6	คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	10
7	อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	11
8	อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	11
9	น้ำหนักและขนาดของลูกปูม้าระยะ young crab ที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	12
10	น้ำหนักเฉลี่ยและขนาดเฉลี่ยของลูกปูม้าระยะ young crab ที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	12
11	คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0	13

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การบ่มฟักไข่ม้วนในถังพลาสติกทรงสูงพร้อมให้อากาศ	5
2	ถังไฟเบอร์ที่ใช้ในการอนุบาลลูกปูม้าที่ความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่างกัน	5
3	สำหรับถ่ายเท	7

## ผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของ ลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์

วารินทร์ ธนาสมหวัง\* และธรรมนุญ วุ่นชิงชี

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร

### บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าที่อนุบาลในถังไฟเบอร์แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV และช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab โดยวางแผนการทดลองแต่ละช่วงแบบสุ่มตลอด การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายและขนาดของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองกับลูกปูช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV พบว่า ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH 8.5 มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย ( $71.66 \pm 2.09\%$ ) สูงกว่าที่ใช้น้ำที่มี pH 8.0 ( $59.92 \pm 3.09\%$ ) และ pH 9.0 ( $49.04 \pm 4.36\%$ ) นอกจากนี้ ยังมีขนาดเฉลี่ยใหญ่กว่าลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH ทั้ง 2 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

การทดลองกับลูกปูช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab ปรากฏว่า ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH 8.5 มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย ( $25.13 \pm 4.00\%$ ) สูงกว่าที่ใช้น้ำที่มี pH 8.0 ( $23.64 \pm 2.96\%$ ) อย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) แต่สูงกว่าที่ใช้น้ำที่มี pH 9.0 ( $11.20 \pm 1.43\%$ ) อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) นอกจากนี้ ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH 8.0 และ 8.5 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้น้ำ pH 9.0 และลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำ pH 8.5 และ 9.0 มีความกว้างกระดองเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้น้ำ pH 8.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ )

**คำสำคัญ :** ลูกปูม้า ความเป็นกรด-ด่าง อัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต

\*ผู้รับผิดชอบ : ๑๒๓ หมู่ ๘ ต.โคกขาม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ๗๔๐๐๐ โทร. ๐-๓๔๔๒-๖๒๒๐

E-mail : scadc@ji-net.com

**Effects of Water pH on the Survival Rates and Growth of Young Blue Swimming Crab  
(*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) in Fiber Nursery Tanks**

**Varin Tanasomwang\* and Thumanoon Vunzingzi**

Samutsakhon Coastal Fisheries Research and Development Center

**Abstract**

Study on the effects of water pH on the survival rates and growth of young blue swimming crab in fiber nursery tanks was divided into 2 periods, zoea I to zoea IV and zoea IV to young crab stages. Completely Randomized Design was used for the experimentation. Analysis of Variance was employed in data analysis and means of the survival rates and size of crab from each treatment were compared by using Duncan's New Multiple Range Test at 95% level of confidence.

Experimentation with crab from zoea I to zoea IV stages was conducted. Crab larvae reared in pH 8.5 of water produced the average survival rate ( $71.66 \pm 2.09\%$ ) and size which were significantly higher and bigger than those in pH 8.0 and 9.0 of water ( $P < 0.05$ ).

Experimentation with crabs from zoea IV to young crab stages was carried out. The average survival rate of crabs reared in pH 8.5 of water ( $25.13 \pm 4.00\%$ ) was not significantly higher than those in pH 8.0 ( $23.64 \pm 2.96\%$ ) ( $P > 0.05$ ), but significantly higher than those in pH 9.0 ( $11.20 \pm 1.43\%$ ) of water ( $P < 0.05$ ). Besides, crabs reared in pH 8.0 and 8.5 of water gained average weights more than those in pH 9.0 of water while crabs in pH 8.5 and 9.0 of water obtained sizes by average carapace width more than those in pH 8.0 of water significantly ( $P < 0.05$ ).

**Keywords :** Young blue swimming crab, Water pH, Survival rate, Growth

---

\* Corresponding author : 127 Mu 8, Khok-Kham Sub-district, Muang District, Samutsakhon Province  
Tel. 0-3442-6220 E-mail : [scadc@ji-net.com](mailto:scadc@ji-net.com)

## คำนำ

ปูม้าเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นอกจากเป็นที่นิยมบริโภคในประเทศ ยังใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆเพื่อส่งออก ปี 2546 ประเทศไทยส่งออกสินค้าและผลิตภัณฑ์คิดเป็นมูลค่า 4,617 ล้านบาท โดยเป็นปูปรุงแต่ง 83% และปูแช่เยือกแข็ง 17% ของมูลค่าส่งออก นับเป็นประเทศส่งออกผลิตภัณฑ์ปูปรุงแต่งอันดับ 1 ของโลก (FAO, 2002) ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ปูม้าที่นำมาบริโภคเป็นปูที่จับจากทะเลแทบทั้งสิ้น เมื่อตลาดมีความต้องการสูง ชาวประมงจึงได้พัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพสูงเพื่อจับปูม้าขึ้นมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด การจับปูม้าขึ้นมาใช้ประโยชน์มากเกินไปจนกำลังที่ผลิตทดแทนได้ตามธรรมชาติ ส่งผลให้ปูม้าในท้องทะเลไทยลดลงอย่างรวดเร็วทั้งปริมาณและขนาด (เขียน, 2520; อมรา และอัจฉรา, 2545) การเพาะพันธุ์ปูม้าให้ได้ปริมาณมาก (mass production) เพื่อนำไปปล่อยในทะเลเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับธรรมชาติ และขยายผลไปสู่การเลี้ยงซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตอีกทางหนึ่งจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ในการเพาะพันธุ์ปูม้า วารินทร์และคณะ (2545, 2547) ได้ศึกษาและประสบความสำเร็จในการฟักไข่ปูม้าจากดักขี้ที่หักจากปูไข่นอกกระดองก่อนนำแม่ปูเหล่านั้นไปดักและแกะเนื้อเพื่อผลิตเป็นปูกระป๋องปูม้าที่นำมาดักและแกะเนื้อมีปูไข่นอกกระดองปะปนอยู่ด้วยจำนวนมากพอสมควร ที่ผ่านมามีไข่นอกกระดองของแม่ปูเหล่านี้ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ เป็นการทำลายทรัพยากรพันธุ์สัตว์น้ำอย่างน่าเสียดายความสำเร็จดังกล่าว ทำให้สามารถใช้ดักขี้ปูเป็นแหล่งพันธุ์ในการผลิตลูกปูม้าด้วยต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ นักวิจัยยังได้ศึกษาวิธีการเพาะและอนุบาลปูม้า (โกวิทย์และทวี, 2547) ตลอดจนชนิดของที่หลบซ่อน (วารินทร์และคณะ, 2547) ความหนาแน่น (กมลพรรณและวารินทร์, 2548) ความเค็มของน้ำ (วารินทร์และคณะ, 2548) และอาหารที่เหมาะสม (วารินทร์และคณะ, 2549) ในการอนุบาลลูกปูม้า จากการศึกษาที่ผ่านมา ความเค็มของน้ำเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมพื้นฐานที่สำคัญและมีผลอย่างมากต่อการอยู่รอดและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าแต่ละระยะ อย่างไรก็ตาม ยังมีปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมอีกหลายประการที่มีความสำคัญและยังไม่ได้ศึกษางานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำที่ระดับต่างๆต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าตั้งแต่ระยะ zoea I ถึง zoea IV และ zoea IV (ตอนปลาย) ถึง young crab (หลังจากเข้าระยะ crab 6-7 วัน) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการสิ่งแวดล้อมระหว่างการอนุบาลให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของลูกปูม้ามากยิ่งขึ้น

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV และระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างต่างกัน
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV และระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างต่างกัน
3. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง zoea IV และระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างต่างกัน



## อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

### การเตรียมน้ำ

น้ำที่ใช้ในการทดลองเตรียมในบ่อคอนกรีตขนาด 10 ลบ.ม. จำนวน 3 บ่อ น้ำที่เตรียมมีความเค็ม 30, 27, 25 และ 23 ส่วนในพัน (ppt) ตามระยะเวลาที่ต้องการใช้น้ำทั้ง 3 บ่อ ที่เตรียมในแต่ละระยะเวลา มีความเค็มเดียวกัน แต่ปรับให้มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่างกันในแต่ละบ่อที่ 8.0, 8.5 และ 9.0 การปรับเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความเป็นกรด-ด่างในน้ำโดยใช้น้ำปูนขาว ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) และกรดเกลือ ( $\text{HCl}$ ) ตามลำดับ โดยค่อยๆเติมสารเคมีดังกล่าวทีละน้อยจนกว่าวัดค่าได้ตามต้องการ ระหว่างพักน้ำในบ่อให้อากาศตลอดเวลา

### การวางแผนการทดลอง

การทดลองอนุบาลลูกปูม้าโดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่างต่างกันแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV และช่วงระยะ zoea IV (ตอนปลาย) ถึง young crab โดยวางแผนการทดลองแต่ละช่วงแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) การทดลองแต่ละช่วงแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลองๆละ 3 ซ้ำ การอนุบาลลูกปูโดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ความเป็นกรด-ด่าง 8.0

ชุดการทดลองที่ 2 ความเป็นกรด-ด่าง 8.5

ชุดการทดลองที่ 3 ความเป็นกรด-ด่าง 9.0

### การเตรียมลูกพันธุ์ปูม้า

ลูกปูแรกฟักที่นำมาอนุบาลจนถึงระยะ zoea IV ก่อนนำไปใช้การทดลองแต่ละครั้งเป็นลูกปูฟักจากไข่จากตบปี้งของแม่ปูไข่จนออกกระดองตามวิธีของวารินทร์และคณะ (2545) กล่าวคือ ตบปี้งไข่ปูที่หักจากตัวแม่ ถูกลำเลียงจากโรงต้มและแกะเนื้อที่ตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม มายังโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาครก่อนการอนุบาล 2 วัน ในกรณีนี้ใช้ตบปี้งไข่ปูสีน้ำตาลเป็นแหล่งพันธุ์ ทำการแยกไข่ออกจากตบปี้งโดยใช้มือลูเบาๆในกะละมังที่มีน้ำทะเล จากนั้นกรองเอาสิ่งสกปรกและไข่ที่จับเป็นก้อนออก แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง และนำไข่ปูไปบ่มฟักในถังพลาสติกทรงสูงในปริมาณ 180 ก./น้ำทะเล 60 ล. พร้อมให้อากาศค่อนข้างแรง ในแต่ละครั้งบ่มฟักไข่ไว้ประมาณ 3-4 ถัง (ภาพที่ 1) ไข่สีน้ำตาลเปลี่ยนสีเป็นสีดำก่อนฟักเป็นตัวอ่อนปูม้าหลังจากบ่มฟักไข่เป็นระยะเวลา 2 วัน โดยทั่วไป ลูกปูที่ฟักในวันแรกมีปริมาณมากที่สุดจึงรวบรวมไปใส่บ่ออนุบาล การรวบรวมลูกปูแรกฟักโดยหุคให้อากาศเพื่อให้ไข่ที่ยังไม่ฟักจมลงกันถึง ส่วนลูกปูว่ายขึ้นมาอยู่บริเวณผิวน้ำ ใช้กระบวยตักทั้งน้ำและลูกปูใส่ในกะละมังพลาสติกเพื่อลำเลียงไปยังบ่ออนุบาล น้ำทะเลที่ใช้ในกิจกรรมส่วนนี้ทั้งหมดมีความเค็ม 30 ส่วนในพัน (วารินทร์และภมรพรรณ, 2548)



ภาพที่ 1 การบ่มฟักไข่ปูม้าในถังพลาสติกทรงสูงพร้อมให้อากาศ

### การรวบรวมและสุ่มนับจำนวนลูกปูม้า

การรวบรวมและประเมินจำนวนลูกปูแรกฟักสำหรับการทดลองช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV ก่อนการรวบรวมหยุดให้อากาศเพื่อให้ไข่ปูที่ยังไม่ฟักจมลงก้นถัง ส่วนลูกปูว่ายน้ำขึ้นมาอยู่บริเวณผิวน้ำ จากนั้นใช้กระบอกตักทั้งน้ำและลูกปูใส่กะละมังพลาสติก เติมน้ำทะเลลงไปในกะละมังให้ได้ปริมาตร 20 ล. พร้อมให้อากาศเพื่อให้ลูกปูกระจายอย่างทั่วถึง จากนั้นใช้บีกเกอร์สุ่มตักน้ำที่มีลูกปูขึ้นมาในปริมาตร 100 มล. 2 ครั้ง เพื่อนับจำนวน ค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกปูจากการนับ 2 ครั้ง ใช้ในการปรับเพิ่มหรือลดจำนวนลูกปูในกะละมังจนกว่าลูกปูจากการนับจากบีกเกอร์ 2 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่หรือใกล้เคียง 315 ตัว ซึ่งลูกปูในกะละมังมีจำนวนประมาณ 63,000 ตัว ตามลำดับ จากนั้นนำลูกปูในแต่ละกะละมังที่ประเมินจำนวนแล้วไปใส่ในถังทดลอง 2 กะละมัง ทั้งนี้ลูกปูแรกฟักในแต่ละถังมีจำนวนประมาณ 126,000 ตัว/ปริมาตรน้ำ 1.8 ลบ.ม หรือความหนาแน่น 70,000 ตัว/ลบ.ม. การรวบรวมและประเมินจำนวนลูกปูระยะ zoea IV (ตอนปลาย) สำหรับการทดลองช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้กระบอกตักลูกปูพร้อมน้ำในกะละมังพลาสติกในปริมาณที่เทียบเคียงกับจำนวนลูกปู 2,000 ตัว ในกะละมังขนาดเดียวกันที่นับจำนวนได้แล้วจากนั้นนำไปใส่ในถังทดลองจนแต่ละถังมีจำนวนประมาณ 27,000 ตัว/ปริมาตรน้ำ 1.8 ลบ.ม หรือความหนาแน่น 15,000 ตัว/ลบ.ม. การรวบรวมและประเมินจำนวนลูกปูระยะ young crab เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยนับลูกปูทุกตัวในแต่ละถัง (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ถังไฟเบอร์ที่ใช้ในการอนุบาลลูกปูม้า  
ที่ความเป็นกรดต่างของน้ำต่างกัน

ชนิดและปริมาณอาหารที่ให้ลูกปูม้า

ชนิดและปริมาณอาหารมีชีวิตที่ให้ลูกปูแต่ละระยะดังแสดงในตารางที่ 1 โดยให้อาหารวันละ 5 มื้อ เวลา 05.00, 08.30, 13.30, 18.30 และ 23.00 น.

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณอาหารที่ให้ลูกปูม้าในการทดลอง

วันที่อนุบาล	ระยะลูกปู	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร
1	zoea I	โรติเฟอร์	2 ตัว/มล.
		คลอเรลลา	$10^4$ - $10^5$ เซลล์/มล.
2-4	zoea I-II	โรติเฟอร์	1.5 ตัว/มล.
		คลอเรลลา	$10^4$ - $10^5$ เซลล์/มล.
		ไรน้ำเค็มแรกฟัก	0.20 ตัว/มล.
5-8	zoea II-zoea IV	ไรน้ำเค็มแรกฟัก	0.50 ตัว/มล.
9-10	zoea IV-megalopa	ไรน้ำเค็มอายุ 2-3 วัน	0.1-0.2 ตัว/มล.
		ไข่ตุ๋น	15-30 ก.
11-14	megalopa-young crab	ไรน้ำเค็มอายุ 5-7 วัน	0.02-0.03 ตัว/มล.
		ไข่ตุ๋น	30-50 ก.
15-19	young crab	ไรน้ำเค็มตัวเต็มวัย	0.02-0.12 ตัว/มล.
		ไข่ตุ๋น	40-60 ก.

การเปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอน

ระหว่างการอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำพร้อมปรับลดความเค็มในวันที่ 3, 5 และ 7 ของการอนุบาลในปริมาณ 30% โดยลดความเค็มจาก 30 เป็น 27, 25 และ 23 ส่วนในพัน ตามลำดับ และดูดตะกอนกันถึงในวันที่ 4, 6 และ 8 ของการอนุบาลด้วยท่อ PVC ที่ปลายด้านหนึ่งทำเป็นรูปปากฉลาม สำหรับการอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab (หลังจากเข้าระยะ crab 6-7 วัน) มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ในวันที่ 3, 5, 7 และ 9 ของการอนุบาลในปริมาณ 20 % และดูดตะกอนกันถึงในวันที่ 4, 6, 8 และ 10 ของการอนุบาล

การให้ที่หลบซ่อน

ในการอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab เมื่อลูกปูเข้าระยะ megalopa เกือบหมด ใส่สาหร่ายเทียม (ภาพที่ 3) ซึ่งทำด้วยเชือกพลาสติกสีเขียวอ่อนที่ตัดเป็นท่อนยาวประมาณ 25 ซม. โดยสอดเชือกพลาสติกที่ยาวเท่ากัน 2 ด้าน ดังกล่าวไปตามความยาวของเชือกในลอนเป็นระยะๆ ซึ่งยาวประมาณ 40 ซม. โดยมีระยะห่างประมาณ 5 ซม. จากนั้นคลี่เชือกพลาสติกออกเป็นแผ่นบางๆ แล้วฉีกเป็นเส้นเล็กๆจนหมด

ปลายด้านหนึ่งของเชือกไนลอนผูกติดกับทุ่นลอย และปลายหนึ่งผูกติดกับตุ้มถ่วงใส่งถึงทดลองทุกถังๆ ละ 25 เส้น เพื่อให้เป็นที่หลบซ่อน (วารินทร์และคณะ, 2547ก)



ภาพที่ 3 สาหร่ายเทียม

### การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ระหว่างการอนุบาลลูกปูในการทดลองแต่ละครั้ง ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบางประการ ในแต่ละถังทดลอง ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างยี่ห้อ Orion อุณหภูมิน้ำด้วย เครื่องวัดอุณหภูมิ (thermometer) ที่มีช่วงระหว่าง 0-100°ซ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) โดยใช้เครื่องวัด ยี่ห้อ Oxy Guard รุ่น Handy Alpha ปริมาณแอมโมเนีย (ammonia:  $\text{NH}_3\text{-N}$ ) และไนไตรท์ (nitrite:  $\text{NO}_2\text{-N}$ ) ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972) และความเป็นด่าง (alkalinity) ตามวิธีของ APHA, AWWA and WPCF (1980)

### การเก็บผลการทดลอง

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ใช้ระยะเวลา 8 วัน และเก็บผลการทดลองในวันที่ 9 ของการอนุบาล สุ่มนับจำนวนลูกปูที่เหลือรอดในแต่ละถัง นำไปคำนวณหาอัตราการรอดตายของลูกปูระยะ zoea IV ส่วนการอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ใช้ระยะเวลา 10 วัน ต่อจากช่วงแรก เก็บผลการทดลองในวันที่ 19 ของการอนุบาล นับจำนวนลูกปูที่เหลือรอดในแต่ละบ่อหรือถังเพื่อนำไป คำนวณหาอัตราการรอดตายของลูกปูระยะ young crab

### การสุ่มเก็บตัวอย่างลูกปูม้าเพื่อวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก

เมื่อสิ้นสุดการอนุบาลลูกปูช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV ในแต่ละการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปู จากแต่ละชุดการทดลองประมาณ 50 ตัว เก็บถนอมไว้ในฟอร์มาลินความเข้มข้น 5% เพื่อวัดขนาดภายใต้ กล้องจุลทรรศน์ด้วย micrometer ความกว้างวัดจากส่วนหัวซึ่งกว้างที่สุด ส่วนความยาวของลูกปูวัดจาก ปลายข้างหนึ่งถึงปลายอีกข้างหนึ่งเมื่อใช้เข็มเย็บยึดลำตัวให้ตรง ส่วนลูกปูช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab เมื่อสิ้นสุดการทดลองครั้งที่ 3 สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปูจากแต่ละชุดการทดลองจำนวน 20 ตัว เพื่อชั่งน้ำหนัก

ตลอดจนวัดความกว้างและความยาวกระดอง การทดลองครั้งที่ 4 สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปูจากแต่ละชุดการทดลอง จำนวน 10 ตัว เพื่อวัดความกว้างและความยาวกระดองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วย micrometer การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบอัตราการรอดตายและขนาดเฉลี่ยของลูกปูม้าในแต่ละการทดลองโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

### ผลการศึกษา

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่างกัน ปรากฏว่า ลูกปูในแต่ละถังที่เติมน้ำ pH 8.0 มีอัตราการรอดตาย 57.14, 59.38 และ 63.24% ที่เติมน้ำ pH 8.5 มีอัตราการรอดตาย 69.39, 73.49 และ 72.10% ส่วนที่เติมน้ำ pH 9.0 มีอัตราการรอดตาย 51.83, 44.01 และ 51.28% (ตารางที่ 2) อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่  $59.92 \pm 3.09$ ,  $71.66 \pm 2.09$  และ  $49.04 \pm 4.36\%$  ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 2** อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนลูกปู zoea I (ตัว)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	อัตราการรอดตาย (%)
ความเป็นกรด-ด่าง 8.0			
1	129,500	74,000	57.14
2	128,000	76,000	59.38
3	126,500	80,000	63.24
ความเป็นกรด-ด่าง 8.5			
1	129,700	90,000	69.39
2	127,900	94,000	73.49
3	127,600	92,000	72.10
ความเป็นกรด-ด่าง 9.0			
1	131,200	68,000	51.83

2	131,800	58,000	44.01
3	128,700	66,000	51.28

ตารางที่ 3 อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตราการตายต่ำสุด (%)	อัตราการตายสูงสุด (%)	อัตราการตายเฉลี่ย (%)
ความเป็นกรด-ด่าง 8.0	3	57.14	63.24	59.92±3.09 <sup>b</sup>
ความเป็นกรด-ด่าง 8.5	3	69.39	73.49	71.66±2.09 <sup>a</sup>
ความเป็นกรด-ด่าง 9.0	3	44.01	51.83	49.04±4.36 <sup>c</sup>

a, b, c : อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

การสุ่มนับตัวอย่างลูกปูระยะ zoea I ชุดการทดลองละ 10 ตัว และเก็บถนอมไว้ในฟอร์มาลินความเข้มข้น 5% เพื่อวัดขนาดในเวลาต่อมา ปรากฏว่า ความกว้างส่วนหัวของลูกปูที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำ pH 8.0, 8.5 และ 9.0 อยู่ในช่วง 1.000-1.250, 1.000-1.700 และ 0.925-1.375 มม. ความยาวของลูกปูอยู่ในช่วง 2.500-3.125, 3.000-4.500 และ 2.750-3.750 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ความกว้างส่วนหัวเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่  $1.115 \pm 0.093$ ,  $1.475 \pm 0.219$  และ  $1.148 \pm 0.141$  มม. ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้ น้ำ pH 8.5 มีความกว้างส่วนหัวเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้ น้ำ pH 8.0 และ 9.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ความยาวเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่  $2.770 \pm 0.176$ ,  $3.573 \pm 0.555$  และ  $3.013 \pm 0.309$  มม. ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้ น้ำ pH 8.5 มีความยาวเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้ น้ำ pH 8.0 และ 9.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ขนาดของลูกปูม้าระยะ zoea IV ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ลูกปูตัวที่	ความกว้างส่วนหัว (มม.)			ความยาวของลูกปู (มม.)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	1.000	1.250	1.125	2.750	3.000	3.750
2	1.125	1.000	0.925	2.750	3.250	2.750
3	1.250	1.650	1.250	3.000	3.250	2.750
4	1.075	1.700	1.000	2.625	4.500	2.875
5	1.200	1.375	1.000	2.750	3.125	3.000
6	1.250	1.425	1.125	3.125	3.125	3.250
7	1.125	1.625	1.175	2.700	4.250	3.125
8	1.050	1.500	1.250	2.500	3.225	2.750
9	1.075	1.600	1.375	2.750	4.125	3.000
10	1.000	1.625	1.250	2.750	3.875	2.875

T1 : ความเป็นกรด-ด่าง 8.0

T2 : ความเป็นกรด-ด่าง 8.5

T3 : ความเป็นกรด-ด่าง 9.0

**ตารางที่ 5** ความกว้างส่วนหัวและความยาวเฉลี่ยของลูกปูม้าอายุ 8 วัน ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	ความกว้างส่วนหัวเฉลี่ย (มม.)	ความยาวเฉลี่ยของลูกปู (มม.)
ความเป็นกรด-ด่าง 8.0	10	1.115±0.093 <sup>b</sup>	2.770±0.176 <sup>b</sup>
ความเป็นกรด-ด่าง 8.5	10	1.475±0.219 <sup>a</sup>	3.573±4.555 <sup>a</sup>
ความเป็นกรด-ด่าง 9.0	10	1.148±0.141 <sup>b</sup>	3.013±0.309 <sup>b</sup>

a, b : ความกว้างส่วนหัวและความยาวเฉลี่ยของลูกปูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในแต่ละชุดการทดลองดังแสดงในตารางที่ 6 อุณหภูมิน้ำทั้งในช่วงเช้าและช่วงบ่ายระหว่างชุดการทดลองใกล้เคียงกัน แต่มีความผันผวนค่อนข้างสูง โดยช่วงเช้าผันแปรอยู่ระหว่าง 21.6-29.7<sup>°</sup>ซ ช่วงบ่ายอยู่ระหว่าง 22.4-30.9<sup>°</sup>ซ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใกล้เคียงกันโดยผันแปรอยู่ระหว่าง 6.7-7.7 มก./ล. ส่วนปริมาณไนโตรเจนในไตรท์ในแต่ละชุดการทดลองอยู่ระหว่าง 0.030-0.680, 0.140-0.520 และ 0.060-0.150 มก./ล. ปริมาณแอมโมเนียอยู่ระหว่าง 0.010-1.120, 0.070-0.890 และ 0.060-0.550 มก./ล. ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำที่กำหนดในการทดลองมีความผันผวนอยู่ในช่วง 8.01-8.24, 8.31-8.63 และ 8.60-9.10 และส่งผลให้ความเป็นด่างผันแปรอยู่ในช่วง 150-205, 257-290 และ 214-316 มก./ล. ตามลำดับ

**ตารางที่ 6** คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ล.)	NO <sub>2</sub> -N (มก./ล.)	NH <sub>3</sub> -N (มก./ล.)	DO (มก./ล.)
	เช้า	บ่าย					
1	21.7-29.7	22.5-30.8	8.01-8.24	150-205	0.030-0.680	0.010-1.120	6.7-7.7
2	21.6-29.5	22.4-30.5	8.31-8.63	257-290	0.140-0.520	0.070-0.890	6.7-7.7
3	21.6-29.5	22.4-30.9	8.60-9.10	214-316	0.060-0.150	0.060-0.550	6.7-7.6

ชุดการทดลองที่ 1 : ความเป็นกรด-ด่าง 8.0

ชุดการทดลองที่ 2 : ความเป็นกรด-ด่าง 8.5

ชุดการทดลองที่ 3 : ความเป็นกรด-ด่าง 9.0

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่างกัน พบว่า ลูกปูในถังที่เติมน้ำ pH 8.0 มีอัตราการรอดตาย 20.44, 26.28 และ 24.19% ที่เติมน้ำ pH 8.5 มีอัตราการรอดตาย 23.46, 22.24 และ 29.70% ส่วนที่เติมน้ำ pH 9.0 มีอัตราการรอดตาย 9.89, 12.72 และ 10.98% (ตารางที่ 7) อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่  $23.64 \pm 2.96$ ,  $25.13 \pm 4.00$  และ  $11.20 \pm 1.43$ % ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำ pH 8.5 มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงกว่าที่ใช้น้ำ pH 8.0 อย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) แต่สูงกว่าที่ใช้น้ำ pH 9.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 7** อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	จำนวนลูกปู young crab (ตัว)	อัตราการรอดตาย (%)
ความเป็นกรด-ด่าง 8.0			
1	27,000	5,520	20.44
2	27,000	7,095	26.28
3	27,000	6,530	24.19
ความเป็นกรด-ด่าง 8.5			
1	27,000	6,335	23.46
2	27,000	6,005	22.24
3	27,000	8,020	29.70
ความเป็นกรด-ด่าง 9.0			
1	27,000	2,670	9.89
2	27,000	3,435	12.72
3	27,000	2,965	10.98

**ตารางที่ 8** อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตราการรอดตายต่ำสุด (%)	อัตราการรอดตายสูงสุด (%)	อัตราการรอดตายเฉลี่ย (%)
ความเป็นกรด-ด่าง 8.0	3	20.44	26.28	$23.64 \pm 2.96^a$
ความเป็นกรด-ด่าง 8.5	3	22.24	29.70	$25.13 \pm 4.00^a$
ความเป็นกรด-ด่าง 9.0	3	9.89	12.72	$11.20 \pm 1.43^b$

a, b : อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )



การสุ่มตัวอย่างลูกปูระยะ young crab ชุดการทดลองละ 10 ตัว เพื่อชั่งน้ำหนักและวัดขนาด ปรากฏว่า ลูกปูที่อนุบาล โดยใช้น้ำ pH 8.0, 8.5 และ 9.0 มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.008-0.019, 0.010-0.025 และ 0.005-0.009 ก. ความกว้างกระดองอยู่ในช่วง 3.750-4.750, 4.000-5.000 และ 4.050-4.975 มม. และความยาวกระดองอยู่ในช่วง 2.250-3.000, 2.200-3.250 และ 2.225-3.000 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 9) น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่  $0.015 \pm 0.004$ ,  $0.015 \pm 0.005$ , และ  $0.008 \pm 0.001$  ก. ลูกปูที่อนุบาล โดยใช้น้ำ pH 8.0 และ 8.5 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้น้ำ pH 9.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ความกว้างกระดองเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่  $4.103 \pm 0.319$ ,  $4.510 \pm 0.303$  และ  $4.543 \pm 0.323$  มม. ลูกปูที่อนุบาล โดยใช้น้ำ pH 8.5 และ 9.0 มีความกว้างกระดองเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้น้ำ pH 8.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ความยาวกระดองเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่  $2.653 \pm 0.218$ ,  $2.640 \pm 0.300$  และ  $2.650 \pm 0.258$  มม. ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 9** น้ำหนักและขนาดของลูกปูระยะ young crab ที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ลูกปูตัวที่	น้ำหนัก (ก.)			ความกว้างกระดอง (มม.)			ความยาวกระดอง (มม.)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	0.015	0.010	0.005	4.300	4.250	4.325	2.750	2.600	2.800
2	0.019	0.020	0.006	3.750	4.625	4.750	2.375	2.750	2.800
3	0.018	0.018	0.008	4.000	4.625	4.275	2.750	2.675	2.500
4	0.018	0.017	0.008	4.000	4.550	4.925	2.500	2.625	2.500
5	0.010	0.010	0.009	4.250	4.500	4.975	2.675	2.875	2.625
6	0.000	0.013	0.006	4.175	4.875	4.500	2.750	2.675	3.000
7	0.018	0.012	0.008	4.750	4.000	4.050	3.000	2.200	2.925
8	0.017	0.025	0.008	3.750	5.000	4.250	2.750	3.250	2.225
9	0.012	0.011	0.008	4.300	4.200	4.875	2.725	2.250	2.325
10	0.017	0.013	0.008	3.750	4.475	4.500	2.250	2.500	2.800

T1 : ความเป็นกรด-ด่าง 8.0

T2 : ความเป็นกรด-ด่าง 8.5

T3 : ความเป็นกรด-ด่าง 9.0

**ตารางที่ 10** น้ำหนักเฉลี่ยและขนาดเฉลี่ยของลูกปูระยะ young crab ที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	น้ำหนักเฉลี่ย (ก.)	ความกว้างกระดองเฉลี่ย (มม.)	ความยาวกระดองเฉลี่ย (มม.)
ความเป็นกรด-ด่าง 8.0	10	0.015±0.004 <sup>a</sup>	4.103±0.319 <sup>b</sup>	2.653±0.218
ความเป็นกรด-ด่าง 8.5	10	0.015±0.005 <sup>a</sup>	4.510±0.303 <sup>a</sup>	2.640±0.300
ความเป็นกรด-ด่าง 9.0	10	0.008±0.001 <sup>b</sup>	4.543±0.323 <sup>a</sup>	2.650±0.258

a, b : น้ำหนักและความกว้างกระดองเฉลี่ยของลูกปูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

การตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในถังทดลองทั้ง 3 ถัง ของแต่ละชุดการทดลอง ปรากฏว่าคุณภาพน้ำโดยทั่วไปในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ระหว่างชุดการทดลองใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิน้ำในช่วงเช้าผันแปรอยู่ระหว่าง 25.5-26.6 °ซ ช่วงบ่าย 26.8-27.6 °ซ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 6.2-6.8 มก./ล. ปริมาณไนโตรเจน 0.010-0.690 มก./ล. และปริมาณแอมโมเนีย 0.100-1.86 มก./ล. ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำที่กำหนดในการทดลองผันผวนอยู่ในช่วง 7.91-8.21, 8.31-8.53 และ 8.61-8.90 และส่งผลให้ความเป็นด่างผันแปรอยู่ในช่วง 160-197, 210-255 และ 229-306 มก./ล. ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

**ตารางที่ 11** คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้น้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 8.0, 8.5 และ 9.0

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ล.)	NO <sub>2</sub> -N (มก./ล.)	NH <sub>3</sub> -N (มก./ล.)	DO (มก./ล.)
	เช้า	บ่าย					
1	25.5-26.5	26.8-27.5	7.91-8.21	160-197	0.010-0.690	0.130-1.860	6.2-6.8
2	25.5-26.6	26.8-27.6	8.31-8.53	210-255	0.020-0.560	0.100-1.700	6.4-6.8
3	25.5-26.5	26.8-27.6	8.61-8.90	229-306	0.020-0.580	0.130-1.570	6.3-6.8

ชุดการทดลองที่ 1 : ความเป็นกรด-ด่าง 8.0

ชุดการทดลองที่ 2 : ความเป็นกรด-ด่าง 8.5

ชุดการทดลองที่ 3 : ความเป็นกรด-ด่าง 9.0

### วิจารณ์ผล

การเตรียมน้ำให้มีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามที่กำหนดค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ปรับไว้ก่อนนำไปใช้ในการทดลองและที่พักไว้สำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมักไม่ค่อยเสถียร น้ำที่ใช้ในการทดลองจึงมีค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้เคียงกับที่กำหนดเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ระหว่างการอนุบาลลูกปูม้าทั้งช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV และช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab ได้ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำร่วมกับ parameter อื่นๆทุกวันเพื่อตรวจสอบด้วย

การศึกษาในครั้งนี้ ลูกปูที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยใช้ น้ำ pH 8.5 มีอัตราการตายเฉลี่ยสูงกว่าและขนาดเฉลี่ยใหญ่กว่าลูกปูที่อนุบาลโดยใช้ น้ำ pH 8.0 และ 9.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ส่วนลูกปูที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab โดยใช้ น้ำ pH 8.5 มีอัตราการตายเฉลี่ยสูงกว่าที่ใช้น้ำ pH 8.0 อย่างไม่มีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) แต่สูงกว่าที่ใช้น้ำ pH 9.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) นอกจากนี้ ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้ น้ำ pH 8.0 และ 8.5 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้น้ำ pH 9.0 และลูกปูที่อนุบาลโดยใช้ น้ำ pH 8.5 และ 9.0 มีความกว้างกระดองเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้น้ำ pH 8.0 อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ผลการทดลองโดยรวมแสดงให้เห็นว่า น้ำที่มี pH 8.5 มีความเหมาะสมในการอนุบาลลูกปูมากกว่าที่ pH 8.0 และ 9.0 การผลิตพันธุ์ปู *Portunus trituberculatus* ในประเทศญี่ปุ่น มักใช้น้ำที่ปรับ pH ให้อยู่ที่ 9.25 ในการอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง crab I เพื่อป้องกันหรือลดการติดเชื้อรา *Halocrusticida okinawaensis* ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิต (Yasunobu *et al.*, 1997) ในการอนุบาลลูกปูนี้อาจประสบปัญหาติดเชื้อราได้เช่นเดียวกัน จึงควรมีการศึกษาเพื่อหลีกเลี่ยงหรือป้องกันการติดเชื้อราด้วยวิธีการเดียวกันในโอกาสต่อไป

ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูแต่ละช่วง แสดงให้เห็นว่า น้ำที่ปรับ pH ไว้ที่ 8.5 มีความผันผวนระหว่างการอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในช่วง 8.31-8.63 และมีความผันผวนระหว่างการอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในช่วง 8.31-8.53 ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกัน pH ของน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเป็นด่าง (alkalinity) โดยน้ำที่มี pH ผันผวนในช่วง 8.31-8.63 ระหว่างการอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV มีความเป็นด่างผันแปรในช่วง 257-290 มก./ล. และน้ำที่มี pH ผันผวนในช่วง 8.31-8.53 ระหว่างการอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab มีความเป็นด่างผันแปรในช่วง 210-255 มก./ล. ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเป็นด่างของน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปูทั้ง 2 ช่วง ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำที่ใช้อนุบาลลูกปูทะเลในโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร ซึ่งปรับค่าความเป็นด่างของน้ำให้อยู่ในช่วง 100-120 มก./ล. ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความเป็นด่างของน้ำมีส่วนสำคัญในขั้นตอนการลอกคราบและสร้างเปลือกหรือกระดองใหม่ในการเจริญเติบโตแต่ละครั้งของลูกปู สำหรับความเป็นด่างของน้ำที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปูจะได้ทำการศึกษาอีกครั้งเพื่อยืนยันกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ส่วนปริมาณไนโตรเจนแอมโมเนีย และออกซิเจนละลายน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปูทั้ง 2 ช่วง เปลี่ยนแปลงในทำนองเดียวกับน้ำที่ใช้อนุบาลลูกปูในงานวิจัยอื่นๆก่อนหน้านี้ ยกเว้น อุณหภูมิของน้ำซึ่งผันผวนค่อนข้างมากระหว่างการอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV โดยช่วงเช้าอุณหภูมิของน้ำผันแปรอยู่ระหว่าง 21.6-29.7°C และช่วงบ่ายระหว่าง 22.4-30.9°C อุณหภูมิของน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab มีความผันผวนน้อยกว่า โดยในช่วงเช้าอยู่ระหว่าง 25.5-26.6°C ช่วงบ่ายอยู่ระหว่าง 26.8-27.6°C การที่อุณหภูมิของน้ำผันผวนมากย่อมส่งผลต่อสุขภาพและอัตราการตายของลูกปู

### คำขอบคุณ

การศึกษาในครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณชัยพร ฤทธิ์คำพร ผู้ประกอบการต้มและแกะเนื้อปูม้า ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัดปิ้งไข่ม้วนปูม้า

### เอกสารอ้างอิง

- เจียน สีนอนวงศ์. 2520. การศึกษาชีววิทยาของปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus) ในอ่าวไทย. รายงานวิชาการฉบับที่ 14/2520. งานสัตว์อื่นๆ, กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 หน้า.
- โกวิทย์ เก้าเอี้ยน และทวี จินดาพยกุล. 2547. การเพาะและอนุบาลปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758). เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งพังงา, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 7 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ อังศุกาญจนกุล และจิรานุวัฒน์ ชูเพชร. 2545. การฟักไข่ม้วนปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus) จากตัดปิ้งของแม่ปูไข่นอกกระดอง. วารสารการประมง 55(4): 319-323.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ ทองบ่อ, ฉลอง ทองบ่อ และวุฒิชัย ทองกล้า. 2547ก. การอนุบาลลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ในที่กักขังโดยให้ที่หลบซ่อนต่างชนิด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, สง่า สิงห์หงษ์ และชัยยุทธ พุทธิจัน. 2547ข. ปริมาณการลำเลียงตัดปิ้งไข่ม้วนปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ต่ออัตราการฟักของไข่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 36/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง และภมรพรรณ นัตรภูมิ. 2548. ผลของความเค็มของน้ำต่ออัตราการฟักของไข่ม้วนปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) จากตัดปิ้งปูไข่นอกกระดอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, สง่า สิงห์หงษ์ และฉลอง ทองบ่อ. 2548. ผลของความเค็มของน้ำต่ออัตราการอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในที่กักขัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 31 หน้า.

- วารินทร์ ชนาสมหวัง, ภมรพรรณ ฉัตรภูมิ และศิริภรณ์ โคตะมี. 2549. ผลของอาหารต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในที่กักขัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 24/2549. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 38 หน้า.
- อมรา ชื่นพันธุ์ และอัจฉรา วิภาศิริ. 2545. การประเมินทรัพยากรและแนวทางการจัดการทรัพยากรปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) บริเวณอ่าวไทยตอนบน. รายงานวิชาการฉบับที่ 16/2545. กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 34 หน้า.
- APHA, AWWA and WPCF. 1980. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 15<sup>th</sup>ed. American Public Health Association, Washington. 1134 pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2002. Commodity Update Crab In: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fishery Industries Division (ed.). Globefish. Viale delle Terme di Caracalla, Rome, pp. 1-38.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 167, Ottawa. 310 pp.
- Yasunobu, H., Nagayama, K. Nakamura and K. Hatai. 1997. Prevention of fungal infection in the swimming crab *Portunus trituberculatus* larvae by high pH of rearing water. Nippon Suisan Gakkaishi. 63(1): 56-63.