

ผลของความเค็มของน้ำต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในที่กักขัง

วารินทร์ ธนาสมหวัง สง่า สิงห์หงษ์ และฉลอง ทองป่อ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร ตู้ ปณ. ๕๐ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ๗๔๐๐๐

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความเค็มของน้ำต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าที่อนุบาลในที่กักขัง แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV และช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab โดยวางแผนการทดลองแต่ละครั้งในแต่ละช่วงแบบสุ่มตลอด การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูในแต่ละชุดการทดลอง โดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test สำหรับการทดลองที่มี 3 ชุดการทดลอง และโดยวิธี T-Test สำหรับการทดลองที่มี 2 ชุดการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองกับลูกปูช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV ดำเนินการ 3 ครั้ง การทดลองครั้งที่ 1 อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 25 และ 30 ppt (57.71 ± 2.83 และ $52.38 \pm 4.76\%$ ตามลำดับ) สูงกว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 35 ppt ($37.17 \pm 5.78\%$) อย่างมีนัยสำคัญ ลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt ยังขนาดใหญ่กว่าลูกปูที่อยู่ในน้ำความเค็ม 30 และ 35 ppt อย่างเห็นได้ชัดเจน การทดลองครั้งที่ 2 ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 48.88 ± 5.14 , 62.54 ± 11.90 และ $60.31 \pm 3.77\%$ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ การทดลองครั้งที่ 3 อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ($47.77 \pm 6.90\%$) แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt ($46.74 \pm 1.93\%$) การเจริญเติบโตของลูกปูแต่ละชุดการทดลองในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 มักเป็นไปในทิศทางเดียวกับอัตราการรอดตาย

การทดลองกับลูกปูช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab ดำเนินการทดลอง 4 ครั้ง การทดลองครั้งที่ 1 ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 23 และ 25 ppt มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย (25.33 ± 5.61 และ $21.44 \pm 1.22\%$ ตามลำดับ) สูงกว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 27 ppt ($13.36 \pm 1.45\%$) อย่างมีนัยสำคัญ การทดลองครั้งที่ 2 ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 27, 25 และ 23 ppt และค่อยลดให้อยู่ที่ 25, 23 และ 20 ppt มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 29.69 ± 2.68 , 28.92 ± 1.27 และ $28.86 \pm 1.17\%$ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ การทดลองครั้งที่ 3 อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 23 ppt ตลอด ($36.28 \pm 4.62\%$) ที่เริ่มต้น 23 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 20 ppt ($35.60 \pm 0.87\%$) และที่เริ่มต้น 23 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ($39.16 \pm 2.47\%$) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 23 ppt ตลอด และที่เริ่มต้น 23 ppt แล้วค่อยลดให้

อยู่ที่ 20 ppt มีการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนัก ความกว้างและความยาวกระดองดีกว่าที่อนุบาลในน้ำ 23 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt อย่างมีนัยสำคัญ การทดลองครั้งที่ 4 ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 20 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 17 ppt มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย ($27.81 \pm 2.48\%$) สูงกว่าและขนาดใหญ่กว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 17 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 14 ppt ($13.00 \pm 1.24\%$) และที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 17 ppt แล้วค่อยลดให้อยู่ที่ 14 และ 11 ppt ($11.63 \pm 3.49\%$) อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ลูกปูม้า ความเค็มของน้ำ อัตรารอดตาย การเจริญเติบโต

EFFECTS OF WATER SALINITIES ON THE SURVIVAL RATES AND GROWTH OF YOUNG BLUE SWIMMING CRAB (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) REARED IN CAPTIVE

Varin Tanasomwang, Sanga Singhong and Chalong Thongbor

Samutsakhon Coastal Fisheries Research and Development Center, P.O. Box 50, Samutsakhon 74000, Thailand

ABSTRACT

Study on the effects of water salinities on the survival rates and growth of young blue swimming crab reared in captive was divided into 2 periods, zoea I to zoea IV and zoea IV to young crab stages. Completely Randomize Design was used for the experimentation. Analysis of Variance was employed in data analyses and means of the survival rates and growth of crab from each treatment were compared by using Duncan's New Multiple Range Test for experiment comprising 3 treatments and T-Test for experiment having 2 treatments at 95% level of confidence.

The experimentation with crab larvae from zoea I to zoea IV stages was performed 3 times. Experiment 1, the average survival rates of crab larvae reared in water at salinities of 25 and 30 ppt (57.71 ± 2.83 and $52.38 \pm 4.76\%$, respectively) were significantly higher than those in water at 35 ppt ($37.17 \pm 5.78\%$). Size of crab larvae reared in 25 ppt water was obviously bigger than those in 30 and 35 ppt water. Experiment 2, crab larvae reared in water at 30 ppt then decreased to 27, 25 and 23 ppt in treatment 1, 2 and 3 yielded the average survival rates of 48.88 ± 5.14 , 62.54 ± 11.90 and $60.31 \pm 3.77\%$, respectively. Those survival rates were not significant different. Experiment 3, the average survival rate of crab larvae reared in water at 30 ppt then decreased to 27, 25 and 23 ppt ($47.77 \pm 6.90\%$) was not

significant different from those reared in water at 30 ppt then decreased to 27, 24 and 20 ppt ($46.74 \pm 1.93\%$). Growth of crab larvae from each treatment of experiment 2 and 3 was in accordance to their survival rates.

Experimentation with the crab from zoea IV to young crab stages was performed 4 times. Experiment 1, the average survival rates of crab reared in water at 23 and 25 ppt (25.33 ± 5.61 and $21.44 \pm 1.22\%$, respectively) were significantly higher than that in 27 ppt water. Experiment 2, the crab reared in water at 27, 25 and 23 ppt and respectively decreased to 25, 23 and 20 ppt, produced the average survival rates of 29.69 ± 2.68 , 28.92 ± 1.27 and $28.86 \pm 1.17\%$. Those survival rates were not significant different. Experiment 3, the average survival rate of crab continuously reared in 23 ppt water ($36.28 \pm 4.62\%$), in water at 23 ppt then decreased to 20 ppt ($35.60 \pm 0.87\%$) and in water at 23 ppt then decreased to 20 and 17 ppt ($39.16 \pm 2.47\%$) were not significant different. The crab continuously reared in 23 ppt water and those in water at 23 ppt then decreased to 20 ppt grew significantly faster in term of weight as well as carapace width and length than those reared in water at 23 ppt then decreased to 20 and 17 ppt. Experiment 4, the crab reared in water at 20 ppt then decreased to 17 ppt provided the average survival rate ($27.8 \pm 2.48\%$) and size which were significantly higher and bigger than those reared in water at 17 ppt decreased to 14 ppt ($13.00 \pm 1.24\%$) and those in water at 17 ppt then decreased to 14 and 11 ppt ($11.63 \pm 3.49\%$).

Key words : Young blue swimming crab, Water salinity, Survival rate, Growth

คำนำ

ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำเป็นสินค้าส่งออกที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย นอกจากกุ้งกุลาดำ กุ้งขาว และปลานิล ยังมีปูม้าที่เป็นสินค้าส่งออกหลักของประเทศ ปี 2546 ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์ปู คิดเป็นมูลค่า 4,617 ล้านบาท โดยเป็นปูปรุงแต่ง 83% และปูแช่เยือกแข็ง 17% ของมูลค่าส่งออก นับเป็นประเทศส่งออกผลิตภัณฑ์ปูปรุงแต่งอันดับ 1 ของโลก (FAO, 2002) ประเทศคู่ค้าที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น ผลิตภัณฑ์ปูของไทยเป็นที่ต้องการของตลาดโลก เมื่อโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูป ต้องการวัตถุดิบปูม้าเพิ่มมากขึ้น ชาวประมงจึงได้พัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพสูงเพื่อจับปูม้าขึ้นมาใช้ ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด การจับปูม้าก่อนวัยอันสมควรและปูไข่นอกกระดองขึ้นมาใช้ประโยชน์มากเกินไป ในธรรมชาติจะเกิดทดแทนกันได้ทัน ส่งผลให้ปริมาณปูม้าในท้องทะเลไทยลดลงอย่างรวดเร็ว ปัจจุบัน ผลผลิตปูม้าจากทะเลเพียงแหล่งเดียวจึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด โดยเฉพาะโรงงาน อุตสาหกรรมแปรรูปเพื่อส่งออก การเพิ่มผลผลิตปูม้าจากการเพาะเลี้ยงจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา ขาดแคลนวัตถุดิบที่ได้รับความสนใจทั้งจากภาครัฐและเอกชน

ในการพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปูม้า ภาครัฐโดยกรมประมงจึงได้ศึกษาวิจัยโดยในเบื้องต้น งานวิจัยเกี่ยวกับการเพาะพันธุ์ปูม้าเพื่อให้ได้ลูกปูม้าที่มีขนาดเหมาะสมและปริมาณเพียงพอที่จะขยายผลไปสู่ การเลี้ยงในบ่อดินจึงมีความสำคัญเป็นอันดับแรก วารินทร์และคณะ (2545, 2547ข) ได้ศึกษาและประสบความสำเร็จในการใช้ดักขี้ที่หักจากปูไข่นอกกระดองก่อนนำแม่ปูเหล่านั้นไปต้มและแกะเนื้อในการผลิต ปูกระป๋องเป็นแหล่งพันธุ์แหล่งใหญ่ด้วยต้นทุนต่ำ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาวิธีการเพาะและอนุบาลปูม้า (โกวิทย์และทวี, 2547) ตลอดจนชนิดของที่หลบซ่อน (วารินทร์และคณะ, 2547ก) และความหนาแน่นที่เหมาะสม (ภมรพรรณและวารินทร์, 2548) ในการอนุบาลลูกปูม้า อย่างไรก็ตาม มีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการรอดตายของ ลูกปูม้าที่อนุบาลในที่กักขังอีกหลายประการที่ยังไม่ได้ศึกษาอย่างเป็นระบบ ความเค็มของน้ำเป็นปัจจัย สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความอยู่รอดของสัตว์น้ำโดยเฉพาะปูม้าที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ในอดีตที่ผ่านมามีการศึกษาที่เกี่ยวกับการอนุบาลลูกปูม้า มักใช้น้ำที่มีความเค็มค่อนข้างสูงและระดับเดียวกัน ตลอดในการอนุบาลลูกปูตั้งแต่ฟักออกจากไข่ในระยะ zoea I จนถึงระยะ magalopa (กรรณา, 2532) หรือระยะ crab (โกวิทย์และทวี, 2547) ซึ่งความเค็มที่เหมาะสมกับลูกปูม้าแต่ละระยะอาจแตกต่างกัน งานวิจัยนี้จึงได้ ศึกษาผลของความเค็มของน้ำที่ระดับต่างๆต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าตั้งแต่ระยะ zoea I ถึงระยะ young crab (หลังจากเข้าระยะ crab 6-7 วัน) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์หรือบ่อคอนกรีต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการรอดตายของลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง zoea IV และระยะ zoea IV ถึง young crab (หลังจากเข้าระยะ crab 6-7 วัน) ที่อนุบาลในน้ำความเค็มต่างกัน
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง zoea IV และระยะ zoea IV ถึง young crab ที่อนุบาลในน้ำความเค็มต่างกัน
3. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง zoea IV และระยะ zoea IV ถึง young crab ที่อนุบาลในน้ำความเค็มต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การเตรียมถังหรือบ่อทดลองและอุปกรณ์

ในการทดลองแต่ละครั้งใช้ถังไฟเบอร์ขนาด 2 ลบ.ม. หรือบ่อคอนกรีตขนาด 8 ลบ.ม. จำนวน 6 หรือ 9 ใบ แล้วแต่กรณี ก่อนการทดลองล้างถังหรือบ่อทุกใบให้สะอาดและฉีดฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลินความเข้มข้น 200 ppm ทิ้งไว้ 1 คืน แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ สายลม หัวทราย และแก้วตัก ลูกป้อน้ำเชื้อที่อาจปนเปื้อนด้วยคลอรีนในรูปของแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) ในอัตรา 10 กรัม/น้ำ 50 ลิตร โดยแช่ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้ง ก่อนนำอุปกรณ์เหล่านั้นมาใช้ในงานทดลองลวกด้วยน้ำร้อนอีกครั้ง

การเตรียมน้ำ

น้ำทะเลที่ใช้เป็นน้ำที่ปรับความเค็มไว้ที่ 30 ppt ส่วนน้ำจืดที่ใช้เป็นน้ำบาดาล ทั้งน้ำทะเลและน้ำบาดาล ถูกบำบัดด้วย $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 30 ppm 2 ครั้ง (โดยการย้ายบ่อเมื่อหมดฤทธิ์คลอรีนครั้งแรก) ก่อนสูบน้ำส่วนใส่ไปเก็บไว้ในบ่อพักน้ำที่มีหลังคาปิดมิดชิด

การวางแผนการทดลอง

การทดลองความเค็มของน้ำในการอนุบาลลูกปูม้าแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV และช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab และวางแผนการทดลองแต่ละครั้งในแต่ละช่วงของลูกปูแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design)

การทดลองกับลูกปูช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV ดำเนินการ 3 ครั้ง

การทดลองครั้งที่ 1

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มต่างกัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 35 ppt

การทดลองครั้งที่ 2

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วค่อยปรับลดความเค็มของน้ำลงมาอยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในวันที่ 4, 6 และ 8 ของการอนุบาล แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

การทดลองครั้งที่ 3

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วค่อยปรับลดความเค็มของน้ำลงมาอยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt สำหรับชุดการทดลองที่ 1 และปรับลดลงมาอยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt สำหรับชุดการทดลองที่ 2 ในวันที่ 3, 5 และ 7 ของการอนุบาล แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→24→20 ppt

การทดลองกับลูกปูช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab ดำเนินการ 4 ครั้ง

การทดลองครั้งที่ 1

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มต่างกันโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองๆละ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 27 ppt

การทดลองครั้งที่ 2

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้นที่ 27, 25 และ 23 ppt แล้วค่อยปรับลงมาให้อยู่ที่ 25, 23 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในวันที่ 10 ของการอนุบาลนับต่อเนื่องจากช่วงแรก ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ลูกปูทยอยเข้าระยะ megalopa แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 27→25 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25→23 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt

การทดลองครั้งที่ 3

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 23 ppt และคงความเค็มไว้ที่ 23 ppt ค่อยปรับลดความเค็มให้อยู่ที่ 20 ppt และค่อยปรับความเค็มลดลงให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ การปรับลดความเค็มให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ดำเนินการในวันที่ 10 และ 12 ของการอนุบาลนับต่อเนื่องจากช่วงแรก

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปูในน้ำที่คงความเค็มไว้ที่ 23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20→17 ppt

การทดลองครั้งที่ 4

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้นที่ 20 ppt แล้วค่อยปรับลดลงมาให้อยู่ที่ 17 ppt ในวันที่ 11 ของการอนุบาล สำหรับชุดการทดลองที่ 1 ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 17 ppt แล้วลดลงให้อยู่ที่ 14 ppt ในวันที่ 11 ของการอนุบาล สำหรับชุดการทดลองที่ 2 และลูกปูที่

อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 17 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 14 และ 11 ppt ในวันที่ 11 และ 13 ของการอนุบาลนับต่อเนื่องจากช่วงแรก สำหรับชุดการทดลองที่ 3 แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 20→17 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14→11 ppt

การทดลองทั้ง 4 ครั้ง เมื่อลูกปูเข้าระยะ magalopa เกือบหมดใส่สาหร่ายเทียมให้เป็นที่หลบซ่อนถึงละ 35 เส้น (วารินทร์และคณะ, 2547ก)

การเตรียมลูกพันธุ์ปูม้า

ลูกปูแรกฟักที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกปูที่ฟักจากไข่จากตัวปูไข่บ่มไปจนออกกระดองตามวิธีของวารินทร์และคณะ (2545) ตัวปูไข่บ่มถูกลำเลียงจากโรงต้มและแกะเนื้อปูที่ตำบลบางแก้ว จังหวัดสมุทรสงคราม มายังโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาครก่อนการทดลอง 2 วัน ซึ่งใช้ตัวปูไข่บ่มใส่น้ำตาลเป็นแหล่งพันธุ์ ทำการแยกไข่บ่มออกจากตัวปูโดยใช้มือลูเบาๆ ในกะละมังที่มีน้ำทะเล จากนั้นกรองสิ่งสกปรกและไข่บ่มที่จับเป็นก้อนออกด้วยสวิงตาถี่ ล้างไข่บ่มด้วยน้ำทะเลสะอาด 3 ครั้ง จากนั้นนำไข่บ่มไปบ่มฟักในถังพลาสติกทรงสูงในปริมาณ 180 กรัมต่อน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ปริมาตร 60 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างแรง ยกเว้นการเตรียมลูกพันธุ์สำหรับการทดลองครั้งที่ 1 ช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV ที่บ่มฟักไข่บ่มในแต่ละถังที่น้ำความเค็ม 25, 30 และ 35 ppt ในการทดลองแต่ละครั้งต้องเตรียมบ่มไข่ไว้ประมาณ 4-5 ถัง ไข่ใส่น้ำตาลเปลี่ยนสีเป็นสีดำก่อนฟักเป็นตัวหลังจากบ่มไว้ 2 วัน โดยทั่วไปลูกปูที่ฟักในวันแรกมีปริมาณมากที่สุดจึงใช้ลูกปูแรกฟักเหล่านั้นในการทดลอง

การรวบรวมและประเมินจำนวนลูกปูม้า

สำหรับลูกปูช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV การรวบรวมและประเมินจำนวนลูกปูแรกฟัก ก่อนการรวบรวมหุคให้อากาศเพื่อให้ไข่บ่มที่ยังไม่ฟักจมลงก้นถัง ส่วนลูกปูว่ายน้ำขึ้นมาอยู่บริเวณผิวน้ำ จากนั้นใช้กระบอกตักทั้งน้ำและลูกปูใส่กะละมังพลาสติก เติมน้ำทะเลลงไปในกะละมังให้ได้ปริมาตร 20 ลิตร พร้อมให้อากาศเพื่อให้ลูกปูกระจายอย่างทั่วถึง จากนั้นใช้บิกเกอร์สุ่มตักน้ำที่มีลูกปูขึ้นมาในปริมาตร 100 มล. 2 ครั้ง เพื่อนับจำนวนค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกปูจากการนับ 2 ครั้ง ใช้ในการปรับเพิ่มหรือลดจำนวนลูกปูในกะละมัง จนกว่าลูกปูจากการนับจากบิกเกอร์ 2 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่หรือใกล้เคียง 500 หรือ 450 ตัว ซึ่งลูกปูในกะละมังมีจำนวนประมาณ 100,000 หรือ 90,000 ตัว ตามลำดับ จากนั้นนำลูกปูในแต่ละกะละมังที่ประเมินจำนวนแล้วไปใส่ในถังทดลอง 1 หรือ 2 กะละมัง แล้วแต่ปริมาตรน้ำที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง ในการทดลองครั้งที่ 1 และ 2 ใช้ปริมาตรน้ำ 1 ลบ.ม./ถัง และลูกปูในแต่ละถังมีจำนวน 100,000 ตัว (จากกะละมังที่ประเมินลูกปูไว้ 100,000 ตัว 1 กะละมัง) ในการทดลองครั้งที่ 3 ใช้ปริมาตรน้ำ 1.8 ลบ.ม./ถัง และลูกปูในแต่ละถังมีจำนวน 180,000 ตัว (จากกะละมังที่ประเมินลูกปูไว้ 90,000 ตัว 2 กะละมัง) หรือความหนาแน่น 100,000 ตัว/ลบ.ม.

สำหรับลูกปูช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab การรวบรวมและประเมินจำนวนลูกปูระยะ zoea IV ใช้กระบวยตักลูกปูพร้อมน้ำใส่กะละมังพลาสติกในปริมาณที่เทียบเคียงกับลูกปูจำนวน 2,000 ตัว ในกะละมังขนาดเดียวกันที่นับจำนวนไว้แล้ว จากนั้นนำไปใส่ในแต่ละบ่อหรือถังทดลองตามความหนาแน่นที่ต้องการในการทดลองแต่ละครั้ง

ชนิดและปริมาณอาหารที่ให้ลูกปูม้า

ชนิดและปริมาณอาหารมีชีวิตที่ให้ลูกปูตั้งแต่ระยะ zoea I ถึง young crab ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยให้วันละ 5 มื้อ เวลา 05.00, 08.30, 13.30, 18.30 และ 23.00 น.

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณอาหารที่ให้ลูกปูม้าตั้งแต่ระยะ zoea I ถึง young crab

วันที่อนุบาล	ระยะลูกปู	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร
สำหรับการอนุบาลลูกปูช่วงระยะ zoea I-zoea IV			
1	zoea I	โรติเฟอร์ <i>Chaetoceros</i> sp.	3-4 ตัว/มล. 10 ⁴ -10 ⁵ เซลล์/มล.
2-4	zoea I-II	โรติเฟอร์ ไรน้ำเค็มแรกฟัก <i>Chaetoceros</i> sp.	2-3 ตัว/มล. 0.25-0.5 ตัว/มล. 10 ⁴ -10 ⁵ เซลล์/มล.
5-8	zoea II-zoea IV	โรติเฟอร์ ไรน้ำเค็มแรกฟัก	2-3 ตัว/มล. 0.5-1.0 ตัว/มล.
สำหรับการอนุบาลลูกปูช่วงระยะ zoea IV-young crab			
9-10	zoea IV-megalopa	ไรน้ำเค็มแรกฟัก	0.3-0.9 ตัว/มล.
11-14	megalopa-young crab	ไรน้ำเค็มอายุ 5-7 วัน	0.02-0.12 ตัว/มล.
15-19	young crab	ไรน้ำเค็มตัวเต็มวัย	0.03-0.18 ตัว/มล.

การดูแลก่อนและเปลี่ยนถ่ายน้ำ

ระหว่างการอนุบาลลูกปูม้าในแต่ละการทดลอง ทำการดูแลก่อนที่พื้นก้นบ่อโดยใช้ท่อ PVC ที่ปลายทำเป็นปากกลามและเปลี่ยนถ่ายน้ำวันเว้นวันในปริมาณ 20-30%

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ระหว่างการอนุบาลลูกปูในการทดลองแต่ละครั้ง ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบางประการในแต่ละถังทดลอง ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างยี่ห้อ Orion อุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ (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 นับจำนวนลูกปูที่เหลือรอดในแต่ละบ่อหรือถังเพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการรอดตายของลูกปูระยะ young crab

การสุ่มเก็บตัวอย่างลูกปูม้าเพื่อวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก

เมื่อสิ้นสุดการอนุบาลลูกปูช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV ในแต่ละการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปูจากแต่ละชุดการทดลองประมาณ 50 ตัว เก็บถนอมไว้ในฟอร์มาลินความเข้มข้น 5% เพื่อวัดขนาดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วย micrometer ความกว้างวัดจากส่วนหัวซึ่งกว้างที่สุด ส่วนความยาวของลูกปูวัดจากปลายข้างหนึ่งถึงปลายอีกข้างหนึ่งเมื่อใช้เข็มเย็บยึดลำตัวให้ตรง ส่วนลูกปูช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab เมื่อสิ้นสุดการทดลองครั้งที่ 3 สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปูจากแต่ละชุดการทดลองจำนวน 20 ตัว เพื่อชั่งน้ำหนักตลอดจนวัดความกว้างและความยาวกระดอง การทดลองครั้งที่ 4 สุ่มเก็บตัวอย่างลูกปูจากแต่ละชุดการทดลองจำนวน 10 ตัว เพื่อวัดความกว้างและความยาวกระดองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วย micrometer

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบอัตราการรอดตายและขนาดเฉลี่ยของลูกปูม้าจากแต่ละชุดการทดลองของการทดลองแต่ละครั้งโดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test สำหรับการทดลองที่มี 3 ชุดการทดลอง และโดยวิธี T-Test สำหรับการทดลองที่มี 2 ชุดการทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการศึกษา

ลูกปูม้าช่วงระยะ zoea I-zoea IV

ผลการทดลองครั้งที่ 1

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำความเค็มระดับต่างกัน ปรากฏว่า ลูกปูในแต่ละถังที่น้ำความเค็ม 25 ppt มีอัตราการรอดตาย 60.95, 56.45 และ 55.72% ที่น้ำความเค็ม 30 ppt มีอัตราการรอดตาย

50.25, 57.84 และ 49.06% และที่น้ำความเค็ม 35 ppt มีอัตราการรอดตาย 39.28, 41.60 และ 30.63% (ตารางที่ 2) อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 57.71 ± 2.83 , 52.38 ± 4.76 และ $37.17 \pm 5.78\%$ ตามลำดับ อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 25 และ 30 ppt แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำทั้ง 2 ความเค็ม สูงกว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 35 ppt อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 อัตรารอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำความเค็ม 25, 30 และ 35 ppt ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนลูกปู zoea I (ตัว)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	อัตราการรอดตาย (%)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt			
1	102,700	62,600	60.95
2	103,100	58,200	56.45
3	103,200	57,500	55.72
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30 ppt			
1	100,500	50,500	50.25
2	102,000	59,000	57.84
3	100,900	49,500	49.06
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 35 ppt			
1	103,100	40,500	39.28
2	100,000	41,600	41.60
3	101,200	31,000	30.63

ตารางที่ 3 อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำความเค็ม 25, 30 และ 35 ppt ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตราการรอดตายต่ำสุด (%)	อัตราการรอดตายสูงสุด (%)	อัตราการรอดตายเฉลี่ย (%)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt	3	55.72	60.95	57.71 ± 2.83^a
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30 ppt	3	49.06	57.84	52.38 ± 4.76^a
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 35 ppt	3	30.63	41.60	37.17 ± 5.78^b

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

การสุ่มตัวอย่างลูกปูอายุ 8 วัน ชุดการทดลองละจำนวน 10 ตัว และเก็บถนอมไว้ในฟอร์มาลินความเข้มข้น 5% เพื่อวัดขนาดในเวลาต่อมา ผลปรากฏว่า ความกว้างส่วนหัวของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 25, 30 และ 35 ppt อยู่ในช่วง 0.800-1.175, 0.750-1.100 และ 0.550-0.950 มม. ความยาวของลูกปูในช่วง 2.000-2.500, 1.750-2.500 และ 1.500-2.500 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ความกว้างส่วนหัวเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำแต่ละความเค็มอยู่ที่ 1.030 ± 0.111 , 0.845 ± 0.132 และ 0.768 ± 0.127 มม. ความกว้างส่วนหัวเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 25 ppt มากกว่าของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 และ 35 ppt อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ความกว้างส่วนหัวเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt มากกว่าของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 35 ppt อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ความยาวเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำแต่ละความเค็มอยู่ที่ 2.350 ± 0.165 , 2.153 ± 0.294 และ 2.090 ± 0.394 มม. ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ขนาดของลูกปูม้าอายุ 8 วัน ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำความเค็ม 25, 30 และ 35 ppt ในการทดลองครั้งที่ 1

ลูกปูตัวที่	ความกว้างส่วนหัว (มม.)			ความยาวของลูกปู (มม.)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	1.125	1.100	0.750	2.500	2.000	1.550
2	1.000	0.875	0.625	2.250	2.125	2.500
3	1.000	0.750	0.675	2.000	2.500	2.250
4	1.125	0.875	0.750	2.375	1.750	2.500
5	1.175	0.750	0.875	2.250	2.300	2.250
6	1.050	0.750	0.750	2.375	2.500	1.750
7	1.100	0.750	0.950	2.250	2.375	2.500
8	1.000	0.750	0.550	2.500	2.350	1.500
9	0.925	0.800	0.875	2.500	1.750	1.850
10	0.800	1.050	0.875	2.500	1.875	2.250

T1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt

T2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30 ppt

T3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 35 ppt

ตารางที่ 5 ขนาดเฉลี่ยของลูกปูม้าอายุ 8 วัน ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำความเค็ม 25, 30 และ 35 ppt ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	ความกว้างส่วนหัวเฉลี่ย (มม.)	ความยาวเฉลี่ยของลูกปู (มม.)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt	10	1.030±0.111 ^a	2.350±0.165
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30 ppt	10	0.845±0.132 ^b	2.153±0.294
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 35 ppt	10	0.768±0.127 ^b	2.090±0.394

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

คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในแต่ละชุดการทดลองของการทดลองครั้งที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยภาพรวม อุณหภูมิน้ำต่ำสุดในช่วงเช้าอยู่ที่ 25.5°C และสูงสุดในช่วงบ่ายที่ 29.2°C ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.8-8.4 ความเป็นด่างในช่วง 92-128 มก./ลิตร ปริมาณไนโตรเจน 0-0.415 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 0-0.6 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) 6.5-7.2 มก./ลิตร

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำความเค็ม 25, 30 และ 35 ppt ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°C)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
1	25.5-27.7	26.4-29.2	8.0-8.4	112-128	0.000-0.415	0-0.600	6.8-7.2
2	25.5-27.3	26.8-29.0	8.0-8.3	113-124	0.000-0.175	0-0.511	6.7-7.1
3	25.5-27.1	26.4-28.5	7.8-8.1	92-112	0.016-0.156	0-0.563	6.5-6.8

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 35 ppt

ผลการทดลองครั้งที่ 2

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ปรากฏว่า ลูกปูแต่ละถังที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วค่อยลดลงที่ 27 ppt มีอัตราการรอดตาย 54.58, 47.43 และ 44.62% ที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วค่อยลดลงที่ 27 และ 25 ppt มีอัตราการรอดตาย 55.83, 55.50 และ 76.28% และที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วค่อยลดลงที่ 27, 25 และ 23 ppt มีอัตราการรอดตาย 57.00, 64.42 และ 59.51% (ตารางที่ 7) อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 48.88±5.14, 62.54±11.90 และ 60.31±3.77% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 อัตรารอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนลูกปู zoea I (ตัว)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	อัตรารอดตาย (%)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27 ppt			
1	102,600	56,000	54.58
2	103,300	49,000	47.43
3	103,100	46,000	44.62
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25 ppt			
1	102,100	57,000	55.83
2	101,800	56,500	55.50
3	101,600	77,500	76.28
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt			
1	100,000	57,000	57.00
2	100,900	65,000	64.42
3	102,500	61,000	59.51

ตารางที่ 8 อัตรารอดตายเฉลี่ยที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตรารอดตายต่ำสุด (%)	อัตรารอดตายสูงสุด (%)	อัตรารอดตายเฉลี่ย (%)
1	3	44.62	54.58	48.88±5.14
2	3	55.50	76.28	62.54±11.90
3	3	57.00	64.42	60.31±3.77

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

การสุ่มตัวอย่างลูกปูอายุ 8 วัน ชุดการทดลองละ 10 ตัว และเก็บถนอมไว้ในฟอร์มัลินเพื่อวัดขนาด ผลปรากฏว่า ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วค่อยลดลงให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีความกว้างส่วนหัวอยู่ในช่วง 0.700-1.050, 0.875-1.075 และ 0.875-1.125 มม. ความยาวของลูกปูอยู่ในช่วง 2.250-2.875, 2.375-3.000 และ 2.250-2.825 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ลูกปูในแต่ละชุดการทดลอง

มีความกว้างส่วนหัวเฉลี่ย 0.940 ± 0.109 , 0.985 ± 0.065 และ 1.005 ± 0.076 มม. ความยาวเฉลี่ย 2.603 ± 0.174 , 2.688 ± 0.190 และ 2.615 ± 0.166 ตามลำดับ ทั้งความกว้างส่วนหัวเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มต่างกันดังกล่าวข้างต้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 ขนาดของลูกปูม้าอายุ 8 วัน ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 2

ลูกปูตัวที่	ความกว้างส่วนหัว (มม.)			ความยาวของลูกปู (มม.)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	0.875	0.925	1.000	2.500	2.750	2.750
2	1.000	1.000	1.000	2.500	2.625	2.500
3	1.000	0.900	0.975	2.750	2.875	2.700
4	0.875	1.025	0.875	2.725	3.000	2.625
5	1.000	1.050	0.900	2.875	2.375	2.625
6	0.975	0.875	1.050	2.675	2.800	2.500
7	0.700	1.000	1.050	2.625	2.500	2.250
8	1.050	1.075	1.125	2.625	2.700	2.750
9	1.050	1.000	1.000	2.500	2.750	2.825
10	0.875	1.000	1.075	2.250	2.500	2.625

T1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27 ppt

T2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25 ppt

T3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

ตารางที่ 10 ความกว้างส่วนหัวและความยาวเฉลี่ยของลูกปูม้าอายุ 8 วัน ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในที่มีน้ำความเค็มเริ่มต้น 30 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	ความกว้างส่วนหัวเฉลี่ย (มม.)	ความยาวเฉลี่ยของลูกปู (มม.)
1	10	0.940 ± 0.109	2.603 ± 0.174
2	10	0.985 ± 0.065	2.688 ± 0.190
3	10	1.005 ± 0.076	2.615 ± 0.166

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในแต่ละชุดการทดลอง ของการทดลองครั้งที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 11 ค่า parameter ของน้ำในแต่ละชุดการทดลองเป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุด และค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยภาพรวม อุณหภูมิของน้ำต่ำสุดในช่วงเช้าที่ 26°ซ สูงสุดในช่วงบ่ายที่ 30°ซ ความเป็นกรด-ด่างผันแปรอยู่ในช่วง 7.95-8.25 ความเป็นด่างในช่วง 94-127 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์ในช่วง 0-0.063 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนียในช่วง 0-1.776 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในช่วง 6.0-7.4 มก./ลิตร

ตารางที่ 11 คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูมีระยะ zoea I ถึง zoea IV ที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
1	26.0-28.0	27.5-29.9	7.99-8.16	94-127	0-0.063	0-1.776	6.4-6.8
2	26.0-28.0	27.6-29.9	7.95-8.25	96-125	0-0.044	0-1.160	6.0-6.9
3	26.0-28.0	27.9-30.0	7.95-8.24	97-125	0-0.046	0-1.254	6.2-7.4

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

ผลการทดลองครั้งที่ 3

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วปรับลดความเค็มของน้ำลงมาอยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในวันที่ 3, 5 และ 7 ของการอนุบาล ในชุดการทดลองที่ 1 ปรากฏว่าลูกปูในแต่ละถังมีอัตราการรอดตาย 50.06, 56.42, 41.07, และ 43.54% ส่วนอัตราการรอดตายของลูกปูในแต่ละถังที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วปรับลดลงอยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt ในวันที่ 3, 5 และ 7 ของการอนุบาลในชุดการทดลองที่ 2 อยู่ที่ 48.73, 47.36, 44.13 และ 46.73% (ตารางที่ 12) อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูในชุดการทดลองที่ 1 อยู่ที่ 47.77±6.90% และในชุดการทดลองที่ 2 อยู่ที่ 46.74±1.93% ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 12 อัตรารอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วลดลงให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt และลดลงอยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนลูกปู zoea I (ตัว)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	อัตรารอดตาย (%)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt			
1	181,800	91,000	50.06
2	180,800	102,000	56.42
3	181,400	74,500	41.07
4	180,300	78,500	43.54
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→24→20 ppt			
1	180,600	88,000	48.73
2	181,600	86,000	47.36
3	181,300	80,000	44.13
4	181,900	85,000	46.73

ตารางที่ 13 อัตรารอดตายเฉลี่ยที่อนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วลดลงให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt และลดลงอยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตรารอดตายต่ำสุด (%)	อัตรารอดตายสูงสุด (%)	อัตรารอดตายเฉลี่ย (%)
1	4	41.07	56.42	47.77±6.90
2	4	44.13	48.73	46.74±1.93

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→24→20 ppt

การสุ่มตัวอย่างลูกปูอายุ 8 วัน ชุดการทดลองละ 10 ตัว และเก็บถนอมไว้ในฟอร์มาลินเพื่อวัดขนาดปรากฏว่า ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วปรับลดลงให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt ในชุดการทดลองที่ 1 และปรับลดลงให้อยู่ที่ 27, 25 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 2 มีความกว้างส่วนหัวอยู่ในช่วง 0.775-1.125 และ 0.600-1.050 มม. ความยาวของลูกปูอยู่ในช่วง 2.250-3.250 และ 1.625-3.125 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 14) ลูกปูในแต่ละชุดการทดลองมีความกว้างส่วนหัวเฉลี่ย 0.925 ± 0.103 และ 0.905 ± 0.145 มม. ความยาวเฉลี่ย 2.668 ± 0.295 และ 2.750 ± 0.444 มม. ตามลำดับ ทั้งความกว้างส่วนหัวเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยของลูกปูทั้ง 2 ชุดการทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 14 ขนาดของลูกปูม้าอายุ 8 วัน ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วลดลงให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt และลดลงอยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ลูกปูตัวที่	ความกว้างส่วนหัว (มม.)		ความยาวของลูกปู (มม.)	
	T1	T2	T1	T2
1	0.900	0.825	2.750	2.525
2	0.825	1.050	2.500	3.100
3	1.050	1.050	2.875	2.825
4	1.125	0.600	2.750	1.625
5	0.925	0.850	2.625	2.750
6	0.875	0.875	2.750	2.950
7	0.950	0.950	3.250	3.000
8	0.875	0.800	2.250	2.600
9	0.950	1.000	2.675	3.000
10	0.775	1.050	2.250	3.125

T1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

T2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→24→20 ppt

ตารางที่ 15 ขนาดเฉลี่ยของลูกปูม้าอายุ 8 วัน ที่อนุบาลจากระยะ zoea I ถึง zoea IV ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วลดลงให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt และลดลงอยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	ความกว้างส่วนหัวเฉลี่ย (มม.)	ความยาวเฉลี่ยของลูกปู (มม.)
1	10	0.925±0.103	2.668±0.295
2	10	0.905±0.145	2.750±0.444

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→24→20 ppt

คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea I ถึง zoea IV ในแต่ละชุดการทดลองดังแสดงในตารางที่ 16 ค่าของแต่ละ parameter เป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดในแต่ละชุดการทดลอง โดยภาพรวม คุณภาพน้ำที่อนุบาลลูกปูทั้ง 2 ชุดการทดลองค่อนข้างใกล้เคียงกัน อุณหภูมิของน้ำต่ำสุดในช่วงเช้าอยู่ที่ 25.4°ซ และสูงสุดในช่วงบ่ายที่ 28.5°ซ ความเป็นกรด-ด่างผันแปรในช่วง 8.05-8.45 ความเป็นด่าง 107-136 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์ในช่วง 0-0.360 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนียในช่วง 0-1.480 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในช่วง 6.8-7.9 มก./ลิตร

ตารางที่ 16 คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง zoea IV ที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วลดลงให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt และลดลงให้อยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°C)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
1	25.4-26.7	26.4-28.2	8.05-8.45	107-136	0-0.338	0-1.480	6.8-7.9
2	25.4-26.6	26.4-28.5	8.08-8.44	111-135	0-0.360	0-1.461	6.8-7.5

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→25→23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 30→27→24→20 ppt

ลูกปูม้าช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab

ผลการทดลองครั้งที่ 1

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำความเค็มระดับต่างกัน โดยมีจำนวนลูกปูเริ่มปล่อย 30,000 ตัว/บ่อ หรือความหนาแน่น 7,500 ตัว/ลบ.ม. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปูในแต่ละบ่อที่น้ำความเค็ม 23 ppt มีอัตราการรอดตาย 25.45, 19.67 และ 30.88% ที่น้ำความเค็ม 25 ppt มีอัตราการรอดตาย 20.97, 20.52 และ 22.82% และที่น้ำความเค็ม 27 ppt มีอัตราการรอดตาย 14.55, 11.75 และ 13.79% (ตารางที่ 17) อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำแต่ละความเค็มอยู่ที่ 25.33 ± 5.61 , 21.44 ± 1.22 และ $13.36 \pm 1.45\%$ ตามลำดับ อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 23 และ 25 ppt แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูที่อนุบาลในน้ำทั้ง 2 ความเค็ม สูงกว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 27 ppt อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 17 อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำความเค็ม 23, 25 และ 27 ppt ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง (เช้า)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	จำนวนลูกปู young crab (ตัว)	อัตราการรอดตาย (%)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt			
1	30,000	7,634	25.45
2	30,000	5,900	19.67
3	30,000	9,263	30.88
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt			
1	30,000	6,292	20.97
2	30,000	6,157	20.52
3	30,000	6,846	22.82
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 27 ppt			
1	30,000	4,366	14.55
2	30,000	3,526	11.75
3	30,000	4,136	13.79

ตารางที่ 18 อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำความเค็ม 23, 25 และ 27 ppt ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ อัตรารอดตายต่ำสุด อัตรารอดตายสูงสุด อัตรารอดตายเฉลี่ย			
	(N)	(%)	(%)	(%)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt	3	19.67	30.88	25.33±5.61 ^a
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt	3	20.52	22.82	21.44±1.22 ^a
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 27 ppt	3	11.75	14.55	13.36±1.45 ^b

a, b : อัตรารอดตายเฉลี่ยของ young crab ที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลทั้ง 3 บ่อ ของแต่ละชุดการทดลองแล้วแสดงค่าของแต่ละ parameter เป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุด คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในแต่ละชุดการทดลองใกล้เคียงกัน โดยภาพรวม อุณหภูมิน้ำต่ำสุดในช่วงเช้าอยู่ที่ 27.3°ซ และสูงสุดในช่วงบ่ายที่ 30.1°ซ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.9-8.5 ความเป็นด่างในช่วง 137-184 มก./ลิตร ปริมาณไนโตรเจนในช่วง 0.018-0.063 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนียในช่วง 0-2.996 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจน 6.1-7.7 มก./ลิตร (ตารางที่ 19)

ตารางที่ 19 คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำความเค็ม 23, 25 และ 27 ppt ในการทดลองครั้งที่ 1

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
1	27.9-30.0	28.8-30.1	7.9-8.4	137-178	0.023-0.053	0-2.916	6.1-7.0
2	27.8-29.6	28.8-30.0	8.0-8.5	143-184	0.018-0.063	0-2.996	6.2-7.2
3	27.3-29.7	28.1-30.0	8.0-8.5	148-180	0.022-0.038	0-2.496	6.4-7.7

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 27 ppt

ผลการทดลองครั้งที่ 2

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มต่างกัน โดยมีจำนวนลูกปูเริ่มปล่อย 36,000 ตัว/ถัง หรือความหนาแน่น 20,000 ตัว/ลบ.ม. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปูแต่ละถังที่อนุบาลในน้ำจากความเค็ม 27 ppt ลดลงให้อยู่ที่ 25 ppt มีอัตรารอดตาย 32.51, 29.36 และ 27.19% ที่อนุบาลในน้ำจากความเค็ม 25 ppt ลดลงให้อยู่ที่ 23 ppt มีอัตรารอดตาย 30.35, 28.49 และ 27.92% และที่อนุบาลในน้ำจากความเค็ม

23 ppt ลดลงให้อยู่ที่ 20 ppt มีอัตราการรอดตาย 30.00, 28.93 และ 27.66% (ตารางที่ 20) อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 29.69 ± 2.68 , 28.92 ± 1.27 และ $28.86 \pm 1.17\%$ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 20 อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็ม 27, 25 และ 23 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 25, 23 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	จำนวนลูกปู young crab (ตัว)	อัตราการรอดตาย (%)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 27→25 ppt			
1	36,000	11,705	32.51
2	36,000	10,570	29.36
3	36,000	9,790	27.19
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25→23 ppt			
1	36,000	10,927	30.35
2	36,000	10,256	28.49
3	36,000	10,050	27.92
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt			
1	36,000	10,800	30.00
2	36,000	10,413	28.93
3	36,000	9,957	27.66

ตารางที่ 21 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็ม 27, 25 และ 23 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 25, 23 และ 20 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตราการรอดตายต่ำสุด (%)	อัตราการรอดตายสูงสุด (%)	อัตราการรอดตายเฉลี่ย (%)
1	3	27.19	32.51	29.69 ± 2.68
2	3	27.92	30.35	28.92 ± 1.27
3	3	27.66	30.00	28.86 ± 1.17

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 27→25 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25→23 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt

การตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในถังทดลองทั้ง 3 ถัง ของแต่ละชุดการทดลองแล้วแสดงค่าของแต่ละ parameter เป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุด คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในแต่ละชุดการทดลอง ใกล้เคียงกัน โดยภาพรวม อุณหภูมิของน้ำต่ำสุดในช่วงเช้าที่ 25.9°ซ และสูงสุดในช่วงบ่ายที่ 30.0°ซ ความเป็นกรด-ด่างในช่วง 7.78-8.30 ความเป็นด่าง 90-138 มก./ลิตร ปริมาณไนโตรเจน 0.018-0.867 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 0.050-2.593 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 6.7-7.5 มก./ลิตร (ตารางที่ 22)

ตารางที่ 22 คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็ม 27, 25 และ 23 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 25, 23 และ 20 ppt ตามลำดับ ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 2

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
1	26.5-28.0	26.3-30.0	7.78-8.22	90-130	0.020-0.681	0.050-2.503	6.7-7.2
2	25.9-28.0	26.1-30.0	7.85-8.25	100-130	0.021-0.867	0.172-2.458	6.7-7.5
3	25.9-28.0	26.1-30.0	7.87-8.30	108-138	0.018-0.867	0.146-2.593	6.8-7.5

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 27→25 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 25→23 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt

ผลการทดลองครั้งที่ 3

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มต่างกัน โดยเมื่อเริ่มการทดลอง ลูกปูในแต่ละถังมีจำนวน 36,000 ตัว/ถัง หรือความหนาแน่น 20,000 ตัว/ลบ.ม. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตรารอดตายของลูกปูที่อนุบาลในน้ำที่คงความเค็มไว้ที่ 23 ppt อยู่ที่ 30.97, 38.50 และ 39.38% ส่วนที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 23 ppt แล้วลดลงให้อยู่ที่ 20 ppt มีอัตราการรอดตาย 35.16, 35.03 และ 36.60% และที่อนุบาลในน้ำจากความเค็ม 23 ppt แล้วลดลงให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt มีอัตราการรอดตาย 38.82, 36.87 และ 41.78% (ตารางที่ 23) อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 36.28±4.62, 35.60±0.87 และ 39.16±2.47% ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 23 อัตรารอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 23 ppt และคงไว้ที่ 23 ppt ค่อยลดลงให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	จำนวนลูกปู young crab (ตัว)	อัตรารอดตาย (%)
อนุบาลลูกปูในน้ำที่คงความเค็มไว้ที่ 23 ppt			
1	36,000	11,148	30.97
2	36,000	13,860	38.50
3	36,000	14,177	39.38
อนุบาลลูกปูในน้ำจากความเค็ม 23→20 ppt			
1	36,000	12,657	35.16
2	36,000	12,610	35.03
3	36,000	13,177	36.60
อนุบาลลูกปูในน้ำจากความเค็ม 23→20→17 ppt			
1	36,000	13,976	38.82
2	36,000	13,274	36.87
3	36,000	15,042	41.78

ตารางที่ 24 อัตรารอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 23 ppt และคงไว้ที่ 23 ppt, ค่อยลดลงให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตรารอดตายต่ำสุด (%)	อัตรารอดตายสูงสุด (%)	อัตรารอดตายเฉลี่ย (%)
1	3	30.97	39.38	36.28±4.62
2	3	35.03	36.60	35.60±0.87
3	3	38.82	41.78	39.16±2.47

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20→17 ppt

การสุ่มตัวอย่าง young crab ชุดการทดลองละ 20 ตัว เพื่อชั่งน้ำหนักและวัดขนาด ผลปรากฏว่า ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 23 ppt แล้วคงไว้ที่ 23 ค่อยปรับลดลงให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ในชุดการทดลอง

ที่ 1, 2 และ 3 มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.0050-0.0309, 0.0066-0.0212 และ 0.0022-0.0119 กรัม ความกว้างกระดอง 3.5-6.6, 3.5-7.4 และ 2.5-4.8 มม. และความยาวกระดอง 2.6-4.1, 2.6-4.4 และ 2.0-3.6 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 25) ลูกปูในแต่ละชุดการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.0107 ± 0.0052 , 0.0114 ± 0.0048 และ 0.0073 ± 0.0029 กรัม ความกว้างกระดองเฉลี่ย 4.475 ± 0.631 , 4.640 ± 1.117 และ 3.845 ± 0.661 มม. และความยาวกระดองเฉลี่ย 3.080 ± 0.402 , 3.135 ± 0.476 และ 2.725 ± 0.420 มม. ตามลำดับ ลูกปูในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักและขนาดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) แต่ลูกปูทั้ง 2 ชุดการทดลองมีน้ำหนัก ความกว้างกระดอง และความยาวกระดองมากกว่าลูกปูในชุดการทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 25 น้ำหนักและขนาดของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 23 ppt และคงไว้ที่ 23 ppt ค่อยลดลงให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ลูกปู ตัวที่	น้ำหนัก (กรัม)			ความกว้างกระดอง (มม.)			ความยาวกระดอง (มม.)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	0.0309	0.0136	0.0104	6.6	5.2	4.7	4.1	3.2	2.4
2	0.0114	0.0200	0.0119	4.2	6.1	4.8	3.0	3.6	3.0
3	0.0104	0.0092	0.0071	4.3	4.2	4.0	3.0	2.9	2.8
4	0.0088	0.0113	0.0064	3.5	4.4	3.8	2.6	3.0	2.9
5	0.0083	0.0212	0.0069	4.3	6.9	3.9	3.0	4.4	2.7
6	0.0084	0.0066	0.0094	4.4	3.9	4.0	2.9	2.6	2.9
7	0.0050	0.0109	0.0097	3.8	4.3	3.4	2.6	3.1	3.0
8	0.0083	0.0102	0.0029	4.5	4.2	2.5	3.0	2.8	2.2
9	0.0082	0.0210	0.0022	4.2	6.2	2.7	2.8	3.8	2.2
10	0.0121	0.0093	0.0080	4.8	4.0	4.2	3.4	3.0	2.8
11	0.0109	0.0087	0.0080	4.7	3.8	3.8	2.8	3.0	2.7
12	0.0118	0.0078	0.0066	4.5	3.9	3.8	3.0	2.7	2.8
13	0.0085	0.0085	0.0108	4.0	3.9	4.2	3.2	2.9	3.4
14	0.0101	0.0095	0.0029	4.5	3.5	3.0	3.2	3.1	2.1
15	0.0160	0.0076	0.0106	5.2	3.8	4.7	4.0	2.7	3.6
16	0.0086	0.0066	0.0050	4.3	4.1	4.2	3.2	3.0	2.7
17	0.0082	0.0185	0.0091	4.3	7.4	4.6	3.3	4.0	3.2
18	0.0092	0.0080	0.0079	4.3	4.1	3.9	2.6	3.0	2.4
19	0.0111	0.0082	0.0062	5.0	4.2	3.8	3.1	2.6	2.7
20	0.0076	0.0106	0.0032	4.1	4.7	2.9	2.8	3.3	2.0

T1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt

T2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt

T3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20→17 ppt

ตารางที่ 26 น้ำหนักและขนาดเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 23 ppt และคงไว้ที่ 23 ppt ค่อยลดลงให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	น้ำหนัก (กรัม)	ความกว้างกระดอง (มม.)	ความยาวกระดอง (มม.)
1	20	0.0107±0.0052 ^a	4.475±0.631 ^a	3.080±0.402 ^a
2	20	0.0114±0.0048 ^a	4.640±1.117 ^a	3.135±0.476 ^a
3	20	0.0073±0.0029 ^b	3.845±0.661 ^b	2.725±0.420 ^b

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20→17 ppt

a, b : น้ำหนัก ความกว้างและความยาวกระดองเฉลี่ยของลูกปูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในแต่ละชุดการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 27 ค่าของแต่ละ parameter สรุปเป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดในแต่ละชุดการทดลอง โดยภาพรวมของคุณภาพน้ำที่อนุบาลลูกปูทั้ง 3 ชุดการทดลองค่อนข้างใกล้เคียงกัน อุณหภูมิของน้ำต่ำสุดในช่วงเช้าอยู่ที่ 26°ซ และสูงสุดในช่วงบ่ายที่ 30°ซ ความเป็นกรด-ด่างผันแปรในช่วง 7.90-8.32 ความเป็นด่าง 129-152 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์ 0.018-0.301 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 0.162-2.454 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 6.7-7.9 มก./ลิตร

ตารางที่ 27 คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 23 ppt และคงไว้ที่ 23 ppt , ค่อยลดลงให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 3

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
1	26-29	26-30	7.90-8.21	129-140	0.019-0.301	0.162-2.399	6.7-7.6
2	26-29	26-30	8.00-8.29	130-144	0.019-0.189	0.162-2.398	6.8-7.6
3	26-29	27-30	8.00-8.32	129-152	0.018-0.095	0.162-2.454	6.8-7.9

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 23→20→17 ppt

ผลการทดลองครั้งที่ 4

การอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มระดับต่างกัน โดยมีจำนวนลูกปูเริ่มปล่อย 20,000 ตัว/ถัง หรือความหนาแน่น 20,000 ตัว/ลบ.ม. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ลูกปูแต่ละถังที่อนุบาลในน้ำจากความเค็ม 20 ppt ลดลงให้อยู่ที่ 17 ppt มีอัตราการตาย 30.06, 25.15 และ 28.23% ที่อนุบาลในน้ำ

จากความเค็ม 17 ppt ลดลงให้อยู่ที่ 14 ppt มีอัตราการรอดตาย 14.08, 13.26 และ 11.65% ส่วนที่อนุบาลในน้ำจากความเค็ม 17 ppt ลดลงให้อยู่ที่ 14 และ 11 ppt มีอัตราการรอดตาย 7.85, 12.30 และ 14.73% (ตารางที่ 28) อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูในแต่ละชุดการทดลองอยู่ที่ 27.81 ± 2.48 , 13.00 ± 1.24 และ $11.63 \pm 3.49\%$ ตามลำดับ ลูกปูในชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงกว่าลูกปูในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 28 อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็ม 20 และ 17 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 17, 14 และ 11 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ในการทดลองครั้งที่ 4

ชุดการทดลอง (ซ้ำ)	จำนวนลูกปู zoea IV (ตัว)	จำนวนลูกปู young crab (ตัว)	อัตราการรอดตาย (%)
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 20→17 ppt			
1	20,000	6,012	30.06
2	20,000	5,030	25.15
3	20,000	5,646	28.23
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14 ppt			
1	20,000	2,816	14.08
2	20,000	2,652	13.26
3	20,000	2,330	11.65
อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14→11 ppt			
1	20,000	1,570	7.85
2	20,000	2,460	12.30
3	20,000	2,946	14.73

ตารางที่ 29 อัตราการรอดตายเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็ม 20 และ 17 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 17, 14 และ 11 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ในการทดลองครั้งที่ 4

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	อัตราการรอดตายต่ำสุด (%)	อัตราการรอดตายสูงสุด (%)	อัตราการรอดตายเฉลี่ย (%)
1	3	25.15	30.06	27.81 ± 2.48^a
2	3	11.65	14.08	13.00 ± 1.24^b
3	3	7.85	14.73	11.63 ± 3.49^b

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 20→17 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14→11 ppt

a, b : อัตราการรอดตายเฉลี่ยของ young crab ที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การสุ่มตัวอย่างลูกปูอายุ 18 วัน ชุดการทดลองละ 10 ตัว และเก็บถนอมไว้ในฟอร์มาลินเพื่อวัดขนาด ผลปรากฏว่า ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 20 และ 17 ppt แล้วค่อยลดลงให้อยู่ที่ 17, 14 และ 11 ppt ตามลำดับ ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีความกว้างกระดองอยู่ในช่วง 4.250-7.100, 2.525-5.050 และ 3.875-5.000 มม. ส่วนความยาวกระดอง 2.350-4.300, 1.450-2.575 และ 2.025-2.825 มม. ตามลำดับ (ตารางที่ 30) ลูกปูในแต่ละชุดการทดลองมีความกว้างกระดองเฉลี่ย 5.348 ± 1.122 , 4.038 ± 0.886 และ 4.532 ± 0.340 มม. ความยาวกระดองเฉลี่ย 3.163 ± 0.707 , 2.223 ± 0.362 และ 2.398 ± 0.330 มม. ตามลำดับ ลูกปูในชุดการทดลองที่ 1 มีความกว้างและความยาวกระดองเฉลี่ยมากกว่าลูกปูในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ความกว้างและความยาวกระดองเฉลี่ยของลูกปูในชุดการทดลองที่ 2 และ 3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 30 ขนาดของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 20 และ 17 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 17, 14 และ 11 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 4

ลูกปูตัวที่	ความกว้างกระดอง (มม.)			ความยาวกระดอง (มม.)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	6.725	4.525	5.000	4.125	2.475	2.500
2	4.900	4.450	3.875	2.975	2.325	2.275
3	7.100	4.325	4.500	4.300	2.075	2.050
4	5.000	4.850	4.750	3.125	2.475	2.050
5	6.975	5.050	4.250	3.800	2.400	2.025
6	4.405	2.550	4.500	2.350	1.775	2.575
7	4.825	3.975	4.575	2.375	2.200	2.825
8	4.825	4.500	4.950	2.825	2.575	2.800
9	4.475	3.625	4.550	2.500	2.475	2.125
10	4.250	2.525	4.325	3.250	1.450	2.750

T1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 20→17 ppt

T2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14 ppt

T3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14→11 ppt

ตารางที่ 31 ขนาดเฉลี่ยของลูกปูม้าที่อนุบาลจากระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 20 และ 17 ppt และค่อยลดลงให้อยู่ที่ 17, 14 และ 11 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในการทดลองครั้งที่ 4

ชุดการทดลอง	จำนวนซ้ำ (N)	ความกว้างกระดองเฉลี่ย (มม.)	ความยาวกระดองเฉลี่ย (มม.)
1	10	5.348±1.122 ^a	3.163±0.707 ^a
2	10	4.038±0.886 ^b	2.223±0.362 ^b
3	10	4.532±0.340 ^b	2.398±0.330 ^b

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 20→17 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14→11 ppt

a, b : ความกว้างและความยาวกระดองเฉลี่ยของลูกปูม้าที่กำกับด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูระยะ zoea IV ถึง young crab ในแต่ละชุดการทดลองดังแสดงในตารางที่ 32 ค่าของแต่ละ parameter สรุปเป็นช่วงจากค่าต่ำสุดถึงค่าสูงสุดในแต่ละชุดการทดลอง แต่โดยภาพรวมของคุณภาพน้ำที่อนุบาลลูกปู ทั้ง 3 ชุดการทดลอง ค่อนข้างใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำต่ำสุดในช่วงเช้าอยู่ที่ 26.0°ซ และสูงสุดในช่วงบ่ายที่ 29.5°ซ ความเป็นกรด-ด่างผันแปรในช่วง 7.91-8.57 ความเป็นด่าง 111-150 มก./ลิตร ปริมาณไนไตรท์ 0.010-0.315 มก./ลิตร ปริมาณแอมโมเนีย 0-1.315 มก./ลิตร และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 6.3-7.9 มก./ลิตร

ตารางที่ 32 คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea IV ถึง young crab ในน้ำที่มีความเค็ม 20 และ 17 ppt และค่อยลดความเค็มให้อยู่ที่ 17, 14 และ 11 ppt ในชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ในการทดลองครั้งที่ 4

ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ (°ซ)		pH	ความเป็นด่าง (มก./ลิตร)	NO ₂ -N (มก./ลิตร)	NH ₃ -N (มก./ลิตร)	DO (มก./ลิตร)
	เช้า	บ่าย					
1	26.3-27.3	27.5-29.4	7.99-8.49	115-150	0.046-0.315	0.004-0.577	6.5-7.5
2	26.2-27.3	27.4-29.5	7.95-8.50	115-148	0.010-0.181	0-1.315	6.3-7.5
3	26.0-27.3	27.5-29.4	7.91-8.57	111-146	0.022-0.295	0-0.400	6.5-7.9

ชุดการทดลองที่ 1 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 20→17 ppt

ชุดการทดลองที่ 2 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14 ppt

ชุดการทดลองที่ 3 : อนุบาลลูกปูในน้ำความเค็ม 17→14→11 ppt

วิจารณ์ผล

การศึกษาผลของความเค็มของน้ำต่ออัตราการฟักของไข่ปูม้าจากดักบี้ปูไข่ในนอกระดอง พบว่าความเค็มของน้ำที่เหมาะสมในการบ่มฟักไข่ปูอยู่ในช่วง 27-35 ppt (วารินทร์และภมรพรรณ, 2548) ซึ่งใกล้เคียงกับที่สุเมธ (2527) ระบุว่าปูม้าจะวางไข่ในบริเวณใกล้เคียงกับที่อาศัยอยู่โดยชอบวางไข่ในบริเวณที่มีความเค็ม 28-32 ppt การบ่มฟักไข่ปูเพื่อเตรียมลูกพันธุ์สำหรับการทดลองช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV (ยกเว้นการทดลองครั้งที่ 1) ในการศึกษาครั้งนี้ใช้น้ำที่มีความเค็ม 30 ppt เช่นเดียวกับที่ใช้เตรียมลูกพันธุ์สำหรับการทดลองที่หลบซ่อนต่างชนิดในการอนุบาลลูกปูม้าในการศึกษาครั้งที่ผ่านมา (วารินทร์และคณะ, 2547ก) ช่วงต้นของการศึกษาในครั้งนั้นใช้น้ำทะเลความเค็ม 30 ppt ระดับเดียวตลอดในการอนุบาลลูกปูตั้งแต่ระยะ zoea I ถึง young crab ปรากฏว่า ลูกปูมีอัตราการรอดตายต่ำมากเพียง 1.69-2.43% ช่วงที่มีการตายมากเริ่มตั้งแต่เมื่อลูกปูเข้าระยะ megalopa โดยลูกปูมีอาการอ่อนเพลียและส่วนใหญ่กองอยู่ตามพื้นบ่อจนตายในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของโกวิทย์และทวี (2547) ที่อนุบาลลูกปูม้าตั้งแต่ระยะ zoea I ถึง crab ในบ่อซีเมนต์จำนวน 6 บ่อ ที่บรรจุน้ำความเค็ม 32-34 ppt มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเพียง 0.78% ในอดีตภรณา (2532) ทำการอนุบาลลูกปูม้าระยะ zoea I ถึง megalopa ด้วยความหนาแน่นเริ่มต้นประมาณ 100,000 ตัว/ลบ.ม. ในบ่อกลมขนาด 5 ลบ.ม. ที่มีระบบการหมุนเวียนของน้ำโดยใช้น้ำที่มีความเค็ม 28-36 ppt จำนวน 4 ครั้ง ซึ่ง 2 ใน 4 ครั้ง ที่มีการแยกลูกปูระยะ zoea IV จากบ่อเดิมลงเลี้ยงในบ่อขนาดเดียวกัน 3 บ่อ ในวันที่ 9 ของการอนุบาล ลูกปูเมื่อเข้าระยะ megalopa มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น 92.97 และ 96.53% ทั้งนี้เข้าใจว่าผู้ปฏิบัติงานนำลูกปูที่เพิ่งเข้าระยะ megalopa ไปปล่อยทะเลก่อนมีปัญหาการตายเกิดขึ้น

การศึกษาอย่างเป็นระบบในครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าความเค็มของน้ำมีผลอย่างมากต่อการอยู่รอดและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าแต่ละระยะ สำหรับช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV ดังผลการทดลองครั้งที่ 1 ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 25 ppt มีอัตราการรอดตายสูงกว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่สูงกว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 35 ppt อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) นอกจากนี้ ลูกปูในน้ำความเค็ม 25 ppt ยังมีขนาดใหญ่กว่าลูกปูที่อยู่ในน้ำความเค็ม 30 และ 35 ppt อย่างเห็นได้ชัดเจน ผลจากการทดลองดังกล่าวทำให้เชื่อได้ว่า ในธรรมชาติลูกปูหลังจากฟักออกจากไข่จะค่อยๆ เคลื่อนตัวจากแหล่งฟักตัวที่มีความเค็มสูงเข้าหาฝั่งที่มีความเค็มของน้ำค่อยๆ ลดลง ความเชื่อนี้พิสูจน์ได้จากผลการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 โดยลูกปูที่อนุบาลในน้ำที่มีความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 27 และ 25 ppt ในวันที่ 4 และ 6 ของการอนุบาล มีอัตราการรอดตายสูงสุด (62.54%) ถึงแม้ไม่แตกต่างทางสถิติกับลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt (60.31%) และลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 30 ppt แล้วปรับลดให้อยู่แค่ 27 ppt (48.88%) ตลอดจนลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 27, 25 และ 23 ppt มีอัตราการรอดตาย (47.77%) ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 30 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 27, 24 และ 20 ppt (46.74%) ตามลำดับ อัตราการรอดตายของลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้นเท่ากัน และปรับลดความเค็มลงมาในระดับเดียวกันในการทดลองครั้งที่ 2 และ 3 แตกต่างกันอย่างมากรวมอาจ

เนื่องจากแม่ปูที่จับจากทะเลซึ่งเป็นแหล่งพันธุ์ในการทดลองแต่ละครั้งอาจมีคุณภาพแตกต่างกัน การเจริญเติบโตโดยวัดจากขนาดของลูกปูแต่ละชุดการทดลองในการทดลองแต่ละครั้งมักเป็นไปในทิศทางเดียวกับ อัตรารอดตาย ส่วนช่วงระยะ **zoea IV ถึง young crab** ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 23 ppt มีอัตราการรอดตายสูงกว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 25 ppt อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่สูงกว่าที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 27 ppt อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในการทดลองครั้งที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ลูกปูระยะ zoea I (ตอนปลาย) ถึง young crab ชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็มตั้งแต่ 25 ppt ลงมา ผลการทดลองครั้งที่ 2, 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่า การค่อยๆ ปรับลดความเค็มของน้ำจาก 25 ppt ลงมาตามระยะเวลาที่ลูกปูเจริญเติบโตขึ้นสามารถปรับลดลงมาได้ถึง 17 ppt แต่ลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็ม 23 ppt ตลอด และที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 23 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 20 ppt มีการเจริญเติบโตทั้งด้านน้ำหนัก ความกว้างและความยาวกระดองดีกว่าลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 23 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt (การทดลองครั้งที่ 3) และลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 20 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 17 ppt มีการเจริญเติบโตซึ่งวัดจากความกว้างและความยาวกระดองดีกว่าลูกปูที่อนุบาลในน้ำความเค็มเริ่มต้น 17 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 14 ppt และปรับลดให้อยู่ที่ 14 และ 11 ppt (การทดลองครั้งที่ 4) อย่างเห็นได้ชัดเจน ลูกปูในน้ำความเค็ม 23 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 20 และ 17 ppt ในการทดลองครั้งที่ 3 มีขนาดเล็กกว่าลูกปูในน้ำความเค็ม 20 ppt แล้วปรับลดให้อยู่ที่ 17 ppt ในการทดลองครั้งที่ 4 เนื่องจากจำนวนลูกปูที่เหลือรอดมีมากกว่า ดังนั้น ในการอนุบาลลูกปูช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab หากคำนึงถึงการเจริญเติบโตด้วย ควรปรับลดความเค็มของน้ำจาก 25 ppt ลงมาแค่ 20 ppt ตามระยะเวลาที่ลูกปูเจริญเติบโตขึ้น ผลจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ลูกปูเมื่ออาศัยอยู่ในน้ำที่มีความเค็มเหมาะสม ทำให้สามารถอยู่ได้อย่างสบายและไม่ต้องปรับตัวมากจึงไม่เครียด ส่งผลให้ลูกปูมีอัตราการรอดตายสูงขึ้นและการเจริญเติบโตดีขึ้นด้วย

สำหรับคุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกปูม้าในแต่ละการทดลองส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นในบางการทดลองและบางช่วงเวลา อุณหภูมิของน้ำในบ่ออนุบาลค่อนข้างต่ำ ปริมาณแอมโมเนียรวมเกินมาตรฐานที่กำหนดเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งค่าที่เหมาะสมต้องไม่เกิน 0.4 มก./ลิตร (ฝ่ายคุณภาพน้ำ, 2534) และปริมาณไนโตรที่เกินกว่า 0.1 มก./ลิตร อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำในกรณีที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ (คณิตและคณะ, 2537) การตรวจพบแอมโมเนียรวมและไนโตรที่ในปริมาณค่อนข้างสูงในบางช่วงเวลา อาจสืบเนื่องจากการเน่าเสียของลูกปูและอาหารมีชีวิตบางส่วนที่ตายและส่งผลต่อสุขภาพของลูกปูที่เหลือรอดอยู่ไม่มากก็น้อย ในการอนุบาลลูกปูม้าอาจจำเป็นต้องดูแลก่อนและเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวันแทนการทำวันเว้นวัน

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณชัยพร ฤทธิ์คำรพ ผู้ประกอบการต้มและแกะเนื้อปูม้า ตำบลบางแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์ตีบั้งไข่มูม้า

เอกสารอ้างอิง

- กรรณ สัตย์มาศ. 2532. การอนุบาลลูกปูม้าวัยอ่อนให้มีอัตราการรอดสูง. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 2. กลุ่มพัฒนาแหล่งประมง, ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน, กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 16 หน้า.
- โกวิทย์ เก้าเอี้ยน และทวี จินดาพยกุล. 2547. การเพาะและอนุบาลปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758). เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 19/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งพังงา, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 7 หน้า.
- คณิต ไชยคำ, สิริ ทุกษ์วินาศ, ชงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, ยุทธ ส่องแสงจินดา และดุสิต ต้นวิไล. 2537. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา, กรมประมง. 10 หน้า.
- ฝ่ายคุณภาพน้ำ. 2534. มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. ฝ่ายคุณภาพน้ำ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 142 หน้า.
- ภมรพรรณ นัตถภูมิ และวารินทร์ ธนาสมหวัง. 2548. ผลของความหนาแน่นต่ออัตราการตายของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ อังศุกาญจนกุล และจิราณวิวัฒน์ ชูเพชร. 2545. การฟักไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus) จากตับปิ้งของแม่ปูไข่นอกกระดอง. วารสารการประมง 55(4): 319-323.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ ทองบ่อ, จลอง ทองบ่อ และวุฒิชัย ทองล้ำ. 2547ก. การอนุบาลลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ในที่กักขังโดยให้ที่หลบซ่อนต่างชนิด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง และภมรพรรณ นัตถภูมิ. 2548. ผลของความเค็มของน้ำต่ออัตราการฟักของไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) จากตับปิ้งปูไข่นอกกระดอง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 14 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, สง่า สิงห์หงษ์ และชัยยุทธ พุทธิจูน. 2547ข. ปริมาณการลำเลียงตับปิ้งไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ต่ออัตราการฟักของไข่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 36/2547. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.

- สุเมธ ตันติกุล. 2527. ชีววิทยาการประมงของปูม้าในอ่าวไทย. เอกสารเผยแพร่วิชาการ ฉบับที่ 1/2527. ฝ่ายสัตว์น้ำอื่นๆ, กองประมงทะเล, กรมประมง. 67 หน้า.
- APHA, AWWA and WPCF. 1980. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 15thed. 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 Nation, 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.