สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การเพาะฟักและอนุบาลลูกปูม้า(*Portunus pelagicus*)ในบ่อดิน

Hatching and Nursing of Swimming Crab(*Portunus pelagicus*) in Earthen Ponds

โดย

วรเทพ มุธุวรรณ
ปรารถนา ควรดี
ชาญวิทย์ ศุภปัญญาพงศ์

เริ่มบริการ
31 พ.ค. 2552
28 มิ.ย. 2552
BK 0072542
249373

เสนอต่อ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2536

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติเป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาจัดสรรงบประมาณทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2536 สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยย่อยชะอำ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ที่มีส่วนช่วยเหลือและดูแลให้งานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

บทคัดย่อ

เรื่อง การเพาะฟักและอนุบาลลูกปูม้า(*Portunus pelagicus*)ในบ่อดิน

โดย วรเทพ มุธุวรรณ ปรารถนา เข็มทอง ชาญวิทย์ ศุภปัญญาพงศ์
สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี

การทดลองในครั้งนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกทำการศึกษาถึงความดกของไข่ (Fecundity) และความสัมพันธ์ของอัตราการฟักของลูกปู กับน้ำหนักตัว ความกว้างและความยาวของกระดองปูม้า ต่อจำนวนไข่ของแม่ปู 1 แม่ จากการศึกษาพบว่า ความดกของไข่และอัตราการฟักของลูกปูมีความสัมพันธ์($P<0.01$) กับน้ำหนัก ความกว้างและความยาวของแม่ปูดังแสดงในสมการแสดงความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น

ส่วนที่ 2 ทำการอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดิน จำนวน 3 บ่อ ที่ความหนาแน่น 10 ตัวต่อลิตร โดยปล่อยลูกปูที่เพิ่งฟักบ่อละ 1 ล้านตัว ทำการอนุบาลซ้ำรวมทั้งสิ้น 5 ครั้งด้วยกัน ใช้เวลาในการอนุบาลแต่ละครั้ง ตั้งแต่ 30-45 วัน โดยอนุบาลตั้งแต่ลูกปูฟักออกเป็นตัวจนถึงลูกปูเปลี่ยนรูปร่าง (Metamorphosis) เป็นลูกปูขั้นมีกระดองระยะแรก และอนุบาลต่ออีก 15-30 วัน ตลอดระยะเวลาการทดลองไม่มีการให้อาหารแต่ทำการใส่ปุ๋ยเคมีเป็นระยะ เพื่อเพิ่มผลผลิตแพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของลูกปู ทำการตรวจสอบคุณสมบัติน้ำ และแพลงก์ตอนสัตว์ที่เกิดขึ้นในบ่อทดลองเป็นระยะ ผลการทดลองพบว่าสามารถควบคุมปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นอาหารของลูกปูให้มีจำนวนเพียงพอกับการอนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาล โดยตลอดการทดลองมีค่าเฉลี่ยของจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มครัสตาเซียนเท่ากับ 365±19.0 ตัวต่อลิตร ลูกปูใช้เวลาในการพัฒนาจากระยะซูเอีย เข้าสู่ระยะเมกาลอบใช้เวลา 12 วัน และเข้าสู่ระยะมีกระดองระยะแรก(First crab stage) เมื่ออายุได้ 16 วัน เมื่ออนุบาลต่ออีกประมาณ 15 วัน ลูกปูมีน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดองเฉลี่ยเท่ากับ 0.64±0.11 กรัม 10.9±1.0 มิลลิเมตร 21.7±2.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่ออนุบาลต่ออีก 15 วัน จนลูกปูมีอายุ 45 วัน ลูกปูมีน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวกระดองเฉลี่ยเท่ากับ 1.35 กรัม 15.0±2.9 มิลลิเมตร 28.8±2.3 มิลลิเมตร โดยมีอัตรารอดเฉลี่ยเท่ากับ 0.1%

Abstract

Title Hatching and Nursing of Swimmming Crab(*Portunus pelagicus*) in Earthen Ponds

By Vorathep Muthuwan, Prattana Khemthong, Chanvit Supapunyapong
Institute of Marine Science, Burapha University, Chonburi, Thailand. 20131

Fecundity and number of hatchling of swimming crab per buried female in relation to body weight, width and length of carapace were determined. It was found that both fecundity and number of hatchling were significantly($P<0.01$) correlate to body weight, width and length of carapace of the crab. Equations represented relationship between fecundity, number of hatchling and body weight, width and length of carapace of the crab were presented.

Nursing of swimming crab larvae from zoea to 30 and 40-day-old juveniles was done in three earthen ponds. The experiment was repeated for five times. Newly hatched crab larvae were stocked at 1,000,000 larvae per pond or equal to 10 larvae per litre of water. Inorganic fertilizers (urea and 16-20-0) were added at 5 days interval to promote phyto- and zooplankton growth which crab feed on them. Some essential water quality parameters were determined during the nursing period. It was found that all water quality parameters were in acceptable ranges for nursing of swimming crab except salinity of the experiment 2. Average number of zooplankton, which the majority was crustacean larvae was 365±19 individual per liter. Development of larvae from zoea stage to megalopa stage took 12 days and from magalopa stage to first crab stage took 4 day. Average weight, width of carapace and length of carapace of 30-day-old juvenile was 0.64±0.11 g, 10.9±1.0 mm and 21.7±2.3 mm, respectively. Average survival rate for all of the experiments was 0.1%.

สารบาญเรื่อง

	หน้า
สารบาญตาราง	(1)
สารบาญภาพ	(2)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
วิธีการทดลอง	2
ผลการทดลอง	6
วิจารณ์ผลการทดลอง	16
สรุปและข้อเสนอแนะ	19
เอกสารอ้างอิง	20
ภาคผนวก	21

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่ปูกับ น้ำหนักแม่ปู ความกว้าง และความยาวของกระดอง	6
2	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกปูที่ฟักกับ น้ำหนักแม่ปู ความกว้าง และความยาวของกระดอง	8
3	อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลในบ่อดินจนถึงขั้นอายุ 1 เดือน	10
4	เวลาที่ใช้ในการพัฒนาของลูกปูเข้าสู่ระยะต่างๆตั้งแต่เริ่มอนุบาล จนถึงลูกปูระยะมีกระดองระยะแรก	11
5	ขนาดของลูกปูที่เหลือรอดหลังจากอนุบาลจนถึงระยะขั้นมีกระดอง	11
6	จำนวนแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ยที่พบตลอดการอนุบาลลูกปูในการทดลอง	12
7	ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบ่ออนุบาล ทั้ง 3 บ่อ ตลอดระยะเวลาการอนุบาล	15
8	ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติน้ำของบ่ออนุบาล 3 บ่อ ตลอดระยะเวลาการอนุบาล	15

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแม่ปูกับจำนวนไข่ที่ฟักอยู่ที่หน้าท้อง	7
2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองแม่ปูกับจำนวนไข่ที่ฟักอยู่ที่หน้าท้อง	7
3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองแม่ปูกับจำนวนไข่ที่ฟักอยู่ที่หน้าท้อง(ฟอง)	8
4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแม่ปูกับจำนวนลูกปูที่ฟัก	9
5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดองกับจำนวนลูกปูที่ฟัก	9
6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของกระดองกับจำนวนลูกปูที่ฟัก	10
7	การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 1	12
8	การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 2	13
9	การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 3	13
10	การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 4	14
11	การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 5	14

การเพาะฟักและอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดิน

Hatching and Nursing of Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) in Earthen Ponds

คำนำ

การประมงในประเทศไทยได้ประสบปัญหาการทำการประมงเกินขอบเขตกำลังการผลิตของสัตว์น้ำ เนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการประมง และการทำการประมงที่ผิดวิธี ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำในธรรมชาติมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็ว รวมทั้งปูม้าซึ่งเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ปูม้าสามารถถูกจับได้ด้วยเครื่องมือหลายชนิด เช่น อวนลาก อวนรุน อวนจมปู แร้ว เป็นต้น ปริมาณและขนาดของปูม้าที่ถูกจับได้ในอ่าวไทยมีแนวโน้มลดลงเป็นลำดับ

การเพาะเลี้ยงปูม้านับว่าเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มผลผลิตของปูม้าให้สูงขึ้นได้ โดยการเพาะเลี้ยง หรือการเพาะอนุบาลลูกปูระยะหนึ่งแล้วปล่อยกลับสู่ทะเลเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตในธรรมชาติให้สูงขึ้น ได้มีผู้ทำการทดลองเกี่ยวกับการเพาะและอนุบาลลูกปูม้าในห้องทดลองในภาชนะขนาดเล็กและในถังไฟเบอร์กลาส พบว่ามีอัตรารอดที่ต่ำเนื่องจากปัญหาการกินกันเองของลูกปู เมื่อลูกปูเจริญเติบโตจนถึงระยะหนึ่ง ทำให้ไม่คุ้มต่อการผลิต อีกทั้งในการอนุบาลจำเป็นต้องใช้โรติเฟอร์และตัวอ่อนของไรน้ำเค็ม ซึ่งการผลิตโรติเฟอร์เพื่อใช้เป็นอาหารของลูกปูต้องใช้พื้นที่เพิ่มขึ้น และต้องเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียว เช่น คลอเรลลา หรือ เตตราเซลมิส เพื่อใช้เป็นอาหารโรติเฟอร์อีกต่อหนึ่ง ส่วนไข่ไรน้ำเค็มที่นำมาฟักก็ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาแพง ในการผลิตอาหารเพื่อใช้เลี้ยงลูกปูถ้าไม่ต่อเนื่องหรือไม่เพียงพอกับความต้องการก็จะทำให้ประสบปัญหาในการขาดอาหารในระหว่างอนุบาลได้

จากอุปสรรคต่างๆที่กล่าวมาคือ การกินกันเองของลูกปู และปัญหาของอาหารที่นำมาใช้ในการอนุบาลลูกปู คาดว่าจะสามารถแก้ไขได้โดยการเพาะและอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดิน ทั้งนี้เนื่องจากสามารถที่จะผลิตอาหารตามธรรมชาติ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์หน้าดิน ที่เป็นอาหารของลูกปูได้ง่ายในขณะอนุบาล ด้วยการเพิ่มสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน และสัตว์หน้าดิน ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี ลงในบ่อเป็นระยะ เพื่อเพิ่มจำนวนของอาหารธรรมชาติที่กล่าวมาซึ่งจะกลายเป็นอาหารของลูกปูทำให้ช่วยลดปริมาณของอาหารที่จะใช้ลงได้มากหรืออาจจะไม่ต้องใช้เลย ถ้ามีการควบคุมปริมาณของสารอาหารที่ใส่ลงในบ่อ และอัตราการปล่อยลูกปูลงอนุบาลในอัตราที่เหมาะสม อีกทั้งปริมาณของแพลงก์ตอนที่เกิดขึ้นก็จะช่วยเพิ่มความขุ่นของน้ำทำให้ลดอัตราการกินกันเองของลูกปูลงได้อีกทางหนึ่ง และแพลงก์ตอนพืชที่เกิดขึ้นจะช่วยควบคุมคุณสมบัติน้ำให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมโดยการดูดซับของเสียที่เกิดขึ้นในบ่อทำให้สภาพแวดล้อมในบ่อมีความเหมาะสมต่อการอยู่รอดของลูกปูมากขึ้นตามไปด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงเทคนิคการเพาะและอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดิน
2. เพื่อศึกษาถึงพัฒนาการ อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปูม้าที่อนุบาลในบ่อดิน
3. เพื่อศึกษาถึงชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ที่เกิดขึ้นในบ่ออนุบาล
4. เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติน้ำในบ่ออนุบาล

วิธีการทดลอง

ความดกของไข่

นำตัวอย่างแม่ปูม้าที่มีไข่ติดท้อง(ไข่นอกกระดอง)จากธรรมชาติที่จับด้วยอวนจมปู จำนวน 10 ตัว มาชั่งน้ำหนัก วัดความกว้างและความยาวของกระดอง ทำการแยกไข่ที่ติดอยู่ออกมาทั้งหมดแล้วทำการชั่งน้ำหนักไข่ที่แยกออกมา หลังจากนั้นสุ่มไข่ออกมาจำนวนหนึ่ง ในแต่ละแม่ จำนวน 3 ซ้ำ ชั่งน้ำหนัก แล้วนับภายใต้กล้อง หาค่าเฉลี่ยที่นับได้ในแต่ละแม่ แล้วคำนวณกลับเป็นจำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่ปู 1 ตัว นำข้อมูลจำนวนไข่ทั้งหมดต่อแม่ น้ำหนัก ความกว้างและความยาวของกระดองมาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้ในการประมาณค่าความดกของไข่ของแม่ปูที่จะใช้ในการทดลองต่อไป

อัตราการฟักไข่ของปูม้า

นำแม่ปูที่มีไข่ติดหน้าท้องมาชั่งน้ำหนัก วัดความกว้างและความยาว ของกระดองทีละตัว แล้วแยกลงบ่อซีเมนต์ขนาด 200 ลิตร บ่อละ 1 ตัว จำนวนทั้งสิ้น 23 ตัว เปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน 80% จนไข่ปูฟักออกเป็นตัว หลังจากลูกปูฟักหมดแล้ว แยกแม่ปูออกมาชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง สุ่มลูกปูที่อยู่ในบ่อด้วยบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร จำนวน 5 ครั้ง นับลูกปูทั้งหมดที่สุ่มได้ในบีกเกอร์ 1 ลิตร หาค่าเฉลี่ยทั้ง 5 ครั้ง แล้วคำนวณหาจำนวนลูกปูที่ฟักทั้งหมดจากปริมาตรของน้ำในบ่อ ผลที่ได้คือจำนวนลูกปูที่ฟักต่อแม่ปู 1 แม่ นำข้อมูลจำนวนลูกปูที่ฟักทั้งหมดต่อแม่ น้ำหนัก ความกว้างและความยาวของกระดองมาหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อใช้ในการประมาณจำนวนลูกปูที่ฟักต่อแม่ปู 1 แม่ ที่จะใช้ในการทดลองต่อไป

การเตรียมและการจัดการบ่ออนุบาล

บ่ออนุบาลที่ใช้เป็นบ่อดินขนาด 8x16 ตารางเมตร ลึก 1.2 เมตร ระดับกักเก็บน้ำระหว่างการอนุบาลลึกเฉลี่ย 85 ซม.ความจุน้ำที่ระดับเก็บกักประมาณ 100 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 3 บ่อ ก่อนการอนุบาลและหลังจากเสร็จสิ้นการอนุบาลในแต่ละครั้ง จะทำการสูบน้ำออกจากบ่อจนแห้ง โรยด้วยปูนขาว แล้วปล่อยตากแดดทิ้งไว้ประมาณ 1 ถึง 2 อาทิตย์ จนบ่อแห้งสนิทแล้วจึงเริ่มทำการทดลองครั้งต่อไป

หลังจากบ่อแห้งสนิทดีแล้ว ก่อนการนำลูกปูลงอนุบาลประมาณ 7 วัน จะสูบน้ำทะเลเข้าบ่ออนุบาลโดยกรองผ่านผ้ากรองตาละเอียดที่ติดอยู่กับท่อทางน้ำเข้าเพื่อกันไข่ปลา ลูกปลา และสิ่งมีชีวิตที่อาจจะเป็นศัตรูของลูกปูเข้ามาในบ่ออนุบาล ในวันแรกจะนำน้ำเข้าประมาณ 30 ซม. แล้วสาดมูลไก่แห้งให้ทั่วบ่อ จำนวน 10 กก.ต่อบ่อ(125 กก.ต่อไร่) วันรุ่งขึ้นและวันต่อๆมาจะเติมน้ำทะเลเข้าจนมีระดับความลึกอยู่ที่ประมาณ 80-90 ซม. เมื่อถึงวันที่ปล่อยลูกปูลงบ่ออนุบาลน้ำจะมีสีเขียวอ่อนหรือสีน้ำตาลอ่อน เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการเตรียมบ่อซึ่งจะเป็นอาหารของลูกปูในระหว่างการอนุบาล

ในระหว่างการอนุบาลจะควบคุมระดับน้ำในบ่ออนุบาลให้อยู่ในช่วงความลึก 80-90 ซม. ตลอดระยะเวลาการทดลองโดยการสูบน้ำทะเลเติมเข้าบ่อเป็นระยะ และเติมปุ๋ยเคมี 2 ชนิด คือ ยูเรีย(46-0-0) ครั้งละ 100 กรัม และปุ๋ยนาสูตร 16-20-0 ครั้งละ 50 กรัม เป็นประจำทุก 5 วัน เพื่อเพิ่มจำนวนแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นอาหารของลูกปูตลอดระยะเวลาการอนุบาล

การอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดิน

ทำการทดลองอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดินขนาด 8x16 ตารางเมตร ระดับน้ำลึก 85 ซม.จำนวน 3 บ่อ รวมทั้งสิ้น 5 ครั้งด้วยกัน ใช้เวลาครั้งละประมาณ 30-45 วัน โดยใน 4 ครั้งแรกปล่อยลูกปูที่เพิ่งฟัก จำนวน 1,000,000 ตัวที่ได้จากการฟักในบ่อซีเมนต์ภายในโรงเพาะฟัก(ความหนาแน่นเท่ากับ 10 ตัวต่อลิตร) ส่วนครั้งที่ 5 ใช้แม่ปูไข่นอกกระดองจำนวน 0.5 กก. ซึ่งจะให้ลูกปูประมาณ 1,000,000 ตัว ขังในกระชังที่ทำด้วยตาข่ายพลาสติคขนาด(กว้างxยาวxสูง) 0.9x1.0x0.3 ลูกบาศก์เมตร ลอยในบ่ออนุบาลจนลูกปูฟักออกเป็นตัว จึงนำแม่ปูพร้อมกระชังขึ้นจากบ่ออนุบาล ทำการอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดินต่อจนลูกปูเจริญถึงระยะ ลูกปูระยะแรก(First crab stage) แล้วอนุบาลต่อไปอีกประมาณ 15 ถึง 30 วัน แล้วจึงใช้อวนลากลูกปูและสูบน้ำออกจากบ่อจนแห้งเก็บลูกปูที่เหลือรอดทั้งหมด มาชั่งน้ำหนักรวม และสุ่มลูกปูจำนวนหนึ่งมาชั่งน้ำหนักความกว้างและความยาวกระดองทีละตัวเพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักและขนาดของลูกปู

อาหารและการให้อาหาร

ในระหว่างการอนุบาลตั้งแต่วันแรกจนถึงก่อนระยะลูกปูระยะแรก ไม่มีการให้อาหารตลอดการอนุบาล เนื่องจากลูกปูสามารถที่จะกินแพลงก์ตอนที่เกิดขึ้นในบ่อที่เกิดจากการใส่ปุ๋ย หลังจากลูกปูเจริญถึงขั้นระยะลูกปูระยะแรกจึงให้อาหาร โดยใช้อาหารกุ้งกุลาดำวัยอ่อนสาดให้กินรอบบ่อวันละ 2 ครั้ง เช้า เย็น จนปิดการทดลอง

การตรวจสอบอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และการพัฒนาของลูกปูในระหว่างการอนุบาล

ระหว่างอนุบาลจะทำการสุ่มลูกปูเพื่อตรวจสอบปริมาณลูกปูในบ่อเป็นประจำทุกวันเว้นวัน พร้อมกับตรวจสอบระยะการเจริญเติบโตของลูกปูที่สุ่มได้ จนกระทั่งลูกปูเจริญจนถึงระยะลูกปูระยะแรก วิธีการสุ่มจะใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 72 ไมครอน เส้นผ่าศูนย์กลางปากถุง 14.5 ซม. ลากเป็นระยะทางขนานกับความยาวของบ่อไปและกลับ 2 เที่ยว โดยลากแนวทะแยงจากก้นบ่อขึ้นมาจนถึงผิวน้ำ แล้วคำนวณปริมาตรน้ำที่ผ่านถุงกรองทั้งหมด นำลูกปูที่สุ่มได้ถ่ายลงสู่ภาชนะตรวจสอบระยะการเจริญของลูกปูว่าอยู่ในระยะใด แล้วนับจำนวนลูกปูที่สุ่มได้ทั้งหมด นำจำนวนที่นับได้คำนวณหาความหนาแน่นของลูกปูต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร การสุ่มจะสุ่มจนกระทั่งลูกปูเจริญจนถึงระยะลูกปูระยะแรกจึงหยุดสุ่มเนื่องจากลูกปูจะเปลี่ยนนิสัยการดำรงชีวิต ลงไปอยู่ที่ก้นบ่อ เมื่อลูกปูเจริญจนถึงระยะที่มีความยาวของกระดองเกินกว่า 1.5 ซม. จึงจับลูกปูที่เหลือทั้งหมดขึ้นจากบ่อมาชั่งน้ำหนัก และวัดความยาว พร้อมทั้งหาอัตรารอดของลูกปูในการทดลองแต่ละครั้ง

การศึกษาถึงชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาล

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจำนวนครั้งละ 2 ลิตร จากบ่ออนุบาลทุกบ่อเป็นประจำทุก 4 วัน เริ่มตั้งแต่ระหว่างการเตรียมน้ำ จนลูกปูเจริญถึงขั้นลูกปูระยะแรก นำน้ำตัวอย่างมาเติมสารละลายลูกอล(Lugol's solution) แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอนเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นดูดเอาน้ำใสๆด้านบนทิ้งไป เก็บตัวอย่างตะกอนที่จมอยู่ด้านล่าง นำไปตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยใช้สไลด์นับชนิด Sedgwick-Rafter ทำการแยกชนิดและนับจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบทั้งหมด จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำผลที่ได้คำนวณหาความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ที่พบในบ่ออนุบาลในขณะนั้น(APHA, 1992)

คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาล

ทำการตรวจวัดและเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่ออนุบาลทุกบ่อเป็นประจำทุก 4 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร ปัจจัยที่ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ประกอบด้วย ปริมาณออกซิเจนละลาย(DO) และอุณหภูมิ ด้วยเครื่องวัดออกซิเจนละลาย (YSI model 58) ความเค็ม ด้วย Salino-refractometer (Atago S-10) ความเป็นกรด-ด่าง(BENCH HT 8417) ความเป็นด่าง(Alkalinity) แอมโมเนียทั้งหมด(Total ammonia nitrogen) ไนไตร์ท(Nitrite-nitrogen) วิเคราะห์ด้วยวิธีของ Strickland and Parson (1972)

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยการทดสอบค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปร และการสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS version 9 ที่ $P<0.05$ หรือ $P<0.01$

ผลการทดลอง

ความดกของไข่

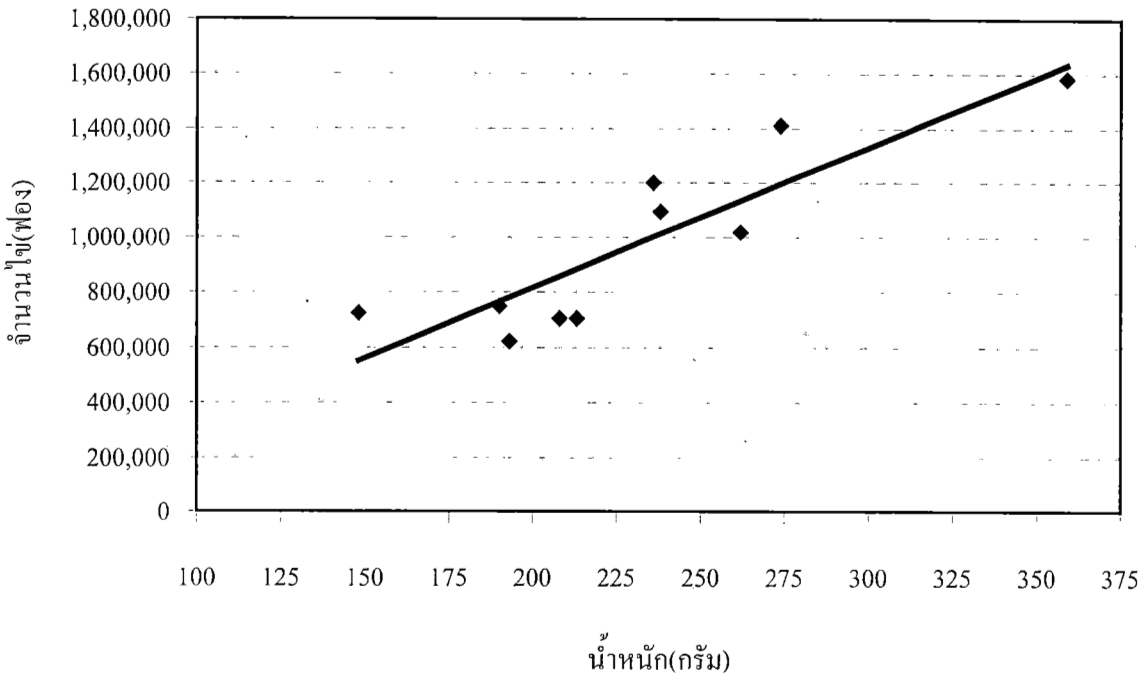
จากการสุ่มตัวอย่างปูม้าไข่นอกกระดองที่มีไข่แก่ซึ่งสังเกตได้จากสีของไข่ที่มีสีเทา จำนวน 10 ตัว พบว่าแม่ปูที่มีความกว้าง ความยาวของกระดองเฉลี่ย 65.1±4.9 มม. 134.0±10.0 มม. และมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 232±58 กรัม จะมีความดกของไข่เฉลี่ยเท่ากับ 981,747±335,514 ฟองต่อตัว

จากการศึกษาพบว่าความดกของไข่ปูมีความสัมพันธ์กันกับน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของกระดอง($P<0.01$)โดยความดกของไข่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวมากกว่าความกว้างและความยาวของกระดองปู ความสัมพันธ์ของความดกของไข่กับน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของกระดอง แสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ

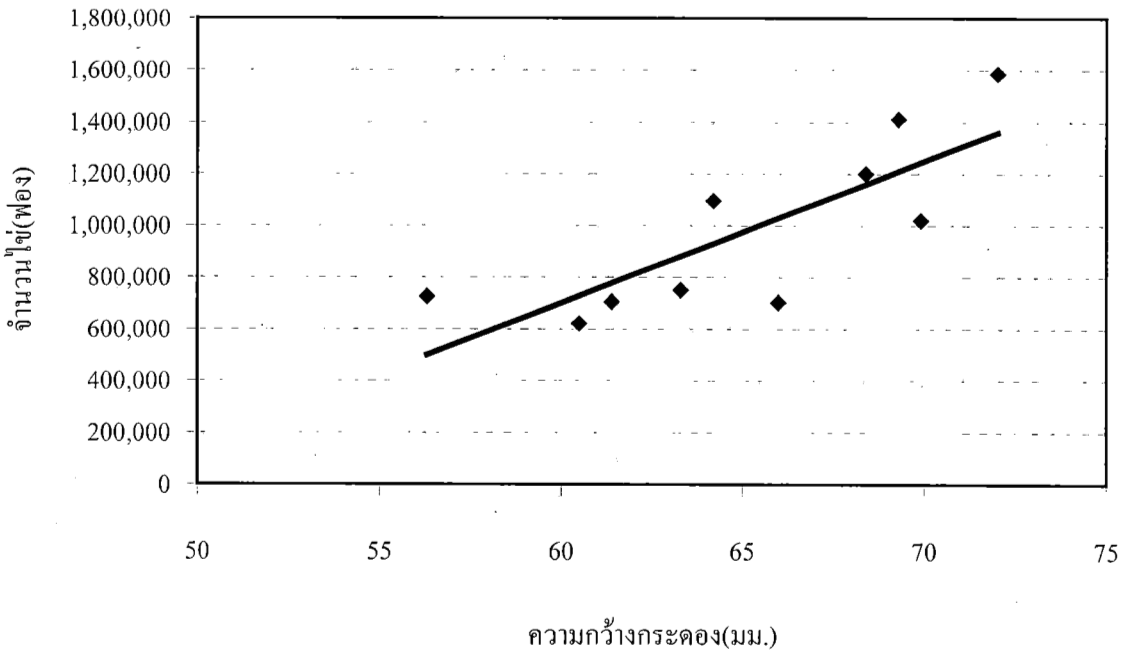
ตารางที่ 1 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่ปูกับน้ำหนักแม่ปู ความกว้าง และความยาวของกระดอง

ความสัมพันธ์	สมการ	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์
ความดกไข่กับน้ำหนัก	$F = 5{,}129.5\ BW - 208802$	0.78
ความดกไข่กับความกว้างกระดอง	$F = 54{,}893\ W - (3 \times 10^6)$	0.64
ความดกไข่กับความยาวกระดอง	$F = 27{,}707\ L - (3 \times 10^6)$	0.68

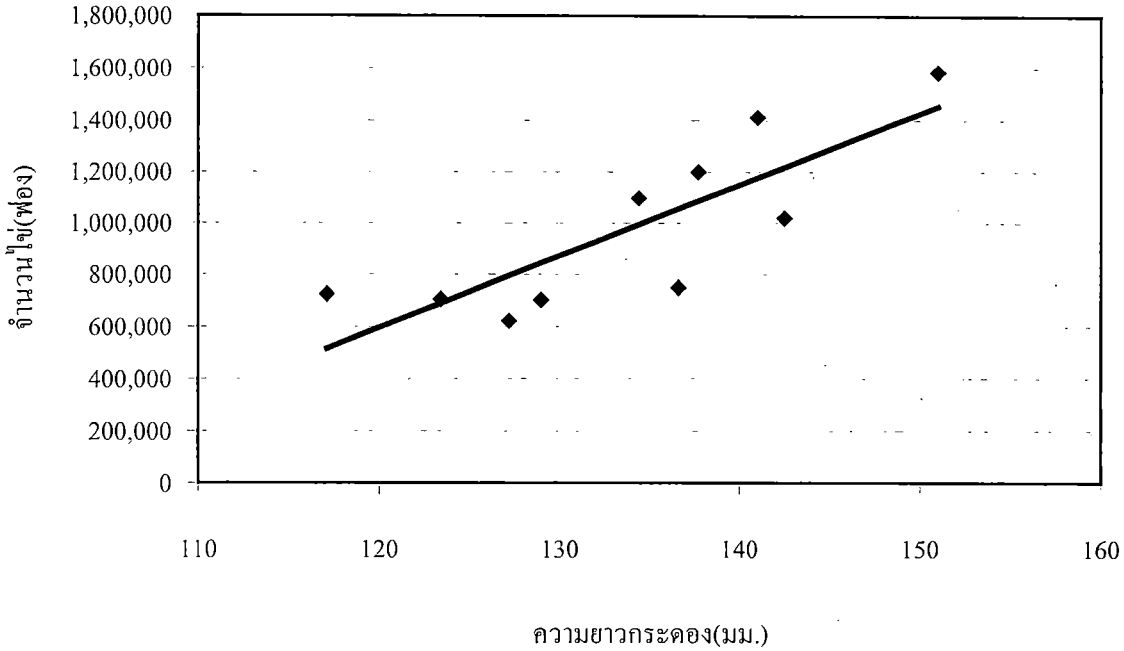
F= ความดกของไข่ *BW*=น้ำหนักปู(กรัม) *W*=ความกว้างกระดอง(ซม.) *L*=ความยาวกระดอง(มม.)



ภาพที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแม่ปู(กรัม)กับจำนวนไข่ที่ฟักอยู่ที่หน้าท้อง(ฟอง)



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง(มม.)แม่ปูกับจำนวนไข่ที่ฟักอยู่ที่หน้าท้อง(ฟอง)



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของกระดอง(มม.)แม่ปูกับจำนวนไข่ที่ฟักอยู่ที่หน้าท้อง(ฟอง)

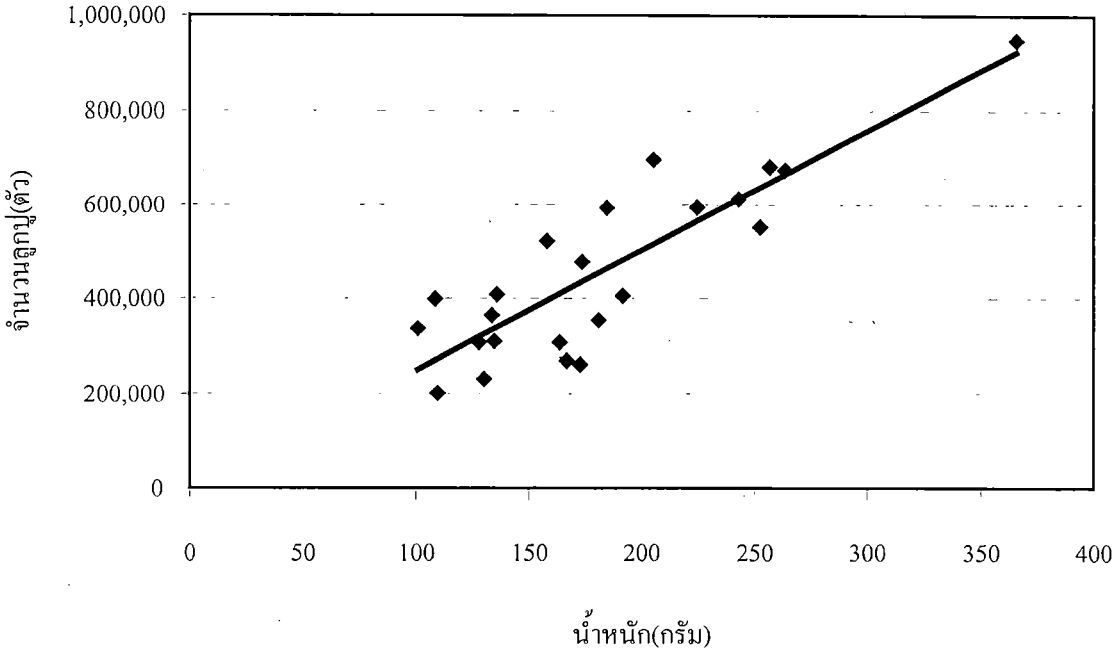
อัตราการฟักไข่ของปูม้า

จากการนำปูม้าไข่แก่จำนวน 23 ตัว เข้ามาเลี้ยงจนตัวอ่อนฟักออกมา พบว่าแม่ปูที่มีความกว้างความยาวของกระดองเฉลี่ย 61.1±7.3 มม. 129.6±12.5 มม. และมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 182±63 กรัม จะมีลูกปูฟักออกเป็นตัวเฉลี่ยเท่ากับ 456,618±187,482 ตัว และจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกปูที่ฟักกับน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของกระดองของแม่ปูพบว่าจำนวนลูกปูที่ฟักมีความสัมพันธ์กับทั้งน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของกระดอง($P<0.01$) ซึ่งสามารถแสดงเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงได้ดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 4 ถึง 6 ตามลำดับ

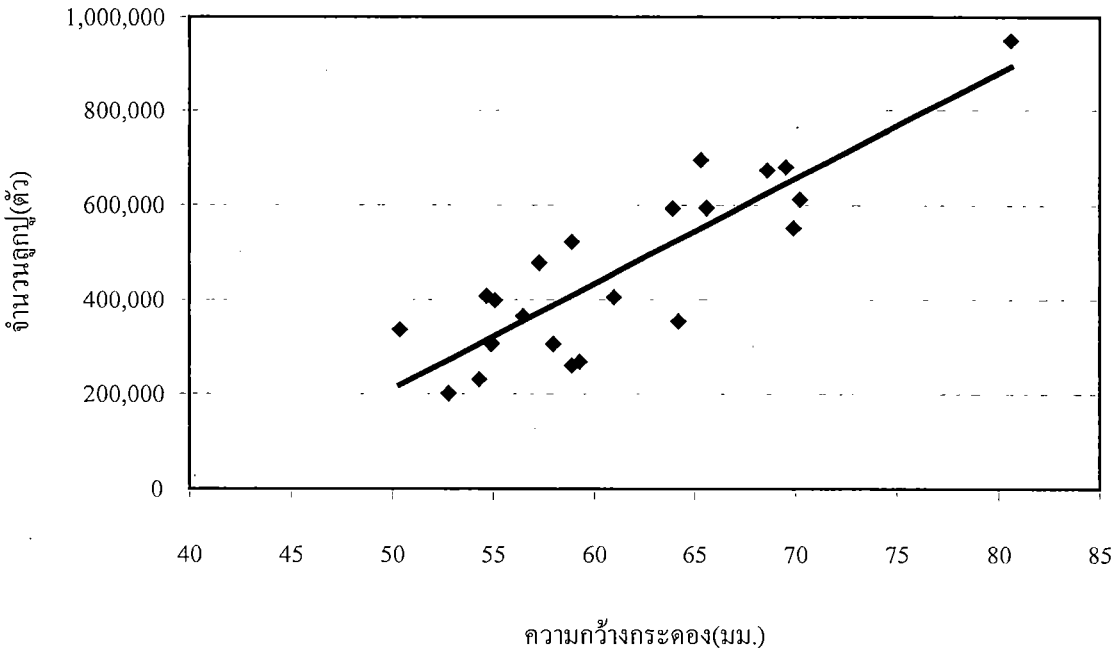
ตารางที่ 2 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนลูกปูที่ฟัก กับน้ำหนักแม่ปู ความกว้าง และความยาวของกระดอง

ความสัมพันธ์	สมการ	ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์
จำนวนลูกปูกับน้ำหนัก	N = 2,550.6 BW –7,669.8	0.74
จำนวนลูกปูกับความกว้างกระดอง	N = 22,312W – 906,161	0.75
จำนวนลูกปูกับความยาวกระดอง	N = 13,058 L -(1 x 10^6)	0.76

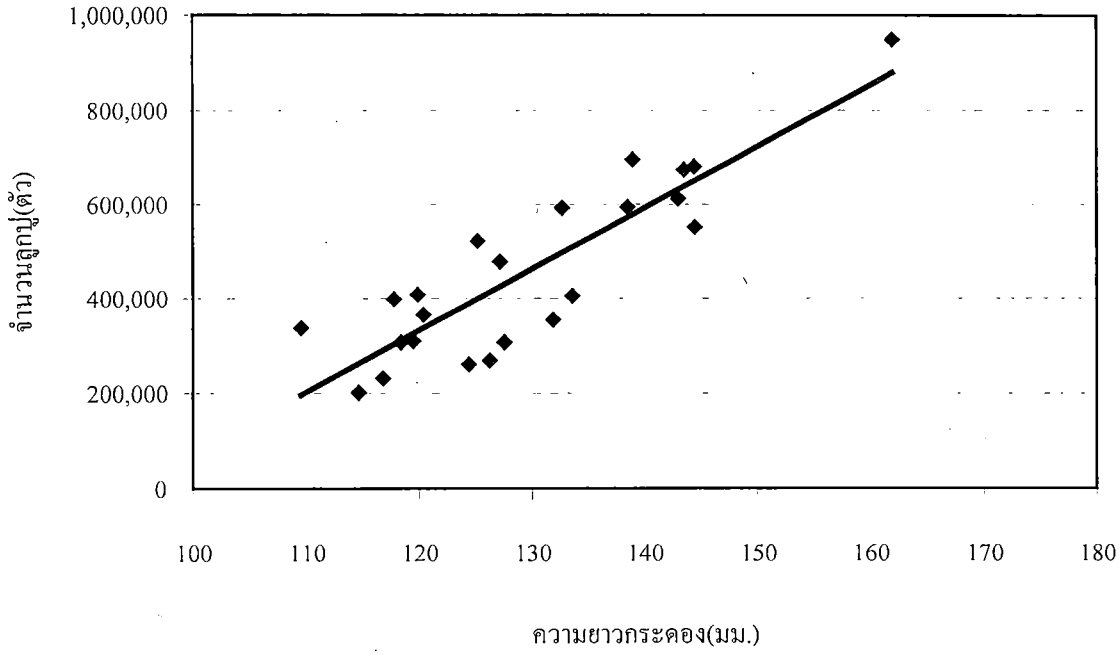
N= จำนวนลูกปู BW=น้ำหนักปู(กรัม) W=ความกว้างกระดอง(ซม.) L=ความยาวกระดอง(มม.)



ภาพที่ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแม่ปู(กรัม)กับจำนวนลูกปูที่ฟัก(ตัว)



ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของกระดอง(มม.)กับจำนวนลูกปูที่ฟัก(ตัว)



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของกระดอง(มม.)กับจำนวนลูกปูที่ฟัก(ตัว)

อัตราการรอดตาย การเจริญเติบโต และการพัฒนาของลูกปูในระหว่างการอนุบาล

ผลการอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดินโดยปล่อยลูกปูม้าจำนวนบ่อละ 1 ล้านตัว จำนวน 5 ครั้ง พบว่าลูกปูมีอัตรารอดตายเมื่ออายุได้ 30-45 วัน อยู่ระหว่าง 0-0.2% โดยพบว่าลูกปูตายหมดในการทดลองครั้งที่ 2 รายละเอียดดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 อัตราการรอดตายของลูกปูม้าที่อนุบาลในบ่อดินจนถึงขั้นอายุ 1 เดือน

ครั้งที่	จำนวนที่รอดตาย(ตัว)			อัตรารอด(%)			
	1	2	3	1	2	3	เฉลี่ย
1	1,351	3,181	1,065	0.14	0.32	0.11	0.19±0.11 [b]
2	0	0	0	0	0	0	0 [a]
3	1,547	2,842	1,123	0.15	0.28	0.11	0.18±0.09 [b]
4	548	1,023	271	0.05	0.10	0.03	0.06±0.04 [ab]
5	652	1,457	101	0.07	0.15	0.01	0.08±0.07 [ab]
เฉลี่ย							0.10±0.04

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกกำลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P<0.05$)

ระยะเวลาที่ลูกปูใช้ในการพัฒนาจากระยะซูเอียจนถึงระยะเมกาลอบ ซึ่งเป็นระยะที่ลูกปูเริ่มมีก้ามหนีบ ใช้เวลาประมาณ 11-12 วัน หลังจากนั้นอีก 4 วัน ลูกปูจะเริ่มลอกคราบและเปลี่ยนรูปร่างเป็นลูกปูระยะแรก(ตารางที่ 4) ซึ่งสิ้นสุดระยะที่เป็นตัวอ่อน และเมื่อทำการอนุบาลต่ออีก 15-30 วัน ลูกปูมีขนาด ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 4 เวลาที่ใช้ในการพัฒนาของลูกปูเข้าสู่ระยะต่างๆตั้งแต่เริ่มอนุบาลจนถึงลูกปูมีกระดองระยะแรก

ครั้งที่	อายุของลูกปูเมื่อเข้าสู่ระยะต่างๆ(วัน)	
	Megalop	First crab
1	12	16
2	-	-
3	11	15
4	12	16
5	12	16

ตารางที่ 5 ขนาดของลูกปูที่เหลือรอดหลังจากอนุบาลจนถึงระยะขั้นมีกระดอง

ครั้งที่	ความกว้าง(มม.)	ความยาว(มม.)	น้ำหนัก(กรัม)	อายุ(วัน)
1	15.0±2.9	28.8±2.3	1.35	45
2	-	-	-	-
3	9.0±1.3	18.2±3.0	0.47	30
4	12.4±2.5	26.1± 5.4	0.60	30
5	11.3±1.9	20.9±3.8	0.85	30

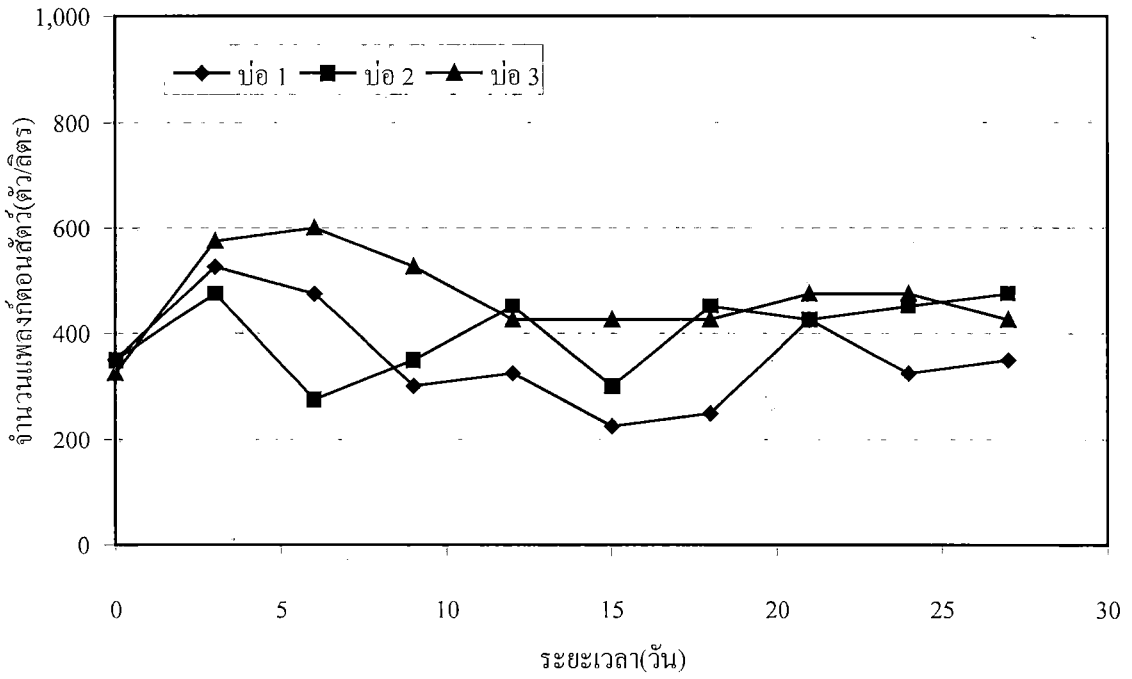
การศึกษาถึงชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาล

จากการตรวจนับจำนวนพลงก์ตอนสัตว์ที่เกิดขึ้นในบ่ออนุบาลเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยตลอดระยะเวลาการอนุบาล พบว่าจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ที่เกิดขึ้นในบ่ออนุบาลมีค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองระหว่าง 312 ถึง 408 เซลล์ต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย ในแต่ละบ่ออนุบาล ดังแสดงในตารางที่ 6 และมีการเปลี่ยนแปลงของประชากรของแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลทุกบ่อตลอดระยะเวลาการอนุบาล ดังแสดงในภาพที่ 7 ถึง 11

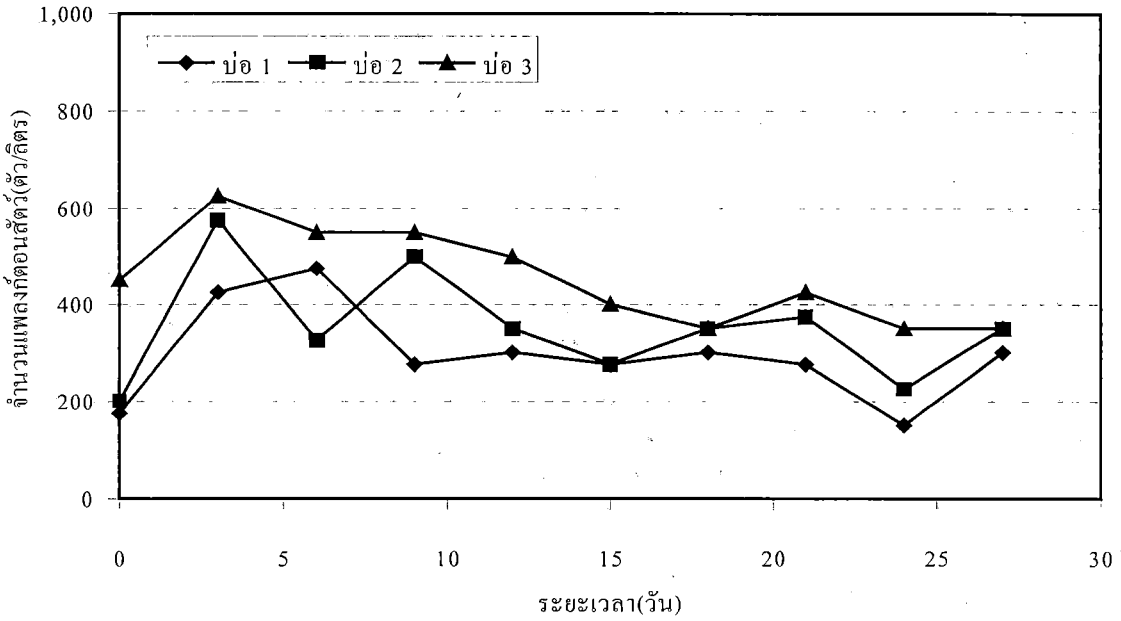
ตารางที่ 6 จำนวนแพลงก์ตอนสัตว์เฉลี่ย(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ที่พบตลอดการอนุบาลลูกปูในการทดลองแต่ละครั้ง

การทดลองที่	บ่ออนุบาลที่			เฉลี่ย	ช่วง
	1	2	3		
1	355±95	400±75	468±82	408±33[a]	225-600
2	353±58	355±72	468±79	392±38[a]	250-625
3	295±98	353±115	455±98	368±47[a]	150-625
4	254±179	333±148	348±180	312±29[a]	50-600
5	270±162	342±163	426±259	346±45[a]	100-863

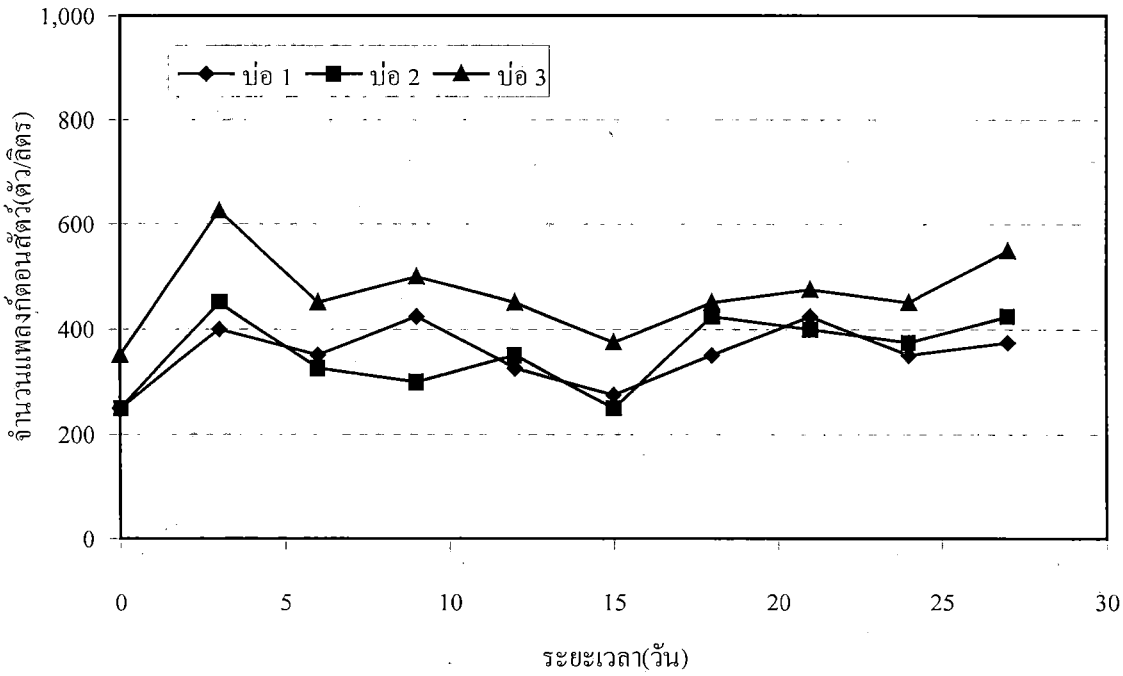
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกกำลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P<0.05$)



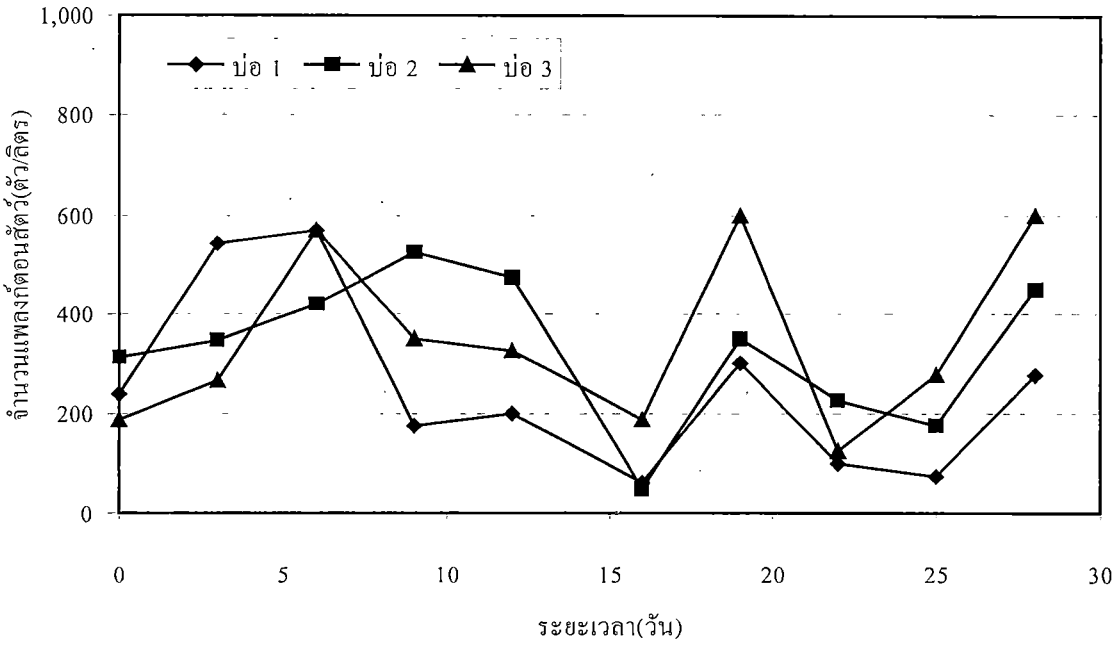
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 1



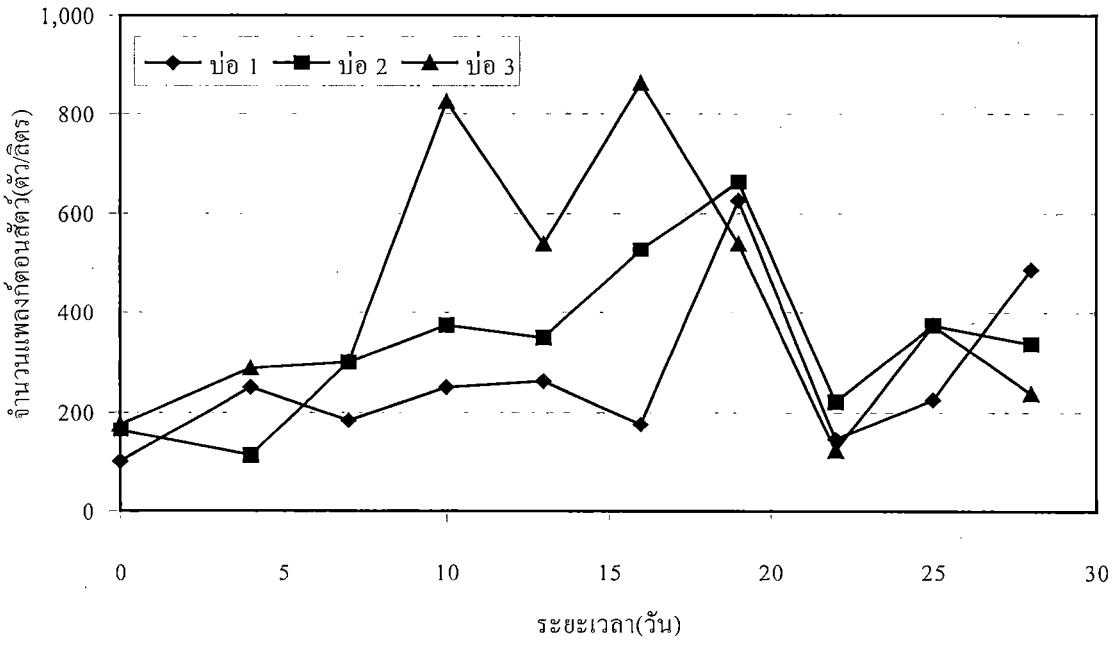
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 2



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 3



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 4



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในบ่ออนุบาลตลอดระยะเวลาการอนุบาลครั้งที่ 5

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบตลอดระยะเวลาการอนุบาล และทุกครั้งที่ทำการทดลอง ส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มครัสตาเซียน ชนิดที่พบมากที่สุด คือ ตัวอ่อนระยะนอเพลียส(Nauplius)ของสัตว์ในกลุ่มครัสตาเซียน รองลงมาคือ โคพีพอด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบ่ออนุบาลทั้ง 3 บ่อ ตลอดระยะเวลาการอนุบาล(ค่าเฉลี่ย±ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

การทดลองที่	จำนวนของแพลงก์ตอนสัตว(ตัว/มล.)		
	โคพีพอด	นอเพลียส	อื่นๆ
1	23.4±1.3	68.6±1.6	8.0±1.2
2	25.8±2.4	71.0±1.1	3.2±1.5
3	23.7±1.7	70.3±3.1	6.1±2.9
4	18.4±8.7	62.0±11.1	19.7±9.2
5	7.6±2.9	88.8±2.4	3.7±0.5
เฉลี่ย(±SE)	19.8±3.3	72.1±4.4	8.1±3.0

คุณสมบัติของน้ำในบ่ออนุบาล

จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำพบว่าคุณสมบัติของน้ำในบ่อทดลองแต่ละครั้งมีความแตกต่างกัน($P<0.05$) แต่มีค่าที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน ยกเว้นค่าความเค็มในการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงถึง 37 ส่วนในพัน(สนพ.) ดังค่าเฉลี่ยคุณสมบัติน้ำที่แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติน้ำของบ่ออนุบาล 3 บ่อ ตลอดระยะเวลาการอนุบาล

พารามิเตอร์	ครั้งที่				
	1	2	3	4	5
ความเค็ม	35.9 ± 0.4^{d}	37.0 ± 0.4^{e}	29.5 ± 0.1^{b}	30.5 ± 0.1^{c}	26.1 ± 0.1^{a}
อุณหภูมิ	25.3 ± 0.1^{a}	28.9 ± 0.0^{c}	28.6 ± 0.0^{c}	28.1 ± 0.1^{b}	28.2 ± 0.1^{b}
ออกซิเจนละลาย	6.4 ± 0.2^{b}	5.6 ± 0.2^{a}	7.1 ± 0.2^{c}	6.7 ± 0.0^{bc}	5.9 ± 0.2^{a}
ความเป็นกรด-ด่าง	8.7 ± 0.1^{ab}	9.0 ± 0.0^{c}	8.9 ± 0.1^{bc}	8.7 ± 0.0^{ab}	8.6 ± 0.1^{a}
ความเป็นด่าง	117.4 ± 4.6^{ab}	110.5 ± 2.4^{a}	106.1 ± 4.9^{a}	153.4 ± 5.1^{b}	140.9 ± 22.9^{ab}
แอมโมเนียทั้งหมด	0.03 ± 0.00^{c}	0.03 ± 0.00^{c}	0.01 ± 0.00^{b}	0.02 ± 0.00^{b}	0.01 ± 0.00^{a}
ไนไตร์ต-ไนโตรเจน	0.002 ± 0.000^{b}	0.001 ± 0.000^{a}	0.001 ± 0.000^{a}	0.001 ± 0.000^{a}	0.001 ± 0.000^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรยกกำลังเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P<0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าความดกของไข่ปูม้า มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับน้ำหนัก ความกว้างและความยาวของกระดอง ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยความดกของไข่มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวมากกว่าความกว้างและความยาวของกระดองปู แต่จากการรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดกของไข่กับความยาวของกระดองปูม้าของขวัญชัย(2523) ซึ่งทำการศึกษาชีววิทยาของปูม้าในอ่าวไทยพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ว่าค่าเฉลี่ยความดกของไข่ปูม้ามีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ โดยขวัญชัย(2523)พบว่าปูม้าที่มีความยาวของกระดองอยู่ระหว่าง 105-154 มิลลิเมตร และหนัก 120-380 กรัม มีจำนวนไข่เฉลี่ยเท่ากับ 800,156 ฟอง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบค่าเฉลี่ยความดกของไข่ปูม้าเท่ากับ 981,747 ฟอง จากแม่ปูที่มีน้ำหนักและความยาวกระดองระหว่าง 148-359 กรัม และ 117-151 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ลูกปูม้าที่ฟักเป็นตัวจากไข่แก่ที่ติดอยู่ที่หน้าท้องพบว่าจะฟักออกมาเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น จากการทดลองพบว่าจะมีอัตราการฟักเฉลี่ยประมาณ 60% ของจำนวนไข่ทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องมาจากระหว่างการฟักไข่ แม่ปูจะมีการทำความสะอาดและกำจัดไข่ที่เสียออกทิ้งไปเป็นระยะจนลูกปูฟักออกเป็นตัว นอกจากนี้แม่ปูที่นำมาทดลองเป็นแม่ปูที่ได้มาจากอวนจมปู ซึ่งระหว่างการกู้อวนนำเข้าฝั่งและปลดปูออกจากอวน อาจทำให้ไข่ปูเกิดความเสียหายทั้งเนื่องมาจากต้องใช้ระยะเวลาในการเก็บกู้อวนและนำเข้าฝั่ง และการแกะปูออกจากอวนมีผลกระทบโดยตรงกับไข่ปู ซึ่งจากการสังเกตพบว่าแม่ปูจะทิ้งไข่บางส่วนในวันแรกที่นำเข้ามา ในประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีการอนุบาลลูกปูม้าชนิด *Portunus trituberculatus* เพื่อปล่อยทะเล ได้รายงานว่าลูกปูที่ฟักออกจากแม่ปูที่มีน้ำหนัก 400 ถึง 1,000 กรัม มีจำนวนเท่ากับ 1 ถึง 3 ล้านตัว(Lee and Wickins, 1992) ซึ่งเทียบกับลูกปูม้าชนิดที่ทำการทดลองในครั้งนี้พบว่ามีความใกล้เคียงกันเนื่องจากแม่ปูที่มีน้ำหนักประมาณ 400 กรัม จะให้ลูกปูประมาณ 1,000,000 ตัวเช่นกัน

จากการทดลองอนุบาลลูกปูในบ่อดินจำนวน 5 ครั้งพบว่าลูกปูมีการพัฒนาการใกล้เคียงกันมากถึงแม้อุณหภูมิของน้ำจะมีค่าแตกต่างกัน ตั้งแต่ 25.3-28.6°C โดยลูกปูจะใช้เวลา 11-12 วันในการเจริญเติบโตจนถึงระยะเมกาลอบ (Megalopa stage) และเริ่มเข้าสู่ระยะลูกปูระยะแรก(First crab stage) เมื่อมีอายุได้ 15-16 วัน ใกล้เคียงกับที่รายงานโดย บุญชัยและทวี(2523) และทวีและบุญชัย(2524) ซึ่งทำการอนุบาลลูกปูม้าชนิดนี้ในถังไฟเบอร์กลาส ที่อุณหภูมิระหว่าง 26-32°C พบว่าลูกปูเจริญถึงขั้นเมกาลอบใช้เวลาประมาณ 9-12 วัน และเริ่มเข้าสู่ระยะลูกปูระยะแรกเมื่อมีอายุได้ 14-15 วัน เช่นเดียวกับปูม้าชนิด *Portunus trituberculatus* ที่อนุบาลที่ 28°C จะเริ่มเข้าสู่ระยะลูกปูระยะแรกเมื่อมีอายุได้ 14-15 วัน(Lim and Hirayama, 1991)

ผลการอนุบาลลูกปูม้าทั้ง 5 ครั้ง ไม่พบความแตกต่างของอัตราการรอดตาย($P<0.05$)ของลูกปูม้าในการทดลองแต่ละครั้ง ยกเว้นในการทดลองครั้งที่ 2 ซึ่งไม่มีลูกปูม้ารอดตายเลย ลูกปูม้าที่อนุบาลมีอัตรารอดตายต่ำมาก คือมีอัตรารอดตายเฉลี่ย 0.1%เท่านั้น ต่ำกว่าการรายงานการอนุบาลลูกปูม้าของบุญชัยและทวี(2523) และทวีและบุญชัย(2524) มากซึ่งรายงานว่ามีอัตรารอดสูงถึง 35% ที่ลูกปูระยะแรกแต่จากการตรวจสอบพบว่าเป็นการรายงานอัตรารอดที่อายุ 11 วันเท่านั้น ซึ่งไม่น่าจะเป็นอัตรารอดของลูกปูที่ระยะลูกปูระยะแรก แต่เป็นระยะเมกาลอบมากกว่า ในระยะดังกล่าวเป็นระยะที่ลูกปูยังมีอัตรารอดสูงอยู่เมื่อเทียบกับเมื่อลูกปูเจริญเข้าสู่ระยะเริ่มมีกระดอง ในระยะเมกาลอบนี้จะเป็นระยะที่มีปัญหามากโดยลูกปูอาจตายเพิ่มมากขึ้นถึงกว่า 99% ซึ่งในรายงานทั้ง 2 ฉบับก็รายงานว่าลูกปูเจริญเข้าระยะเมกาลอบใช้เวลาประมาณ 9-12 วัน ดังนั้นอัตราการรอดตายจึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้เพราะการทดลองในครั้งนี้ใช้เวลาอนุบาลถึง 30 วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาหลังจากที่ลูกปูพัฒนาจนถึงระยะลูกปูระยะแรกแล้วทำการอนุบาลต่ออีก 15-30 วัน ดังนั้นอัตรารอดตายจึงไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบกันได้

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำและอาหารที่มีอยู่ในบ่ออนุบาล พบว่าความเค็มในการทดลองครั้งที่ 2 มีค่าสูงกว่าการทดลองในครั้งอื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ยความเค็มสูงถึง 37 สนพ. ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการอนุบาลในบ่อดินทำให้การควบคุมความเค็มเป็นไปได้ยาก และจากผลการอนุบาลในครั้งที่ 2 ซึ่งพบว่าลูกปูตายหมดทุกบ่อ จึงน่าจะมีแนวโน้มว่าความเค็มน่าจะมีผลในการรอดของลูกปูม้าในระหว่างการอนุบาล ซึ่งควรจะต้องมีการศึกษาต่อในรายละเอียดต่อไป แต่ระหว่างอนุบาลพบว่าคุณภาพน้ำในบ่อทดลองอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีปริมาณของแอมโมเนียและไนไตร์ตต่ำตลอดการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียที่เกิดขึ้นในบ่อทดลองสามารถควบคุมคุณสมบัติน้ำในบ่อทดลองให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการอนุบาลลูกปูได้

ตลอดการทดลองทุกครั้งไม่พบความแตกต่างของจำนวนของแพลงก์ตอนสัตว์($P<0.05$)ที่เกิดขึ้นในบ่ออนุบาล และแพลงก์ตอนที่พบเป็นแพลงก์ตอนในกลุ่มของครัสตาเชียน ซึ่งได้แก่ ตัวอ่อนของเพรียง กุ้ง ปู และโคพีพอด ซึ่งเป็นอาหารของลูกปูม้า จำนวนที่พบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 365 ตัวต่อมล. ซึ่งเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของลูกปูในบ่ออนุบาล(10 ตัวต่อลิตร)แล้วพบว่าอาหารที่เกิดขึ้นมีจำนวนเพียงพอสำหรับการอนุบาล และเมื่อเทียบกับรายงานของบุญชัยและทวี (2523) ที่อนุบาลลูกปูในถังไฟเบอร์ด้วยโรติเฟอร์ ในอัตรา 10-20 ตัวต่อลูกปู 1 ตัวต่อวันเท่านั้น ดังนั้นการที่ลูกปูมีอัตราการรอดต่ำไม่น่าจะเป็นผลมาจากการที่ขาดแคลนอาหารในบ่ออนุบาล เพราะปริมาณอาหารมีมากเพียงพอกับการเจริญเติบโตของลูกปู

จากการสังเกตการสุ่มลูกปูเป็นระยะเพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตพบว่าจำนวนลูกปูที่สุ่มพบมีจำนวนลดลงอย่างมากเมื่อลูกปูเข้าสู่ระยะเมกาลอบ ซึ่งเป็นระยะที่ลูกปูเริ่มมีก้ามหนีบและว่ายน้ำได้ว่องไว ลูกปูในระยะนี้จะมีความก้าวร้าวมากเมื่อว่ายไปเจอลูกปูตัวอื่นๆก็จะใช้ก้ามหนีบกันไว้ บางครั้งลูกปูจำนวนมากจะหนีบต่อกันเป็นกลุ่มไม่ยอมปล่อยทำให้ลูกปูจมลงก้นบ่อและตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งจากการทดลองในระบบน้ำใสในโรงเพาะฟักจะพบปรากฏการณ์อย่างนี้ชัดเจน(ทวีและบุญชัย 2524) ทั้งในปูชนิดนี้และปูม้าชนิด *Portunus trituberculatus* (Lee and Wickins, 1992) ซึ่งการตายของลูกปูในบ่อดิน ก็อาจจะมาจากสาเหตุนี้เช่นกัน ถึงแม้ว่าในบ่อดินจะมีความขุ่น จะทำให้ลูกปูสามารถพรางตัวและลดการกินกันเองได้ การลดอัตราการกินกันเองอาจทำได้โดยการใส่เนื้ออวนหรือตาข่ายลงในบ่อ(Lee and Wickins, 1992) เพื่อให้ลูกปูในระยะเมกาลอบมาเกาะเนื่องจากลูกปูในระยะนี้สามารถเกาะกับวัสดุได้แล้วจะสามารถลดการกินกันเองลงได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองอนุบาลลูกปูม้าในบ่อดินพบว่าลูกปูใช้เวลาในการพัฒนาจนเป็นลูกปูระยะแรกประมาณ 15-16 วัน และเมื่ออนุบาลต่ออีกประมาณ 15 วัน ลูกปูจะมีขนาดความยาวกระดองอยู่ระหว่าง 1.8-2.1 ซม. และมีน้ำหนัก 0.5-0.8 กรัม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะสามารถนำไปเลี้ยงต่อได้ แต่พบว่าลูกปูมีอัตรารอดต่ำมาก ซึ่งสาเหตุหนึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าเพราะหลังจากลูกปูเปลี่ยนแปลงรูปร่างแล้วมีการอนุบาลต่อในระยะเวลาที่นานเกินไป เพราะลูกปูที่ได้มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งในระหว่างนั้นอาจมีการสูญเสียเพิ่มขึ้นเนื่องจากการกินกันเอง นอกนั้นพบว่าสภาพแวดล้อมต่างๆในบ่ออนุบาลอยู่ในสภาพที่เหมาะสม อาหารที่เกิดขึ้นเพียงพอกับการอนุบาลลูกปู แต่มีข้อน่าสังเกตว่าความเค็มของน้ำอาจจะมีผลในการอนุบาลทำให้ลูกปูมีอัตรารอดที่แตกต่างกันถ้าไม่มีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งควรจะมีการทำการทดลองเพิ่มเติมในเรื่องผลของความเค็มที่แตกต่างกันต่ออัตราการรอดตายของลูกปู นอกจากนี้การลดการกินกันเองโดยการนำเอาวัสดุเช่น กิ่งไม้ หรือ เศษอวนใส่เพิ่มเติมลงไปในบ่ออาจจะสามารถเพิ่มอัตราการรอดตายของลูกปูให้สูงขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย อยู่ดี. 2523. การศึกษาชีววิทยาของปูม้าในอ่าวไทย. รายงานวิชาการ 23/2523, งานสัตว์น้ำ กองประมงทะเล, กรมประมง. 9 หน้า

บุญชัย เจียมปรีชา และทวี จันทรศรี. 2523. การเพาะพันธุ์และเลี้ยงปูม้า *Portunus pelagicus* Linnaeus แบบมหมวล (mass culture). รายงานวิชาการฉบับที่ 20, งานปลาผิวน้ำ, กองประมงทะเล, กรมประมง. 10 หน้า

ทวี จันทรศรี และบุญชัย เจียมปรีชา. 2524. การใช้อาหารเทียมเป็นอาหารเสริมในการเพาะเลี้ยงลูกปูม้าในระบบ mass culture. รายงานวิชาการฉบับที่ 21, งานปลาผิวน้ำ, กองประมงทะเล, กรมประมง. 9 หน้า.

APHA, 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th edition. Victor Graphics, Inc., Maryland, USA.

Lee, D. O'C. and Wickins, J.F., 1992. Crustacean farming. Blackwell Scientific Publication, USA. 392 pp.

Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R., 1972. A practical handbook of seawater analysis, 2nd edition. Ottawa, Fish Research Board of Canada. 310 p.

Lim, B.K. and Hirayama, K., 1991. Growth and elemental composition (C, N, P) during larval developmental stages of mass-cultured swimming crab *Portunus tribuberculatus*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 78(2):131-137.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 ความดกของไข่ปูม้าจากแม่ปู ที่มีน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของกระดองแตกต่างกัน

ตัวที่	น้ำหนัก	กระดอง(มม.)		จำนวนไข่(ฟอง)
	(กรัม)	ความกว้าง	ความยาว	
1	238	64.2	134.4	1,096,000
2	236	68.4	137.7	1,201,900
3	208	61.4	123.4	705,333
4	274	69.3	141.0	1,411,200
5	148	56.3	117.1	724,267
6	262	69.9	142.5	1,019,333
7	190	63.3	136.6	750,000
8	359	72.0	151.0	1,583,833
9	193	60.5	127.2	621,600
10	213	66.0	129.0	704,000
เฉลี่ย	232	65.1	134.0	981,747

ภาคผนวกที่ 2 จำนวนลูกปูที่ฟักจากแม่ปู 1 แม่ ที่มีน้ำหนัก ความกว้าง และความยาวของกระดองแตกต่างกัน

ตัวที่	น้ำหนัก (กรัม)	กระดอง(มม.)		จำนวนลูกปูที่ฟัก(ตัว)
		ความกว้าง	ความยาว	
1	173	58.9	124.4	260,400
2	185	63.9	132.7	593,400
3	134	56.5	120.4	364,800
4	101	50.4	109.6	336,000
5	136	54.7	119.9	408,000
6	158	58.9	125.2	522,000
7	225	65.6	138.5	594,000
8	174	57.3	127.2	477,000
9	109	55.1	117.8	399,000
10	130	54.3	116.8	231,000
11	164	58.0	127.6	306,000
12	135	54.9	119.5	309,900
13	167	59.3	126.3	268,000
14	128	54.9	118.4	306,000
15	110	52.8	114.7	201,000
16	253	69.9	144.5	552,000
17	257	69.5	144.4	681,000
18	264	68.6	143.5	675,000
19	243	70.2	143	612,000
20	366	80.6	162	950,000
21	205	65.3	139	696,000
22	181	64.2	131.9	354,000
23	192	61.0	133.6	405,714
เฉลี่ย	182	61.1	129.6	456,618
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	63	7.3	12.5	187,482

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

ภาคผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติน้ำในบ่ออนุบาลลูกปูม้าในการทดลองทั้ง 5 ครั้ง

การทดลองที่	พารามิเตอร์	บ่ออนุบาล			เฉลี่ย
		1	2	3	
1	ความเค็ม(สนพ.)	36.6±1.9	35.4±1.4	35.5±1.5	35.9±0.4
	อุณหภูมิ(°C)	25.1± 1.5	25.3±1.3	25.4±1.4	25.3±0.1
	ออกซิเจนละลาย(มก./ล.)	6.8± 0.7	6.1±0.9	6.4±1.1	6.4±0.2
	ความเป็นกรด-ด่าง	8.8±0.7	8.7±0.4	8.5±0.4	8.7±0.1
	ความเป็นด่าง(มก./ล.)	121.2±3.6	108.3±15.7	122.7±10.9	117.4±4.6
	แอมโมเนียทั้งหมด(มก./ล.)	0.03±0.01	0.02±0.01	0.03±0.03	0.03±0.00
	ไนไตร์ต-ไนโตรเจน(มก./ล.)	0.001±0.000	0.003±0.004	0.002±0.001	0.002±0.000
2	ความเค็ม(สนพ.)	37.3±1.4	37.4±1.3	36.1±0.7	37.0±0.4
	อุณหภูมิ(°C)	28.8± 0.7	28.9±0.7	28.9±0.9	28.9±0.0
	ออกซิเจนละลาย(มก./ล.)	5.6± 1.6	5.4±0.6	6.0±1.0	5.6±0.2
	ความเป็นกรด-ด่าง	9.0±0.2	9.0±0.2	9.0±0.3	9.0±0.0
	ความเป็นด่าง(มก./ล.)	115.3±5.9	107.9±4.9	108.4±7.3	110.5±2.4
	แอมโมเนียทั้งหมด(มก./ล.)	0.03±0.02	0.03±0.02	0.02±0.01	0.03±0.00
	ไนไตร์ต-ไนโตรเจน(มก./ล.)	0.002±0.000	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.000
3	ความเค็ม(สนพ.)	29.5±2.8	29.4±2.7	29.7±2.3	29.5±0.1
	อุณหภูมิ(°C)	28.6± 1.0	28.6±1.0	28.7±1.0	28.6±0.0
	ออกซิเจนละลาย(มก./ล.)	7.2± 1.0	6.7±0.9	7.3±1.1	7.1±0.2
	ความเป็นกรด-ด่าง	9.0±0.3	8.7±0.1	9.1±0.2	8.9±0.1
	ความเป็นด่าง(มก./ล.)	115.0±17.6	105.4±12.4	97.9±11.3	106.1±4.9
	แอมโมเนียทั้งหมด(มก./ล.)	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.02	0.01±0.00
	ไนไตร์ต-ไนโตรเจน(มก./ล.)	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.000

639.66
ว212ก
ค.2

249373

ภาคผนวกที่ 3(**ต่อ**) ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติน้ำในบ่ออนุบาลลูกปูม้าในการทดลองทั้ง 5 ครั้ง

การทดลองที่	พารามิเตอร์	บ่ออนุบาล			เฉลี่ย
		1	2	3	
4	ความเค็ม(สนพ.)	30.6±1.0	30.4±0.9	30.4±0.9	30.5±0.1
	อุณหภูมิ(°C)	27.9± 0.9	28.2±1.0	28.2±1.0	28.1±0.1
	ออกซิเจนละลาย(มก./ล.)	6.7± 1.3	6.8±1.3	6.7±1.7	6.7±0.0
	ความเป็นกรด-ด่าง	8.7±0.2	8.7±0.2	8.6±0.3	8.7±0.0
	ความเป็นด่าง(มก./ล.)	145.3±5.4	152.1±3.9	162.9±10.4	153.4±5.1
	แอมโมเนียทั้งหมด(มก./ล.)	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.00
	ไนไตร์ต-ไนโตรเจน(มก./ล.)	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.000
5	ความเค็ม(สนพ.)	26.3±6.6	26.0±6.4	26.0±6.6	26.1±0.1
	อุณหภูมิ(°C)	28.0± 0.7	28.3±0.8	28.3±0.8	28.2±0.1
	ออกซิเจนละลาย(มก./ล.)	6.1± 0.5	6.0±0.6	5.6±0.6	5.9±0.2
	ความเป็นกรด-ด่าง	8.6±0.2	8.8±0.3	8.4±0.1	8.6±0.1
	ความเป็นด่าง(มก./ล.)	118.1±19.8	118.0±29.9	186.7±7.2	140.9±22.9
	แอมโมเนียทั้งหมด(มก./ล.)	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
	ไนไตร์ต-ไนโตรเจน(มก./ล.)	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.001	0.001±0.000