



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

ปริญญญา

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการวางไข่หลายครั้งของแม่กุ้งก้ามกรามต่อความสามารถในการสืบพันธุ์วางไข่และคุณภาพของลูกกุ้ง

Effect of Multiple Spawning on Reproductive Performance and Larval Quality of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man)

นามผู้วิจัย นายผเด็จ หงษ์มณี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร. ธีรภัทร ธีรภัทร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืองวิทย์ ยืนพันธ์, D.Tech.Sc.)

กรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร. อาริย์ชน, Ph.D.

(รองศาสตราจารย์ ดร. อาริย์ชน, Ph.D.)

กรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร. มหาสวัสดิ์, วท.ม.

(รองศาสตราจารย์ ดร. มหาสวัสดิ์, วท.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

ศาสตราจารย์ ดร. เทพาคูดี, Ph.D.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทพาคูดี, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

ศาสตราจารย์ ดร. อาริย์ชน, Ph.D.

(รองศาสตราจารย์ ดร. อาริย์ชน, Ph.D.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 1 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการวางไข่หลายครั้งของแม่กุ้งก้ามกรามต่อความสามารถในการสืบพันธุ์วางไข่และคุณภาพ
ของลูกกุ้ง

Effect of Multiple Spawning on Reproductive Performance and Larval Quality of Giant
Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man)

โดย

นายพงศ์ หงษ์มณี

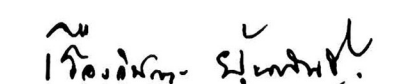
เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)
พ.ศ. 2550

ผเด็จ หงษ์มณี 2550: ผลของการวางไข่หลายครั้งของแม่งุ้มก้ามกรามต่อความสามารถในการสืบพันธุ์
วางไข่และคุณภาพของลูกกุ้ง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) สาขาเพาะเลี้ยง
สัตว์น้ำ ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรืองวิทย์ ยืนพันธ์,
D.Tech.Sc. 72 หน้า

การวางไข่หลายครั้งของแม่งุ้มก้ามกราม ได้ดำเนินการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ในที่กักขังระบบน้ำหมุนเวียน
ในโรงเพาะฟักแบบปิด เพื่อสืบสวนความสามารถในการสืบพันธุ์วางไข่ และคุณภาพของลูกกุ้ง โดยใช้แม่งุ้มที่มี
ไข่แก่ที่ได้จากการจับครั้งแรกจากบ่อเลี้ยงเกษตรกรที่สลัดไข่ทิ้งแล้ว น้ำหนักเฉลี่ย 21.59 ± 3.24 กรัม และความ
ยาวเฉลี่ย 12.27 ± 0.88 เซนติเมตร ผลการศึกษา พบว่า อัตรารอดตายและเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ของแม่
กุ้งลดลงตามจำนวนครั้งการวางไข่ซ้ำที่เพิ่มขึ้น โดยมีอัตราอดตายเท่ากับ 86.11, 79.17 และ 68.06 เปอร์เซ็นต์
และเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่มีค่าเท่ากับ 82.26, 56.14 และ 48.98 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนแม่งุ้มที่รอดตาย
ในแต่ละครั้ง ของการวางไข่ซ้ำที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ สำหรับอัตราการฟัก จำนวนลูกกุ้งแรกฟัก และน้ำหนัก
ของลูกกุ้งพบว่า พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างจำนวนครั้งของการวางไข่ซ้ำ แต่
ระยะเวลาในการพัฒนาของลูกกุ้งแรกฟักจนเป็นลูกกุ้งคว่ำ และอัตราอดตายมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 26.67 ± 1.22 , 28.56 ± 1.28 และ 29.02 ± 1.54 วัน และ 27.65 ± 2.05 ,
 22.92 ± 2.71 และ 20.88 ± 2.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบความทนทานของลูกกุ้งคว่ำโดยการ
เปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำอย่างเฉียบพลัน พบว่า ระยะเวลาที่ลูกกุ้งคว่ำตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ของการวางไข่
ครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.84 ± 1.68 และ 51.15 ± 1.98 นาที
ตามลำดับ ในขณะที่การวางไข่ครั้งที่ 3 เป็นผลให้มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลัน
ดังกล่าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.69 ± 1.70 นาที

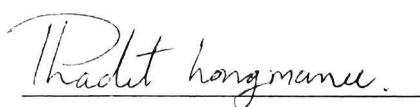

ลายมือชื่อนิติ

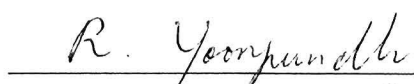

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

23 / 5 / 50

Phadet Hongmanee 2007: Effect of Multiple Spawning on Reproductive Performance and Larval Quality of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). Master of Science (Aquaculture), Major Field: Aquaculture, Department of Aquaculture. Thesis Advisor: Assistant Professor Ruangwit Yoonpun, D.Tech.Sc. 72 pages.

The multiple spawning of female giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) was conducted by rearing the broodstocks in the captivity using a water recirculation system in closed hatchery to investigate the capability of reproduction, spawning and post-larvae quality. The first harvested mature gravid females from the farmer's culture pond with an initial average body weight of 21.59 ± 3.24 g and 12.27 ± 0.88 cm in length were used after completed spawning. The results found that survival rates and percentages of fertilization and spawning were declined as the number of repeated spawning increased. Survival rates of female were 86.11, 79.17 and 68.06 percentages and the percentages of fertilization and spawning were 82.26, 56.14 and 48.98 percentages of survival females in each of repeated spawning at the 1st, 2nd and 3rd respectively. For hatching rates, number of hatchlings and weight of post-larvae, all these performances were not statistically significant differences ($p > 0.05$) among those number of spawning but the period of development from hatchlings to post-larvae and survivals were significantly different ($p > 0.05$) which were 26.67 ± 1.22 , 28.56 ± 1.28 and 29.02 ± 1.54 days and 27.65 ± 2.05 , 22.92 ± 2.71 and 20.88 ± 2.52 percentages at the 1st, 2nd and 3rd of spawning, respectively. When testing the tolerance of post-larvae on the rapid changes of water salinity from 15 ppt to 0 ppt, found that time at 50 percentages of post-larvae died was not significantly different ($p > 0.05$) between the 1st and 2nd of spawning which were 51.84 ± 1.68 and 51.15 ± 1.98 minutes, respectively while the 3rd of repeated spawning had a result in significantly ($p < 0.05$) declined in that tolerance which were 49.69 ± 1.70 minutes.


Student's signature

 30 / 5 / 2007
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองวิทย์ ชื่นพันธ์ ประธานกรรมการที่
ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.นนทวิทย์ อารีชน กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ส่งศรี
มหาสวัสดิ์ กรรมการวิชาการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ไตรศักดิ์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย
เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และร่วมแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณนิธิศ ภักทรกุลชัย เจ้าของฟาร์มเกษตรสมบูรณ์ อำเภอบางแพ จังหวัด
ราชบุรี ที่กรุณาให้แหล่งของพ่อพันธุ์ และ แม่พันธุ์ เพื่อการทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณพี่ๆ
เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้การช่วยเหลือการทดลองครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณตาสะท้อน ละการชั่ว และญาติพี่น้องทุกท่านที่
ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดเวลาในการศึกษาครั้งนี้

ผเด็จ หงษ์มณี

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	14
อุปกรณ์	14
วิธีการ	16
ผลและวิจารณ์	26
ผล	26
วิจารณ์	44
สรุป	50
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	52
ภาคผนวก	58

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของการวางไข่หลายครั้งของแม่กิ้งต่ออัตราการรอดตาย เปรอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ และรอบของการวางไข่ของแม่กิ้ง	28
2	คุณภาพของลูกกิ้งกว่าในแต่ละรอบของการวางไข่ของแม่กิ้งที่เลี้ยงในโรงเพาะฟักระบบปิด	36
3	คุณภาพน้ำในวันที่ 4 ของการอนุบาลลูกกิ้งก้ามกราม	37
4	คุณภาพน้ำในวันที่ 8 ของการอนุบาลลูกกิ้งก้ามกราม	38
5	คุณภาพน้ำในวันที่ 12 ของการอนุบาลลูกกิ้งก้ามกราม	39
6	คุณภาพน้ำในวันที่ 16 ของการอนุบาลลูกกิ้งก้ามกราม	40
7	คุณภาพน้ำในวันที่ 20 ของการอนุบาลลูกกิ้งก้ามกราม	41
8	คุณภาพน้ำในวันที่ 24 ของการอนุบาลลูกกิ้งก้ามกราม	42
9	คุณภาพน้ำในระบบเลี้ยงพ่อแม่กิ้งก้ามกราม	43
ตารางผนวกที่		
1	น้ำหนักของแม่กิ้งก้ามกรามในแต่ละรอบของการวางไข่	59
2	ความยาวของแม่กิ้งก้ามกรามในแต่ละรอบของการวางไข่	60
3	รอบของการวางไข่ของแม่กิ้งก้ามกราม	61
4	จำนวนลูกกิ้งแรกฟักในแต่ละรอบของการวางไข่	62
5	จำนวนลูกกิ้งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่ในแต่ละรอบของการวางไข่	63
6	อัตราการฟักของลูกกิ้งในแต่ละรอบของการวางไข่	64
7	น้ำหนักลูกกิ้งกว่าจำนวน 100 ตัว (มิลลิกรัม) ในแต่ละรอบของการวางไข่	65
8	อัตราการรอดตายของลูกกิ้งกว่า (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละรอบของการวางไข่	67
9	ระยะเวลา (วัน) ที่ลูกกิ้งกว่าหมดในแต่ละรอบของการวางไข่	69
10	ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (นาทิ) ของลูกกิ้งกว่าในแต่ละรอบของการวางไข่	71

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ระบบการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามในที่กักขังระบบน้ำหมุนเวียนในโรงเพาะฟักระบบปิดตลอดระยะเวลา 6 เดือน	17
2 ระยะเวลา (วัน) ที่แม่กุ้งก้ามกรามใช้ในการวางไข่ในแต่ละรอบของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	27
3 จำนวนลูกกุ้งก้ามกรามแรกฟัก (ตัว) ในแต่ละรอบของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	29
4 จำนวนลูกกุ้งแรกฟัก (ตัว) ต่อกรัมน้ำหนักแม่ในแต่ละรอบของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	30
5 อัตราการฟักของลูกกุ้ง (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละรอบของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	31
6 อัตรารอดตายของลูกกุ้งคว่ำ (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละครั้งของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	32
7 น้ำหนักลูกกุ้งคว่ำ (มิลลิกรัม / ลูกกุ้ง 100 ตัว) ในแต่ละครั้งของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	33
8 ระยะเวลา (วัน) ที่ลูกกุ้งแรกฟักพัฒนาจนเป็นลูกกุ้งคว่ำในแต่ละรอบของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	34
9 ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลันของลูกกุ้งคว่ำ (นาที่) ในแต่ละรอบของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	35

ผลของการวางไข่หลายครั้งของแม่กุ้งก้ามกรามต่อความสามารถในการสืบพันธุ์วางไข่ และคุณภาพของลูกกุ้ง

Effect of Multiple Spawning on Reproductive Performance and Larval Quality of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man)

คำนำ

สินค้าสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำ เป็นธุรกิจหลักที่สำคัญของประเทศที่สร้างรายได้เป็นเงินตรานำเข้าจากต่างประเทศในอันดับต้นๆ ปีละไม่ต่ำกว่า 130,000 ล้านบาท โดยมีปริมาณการผลิตปีละไม่ต่ำกว่า 3.5 ล้านตัน เป็นส่วนผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกว่า 500,000 ตัน หรือ คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 15.5 โดยได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดร้อยละ 5.5 ที่เหลือได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สัตว์น้ำจืดที่นิยมเลี้ยงและให้ผลผลิตอยู่ในอันดับต้นๆ ได้แก่ ปลา นิล ปลาดุก ปลาดูเกีย ปลาตะเพียน ปลาสลิด และ กุ้งก้ามกราม เป็นต้น

กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) เป็นสัตว์น้ำจืดที่มีคุณค่าและมีศักยภาพในทางเศรษฐกิจของประเทศ ผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงในปี พ.ศ. 2543 มีทั้งสิ้นประมาณ 9.9 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,200 ล้านบาท และมีแนวโน้มการผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2547 มีผลผลิตกุ้งก้ามกรามจากการเพาะเลี้ยงสูงถึง 32.6 ตัน (กรมประมง, 2547) โดยร้อยละ 99 ของผลผลิตทั้งหมดเป็นผลผลิตที่ได้จากบ่อเลี้ยง จึงทำให้มีปริมาณความต้องการลูกกุ้งก้ามกรามสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามแหล่งของแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามที่มีไข่แก่ที่โรงเพาะฟักนิยมนำมาใช้ในการเพาะฟัก คือ การซื้อแม่กุ้งมาจากบ่อเลี้ยง ซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงจะคัดแม่กุ้งที่มีไข่แก่ ออกขายประมาณ 4-5 เดือนแรกของการเลี้ยงทำให้ได้แม่กุ้งที่มีขนาดเล็กซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพลูกกุ้ง และอาจเป็นปัจจัยต่อเนื่องที่สำคัญต่อการเลี้ยงที่มักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับการเจริญเติบโต นอกจากนี้โรงเพาะฟักยังพบปัญหาในการเพาะและอนุบาลลูกกุ้ง คือการพบลักษณะผิดปกติจำนวนมาก บางครั้งอัตราการตายของลูกกุ้งสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ซึ่งต่อมา นิติ และคณะ(2547) ได้รายงานว่าการระบาดของไวรัส 2 ชนิดคือ *Macrobrachium rosenbergii* Nodavirus (MrNV) และ Extra Small Virus (XSV) ในกุ้งก้ามกรามและเป็นสาเหตุสำคัญของการตายของลูกกุ้งเป็นจำนวนมากทำให้เกิดการขาดแคลนแม่กุ้ง แนวทางในการแก้ไขปัญหายอย่างหนึ่งคือการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์กุ้งที่ปลอดเชื้อไวรัส และการใช้ประโยชน์จากพ่อแม่พันธุ์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาเบื้องต้นถึงการวางไข่หลายครั้งของแมงกิ้งก่ามกรามในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิดต่อความสามารถในการสืบพันธุ์วางไข่ และคุณภาพของลูกกิ้ง ผลการวิจัยที่ได้จะมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อธุรกิจการเพาะเลี้ยงกิ้งก่ามกราม โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการใช้แมงกิ้งก่ามกรามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงมาตรฐานการผลิตลูกกิ้งก่ามกรามทั้งคุณภาพและปริมาณ และเป็นการชี้แนะแนวทางปฏิบัติที่ดีในการใช้แม่พันธุ์กิ้งอย่างถูกวิธี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการวางไข่หลายครั้ง ต่ออัตรารอดตาย เพอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ และรอบของการวางไข่ของแมงกิ้งที่เลี้ยงในที่กักขังในโรงเพาะฟักระบบปิด
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกิ้งก่ามกราคมจากการวางไข่หลายครั้งของแมงกิ้ง

การตรวจเอกสาร

กุ้งก้ามกราม

ชีววิทยาของกุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งมีชื่อสามัญว่า Giant freshwater prawn และมีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Macrobrachium rosenbergii* de Man สำหรับในประเทศไทยกุ้งก้ามกรามจะมีชื่อเรียกหลายชื่อตามภาษาถิ่นของแต่ละภูมิภาคของประเทศ เช่น กุ้งใหญ่ กุ้งหลวง กุ้งนาง กุ้งแม่น้ำ และกุ้งก้ามเกลี้ยง เป็นต้น โดยกุ้งก้ามกรามที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทยซึ่งถูกพบในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า เป็นกุ้งเพศผู้ที่มีความยาว 25 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 470 กรัม (ยนต์, 2529; สมพงษ์, 2549)

การแพร่กระจาย

กุ้งก้ามกรามมีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย พบชุกชุมในประเทศไทย พม่า เวียดนาม เขมร มาเลเซีย บังกลาเทศ อินเดีย ศรีลังกา อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ สำหรับในประเทศไทยพบกุ้งก้ามกรามมีการแพร่กระจายอยู่เกือบทั่วทุกภาค ภาคกลางมีชุกชุมบริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีน เจ้าพระยา แม่น้ำคลอง ปราณบุรี นครนายก และแม่น้ำบางปะกง ในท้องที่ของจังหวัดอยุธยา ชัยนาท ปทุมธานี นนทบุรี ราชบุรี สุพรรณบุรี เป็นต้น ส่วนภาคตะวันออกพบในแม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำเวฬุ แม่น้ำระยอง และแม่น้ำตราด ทางภาคใต้มีชุกชุมในแม่น้ำหลังสวน แม่น้ำตาปี แม่น้ำกระบือ แม่น้ำตรัง แม่น้ำปัตตานี และทะเลสาบสงขลา ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร พัทลุง นครศรีธรรมราช และสงขลา (บรรจง, 2535; เรืองวิชัย, 2544) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบชุกชุมมากในจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม อำนาจเจริญ ร้อยเอ็ด และอุบลราชธานี (วนิชยา, 2544)

ในธรรมชาติกุ้งก้ามกรามตัวโตเต็มวัย เมื่อถึงฤดูวางไข่จะมีการอพยพย้ายถิ่นมายังบริเวณปากแม่น้ำ หรือปากทะเลสาบเพื่อผสมพันธุ์วางไข่ ลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักออกเป็นตัวจะลอยไปตามกระแสน้ำในสภาพของแพลงก์ตอน มีลักษณะส่วนหัวค่อนข้างโต ลำตัวเรียวยาว และห้อยหัวลง ขณะที่ลอยตัวอยู่ในน้ำหรือเคลื่อนที่ ชอบแสงสว่าง กินแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหาร และพัฒนาจนเป็นกุ้งตัวที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกประการ จากนั้นเปลี่ยนสภาพจาก

อาศัยบริเวณผิวน้ำกว่าตัวลงอาศัยหน้าดิน แล้วกลับเข้าสู่แหล่งน้ำจืดเพื่อเจริญเติบโตเป็นกุ้งขนาดใหญ่อต่อไป (ประจวบ, 2527; บรรจง, 2535)

รูปร่างและลักษณะทั่วไป

กุ้งก้ามกรามมีขนาด 2 คู่ ขาเดิน 5 คู่ และขาว่ายน้ำ 5 คู่ ปลายหางจะมีลักษณะเป็นหนามแหลมและมีแพนหาง 2 ข้าง มีเปลือกคลุมตัว บนเปลือกคลุมหัวทางส่วนหน้ามีหนาม 2 อัน สองข้างแก้มร่างกายมีร่องปรากฏอยู่เห็นชัดเจน กรณีมีลักษณะแบนข้างยาวเรียว โคนกริหนาและนูน ตรงกลางโค้งแอ่นลง ปลายอนขึ้นมีหยักคล้ายฟันเรียว สันกริล่างมีหยักประมาณ 10-14 หยัก สันกริบนมีหยักประมาณ 12-15 หยัก ก้านตายื่นออกนอกเปลือกเคลื่อนไหวไปมาได้ ขาเดินคู่ที่ 1 และ 2 ส่วนปลายเป็นก้าม โดยที่ขาเดินคู่ที่ 1 ใช้ในการจับอาหารเข้าปากและทำความสะอาดร่างกาย ขาเดินคู่ที่ 2 จะเป็นก้ามที่มีขนาดใหญ่มากโดยเฉพาะเพศผู้ ใช้สำหรับต่อสู้และจับเหยื่อ ส่วนขาเดินคู่ที่ 3, 4 และ 5 มีลักษณะเป็นปลายแหลมธรรมดา (ประจวบ, 2519; ยนต์, 2529) สำหรับร่างกายของกุ้งก้ามกรามสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ร่างกายส่วนหัว-อก และร่างกายส่วนท้อง โดยร่างกายส่วนหัว-อก จะเป็นบริเวณที่มีอวัยวะสำคัญในระบบต่างๆ วางตัวอยู่ในร่างกายส่วนนี้จำนวนมาก เช่น สมอง กระเพาะอาหาร ตับและตับอ่อน เหงือก หัวใจ อวัยวะขับถ่าย รวมทั้งอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ร่างกายส่วนนี้จะมีเปลือกชิ้นเดียวที่เรียกว่า คาราเพซ (carapace) ปกคลุมอยู่ทั้งหมด ส่วนร่างกายส่วนท้องจะมีเปลือกหุ้มอยู่เช่นกัน แต่จะมีลักษณะเป็นแผ่นเปลือกที่มีขนาดเล็กมากกว่าเรียงซ้อนทับกันจำนวน 6 ชิ้น ร่างกายในส่วนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นกล้ามเนื้อซึ่งใช้ในการบริโภค และทางด้านบนจะมีหลอดเลือดและลำไส้ทอดตัวอยู่ (วิกรม, 2549)

ระบบสืบพันธุ์ของกุ้งก้ามกราม

ความแตกต่างระหว่างเพศ

กุ้งก้ามกรามที่มีขนาดโตสามารถที่จะแยกเพศผู้และเพศเมียได้ง่าย โดยปกติในกุ้งที่โตเต็มวัยกุ้งเพศผู้จะมีขนาดใหญ่กว่ากุ้งเพศเมีย ก้ามของกุ้งเพศผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าก้ามของกุ้งเพศเมียด้วยเช่นกัน เปลือกหุ้มตัว (Pleura) ส่วนท้องของเพศผู้จะแคบ ส่วนของเพศเมียจะกว้างในฤดูวางไข่ และได้เปลือกคลุมหัวของเพศเมียจะมีสีแดงอมเหลืองชัดเจน เรียกว่า “แก้มกุ้ง” ซึ่งจะไม่ปรากฏในเพศผู้ สำหรับกุ้งที่ยังไม่โตเต็มที่ที่จะใช้ลักษณะอื่นมาพิจารณาด้วย เช่น การดูลักษณะของขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 ซึ่งจะมีลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างกุ้งเพศผู้และเพศเมีย โดยกุ้งเพศเมียที่ปลายขาว่ายน้ำคู่ที่ 2

ปล้องสุดท้ายจะแยกออกเป็นแขนง 3 อัน ส่วนในกิ่งเพศผู้ปลายขวาน้ำคู้ที่ 2 จะแยกเป็นแขนง 4 อัน และส่วนที่เพิ่มขึ้นมานี้เรียกว่า แอพเพนดิค มัสคูลิน่า (Appendix masculina) ซึ่งจะพบเฉพาะใน กิ่งเพศผู้ (บรรจง, 2521; ยนต์, 2529) นอกจากนี้ยังมีลักษณะอื่นที่ใช้ในการแยกเพศ คือ ช่องทางออกของไข่ในกิ่งเพศเมีย มีตำแหน่งอยู่ที่ด้านในของโคนขาเดินคู่ที่ 3 ซึ่งในขณะที่ไข่ในรังไข่สุกเต็มที่ จะพบขนจำนวนมากอยู่ช่องทางออกของไข่ ส่วนช่องทางออกของน้ำเชื้อในกิ่งเพศผู้จะมีตำแหน่งอยู่ที่ด้านในของส่วนโคนขาเดินคู่ที่ 5 (วิกรม, 2549)

อวัยวะสืบพันธุ์

วิกรม (2549) อวัยวะสืบพันธุ์ของกิ้งก่ามกราคมจะอยู่ถัดมาทางด้านท้ายของกระเพาะอาหาร โดยในกิ่งเพศเมียจะพบรังไข่ ซึ่งจะมีขนาดและสีที่แตกต่างกัน ตามระยะการพัฒนารังไข่ รังไข่มีลักษณะเป็นพู 2 พู มีส่วนปลายทางด้านหน้าเชื่อมต่อกัน ทางด้านข้างของรังไข่แต่ละข้างจะมีท่อนำไข่มีลักษณะเป็นท่อใสๆ ทอดตัวจากรังไข่ลงไปยังช่องทางออกของไข่ที่อยู่ด้านในของโคนขาเดินคู่ที่ 3 ตามปกติ ในขณะที่ยังไม่มีการตกไข่จะสามารถสังเกตเห็นท่อนำไข่นี้ได้ยากมาก รังไข่มีขอบเขตการวางตัวตั้งแต่กระเพาะอาหารทอดตัวมาทางด้านท้ายมาสิ้นสุดอยู่ที่ใต้หัวใจ นอกจากนั้น ในขณะที่รังไข่ขยายตัวอย่างมากในช่วงก่อนการลอกคราบเพื่อวางไข่ รังไข่จะขยายตัวไปทางด้านหน้าได้ถึงกรีของกิ้ง ส่วนทางด้านท้ายขยายไปจนถึงปล้องลำตัวส่วนท้องปล้องแรก สำหรับกิ้งก่ามกราคมเพศผู้ จะมีอวัยวะที่มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อสีขาวขุ่นจำนวน 2 เส้น วางตัวจากร้านท้ายของกระเพาะอาหารไปสอดอยู่ทางด้านล่างของหัวใจ ทางด้านข้างของอวัยวะจะมีท่อนำน้ำเชื้อที่มีลักษณะเป็นท่อขดไปมา ซึ่งส่วนปลายของท่อนำน้ำเชื้อจะทอดตัวลงทางด้านล่าง ไปเปิดออกสู่ช่องทางเปิดที่อยู่ด้านในของโคนขาเดินคู่ที่ 5 ซึ่งก่อนที่ท่อนำน้ำเชื้อจะทอดตัวเปิดออกสู่ภายนอกผนังของท่อนำเชื้อจะขยายตัวออกจนมีลักษณะเป็นกระเปาะสีขาว ในกิ้งก่ามกราคมที่มีอวัยวะที่เจริญเต็มที่จะมีน้ำเชื้ออัดตัวกันแน่นอยู่ในกระเปาะดังกล่าว เรียกกระเปาะนี้ว่า ท่อนำน้ำเชื้อส่วนปลาย (Terminal ampule)

การสืบพันธุ์ของกิ้งก่ามกราคม

กิ้งก่ามกราคมเพศเมียที่ได้รับการยอมรับจากเพศผู้ และไม่ถูกจับกินหลังจากการลอกคราบ ต้องเป็นกิ้งก่าที่มีรังไข่พัฒนาดี โดยสังเกตได้จากรังไข่มีขนาดใหญ่ ปรากฏตั้งแต่ฐานของกริไปจนถึงปล้องลำตัวส่วนท้องปล้องแรก ตามปกติกิ้งก่าเพศเมียจะเคลื่อนตัวเข้าไปอยู่ใกล้ๆกับเพศผู้ และเมื่อเข้าไปอยู่ภายในวงล้อมของระยางค์ส่วนก้ามอันใหญ่ของเพศผู้แล้ว เพศผู้จะเคลื่อนตัวไปอยู่เหนือเพศเมียโดยหันหัวไปทางเดียวกัน หลังจากนั้นเพศผู้จะใช้ระยางค์ส่วนปากคืบอันเล็กที่ใช้กับอาหาร คืบกริของเพศเมียแล้วพยายามบิดเพื่อพลิกเพศเมียให้หงายท้องขึ้น เมื่อเพศเมียตะแคงข้าง เพศผู้จะใช้ขาเดินด้านที่กิ้งก่าเพศเมียตะแคงตัวขึ้นมาทำความสะอาดโดยการตะกุกที่ส่วนนอกของเพศเมียหลายๆครั้ง หลังจากนั้นเพศผู้ก็จะพลิกตัวจนกระทั่งเพศเมียหงายท้องขึ้น เพศผู้จะใช้ส่วนนอกประกบกับอกของเพศเมีย และใช้ลำตัวส่วนท้องจรดเพศเมียอยู่หนึ่งๆ สักครู่เพื่อวางก้อนน้ำเชื้อไว้ที่อกของเพศเมียก่อนที่จะปล่อยให้กลับไปตามปกติ พฤติกรรมการผสมพันธุ์อาจแตกต่างกันออกไป ในกรณีที่กิ้งก่ามกราคมเพศผู้มีขนาดร่างกายใกล้เคียงหรือเล็กกว่าเพศเมีย การจับคู่ผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นโดยกิ้งก่าเพศผู้จะสอดตัวเข้าไปวางก้อนน้ำเชื้อ ในขณะที่กิ้งก่าเพศเมียยังอยู่ในท่าคว่ำตัว (วิกกรม, 2549) หลังจากการผสมพันธุ์แล้วประมาณ 6 ชั่วโมง ไข่จะเคลื่อนลงมาอยู่ที่บริเวณส่วนที่เป็นช่องเก็บไข่ ไข่จะเคลื่อนมาอยู่ที่นี่เพื่อเป็นารทำความสะอาดไข่ และช่วยให้ไข่ได้รับออกซิเจนมากขึ้น และนอกจากนี้ยังคอยเก็บไข่ที่ไม่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อของเพศผู้หรือไข่เสียออกทิ้ง ไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อจะมีสีเหลืองอมแดง ใส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.8 มิลลิเมตร ไข่จะค่อยๆมีสีจางลงจนเป็นสีเทาอ่อน และจะฟักออกเป็นตัวในระยะเวลา 19 วัน (บรรจง, 2535)

ขนาดและอายุของพ่อแม่พันธุ์

ขนาดของแม่พันธุ์กิ้ง (ความยาวและน้ำหนัก) ถูกใช้เป็นหลักการทั่วไปในการคัดเลือกแม่พันธุ์ และขนาดของแม่พันธุ์ก็มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับอายุ แต่กิ้งที่มีอายุเท่ากัน บางครั้งก็มีความแตกต่างของขนาด ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพการเลี้ยง อายุของแม่พันธุ์กิ้งก็ถูกรายงานไว้ว่ามีอิทธิพลต่อแสดงออกของการสืบพันธุ์และคุณภาพของลูกกิ้ง โดย จักรพงษ์ (2549) อ้างตามรายงานของอำพน และคณะ (2510) ที่ได้ศึกษาชีววิทยาบางประการของกิ้งก่ามกราคมในทะเลสาบสงขลาโดยรายงาน่า จำนวนไข่กับขนาดของแม่กิ้งจะมีความสัมพันธ์กันในแบบเส้นโค้ง ซึ่งเมื่อ

นำเอาค่าความสัมพันธ์ทั้งสองมาเปลี่ยนเป็นค่า Logarithm แล้วนำไปคำนวณโดยวิธี Least square method จะได้สมการดังนี้คือ

$$\text{Log } F = -2.3686 + 3.1703 \log L$$

$$F = \text{จำนวนไข่}$$

$$\text{Log } L = \text{ความยาวลำตัวเป็นมิลลิเมตร}$$

ซึ่งขนาดของแม่กุ้งเพศเมียที่โตเต็มวัยแล้วหรือสามารถสืบพันธุ์วางไข่ได้ต้องเป็นกุ้งที่มีความยาวเหยียดตั้งแต่ 9.0-10.0 เซนติเมตรขึ้นไป จากตัวอย่างแม่กุ้งที่ใช้ในการศึกษา 122 ตัว มีขนาดตั้งแต่ 12.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 15 กรัม จะมีจำนวนไข่ประมาณ 22,800 ฟอง และขนาด 26.4 เซนติเมตร น้ำหนัก 185 กรัม จะมีจำนวนไข่ประมาณ 193,200 ฟอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนไข่มีความสัมพันธ์กับขนาดและน้ำหนักของกุ้งเช่นเดียวกับรายงานของ สมพงษ์ (2546) ได้รายงานว่ากุ้งก้ามกรามที่มีขนาดความยาว 12 เซนติเมตร จะมีจำนวนไข่ประมาณ 15,000 ฟอง และสำหรับกุ้งที่มีขนาดความยาว 17-20 เซนติเมตร จะมีไข่ประมาณ 70,000-120,000 ฟอง ซึ่งสามารถคำนวณได้ตามสมการดังกล่าว

กุ้งก้ามกรามเพศเมียเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์จะสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี บรรจง (2535) กุ้งก้ามกรามเพศเมียจะเริ่มผสมพันธุ์และวางไข่เมื่ออายุประมาณ 6 เดือน ซึ่งมีความยาวประมาณ 10-12 เซนติเมตร โดยทั่วไปกุ้งที่เริ่มไข่ได้ในครั้งแรกจะมีจำนวนไข่ ประมาณ 5,000-20,000 ฟอง ซึ่งเมื่อมีอายุและขนาดมากขึ้นจะสามารถวางไข่ได้ในปริมาณมากขึ้น โดยเพศเมียที่มีน้ำหนัก 109.9 กรัม จะสามารถวางไข่ได้ในค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95,687 ฟอง (Sureshkumar and Kurup, 1998) ซึ่งสอดคล้องกับ ยนต์ (2529) ได้รายงานว่าความคดของไข่ของกุ้งก้ามกรามที่มีขนาดโตเต็มที่อาจสูงถึง 80,000-100,000 ฟองต่อแม่ แต่โดยปกติแล้วแม่กุ้งท้องแรกจะมีความคดของไข่อยู่ระหว่าง 5,000-20,000 ฟอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่กุ้งด้วย ซึ่งไข่ของกุ้งก้ามกรามจะมีลักษณะกลมรีเล็กน้อยขนาด 0.6-0.7 มิลลิเมตร ไข่จะมีสีเหลืองส้มในระยะแรกๆและจะเปลี่ยนเป็นสีเทาเมื่อใกล้ฟักออกเป็น ตัว

Crococ and Coman (1997) ได้ทำการศึกษาในกุ้ง *Penaeus semisulcatus* พบว่า กุ้งที่มีอายุตั้งแต่ 6-12 เดือนจะมีความถี่ของการวางไข่, จำนวนของไข่, จำนวนของลูกกุ้งระยะ nauplii และระยะ zoeae ต่อตัวแม่กุ้งจะเพิ่มสูงขึ้น และจะมีค่าลดลงเมื่อแม่กุ้งมีอายุได้ 14 เดือน สอดคล้องกับ

Ottagali *et al* (1997) ก็ได้รายงานในกุ้ง *Litopenaeus stylirostris* ว่า กุ้งที่มีอายุ 5-7 เดือน และกุ้งที่มีอายุมากกว่า 12 เดือน จะมีอัตราการผสมพันธุ์น้อยกว่ากุ้งที่มีอายุที่อยู่ในช่วง 8-12 เดือน

สำหรับกุ้งก้ามกรามเพศผู้ที่จะใช้ในการเพาะพันธุ์นั้น ไม่ว่าจะเป็นกุ้งที่มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ กุ้งก้ามส้ม หรือกุ้งก้ามกราม ล้วนแล้วสามารถที่จะนำมาผสมพันธุ์กับกุ้งเพศเมียได้ทั้งสิ้น แต่จากการศึกษาของ วิกรม (2549) รายงานว่า กุ้งก้ามกรามเพศผู้ที่มีก้ามสีน้ำเงินจะมีขนาดของอวัยวะและต่อมเอนโดเรจินิคใหญ่กว่ากุ้งก้ามส้ม และนอกจากนี้ก็ยังพบว่า ภายในอวัยวะของกุ้งก้ามกรามจะมีน้ำเชื้อที่พร้อมในการผสมพันธุ์อัดตัวกันแน่นอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีศักยภาพในการผสมพันธุ์ที่สูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่มีก้ามสีส้ม

Sandifer and Smith (1978) ได้ทำการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์เพื่อผลิตลูกกุ้งก้ามกราม โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ที่มีน้ำหนักมากกว่า 30 กรัมขึ้นไป ทดลองเลี้ยงในน้ำที่มีปริมาตรในช่วง 2,000 – 5,000 ลิตร ที่ความหนาแน่น 30 – 90 ตัวต่อตารางเมตร ในสัดส่วนเพศผู้ตัวผู้ 1 ตัว ต่อกุ้งตัวเมีย 4 ตัว ศึกษาใช้ระยะเวลา 5 เดือน ซึ่งแต่ละบ่อจะมีการจัดหาที่หลบซ่อนให้กุ้งด้วย พบว่า กุ้งมีอัตราการรอดตาย 62 เปอร์เซ็นต์ และกุ้งตัวเมียสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ในปริมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ทุกๆ 2 อาทิตย์ นอกจากนี้ Danials *et al* (2000) ได้ทำการศึกษการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ในโรงเรือนเพื่อให้สามารถวางไข่ได้ตามปกติในช่วงฤดูหนาวที่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามในบ่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.1 เมตร และระดับความลึกของน้ำ 1.2 เมตร ปล่อยในอัตราส่วนเพศเมีย 50-60 เปอร์เซ็นต์ อัตราความหนาแน่นตามน้ำหนักของกุ้ง โดยปล่อยน้ำหนักรวม 1 กิโลกรัมต่อปริมาตรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร โดยในการทดลองครั้งนี้ใช้แม่กุ้งทั้งหมด 440 ตัว และใช้เพศผู้ก้ามกรามจำนวน 44 ตัว ก้ามส้ม 66 ตัว ระยะเวลาในการเลี้ยง 5 – 6 เดือน พบว่า แม่กุ้งก้ามกรามจะสามารถวางไข่ได้ครั้งละ 11 ตัว คิดเป็น 5 – 10 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนแม่กุ้งทั้งหมด

พัฒนาการของไข่กุ้งก้ามกราม

ไข่กุ้งก่อนที่ได้รับการผสมพันธุ์ Damrongphol *et al* (1991) พบว่ามีการพัฒนาอีก 5 ระยะ จึงจะเคลื่อนที่ไปยังส่วนท้อง สีของไข่มีการเปลี่ยนจากสีส้มเป็นสีน้ำตาลเข้ม ไข่มีขนาด 100 – 380 ไมครอน

1. ไข่ในระยะแรกของโปรเฟสของการแบ่งตัวแบบไมโอซิส ไข่มีขนาดเล็ก เซลล์มีรูปร่างกลม มีนิวเคลียสขนาดใหญ่อยู่ตรงกลาง มีส่วนไซโทรพลาสซึม อยู่บริเวณรอบ ๆ ไข่มีขนาดประมาณ 8.5 ไมครอน ไม่พบส่วนของเซลล์โฟลลิเคิล
2. ไข่ในระยะ previtellogenesis ไข่มีขนาดประมาณ 12-100 ไมครอน ส่วนไซโทรพลาสซึมติดสีเบโซฟิลได้ดีเห็นมีลักษณะเป็นแท่ง อัตราส่วนของ nucleocytoplasmic ลดลง ส่วน heterochromatin มีการกระจายออกจากส่วนของนิวเคลียส ส่วนนิวคลีโอไลต์สามารถเห็นได้ชัดมีส่วนของเซลล์โฟลลิเคิลจะอยู่ล้อมรอบไข่
3. ไข่ในระยะ primary vitellogenesis ไข่มีขนาด 100 -170 ไมครอน ส่วนไซโทรพลาสซึมติดสี acidophilic แต่บริเวณรอบ ๆ นิวเคลียสติดสี basophilic ส่วนของโอโอพลาสซึม พบหยดน้ำมันขนาดใหญ่ที่บริเวณผิวของไข่จะมีไมโครวิลไลสั้น ๆ ยื่นออกมาเห็น follicular cell ได้ชัดเจน บริเวณขอบของไข่ ไข่ในระยะนี้ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ เช่น ไมโทคอนเดรีย , endoplasmic reticulum , vesicular bodies และไรโบโซม บริเวณผิวด้านนอกของเซลล์โฟลลิเคิลถูกหุ้มด้วย fibrous basement lamina กว้าง 300 – 500 ไมครอน มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแบ่งไข่ออกเป็นพู ๆ เรียกว่า trabeculae
4. ไข่ในระยะ secondary vitellogenesis ภายในไข่ประกอบด้วยก้อนไขมัน, vitelline plaquets และ small cortical glycoprotein vesicles ไข่มีขนาดประมาณ 170 – 300 ไมครอน ในช่วงท้ายของระยะนี้พบเซลล์โฟลลิเคิลมีอยู่เป็นจำนวนน้อย
5. ระยะไข่สุก ไข่มีขนาดประมาณ 530 ไมครอน ไม่พบเซลล์โฟลลิเคิล ที่บริเวณรอบไข่แต่จะพบส่วนวิทเทิลลีน ล้อมรอบแทนที่ไข่ประกอบด้วยก้อนไขมันและ Protein plaquets ในปริมาณมาก

หลังจากที่กุ้งมีการลอกคราบแล้ว 24 ชั่วโมง ไข่จะเคลื่อนที่ออกมาสู่บริเวณด้านท้องเพื่อรับการผสมพันธุ์ พัฒนาการของไข่ภายหลังได้รับการผสมพันธุ์

- วันที่ 1 - 2 ไข่กุ้งมีสีส้มเป็นส่วนของไข่แดงซึ่งใช้เป็นอาหารของตัวอ่อน
- วันที่ 3 - 4 ส่วนของไข่กุ้งจะปรากฏส่วนที่เป็นลำตัวมีลักษณะที่ใส

วันที่ 5 - 7 ส่วนของไขกึ่งเริ่มปรากฏส่วนของตามีลักษณะเป็นจุดดำ ๆ

วันที่ 8 - 12 ส่วนของลำตัวกึ่งมีการเจริญมากขึ้น ส่วนของไข่แดงลดปริมาณลง

วันที่ 13 - 17 ลูกกึ่งที่อยู่ในไข่ก่อนที่จะฟักออกเป็นตัวส่วนของไข่แดงจะสังเกตเห็นมาก
สีของไข่จะมีสีน้ำตาลเข้ม และถ้าไข่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ไข่จะเสียใน 2 - 3 วัน (Ling, 1969.
อ้างโดย จักรตุพร, 2536)

วิวัฒนาการของลูกกึ่งก้ามกรามวัยอ่อน

ยนต์ (2529) ได้กล่าวว่า ลูกกึ่งก้ามกรามที่ฟักออกเป็นตัวจะมีการพัฒนาเข้าสู่ระยะต่างๆ
ทั้งสิ้น 11 ระยะ จึงจะกลายเป็นกุ้งคว่ำที่มีลักษณะเหมือนกุ้งโตเต็มวัยทุกประการ ซึ่งแต่ละระยะจะมี
ลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้คือ

ระยะที่ 1 ไม่มีก้านตา ตาจะติดอยู่ด้านข้าง แพนหางเป็นแผ่นเดียวกับส่วนหาง

ระยะที่ 2 บริเวณตามีก้านตา แพนหางยังติดเป็นแผ่นเดียวกับส่วนหาง

ระยะที่ 3 แพนหางเริ่มแยกออกจากส่วนหาง และส่วนปลายหางแผ่กว้าง

ระยะที่ 4 กรีด้านบนมีหนาม 2 ซี่

ระยะที่ 5 ส่วนปลายหางแคบเข้า และยาวออก

ระยะที่ 6 ระวังคว่ำน้ำเริ่มโผล่เห็นเป็นปุ่ม

ระยะที่ 7 ส่วนปลายของระวังคว่ำน้ำแยกเป็น 2 แขนง ไม่มีขน

ระยะที่ 8 ระวังคว่ำน้ำเริ่มมีขนเล็กๆ

ระยะที่ 9 แขนงด้านในของระวังคว่ำน้ำจะมีต่งเล็กๆเกิดขึ้น

ระยะที่ 10 กรีด้านบนมีหนาม 3-4 ซี่

ระยะที่ 11 กรีด้านบนมีหนาม 7-9 ซี่

กุ้งคว่ำ ลูกกึ่งจะมีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกประการ กรีด้านบนมีหนามทั้งด้านบนและด้านล่าง
ว่ายน้ำไปด้านหลังแบบกุ้งโต และลงเกาะตามขอบบ่อและพื้น

การเพาะและอนุบาลลูกกึ่งก้ามกราม

ในการเพาะกุ้งก้ามกราม ความเชื่อมั่นว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่ออัตราการรอดของลูกกึ่ง เพราะ
ในน้ำเต็มมีแร่ธาตุต่างๆ ละลายอยู่ เช่น คลอไรด์ โซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม โพแทสเซียม

ซัลเฟอร์ สำหรับความเค็มที่เหมาะสมกับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวันอ่อนจะต้องอยู่ในระดับ 10-15 ส่วนในพันส่วน (ชนต์, 2529)

ไพโรจน์ และ ทรงชัย (2513) ได้ทำการทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 5-7, 8-10 และ 12-14 ส่วนในพันส่วน พบว่า ลูกกุ้งวัยอ่อนสามารถเจริญเติบโตได้ดีในความเค็มทั้ง 3 ระดับ แต่ที่ระดับความเค็ม 12-14 ส่วนในพันส่วน ลูกกุ้งจะมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยมากกว่าระดับอื่น

Aniello and Single (1980) ได้อนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่กัวลาแลมเปอร์ ประเทศมาเลเซีย เพื่อทำการเปรียบเทียบการอนุบาลลูกกุ้งในที่ร่ม ซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 23-27 องศาเซลเซียส และการอนุบาลบริเวณกลางแจ้ง มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27-35 องศาเซลเซียส พบว่า ลูกกุ้งที่เจริญเป็นกุ้งวัยรุ่นที่อุณหภูมิ 27-35 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายมากกว่าการอนุบาลลูกกุ้งที่อุณหภูมิ 23-27 องศาเซลเซียส Subarto *et al.* (1980) ทำการทดลองอัตราความหนาแน่นในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในถังไฟเบอร์ที่ประเทศอินโดนีเซีย โดยปล่อยลูกกุ้งที่อัตราความหนาแน่น 100 ตัวต่อ ลิตร และความหนาแน่น 200 ตัวต่อ ลิตร พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลมีอัตราการรอด 55.5 และ 61 เปอร์เซ็นต์ และนอกจากนี้ ธานี (2530) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารเสริมที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ไข่ผสมปลา, ไข่ผสมหอย, ไข่ผสมนม สมทบกับการให้อาร์ทีเมีย และการอนุบาลด้วยอาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียวในบ่อคอนกรีตที่มีขนาดความจุ 200 ลิตร มีอัตราปล่อย 100 ตัวต่อลิตร พบว่า ลูกกุ้งมีอัตราการรอดตาย 87.25, 72.93, 86.01 และ 90.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

สำหรับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามของพื้นที่ห่างไกลทะเล สามารถใช้น้ำจากนาเกลือมาเพาะและอนุบาลได้เช่นกัน โดยจะใช้น้ำนาเกลือที่มีความเค็ม 100 ส่วนในพันส่วน มาเจือจางกับน้ำจืดให้ได้ความเค็ม 12 ส่วนในพันส่วน แล้วนำแม่กุ้งมาเพาะ เมื่อลูกกุ้งอายุได้ 3 วัน เริ่มให้อาร์ทีเมียเป็นอาหารจนลูกกุ้งมีอายุได้ 10 วัน จึงให้อาหารเสริมประเภทไข่ผสมเนื้อปลา เนื้อหอย หรือนมผง ที่นึ่งจนสุก ขยี้ผ่านตะแกรง แล้วนำไปให้ลูกกุ้งกินในช่วงเวลากลางวัน และให้อาร์ทีเมียเป็นอาหารในเวลาเย็น หลังจากที่ลูกกุ้งเริ่มกินอาหารจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอนในบ่อเพาะทุกวัน โดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะถ่ายน้ำเก่าออกไปครึ่งบ่อแล้วค่อยเติมน้ำใหม่แทน เมื่อลูกกุ้งอายุได้ 19-20 วัน จะเริ่มคว่ำ เมื่อลูกกุ้งคว่ำเกาะข้างบ่อและพื้นบ่อในปริมาณมากก็จะคัดลูกกุ้งที่คว่ำออก ไม่เช่นนั้นลูกกุ้งจะกินกันเอง การคัดลูกกุ้งคว่ำนั้นทำประมาณ 2-3 ครั้ง จนกว่าลูกกุ้งจะคว่ำหมดบ่อ ซึ่งใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 35 วัน (อนันต์, 2525)

การวางไข่หลายครั้งในสัตว์น้ำ

ถาวร และ ทวี (2536) ได้ศึกษาอัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำระยะต่างๆ ที่ได้จากการกระตุ้นแม่กุ้งให้วางไข่ โดยวิธีบีบตา ซึ่งวางไข่ ครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยใช้ลูกกุ้งกุลาดำที่ได้จากแม่กุ้งไข่แก่ตามธรรมชาติเป็นชุดควบคุม พบว่า อัตราการรอดตายในแต่ละระยะของลูกกุ้งที่ได้จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยอัตราการรอดตายของลูกกุ้งในแต่ละระยะที่ได้จากการวางไข่ครั้งที่ 1 จะมีค่ามากที่สุด และอัตราการรอดตายจะลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ ส่วนอัตราการรอดตายของลูกกุ้งในแต่ละระยะที่ได้จากการวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กุ้งที่บีบก้านตากับแม่กุ้งตามธรรมชาติ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะเดียวกัน ทวี และ ถาวร (2537) ได้ศึกษาการผลิตลูกกุ้งกุลาดำจากแม่กุ้งที่มีขนาดต่างกัน จำนวน 2 ชุด คือ ชุดที่มีน้ำหนักมากกว่าและน้อยกว่า 150 กรัม ซึ่งมีการกระตุ้นให้มิไข่แก่ด้วยการบีบตา พบว่า แม่กุ้งกุลาดำทั้ง 2 ชุดสามารถวางไข่ได้ 1-5 ครั้ง โดยปริมาณแม่กุ้งกุลาดำไข่แก่และนำมาวางไข่จะลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งปริมาณแม่กุ้งกุลาดำไข่แก่และนำมาวางไข่ครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของแม่กุ้งขนาดใหญ่เท่ากับ 97.4, 84.6, 79.5, 20.0 และ 7.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สำหรับแม่กุ้งที่มีขนาดเล็กเท่ากับ 89.7, 71.8, 59.0, 15.4, 7.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ นอกจากนี้ก็ยังพบว่า อัตราการรอดตายของการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะ Post larva ที่ได้จากการวางไข่ในแต่ละครั้งจะมีอัตราการรอดตายที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยอัตราการรอดตายของลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 1 จะมีมากที่สุด และจะลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น

ชัยศิริ และคณะ (2530) ได้ศึกษาความสามารถในการวางไข่ของแม่พันธุ์ปลาตะเพียนขาว ในระยะเวลา 1 ปี พบว่า แม่พันธุ์ปลาตะเพียนขาว 1 แม่พันธุ์สามารถวางไข่ได้ไม่ต่ำกว่า 3 ครั้ง โดยมีระยะเวลาในการสร้างไข่ขึ้นใหม่อีกครั้งหลังการวางไข่ครั้งแรกแล้วประมาณ 1 เดือนจึงจะสามารถวางไข่ครั้งที่ 2 ได้ และหลังจากการวางไข่ครั้งที่ 2 อีกประมาณ 1 เดือนจึงจะสามารถวางไข่ครั้งที่ 3 โดยเปอร์เซ็นต์ของแม่ปลาที่สามารถวางไข่ในครั้งที่ 2 เท่ากับ 90.7 เปอร์เซ็นต์ และครั้งที่ 3 ลดลงเหลือ 64.86 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอัตราการฟักของไข่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับทั้ง 3 ครั้ง ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้กิ้งก่ามกรามที่มีอายุ 5 เดือน ซึ่งได้จากการจับครั้งแรกของฟาร์มเกษตรกรรมบุรี อ. บางแพ จ.ราชบุรี ที่มีระยะทางห่างจากจังหวัดกรุงเทพมหานครประมาณ 100 กิโลเมตร โดยใช้กิ้งก่าเพศผู้จำนวน 72 ตัว ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 25.21 ± 2.64 กรัม ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 14.89 ± 0.63 เซนติเมตร และกิ้งก่าเพศเมียที่มีไข่ติดหน้าท้องจำนวน 72 ตัว ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 21.59 ± 3.24 กรัม ความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 12.27 ± 0.88 เซนติเมตร ซึ่งกิ้งก่ามกรามที่นำมาทดลองครั้งนี้ได้ผ่านการตรวจการปนเปื้อนของเชื้อไวรัส *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) และ extra small virus (XSV) โดยวิธี RT-PCR (Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction) ก่อนทำการทดลอง

2. อุปกรณ์ในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์และอนุบาลลูกกิ้งก่ามกราม

1. ถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 5000 , 3000 ลิตร และ 1000 ลิตร
2. ถังพลาสติกขนาดความจุ 20 ลิตร
3. โหลแก้วขนาดความจุ 5 ลิตร
4. อุปกรณ์ให้อากาศ
5. ไมโครปิเปตขนาด 5 มิลลิลิตร
6. อุปกรณ์ในการชั่งน้ำหนักและวัดขนาดกิ้ง
 - เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
 - Digital caliper สำหรับวัดความยาว
7. อาหารสำหรับเลี้ยงและอนุบาล
 - อาร์ทีเมียแรกฟักสำหรับอนุบาลลูกกิ้ง
 - อาหารชนิดเม็ดสำเร็จรูปสำหรับพ่อแม่และแม่กิ้ง

8. อุปกรณ์ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

- เครื่องวัด pH และ อุณหภูมิ YSI , Model 63
- เครื่องวัดออกซิเจนละลาย YSI , Model 550A
- Salinorefractometer (Atago, Model s-10)

วิธีการ

1. การจัดการพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามในการทดลอง

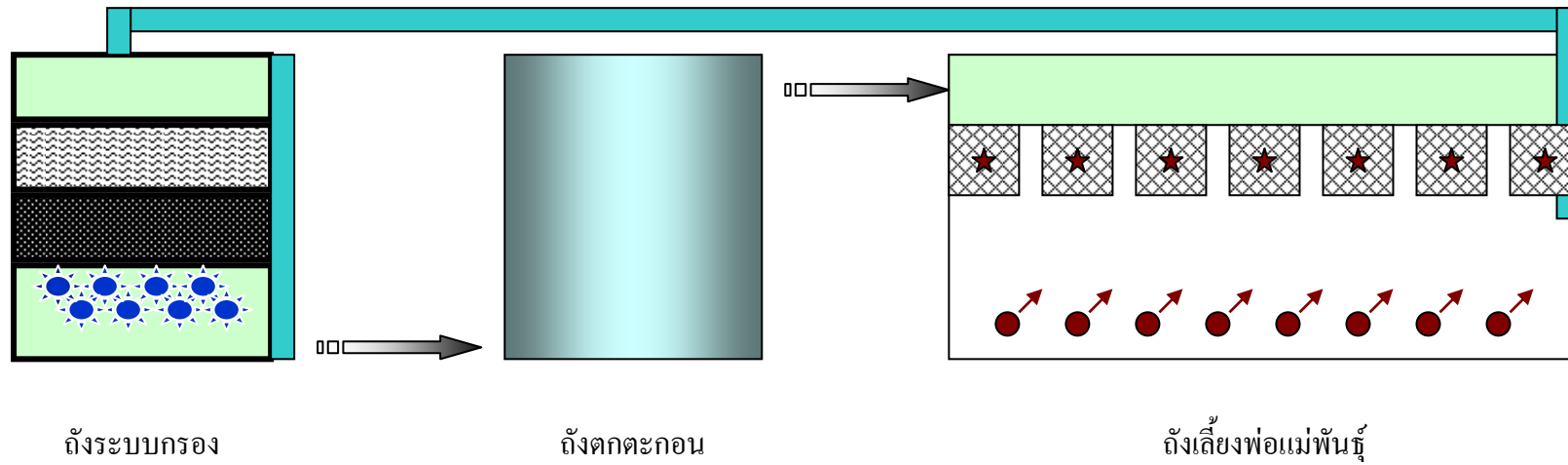
1.1 นำแม่กุ้งก้ามกรามที่มีไข่แก่ซึ่งได้จากฟาร์มเกษตรกรจำนวน 72 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว 21.59 ± 3.24 กรัม มาเลี้ยงในถังพลาสติกสีดำ ขนาด 20 ลิตร ซึ่งจะแยกเลี้ยง 1 ตัวต่อถัง แต่ละถังมีระบบให้อากาศอย่างทั่วถึง และบรรจุน้ำเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน ปริมาตร 15 ลิตร เพื่อให้แม่กุ้งทำการสลัดไข่

1.2 เมื่อแม่กุ้งที่มีไข่แก่จากฟาร์มเกษตรกรทั้ง 72 ตัว สลัดไข่เสร็จแล้ว จะนำแม่กุ้งทั้ง 72 ตัว มาเลี้ยงในที่กักขัง (ตะกร้า) ที่มีขนาด ความกว้าง $\times$ ความยาว $\times$ ความสูง เท่ากับ $25 \times 40 \times 25$ เซนติเมตร ซึ่งแขวนไว้ในถังไฟเบอร์ขนาด 5000 ลิตร และ 3000 ลิตร และแยกเลี้ยง 1 ตัวต่อตะกร้า โดยการเลี้ยงแม่กุ้งจะทำการเลี้ยงในโรงเพาะฟักระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ ขนาด 55 ตารางเมตร ที่บุด้วยพลาสติกใสอย่างหนา

1.3 กุ้งเพศผู้จะถูกเลี้ยงรวมกันในถังไฟเบอร์ที่ใช้เลี้ยงแม่กุ้ง โดยกุ้งเพศผู้มีอัตราการปล่อย 10 ตัวต่อตารางเมตร

1.4 ระบบน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงพ่อแม่กุ้งก้ามกรามในครั้งนี้เป็นระบบน้ำหมุนเวียนตลอดเวลา โดยน้ำจากถังเลี้ยงจะผ่านการกรองด้วยใยแก้ว ผงถ่าน และลูกบอลพลาสติก เมื่อน้ำผ่านการกรองแล้วจะถูกส่งมายังถังพักน้ำก่อนถูกส่งเข้าถังเลี้ยงพ่อแม่กุ้งตามเดิม (ภาพที่ 1) ซึ่งตลอดการเลี้ยงพ่อแม่กุ้งจะไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่จะมีการดูดตะกอน 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และมีการเติมน้ำให้ได้ปริมาตรเท่าเดิม

1.5 การให้อาหารสำหรับพ่อแม่กุ้งก้ามกราม จะให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดจมน้ำซึ่งมี 38 เปอร์เซ็นต์โปรตีน และจะให้อาหารวันละ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักกุ้งโดยจะให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เช้า และเย็น



-  กุ้งก้ามกรามเทศผู้
-  กุ้งก้ามกรามเทศเมีย
-  ลูกบอลพลาสติก

-  ไยแก้ว
-  ตะกร้าเลี้ยงแม่กุ้งก้ามกราม
-  พวงถ่าน

ภาพที่ 1 ระบบการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามในที่เกิดขังระบบน้ำหมุนเวียนในโรงเพาะฟักระบบปิดตลอดระยะเวลานาน 6 เดือน

2. การเพาะพันธุ์กุ้งก้ามกราม

การทดลองเพาะพันธุ์กุ้งก้ามกรามครั้งนี้ จะเริ่มทำการทดลองหลังจากแม่กุ้งที่มีไข่แก่จากฟาร์มเกษตรกรสลัดไข่ที่ติดหน้าท้องเสร็จแล้ว จากนั้นนำแม่กุ้งชุดดังกล่าวมาเลี้ยงในโรงเพาะฟักระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ ด้วยวิธีการแยกเลี้ยง 1 ตัวต่อตะกร้า ทั้งนี้เพื่อทราบถึงความสามารถในการวางไข่และคุณภาพของลูกกุ้งจากแม่กุ้งแต่ละตัว

2.1 เมื่อสังเกตเห็นกุ้งเพศเมียที่เลี้ยงในตะกร้าเริ่มมีไข่และสังเกตเห็นรังไข่ (Ovary) เป็นสีเหลืองหรือสีส้มบริเวณหัว จากนั้นนำกุ้งเพศผู้ที่เลี้ยงไว้ในถังเดียวกันกับกุ้งเพศเมียมาผสมพันธุ์ในตะกร้าที่ใช้เลี้ยงเพศเมียด้วยวิธีการสุ่มกุ้งเพศผู้มาผสมในอัตราส่วนเพศผู้ 1 ตัว ต่อเพศเมีย 1 ตัว หลังจากกุ้งเพศเมียได้รับการผสมพันธุ์แล้ว ไข่ที่ได้รับการผสมก็จะถูกนำมาเก็บไว้ยังบริเวณระยางค์ว่ายน้ำ จากนั้นรอจนกระทั่งไข่ที่ติดหน้าท้องของแม่กุ้งพัฒนาเป็นไข่แก่แล้วจึงทำการแยกเพศผู้ออกมาเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสตามเดิม ทั้งนี้เพื่อป้องกันการสุ่มกุ้งเพศผู้ตัวเดิมมาผสมซ้ำ

2.2 นำแม่กุ้งที่ได้รับการผสมพันธุ์และมีไข่แก่ (สีเทาดำ) มาเพาะในถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร โดยจะแยกเพาะ 1 ตัวต่อถัง บรรจุน้ำที่มีความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน ปริมาตร 15 ลิตร และให้อากาศอย่างทั่วถึง จากนั้นรอจนกระทั่งกุ้งเพศเมียสลัดไข่จนหมดซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 วัน แล้วจึงแยกกุ้งเพศเมียออกจากถังเพาะเพื่อนำไปเลี้ยงต่อในตะกร้าที่แขวนไว้ในถังเลี้ยงพ่อแม่กุ้งตามเดิม เพื่อรอการผสมพันธุ์วางไข่ในครั้งต่อไป

3. การวางแผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยแบ่งชุดการทดลองตามความสามารถในการวางไข่เข้าต่อเนื่องกันของแม่วางไข่ที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด ในการทดลองครั้งนี้จะใช้แม่วางไข่ที่มามีไข่แก่ติดที่หน้าท้องจากฟาร์มเกษตรกรจำนวน 72 ตัว ซึ่งหลังจากแม่วางไข่ที่ได้จากฟาร์มเกษตรกรทำการสลัดไข่ที่ติดหน้าท้องเสร็จแล้ว แม่วางไข่ทั้ง 72 ตัว จะถูกนำมาเลี้ยงในที่กักขัง (ตะกร้า) ของโรงเพาะฟักระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนาน 6 เดือน พบว่า แม่วางไข่ที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิดมีความสามารถในการผสมพันธุ์วางไข่เข้าต่อเนื่องกันได้ทั้งหมด 3 ครั้ง จึงสามารถแบ่งชุดการทดลองในครั้งนี้ออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 การวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่วางไข่ที่มามีไข่แก่ติดที่หน้าท้องของโรงเพาะฟักระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ

ชุดการทดลองที่ 2 การวางไข่ครั้งที่ 2 ของแม่วางไข่ที่มามีไข่แก่ติดที่หน้าท้องของโรงเพาะฟักระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ จากแม่วางไข่ชุดการทดลองที่ 1

ชุดการทดลองที่ 3 การวางไข่ครั้งที่ 3 ของแม่วางไข่ที่มามีไข่แก่ติดที่หน้าท้องของโรงเพาะฟักระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ จากแม่วางไข่ชุดการทดลองที่ 1

เนื่องจากแม่วางไข่มีความสามารถในการผสมพันธุ์วางไข่ลดลง โดยมีแม่วางไข่จำนวน 24 ตัว ที่สามารถผสมพันธุ์วางไข่ต่อเนื่องกัน 3 ครั้ง ฉะนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีจำนวนไข่แม่วางไข่แต่ละชุดของการทดลอง เท่ากับ 24 ไข่

4. การอนุบาลลูกแม่วางไข่

4.1 การอนุบาลจะใช้ลูกแม่วางไข่ที่ได้จากการสลัดไข่ออกมาวันแรก ทั้งนี้เพราะลูกแม่วางไข่ที่ได้ในวันแรกจะมีจำนวนมากที่สุด ลูกแม่วางไข่ที่ได้จากแม่วางไข่แต่ละตัวอนุบาล 3 ไข่ ในถังพลาสติกสีดำขนาด 20 ลิตร บรรจุน้ำที่มีความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน ปริมาตร 15 ลิตร ที่ความหนาแน่น 80 ตัวต่อลิตร

(สมพงษ์, 2546) มีการให้อากาศอย่างทั่วถึง การเพาะฟักและการอนุบาลจะดำเนินการในโรงเพาะฟักระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ

4.2 การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในการทดลองครั้งนี้จะใช้เวลาในการอนุบาลลูกกุ้งเริ่มจากลูกกุ้งแรกฟักจนลูกกุ้งพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำ

4.3 อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในครั้งนี้ จะให้อาร์ทีเมียแรกฟักเป็นอาหารตลอดระยะเวลาการอนุบาล โดยช่วง 10 วันแรก จะให้อาร์ทีเมียแรกฟักที่ทำกรแช่ในตู้เย็นเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้อาร์ทีเมียไม่เคลื่อนไหวมาก และง่ายต่อการจับกินของลูกกุ้ง หลังจาก 10 วันแรกของการอนุบาลก็จะให้อาร์ทีเมียแรกฟักที่มีชีวิตเป็นอาหาร โดยอัตราการให้อาหารจะให้อาหารในปริมาณที่พอเพียง หมั่นตรวจดูปริมาณอาหารทุกๆ 3 ชั่วโมง จนกระทั่งหลัง 20.00 น. จึงหยุดการให้อาหาร

4.4 การเปลี่ยนถ่ายน้ำในถังอนุบาลลูกกุ้งช่วง 7 วันแรกจะไม่มี การเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่หลังจากวันที่ 7 จะมีการเปลี่ยนถ่ายในน้ำตอนเย็น 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกๆ 2 วัน พร้อมทำการดูดตะกอนก่อนการถ่ายน้ำทุกครั้ง

4.5 การเพาะพันธุ์และการอนุบาลในรอบต่อไปก็จะปฏิบัติเช่นเดียวกันกับวิธีดังกล่าว

5. การเตรียมน้ำที่ใช้ในการอนุบาล

5.1 น้ำที่มีความเค็มสูงประมาณ 130-150 ส่วนในพันส่วน จากนั้นเกลี่ยมาผสมกับน้ำจืดจนมีความเค็มประมาณ 15 ส่วนในพันส่วน แล้วเติมคลอรีนผง (แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 60 เปอร์เซ็นต์) ลงไปในน้ำปริมาณ 30-50 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร ผสมให้เข้ากันทั่วบ่อโดยใช้เครื่องให้อากาศเพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคต่างๆ เมื่อผสมให้เข้ากันแล้วปิดเครื่องให้อากาศทิ้งไว้เพื่อให้ตกตะกอนที่พื้นบ่อนานประมาณ 3 วัน

5.2 หลังจากตกตะกอนแล้วสูบน้ำเฉพาะส่วนที่ใสและกรองผ่านผ้าสักหลาดมาพักไว้ในบ่อพักน้ำที่เตรียมไว้กลางแจ้งเพื่อทำการสลายคลอรีนที่เหลืออยู่ ในระหว่างนี้ก็จะมีการให้อากาศอย่าง

เต็มเพื่อเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของคลอรีนให้เร็วขึ้น ซึ่งจะใช้เวลาในการพักน้ำนาน 2 วันก่อนที่จะนำไปใช้ในการอนุบาล

5.3 ก่อนที่จะนำไปใช้ทุกครั้งจะทำการตรวจสอบคลอรีนที่เหลืออยู่โดยใช้ Potassium iodide (KI) และใช้ Sodium thiosulphate ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) เพื่อสลายปริมาณคลอรีนที่เหลืออยู่

6. การวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของถังอนุบาลลูกกุ้งในครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ 4 วันต่อครั้ง โดยจะทำการเก็บน้ำตัวอย่างจากถังอนุบาลทุกถังในเวลาเช้าของวันที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่

6.1 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO) โดยใช้เครื่องวัดออกซิเจนละลาย YSI, Model 550A

6.2 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัด YSI, Model 63

6.3 การวิเคราะห์อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) โดยใช้เครื่องวัด YSI, Model 550A

6.4 การวิเคราะห์ค่าความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) โดยใช้วิธี Titration method (APHA *et al.* 1995)

6.5 การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย ในรูปของแอมโมเนียรวม (Total ammonia) โดยวิธี Indophenol Blue method (Grasshoff, 1976)

6.6 การวิเคราะห์ปริมาณของไนไตรท์ (Nitrite, NO_2^-) โดยใช้วิธี Diazotization method (Grasshoff, 1976)

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของถังเลี้ยงพ่อแม่กุ้งในครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ 7 วันต่อครั้ง ซึ่งคุณภาพน้ำที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ, ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ, ค่าความเป็นด่าง, ปริมาณแอมโมเนีย ในรูปของแอมโมเนียรวม และปริมาณของไนไตรท์ ซึ่งมีวิธีการในการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกกุ้ง

7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

7.1 การวางไข่หลายครั้ง ต่ออัตราการตาย เพอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ และรอบของการวางไข่ของแมงกิ้ง

การเลี้ยงแมงกิ้งก้ามกรามในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด ตลอดระยะเวลาในการเลี้ยงนาน 6 เดือน เพื่อทำการศึกษาวางไข่ต่อเนื่องกันหลายครั้งต่ออัตราการตาย เพอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ และระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละรอบของการวางไข่ของแมงกิ้ง ดังนี้

7.1.1 อัตราการตายของแมงกิ้ง

ทำการนับจำนวนของแมงกิ้งที่ตายระหว่างการวางไข่ในครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแมงกิ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด จากนั้นคำนวณหาอัตราการตายโดยเทียบกับจำนวนของแมงกิ้งเริ่มต้นที่ใช้ในการทดลอง

$$\text{อัตราการตาย (Survival rate \%)} = \frac{\text{จำนวนแมงกิ้งที่รอดตายในแต่ละรอบการวางไข่}}{\text{จำนวนแมงกิ้งเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$$

7.1.2 เพอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ของแมงกิ้ง

ทำการนับจำนวนของแมงกิ้งที่สามารถผสมพันธุ์วางไข่ในแต่ละรอบ จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ของแมงกิ้ง จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแมงกิ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด โดยเทียบกับจำนวนของแมงกิ้งที่รอดตายจากการวางไข่ในแต่ละครั้ง ดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่} = \frac{\text{จำนวนแมงกิ้งที่วางไข่ได้ในแต่ละรอบ}}{\text{จำนวนแมงกิ้งที่เหลือรอดในแต่ละรอบ}} \times 100$$

7.1.3 รอบของการวางไข่ของแม่กิ้ง

ทำการบันทึกระยะเวลา (วัน) หลังจากแม่กิ้งแต่ละตัวสลัดไข่จนกระทั่งแม่กิ้งแต่ละตัวสามารถสลัดไข่ได้ในครั้งต่อไป

7.2 การเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกิ้งก่ามกราคมจากการวางไข่หลายครั้งของแม่กิ้ง

การเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกิ้งครั้งนี้จะใช้ข้อมูลคุณภาพของลูกกิ้งจากแม่กิ้งที่วางไข่ต่อเนื่องครบ 3 รอบ ดังนี้

7.2.1 จำนวนลูกกิ้งแรกฟัก

ทำการสุ่มลูกกิ้งในถังฟักไข่ของแม่กิ้งแต่ละตัวซึ่งมีปริมาตรน้ำ 15 ลิตร โดยการเปิดลมให้ลูกกิ้งฟุ้งกระจายทั่วถัง แล้วใช้ไมโครปิเปต ขนาด 5 มิลลิเมตรสุ่มดูดลูกกิ้งในถังขึ้นมา นับจำนวนถึงละ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย นำค่าเฉลี่ยที่ได้คำนวณหาลูกกิ้งทั้งหมดต่อปริมาตรน้ำในถังฟัก

7.2.2 จำนวนลูกกิ้งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่

หลังจากแม่กิ้งทำการสลัดไข่เสร็จแล้ว จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักของแม่กิ้งแต่ละตัว เพื่อนำมาคำนวณหาจำนวนลูกกิ้งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่ ดังสมการ

$$\text{จำนวนลูกกิ้งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่} = \frac{\text{จำนวนลูกกิ้งแรกฟักทั้งหมด (ตัว)}}{\text{น้ำหนักแม่ (กรัม)}}$$

7.2.3 อัตราการฟักของลูกกุ้ง

ทำการนับจำนวนไข่เหลือที่ติดบริเวณหน้าท้องหลังจากการสลัดไข่ของแม่กุ้งแต่ละตัว เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการฟักของลูกกุ้ง ดังสมการ

$$\text{อัตราการฟักของลูกกุ้ง (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกกุ้งแรกฟัก}}{\text{จำนวนไข่ที่สลัดเป็นตัว + จำนวนไข่ติดหน้าท้องของแม่กุ้ง}} \times 100$$

7.2.4 น้ำหนักลูกกุ้งคว่ำ

ทำการสุ่มลูกกุ้งคว่ำจากแต่ละถังอนุบาลมาจำนวนถึงละ 100 ตัว ชั่งน้ำหนักแห้งแล้วทำการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วบันทึกข้อมูล

7.2.5 อัตรารอดตายของลูกกุ้งคว่ำ

จะทำการนับลูกกุ้งก้ามกรามแรกฟักเมื่อเริ่มต้นการอนุบาล จากนั้นอนุบาลจนได้ลูกกุ้งคว่ำแล้วทำการนับลูกกุ้งคว่ำที่เหลือรอด เพื่อนำมาคำนวณหาอัตราการรอดตายของลูกกุ้งคว่ำตามสมการดังนี้

$$\text{อัตราการรอดตาย (Survival rate \%)} = \frac{\text{จำนวนลูกกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนลูกกุ้งเริ่มต้น}} \times 100$$

7.2.6 ระยะเวลาที่ลูกกุ้งใช้ในการพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำ

ทำการบันทึกระยะเวลา (วัน) ของลูกกุ้งแต่ละถังการอนุบาลตั้งแต่ลูกกุ้งแรกฟักเป็นตัวจนกระทั่งลูกกุ้งพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำ

7.2.7 การทดสอบความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มของลูกกุ้งคว่ำ

ทดสอบโดยการลดความเค็มที่ใช้ในการอนุบาล (15 ส่วนในพันส่วน) เป็น 0 ส่วนในพันส่วน สุ่มลูกกุ้งคว่ำของแต่ละถังการทดลองมา 60 ตัว แบ่งลูกกุ้งที่สุ่มมาได้ออกเป็น 3 ซ้ำๆละ 20 ตัว ซึ่งจะทำให้การทดลองในโหลแก้วปริมาตร 500 มิลลิลิตร มีระบบการให้อากาศอย่างทั่วถึง ทำการนับลูกกุ้งที่ตายทุก 5 นาที จากนั้นบันทึกระยะเวลา (นาที) ที่ลูกกุ้งตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (ดัดแปลงจาก รุ่งจิตร, 2523)

8. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลอัตราการรอดตาย เปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ และรอบของการวางไข่ของแม่กุ้งโดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและนำข้อมูลของคุณภาพลูกกุ้งและคุณภาพน้ำในการอนุบาลลูกกุ้งของแต่ละรอบการวางไข่ของแม่กุ้งจะนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และทำการเปรียบเทียบระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรม SPSS for WINDOWS Release 11.5

9. สถานที่ทำการวิจัย

ปฏิบัติการ โรงเพาะและอนุบาลสัตว์น้ำจืด ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาในการทดลองทั้งสิ้น 6 เดือน เริ่มจาก กรกฎาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2549

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ผลการศึกษาการวางไข่หลายครั้ง ต่ออัตราการตาย เพอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ และรอบของการวางไข่ของแมงกิ้ง

จากการคัดเลือกแมงกิ้งก้ามกรามที่มีไข่แก่จำนวนทั้งหมด 72 ตัว ของฟาร์มเกษตรกรเพื่อนำมาเพาะฟักในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด หลังจากแมงกิ้งทั้งหมดทำการสลัดไข่แล้ว แมงกิ้งทั้ง 72 ตัวจะถูกแยกเลี้ยงในตะกร้าโดยมีอัตราส่วน 1 ตัวต่อตะกร้า และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงแมงกิ้งในโรงเพาะฟักระบบปิดนาน 6 เดือน เพื่อทำการศึกษากการวางไข่หลายครั้งต่อ อัตราการตายของแมงกิ้ง เพอร์เซ็นต์ของการผสมพันธุ์วางไข่ได้ของแมงกิ้ง และระยะเวลาที่แมงกิ้งใช้สำหรับวางไข่ในแต่ละรอบของการวางไข่ โดยตลอดระยะเวลาในการศึกษา พบว่า แมงกิ้งสามารถผสมพันธุ์วางไข่ในโรงฟักระบบปิดต่อเนื่องได้ทั้งหมด 3 รอบ ซึ่งมีผลดังนี้

อัตราการตายของแมงกิ้ง

ผลการศึกษาอัตราการตายของแมงกิ้งก้ามกรามจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแมงกิ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิดครั้งนี้ พบว่า แมงกิ้งมีจำนวนเหลือรอดลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนแมงกิ้งที่รอดตายระหว่างการวางไข่ครั้งที่ 1 ของจำนวนแมงกิ้งทั้งหมด เท่ากับ 62 ตัว คิดเป็น 86.11 เพอร์เซ็นต์ สำหรับจำนวนแมงกิ้งที่รอดตายระหว่างการวางไข่ครั้งที่ 2 และ 3 มีจำนวนทั้งสิ้นเท่ากับ 57 ตัว และ 49 ตัว คิดเป็น 79.17 และ 68.06 เพอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

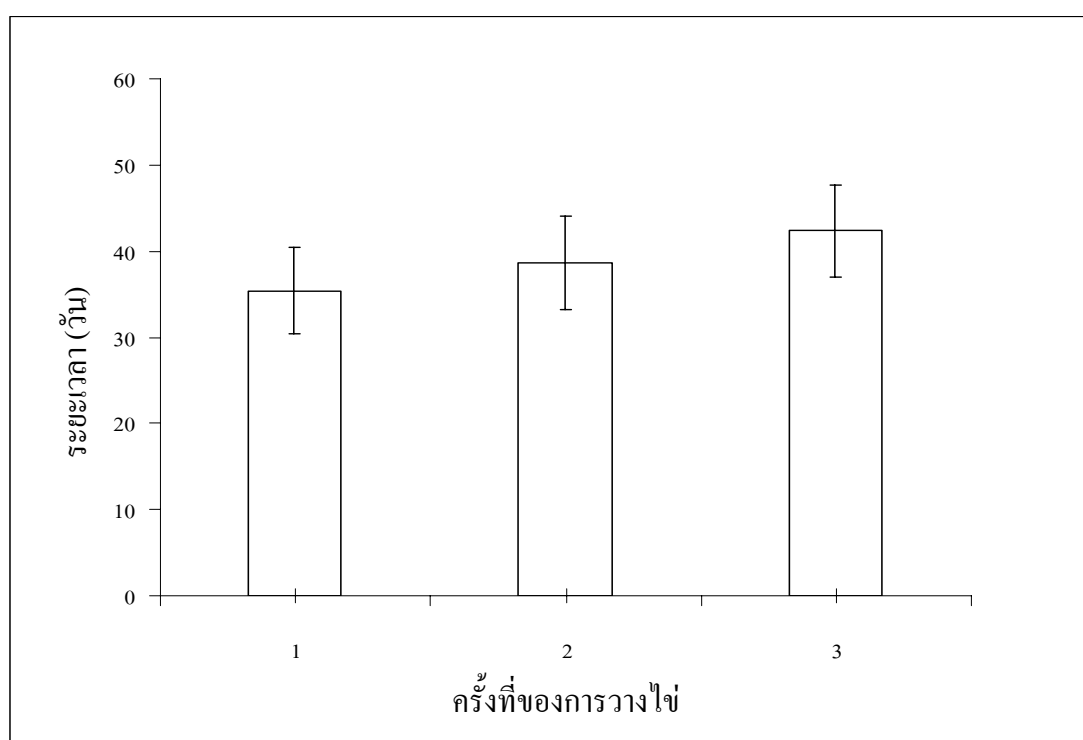
เปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ของแมงกิ้ง

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ของแมงกิ้งที่เลี้ยงในโรงเพาะฟักระบบปิดครั้งนี้ พบว่า แมงกิ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิดมีเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนของแมงกิ้งที่ได้รับการผสมพันธุ์วางไข่จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแมงกิ้งที่เลี้ยงในโรงเพาะฟักระบบปิด มีจำนวนเท่ากับ 51 , 32 และ 24 ตัว

ตามลำดับ หรือมีเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่เท่ากับ 82.26, 56.14 และ 48.98 เปอร์เซ็นต์ของแม่กึ่งที่เหลือรอดในแต่ละรอบของการวางไข่ (ตารางที่ 1)

รอบของการวางไข่

ผลการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละรอบของการวางไข่ของแม่กึ่งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงพยาบาลปิด พบว่า มีระยะเวลานานขึ้นตามจำนวนครั้งของการวางไข่ โดยระยะเวลาที่แม่กึ่งใช้ในการวางไข่ครั้งที่ 1 ซึ่งนับจำนวนวันหลังจากแม่กึ่งที่มีไข่แก่จากฟาร์มเกษตรกรทำการสัดไข่เรียบร้อยแล้วใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด ซึ่งใช้ระยะเวลาอยู่ในช่วง 27-46 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.42 ± 5.04 วัน รองลงมา คือ ระยะเวลาที่แม่กึ่งใช้ระหว่างการวางไข่ครั้งที่ 1 ถึงการวางไข่ครั้งที่ 2 ใช้ระยะเวลาอยู่ในช่วง 28-48 วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.71 ± 5.43 วัน สำหรับระยะเวลาที่แม่กึ่งใช้ในการวางไข่นานที่สุด คือ การวางไข่ครั้งที่ 2 ถึงการวางไข่ครั้งที่ 3 ซึ่งจะใช้เวลาอยู่ในช่วง 30-52 วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.33 ± 5.40 วัน (ภาพที่ 2 และ ตารางที่ 1)



ภาพที่ 2 ระยะเวลา (วัน) ที่แม่กึ่งกักขังใช้ในการวางไข่ในแต่ละรอบของการวางไข่
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ตารางที่ 1 ผลของการวางไข่หลายครั้งของแมงกิ้งต่ออัตราการรอดตาย เพอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ และรอบของการวางไข่ของแมงกิ้ง

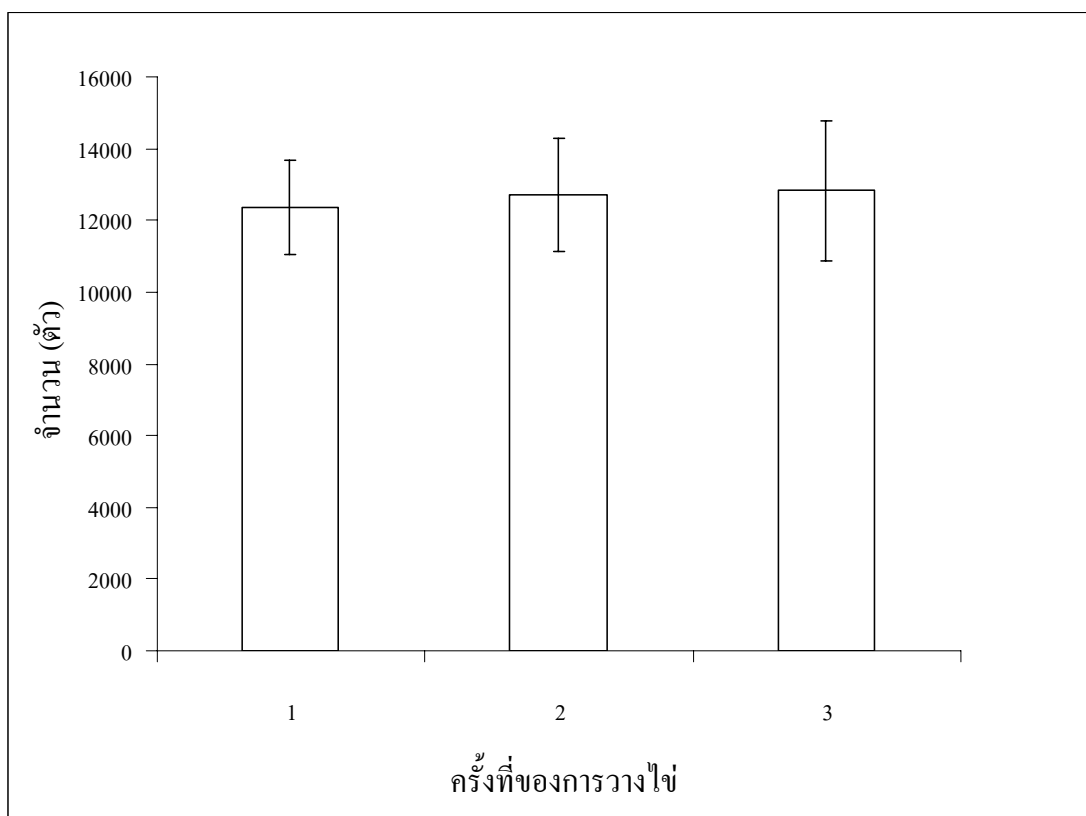
Parameters	ครั้งที่การวางไข่ของแมงกิ้งในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	1	2	3
จำนวนแมงกิ้งก้ามกรามที่เหลืรอด (ตัว)	62	57	49
จำนวนแมงกิ้งก้ามกรามที่วางไข่ (ตัว)	51	32	24
อัตราการรอดตายของแมงกิ้ง (เปอร์เซ็นต์)	86.11	79.17	68.06
เปอร์เซ็นต์การการผสมพันธุ์วางไข่ของแมงกิ้ง (เปอร์เซ็นต์)	82.26	56.14	48.98
น้ำหนักเฉลี่ยของแมงกิ้ง (กรัม)	23.88 $\pm$ 3.39	25.70 $\pm$ 3.24	27.67 $\pm$ 3.47
ความยาวเฉลี่ยของแมงกิ้ง (เซนติเมตร)	13.34 $\pm$ 0.88	14.03 $\pm$ 0.92	14.99 $\pm$ 1.12
รอบของการวางไข่ของแมงกิ้งก้ามกราม (วัน)	35.42 $\pm$ 5.04	38.71 $\pm$ 5.43	42.33 $\pm$ 5.40

2. ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกุ้งจากการวางไข่หลายครั้งของแม่กุ้ง

การเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกุ้งที่ได้จากการวางไข่ซ้ำหลายครั้งของแม่กุ้งที่สามารถวางไข่ต่อเนื่องกันครบ 3 รอบ จำนวน 24 แม่ ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

จำนวนลูกกุ้งแรกฟัก

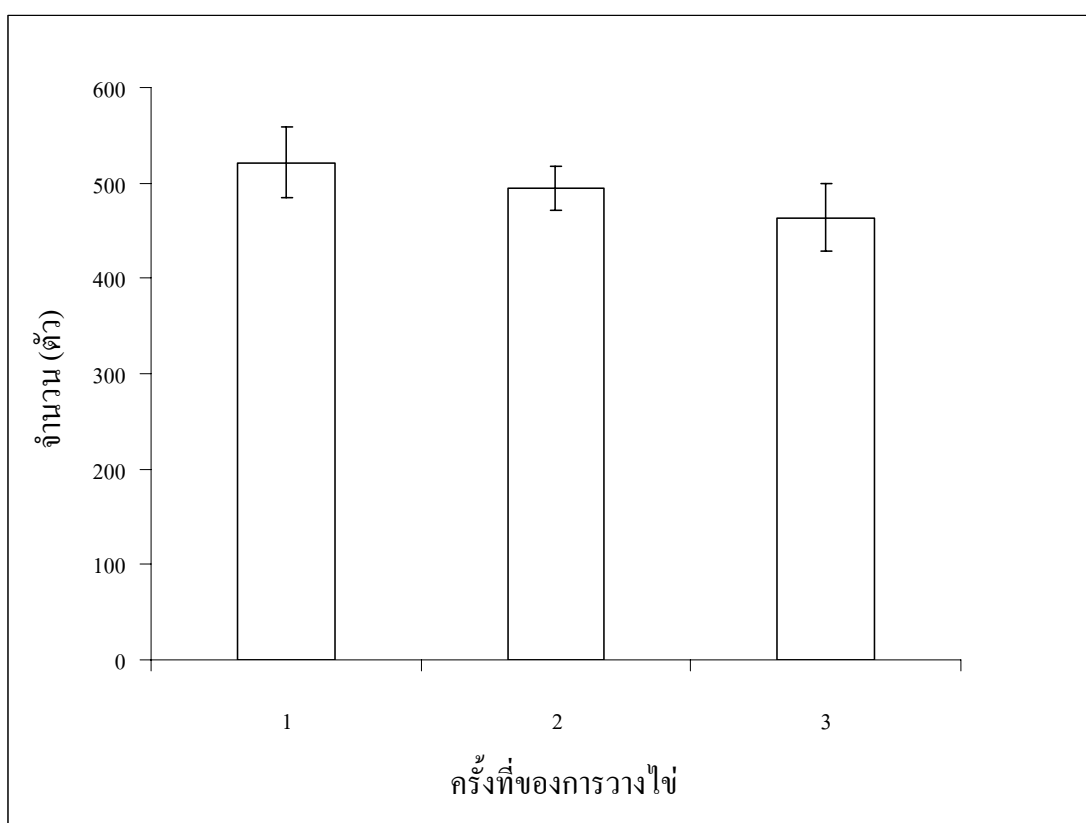
ผลการศึกษาจำนวนลูกกุ้งแรกฟักจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้ง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (ภาพที่ 3) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1.24 \pm 0.13 \times 10^4$, $1.27 \pm 0.16 \times 10^4$ และ $1.28 \pm 0.20 \times 10^4$ ตัว ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกกุ้งแรกฟักที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า จำนวนลูกกุ้งแรกฟักจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้งก้ามกรามไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 3 จำนวนลูกกุ้งก้ามกรามแรกฟัก (ตัว) ในแต่ละรอบของการวางไข่
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

จำนวนลูกกึ่งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่

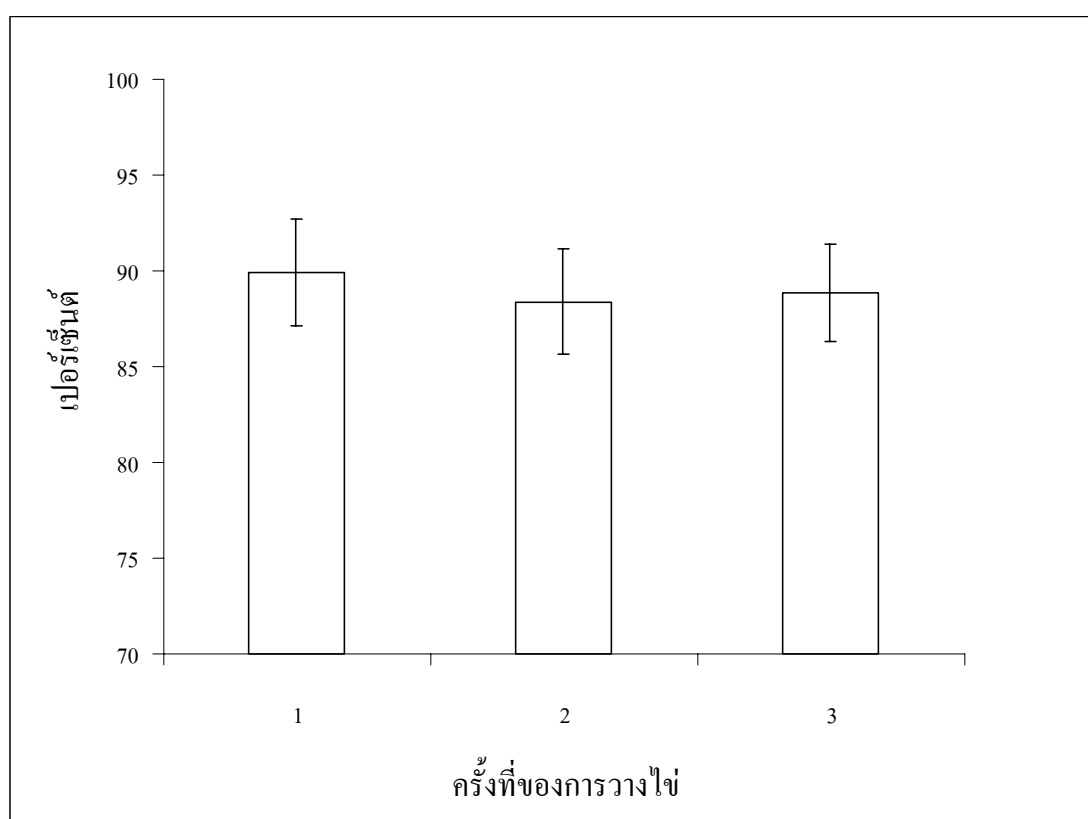
จากผลการศึกษาจำนวนลูกกึ่งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่ ของการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กึ่งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด พบว่า จำนวนลูกกึ่งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่ มีค่าเฉลี่ยลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ภาพที่ 4) โดยการวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กึ่งมีจำนวนลูกกึ่งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีเท่ากับ 521.50 ± 37.40 ตัวต่อกรัมน้ำหนักแม่ ในขณะที่การวางไข่ครั้งที่ 3 มีจำนวนลูกกึ่งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 463.58 ± 35.16 ตัวต่อกรัมน้ำหนักแม่ สำหรับการวางไข่ครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 494.90 ± 23.06 ตัวต่อกรัมน้ำหนักแม่ (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 4 จำนวนลูกกึ่งแรกฟัก (ตัว) ต่อกรัมน้ำหนักแม่ในแต่ละรอบของการวางไข่
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

อัตราการฟักของลูกกุ้ง

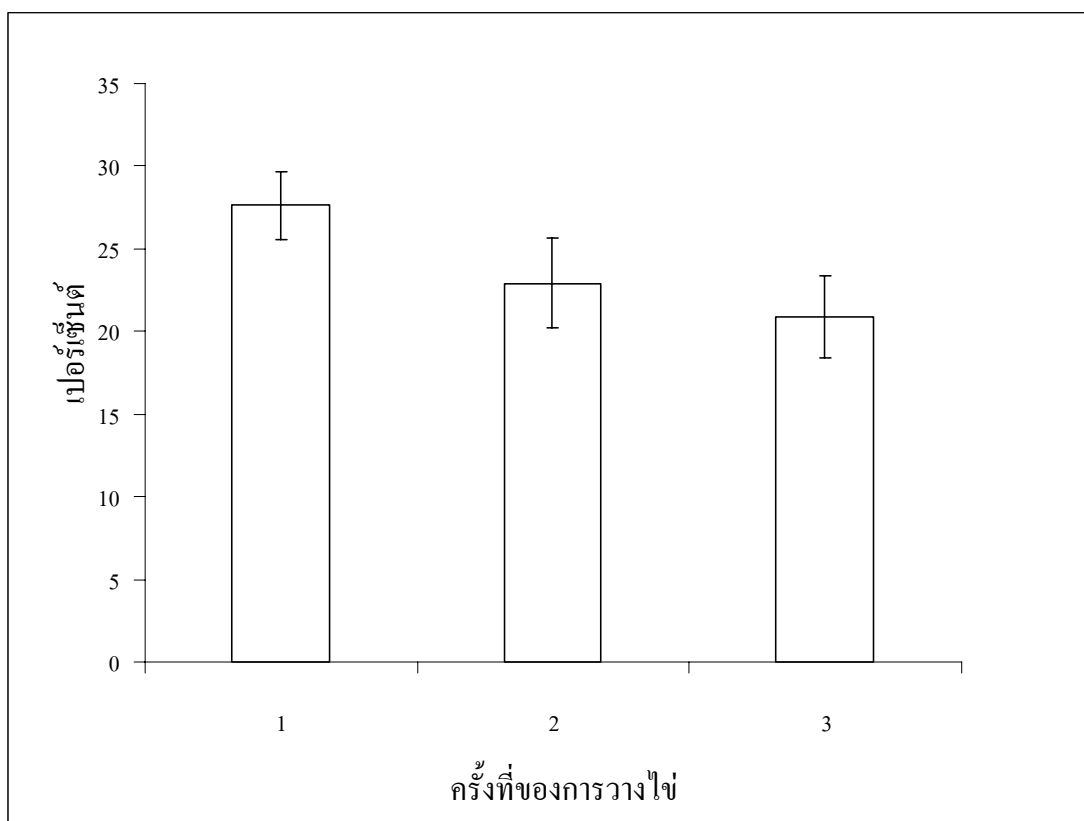
ผลการศึกษาอัตราการฟักของลูกกุ้งก้ามกรามจากการวางไข่ในแต่ละรอบของแม่กุ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด พบว่า อัตราการฟักของลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอัตราการฟักของลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.89 ± 2.79 , 88.40 ± 2.71 และ 88.83 ± 2.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 5 และ ตารางที่ 2)



ภาพที่ 5 อัตราการฟักของลูกกุ้ง (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละรอบของการวางไข่
(ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

อัตราการตายของลูกกุ้งคว่ำ

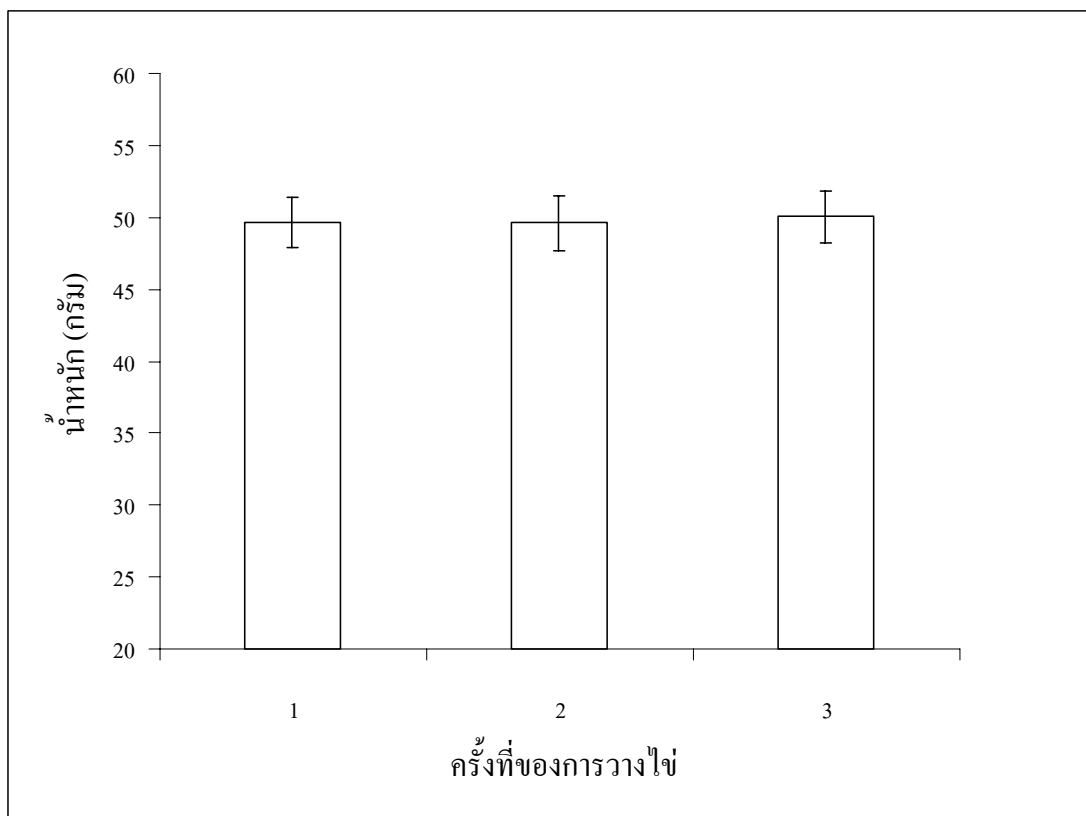
ผลการศึกษาอัตราการตายของลูกกุ้งคว่ำ จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักแบบปิด พบว่า ลูกกุ้งคว่ำมีอัตราการตายลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 6) โดยอัตราการตายของลูกกุ้งคว่ำจากการวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กุ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักแบบปิดมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.65 ± 2.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ การวางไข่ครั้งที่ 2 ของแม่กุ้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.92 ± 2.71 เปอร์เซ็นต์ และการวางไข่ครั้งที่ 3 ของแม่กุ้งมีอัตราการตายของลูกกุ้งคว่ำเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 20.88 ± 2.52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของอัตราการตายของลูกกุ้งคว่ำที่ได้จากการวางไข่ในแต่ละรอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราการตายของลูกกุ้งคว่ำจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้ง มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 6 อัตราการตายของลูกกุ้งคว่ำ (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละครั้งของการวางไข่
(ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

น้ำหนักของลูกกึ่งคว่ำ

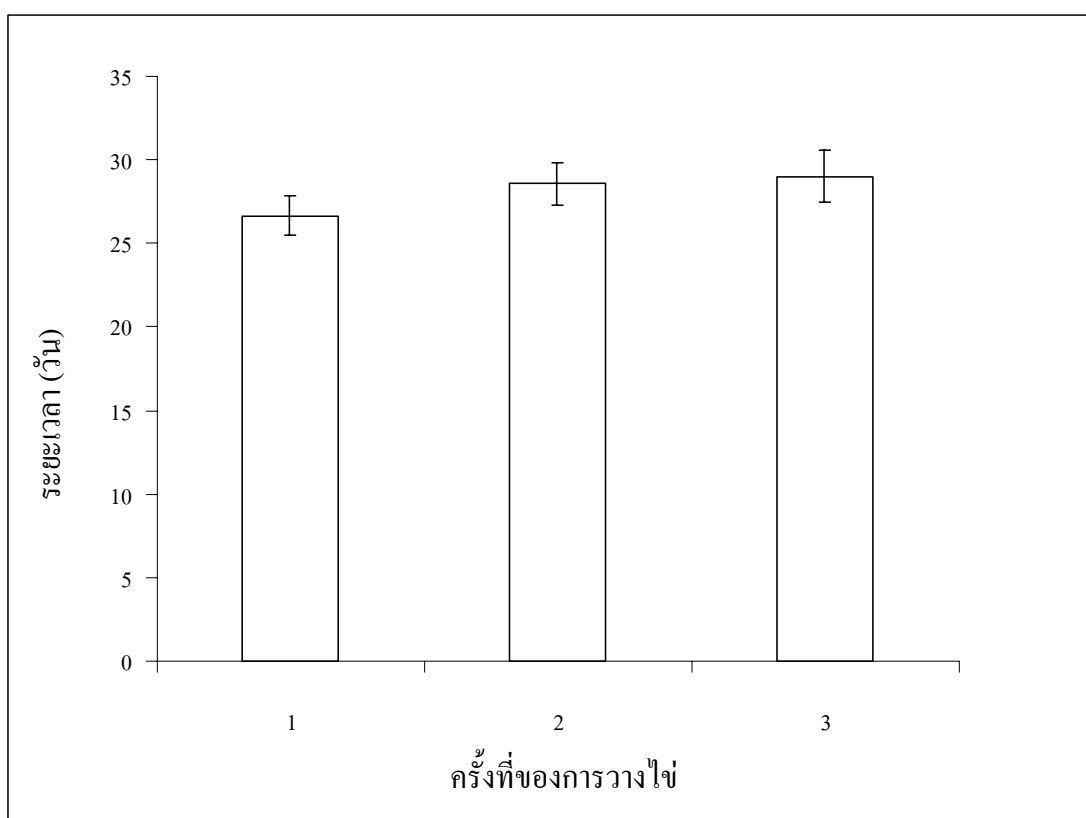
น้ำหนักของลูกกึ่งคว่ำที่ได้จากการสุ่มลูกกึ่งจำนวน 100 ตัวของแต่ละถึงอนุบาล พบว่า น้ำหนักของลูกกึ่งคว่ำจำนวน 100 ตัว จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กึ่งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.65 ± 1.74 , 49.61 ± 1.87 และ 50.03 ± 1.82 มิลลิกรัม ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำค่าเฉลี่ยน้ำหนักของลูกกึ่งคว่ำจำนวน 100 ตัว จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กึ่งมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า น้ำหนักของลูกกึ่งคว่ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาพที่ 7 และ ตารางที่ 2)



ภาพที่ 7 น้ำหนักลูกกึ่งคว่ำ (มิลลิกรัม / ลูกกึ่ง 100 ตัว) ในแต่ละครั้งของการวางไข่
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระยะเวลาที่ลูกกึ่งใช้ในการพัฒนาเป็นลูกกึ่งคว่ำ

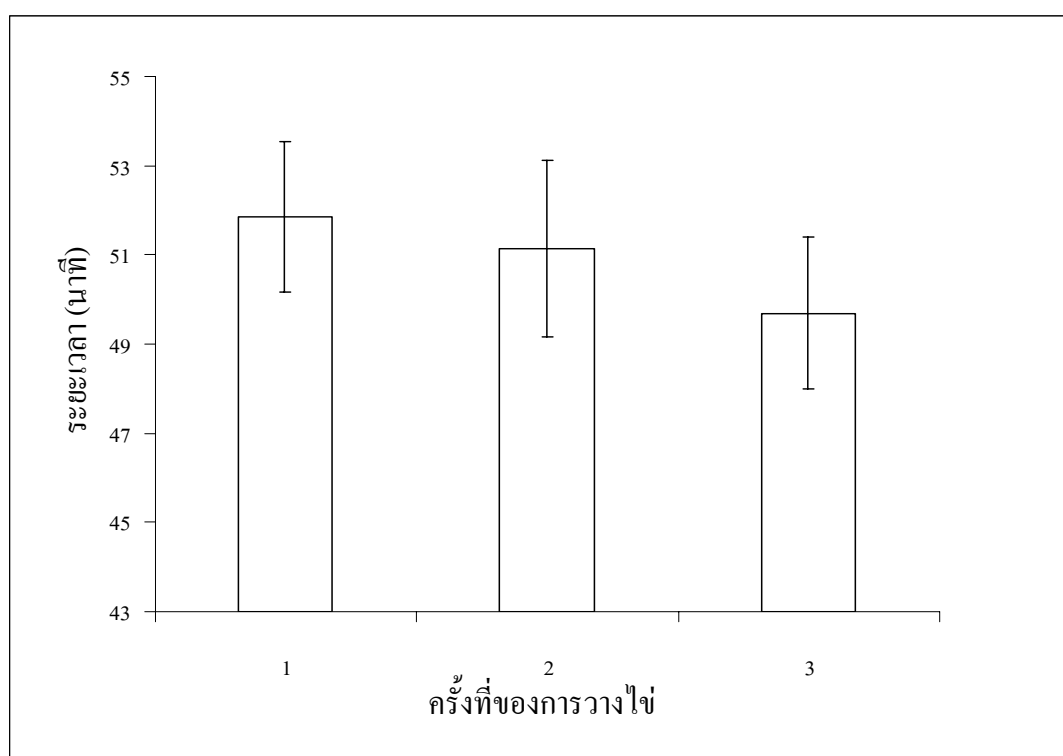
ผลการศึกษาระยะเวลาที่ลูกกึ่งแรกฝึกพัฒนาจนเป็นลูกกึ่งคว่ำ จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กึ่งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กึ่ง ลูกกึ่งแรกฝึกใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นลูกกึ่งคว่ำสั้นที่สุด ซึ่งมีระยะเวลาอยู่ในช่วง 24.67-29.00 วัน และมีระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 26.67 ± 1.22 วัน ขณะที่การวางไข่ครั้งที่ 2 และการวางไข่ครั้งที่ 3 ของแม่กึ่ง ระยะเวลาที่ลูกกึ่งแรกฝึกพัฒนาเป็นลูกกึ่งคว่ำไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยการวางไข่ครั้งที่ 2 มีระยะเวลาอยู่ในช่วง 25.67-31.33 วัน ซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 28.56 ± 1.28 วัน และการวางไข่ครั้งที่ 3 มีระยะเวลาอยู่ในช่วง 25.67-31.67 วัน โดยมีระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 29.02 ± 1.54 วัน (ภาพที่ 8 และตารางที่ 2)



ภาพที่ 8 ระยะเวลา (วัน) ที่ลูกกึ่งแรกฝึกพัฒนาจนเป็นลูกกึ่งคว่ำในแต่ละรอบของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ความทนทานของลูกกึ่งคว่ำต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม

ผลการศึกษาความทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลันจากความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน เป็น 0 ส่วนในพันส่วนของลูกกึ่งคว่ำที่ได้จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กึ่งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด โดยการนับลูกกึ่งคว่ำที่ตายทุก 5 นาที เพื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลา (นาที) ที่ลูกกึ่งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ลูกกึ่งคว่ำที่ได้จากการวางไข่ครั้งที่ 1 และ 2 ของแม่กึ่ง มีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยการวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กึ่ง ระยะเวลาที่ลูกกึ่งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ระหว่าง 48.33 – 54.17 นาที ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.84 ± 1.68 นาที และการวางไข่ครั้งที่ 2 ของแม่กึ่ง ระยะเวลาที่ลูกกึ่งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ระหว่าง 48.33 – 55.00 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.15 ± 1.98 นาที ในขณะที่การวางไข่ครั้งที่ 3 ของแม่กึ่ง มีระยะเวลาที่ลูกกึ่งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีระยะเวลาที่ลูกกึ่งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วง 46.67 - 53.33 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.69 ± 1.70 นาที (ดังกราฟที่ 9 และตารางที่ 2)



ภาพที่ 9 ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลันของลูกกึ่งคว่ำ (นาที) ในแต่ละรอบของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ตารางที่ 2 คุณภาพของลูกกึ่งคว่ำในแต่ละรอบของการวางไข่ของแม่กึ่งที่เลี้ยงในโรงเพาะฟักระบบปิด

Parameters	ครั้งที่การวางไข่ของแม่กึ่งในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	1	2	3
จำนวนลูกกึ่งก้ามกรามแรกฟัก ($\times 10^4$ ตัว)	1.24 ± 0.13^a	1.27 ± 0.16^a	1.28 ± 0.20^a
จำนวนลูกกึ่งก้ามกรามต่อกรัมน้ำหนักแม่ (ตัว)	521.50 ± 37.40^a	494.90 ± 23.06^b	463.58 ± 35.16^c
อัตราการฟักของลูกกึ่งก้ามกราม (เปอร์เซ็นต์)	89.89 ± 2.79^a	88.40 ± 2.71^a	88.83 ± 2.53^a
อัตราการตายของกึ่งก้ามกราม (เปอร์เซ็นต์)	27.65 ± 2.05^a	22.92 ± 2.71^b	20.88 ± 2.52^c
น้ำหนักของลูกกึ่งคว่ำ 100 ตัว (มิลลิกรัม)	49.65 ± 1.74^a	49.61 ± 1.87^a	50.03 ± 1.82^a
ระยะเวลาที่ลูกกึ่งแรกฟักใช้ในการพัฒนาเป็นลูกกึ่งคว่ำ(วัน)	26.67 ± 1.22^a	28.56 ± 1.28^b	29.02 ± 1.54^b
ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (นาทื)	51.84 ± 1.68^a	51.15 ± 1.98^a	49.69 ± 1.70^b

หมายเหตุ a, b และ c อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกกุ้ง

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในโรงเพาะฟักระบบปิดของการทดลองครั้งนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้ง ซึ่งมีผลดังนี้

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในวันที่ 4 ของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ ค่าความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำ ปริมาณไนโตรเจนในถังอนุบาลลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3) โดยอุณหภูมิของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.52 ± 0.07 , 30.54 ± 0.08 และ 30.51 ± 0.07 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.79 ± 0.11 , 6.80 ± 0.09 และ 6.79 ± 0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.79 ± 0.08 , 7.78 ± 0.08 และ 7.76 ± 0.11 ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.42 ± 1.34 , 94.17 ± 2.20 และ 94.83 ± 1.43 มิลลิกรัมต่อลิตร CaCO_3 ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.101 ± 0.03 , 0.105 ± 0.03 และ 0.103 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0055 ± 0.0007 , 0.0056 ± 0.0008 และ 0.0054 ± 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำในวันที่ 4 ของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำ	ครั้งที่ของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	1	2	3
อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	30.52 ± 0.07^a	30.54 ± 0.08^a	30.51 ± 0.07^a
ปริมาณออกซิเจนละลาย(mg/l)	6.79 ± 0.11^a	6.80 ± 0.09^a	6.79 ± 0.11^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.79 ± 0.08^a	7.78 ± 0.08^a	7.76 ± 0.11^a
ความเป็นด่าง(mg/l as CaCO_3)	94.42 ± 1.34^a	94.17 ± 2.20^a	94.83 ± 1.43^a
ปริมาณแอมโมเนีย(mg/l)	0.101 ± 0.03^a	0.105 ± 0.03^a	0.103 ± 0.04^a
ปริมาณไนโตรเจน(mg/l)	0.0055 ± 0.0007^a	0.0056 ± 0.0008^a	0.0054 ± 0.0006^a

หมายเหตุ a และ b อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาคูณภาพน้ำในวันที่ 8 ของการอนุบาลลูกกุ้ง พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำ และปริมาณไนไตรท์ จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของไข่กุ้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4) โดยอุณหภูมิของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.54 ± 0.05 , 30.53 ± 0.04 และ 30.54 ± 0.07 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.84 ± 0.08 , 7.83 ± 0.07 และ 7.86 ± 0.05 ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.67 ± 1.83 , 93.75 ± 1.98 และ 94.00 ± 2.04 มิลลิกรัมต่อลิตร CaCO_3 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.201 ± 0.04 , 0.188 ± 0.07 และ 0.187 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0202 ± 0.003 , 0.0198 ± 0.004 และ 0.0214 ± 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ขณะที่ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)แต่อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกกุ้ง โดยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 6.77 ± 0.11 , 6.80 ± 0.09 และ 6.83 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำในวันที่ 8 ของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำ	ครั้งที่ของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	1	2	3
อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	30.54 ± 0.05^a	30.53 ± 0.04^a	30.54 ± 0.07^a
ปริมาณออกซิเจนละลาย(mg/l)	6.77 ± 0.11^b	6.80 ± 0.09^{ab}	6.83 ± 0.06^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.84 ± 0.08^a	7.83 ± 0.07^a	7.86 ± 0.05^a
ความเป็นด่าง(mg/l as CaCO_3)	94.67 ± 1.83^a	93.75 ± 1.98^a	94.00 ± 2.04^a
ปริมาณแอมโมเนีย(mg/l)	0.201 ± 0.04^a	0.188 ± 0.07^a	0.187 ± 0.05^a
ปริมาณไนไตรท์(mg/l)	0.0202 ± 0.003^a	0.0198 ± 0.004^a	0.0214 ± 0.004^a

หมายเหตุ a และ b อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการศึกษาคูณภาพน้ำในวันที่ 12 ของการอนุบาลลูกกุ้ง พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ ความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำและปริมาณไนไตรท์จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 5) ขณะที่ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่) แต่อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้ง โดยอุณหภูมิของน้ำจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.53 ± 0.06 , 30.55 ± 0.06 และ 30.53 ± 0.06 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.79 ± 0.11 , 6.73 ± 0.13 และ 6.82 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.82 ± 0.05 , 7.84 ± 0.09 และ 7.83 ± 0.04 ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.42 ± 1.67 , 93.67 ± 1.93 และ 93.58 ± 2.12 มิลลิกรัมต่อลิตร CaCO_3 ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.325 ± 0.05 , 0.337 ± 0.08 และ 0.329 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0229 ± 0.0002 , 0.0228 ± 0.0004 และ 0.0233 ± 0.0003 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 5 คุณภาพน้ำในวันที่ 12 ของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำ	ครั้งที่ของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	1	2	3
อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	30.53 ± 0.06^a	30.55 ± 0.06^a	30.53 ± 0.06^a
ปริมาณออกซิเจนละลาย(mg/l)	6.79 ± 0.11^{ab}	6.73 ± 0.13^b	6.82 ± 0.08^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.82 ± 0.05^a	7.84 ± 0.09^a	7.83 ± 0.04^a
ความเป็นด่าง(mg/l as CaCO_3)	94.42 ± 1.67^a	93.67 ± 1.93^a	93.58 ± 2.12^a
ปริมาณแอมโมเนีย(mg/l)	0.325 ± 0.05^a	0.337 ± 0.08^a	0.329 ± 0.06^a
ปริมาณไนไตรท์(mg/l)	0.0229 ± 0.002^a	0.0228 ± 0.004^a	0.0233 ± 0.003^a

หมายเหตุ a และ b อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการศึกษาคูณภาพของน้ำในวันที่ 16 ของการอนุบาลลูกกุ้ง พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ ค่าความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำ และปริมาณไนไตรท์จากการวางไข่ซ้ำครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 6) โดยอุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.48 ± 0.07 , 30.49 ± 0.07 และ 30.49 ± 0.06 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.78 ± 0.11 , 6.80 ± 0.10 และ 6.83 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.83 ± 0.05 , 7.82 ± 0.06 และ 7.84 ± 0.08 ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.17 ± 1.66 , 94.08 ± 1.91 และ 93.83 ± 1.95 มิลลิกรัมต่อลิตร CaCO_3 ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.421 ± 0.05 , 0.440 ± 0.07 และ 0.409 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0298 ± 0.005 , 0.0291 ± 0.004 และ 0.0296 ± 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำในวันที่ 16 ของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำ	ครั้งที่ของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	1	2	3
อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	30.48 ± 0.07^a	30.49 ± 0.07^a	30.49 ± 0.06^a
ปริมาณออกซิเจนละลาย(mg/l)	6.78 ± 0.11^a	6.80 ± 0.10^a	6.83 ± 0.09^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.83 ± 0.05^a	7.82 ± 0.06^a	7.84 ± 0.08^a
ความเป็นด่าง(mg/l as CaCO_3)	94.17 ± 1.66^a	94.08 ± 1.91^a	93.83 ± 1.95^a
ปริมาณแอมโมเนีย(mg/l)	0.421 ± 0.05^a	0.440 ± 0.07^a	0.409 ± 0.06^a
ปริมาณไนไตรท์(mg/l)	0.0298 ± 0.005^a	0.0291 ± 0.004^a	0.0296 ± 0.003^a

หมายเหตุ a และ b อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการศึกษาคูณภาพน้ำในวันที่ 20 ของการอนุบาลลูกกุ้งพบว่า อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ ความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำ และปริมาณไนไตรท์ในถังอนุบาลลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 7) ขณะที่ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ในถังอนุบาลลูกกุ้ง จากการวางไข่ในแต่ละครั้งของแม่กุ้งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 7) และมีค่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง โดย อุณหภูมิของน้ำในถังอนุบาลลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.49 ± 0.06 , 30.50 ± 0.06 และ 30.50 ± 0.05 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.70 ± 0.13 , 6.77 ± 0.13 และ 6.81 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.83 ± 0.07 , 7.86 ± 0.08 และ 7.83 ± 0.04 ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.83 ± 1.86 , 93.75 ± 1.70 และ 93.58 ± 2.21 มิลลิกรัมต่อลิตร CaCO_3 ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.725 ± 0.06 , 0.696 ± 0.06 และ 0.695 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตรท์ของน้ำมีค่าเท่ากับ 0.0382 ± 0.006 , 0.0400 ± 0.005 และ 0.0394 ± 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 7 คุณภาพน้ำในวันที่ 20 ของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำ	ครั้งที่ของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	1	2	3
อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	30.49 ± 0.06^a	30.50 ± 0.06^a	30.50 ± 0.05^a
ปริมาณออกซิเจนละลาย(mg/l)	6.70 ± 0.13^b	6.77 ± 0.13^{ab}	6.81 ± 0.07^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.83 ± 0.07^a	7.86 ± 0.08^a	7.83 ± 0.04^a
ความเป็นด่าง(mg/l as CaCO_3)	93.83 ± 1.86^a	93.75 ± 1.70^a	93.58 ± 2.21^a
ปริมาณแอมโมเนีย(mg/l)	0.725 ± 0.06^a	0.696 ± 0.05^a	0.695 ± 0.05^a
ปริมาณไนไตรท์(mg/l)	0.0382 ± 0.006^a	0.0400 ± 0.005^a	0.0394 ± 0.006^a

หมายเหตุ a และ b อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการศึกษาคูณภาพน้ำในวันที่ 24 ของการอนุบาลลูกกุ้ง พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ ค่าความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวม และไนไตรท์ ในถังอนุบาลลูกกุ้งจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 8) โดย อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.52 ± 0.06 , 30.49 ± 0.09 และ 30.50 ± 0.07 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 6.74 ± 0.14 , 6.75 ± 0.12 และ 6.80 ± 0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.81 ± 0.07 , 7.83 ± 0.08 และ 7.81 ± 0.05 ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 94.33 ± 1.93 , 94.00 ± 1.96 และ 93.17 ± 2.70 มิลลิกรัมต่อลิตร CaCO_3 ปริมาณแอมโมเนียรวมของน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.898 ± 0.07 , 0.832 ± 0.17 และ 0.841 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0479 ± 0.006 , 0.0475 ± 0.004 และ 0.0470 ± 0.003 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำในวันที่ 24 ของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำ	ครั้งที่ของการวางไข่ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)		
	1	2	3
อุณหภูมิ($^{\circ}\text{C}$)	30.52 ± 0.06^a	30.49 ± 0.09^a	30.50 ± 0.07^a
ปริมาณออกซิเจนละลาย(mg/l)	6.74 ± 0.14^a	6.75 ± 0.12^a	6.80 ± 0.08^a
ความเป็นกรด-ด่าง	7.81 ± 0.07^a	7.83 ± 0.08^a	7.81 ± 0.05^a
ความเป็นด่าง(mg/l as CaCO_3)	94.33 ± 1.93^a	94.00 ± 1.96^a	93.17 ± 2.70^a
ปริมาณแอมโมเนีย(mg/l)	0.898 ± 0.07^a	0.832 ± 0.17^a	0.841 ± 0.07^a
ปริมาณไนไตรท์(mg/l)	0.0479 ± 0.006^a	0.0475 ± 0.004^a	0.0470 ± 0.003^a

หมายเหตุ a และ b อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4. การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงพ่อแม่กุ้งก้ามกรามในระบบปิด ซึ่งมีระบบน้ำหมุนเวียนที่ผ่านขบวนการกรองตลอดเวลา โดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่จะมีการเติมน้ำเพื่อทดแทนน้ำที่สูญเสียไประหว่างที่มีการดูดตะกอน ซึ่งมีระยะเวลาในการเลี้ยงพ่อแม่กุ้งนาน 6 เดือน พบว่าคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของกุ้ง โดยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะอยู่ในช่วงระหว่าง 6.45 - 6.95 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิของน้ำจะอยู่ในช่วง 30.3-30.6 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) จะอยู่ในช่วง 7.43-7.94 ค่าความเป็นด่างของน้ำอยู่ในช่วง 60 – 66 มิลลิกรัมต่อลิตร CaCO_3 ปริมาณแอมโมเนียในน้ำ ซึ่งวิเคราะห์ในรูปของแอมโมเนียรวม (Total ammonia) อยู่ในช่วง 0.0002–0.6598 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตรท์ของน้ำอยู่ในช่วง 0 – 0.0556 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 9 คุณภาพน้ำในระบบเลี้ยงพ่อแม่กุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำ	ค่าสูงสุด – ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อุณหภูมิ(°C)	30.3 – 30.6	30.52 ± 0.07
ปริมาณออกซิเจนละลาย(mg/l)	6.45 – 6.95	6.77 ± 0.09
ความเป็นกรด-ด่าง	7.43 – 7.94	7.69 ± 0.15
ความเป็นด่าง(mg/l as CaCO_3)	60 – 65	63.52 ± 1.59
ปริมาณแอมโมเนีย(mg/l)	0.0002 – 0.6598	0.2958 ± 0.2340
ปริมาณไนไตรท์(mg/l)	0 – 0.0556	0.0243 ± 0.0174

วิจารณ์

จากผลการศึกษาการใช้ประโยชน์จากแม่พันธุ์กึ่งก้ามกรามที่ปลอดเชื้อโดยการวางไข่หลายครั้ง โดยนำแม่กึ่งก้ามกรามที่มีไข่แก่จากฟาร์มเกษตรกรมาทำการสลัดไข่แล้วนำแม่กึ่งชุดดังกล่าวมาทดลองเลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ พบว่า แม่กึ่งมีสามารถวางไข่อย่างต่อเนื่องได้ทั้งหมด 3 รอบ ภายในระยะเวลา 6 เดือน โดยอัตราการรอดตายและเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ของแม่กึ่งที่มีแนวโน้มลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มสูงขึ้น โดยแม่กึ่งที่รอดตายตลอดระยะเวลาการทดลองมีจำนวนทั้งหมด 49 ตัว จากแม่กึ่งเริ่มต้นการทดลองทั้งหมด 72 ตัว คิดเป็นอัตราการรอดตาย 68.06 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าแม่กึ่งที่สามารถผสมพันธุ์วางไข่ได้ครบทั้ง 3 รอบมีจำนวน 24 ตัว คิดเป็น 48.98 เปอร์เซ็นต์ของแม่กึ่งที่รอดตาย (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับ ทวี และ ถาวร (2537) ที่ได้รายงานไว้ว่า ปริมาณของแม่กึ่งกุลาค่าไข่แก่ที่ตรวจพบและสามารถนำขึ้นมาวางไข่ครั้งที่ 1 จะมีจำนวนมากที่สุดและจะลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ Daniels *et. al.* (2000) ได้รายงานการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กึ่งก้ามกรามในบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.1 เมตร และระดับความลึกของน้ำ 1.2 เมตร ระยะเวลา 5 – 6 เดือน แม่กึ่งก้ามกรามสามารถวางไข่ได้ครั้งละ 11 ตัว คิดเป็น 5–10 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนแม่กึ่งทั้งหมด และ Sandifer and Smith (1978) ได้ทำการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์เพื่อผลิตลูกกึ่งก้ามกราม โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ที่มีน้ำหนักมากกว่า 30 กรัมขึ้นไป ในสัดส่วนกึ่งเพศผู้ 1 ตัว ต่อกึ่งเพศเมีย 4 ตัว ซึ่งใช้ระยะเวลาในการศึกษานาน 5 เดือน พบว่า แม่กึ่งมีอัตราการรอดตาย 62 เปอร์เซ็นต์ และสามารถผสมพันธุ์วางไข่ในปริมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ทุก ๆ 2 สัปดาห์ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ สาเหตุการตายของแม่กึ่งมักจะเกิดขึ้นในระหว่างการผสมพันธุ์กับกึ่งเพศผู้ โดยกึ่งเพศเมียจะถูกจับกินถึงแม้ว่ากึ่งเพศเมียจะมีไข่สะสมอยู่บริเวณรังไข่ก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับ วิกรม (2549) ที่กล่าวว่า การผสมพันธุ์ของกึ่งก้ามกรามเพศเมียและกึ่งเพศผู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อกึ่งเพศเมียได้รับการยอมรับจากกึ่งเพศผู้ ซึ่งต้องเป็นกึ่งที่มีการพัฒนาของรังไข่ที่ดีและมีขนาดใหญ่ จึงจะไม่ถูกกึ่งเพศผู้จับกินหลังจากกึ่งเพศเมียลอกคราบ

สำหรับสาเหตุที่ส่งผลทำให้แม่กึ่งมีเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่จากการศึกษาครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการเลี้ยงแม่กึ่งในที่กักขังที่อาจส่งผลต่อความแข็งแรงของแม่กึ่งที่อาจเกิดภาวะเครียดส่งผลต่อความสามารถในการผสมพันธุ์วางไข่ลดลง นอกจากนี้คุณภาพของอาหารที่แม่กึ่งได้รับก็เป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากตลอดระยะเวลาการเลี้ยงแม่กึ่งครั้งนี้ จะให้อาหารชนิดเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว ดังเช่น ไพฑูรย์ และ ทวี (2540) ได้ศึกษาการเลี้ยงแม่

กึ่งกลางค่าโดยใช้อาหารสดร่วมกับอาหารชนิดเม็ดที่เสริมวิตามินอี พบว่าจำนวนที่แม่กุ้งมีการพัฒนาของรังไข่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสดคือ หมึก, กุ้งและหอย สลับกับการให้อาหารเม็ดที่เสริมวิตามินอีในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตลอดจนมีแม่กุ้งบางส่วนได้ตายไประหว่างการเลี้ยงจึงทำให้ปริมาณของแม่กุ้งที่จะวางไข่ในครั้งต่อไปลดลงได้เช่นเดียวกัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวางไข่ของแม่กุ้งที่เลี้ยงในกักขังของโรงเพาะฟักระบบปิดในแต่ละรอบ พบว่า แม่กุ้งใช้ระยะเวลาสำหรับการวางไข่ครั้งที่ 1 อยู่ในช่วง 27-46 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.42 ± 5.04 วัน และระยะเวลาที่ใช้หลังจากการวางไข่ครั้งที่ 1 เพื่อการวางไข่ครั้งที่ 2 ซึ่งจะอยู่ในช่วง 28-48 วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 38.71 ± 5.43 วัน สำหรับระยะเวลาที่แม่กุ้งใช้ในการวางไข่นานที่สุดคือ การวางไข่ครั้งที่ 2 เพื่อการวางไข่ครั้งที่ 3 ซึ่งจะอยู่ในช่วง 30-52 วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.33 ± 5.40 วัน ซึ่งจากผลที่ได้ดังกล่าวทำให้ทราบว่าแม่กุ้งจะใช้ระยะเวลาในการผสมพันธุ์วางไข่ยาวนานขึ้นตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแม่กุ้งมีอายุและขนาดเพิ่มมากขึ้นจึงส่งผลกระทบต่อระยะเวลาของการพัฒนารังไข่และการลอกคราบของกุ้งยาวนานขึ้น ยนต์ (2529) ได้แสดงให้เห็นว่า ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส กุ้งก้ามกรามที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะมีระยะเวลาในการลอกคราบยาวนานขึ้น และส่งผลกระทบต่อรอบของการวางไข่ให้ยาวนานขึ้นได้ โดยเฉพาะในกุ้งก้ามกราม ซึ่งมีพฤติกรรมการผสมพันธุ์ได้เฉพาะเมื่อตัวเมียลอกคราบ และเปลือกหุ้มตัวยังอ่อนอยู่เท่านั้นตัวผู้จึงจะสามารถเข้าผสมพันธุ์ได้

จำนวนลูกกุ้งแรกฟักจากผลการศึกษาทำให้ทราบว่า การวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้งที่เลี้ยงในกักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด มีจำนวนลูกกุ้งแรกฟักเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่มากขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากแม่กุ้งมีขนาดใหญ่ขึ้นตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งความคืบหน้าของกุ้งก้ามกรามก็มีค่าแปรผันตามขนาดของกุ้ง เช่นเดียวกับรายงานของ สมพงษ์ (2546) ได้รายงานว่างุ้งก้ามกรามที่มีขนาดความยาว 12 เซนติเมตร จะมีจำนวนไข่ประมาณ 15,000 ฟอง และสำหรับกุ้งที่มีขนาดความยาว 17-20 เซนติเมตร จะมีไข่ประมาณ 70,000-120,000 ฟอง แต่ในทางตรงกันข้ามในการทดลองครั้งนี้ พบว่า จำนวนลูกกุ้งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่มีแนวโน้มลดลงเมื่อแม่กุ้งมีจำนวนครั้งของการวางไข่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับ ทวี และ ถาวร (2537) ซึ่งได้รายงานว่างปริมาณไข่เฉลี่ยต่อตัวที่ได้จากการวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กุ้งกุลาดำทั้งที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่จะมีปริมาณเฉลี่ยมากที่สุด และจะลดลงตามจำนวนครั้งการวางไข่ที่มากขึ้น

จำนวนครั้งของการวางไข่ของแม่กุ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิดไม่มีผลต่ออัตราการฟักของลูกกุ้งวัยอ่อน โดยการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กุ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด มีอัตราการฟักของกุ้งวัยอ่อนเฉลี่ยเท่ากับ 89.89 ± 2.79 , 88.40 ± 2.71 และ 88.83 ± 2.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) Palacios and Racotta (2003) ได้รายงานว่าการวางไข่ต่อเนื่องกันหลายครั้งของแม่พันธุ์กุ้ง *L. vannamei* ไม่มีผลต่อการปฏิสนธิและอัตราการฟักเป็นตัวของลูกกุ้งในระยะ nauplii ขณะที่อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกว่าจากการอนุบาลครั้งนี้พบว่า อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกว่าจากการวางไข่ครั้งที่ 1 มีอัตราการรอดเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.65 ± 2.05 เปอร์เซ็นต์ แต่หลังจากการวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กุ้ง อัตราการรอดตายของลูกกุ้งคว่ำมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ตามจำนวนครั้งของการวางไข่ของแม่กุ้งที่เพิ่มขึ้น โดยการวางไข่ครั้งที่ 2 และ 3 ของแม่กุ้ง ลูกกุ้งคว่ำมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 22.92 ± 2.71 และ 20.88 ± 2.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ ถาวร และ ทวี (2536) ที่ได้ศึกษาอัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำระยะต่างๆ ที่ได้จากการกระตุ้นแม่กุ้งโดยวิธีบีบตา เพื่อให้วางไข่ครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่า อัตราการรอดตายในแต่ละระยะของลูกกุ้งที่ได้จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยอัตราการรอดตายของลูกกุ้งในแต่ละระยะจะลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น

การพัฒนาการของลูกกุ้งวัยอ่อนจนกลายเป็นกุ้งคว่ำที่มีลักษณะเหมือนกุ้งโตทุกประการ ซึ่งผลการศึกษานี้ พบว่า ลูกกุ้งที่ได้จากการวางไข่ของแม่กุ้งครั้งที่ 1 ของแม่กุ้ง มีระยะเวลาที่ลูกกุ้งการพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำเร็วที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.67 ± 1.22 วัน และระยะเวลาที่ลูกกุ้งใช้ในการพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำนานขึ้นตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มขึ้น โดยลูกกุ้งที่ได้จากการวางไข่ครั้งที่ 2 และ 3 ของแม่กุ้ง มีระยะเวลาที่ลูกกุ้งการพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยการวางไข่ครั้งที่ 2 และ 3 มีระยะเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 28.56 ± 1.28 และ 29.02 ± 1.54 วันตามลำดับ สมพงษ์ (2546) กล่าวว่า การเจริญเติบโตของลูกกุ้งแรกฟักจนกลายเป็นกุ้งคว่ำ จากการอนุบาลในระบบเปิด (Open system) จะพบลูกกุ้งคว่ำเมื่ออนุบาลได้ 16-18 วัน ทั้งนี้เนื่องจากการถ่ายน้ำบ่อยมีส่วนกระตุ้นให้ลูกกุ้งลอกคราบเร็วขึ้น ซึ่งการอนุบาลลูกกุ้งในระบบปิดลูกกุ้งจะคว่ำทั้งหมดใช้เวลา 30-35 วัน ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส ขณะเดียวกัน เชิดศักดิ์ และ ศศิวิมล (2544) ได้รายงานว่า ลูกกุ้งจะเริ่มคว่ำใช้ระยะเวลาประมาณ 17-20 วัน โดยลูกกุ้งที่อนุบาลในฤดูร้อนอาจคว่ำเร็วกว่านี้ ส่วนในฤดูหนาวอุณหภูมิต่ำลูกกุ้งจะใช้ระยะเวลานานกว่า แต่จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า อุณหภูมิในถังอนุบาลจะอยู่ในช่วง 30.3-30.6 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 2 วัน ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกกุ้ง ทั้งนี้เนื่องจากการวางไข่หลายครั้งของแม่กุ้งอาจ

ส่งผลทำให้คุณภาพและความสมบูรณ์ของลูกกุ้งลดลง จึงทำให้การพัฒนารูปร่างของลูกกุ้งใช้ระยะเวลานานมากขึ้น และการทดลองครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นว่าอัตราการรอดตายของลูกกุ้งคว่ำมีความสัมพันธ์แบบตรงกันข้ามกับ ระยะเวลาที่ลูกกุ้งใช้ในการพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำ โดยลูกกุ้งคว่ำจากการวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กุ้ง มีระยะเวลาที่ลูกกุ้งใช้ในการพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำเร็วที่สุด อัตราการรอดตายของลูกกุ้งคว่ำจึงมีค่าสูงที่สุด สำหรับการวางไข่ครั้งที่ 2 และ 3 ของแม่กุ้ง ลูกกุ้งใช้ระยะเวลาพัฒนาเป็นลูกกุ้งคว่ำนานขึ้น จึงมีความเสี่ยงต่อการกินกันเองสูง อาจส่งผลทำให้อัตราการรอดตายของลูกกุ้งคว่ำมีค่าลดลง อย่างไรก็ตามน้ำหนักของลูกกุ้งคว่ำจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลันจากความเค็ม 15 ส่วนในพัน ส่วน เป็น 0 ส่วนในพันส่วน เพื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลา (นาทิจ) ที่ลูกกุ้งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ลูกกุ้งคว่ำจากการวางไข่ครั้งที่ 1 และ 2 มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลัน ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยการวางไข่ครั้งที่ 1 และ 2 ของแม่กุ้ง ระยะเวลาที่ลูกกุ้งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.84 ± 1.68 และ 51.15 ± 1.98 นาทิจ ตามลำดับ ในขณะที่การวางไข่ครั้งที่ 3 ของแม่กุ้ง มีระยะเวลาที่ลูกกุ้งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.69 ± 1.70 นาทิจ สาเหตุที่ทำให้ลูกกุ้งตายนั้นเนื่องจากกุ้งจะต้องใช้พลังงานในการควบคุมแร่ธาตุและน้ำในร่างกายให้อยู่ในระดับคงที่ ถ้าน้ำมีความเค็มต่ำมากก็จะต้องใช้พลังงานมากในการรักษาระดับแร่ธาตุต่างๆในร่างกายให้คงที่ การที่กุ้งเกิดอาการอ่อนเพลียและเกิดการตายนั้นก็อาจมาจากขบวนการออสโมเรกูเรชันของกุ้งทำงานผิดปกติ เนื่องจากความเค็มลดลงอย่างเฉียบพลัน ทำให้การซึมผ่านของน้ำซึ่งเคลื่อนที่เร็วกว่าการเคลื่อนที่ของไอออน จะทำให้ตัวพองและน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้การทำงานของกระบวนการเมตาบอลิซึมผิดปกติ หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารละลายภายนอกที่มีความเจือจางกว่าภายในร่างกาย ซึ่งสัตว์น้ำจะตอบสนองด้วยการลดการแพร่ของไอออนและคลอไรด์ไอออน ที่จะทำให้ปริมาณไอออนในน้ำเลือดและคลอไรด์ไอออนลดลง ทำให้สัตว์น้ำตายได้ (บุญรัตน์, 2545 ; สุธีวัฒน์ และคณะ, 2539 ; Eddy, 1981 ; Cattaert *et al.*, 1994 ; Chen and Lin, 1994) ดังนั้นการวางไข่ต่อเนื่องกันหลายครั้งของแม่กุ้งจึงมีส่วนที่ทำให้ความสมบูรณ์แข็งแรงของลูกกุ้งคว่ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญในสภาพการเลี้ยงแม่พันธุ์ในที่กักขังในโรงเพาะฟักระบบปิด

คุณภาพน้ำในถังอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามตลอดระยะเวลาการอนุบาลในโรงเพาะฟักระบบปิดครั้งนี้ ได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดด่าง ความเป็นด่าง ปริมาณแอมโมเนียรวม และปริมาณไนไตรท์ พบว่า คุณภาพน้ำดังกล่าวในถังอนุบาลลูกกุ้งตลอดการทดลองการวางไข่ทั้ง 3 ครั้งของแม่กุ้ง อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน สมพงษ์ (2546) รายงานไว้ว่าอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามอยู่ในช่วง 28-31 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับ Sebastian (1996) รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามควรมีค่าอยู่ระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมที่สุดคือ 30 องศาเซลเซียส ส่วนระดับออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งควรอยู่ในปริมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 28 องศาเซลเซียส (อรพินท์, 2530) เช่นเดียวกับ Poxton and Allouse (1982) ที่ได้รายงานว่าระดับออกซิเจนต่ำสุดที่พวกกุ้ง ปู หอย จะอยู่ได้คือ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ดีสำหรับลูกกุ้งควรอยู่ในช่วง 7.5-8.5 (ประจวบ, 2530) ส่วนค่าความเป็นด่างของน้ำ ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่า ค่าความเป็นด่างของน้ำเป็นตัวช่วยควบคุมไม่ให้น้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำรวดเร็วจนเกินไป ซึ่งสำหรับค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้ง Boyd (1989) กล่าวว่า ควรมีค่ามากกว่า 80 มิลลิกรัมต่อลิตร CaCO_3 Tomasso (1994) พบว่าถ้าแอมโมเนียในน้ำเพิ่มสูงขึ้น จะมีความสามารถในการจับถ่ายแอมโมเนียของกุ้งลดลง ซึ่งจะทำให้ระดับของแอมโมเนียสะสมในเลือดและเนื้อเยื่อต่างๆเพิ่มสูงขึ้นส่งผลทำให้ระดับค่าความเป็นกรด-ด่างของเลือดเพิ่มขึ้นและมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ แอมโมเนียจะทำให้การใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อสูงขึ้น แอมโมเนียจะไปทำลายเหงือกและความสามารถในการขนส่งออกซิเจน ทำให้กุ้งอ่อนแอและติดเชื้อโรคได้ง่าย เป็นสาเหตุทำให้กุ้งตายได้ นอกจากนี้แอมโมเนียยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง โดยความเป็นพิษของแอมโมเนียจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อค่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำสูงขึ้น Armstrong *et al.* (1978) รายงานว่าค่า LC_{50} ที่ 24 และ 144 ชั่วโมงของปริมาณแอมโมเนียรวมในกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนมีค่าเท่ากับ 115 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า 96-hr LC_{50} ของแอมโมเนีย สำหรับ postlarva สำหรับลูกกุ้งกุลาดำอยู่ในช่วง 1.26-5.71 มิลลิกรัมต่อลิตร (Chin and Chen, 1987) นอกจากนี้ ชลอ และพรเลิศ (2547) ได้รายงานว่าระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูปของ NH_3 ที่ทำให้สัตว์น้ำตายโดยปกติอยู่ในช่วง 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่แอมโมเนียระหว่าง 0.1-0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งโตช้า และระดับแอมโมเนียที่ปลอดภัยต่อการเลี้ยงกุ้งควรน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับปริมาณไนไตรท์ วรรณ และ ยนต์ (2536) ได้รายงานค่า LC_{50} ที่ 96 ชั่วโมงของไนไตรท์ สำหรับกุ้งแชบ๊วยระยะ postlarva 7-16 อยู่ระหว่าง 4.8-6.1 มิลลิกรัม/ลิตร และ

LC₅₀ ที่ 24 ชั่วโมงของไนไตร์ต่อลูกกุ้งแชบ๊วยในระยะ nauplius, protozoa และ mysis มีค่าเท่ากับ 6.1, 29.0 และ 12.8 มิลลิกรัมต่อลิตร

สรุป

1. อัตราการรอดตายและเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ของแมงกิ้งตลอดการศึกษาที่เลี้ยงพ่อแม่แมงกิ้งในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนาน 6 เดือน พบว่า แม่กิ้งจำนวน 24 ตัว จากแม่กิ้งทั้งหมด 72 ตัว มีความสามารถในการวางไข่ได้ครบ 3 รอบ โดยอัตราการรอดตายและเปอร์เซ็นต์การผสมพันธุ์วางไข่ของแมงกิ้งในแต่ละครั้งจะลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มขึ้น

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวางไข่ในแต่ละรอบของแมงกิ้ง พบว่า มีระยะเวลานานขึ้นตามจำนวนครั้งของการวางไข่ โดยระยะเวลาที่แมงกิ้งใช้ระหว่างการวางไข่ครั้งที่ 1 ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด โดยมีระยะเวลาในช่วง 27-46 วัน รองลงมาคือ ระยะเวลาที่ใช้จากการวางไข่ครั้งที่ 1 ถึงการวางไข่ครั้งที่ 2 ซึ่งจะอยู่ในช่วง 28-48 วัน สำหรับระยะเวลาที่แมงกิ้งใช้ในการวางไข่นานที่สุดคือ การวางไข่ครั้งที่ 2 ถึงการวางไข่ครั้งที่ 3 ซึ่งจะอยู่ในช่วง 30-52 วัน

3. อัตราการฟักของไข่จากการวางไข่ในแต่ละครั้งของแม่พันธุ์กิ้งก้ำมกราม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอัตราการฟักจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.89 ± 2.79 , 88.40 ± 2.71 และ 88.83 ± 2.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. จำนวนลูกกิ้งแรกฟักจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กิ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด พบว่า จำนวนลูกกิ้งแรกฟักมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ตามจำนวนครั้งการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น ขณะที่จำนวนลูกกิ้งแรกฟักต่อกรัมน้ำหนักแม่จากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กิ้งมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

5. อัตราการรอดตายของลูกกิ้งกว่าจากการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กิ้งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ($p<0.05$) โดยการวางไข่ครั้งที่ 1 มีอัตราการรอดตายของลูกกิ้งกว่าเฉลี่ยสูงสุด และมีค่าลดลงตามจำนวนครั้งของการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้น

6. น้ำหนักของลูกกึ่งคว่ำที่ได้จากการสุ่มลูกกึ่งจำนวน 100 ตัวของแต่ละถึงอนุบาล พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยการวางไข่ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของแม่กึ่งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.65 ± 1.74 , 49.61 ± 1.87 และ 50.03 ± 1.82 มิลลิกรัม ตามลำดับ

7. ระยะเวลาที่ลูกกึ่งแรกฟักพัฒนาเป็นลูกกึ่งคว่ำของลูกกึ่งในถึงอนุบาล พบว่า การวางไข่ครั้งที่ 1 ของแม่กึ่ง ลูกกึ่งแรกฟักใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นลูกกึ่งคว่ำสั้นที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับการวางไข่ครั้งที่ 2 และ 3 ของแม่กึ่ง สำหรับการวางไข่ครั้งที่ 2 และ การวางไข่ครั้งที่ 3 ของแม่กึ่ง ลูกกึ่งแรกฟักใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเป็นลูกกึ่งคว่ำไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

8. ผลการศึกษาความทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลันจากความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน เป็น 0 ส่วนในพันส่วนโดยการนับลูกกึ่งที่ตายทุก 5 นาที จากนั้นทำการบันทึก ระยะเวลาที่ลูกกึ่งคว่ำตายได้ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ความทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลันของลูกกึ่งคว่ำจากการวางไข่ครั้งที่ 1 และ 2 ของแม่กึ่งที่เลี้ยงในที่กักขังของโรงเพาะฟักระบบปิด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่การวางไข่ครั้งที่ 3 มีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างเฉียบพลันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลูกกึ่งในการวางไข่ครั้งที่ 3 ของแม่กึ่ง มีความสามารถในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มน้อยที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2547. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2547. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 4/2549.

ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง. กรุงเทพฯ

จักรตุพร วิสุทธิพันธ์. 2536. ผลของแมกนีเซียมไอออนและโพแทสเซียมไอออนที่ระดับต่าง ๆ ต่อ อัตรารอดของกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* (deMan) ในน้ำเกลือสินเธาว์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรพงษ์ นิละมนต์. 2549. ผลของไวรัส *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) และ extra small virus (XSV) ในแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามต่อคุณภาพลูกกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลอ ลิมสุวรรณ และ พรเลิศ จันทรรักษ์ชกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. บริษัท เมจิก พับบลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ. 206 น.

ชัยศิริ ศิริกุล, มะลิ ถาน้ำเที่ยง, ประเสริฐ มั่นศิริ, ปราณี สนโคกสูง และ กฤษณา โทนโตะ. 2530. ความสามารถในการวางไข่ของปลาดูเพียนขาวในระยะเวลา 1 ปี. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2530. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดนครราชสีมา. กองประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ถาวร ธรรมเสวต และ ทวี จินดามัยกุล. 2536. ศึกษาอัตราการตายของลูกกุ้งระยะต่างๆที่ได้จากการกระตุ้นแม่กุ้งให้มีการวางไข่โดยวิธีการบีบก้านดาซึ่งวางไข่ครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2536. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งภูเก็ต. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ทวี จินดามัยกุล และ ถาวร ธรรมเสวต. 2537. การผลิตพันธุ์กุ้งกุลาดำจากแม่กุ้งที่มีขนาดต่างกันโดยการกระตุ้นด้วยการบีบก้านดา. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2537. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งภูเก็ต. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ธานี พุนดี. 2529. การใช้อาหารผสมสมทบกับอาร์ทีเมียอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิติ ชูเชิด, ชลอ ลิมสุวรรณ, วราห์ เทพาหุดี, เต็มดวง สมศิริ, นิธิศ ภัทรกุลชัย และ
ศุภมาส ศรีวงศ์พุก. 2547. รายงานการวิจัยการศึกษาความสัมพันธ์คุณภาพน้ำ การเกิดโรค
และอัตราการรอดในการอนุบาลกุ้งก้ามกรามสายพันธุ์ที่ปรับปรุงแล้ว. สำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 118 น.

บรรจง เทียนส่งรัมย์. 2535. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ. 81 น.

บุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. ความสำคัญของการเลี้ยงกุ้ง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ
บริษัทซิสเคมอครีคัลเจอร์รีล จำกัด, กรุงเทพฯ.

ประจวบ หล้าอุบล. 2519. ความรู้เรื่องการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม กูลาดำ ป่อกุ้ง นากุ้ง และระบบ
ต่างๆของกุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ. 226 น.

_____. 2527. กุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 237 น.

_____. 2530. การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 48 น.

ไพโรจน์ พรหมานนท์ และ ทรงชัย สหวัชรินทร์. 2512. ผลการทดลองเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัย
อ่อนที่สถานีประมงทะเลสาบสงขลา, น. 78-103. ใน รายงานประจำปี 2512. สถานีประมง
ทะเลสงขลา กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ไมตรี พวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัย
ทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพฯ. 115 น.

ยนต์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 146 น.

_____. 2530. กำลังผลิตทางชีวภาพในบ่อปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 87 น.

รุ่งจิตร ขอดดี, สมเกียรติ ปิยะธีรศิริวรกุล และ เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2523. ผลของการเสริมแอส
ทาแซนทินและวิตามินเอที่มีต่อการเติบโต การรอด และความทนต่อความเครียดของกุ้ง
กุลาดำ *Penaeus monodon* วัยอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เรืองวิชัย ชื่นพันธ์. 2544. ชีววิทยาของกุ้งก้ามกราม, น. 1-12. ใน โครงการฝึกอบรมเทคโนโลยีการ
เพาะ และอนุบาลกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณ รัตนโกสีย์กิจ และ ยนต์ มุสิก. 2536. ความเป็นพิษของไนไตรท์ต่อลูกกุ้งแชบ๊วย, น. 409-
413. ใน รายงาน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31 สาขาสัตว
ประมง สัตวแพทยศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วณิชยา น้อยวังคลัง. 2544. อนุกรมวิธานของกุ้งน้ำจืดสกุล *Macrobrachium* Bate, 1868 ในลุ่มน้ำ
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิกรม รังสินธุ์. 2549. กายวิภาคของกุ้งก้ามกรามและการผลิตกุ้งเพศผู้ล้วนโดยการทำลายต่อแอน
โดรเจนิค. เอกสารเผยแพร่ของโครงการการประยุกต์ใช้พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ
เพื่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน (เมธีวิจัยอาวุโส สกว.2546 – ศาสตราจารย์
อุทัยรัตน์ ณ นคร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ สุวรรณทศ. 2546. กลวิธีการเพาะและอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในประเทศไทย. เอกสาร
แนะนำ กรมประมง, กรุงเทพฯ. 47 น.

สุธีวัฒน์ สมสืบ, พิสมัย สมสืบ, มะลิ บุญรัตผลิน และ อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. การทดสอบปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อกุ้งกุลาดำ, น. 354-366. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 สาขาประมง, กรุงเทพฯ.

อนันต์ ต้นสุตะพานิช. 2525. แนวทางการเพิ่มผลผลิตลูกกุ้งก้ามกราม. วารสารการประมง 36(6): 604-613.

อรพินท์ จินตสถาพร 2530. การใช้ออกซิเจนของกุ้งทะเลชนิดที่พบในนาุ้งธรรมชาติของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำพล พงศ์สุวรรณ, ไพโรจน์ พรหมานนท์ และ ทรงชัย สหวัชรินทร์. 2510. การศึกษาชีวประวัติเบื้องต้นของกุ้งก้ามกราม ในทะเลสาบสงขลา, น. 145- 173. รายงานประจำปี . สถานีประมงทะเลจังหวัดสงขลา 2509-2510. กรมประมง, กรุงเทพมหานคร.

Aniello, M.S. and T. Single. 1980. Some studies on the larviculture of the giant prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **IFS Probisional. rept.** 9: 50-59

APHA., AWWA. and WPCP. 1995. **Standard Method for the Examination of water and wastewater.** 20th ed. United Book Press, Maryland. 1,200 p.

Armstrong, D.A.,D. Chippendale, A.W. Knight and J.E. Colt. 1978. Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, *Macrobrochium rosenbergii*. **Biol. Boll.** 154: 15-31

Boyd, C.E. 1989. **Water Quality Management and Aerotion in Shrimp Farming.** Fishery and Allied Aquaculture Department Series No.2, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 53 p.

- Cattaert, D.A. Araqua. W.Buno and F. Charac. 1994. Moritor neurons of the crayfish walking system posses TEA⁺ reavealed regenerative electrical properties. **J.exp.Biol.** 188:339-345.
- Chen, J.C. and J.L.Lin. 1994. Osmolality and chloride concentration in the haemolymph of subadult *Peanaeus chinensis* subjected to different salinity levels. **Aquaculture** 125:167-174
- Chin, T.S. and J.C. Chen. 1987. Acute toxicity of ammonia to larvae of the tiger prawn, *Penaeus monodon*. **Aquaculture**. 66: 247-253
- Crococ, P.J., Coman, G.J. 1997. Seasonal and age variability in the reproductive performance of *Penaeus semisulcatus* broodstock: optimizing broodstock selection. **Aquaculture**. 155: 55-67.
- Danials, W.H., O.R. Cavalli and R.P. Samullen. 2000. Broodstock management. *In* Freshwater prawn culture. The farming of *Macrobrachium rosenbergii* . Blackwell Science Ltd. 44-45.
- Eddy, F.B. 1981 **Effect of stress on osmotic and ionic regulation in fish**, pp. 77-102. *In* A.D. Pickering (ed.) Stress and fish. Acadamic Press, London.
- Emmerson, W.D. 1983. Maturation and growth of ablated an unablated *Penaeus monodon* Fabricius. **Aquaculture**. 32: 235-241.
- Grasshoff, K. 1976. **Methods of Seawater Analysis**. Verlag Chemie, Weinheim, New York. 317 p.
- Houlthuis, L.B. 1995. Note on Indo-West Pacific Crustacea Decapoda III to IX **Zoologische Mededelingen** 69 : 169-151.

- Ottogalli, L., Galine, C., Goxe, D. 1988. Reproductive in captivity of *Penaeus stylirostris* in New Caledonia. **J. Aquac. Trop.** 3: 111-125.
- Palacious, E. and Racotta, I.S. 2003. Effect of number of spawns on the resulting spawn quality of 1-year-old pond-reared *Penaeus vannamei* (Boone) broodstock. **Aquac. Res.** 34: 427-435
- Poxton, M.G. and S.B. Allouse. 1982. Water quality criteria for marine fisheries. **Aqua. Eng.** 1: 153-191.
- Sandifer, P.A. and T.I.J. Smith. 1978. Aquaculture of Malaysian prawns in controlled environments. **Food Technology.** 32: 36-83.
- Sebastian, F.D.(Ed.). 1996. **A manual on seed production and farming of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii***. The Marine Product Export Development Authority, Ministry of Commerce, Govt. of India, Cochin. 58p.
- Suharto, H.H., A.Ismail and A. Poernome. 1980. Breeding technique of *Macrobrachium rosenbergii*. in conical feber glass tank. **IFS Provisional. Rept.** 9:95-105.
- Sureshlumar, S. and B.M. Kurup. 1998 Fecundity indices of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Aquaculture in the tropics* 13: 181-188.
- Tumasso, J.R. 1994. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. **Rev. In. Fisheries.Sci.** 2:291-314.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักของแม่กึ่งก้ามกรามในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่กึ่ง	น้ำหนักแม่กึ่งก้ามกรามในแต่ละรอบ			
	เริ่มต้น	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
1	18.27	21.38	22.41	24.68
2	17.73	18.48	22.26	23.14
3	19.43	21.84	23.47	27.51
4	18.53	20.62	23.17	25.83
5	22.47	24.49	25.22	27.93
6	21.14	24.36	26.18	29.86
7	24.31	26.83	29.12	31.01
8	23.27	26.43	29.66	30.84
9	18.28	20.16	21.34	22.07
10	25.27	27.73	28.49	31.33
11	25.88	28.19	30.07	32.69
12	22.44	24.36	25.27	27.43
13	16.17	18.14	20.28	21.37
14	26.88	29.23	31.54	33.62
15	21.44	24.61	26.23	28.50
16	24.62	27.97	29.36	30.04
17	18.61	20.11	22.73	23.12
18	22.47	25.31	26.42	28.25
19	23.14	26.43	27.87	29.86
20	16.63	18.97	20.61	23.23
21	18.41	20.54	23.17	24.22
22	23.39	25.13	26.57	28.44
23	26.97	27.49	28.63	30.42
24	22.47	24.20	26.66	28.61

ตารางผนวกที่ 2 ความยาวของแม่กุ้งก้ามกรามในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่กุ้ง	ความยาวแม่กุ้งก้ามกรามในแต่ละรอบ			
	เริ่มต้น	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
1	11.76	12.87	13.42	13.98
2	11.87	12.64	13.64	14.06
3	12.06	13.11	13.79	14.54
4	11.77	12.64	13.62	14.32
5	12.34	13.89	14.24	14.82
6	12.21	13.32	14.21	15.34
7	12.68	13.65	14.44	16.24
8	11.89	13.24	14.15	15.89
9	10.98	11.98	12.62	13.34
10	13.25	13.96	14.86	16.26
11	13.46	13.94	15.12	16.66
12	12.87	13.52	13.88	14.43
13	10.08	11.15	11.94	12.57
14	13.46	14.87	15.66	16.76
15	12.78	13.54	13.97	15.54
16	12.94	14.22	14.68	16.07
17	11.53	12.21	12.63	13.44
18	12.42	13.67	14.06	14.98
19	12.86	13.98	14.76	15.12
20	10.54	11.38	11.87	12.66
21	11.24	12.04	12.77	13.96
22	12.64	13.78	14.48	15.54
23	13.76	14.94	15.66	16.82
24	12.43	14.04	14.87	15.76

ตารางผนวกที่ 3 รอบของการวางไข่ของแม่กิ้งก่ามกราคม

แม่กิ้ง	รอบของการวางไข่ของกิ้งก่ามกราคม (วัน)		
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3
1	33	29	44
2	29	36	45
3	37	39	44
4	29	43	38
5	30	37	47
6	32	39	49
7	37	29	43
8	31	38	30
9	37	39	41
10	40	45	43
11	27	48	31
12	37	47	39
13	35	30	42
14	42	40	43
15	38	42	36
16	40	42	44
17	43	41	38
18	35	35	46
19	29	28	45
20	37	39	45
21	33	42	52
22	41	40	48
23	32	43	36
24	46	38	47

ตารางผนวกที่ 4 จำนวนลูกกึ่งแรกฝึกในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่กึ่ง	จำนวนลูกกึ่งแรกฝึก (ตัว)		
	รอบ 1	รอบ 2	รอบ 3
1	10240	10488	10405
2	11062	11048	10862
3	11633	12045	11584
4	10560	11554	12309
5	12487	12741	11405
6	12570	13470	14880
7	13342	14550	15142
8	12250	13550	13342
9	11024	10846	10062
10	14021	14876	14620
11	14605	14987	14340
12	12887	12556	11287
13	10804	11026	10956
14	14982	15236	15412
15	12603	13400	14648
16	13840	14021	14944
17	11568	10880	10247
18	13160	13478	14342
19	12442	13682	13228
20	10847	10481	10639
21	11620	10769	10224
22	11890	12442	14780
23	13768	14802	15314
24	12464	11894	13085

ตารางผนวกที่ 5 จำนวนลูกกึ่งแรกฝึกต่อกรัมน้ำหนักแม่ในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่กึ่ง	จำนวนลูกกึ่งเฉลี่ยต่อกรัมน้ำหนักแม่ (ตัว)		
	รอบ 1	รอบ 2	รอบ 3
1	478.95	468.01	421.60
2	598.59	496.32	469.40
3	532.65	513.21	421.08
4	512.12	498.66	476.54
5	509.88	505.19	408.34
6	516.01	514.51	498.33
7	497.28	499.66	488.29
8	463.49	456.84	432.62
9	546.83	508.25	455.91
10	505.63	522.15	466.65
11	518.09	498.40	438.67
12	529.02	496.87	411.48
13	595.59	543.69	512.68
14	512.56	483.07	458.42
15	512.11	510.87	513.96
16	494.82	477.55	497.47
17	575.24	478.66	443.21
18	519.95	510.14	507.68
19	470.75	490.92	443.00
20	571.80	508.54	457.99
21	565.73	464.78	422.13
22	473.14	468.27	519.69
23	500.84	517.01	503.42
24	515.04	446.14	457.36

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการฟักของลูกกุ้งในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่กุ้ง	อัตราการฟักของลูกกุ้งก้ามกราม (เปอร์เซ็นต์)		
	รอบ 1	รอบ 2	รอบ 3
1	84.44	85.55	86.77
2	91.50	86.91	89.98
3	85.56	86.66	87.60
4	87.72	91.92	86.87
5	87.07	86.94	91.42
6	93.15	92.62	92.38
7	89.99	91.42	90.35
8	93.54	87.79	89.63
9	91.62	85.47	86.41
10	88.26	88.11	88.55
11	92.40	88.57	88.52
12	88.50	88.37	85.94
13	92.45	92.33	88.47
14	88.93	88.54	87.96
15	91.40	91.01	90.00
16	92.97	91.30	92.33
17	89.70	85.24	86.82
18	95.11	90.54	86.95
19	89.58	87.27	89.35
20	92.01	84.82	85.36
21	90.32	85.16	90.69
22	86.50	86.17	92.00
23	88.08	93.16	93.84
24	86.45	85.64	83.67

ตารางผนวกที่ 7 น้ำหนักลูกกุ้งตัวจำนวน 100 ตัว (มิลลิกรัม) ในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่ กุ้ง	การวางไข่ครั้งที่ 1			การวางไข่ครั้งที่ 2			การวางไข่ครั้งที่ 3		
	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3
1	49.80	51.30	46.30	44.90	47.80	51.40	47.70	44.10	49.30
2	46.20	47.60	49.30	48.40	51.80	46.20	51.30	53.60	46.20
3	54.10	45.30	52.10	47.70	45.70	53.10	53.20	50.70	54.40
4	48.30	53.40	47.60	51.30	53.70	51.70	52.40	49.30	50.20
5	46.40	49.30	46.90	49.30	44.30	47.80	48.40	46.60	51.70
6	53.70	50.60	44.30	50.40	49.30	45.70	53.30	49.70	50.40
7	52.40	44.70	54.20	51.10	55.30	48.30	45.70	48.30	49.70
8	50.30	48.30	51.10	48.30	47.10	54.20	52.40	55.30	46.80
9	51.80	54.20	46.90	52.80	48.10	50.80	51.70	47.30	53.80
10	55.30	54.70	53.70	47.80	44.70	54.60	53.40	51.90	47.80
11	44.10	46.20	50.30	46.30	45.20	49.70	56.20	49.20	46.30
12	51.60	48.40	47.50	51.60	54.20	50.40	51.30	45.30	54.20

ตารางผนวกที่ 7 น้ำหนักลูกกุ้งตัวจำนวน 100 ตัว (มิลลิกรัม) ในแต่ละรอบของการวางไข่ (ต่อ)

แม่กุ้ง	การวางไข่ครั้งที่ 1			การวางไข่ครั้งที่ 2			การวางไข่ครั้งที่ 3		
	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3
13	54.20	47.30	51.30	49.10	46.30	54.90	49.70	47.30	51.80
14	50.40	45.80	52.80	48.70	44.90	46.60	46.70	41.10	44.68
15	51.40	52.40	49.20	50.10	47.30	51.90	46.90	48.20	55.30
16	49.50	48.10	45.20	53.20	54.70	47.40	47.20	52.70	49.60
17	48.40	54.60	49.70	48.90	44.80	52.20	51.40	48.10	46.40
18	48.20	44.90	47.30	47.20	46.30	49.40	50.30	50.90	54.40
19	55.30	52.10	47.70	44.60	52.90	47.70	51.80	46.90	53.60
20	53.70	50.70	42.60	49.70	52.40	51.80	49.70	48.40	52.40
21	46.10	54.50	48.60	51.30	53.70	56.40	49.80	53.30	51.60
22	45.40	52.70	50.90	48.90	49.60	55.10	47.20	45.30	54.20
23	48.80	46.90	48.20	52.90	44.80	50.90	48.30	51.70	50.40
24	47.00	52.80	51.60	50.40	47.40	46.40	54.10	50.40	51.40

ตารางผนวกที่ 8 อัตรารอดตายของลูกกุ้งกว่า (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่กุ้ง	การวางไข่ครั้งที่ 1			การวางไข่ครั้งที่ 2			การวางไข่ครั้งที่ 3		
	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3
1	27.83	23.92	26.33	26.00	19.67	28.17	23.58	27.58	18.67
2	30.17	26.50	23.42	24.08	20.75	13.50	18.75	18.25	24.25
3	29.50	21.92	25.50	27.25	20.92	22.25	22.33	19.42	19.83
4	26.58	31.17	30.33	25.17	27.83	30.25	18.50	13.92	21.83
5	31.00	25.17	28.92	20.08	18.67	20.75	18.25	19.08	15.92
6	24.42	26.50	23.00	19.83	14.83	18.67	24.42	23.50	17.75
7	31.75	25.50	29.92	28.58	25.50	23.25	12.42	26.00	24.75
8	21.92	28.92	20.00	17.75	23.50	27.92	19.75	13.75	24.33
9	28.25	35.33	28.83	25.58	22.00	27.17	18.92	19.67	30.25
10	27.08	28.67	24.33	21.75	12.17	20.50	16.08	27.92	27.42
11	32.33	29.92	25.67	23.67	22.33	25.42	16.83	20.75	19.75
12	24.75	27.17	31.08	21.17	13.17	26.00	23.42	18.00	14.92

ตารางผนวกที่ 8 อัตรารอดตายของลูกกุ้งกว่า (เปอร์เซ็นต์) ในแต่ละรอบของการวางไข่ (ต่อ)

แม่กุ้ง	การวางไข่ครั้งที่ 1			การวางไข่ครั้งที่ 2			การวางไข่ครั้งที่ 3		
	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3	ไข่ที่ 1	ไข่ที่ 2	ไข่ที่ 3
13	32.25	30.08	23.58	19.00	27.25	23.08	26.17	20.33	17.33
14	23.42	21.50	28.00	28.83	22.42	24.83	22.42	22.75	17.92
15	21.08	28.83	35.75	26.50	21.42	21.83	13.25	23.67	11.92
16	32.67	25.67	29.00	17.67	26.83	28.50	18.83	13.00	20.92
17	25.17	32.50	30.33	21.17	23.58	22.42	18.17	20.58	23.17
18	26.58	28.25	34.00	25.67	29.50	28.08	21.08	22.83	23.83
19	23.25	31.83	24.42	24.75	13.58	22.17	28.92	24.83	28.58
20	26.75	21.83	31.50	21.08	18.25	27.00	24.67	18.67	22.83
21	22.25	20.75	33.17	22.67	21.75	18.75	25.67	27.33	21.67
22	29.42	27.08	29.42	28.83	20.75	18.67	14.83	20.00	25.08
23	29.08	32.25	33.08	18.25	28.08	24.33	19.92	17.75	24.92
24	24.42	26.42	31.58	21.92	26.08	28.42	19.67	24.08	15.17

ตารางผนวกที่ 9 ระยะเวลา (วัน) ที่ลูกกึ่งคว่ำหมดในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่กึ่ง	การวางไข่ครั้งที่ 1			การวางไข่ครั้งที่ 2			การวางไข่ครั้งที่ 3		
	เช้าที่ 1	เช้าที่ 2	เช้าที่ 3	เช้าที่ 1	เช้าที่ 2	เช้าที่ 3	เช้าที่ 1	เช้าที่ 2	เช้าที่ 3
1	25	25	24	27	29	27	32	29	28
2	24	26	28	33	29	32	28	33	29
3	25	33	29	30	30	29	29	32	27
4	25	26	25	29	29	29	28	29	34
5	25	26	25	29	28	28	28	27	33
6	31	25	28	28	27	32	27	27	27
7	26	26	26	31	28	28	29	33	33
8	25	27	30	28	29	28	30	28	29
9	27	26	28	26	27	30	29	29	31
10	25	25	28	26	27	30	34	31	26
11	25	30	25	28	32	27	32	34	25
12	24	25	25	29	29	28	27	25	25

ตารางผนวกที่ 9 ระยะเวลา (วัน) ที่ลูกกึ่งคว่ำหมดในแต่ละรอบของการวางไข่ (ต่อ)

แม่กึ่ง	การวางไข่ครั้งที่ 1			การวางไข่ครั้งที่ 2			การวางไข่ครั้งที่ 3		
	เช้าที่ 1	เช้าที่ 2	เช้าที่ 3	เช้าที่ 1	เช้าที่ 2	เช้าที่ 3	เช้าที่ 1	เช้าที่ 2	เช้าที่ 3
13	27	26	27	26	25	26	25	27	34
14	32	25	28	28	29	26	27	25	34
15	28	29	25	31	27	27	28	26	29
16	26	27	32	28	27	33	30	27	32
17	28	26	25	32	28	28	33	34	28
18	25	31	25	30	32	28	27	28	28
19	25	26	24	33	28	25	25	28	27
20	26	25	26	27	29	32	32	29	28
21	32	25	25	25	27	27	31	28	30
22	27	25	31	28	31	33	25	28	29
23	27	26	26	28	27	27	33	27	29
24	28	27	29	25	31	26	25	29	27

ตารางผนวกที่ 10 ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (นาทึ) ของลูกกุ้งคว่ำในแต่ละรอบของการวางไข่

แม่กุ้ง	รอบที่ 1						รอบที่ 2						รอบที่ 3					
	ซ้าที่ 1		ซ้าที่ 2		ซ้าที่ 3		ซ้าที่ 1		ซ้าที่ 2		ซ้าที่ 3		ซ้าที่ 1		ซ้าที่ 2		ซ้าที่ 3	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	50	55	55	55	50	55	45	50	50	55	45	50	55	50	50	55	55	45
2	55	55	50	60	50	55	50	55	55	55	50	55	55	50	50	50	45	45
3	55	55	50	50	50	50	50	55	50	50	50	50	50	45	55	45	50	55
4	50	50	55	50	50	50	45	50	50	50	50	50	50	50	55	55	50	50
5	50	45	60	55	50	50	55	55	50	50	45	45	50	55	45	50	45	45
6	50	50	55	55	55	55	50	50	55	55	45	50	50	45	50	45	50	60
7	55	45	50	60	55	60	50	50	50	50	50	55	50	50	55	50	45	45
8	55	50	55	50	50	50	55	60	55	60	45	55	55	50	55	55	45	50
9	40	45	60	55	60	60	45	40	55	55	50	60	45	50	45	50	50	55
10	50	50	50	55	55	55	50	50	50	50	55	50	45	45	50	50	45	50
11	55	50	55	50	50	55	40	40	50	55	60	50	60	50	55	50	55	50
12	45	55	55	50	50	50	50	50	50	50	50	55	50	55	45	55	50	55

ตารางผนวกที่ 10 ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (นาทิจ) ของลูกกุ้งคว่ำในแต่ละรอบของการวางไข่ (ต่อ)

แม่กุ้ง	รอบที่ 1						รอบที่ 2						รอบที่ 3					
	ซ้าที่ 1		ซ้าที่ 2		ซ้าที่ 3		ซ้าที่ 1		ซ้าที่ 2		ซ้าที่ 3		ซ้าที่ 1		ซ้าที่ 2		ซ้าที่ 3	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
13	50	50	50	55	45	40	50	50	55	55	50	55	50	55	55	50	54	54
14	50	45	50	55	50	55	55	55	60	50	50	50	45	50	50	45	49	49
15	55	50	45	55	55	45	55	55	50	55	60	55	40	50	50	50	51	50
16	55	55	55	55	45	55	50	55	55	45	50	50	45	55	45	45	46	46
17	55	45	45	55	50	50	45	55	40	45	55	50	50	55	55	50	52	52
18	50	50	50	50	55	55	60	50	55	55	55	50	50	50	50	45	50	50
19	60	55	50	60	50	40	50	55	50	40	50	50	40	50	45	45	43	42
20	50	50	50	40	50	50	55	50	55	55	50	55	45	50	45	50	50	50
21	55	55	55	50	55	50	50	50	50	50	50	50	50	55	45	55	50	49
22	55	55	55	50	50	50	50	50	45	50	50	50	55	45	50	50	48	48
23	45	50	60	55	55	55	50	50	55	55	55	45	55	50	40	55	50	50
24	50	45	50	50	50	50	45	50	45	50	50	55	50	50	45	55	51	51