



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การประมง

ชีววิทยาประมง

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การใช้หอยแครงที่เสริมด้วยสไปรูลิน่าเป็นอาหารสดเพื่อพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์
ของพ่อแม่กุ้งกุลาดำ

Use of Spirulina-enriched Blood Clam (*Anadara granosa*) as Fresh-food Maturation
Diet for Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Broodstock

นามผู้วิจัย นางสาวปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ชลอ ลิ้มสุวรรณ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติ ชูเชิด, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ณรงค์ วีระไวทยะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้หอยแครงที่เสริมด้วยสไปรูลิน่าเป็นอาหารสดเพื่อพัฒนาความสมบูรณ์พันธุ์
ของพ่อแม่กุ้งกุลาดำ

Use of Spirulina-enriched Blood Clam (*Anadara granosa*) as Fresh-food Maturation Diet
for Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Broodstock

โดย

นางสาวปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตรการประมง)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์ 2554: การใช้หอยแครงที่เสริมด้วยสไปรูไลน่าเป็นอาหารสดเพื่อพัฒนาความ
สมบูรณ์พันธุ์ของพ่อแม่กุ้งกุลาดำ ปรินญาปรัชญาคุณภูษิต (วิทยาศาสตร์การประมง) สาขา
วิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาชีววิทยาประมง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
รองศาสตราจารย์ชลอ ลิมสุวรรณ, Ph.D. 187 หน้า

การเปรียบเทียบการใช้อาหารสด 2 สูตรสำหรับเป็นอาหารพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ โดยทำการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่มีขนาดมาตรฐาน คือ แม่พันธุ์มีความยาว 10-12 นิ้ว น้ำหนักเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 20 กรัมต่อความยาว 1 นิ้ว พ่อพันธุ์มีความยาวตั้งแต่ 8 นิ้วขึ้นไป โดยการสุ่ม แม่พันธุ์ 19 ตัว และพ่อพันธุ์ 15 ตัว จำนวน 2 ชุดทดลอง โดยชุดทดลองที่ 1 อาหารกลุ่ม A ให้ปูม้า (20%) เหยียงทราย(10%) และปลาหมึก(20%)เป็นอาหาร ชุดทดลองที่ 2 อาหารกลุ่ม B ให้ปูม้า (20%) หอยแครงที่ให้กินสไปรูไลนามาก่อนแล้ว 3 วัน (10%) และปลาหมึก (20%)เป็นอาหาร ซึ่งอาหารกลุ่ม A เป็นการให้อาหารปกติของโรงเพาะฟักในประเทศไทย การให้อาหารพ่อแม่พันธุ์แต่ละชุดทดลองจะต่างกันตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักกุ้ง ให้อาหารวันละ 3 มื้อ (05.00 13.00 และ 22.00 น.) ตลอดการเลี้ยง 30 วัน พบว่า ชุดทดลองที่ 1 การวางไข่ของแม่พันธุ์ (19 ตัว) วางไข่ 64 ครั้ง หรือ 3.37 ± 1.12 ครั้งต่อแม่กุ้ง 1 ตัว และ ชุดทดลองที่ 2 วางไข่ 62 ครั้ง (19 ตัว) หรือ 3.26 ± 1.32 ครั้งต่อแม่กุ้ง 1 ตัว จำนวนไข่และนอเพลีส ในชุดทดลองที่ 1 68.55 ล้านฟอง 36.7 ล้านตัว และชุดทดลองที่ 2 61.2 ล้านฟอง 35.2 ล้านตัว ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ปริมาณแคโรทีนอย์ในไข่จากชุดทดลองที่ 1 เท่ากับ 3.22 ± 0.10 ไมโครกรัม มีปริมาณต่ำกว่าชุดทดลองที่ 2 เท่ากับ 7.82 ± 0.14 ไมโครกรัม ($P < 0.05$) การศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้หอยแครงที่เสริมด้วยสไปรูไลน่าเป็นอาหารพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำสามารถทดแทนเหยียงทรายได้ถ้าแม่พันธุ์มีความยาว 10-12 นิ้ว

นอกจากนี้อัตราการรอดเฉลี่ยของการอนุบาลลูกกุ้งจากระยะนอเพลีสที่พัฒนาถึงระยะโพสลาร์ว่า 15 ในชุดทดลองที่ 1 เท่ากับ 48.44 เปอร์เซ็นต์ และชุดทดลองที่ 2 เท่ากับ 46.57 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ในการศึกษาครั้งนี้มีการบำบัดน้ำทะเลที่ใช้สำหรับอนุบาลลูกกุ้งด้วยวิธีการใช้คลอรีนและไม่ใช้คลอรีนโดยดูผลที่มีต่อปริมาณแบคทีเรียรวมและ *Vibrio* spp. ด้วย

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Pattama Wiriapattanasub 2011: Use of Spirulina-enriched Blood Clam(*Anadara granosa*) as Fresh-food Maturation Diet for Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Broodstock. Doctor of Philosophy (Fisheries Science), Major Field: Fisheries Science, Department of Fishery Biology. Thesis Advisor: Associate Professor Chalor Limsuwan, Ph.D. 187 pages.

Two fresh-food maturation diets for black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) broodstock were compared to assess the reproductive performance. Female broodstock shrimp of 10-12 inches in total length and weighing not less than 20 g/inch, and male broodstock shrimp of 8 inches or larger with body weight not less than 12 g/inch were used for the experiment. Shrimp were randomly stocked into two 4 m³ maturation tanks with 19 females and 15 males per tank. For treatment 1, diet A was composed of 20% swimming crab (*Portunus pelagicus*), 10% sand worm (*Perinereis* sp.) and 20 % squid, while for treatment 2, diet B was composed of 20% swimming crab, 10 % *Spirulina*-enriched blood clam (*Anadara granosa*) and 20 % squid. The formulation of diet A is the most commonly used in the shrimp hatchery of Thailand. The broodstock of each treatment was fed with different natural food at different percentage of shrimp body weight three times a day (at 05.00, 13.00 and 22.00) throughout the 30-day, of the feeding trail. At the end of the trial, the reproductive performance of the broodstock of each treatment was compared. The average number of spawning of treatment 1 (19 females) was 64 or 3.37 ± 1.12 per female compared to 62 or 3.26 ± 1.32 per female in treatment 2 (19 females). The number of eggs and nauplii produced from treatment 1 were 68.55×10^6 and 36.7×10^6 compare to 61.20×10^6 and 35.2×10^6 for treatment 2. There was no significant differences ($P > 0.05$) between treatment 1 and 2. Moreover, percentage hatching rates and metamorphosis to nauplius stage from treatment 1 and 2 were not significantly different ($P > 0.05$). However, total carotenoids in eggs from treatment 1 was $3.22 \pm 0.10 \mu\text{g g}^{-1}$ significantly lower than $7.82 \pm 0.14 \mu\text{g g}^{-1}$ for treatment 2 ($P < 0.05$). This study indicated that *Spirulina*-enriched blood clam can be used on fresh-food maturation diet for *P. monodon* broodstock instead of sand worm if female broodstock size was 10-12 inches in total length.

Furthermore, survival rate of larval rearing from nauplii to postlarvae 15 for treatment 1 was 48.44 % not significantly different from 46.57 % of treatment 2 ($P > 0.05$). Chlorine and non-chlorine treatments of seawater for larval rearing, in terms of reducing total bacteria and *Vibrio* spp. numbers were also studied.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างดียิ่งจาก
รองศาสตราจารย์ ดร. ชลอ ลีมสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร. นิตติ ชูเชิด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ในการปฏิบัติ
งานวิจัยทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณสำนักงานวิจัยแห่งชาติ(วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้
ขอขอบคุณ คุณประยูร หงษ์รัตน์ เจ้าของฟาร์ม สุริรัตน์ฟาร์ม อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรีที่
อำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคน สำหรับความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ในการศึกษาวิจัย
ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่ได้ให้กำลังใจช่วยเหลือสนับสนุนด้วยดี

ปีทนา วิริยพัฒนทรัพย์
พฤษภาคม 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	42
สรุปและข้อเสนอแนะ	93
สรุป	93
ข้อเสนอแนะ	94
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	95
ภาคผนวก	111
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	187

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	คุณค่าทางโภชนาการของอาหารธรรมชาติ หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD) อาหารธรรมชาติ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เยื่อใย	7
2	ปริมาณของกรดไขมันบางชนิดของอาหารธรรมชาติ หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ กรดไขมันสุทธิ(ตัวอย่างผสมรวมกัน)	8
3	เกณฑ์มาตรฐานของพ่อแม่พันธุ์	10
4	การให้อาหารพ่อแม่พันธุ์ในการทดลอง	28
5	คุณค่าทางโภชนาการของเพรียงทราย	29
6	ผลการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวพ่อแม่พันธุ์กึ่งกุลาดำ ชุดทดลองที่ 1 คือ แม่พันธุ์กึ่งกุลาดำโดยให้กินเพรียงทราย	43
7	ผลการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวพ่อแม่พันธุ์กึ่งกุลาดำ ชุดทดลองที่ 2 คือ แม่พันธุ์กึ่งกุลาดำโดยให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า	44
8	ผลการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวพ่อแม่พันธุ์กึ่งกุลาดำทั้งสองชุดทดลอง	45
9	แสดงปริมาณไข่ นอเพลียส และอัตราการรอดตายของลูกกุ้งระยะโพสลาว่า 15 เปรียบเทียบกับความยาวและน้ำหนักของแม่กุ้ง	47
10	คุณค่าทางโภชนาการของเพรียงทราย หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า และ หอยแครง (เปอร์เซ็นต์ : กรัมต่อ 100 กรัม)	50
11	คุณค่าทางโภชนาการของเพรียงทราย หอยแครงที่ได้รับ สไปรูไลน่าและ หอยแครง (%) คัดเทียบจากตารางที่ 16 โดยให้ปริมาณสารอาหารสูงสุดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์	51
12	คุณค่าทางโภชนาการของเพรียงทราย หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า และ หอยแครงต่อแม่พันธุ์กึ่งกุลาดำ 1 ตัวต่อวัน	52
13	ต้นทุนที่ใช้ในการเลี้ยงแม่พันธุ์กึ่งโดยใช้เพรียงทรายและเนื้อหอยแครงที่ให้ กินสไปรูไลน่าเป็นอาหารเสริม ในการเลี้ยงแม่พันธุ์ หนัก 250 กรัม จำนวน 20 ตัว เป็นเวลา 30 วัน	53
14	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กึ่งกุลาดำทั้ง 2 ชุดการทดลอง	54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ผลการตรวจคุณภาพลูกกุ้งระยะโพสลาว่า 15 ในวันที่ 23 ของการอนุบาล	62
16	คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกกุ้งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินเพียงทรายเป็นอาหาร และลูกกุ้งที่ได้จากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร	64
17	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำจังหวัดจันทบุรี(CFU/ml) ที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนที่ช่วงเวลาต่างๆ กัน เลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA)	74
18	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำจังหวัดจันทบุรี (CFU/ml) ที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนที่ช่วงเวลาต่างๆ กัน เลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ thiasulfate citrate bile salt sucrose (TCBS)	76
19	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (CFU/ml) ที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนที่ช่วงเวลาต่างๆ กัน เลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA)	78
20	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (CFU/ml) ที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนที่ช่วงเวลาต่างๆ กัน เลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ thiasulfate citrate bile salt sucrose (TCBS)	80
21	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน จังหวัดจันทบุรี	83
22	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	84

ตารางผนวกที่

1	คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยง จังหวัดจันทบุรี	112
2	คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
3 คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ลูกกล้าดำโดยให้กินเพียงทราย	118
4 คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ลูกกล้าดำโดยให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า	120
5 คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยง	122
6 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง (การตรวจพบเชื้อ MBV ในลูกกุ้ง)	170
7 ตารางกำหนดการยอมรับ การพบเชื้อ MBV ในลูกกุ้งที่ระยะโพสลา์ว ต่างๆ	170
8 ตัวอย่างการประมวลคะแนนจากการตรวจความสมบูรณ์ของลูกกุ้งภายใต้กล้องจุลทรรศน์	175
9 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง คะแนน ME Score (%)	176
10 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง (เกณฑ์มาตรฐานของเชื้อไวรัสในหัวลูกกุ้ง)	177
11 Colony typing record of bacteria on TCBS-agar	178
12 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง (การตรวจสอบยาค้างในเนื้อลูกกุ้ง)	179
13 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง (การวัดอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง)	181
14 ตารางค่าเฉลี่ยน้ำหนักมาตรฐานลูกกุ้ง	181
15 สรุปเงื่อนไขการจัดระดับคุณภาพลูกกุ้งโดยวิธีหริมไปโอเทค	182
16 ระดับคุณภาพของลูกกุ้งระยะโพสลา์ว จัดระดับตามคะแนนรวม	182
17 ตัวอย่างการจัดระดับคุณภาพลูกกุ้งโดยวิธีหริมไปโอเทค	183

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	บ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กิ้งกูดำ	35
2	แม่พันธุ์กิ้งกูดำจากทะเลอันดามัน	35
3	แม่พันธุ์กิ้งกูดำ	36
4	สาหร่ายสไปรูลไนด์ที่ใช้ในการทดลอง	36
5	หอยแครงที่ได้รับสไปรูลไนด์	37
6	ปูม้าอาหารแม่พันธุ์กิ้งกูดำ	37
7	เก็บไข่หลังจากที่แม่พันธุ์วางไข่	38
8	นำไข่ใส่ลงไปในถังเพื่อฟักเป็นนอเพลียส	38
9	การเพาะคิโตเชอโรสในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะนำไปขยายในบ่อขนาดใหญ่	39
10	การเพาะคิโตเชอโรสในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะนำไปอนุบาลลูกกิ้ง	39
11	บ่ออนุบาลลูกกิ้งภายในอาคาร	40
12	สุ่มลูกกิ้งระยะโพสลาว่า	40
13	ลูกกิ้งระยะโพสลาว่า 14	41
14	บรรจุลูกกิ้งระยะโพสลาว่า 14 ในถุงพลาสติก เพื่อนำไปเลี้ยงในบ่อดิน	41
15	คุณค่าทางโภชนาการของเพรียงทราย หอยแครงที่ได้รับสไปรูลไนด์ และ หอยแครง	51
16	อุณหภูมิของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	55
17	พีเอชของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	55
18	ความเค็มของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	56
19	การนำไฟฟ้าตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	56
20	ความเป็นค่ารวมของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	57
21	ความกระด้างของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	57
22	ปริมาณแอมโมเนียของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	58

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	ปริมาณไนไตรท์ของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์	58
24	อุณหภูมิของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง	65
25	พีเอชของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง	65
26	ความเค็มของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง	66
27	การนำไฟฟ้าตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง	66
28	ความเป็นค่ารวมของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง	67
29	ความกระด้างของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง	67
30	ปริมาณแอมโมเนียของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง	68
31	ปริมาณไนไตรท์ของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง	68
32	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปในน้ำที่มาจากจังหวัดจันทบุรี	72
33	ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย vibrio ในน้ำที่มาจากจังหวัดจันทบุรี	72
34	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปในน้ำที่มาจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์	73
35	ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย vibrio ในน้ำที่มาจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์	73
36	อุณหภูมิของน้ำตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี	85
37	พีเอชตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี	85
38	ความเค็มของน้ำตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี	86
39	การนำไฟฟ้าตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี	86
40	ความเป็นค่ารวมตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี	87
41	ความกระด้างตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี	87
42	ปริมาณแอมโมเนียตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี	88
43	ปริมาณไนไตรท์ตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี	88
44	อุณหภูมิของน้ำตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	89
45	พีเอชตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	89
46	ความเค็มของน้ำตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	90
47	การนำไฟฟ้าตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	90
48	ความเป็นค่ารวมตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	91

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
49	ความกระด้างตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	91
50	ปริมาณแอมโมเนียตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	92
51	ปริมาณไนไตรท์ตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	92
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะภายนอกของลูกกุ้งกุลาดำ ระยะโพสลาว่า 15 ซึ่งแสดงตำแหน่งที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพ	184
2	ลูกกุ้งกุลาดำ ระยะโพสลาว่า 15 จะมีหนามบนกรี จำนวน 5 อัน เมื่อนำมาคูณด้วย 3 จะเท่ากับ 15 ซึ่งเท่ากับอายุของลูกกุ้ง	184
3	ตรวจร่างกายต่างๆ ซึ่งมีความสมบูรณ์และมีจำนวนครบถ้วน ไม่มีกุดกร่อน	185
4	การตรวจเชื้อไวรัส (ภาพA) ซึ่งแสดงผลการเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นโคโลนีสีเหลือง (ภาพB) โคโลนีสีเขียว (ภาพC) และโคโลนีเรืองแสง (ภาพD)	186

การใช้หอยแครงที่เสริมด้วยสไปรูลิน่าเป็นอาหารสดเพื่อพัฒนา ความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อแม่กุ้งกุลาดำ

Use of Spirulina-enriched Blood Clam (*Anadara granosa*) as Fresh - food Maturation Diet for Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) Broodstock

คำนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งของประเทศไทยสามารถสร้างรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาทตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 จนถึงปัจจุบันถึงแม้การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลได้เปลี่ยนรูปแบบจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมาเป็นกุ้งขาวแวนนาไม เนื่องจากปัญหาวิกฤติการณ์กุ้งกุลาดำโตช้าและมีขนาดแตกต่างกันมากจนทำให้ผู้ประกอบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำส่วนใหญ่ในช่วงปี พ.ศ. 2541-2545 ประสบปัญหาขาดทุน (ชลอและพรเลิศ, 2547) และทำให้กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ต้องอนุญาตให้มีการนำกุ้งขาวแวนนาไมปลอดเชื้อจากประเทศสหรัฐอเมริกาเข้ามาทดลองเพาะเลี้ยงในปี พ.ศ. 2545 เนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์มาเป็นระยะเวลานานทำให้เลี้ยงง่าย สามารถเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูงได้และให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูง จึงส่งผลให้การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมขยายตัวทั่วทุกพื้นที่ของประเทศไทยและประเทศต่างๆ ทั่วโลก ทำให้ผลผลิตกุ้งโลกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนบางช่วงเวลาราคากุ้งขาวแวนนาไมในประเทศตกต่ำลงมาก ผู้ประกอบการรายย่อยและรายกลางจำนวนมากจึงประสบปัญหาขาดทุน เกษตรกรหลายรายต้องการกลับมาเลี้ยงกุ้งกุลาดำอีกครั้ง แต่ก็ยังไม่มั่นใจในคุณภาพของลูกกุ้งเกรงว่าต้นทุนจะสูงและประสบปัญหาโตช้าอีก นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านการตลาดเนื่องจากตั้งแต่มีการนำกุ้งขาวแวนนาไมเข้ามาเลี้ยงทำให้ผลผลิตกุ้งกุลาดำลดลงเหลือเพียงไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตกุ้งทั้งหมดจนทำให้โรงงานแปรรูปหลายโรงไม่กล้าทำตลาดกุ้งกุลาดำเพราะเกรงว่าจะมีผลผลิตไม่เพียงพอไม่คุ้มค่าที่จะทำตลาดกุ้งกุลาดำดังกล่าว ดังนั้นการที่จะโน้มน้าวให้เกษตรกรมีความมั่นใจ กล้าที่จะกลับมาเลี้ยงกุ้งกุลาดำอีกครั้งจำเป็นต้องมีการวิจัยเพื่อหาแนวทางการเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่สามารถลดต้นทุนการผลิต ลดความเสี่ยง และปราศจากปัญหาสารตกค้าง ไว้รองรับเพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรผู้สนใจดังกล่าวได้พิจารณาและจากปัญหาปริมาณกุ้งกุลาดำที่มีน้อยมากดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้การทำการตลาดที่เหมาะสมกับกุ้งชนิดนี้ควรเป็นตลาดเฉพาะที่ถึงแม้มีปริมาณน้อยแต่สามารถขายได้ในราคาสูง เช่น การขายกุ้งที่มีชีวิตไปยังประเทศผู้ซื้อต่างๆ ในทวีปเอเชีย หรือการ

เลี้ยงในแนววิถีอินทรีย์หรือกิจกรรมชาติซึ่งต้องมีแนวทางการเลี้ยงที่ให้ความสำคัญมากกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและมาตรการด้านอาหารปลอดภัยอย่างเข้มงวดซึ่งกำลังเป็นที่นิยมในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป และประเทศญี่ปุ่น โดยที่ผ่านมามีการศึกษาแนวทางการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ซึ่งพบว่าการเลี้ยงดังกล่าวประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีโดยไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีใดๆ เลยในระหว่างการเลี้ยง (จริยวดี, 2551; ชลอ และคณะ, 2551) แต่เนื่องจากแนวทางการเลี้ยงกุ้งที่ประเทศผู้ซื้อต้องการนั้นเกษตรกรต้องให้ความสำคัญกับระบบการเลี้ยงที่ปราศจากสารเคมีในทุกขั้นตอนการผลิตตั้งแต่การเตรียมน้ำเพื่อผลิตลูกกุ้งไปจนถึงสิ้นสุดการเลี้ยง ดังนั้นถ้าเกษตรกรต้องการจะประยุกต์ใช้แนวทางการเลี้ยงกุ้งตามวิธีนี้จริงจำเป็นต้องพัฒนาระบบการเลี้ยงและอนุบาลลูกกุ้งใหม่ทั้งหมด สำหรับการศึกษาเพื่อพัฒนาแนวทางการเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยใช้วิถีอินทรีย์ เริ่มตั้งแต่การพัฒนาวิธีการบำบัดน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงอนุบาลลูกกุ้งโดยไม่ใช้สารเคมี การศึกษาหาอาหารสดชนิดอื่นที่เหมาะสมแก่แม่พันธุ์กุ้งเพื่อทดแทนเฟรียงทรายที่มีราคาแพงและหายาก ตลอดจนแนวทางการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำคุณภาพโดยใช้สาหร่ายสไปรูลิน่า (*Spirulina* sp.) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและสามารถลดต้นทุนการผลิตโดย ผลการศึกษารั้งนี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางให้แก่เกษตรกรผู้สนใจแนวทางการเลี้ยงกุ้งตามวิถีอินทรีย์ได้นำไปประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างมูลค่าของผลิตภัณฑ์กุ้งของไทย สามารถเพิ่มส่วนแบ่งการตลาดของกุ้งกุลาดำในประเทศและยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมกุ้งของไทยอีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร และการใช้เพรียงทรายเพื่อเป็นอาหารแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ ที่มีผลต่อปริมาณไข่และอัตราการฟักไข่ของแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ
2. ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกุ้งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินเพรียงทรายเป็นอาหาร และลูกกุ้งที่ได้จากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร
3. ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำโดยใช้คลอรีนและไม่ใช้คลอรีนที่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียและคุณภาพน้ำ

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปและวงจรชีวิตของกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Penaeus monodon* (Fabricius) เป็นกุ้งทะเลที่อยู่ในวงศ์ Penaeidae มีลักษณะลำตัวเป็นข้อปล้องทั้งหมด 19 ปล้อง (บังอร, 2530) ลำตัวมีสีน้ำตาลเข้มหรือสีเทา มีแถบสีดำหรือม่วงเข้มพาดขวางลำตัว เปลือกคลุมหัว (carapace) ไม่มี distinct groove, hepatic ridge มีลักษณะตรงขนานกับแนวราบ กรี (rostrum) โกงเล็กน้อย มีฟันกรีด้านบน 7-8 ซี่ และฟันกรีด้านล่าง 3 ซี่ (สนธิ, 2531; วุฒิ, 2538; Motoh, 1985) กุ้งกุลาดำเป็นสัตว์น้ำที่มีเพศแยกกัน โดยในกุ้งเพศผู้จะมีอวัยวะที่เป็นท่อส่งน้ำเชื้อเปิดออกที่บริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 5 (5th pereopod) และบริเวณโคนขาว่ายน้ำคู่ที่ 1 (1st pleopod) มีอวัยวะที่เรียกว่า petasma ลักษณะเป็นแผ่นเชื่อมติดกัน เพื่อช่วยในการถ่ายน้ำเชื้อไปอวัยวะเพศเมีย ในกุ้งเพศเมียจะมีท่อนำไข่เปิดออกที่บริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 3 (3rd pereopod) และระหว่างบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 4 และ 5 จะมีอวัยวะที่ใช้เก็บถุงน้ำเชื้อของเพศผู้เรียกว่า thelycum (บังอร, 2530; Motoh, 1985)

กุ้งกุลาดำเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ (mature) จะผสมพันธุ์วางไข่ในทะเลที่ระดับน้ำลึกตั้งแต่ 20-110 เมตร (Grey *et al.*, 1983) มีความเต็มของน้ำประมาณ 30-34 พีพีที บริเวณที่แม่กุ้งวางไข่จะเป็นท้องทะเลที่เป็นโคลนหรือโคลนปนทราย เมื่อไข่ได้รับการผสมแล้วจะฟักออกเป็นตัวภายใน 12-15 ชั่วโมง (บังอร, 2530; Hall *et al.*, 2000) เมื่อไข่ฟักออกเป็นตัวอ่อนจะถูกกระแสน้ำและคลื่นลมพัดเข้ามาในบริเวณชายฝั่งแนวป่าไม้ชายเลนหรือบริเวณปากแม่น้ำที่มีระดับความเค็มของน้ำต่ำ ลูกกุ้งวัยอ่อนจะอาศัยหากินอยู่ในบริเวณชายฝั่งจนโตเป็นกุ้งวัยรุ่น (juvenile) แล้วจึงออกสู่ทะเลลึกเพื่อผสมพันธุ์และวางไข่ต่อไป (สนธิ, 2531)

2. พ่อแม่พันธุ์ การเจริญพันธุ์และการผสมพันธุ์ของกุ้งกุลาดำ

กุ้งกุลาดำที่นำมาเป็นพ่อแม่พันธุ์ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะจับจากธรรมชาติทั้งทางฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน โดยเฉพาะนอกฝั่งทะเลจังหวัดสตูลห่างจากฝั่งประมาณ 8 ไมล์ทะเล เพราะเชื่อว่าจะได้แม่กุ้งที่มีคุณภาพดี ผลการเลี้ยงในยุคแรกๆ ราวปี พ.ศ. 2529-2533 จึงประสบความสำเร็จ ต่อมาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบ่อดินเริ่มมีปัญหาโรคไวรัสมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เรืออวนลากต้องออกไปจับแม่กุ้งในระยะทางที่ไกลกว่าเดิมเพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของเชื้อไวรัส

ต่างๆ เป็นสาเหตุการเกิดโรคถุง ชลอและพรเลิศ(2547) รายงานว่าในช่วงปี พ.ศ. 2547 ผู้ประกอบการเรือวนลากต้องออกไปไกลถึง 22 ไมล์ทะเลจากฝั่งจังหวัดสตูล ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำลึก 60-80 เมตร และห่างจากชายฝั่งมากเชื้อโรคต่างๆ จากชายฝั่งที่มีการถ่ายเทหรือระบายน้ำออกมาในขณะจับกุ้ง หรือมีกุ้งป่วยจึงไม่สามารถแพร่กระจายออกไปถึง จึงจะได้แม่กุ้งที่มีคุณภาพดีสำหรับพ่อแม่พันธุ์ที่ดินนอกจากต้องมาจากแหล่งน้ำลึกแล้ว ขนาดและน้ำหนักต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานด้วย โดย กุ้งเพศผู้ ควรมีความยาวไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว และน้ำหนักไม่ควรต่ำกว่า 12 กรัมต่อความยาว 1 นิ้ว กุ้งเพศเมีย ควรมีความยาวอยู่ระหว่าง 10-12 นิ้ว และน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 20 กรัมต่อความยาว 1 นิ้ว สำหรับกุ้งเพศเมียที่มีความยาวเกิน 12 นิ้ว จะมีอายุมากเกินไป เมื่อนำมาเป็นแม่พันธุ์จะให้ปริมาณไข่ไม่มาก แต่ไข่จะมีขนาดเล็กมีผลทำให้เนื้อเปลือกที่ได้มีขนาดเล็กตามไปด้วย ลูกกุ้งที่ผลิตได้จากแม่กุ้งที่ตัวโตกว่า 12 นิ้วจึงมีคุณภาพต่ำกว่าลูกกุ้งที่ผลิตจากแม่กุ้งขนาดระหว่าง 10-12 นิ้ว ซึ่งถึงแม้ว่าไข่จะมีปริมาณน้อยกว่า แต่ก็จะมีขนาดใหญ่ทำให้เนื้อเปลือกที่ได้มีขนาดใหญ่ตามไปด้วย (ศุภกร, 2549)

สำหรับการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์กุ้งกุลาดำทั้งเพศผู้และเพศเมียจะมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะ spermatogonia และ oögonia ตั้งแต่อายุประมาณ 33 วัน แต่ในระยะนี้อันตะและรังไข่จะมีขนาดเล็กมาก (บุญรัตน์ และเฉลิมชัย, 2540) ในกุ้งเพศผู้จะมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ได้เร็วกว่าเพศเมีย โดยกุ้งเพศผู้ในธรรมชาติจะมีน้ำเชื้อในถุงเต็มๆ เมื่อถึงขนาดตั้งแต่ 35 กรัม ในขณะที่กุ้งเพศเมียจะเริ่มสร้างไข่ เมื่อมีน้ำหนักประมาณ 67 กรัม (Motoh, 1985) Pratoomchat (1996) รายงานว่ากุ้งกุลาดำเพศผู้จากบ่อเลี้ยงจะสามารถผลิตเซลล์สเปิร์ม(sperm) ในถุงน้ำเชื้อได้ตั้งแต่กุ้งมีน้ำหนักได้ประมาณ 13 กรัม แต่น้ำเชื้อยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ และจะพบเซลล์สเปิร์มที่สมบูรณ์เพศเต็มที่เมื่อถึงน้ำหนักอย่างน้อย 40 กรัม กุ้งเพศผู้จะสร้างสเปิร์มใน terminal ampulla ในการสืบพันธุ์กุ้งเพศผู้จะปล่อยถุงน้ำเชื้อ หรือสเปิร์มออกไปเพื่อผสมพันธุ์กับกุ้งเพศเมียในระหว่างคืนที่มีการลอกคราบ หลังจากนั้นแล้ว กุ้งเพศผู้จะสามารถสร้างสเปิร์มขึ้นได้ใหม่ได้ภายใน 1-10 วัน (Heitzmann *et al.*, 1993) ถุงเก็บน้ำเชื้อหนึ่งๆ จะมีจำนวนสเปิร์มประมาณ 15.5-22.6 ล้านเซลล์ การผสมพันธุ์ครั้งแรกของกุ้งเพศผู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อถึงมีอายุประมาณ 4-5 เดือน และเมื่อถึงเพศเมียมีความยาวเปลือกคลุมหัวประมาณ 34-42 มิลลิเมตร ซึ่งกุ้งเพศเมียขนาดดังกล่าวนี้จะมี thelycum ที่มีการพัฒนาสมบูรณ์แล้ว (Quinitio *et al.*, 1993) โดยการวางไข่ครั้งแรกของกุ้งในธรรมชาติจะเกิดขึ้นเมื่อถึงมีอายุ 10 เดือนขึ้นไป (Primavera, 1983)

กึ่งกลาดำและกึ่งส่วนใหญ่ในสกุล *Penaeus* จะมีการผสมพันธุ์หลังจากที่เพศเมียลอกคราบเสร็จใหม่ๆ เนื่องจากมี thelycum เป็นแบบปิด (closed-thelycum) กึ่งเพศผู้จึงสามารถสอดถุงน้ำเชื้อเข้าไปเก็บไว้ใน seminal receptacle ของเพศเมียได้ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะของกึ่งสกุล *Penaeus* แตกต่างจากกึ่งสกุลอื่นในวงศ์ Penaeidae (สมนึก, 2533) การผสมพันธุ์จึงเกิดขึ้นในตอนกลางคืน โดยกึ่งเพศผู้จะว่ายน้ำเข้าประกบกึ่งเพศเมียในขณะที่กึ่งเพศเมียจะว่ายน้ำในแนวตั้งขึ้นสู่ผิวน้ำเป็นระยะทางสั้นๆ กึ่งเพศผู้จะว่ายน้ำนานไปกับกึ่งเพศเมียโดยอยู่ทางด้านล่าง ต่อมากึ่งเพศผู้จะหงายท้องขึ้นและพยายามที่จะเอาด้านท้องติดกับด้านท้องของเพศเมีย เมื่อได้จังหวะกึ่งเพศผู้จะจอดำรัดกึ่งเพศเมียพร้อมกับการว่ายน้ำเข้าหรือสอดถุงน้ำเชื้อเข้าไปใน thelycum ของเพศเมีย กึ่งในธรรมชาติจะผสมพันธุ์หลังจากที่กึ่งเพศเมียลอกคราบประมาณ 0.5-3 ชั่วโมง (บังอร, 2530; Motoh, 1985; Primavera, 1978) หลังจากนั้นน้ำเชื้อเพศผู้จะอยู่ใน thelycum จนกระทั่งถึงเวลาถึงเวลาที่กึ่งเพศเมียวางไข่ กึ่งเพศเมียก็จะปล่อยน้ำเชื้อออกมาทางช่องเปิดที่บริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 4 (4th pereopod) พร้อมๆ กับการปล่อยไข่ออกมาทางช่องเปิดทางบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 3 (3rd pereopod) ให้ผสมกันภายนอก (external fertilization) และเมื่อแม่กุ้งวางไข่หมดแล้ว ถุงน้ำเชื้อก็จะหลุดออกไปพร้อมกับคราบของแม่กุ้งในการลอกคราบครั้งต่อมา แม่กุ้งในธรรมชาติจะมีโอกาสผสมพันธุ์ได้อีกครั้งหนึ่งและจะหยุดผสมพันธุ์หลังจากผสมพันธุ์ไปแล้วสองครั้ง (Beard and Wickins, 1980)

3. ปัจจัยที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ในกึ่งกลาดำ

ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ของกึ่งกลาดำ อาจแบ่งออกเป็นสองปัจจัยใหญ่ๆ ได้แก่ ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ปัจจัยภายนอกหมายถึงสิ่งที่อยู่ภายนอกตัวกุ้ง เช่น คุณภาพน้ำ และอาหาร ปัจจัยภายในได้แก่สิ่งที่มากับตัวกุ้ง เช่น ขนาด น้ำหนักตัว และฮอร์โมนเพศ

คุณภาพน้ำ ในส่วนปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลมากต่อระบบสืบพันธุ์ของกึ่งกลาดำได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ Bray and Lawrence (1992) พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อในระบบสืบพันธุ์ของกุ้งในกลุ่ม penaeid รวมทั้งกึ่งกลาดำ (*P. monodon*) จะอยู่ในช่วงระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส ในกุ้งขาวแวนนาไม (*L. vanamei*) อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส (Perez-Velazquez *et al.*, 2001) ในส่วนของความเค็มของน้ำนั้นพบว่าถ้าความเค็มสูงจะชักนำในแม่พันธุ์กึ่งกลาดำมีไข่แก่เร็วขึ้น และที่ระดับความเค็ม 30-35 พีพีที จะมีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์และรังไข่ได้ดีกว่าที่ 25 พีพีที (Hillier, 1984) โดยความเค็มประมาณ 30 พีพีที ถือเป็นความเค็มที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงแม่กุ้งในระหว่างการวางไข่และอนุบาลลูกกุ้งจนพัฒนาถึงระยะโพสลาร์วา 15 เพราะที่ระดับความเค็ม

ดังกล่าวจะมีระดับความเข้มข้นของเกลือแร่หลักทั้ง 5 ชนิด คือ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม และคลอไรด์ อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของกุ้ง (สิทธิโชค, 2545) ในส่วนของระดับความเข้มข้นนั้น Primavera and Caballero (1992) รายงานว่า สีและแสง ไม่มีผลต่อการกระตุ้นให้แม่กุ้งมีไข่แก่

อาหาร คุณภาพของอาหารที่ให้แม่กุ้งในระหว่างการสืบพันธุ์ การสร้างไข่ และระยะเร่งให้ไข่แก่ นั้นมีความสำคัญและจะมีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของรังไข่ ถ้าคุณภาพของอาหารต่ำ รังไข่จะหยุดเจริญและสลายตัวไปในที่สุด แม้ว่ารังไข่จะเจริญถึงระยะที่ 1 และ 2 แล้วก็ตาม (บรรจง, 2533) อาหารสำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งโดยทั่วไปจะเป็นอาหารสด ได้แก่ หอยแครง หอยลาย หอยแมลงภู่ หอยนางรม หอยหวาน เพรียงทราย เพรียงโคลน หมึกกล้วยสด กุ้งแชบ๊วย ปูม้า เป็นต้น โดยเปรียงทรายถือว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงสุดดังแสดงใน ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 อีกทั้งยังมีองค์ประกอบทางฮอร์โมนต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อระบบสืบพันธุ์ของกุ้งจำนวนมาก (Middleditch, 1979) เพรียงทราย (Sand worm) เป็นสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ในกลุ่มไส้เดือนทะเล (polychaete) วงศ์ Neridae มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) (Menupol *et al.*, 2005)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารธรรมชาติ หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

อาหารธรรมชาติ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เยื่อใย

อาหารธรรมชาติ	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า	เยื่อใย
เปรียงทราย (n = 100)	63.87 $\pm$ 0.51	14.19	9.26 $\pm$ 0.20	10.83 $\pm$ 1.24	0.37
เปรียงเลือด (n=80)	50.90	5.25	8.04 $\pm$ 0.16	27.12 $\pm$ 0.53	0.75
หมึก (n=7)	84.53	3.09	3.82 $\pm$ 0.13	5.78 $\pm$ 0.32	0.38
ปลาป่น (n=3)	84.56 $\pm$ 1.10	4.82	10.92 $\pm$ 0.08	16.94 $\pm$ 0.54	0.11
หมึกป่น (n=3)	70.85 $\pm$ 2.38	5.85	6.00 $\pm$ 0.13	10.80 $\pm$ 0.78	4.96
แป้ง (n=3)	17.61 $\pm$ 0.44	1.25	11.8 $\pm$ 0.10	0.7 $\pm$ 0.23	0.32
กากถั่วเหลืองป่น (n=3)	59.92 $\pm$ 0.03	0.92	6.86 $\pm$ 0.23	6.18 $\pm$ 0.63	3.76
หัวกุ้งป่น(n=3)	53.56 $\pm$ 0.14	0.57	7.09 $\pm$ 0.07	26.73 $\pm$ 0.22	12.66

ที่มา: ปริญญญา (2546) และ ปนัดดา (2546)

ตารางที่ 2 ปริมาณของกรดไขมันบางชนิดของอาหารธรรมชาติ หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์กรดไขมันสุทธิ (ตัวอย่างผสมรวมกัน)

อาหารธรรมชาติ	AA	EPA	DHA	AA:EPA:DHA	n3	n6	n3/n6
เพรียงทราย (n=100)	6.4 ±0.26	3.9 ±0.21	0.54±0.03	12:7:1	9.20	10.53	0.87
เพรียงโคลน (n=80)	7.78±0.06	7.52±0.22	1.34±0.16	5.8:5.6:1	6.17	14.21	0.44
หมีก (n=7)	5.45±0.04	8.55±0.05	12.93±1.4	1:1.6:2.4	21.48	5.53	3.88
หอยนางรม (n=30)	0.51±0.00	1.45±0.04	0.73±0.02	1:3:1.4	2.90	1.69	1.72

หมายเหตุ: AA = arachidonic acid, EPA = eicosapentaenoic acid, DHA = docosahexaenic acid
ที่มา: ปริญา (2546) และ ปันดดา (2546)

ความต้องการพลังงานในอาหารของพ่อแม่พันธุ์กุ้งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ใช้ในระบบสืบพันธุ์ โดยจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการ biosynthesis เช่น ในการสร้างฮอร์โมน การสร้าง DNA, ช่วยในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ และกระบวนการสะสมไข่แดง
2. เป็นแหล่งของพลังงานที่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการสืบพันธุ์ จากการศึกษาพบว่าไขมันส่วนกลางของ hepatopancreas (primarily triacylglycerols) ที่อุดมไปด้วย 16:0 และ (n-9) triacylglycerols น่าจะเป็นแหล่งพลังงานหลักของกระบวนการสร้างไข่และการสะสมของไข่แดง (Teshima *et al.*, 1988) รวมถึงช่วยในการพัฒนาของตัวอ่อน (Sasaki *et al.*, 1986)

สารอาหารที่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของกุ้ง ได้แก่ ไขมัน โปรตีนและกรดอะมิโน คาร์โบไฮเดรต วิตามินและแร่ธาตุ จากการศึกษาพบว่าความแตกต่างของระดับและ

องค์ประกอบของไขมันจะมีผลต่อการพัฒนาของรังไข่และระบบสืบพันธุ์ โดย hepatopancreas เป็นอวัยวะหลักที่ทำหน้าที่ในการดูดซับ สังเคราะห์ และเก็บรักษาสารอาหารจำพวกไขมันในระหว่างกระบวนการตกไข่ ไขมันส่วนกลางกับสารฟอสโฟไลปิด(phospholipid) ที่ถูกเก็บไว้ใน hepatopancreas จะมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็ว โดยจะถ่ายทอดไปสู่รังไข่ รังไข่ในระยะนี้จึงเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเมแทบอลิซึมของไขมัน (Harrison, 1990) และ Xu *et al.* (1992) พบว่ากรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) มีความสำคัญต่อการเจริญพันธุ์ของกุ้งจึงควรเพิ่มเข้าไปในอาหาร อีกทั้งการขาดสารอาหารจำพวก phospholipids หรือ n-3 HUFA จะทำให้การพัฒนาของรังไข่ในกุ้ง *Penaeus japonicus* ช้าออกไป (Alava, 1993a) และ n-3 HUFA ยังเป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมน prostaglandin ที่พบในรังไข่ของกุ้ง *Procambarus paenunsulani* ด้วย (Spaziani *et al.*, 1991) ในส่วนของโปรตีนนั้นพบว่าพ่อแม่พันธุ์กุ้งมีความต้องการโปรตีนและกรดอะมิโน เพื่อใช้ในการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และผลิตลูกพันธุ์ โดยมีปริมาณความต้องการระดับโปรตีนที่สูงกว่าที่ใช้ในการเจริญเติบโตมาก เพราะมีการตรวจพบการสังเคราะห์โปรตีนทั้งกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นและชนิดที่ไม่จำเป็นเพิ่มขึ้นมากในช่วงที่มีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ โดยโปรตีนดังกล่าวมีความสำคัญต่อการผลิต yolk protein, peptide hormone, enzyme และเซลล์สืบพันธุ์ (Harrison, 1997) จากการศึกษาในกุ้ง *Paratetphysa hydrodromaus* พบว่าในช่วงที่มีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์จะมีระดับของโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 31 mg/100g ในระยะที่ 1 ของการพัฒนาไข่เป็น 958 mg/100g ในระยะที่ 4 และเพิ่มขึ้นถึง 3649 mg/100g ในระยะก่อนวางไข่และหลังจากวางไข่แล้วจะมีระดับที่ลดลงเหลือเพียง 33 mg/100 g (Anilkumar and Adiyodi, 1980) ถึงแม้ว่าคาร์โบไฮเดรตจะไม่ใช้สารอาหารที่จำเป็นสำหรับสัตว์ในกลุ่ม ครัสตาเซียน แต่ก็สามารถสะสมอยู่ในรูป glycogen ใน hepatopancreas ซึ่งมีหน้าที่หลักในการเป็นแหล่งพลังงานสำหรับกระบวนการ biosynthesis ต่างๆ ในช่วงการพัฒนา ระบบสืบพันธุ์และในช่วงนี้ปริมาณของ glycogen ที่สะสมใน hepatopancreas จะลดลงแต่จะสะสมเพิ่มขึ้นในรังไข่และอวัยวะ (Nagabhushanam and Kulkarni, 1981) นอกจากนี้คาร์โบไฮเดรตยังเป็นแหล่งของสารประกอบ carotenoglycolipoprotein ซึ่งสารนี้มีความสำคัญต่อกระบวนการขนส่งสารอาหารจาก hepatopancreas ไปสู่รังไข่โดยผ่านทาง haemolymph นอกจากนี้ยังเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์ nucleic acid และ chitin สำหรับการสร้างเปลือกอีกด้วย (Harrison, 1997) สำหรับวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ นั้นพบว่า วิตามินอี วิตามินเอ และวิตามินซี มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเจริญพันธุ์ของสัตว์ในกลุ่มครัสตาเซียนดังรายงานของ Chamberlain (1988) ซึ่งพบว่าการขาดวิตามินอีในอาหาร จะส่งผลทำให้พบเปอร์เซ็นต์ของสเปิร์มกุ้งที่มีความผิดปกติจำนวนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Cahu and Fakhfakh (1990) ซึ่งพบว่าการเสริมวิตามินอีในอาหารของกุ้ง *Penaeus indicus* จะมีผลทำให้อัตราการฟักไข่ของลูกกุ้งมีเพิ่มขึ้น Alava *et al.* (1993) ได้

ทำการศึกษาผลของการเสริมวิตามินเอ วิตามินอีและวิตามินซีในอาหารที่ใช้สำหรับกุ้ง *P.s japonicas* ที่ทำการตัดก้านตาพบว่าหลังจากตัดก้านตากุ้งเป็นเวลา 30 วันกุ้งที่ได้รับอาหารที่ขาดวิตามินบางชนิดจะมีค่า Gonado somatic index ต่ำกว่ากุ้งที่ได้รับอาหารที่มีวิตามินทั้ง 3 ชนิด นอกจากนี้วิตามินอีจะมีการสะสมในไข่แดง และยังเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในธรรมชาติ ในขณะที่ความสำคัญของวิตามินดีในอาหารของพ่อแม่พันธุ์สัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียนั้นพบว่ามีความสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของแคลเซียมและฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการสร้างเปลือกโดยเฉพาะในช่วงการพัฒนากุ้งตัวอ่อน (Harrison, 1997) สำหรับวิตามินเอนั้น Alava *et al.* (1993) รายงานว่าจะมีผลต่อการสร้างสเปิร์ม สร้างไข่และการพัฒนาของตัวอ่อนในสัตว์กลุ่มครัสเตเชีย โดยวิตามินเอเป็นวิตามินที่มีความจำเป็นต่อการพัฒนารังไข่ในกุ้ง *Penaeus japonicus*

ขนาดและน้ำหนักตัวเป็นปัจจัยภายในที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ของกุ้งกุลาดำ ซึ่งลักษณะพ่อแม่พันธุ์ที่ดีและมีคุณภาพต้องมาจากแหล่งน้ำดีแล้ว ต้องมีขนาดและน้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยตารางที่ 3 โดยแม่กุ้งที่ขนาดใหญ่มากกว่า 12 นิ้ว จะเป็นกุ้งที่มีอายุมากนอกจากได้ลูกพันธุ์ที่มีคุณภาพไม่ดีแล้ว หลังจากตัดตามักจะมีอัตราการตายสูงด้วย

ตารางที่ 3 เกณฑ์มาตรฐานของพ่อแม่พันธุ์

	พ่อพันธุ์	แม่พันธุ์
ความยาว (นิ้ว)	ไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว	10-12
น้ำหนักต่อความยาว (กรัม : นิ้ว)	12:1	20:1

ที่มา: ชลอ และพรเลิศ (2547)

ฮอร์โมน การเจริญและพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ของครัสเตเชียจะถูกควบคุมโดยฮอร์โมนต่างๆ เช่นเดียวกับสัตว์ชนิดอื่นๆ โดยฮอร์โมนที่ควบคุมเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์นั้นยังมีการศึกษาน้อยมาก ส่วนหนึ่งที่มีการศึกษาคือ ฮอร์โมนในสมองส่วนก้านตา ซึ่งมีเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมน (neurosecretory cell) อยู่กลุ่มหนึ่ง เรียกเซลล์กลุ่มนี้ว่า X-organ โดยจะมีการส่งปลายประสาท (axon terminals) ไปรวมกันที่จุดหนึ่งที่ติดกับ optic lobe และถูกล้อมรอบด้วย haemolymph ปลายประสาทที่รวมกันนี้เรียกว่า sinus gland จะเป็นที่หลั่งของฮอร์โมนชนิดต่างๆ ที่

สร้างมาจาก X-organ เนื่องจาก X-organ และ sinus gland เป็นส่วนของเซลล์กลุ่มเดียวกัน จึงมักเรียกส่วนทั้งสองนี้รวมกันว่า X-organ-sinus gland complex (XOSG) โดยฮอร์โมนที่ถูกสร้างใน XOSG เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ คือ gonad-inhibiting hormone (GIH) ในกุ้งเพศเมีย ทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์และรังไข่ และ Mandibular Organ-Inhibiting Hormone (MO-IH) ทำหน้าที่ยับยั้งต่อมเมานติเบิล ไม่ให้สร้าง Methyl farnesoate hormone (MF) โดยจะป้องกันไม่ให้เกิดการสร้าง vitellogenin ที่ hepatopancreas และสารนี้จะถูกลำเลียงไปสู่เซลล์ไข่ (oocytes) ในรังไข่ (ovary) หากมีการตัดก้านตา บีบตา จะทำให้กระบวนการสร้างไข่เกิดได้เร็วขึ้น

กระบวนการสร้างไข่ (oogenesis) มีฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง คือ Gonad Stimulating Hormones (GSH) ออกมากระตุ้นรังไข่ hepatopancreas เพื่อเริ่มกระบวนการสร้างไข่ในระยะแรก (1st follicle cells) ในขณะเดียวกันรังไข่จะสร้าง ovarian hormone (OH) ออกมากระตุ้นให้ hepatopancreas สร้างสาร vitellogenin แล้วหลังสู่กระแสเลือดส่งผ่านมายังรังไข่ vitellogenin จะเปลี่ยนเป็นสาร vitellin หรือโปรตีนไข่แดงในเซลล์ไข่ จากนั้นเมื่อเซลล์ไข่พัฒนาเข้าสู่ระยะที่สอง (2nd follicle cells) ชั้นฟอลลิเคิล เซลล์ (granulose cells) ของรังไข่ระยะนี้จะเริ่มสร้าง Vitellogenesis Stimulating Ovarian Hormones (VSOH) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการส่งผ่าน vitellogenin เข้าสู่เซลล์ไข่ กระตุ้นการพัฒนาของ female 2nd sexual characteristics เช่น การสร้าง ovigerous setae ให้ไข่เกาะและ brood pouch (Koskela *et al.*, 1992; Celia *et al.*, 2002) นอกจากนั้นยังพบบทบาทของ ฮอร์โมนบางชนิดซึ่งเป็น สเตอรอยด์ฮอร์โมน เช่น progesterone, 17 α -hydroxyprogesterone, 17- β -estradiol โดย Summavielle *et al.* (2001) รายงานว่าสเตอรอยด์ฮอร์โมนดังกล่าวมีส่วนช่วยในการเจริญของไข่ในสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน เช่น กระตุ้นกระบวนการสร้างและสะสมไข่แดง ซึ่งพบรายงานการศึกษาในกุ้งกุลาดำ (Fairs *et al.*, 1990 ; Van Herp and Payen, 1991) และในกลุ่มสัตว์น้ำจืด (Sarajoni *et al.*, 1985) Tsukimura and Kamemoto (1991) รายงานว่าฮอร์โมนดังกล่าวมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง oocyte ในกุ้ง *Litopenaeus vannamei* และในกุ้ง *Penaeus esculentus* เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับสารในกลุ่ม eicosanoid โดยเฉพาะ prostaglandins (PG) ซึ่งเป็น modified fatty acid ซึ่งสังเคราะห์จากชั้น follicle cells ในไข่ระยะที่สอง พบว่า ช่วยในการส่งผ่าน vitellogenin เข้าเซลล์ไข่และช่วยในกระบวนการตกไข่ (ovulation) และการผสมพันธุ์ (spawning) ให้สมบูรณ์ขึ้น

Prostaglandins มีสารตั้งต้น คือ arachidonic acid (AA) สร้างมาจากในทุกเซลล์ แต่พบมากในเซลล์สืบพันธุ์ หน้าที่แตกต่างกันตามลักษณะของโครงสร้างโดยในระบบสืบพันธุ์ของสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน พบบทบาทของ PGE PGF และ PGD โดย PGH₂ ซึ่งสังเคราะห์จากรังไข่

hepatopancreas และผิวหนังชั้น hypodermis ในสัตว์พวกปู (Stanley-Samuelson, 1987) โดย PGE₂ จะกระตุ้นการหดและคลายตัวกล้ามเนื้อท่อน้ำไข้จิ้งหรีดน้ำ (*Teleogryllus commodus*) (Loher, 1984) ช่วยกลไกการวางไข่ในจิ้งหรีดน้ำ (Stanley-Samuelson and Loher, 1986) ในสัตว์กลุ่มหอย เช่น หอยเป่าฮือ *Halotis refescens* และหอย *Mytilus californianus* (Morse, 1977) ในระบบสืบพันธุ์ กุ้งกุลาดำ (Fingerman, 1997) ซึ่ง Bell *et al.* (1994) รายงานว่าในระบบสืบพันธุ์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง จะพบบทบาทของ PGE มากกว่า PG รูปแบบอื่น PGE มี 3 กลุ่ม(series) คือ

1. PGE₁-series (PGE₁) สังเคราะห์จาก Docosahexaenoic acid (DHA)
2. PGE₂-series (PGE₂) สังเคราะห์จาก Arachidonic acid (AA)
3. PGE₃-series (PGE₃) สังเคราะห์จาก Eicosapentaenoic acid (EPA)

4. การพัฒนาของรังไข่

การพัฒนาของรังไข่กุ้งกุลาดำ ซึ่งเป็นสัตว์ในกลุ่มครัสเตเชียนที่จำเป็นจะต้องลอกคราบเพื่อการเจริญเติบโต รังไข่ของกุ้งจึงพัฒนาในช่วงที่กุ้งมีคราบแข็ง ซึ่งอยู่ระหว่างช่วงหลังการลอกคราบครั้งเก่ากับช่วงก่อนการลอกคราบครั้งใหม่ (intermolt)

โดย Primavera (1982) และ Medina *et al.* (1996) ได้แบ่งระยะการพัฒนารังไข่ของกุ้งในวงศ์ Penaeidae ออกเป็น 5 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 (stage 1) ระยะไข่อ่อนหรือระยะเริ่มพัฒนารังไข่ (previtellogenic) รังไข่จะมีลักษณะเป็นแผ่นใสเริ่มเห็นเงาของรังไข่เป็นเส้นตรงกลางลำตัวตามยาวจากหัวถึงหาง สีของรังไข่เมื่อมองจากด้านหลังจะเห็นเพียงเส้นจางๆ และไม่สามารถมองเห็นฟองไข่ภายใน

ระยะที่ 2 (stage 2) ระยะเจริญ (early vitellogenic) จะเห็นเงาของรังไข่เป็นเส้นกลางลำตัวหนาขึ้นโดยจะเห็นเป็นแถบแบนยาวๆ มีขนาดใหญ่มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านหัวและส่วนกลาง

ระยะที่ 3 (stage 3) ระยะที่เจริญเต็มที่ (late vitellogenic) สามารถมองเห็นรังไข่ได้จากภายนอก มีลักษณะเป็นแถบยาวสีเข้มและหนา บริเวณส่วนท้องปล้องแรกจะเห็นรังไข่ขยายออกคล้ายรูปผีเสื้อหรือรูปเพชร

ระยะที่ 4 (stage 4) ระยะไข่สุก (mature) บริเวณที่ขยายออกคล้ายรูปผีเสื้อหรือรูปเพชร บริเวณส่วนท้องปล้องแรกจะขยายใหญ่และเห็นชัดเจน เห็นเป็นเส้นหนาที่บดคลอคล้ายตัวและขยายมากจนเต็มช่องท้อง

ระยะที่ 5 (stage 5) ระยะหลังวางไข่ (spent or degeneration) จะเห็นขอบของรังไข่จางๆ ไม่มีส่วนที่บดแสง รังไข่แบนลีบ คุณลักษณะภายนอกเหมือนระยะที่ 1

Quinitio *et al.* (1993) ได้ศึกษาพัฒนาการของรังไข่กึ่งกุลาคำทางเนื้อเยื่อวิทยาและได้รายงานออกมาเป็น 6 ระยะ ตามลักษณะของเซลล์ในรังไข่คือ ระยะที่ 1 primordial germ cells, ระยะที่ 2 chromatin nucleolus, ระยะที่ 3 perinucleolus; ระยะที่ 4 yolk, ระยะที่ 5 cortical rod และระยะที่ 6 spent แต่ในการศึกษาการพัฒนารังไข่ของกึ่งในวงศ์ Penaeidae ส่วนมากยังนิยมที่จะใช้ตามรายงานของ Primavera (1982) เช่น Medina *et al.* (1996) ศึกษาพัฒนาการรังไข่ในกึ่ง *Penaeus kerathurus* รายงานระยะการพัฒนารังไข่ 5 ระยะตาม Primavera (1982) เช่นกัน

5. การวางไข่และการพัฒนาของไข่

กึ่งกุลาคำจะวางไข่ในเวลากลางคืนโดยแม่พันธุ์กึ่งส่วนใหญ่จะวางไข่ช่วงเวลาประมาณ 01.00 น. ถึง 05.00 น. (Hall *et al.*, 2000) ในการวางไข่แม่กึ่งจะว่ายน้ำขึ้นมามีบริเวณด้านบนอย่างช้าๆ เมื่อพร้อมวางไข่ก็จะเริ่มว่ายน้ำเร็วขึ้นและว่ายวนเป็นวงกลม พร้อมกันนั้นก็ปล่อยไข่ออกทางช่องเปิดที่โคนขาคู่ที่ 3 (3rd pereopod) และปล่อยน้ำเชื้อตัวผู้ออกจากที่เก็บทางช่องเปิดที่โคนขาเดินคู่ที่ 4 (4th pereopod) แม่กึ่งจะปล่อยไข่และน้ำเชื้อตัวผู้ออกมาตลอดเวลาในขณะที่ว่ายน้ำ โดยใช้ขาว่ายน้ำ (pleopods) ช่วยพัดให้ไข่และน้ำเชื้อผสมกันได้ดียิ่งขึ้น การวางไข่ของแม่กึ่งแต่ละตัวใช้เวลาประมาณ 2-7 นาที ซึ่งในเวลา 2 นาที แม่กึ่งจะปล่อยไข่ได้ประมาณ 500,000 ฟอง (Hall *et al.*, 2000) ไข่ของกึ่งกุลาคามีสีเหลืองอมเขียว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.27-0.31 มิลลิเมตร (Motoh, 1985) หลังจากไข่ได้รับการผสมจากเชื้อตัวผู้แล้วจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงภายในไข่และฟักออกเป็นตัวภายใน 12-15 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำ 28-33 พีพีที แม่กึ่ง

ขนาด 50-150 กรัมจะให้ไข่ประมาณ 100,000-1,200,000 ฟอง (สนธิ, 2531) ถ้าเป็นแม่กุ้งที่เร่งให้ไข่แก่ โดยการบีบก้านตมมีน้ำหนักประมาณ 100-150 กรัม จะให้ไข่ประมาณ 200,000-1,000,000 ฟอง โดยอาจจะวางไข่หลายครั้งใน 1 รอบของการลอกคราบ ทั้งนี้จำนวนไข่จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของแม่พันธุ์กุ้ง (Makinocuhi and Primavera, 1987)

กุ้งกุลาดำในธรรมชาติอาจจะมีการวางไข่หลายครั้ง แม่กุ้งเมื่อได้รับการผสมพันธุ์แล้วครั้งหนึ่งอาจจะสามารถวางไข่ได้ 1-6 ครั้ง (บังอร, 2530; Bread and Wickins, 1980; Emmerson, 1983) แต่ส่วนมาก 60 เปอร์เซ็นต์ของแม่กุ้งจะวางไข่ได้ 3-4 ครั้ง Browdy and Samocha (1985) ศึกษาในกุ้ง *Penaeus semisulcatus* พบว่าแม่กุ้งหลังจากได้รับการผสมพันธุ์แล้วครั้งหนึ่ง สามารถวางไข่ได้ 4 ครั้ง โดยการวางไข่ครั้งถัดไปอาจจะเกิดขึ้นเร็วหลังจากครั้งแรกเพียง 3-5 วัน ถ้าแม่กุ้งที่ไข่ไม่มีการพัฒนาแล้วไม่วางไข่ในช่วงของการลอกคราบนั้นๆ อาจจะวางไข่ในช่วงหลังลอกคราบครั้งต่อไป โดยหลังจากลอกคราบแล้วไข่จะมีการพัฒนาต่ออย่างรวดเร็ว (Hall *et al.*, 2000)

เมื่อไข่ได้รับการผสมกับสเปิร์มแล้วจะมีการพัฒนาโดยการแบ่งเซลล์แบบ meiosis และ mitosis จนไปเป็นตัวอ่อนและฟักออกเป็นนอเพลียส(nauplius) ใช้เวลาประมาณ 12-15 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ถ้าอุณหภูมิของน้ำต่ำการพัฒนาของตัวอ่อนจะช้าลงและมีผลต่อความแข็งแรงของนอเพลียส ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 28-30 องศาเซลเซียส แต่การแบ่งตัวของเซลล์ไข่จะดีที่สุดที่อุณหภูมิของน้ำประมาณ 30 องศาเซลเซียส เซลล์ที่ไม่ได้รับการผสมอาจจะแบ่งเซลล์ได้แค่ 1-2 ครั้งก็หยุดการแบ่งเซลล์ ซึ่งจะอยู่ในช่วง 1-1 ชั่วโมง 30 นาที ถ้าเซลล์ไข่ที่มีการแบ่งเซลล์ได้ต่อจาก 4 เซลล์แสดงว่าไข่ใบนั้นได้รับการผสมแล้วแน่นอน (Hall *et al.*, 2000)

Hall *et al.* (2000) แบ่งระยะการแบ่งเซลล์ไข่ตั้งแต่ได้รับการผสมจนฟักออกเป็นตัวอ่อน ดังนี้

1. ระยะเวลา 0-30 นาทีหลังวางไข่ เมื่อแม่กุ้งปล่อยไข่ออกมาพร้อมกับน้ำเชื้อ น้ำเชื้อจะเข้าผสมกับไข่ในระยะเวลาช่วง 1 นาทีแรก โดยส่วน spike ของสเปิร์มจะแตะกับส่วนผิวของเปลือกไข่ หลังจากนั้นประมาณ 5 นาที ด้านในของผิวไข่จะเกิดเนื้อเยื่อบางๆ (fertilization membrane) ห่อหุ้มส่วนที่เป็นตัวอ่อน เพื่อป้องกันไม่ให้สเปิร์มตัวอื่นเข้ามาผสม ช่วงนาทีที่ 2 ไข่จะเริ่มมีการแบ่งเซลล์บริเวณรอบนอก นาทีที่ 3 จะเกิดปฏิกิริยา acrosome reaction ขึ้นที่บริเวณ egg membrane โดยสเปิร์มจะเจาะเปลือกไข่เข้าไปในส่วน cytoplasm ของไข่แล้วปล่อยสเปิร์ม nucleus เข้าผสมกับ egg

nucleus เกิดเป็น zygote ขึ้น 2-5 นาทีต่อมาจะเกิดการแบ่งเซลล์แบบ meiosis นาทีที่ 8-14 ไข่จะเริ่มสร้างส่วนของน้ำใสคล้ายวุ้นเรียกว่า jelly coat โดยแบ่งไข่ออกเป็นสองชั้น ชั้นนอกจะเป็น egg membrane ถัดลงไปจะเป็นส่วนของ jelly coat ซึ่งจะล้อมรอบส่วนของเปลือกไข่แดง (yolk membrane) ซึ่งเป็นชั้นที่อยู่ถัดไป การแบ่งชั้นของเซลล์ไข่นี้จะเสร็จสิ้นประมาณ 12-15 นาที เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนและป้องกันแบคทีเรียเข้าทำลายส่วนของไข่แดงตลอดช่วงของการพัฒนาไปเป็นตัวอ่อนซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 12-15 ชั่วโมง

2. ระยะเวลา 30-60 นาที zygote จะเริ่มพัฒนาโดยกระบวนการ embryogenesis โดย pronuclei ของไข่ และ spermatozoa รวมตัวกันเป็น diploid nucleus ไข่จะเริ่มแบ่งเซลล์แบบ mitosis ขึ้นครั้งที่ 1 โดยแบ่งออกเป็น 2 เซลล์

3. ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ไข่จะแบ่งเซลล์ครั้งที่ 1-2 โดยแบ่งออกเป็น 2-4 เซลล์ในระยะนี้ไข่ที่ได้รับการผสมและจะพัฒนาไปเป็นนอเพลีสได้ นั่นคือการแบ่งเซลล์ไข่จะสมมาตรกัน (symmetry) ส่วนไข่ที่แบ่งเซลล์ไม่สมมาตรกัน (asymmetry) จะไม่สามารถพัฒนาไปจนเป็นนอเพลีสได้ ไข่ที่แบ่งเซลล์เพียงครั้งเดียวหรือหยุดการแบ่งเซลล์ได้ 1-2 ครั้ง คือ ไข่ที่ไม่ได้รับการผสม

4. ระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ไข่จะแบ่งเซลล์ครั้งที่ 2-3 โดยจะแบ่งเซลล์ออกเป็น 4 เซลล์ หรือ 8 เซลล์ เรียกระยะนี้ว่า morula stage

5. ระยะเวลา 2 ชั่วโมง เซลล์ไข่จะเข้าสู่กระบวนการในการพัฒนาเป็นตัวอ่อนโดยในช่วงนี้ ไข่จะแบ่งเซลล์ออกเป็น 64-128 เซลล์ ชั้นของเซลล์จะฟอร์มตัวที่บริเวณขอบนอกของชั้นไข่แดง เพื่อพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อและโครงสร้างต่างๆ

6. ระยะเวลา 3 ชั่วโมง ตัวอ่อน จะแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว จำนวนของเซลล์มากขึ้น ระยะนี้ จะมีความแตกต่างเพิ่มขึ้นระหว่างไข่ที่ได้รับการผสมกับไข่ที่ไม่ได้รับการผสม

7. ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ตัวอ่อนจะมีจำนวนของเซลล์เพิ่มมากขึ้น ส่วนหนึ่งของไข่เซลล์ไข่ ภายในเซลล์จะเกิดการยุบตัวหรือเว้าเข้าไปด้านในจนมองเห็นได้ชัดเจน เรียกระยะนี้ว่า gastrulation เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเซลล์ไข่จาก monolayer เป็น multilayer embryo

8. ระยะเวลา 5 ชั่วโมง บริเวณขอบข้างของตัวอ่อน จะเว้าเข้าด้านใน 5-6 ด้าน เป็นกลุ่มของเนื้อเยื่อที่จะพัฒนาไปเป็นส่วนรยางค์ของนอเพเลียส

9. ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ตัวอ่อนจะยังคงมีลักษณะคล้ายกับตัวอ่อนชั่วโมงที่ 5 แต่มองเห็นได้ชัดมากขึ้นและมีความสมบูรณ์มากขึ้น

10. ระยะเวลา 7 ชั่วโมง ส่วนของตัวอ่อนที่จะเปลี่ยนไปเป็นส่วนของรยางค์มีความชัดเจนมากขึ้น ลักษณะเป็นก้อนกลมเล็กๆ ข้างละ 3 ก้อน อยู่บริเวณรอบๆ ของตัวอ่อน ส่วนปลายของรยางค์จะมองเห็นขนแหลมเล็กๆ เกิดขึ้น

11. ระยะเวลา 8 ชั่วโมง การพัฒนาตัวอ่อนจะมองเห็นได้เด่นชัด บริเวณส่วนที่จะเป็นลำตัว ซึ่งอยู่ตรงกลางจะหนาขึ้น ขนแหลมเล็กๆ บริเวณส่วนปลายของรยางค์ยาวมากขึ้นตัวอ่อนระยะนี้เริ่มมีลักษณะคล้ายระยะนอเพเลียส

12. ระยะเวลา 9 ชั่วโมง นอเพเลียสพัฒนามากขึ้น ขนแหลมเล็กๆ บริเวณส่วนปลายของรยางค์จะมีมากขึ้นและยาวมากขึ้น

13. ระยะเวลา 10 ชั่วโมง ในระยะนี้จะมองเห็นความแตกต่างของรยางค์แยกออกจากส่วนของลำตัวของนอเพเลียสอย่างชัดเจน ในรยางค์คู่แรกของนอเพเลียสส่วนของขนเล็กๆ จะยาวมากขึ้นจนไปทับซ้อนกับอีกข้าง

14. ระยะเวลา 11 ชั่วโมง ส่วนของรยางค์ทั้งหมดจะพัฒนาจนสมบูรณ์ บริเวณส่วนลำตัวของนอเพเลียสจะมีจุดตาเกิดขึ้น

15. ระยะเวลา 12 ชั่วโมง นอเพเลียสจะพัฒนาถึงขั้นสุดท้าย พร้อมทั้งจะออกจากเปลือกไข่ นอเพเลียสจะเริ่มมีการขยับตัวเพื่อดันเปลือกไข่ให้แตกออก โดยจะดันส่วนท้ายที่มีขนแหลมเล็กๆ เจาะเปลือกไข่ให้แตกออก

16. ระยะเวลา 13 ชั่วโมง นอเพเลียสจะออกจากเปลือกไข่ในช่วงตั้งแต่ 13-15 ชั่วโมง ถ้าออกจากเปลือกไข่หลังจาก 15 ชั่วโมงผ่านไปแล้ว คุณภาพของนอเพเลียสนั้นจะต่ำ

สมยศ (2543) ใช้หลักการพิจารณาคุณภาพของนอเพลียส ดังนี้

1. ลำตัวมีสีเข้มหรือสีน้ำตาลอ่อน ลำตัวสะอาด ไม่มีเมือกเกาะ นอเพลียสที่อ่อนแอลำตัวจะมีสีขาวปน ไม่สะอาด มีเมือกเกาะ

2. เมื่อมีแสงส่อง นอเพลียสที่แข็งแรงจะเคลื่อนที่เข้าหาแสง ส่วนนอเพลียส ที่อ่อนแอจะจมอยู่บริเวณด้านล่างของถังฟัก ถังฟักไข่ของกุ้งกุลาดำที่เหมาะสมควรมีขนาด 500 ลิตร เป็นถังสีดำ

6. ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะต่างๆ และการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

บรรจง (2530) กล่าวว่าไข่ของลูกกุ้งในวงศ์ Penaeidae โดยทั่วไปจะหนักกว่าน้ำทะเลเล็กน้อยจึงมักจะจม แต่บางแห่งน้ำอาจพัดพาเอาไข่บางส่วนขึ้นสู่ผิวน้ำได้ ไข่ที่ผสมแล้วที่อุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส จะเจริญและฟักออกเป็นตัวภายใน 15 ชั่วโมง จากนั้นลูกกุ้งจะมีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างดังนี้

ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่หนึ่งนอเพลียส (Nauplius)

ลูกกุ้งที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จะมีขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น รูปร่างค่อนข้างกลม มีรยางค์คู่แรกจะเป็นหนวดคู่สั้น (1st antenna) อยู่ด้านหัวสุด ตอนปลายไม่แตกเป็นแฉก รยางค์คู่ที่สองจะเจริญเป็นหนวดคู่ยาว (2nd antenna) และคู่ที่สามจะเจริญเป็นขากรรไกร (mandible) อยู่ด้านล่างตามลำดับ รยางค์ทั้งสองคู่นี้ส่วนปลายจะแยกเป็นแฉก ส่วนหางตรงปลายจะมีขน (furcal spine) ประมาณข้างละเจ็ดเส้น และทางด้านหน้ามีจุดสีดำ ซึ่งจะเจริญเป็นตาในระยะหลัง ระยะนี้ลูกกุ้งไม่กินอาหาร ลูกกุ้งจะอาศัยอาหารจากถุงอาหาร (yolk sac) ที่ติดตัวมา ลูกกุ้งจะอยู่ในระยะนี้ 45-50 ชั่วโมง มีการลอกคราบ 6 ครั้ง ดังนี้

นอเพลียส 1 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.30 มิลลิเมตร รูปร่างค่อนข้างกลม หัวโตเรียวยาวเล็กไปทางด้านหาง มีรยางค์ 3 คู่ มีตาอันเดียว อยู่ระหว่างรยางค์คู่ที่ 1

นอเพลียส 2 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.30-0.36 มิลลิเมตร รยางค์เริ่มแบ่งออกเป็นปล้อง หางมีปลายหางใหญ่และยาวออก

นอเพเลียส 3 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.36-0.38 มิลลิเมตร เริ่มปรากฏฐานของรยางค์ท้อง ปลายหางเรียวเล็ก มีหนามที่ปลาย 4 คู่

นอเพเลียส 4 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.36-0.40 มิลลิเมตร ปลายของรยางค์ท้องแยก ออกเป็นสองแฉก มีหนามที่ปลาย 4 คู่

นอเพเลียส 5 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.40-0.44 มิลลิเมตร เริ่มมีเปลือกหัว ขากรรไกรกลม ปรากฏฐานของรยางค์ท้อง ปลายหางแยกเป็นสองแฉก

นอเพเลียส 6 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.42-0.50 มิลลิเมตร เปลือกหัวใหญ่ขึ้น ขากรรไกร ยาวออก มีหนามที่ปลายหาง 7 คู่

ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่สองซุเอีย (Zoea)

ลูกกุ้งจะมีตัวยาวขึ้น ส่วนหัวโตเห็นได้ชัด ลูกกุ้งจะค่อยๆ ลอยตัวขึ้นสู่ผิวน้ำและเริ่มกิน อาหาร อาหารของลูกกุ้งระยะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นพวกแพลงก์ตอนพืชขนาด 50-100 ไมโครเมตร ลูก กุ้งจะอยู่ในระยะนี้ประมาณ 4 วัน มีการลอกคราบสามครั้งแต่ละครั้งจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ดังนี้

ซุเอีย 1 ตายังอยู่ในเปลือก ตามองเห็นจุดดำ เปลือกคลุมหัวเรียบ ไม่มีหนาม ด้านหน้า ค่อนข้างกลม ทางด้านหลังป้านเกือบเป็นเส้นตรง รยางค์คู่แรกมีสามปล้อง ตรงปลายไม่มีแฉก รยางค์คู่ที่สอง ปลายมีสองแฉกยาวกว่ารยางค์คู่ที่หนึ่ง ขากรรไกรเป็นแผ่นแบนๆ และหยักตามขอบ maxilliped อันที่สองมีขนาดเล็กกว่าอันที่หนึ่ง ส่วนหางเป็นแฉก มีหนามแหลมข้างละเจ็ดอัน ใน ระยะนี้ลูกกุ้งจะมีลำตัวยาว 0.85 มิลลิเมตร ซึ่งจะวัดจากส่วนหน้าไปจนถึงปลายสุดของหาง

ซุเอีย 2 ตาโผล่พ้นเปลือกคลุมหัว มีก้านตาขาว กรีแหลมยื่นออกไปข้างหน้าและงุ้มลง ด้านหน้าเล็กน้อย ส่วนหัวมีเปลือกหุ้ม maxilliped อันที่หนึ่งและอันที่สองมองเห็นชัดเจน ปลายของ maxilliped อันที่สามแยกออกเป็นแฉกเล็กๆ ส่วนหางแยกออกเป็นสองแฉก และมีขนข้างละเจ็ดเส้น ลำตัววัดจากปลายกรีถึงปลายสุดของหางยาวประมาณ 1.77 มิลลิเมตร

ซูเอีย 3 maxilliped อันที่สามเจริญจนมองเห็นชัดเจน ขาเดินในระยะนี้ตอนปลายยังเป็น แฉกไม่มีขน ปล้องนอกของรยางค์อันนี้จะยาวกว่าปล้องใน ลำตัวยาว 1.80 มิลลิเมตร วัดจากปลาย กรีถึงปลายสุดของหาง รยางค์คู่ที่หกเริ่มเกิดในระยะนี้ ที่หางจะมีขนข้างละ 6 เส้น

ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่สามไมซิส (Mysis)

ลูกกุ้งในระยะนี้มีลักษณะคล้ายพ่อแม่มากขึ้น สามารถมองเห็นได้ชัดเจน จะอยู่ในระยะนี้ ประมาณ 4-7 วัน มีการเปลี่ยนแปลง 3 ระยะดังนี้

ไมซิส 1 ส่วนหัวและส่วนอกเชื่อมติดกัน รยางค์อังกยังทำหน้าที่ว่ายน้ำ ปลายรยางค์แบ่ง ออกเป็นสองแฉก ส่วนท้องแบ่งออกเป็นหกปล้อง หนามบนปล้องที่หนึ่งและสองหายไป ปลายหาง มีหนามแปดคู่ หนวดคู่ที่หนึ่งเริ่มแบ่งออกเป็นสามปล้อง ปลายหางเป็นสองแฉก ลำตัวมีความยาว ประมาณ 2.50-3.00 มิลลิเมตร

ไมซิส 2 ส่วนหัวและส่วนอกเชื่อมติดกันสมบูรณ์ มีเปลือกหุ้มตลอดรยางค์คู่ที่หนึ่งถึงสาม ตรงปลายเปลี่ยนเป็นก้ามหนีบ รยางค์สำหรับว่ายน้ำตรงท้ายเจริญมากขึ้น หนามบนปล้องที่สาม หายไป หางเว้าเล็กน้อย ลำตัวมีความยาว 3.00-3.45 มิลลิเมตร

ไมซิส 3 ขาว่ายน้ำเจริญขึ้น แบ่งออกเป็นสองปล้อง มีพินกรีหนึ่งถึงสองอันที่สันกริบน ลำตัวมีความยาว 4.04-4.50 มิลลิเมตร

ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่สี่โพสลาว่า (Postlarva)

ระยะนี้ลูกกุ้งมีความยาวประมาณ 5.0-5.6 มิลลิเมตร เปลือกหุ้มส่วนหัวยาวประมาณ 1.57 มิลลิเมตร ขาสำหรับเดินสามคู่แรกมีลักษณะเป็นก้ามชัดเจน คู่แรกสั้นและคู่ที่สามยาวที่สุด หางจะ แฉกเข้าจนแหลม ลูกกุ้งระยะนี้เริ่มมีรยางค์ครบเหมือนกุ้งเต็มวัย ลูกกุ้งมีวิวัฒนาการไปเรื่อยๆ จน เข้าสู่กุ้งวัยรุ่น เมื่อเลี้ยงไปจนถึงช่วงโพสลาว่า 10-15 (พี10-15) ก็สามารถที่จะปล่อยลงเลี้ยงในบ่อ ดินได้

การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

ประจวบ (2533) อธิบายการเลี้ยงและอนุบาลในโรงเพาะฟักเริ่มตั้งแต่เมื่อลูกกุ้งได้รับการปฏิสนธิและออกเป็นตัวในระยะนอศฟีส ซึ่งในระยะนี้ลูกกุ้งยังไม่กินอาหารและมีการเตรียมย้ายลูกกุ้งลงบ่ออนุบาล โดยควรปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นประมาณ 100,000 ตัวต่อน้ำ 1 ตัน หลังจากนั้นลูกกุ้งจะเริ่มเข้าสู่ระยะที่ 2 คือซูเอีย ระยะนี้ลูกกุ้งจะเริ่มกินอาหารควรให้แพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม ได้แก่ *Chaetoceros* sp. หรือ *Skeletonema* sp. เป็นอาหาร ควรให้ทุกๆ 4-6 ชั่วโมง ลูกกุ้งระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน ต่อมาจะเริ่มเข้าสู่ระยะที่สาม คือไมซิส ระยะนี้ยังคงให้แพลงก์ตอนพืชอยู่แต่เสริมแพลงก์ตอนสัตว์ลงไปด้วย แพลงก์ตอนสัตว์ที่ให้เป็นอาหารในระยะนี้ ได้แก่ โรติเฟอร์ อาร์ทีเมียระยะแรกฟัก แต่ที่เหมาะสมคือ โรติเฟอร์ (ธิดา, 2542) ลูกกุ้งระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน ต่อมาก็จะเข้าสู่ระยะที่สี่ซึ่งเป็นระยะโพสลาร์วา ลูกกุ้งระยะนี้จะกินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นหลัก ได้แก่ อาร์ทีเมีย ไรแดง ไรน้ำกร่อย เป็นต้น ลูกกุ้งระยะนี้จะอนุบาลประมาณ 15 วัน (โพสลาร์วา 15 หรือ พี 15) ก็จะนำไปเลี้ยงต่อในบ่อดิน

7. โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียในการอนุบาลลูกกุ้ง

โรคกุ้งที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียมีอยู่หลายชนิด รัตนกรรณ์ และ พัฒนา (2537) รายงานปริมาณของแบคทีเรียซึ่งพบปนเปื้อนในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย พบว่ามีแบคทีเรียในกลุ่มต่างๆ ต่อไปนี้คือ *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus*, *Clostridium* และ *Streptococcus* ในขณะที่ Simidu *et al.* (1977) รายงานว่าพบแบคทีเรียวงศ์ Vibrionaceae ถึง 54 เพอร์เซ็นต์ของแบคทีเรียทั้งหมดที่แยกได้จากน้ำทะเลทางชายฝั่งภาคตะวันออกของประเทศไทย นอกจากนั้นยังสามารถพบแบคทีเรียบางชนิดที่เป็นประโยชน์และแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคที่ผิวหนัง ลำตัวและทางเดินอาหารของสัตว์ ซึ่งดำรงอยู่ในสภาพที่พึ่งพาอาศัยกัน ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม สัตว์ไม่เกิดภาวะเครียด แบคทีเรียเหล่านี้ก็ไม่สามารถก่อโรคในสัตว์น้ำได้ หรือถ้ามีแบคทีเรียบางชนิดเข้าไปในตัวสัตว์น้ำบริเวณที่มีบาดแผล สัตว์น้ำก็สามารถกำจัดแบคทีเรียเหล่านั้นได้โดยใช้ระบบป้องกันตัวภายในร่างกาย ถ้าเชื้อมีปริมาณน้อย (Johnson, 1983) แต่ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม สัตว์เกิดอาการเครียดมีผลทำให้ร่างกายอ่อนแอลง ระบบการทำงานต่างๆ ภายในร่างกายทำงานด้อยลง เชื้อโรคเหล่านี้ก็จะสามารถก่อให้เกิดโรคในสัตว์น้ำได้ โดยแบคทีเรียก่อโรคในสัตว์กลุ่ม crustacean ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่ไม่สามารถสร้างสปอร์ได้และเป็นแบคทีเรียแกรมลบ (gram negative) ยกเว้นแบคทีเรียกลุ่ม *Micrococcus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวก (gram positive) ที่

ก่อโรคในกุ้ง Lobster (Johnson, 1983) โดยส่วนมากโรคกุ้งที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรียมักจะเรียกชื่อโรคตามอาการที่พบหรือเชื้อที่เป็นสาเหตุเช่น โรคเรืองแสงซึ่งอาการกุ้งที่ป่วยจะสามารถเห็นตัวกุ้งที่ติดเชื้อเรืองแสงได้ในที่มืด โรคเสียนำซึ่งกุ้งที่ป่วยจะพบเส้นสีดำติดอยู่บริเวณเปลือกและในเนื้อกุ้ง โรคไวรัสโอซิสซึ่งเรียกตามสาเหตุของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค คือเกิดจากแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ชลอ(2535) และ อรัญญา (2536) รายงานว่าแบคทีเรียที่สามารถทำให้เกิดโรคในกุ้งกุลาดำมีหลายชนิดได้แก่ *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. anguillarum* และ *V. harveyi* แต่ที่ทำความเสียหายมาก คือ *V. parahaemolyticus* และ *V. harveyi* ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างเป็นแท่งสั้น สามารถเจริญได้ดีทั้งในสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน

Inglis *et al.* (1993) รายงานว่าแบคทีเรียสกุล *Vibrio* (*Vibrio* spp.) เป็นแบคทีเรียแกรมลบ จัดอยู่ในกลุ่ม facultative anaerobic อยู่ในวงศ์ Vibrionaceae รูปร่างเป็นแท่งโค้ง (curved rods) หรือตรง มีขนาดความกว้าง 0.5-0.8 ไมโครเมตร ยาว 1.4-2.6 ไมโครเมตร ใช้แฟลกเจลลาในการเคลื่อนที่ในอาหารเหลว (liquid media) ใช้ monotrichous flagella ในการเคลื่อนที่เมื่อเจริญในอาหารแข็ง (solid media) สร้าง lateral flagella จำนวนมาก ไม่สร้าง endospore หรือ microcyst อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญ คือ 18-37 องศาเซลเซียส เป็นแบคทีเรียที่ฉวยโอกาส (opportunistic bacteria หรือ facultative pathogen) คือเมื่อร่างกายของสัตว์อ่อนแอจากความเครียด จะเข้าทำอันตรายได้ ทำให้เกิดโรคแบบ secondary infection (ลิลา และคณะ, 2540; Austin and Austin, 1987) สามารถเจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไปที่มีการเติมเกลือ 1.5–3.5 เปอร์เซ็นต์ (ชลอ, 2528) แต่ลักษณะโคโลนีที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างจากแบคทีเรียกลุ่มอื่น ซึ่งยากต่อการจำแนกชนิด ดังนั้นจึงมีอาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะต่อแบคทีเรียสกุลนี้ (selective media) คือ Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose (TCBS) agar หรือ Bromthymol Blue Salt Teepol (BTBST) เมื่อเจริญจะให้โคโลนีสีเขียวหรือเหลือง ขนาดปานกลาง-ใหญ่ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้น้ำตาลซูโครสของแต่ละสายพันธุ์ (Cowan, 1975)

จากการศึกษาพบว่าแบคทีเรียสกุล *Vibrio* มีอย่างน้อย 25 ชนิดดังนี้คือ *V. alginolyticus*, *V. anguillarum*, *V. campelii*, *V. carchariae*, *V. cholera*, *V. costecola*, *V. damsela*, *V. fischeri*, *V. fluvialis*, *V. gazogenes*, *V. harveyi*, *V. logei*, *V. marinus*, *V. methnikovii*, *V. natriegens*, *V. nereis*, *V. nigripulchritudo*, *V. ordalii*, *V. pelagius* 1 และ 2, *V. parahaemolyticus*, *V. proteolyticus*, *V. proteus*, *V. salmonicida*, *V. splendidus* 1 และ 2, *V. vulnificus* และ *Vibrio* spp. (Austin and Austin, 1987)

โรคที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียในสกุล *Vibrio* เรียกว่าโรควิบริโอซิส (Vibriosis) ซึ่งมักพบในกุ้งทะเล สำหรับกุ้งขาวแวนนาไมโรคที่เกิดจากเชื้อ *Vibrio* สามารถเรียกได้อีกชื่อคือ “Sindroma gaviota” ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายกับการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวในประเทศเอกวาดอร์ในช่วงปี ค.ศ. 1989 และ 1990 (Mohnhey *et al.*, 1994) โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถพบได้ในทางเดินอาหาร (Moss *et al.*, 2000) ดับ และดับอ่อนและน้ำเลือดของกุ้งปกติ (Gomez-Gil *et al.*, 1998) แต่เมื่อกุ้งอยู่ในสภาวะที่เครียด เช่น ปริมาณของแอมโมเนียในน้ำเพิ่มขึ้น อุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและความเค็มที่สูงเกินไป เป็นต้น สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปนี้จะทำให้กุ้งอ่อนแอจนป่วยติดเชื้อแบคทีเรียได้ (Mohnhey *et al.*, 1994) เมื่อกุ้งติดเชื้อแบคทีเรียจะเข้าไปทำลายหรือแพร่กระจายไปยังระบบต่าง ๆ ทั่วร่างกาย เมื่อพบการติดเชื้อบริเวณเปลือก ก็จะปรากฏเป็นแผลสีดำหรือน้ำตาลที่บริเวณนั้น เรียกว่า โรคจุดดำหรือน้ำตาล (black or brown spot disease) ซึ่งถ้ามีการติดเชื้ออย่างรุนแรงอาจทำให้กุ้งมีอัตราการตายสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอาการอื่นๆ ที่สามารถพบได้ คือ กุ้งที่เป็นโรคติดเชื้อแบคทีเรียจะมีการว่ายน้ำผิดปกติ บางส่วนพบที่พื้นก้นบ่อ สีตัวเข้มขึ้น อาจพบอาการกล้ามเนื้อตาย (muscle necrosis) และอาการกล้ามเนื้อเกร็งเป็นตะคริว (cramped muscle syndrome) ร่วมด้วย (Brock and Main, 1994)

ชโล (2543) รายงานว่า กุ้งที่ป่วยโดยการติดเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มวิบริโอ มักจะอยู่ตามขอบบ่อ หรือลอยตามผิวน้ำ มีตั้งแต่กุ้งตัวสกปรก มีตะกอนตามผิวหนัง กุ้งตัวสีส้ม จับคู่ตัวหลวม ตามลำตัวสกปรก หางมักจะกร่อน บางลักษณะจะพบว่าตามลำตัวจะมีจุดดำขนาดเล็ก บริเวณแผ่นปิดเหงือกจะบวม หรือตามเปลือกจะมีจุดขาว ๆ เมื่อนำมาเพาะเชื้อจากตับและดับอ่อน หรือน้ำเลือด จะมีเชื้อแบคทีเรียเป็นจำนวนมาก ดับและดับอ่อนมักจะมียขนาดเล็กกว่าปกติ กุ้งที่มีการติดเชื้อแบคทีเรียในลักษณะที่กล่าวมาแล้วนั้น ไม่สามารถที่จะทำการรักษาโดยใช้ยาปฏิชีวนะได้เนื่องจากมีการป่วยมาเป็นเวลานาน จนถึงระยะที่กุ้งไม่กินอาหารดังนั้นการรักษาจึงไม่ได้ผล

การควบคุมโรค Vibriosis ทำได้โดยการเตรียมบ่อที่ดีก่อนการเลี้ยงกุ้งและการจัดการเพื่อลดความเครียดภายในบ่อเลี้ยง (Lightner, 1996) ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ป้องกันการเกิดสาหร่ายหรือเชื้อแคดที่พื้นบ่อ ในระหว่างการเลี้ยง ควบคุมการให้อาหารอย่าให้มีเหลือตกค้างเพราะจะทำให้เชื้อแบคทีเรียเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำ เพื่อลดปริมาณของเสียภายในบ่อ การลดอัตราการปล่อยกุ้ง การเตรียมบ่อที่ดีโดยการตากบ่อหลังจากการเลี้ยงในแต่ละรุ่นและการใส่ปูนขาวจะช่วยลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในบ่อได้ (Anderson *et al.*, 1988)

8. สาหร่ายสไปรูลิน่า

ลักษณะทางชีววิทยา

สาหร่ายสไปรูลิน่าหรือที่เรียกกันว่า สาหร่ายเกลียวทอง เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอยู่ใน Phylum Cyanophyta Class Cyanophyceae Family Oscillatoriaceae Genus *Spirulina* มีลักษณะเป็นเส้นสาย เซลล์รูปทรงกระบอกเรียงต่อกันไม่แตกแขนงเรียกว่า trichome จะบิดเป็นเกลียวแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและสภาพแวดล้อม สาหร่ายชนิดนี้ขนาดเล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 1-3 ไมโครเมตร ขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 3-12 ไมโครเมตร มี 2 ชนิดที่มีรายงานการทดลองและการใช้ประโยชน์มากที่สุด ได้แก่ *Spirulina platensis* มีเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 6-8 ไมโครเมตร และ *Spirulina maxima* มีเส้นผ่าศูนย์กลางเซลล์ 4-6 ไมโครเมตร มีการเคลื่อนไหวแบบควงส่ววนและแบบคลื่น (Prescott, 1964; Venkataraman, 1983; Richmond, 1986) สาหร่ายชนิดนี้เป็นสาหร่ายพวกไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส มีกรดนิวคลีอิกกระจายอยู่ทั่วไปในเซลล์ ไม่มีพลาสติกหรือโครมาโตฟอร์ (กาญจนาภรณ์, 2527) ผนังเซลล์มีหลายชั้นประกอบด้วย mucoprotein และ pectin ผนังชั้นนอกเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ ไม่พบสารประกอบพวกเซลลูโลส (Venkataraman, 1983) มีผนังบางๆ กันเซลล์ที่ติดกันอยู่ มี gas vacuoles ขนาดใหญ่ ทำให้ลอยตัวในน้ำได้ดี สืบพันธุ์โดยวิธีการขาดท่อน (fragmentation) และแบ่งเซลล์ทำให้ trichome ยืดยาวออก (กาญจนาภรณ์, 2527)

คุณค่าทางอาหาร

คุณค่าทางอาหารของสไปรูลิน่าประกอบด้วยรงควัตถุหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ คาโรทีนอยด์ และไฟโคบิลิน ที่สำคัญ คาโรทีนอยด์จะประกอบด้วยแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) และคาโรทีน (กาญจนาภรณ์, 2527) ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดสีในผิวหนังของปลาและเนื้อปลา และสัตว์น้ำหลายชนิด (Goodwin, 1984) Hill (1980) รายงานว่าสาหร่ายสไปรูลิน่าประกอบด้วยแซนโทฟิลล์ 1.80 กรัมต่อกิโลกรัม คาโรทีน 1.90 กรัมต่อกิโลกรัม Mori *et al.* (1987) รายงานว่าคาโรทีนอยด์ใน *Spirulina maxima* ส่วนใหญ่เป็นซีแซนทีน (zeaxanthin) ซึ่งเป็นพวกแซนโทฟิลล์

สาหร่ายสไปรูลิน่ามีโปรตีนอยู่ระหว่าง 55-72 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วน (Hill, 1980) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Venkataraman (1983) ซึ่งกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อปริมาณสาหร่ายสไปรูลิน่า 100 กรัม ดังนี้ ไอโซลิวซีน (isoleucine) 4.1 กรัม ลิวซีน (leucine) 5.8

กรัม ไลซีน(lysine) 4.0 กรัม เมทไธโอนีน(methionine) 2.2 กรัม ฟีนิลอะลานีน(phenylalanine) 3.95 กรัม ทรีโอนีน (threonine) 4.17 กรัม ทริปโตเฟน (tryptophan) 1.13 กรัม วาลีน (valine) 6.00 กรัม อาร์จินีน (arginine) 5.98 กรัม และ ฮิสติดีน (histidine) 1.08 กรัม ส่วนไขมันในสาหร่ายมีประมาณ 2.0-7.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และไขมันส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะกรดไลโนลิก(linoleic acid)(Nakamura, 1982) นอกจากนี้ Hill (1980) ยังรายงานเกี่ยวกับวิตามินและเกลือแร่ในสาหร่ายสไปรูลิน่า ซึ่งประกอบด้วยวิตามิน 10 ชนิด โดยมีการเปรียบเทียบต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง ดังนี้คือ ไบโอติน(biotin) 0.4 มิลลิกรัม วิตามินบี12 (B12) 2.0 มิลลิกรัม วิตามินบี6 (B6) 3.0 มิลลิกรัม วิตามินบี2 (B2) 40.0 มิลลิกรัม วิตามินบี1 (B1) 55.0 มิลลิกรัม แคลเซียมเพนโทธีเนต (Ca-pantothenate) 11 มิลลิกรัม กรดโฟลิก (folic acid) 0.5 กรัม อินโนซิทอล (inosital) 350 มิลลิกรัม กรดนิโคตินิก (nicotinic acid) 118 มิลลิกรัม ไพริดอกซิน (pyridoxine) 3.0 มิลลิกรัม โรโบฟลาวิน (riboflavin) 40 มิลลิกรัม ไทอะมิน (thiamine) 55 มิลลิกรัม และวิตามินอี 190 มิลลิกรัม ส่วนเกลือแร่ ได้แก่ แคลเซียม 1.315 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 8.942 มิลลิกรัม เหล็ก 580 มิลลิกรัม โซเดียม 412 มิลลิกรัม คลอไรด์ 4.40 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 1.915 มิลลิกรัม แมงกานีส 25 มิลลิกรัม สังกะสี 39 มิลลิกรัม และโปแตสเซียม 15.40 มิลลิกรัม

การใช้สาหร่ายสไปรูลิน่ากับสัตว์น้ำ

การทดลองใช้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นอาหารสัตว์น้ำหลายชนิด โดยเฉพาะปลาชนิดต่างๆ พบว่าทำให้การเจริญเติบโตสูงขึ้นถึงระยะเจริญพันธุ์อย่างรวดเร็ว และช่วยเร่งสีได้อีกด้วย เนื่องจากสไปรูลิน่ามีขนาดเล็กและย่อยได้ง่ายทำให้สไปรูลิน่าทั้งในรูปแช่แข็งและผงมีคุณสมบัติเหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาวัยอ่อน นอกจากนี้ยังเป็นอาหารที่ดีของสัตว์น้ำอื่นๆ เช่น หมึก กุ้ง ปู หอย เป็นต้น (Lovell, 1982; Nakamura, 1982) Hirano and Suyama (1986) ทดลองใช้สไปรูลิน่าเลี้ยงปลา Ayu (*Plecoglossus altivelis*) พบว่า อาหารที่มีสไปรูลิน่า 50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดี และยังช่วยทำให้กลิ่นรสและความละเอียดอ่อนของเนื้อปลาดีขึ้น และ Mori *et al.* (1987) ทดลองใช้ *Spirulina maxima* ผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงปลา Ayu ในบ่อเลี้ยงโดยใช้สไปรูลิน่าผสมในอาหาร 3-6 เปอร์เซ็นต์ ทดลองเลี้ยงนาน 10 สัปดาห์ พบว่าจะทำให้ปลาที่เลี้ยงในบ่อมีสีผิวเป็นสีน้ำตาลอ่อนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มเหมือนปลาในแหล่งน้ำธรรมชาติได้ นอกจากนี้ยังนิยมใช้สไปรูลิน่าผสมอาหารเพื่อเลี้ยงปลาสวยงาม เช่น ปลาแฟนซีคาร์ฟ เพื่อเป็นสารเร่งสี

Direkbusarakom and Danayadol (1999) ศึกษาการเลี้ยงปลากระพงขาวโดยผสม สไปรูไลน่า ในอาหาร ในอัตราส่วน 10 และ 50 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม พบว่าสามารถกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีของปลาได้ นอกจากนี้จากการศึกษาของธิดา(2542) พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูป โดยมีสไปรูไลน่าและโคอะตอมเจอร์นุเดบโตอยู่ในบ่อด้วย จะทำให้ลูกกุ้งมีอัตราการรอดสูงถึง 91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าลูกกุ้งที่ให้อาร์ทีเมียเพียงอย่างเดียวที่มีอัตราการรอดเพียง 76 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาการอนุบาลหอยแมลงภู่น้ำเค็มด้วยการให้สาหร่ายสไปรูไลน่าแห้งที่มีส่วนผสมของ *S. platensis* ร่วมกับ *Schizochytrium* sp. ในอัตราส่วน 1:1 ร่วมกับการให้สาหร่ายที่มีชีวิตทำให้หอยมีอัตราการเจริญเติบโตสูงมากกว่าการให้สาหร่ายที่มีชีวิตเพียงอย่างเดียว (Langdon and Mnal, 1999)

การศึกษาของ Barbarito *et al.* (2006) โดยใช้สไปรูไลน่าเป็นอาหารของลูกกุ้ง *Litopenaeus schmitti* แทนการใช้ *Chaetoceros muelleri* เป็นอาหาร พบว่า ลูกกุ้งเจริญเติบโตเมื่อได้รับ สไปรูไลน่า 30 เปอร์เซ็นต์ผสมกับคีโตเซอรอส 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหาร ลูกกุ้งได้รับโปรตีน 0.078 มิลลิกรัม ไขมัน 0.026 มิลลิกรัม และได้พลังงาน 2.732 จูลต่อตัวต่อวัน และมีอัตราการเฉลี่ย 82-87 เปอร์เซ็นต์ การใช้สไปรูไลน่าซึ่งเป็นแหล่งของคาโรทีนอยด์เพื่อเพิ่มเม็ดสีให้กับแม่พันธุ์กุ้ง พบว่าการใช้สไปรูไลน่า 30 กรัมผสมในอาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้แม่กุ้งได้รับคาโรทีนอยด์เพียงพอ ส่งผลให้คุณภาพของไข่ และนอเพลีสดีขึ้นด้วย (Regunathan and Wesley, 2006)

นอกจากนี้ยังมีการทดลองเกี่ยวกับการใช้สไปรูไลน่าเสริมให้กับกุ้งขาวแวนนาไมระยะวัยรุ่นที่ติดเชื้อไวรัสดวงขาวของ Rahman *et al.* (2006) พบว่า สามารถยืดระยะเวลาในการแสดงอาการของโรคได้ แต่ไม่สามารถต่อต้านการเกิดโรคไวรัสดวงขาวได้ และการศึกษาของ Benjamas *et al.* (2003) ใช้สไปรูไลน่าควบคุมคุณภาพน้ำในการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่า สไปรูไลน่าสามารถช่วยลดปริมาณไนโตรเจนและแอมโมเนีย ซึ่งเป็นอันตรายต่อกุ้งได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเปรียบเทียบผลการใช้หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหารและการใช้เพรียงทรายเพื่อเป็นอาหารแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำต่อปริมาณไข่และอัตราการฟักไข่ของแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ

1.1 สถานที่ศึกษา การเลี้ยงและการให้อาหาร

ทำการศึกษาในโรงเพาะฟักของสุริรัตน์ฟาร์ม จังหวัดจันทบุรี โดยพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่ทำการศึกษาได้มาจากธรรมชาติในทะเลอันดามันพื้นที่จังหวัดสตูล ซึ่งเป็นพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่มีขนาดตามมาตรฐานของชลอและพรเลิศ (2547) คือ แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำมีความยาวไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว แต่ไม่เกิน 12 นิ้ว มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 20 กรัมต่อความยาว 1 นิ้ว และพ่อพันธุ์มีความยาวไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 12 กรัมต่อความยาว 1 นิ้ว โดยพ่อแม่พันธุ์ที่จับจะมาจากทะเลบริเวณเดียวกัน และช่วงเวลาเดียวกันพ่อแม่พันธุ์ทุกตัวได้ผ่านการตรวจแล้วไม่ติดเชื้อไวรัสดวงขาว (WSSV) โดยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่โพลิเมอเรส (PCR) และตรวจการติดเชื้อไวรัส MBV จากจีกุ้ง นำพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่คัดเลือกเอาเฉพาะตัวที่สมบูรณ์เพศและมีสุขภาพแข็งแรง จากนั้นนำมาพักไว้ในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 3,000 ลิตร เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง จากนั้นฆ่าเชื้อปรสิตร่างนอกที่อาจจะติดมากับติดมากับตัวกุ้งด้วยไอโอดีนเข้มข้น นาน 2-5 นาที แล้วนำพ่อแม่พันธุ์ไปเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ให้อาหารวันละ 3 มื้อ ก่อนจะสุ่มเลือกพ่อพันธุ์กุ้งกุลาดำจำนวน 30 ตัว และแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำจำนวน 38 ตัว มาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ทรงเหลี่ยมขนาด 10 ตารางเมตร จำนวน 2 บ่อ ในบ่อซีเมนต์แต่ละบ่อจะมีพ่อพันธุ์จำนวน 15 ตัว และแม่พันธุ์จำนวน 19 ตัว เพื่อเตรียมความพร้อมในการผสมพันธุ์เป็นเวลา 2-5 วัน โดยแบ่งกุ้งทดลองออกเป็นสองชุดทดลองและให้อาหารตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 4 หลังจากเตรียมความพร้อมและปรับสภาพ นำแม่พันธุ์มาบิบบหรือคัดก้านตาเพื่อกระตุ้นการวางไข่ โดยใช้ปากคีบ หรือ forceps นำไปเสปปลายให้แดง แล้วนำไปคิบบก้านตาแม่พันธุ์ โดยเลือกคิบบตาที่ดูแล้วไม่สมบูรณ์ โดยเก็บข้างที่ดีกว่าไว้แล้วนำแม่พันธุ์และติดเครื่องหมายแม่พันธุ์ แล้วปล่อยลงบ่อ งดให้อาหาร 10 ชั่วโมงเพื่อปรับสภาพและลดความเครียด สังเกตการพัฒนาไข่ของแม่กุ้งทุกวันในช่วงเย็น (17.00-18.00 น.) โดยใช้ไฟฉายส่องทางด้านท้องขึ้นไปบนหลังแม่กุ้ง หากแม่กุ้งมีการพัฒนาไข่ถึงระยะที่ 3 หรือ 4 จะแยกแม่กุ้งมาไว้ในถังไฟเบอร์ ลีดำที่มีความจุ 1,000 ลิตร (1 ตัน) เพื่อวางไข่ในช่วงเวลากลางคืน (1 ถึงต่อแม่กุ้ง 1 ตัว) และตรวจสอบดูว่าแม่กุ้งที่อยู่ในถัง ไฟเบอร์วางไข่หรือไม่ในช่วงเวลา 04.00-05.00 น. หลังจากนั้นนำแม่กุ้งกลับไป ในบ่อซีเมนต์ พ่อแม่พันธุ์เพื่อเลี้ยงต่อไป ส่วนในถังไฟเบอร์ที่แม่กุ้งวางไข่หลังจากที่นำแม่กุ้ง

ออกไปแล้ว แยกไขกุ้งออกจากจีแม่กุ้งโดยกวนน้ำในถังให้ไขรวมกันที่ก้นถังแล้วใช้สายยางดูดไขออกมาผ่านสวิง ที่มีช่วงตาต่างกัน 2 อัน เพื่อให้ไขลอดลงไปค้างในสวิงที่มีขนาดช่องตาขนาดเล็ก ส่วนจีของแม่กุ้งที่ยังหลงเหลือจะติดอยู่บนสวิงอันบน นำไขไปใส่เหยือกน้ำเพื่อล้างไขให้สะอาด ด้วยน้ำทะเลสะอาด ล้างไข 5 ครั้ง ก่อนที่จะนำไขไปใส่ในถังไฟเบอร์ โดยไขกุ้งแต่ละแม่จะใส่ 1 ถัง ไม่ปะปนกันมีการโดยให้อากาศอย่างเพียงพอ แต่ไม่แรงมาก หลังจากไขฟักออกมาเป็นระยะนอกเปลือกแล้วตักเอาเฉพาะนอเปลือกที่แข็งแรง คือขึ้นมาอยู่บริเวณผิวด้านบนตามปริมาณแสง หลังจากบิหรือตัดก้านตา แม่กุ้งจะเริ่มพัฒนาไขภายใน 1-2 วัน และแม่กุ้ง 1 ตัว สามารถวางไข่ได้ 4-5 ครั้ง ขึ้นอยู่กับสุขภาพและความสมบูรณ์ของแม่กุ้ง

การให้อาหารในทดลองแตกต่างกัน ดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 เลี้ยงแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินเพรียงทรายที่ซื้อจากการผลิตเพรียงทรายเชิงพาณิชย์ เป็นอาหาร โดยให้อาหารวันละ 3 มื้อ คือ 05.00 น. (ปูม้า) 13.00 น. (เพรียงทราย) และ 22.00 น. (ปลาหมึก)

ชุดทดลองที่ 2 เลี้ยงแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินหอยแครงที่กินสไปรูไลน่า โดยที่ให้หอยแครงกินสไปรูไลน่าผง 3 วัน ก่อนที่จะนำมาให้แม่พันธุ์กุ้งกินหอยแครงเป็นอาหาร โดยให้อาหารวันละ 3 มื้อคือ 05.00 น. (ปูม้า) 13.00 น. (หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า) และ 22.00 น. (ปลาหมึก)

ตารางที่ 4 การให้อาหารพ่อแม่พันธุ์ในการทดลอง

การทดลอง	เวลาในการให้อาหาร		
	05.00 น.	13.00 น.	22.00 น.
ชุดทดลองที่ 1	ปูม้า (20% ของน้ำหนักกุ้ง)	เพรียงทราย (10% ของน้ำหนักกุ้ง)	ปลาหมึก (20% ของน้ำหนักกุ้ง)
ชุดทดลองที่ 2	ปูม้า (20% ของน้ำหนักกุ้ง)	หอยแครงที่กินสไปรูไลน่า (10% ของน้ำหนักกุ้ง)	ปลาหมึก (20% ของน้ำหนักกุ้ง)

หมายเหตุ ชุดทดลองที่ 1 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินเพรียงทราย 1 มื้อ

ชุดทดลองที่ 2 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า 1 มื้อ

วิธีการให้หอยแครงกินสไปรูไลน่าผง ทำได้โดยนำหอยแครงใส่ลงไปในถาดที่มีน้ำทะเล โดยให้มีน้ำปริมาณไม่มากนัก นำสไปรูไลน่าผงที่ใช้ในการทดลองเป็นสไปรูไลน่าชนิดแคปซูล ชนิดที่สามารถรับประทานได้ ชื่อการค้า สไปรูเมท(spirumate) จากบริษัท แอดวานซ์ สไปรูไลน่า ไบโอเทคโนโลยี จำกัด สไปรูไลน่า 1 แคปซูลประกอบด้วย สหรัยสไปรูไลน่า 83 เปอร์เซ็นต์ (500 มิลลิกรัม) โดยนำสไปรูไลน่าแคปซูลละลายกับในน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการปิดด้วยพลาสติกที่มิดชิดและไม่ให้เครื่องมือให้อากาศ ในอัตราส่วน 2 แคปซูล ต่อหอยแครง 2 กิโลกรัม

ก่อนทำการทดลองจะวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของหอยแครงก่อนที่จะได้รับสไปรูไลน่า และหลังจากได้รับสไปรูไลน่าผงเป็นเวลา 3 วัน โดยวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า เยื่อใย Arachidonic acid (AA) Eicosapentaenoic acid (EPA) Docosahexaenic acid (DHA) Omega-3 และ Omega-6 ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด (LCFA) เพื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารกับเพรียงทราย ซึ่งมีรายละเอียดตามรายงานของปริญญา (2546) และ ปันดดา (2546) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของเพียงทราย หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

รายการทดสอบ	เพียงทราย
โปรตีน	63.87
ไขมัน	14.19
เถ้า	10.83
เยื่อใย	0.37
ความชื้น	9.26
Arachidonic acid (AA)	6.40
Docosahexaenic acid (DHA)	0.54
Eicosapentaenoic acid(EPA)	3.94
Omega-3	9.20
Omega-6	10.53

ที่มา: ปริญา (2546) และ ปันดดา (2546)

1.2 การนับปริมาณไข่และนอเพลีส

หลังจากที่แม่พันธุ์กึ่งกลาฉางไข่ จะนำเอาแม่กึ่งทั้งสองชุดทดลองออก เพื่อทำการ
 สุ่มนับจำนวนไข่ โดยใช้บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร สุ่มตัก 3 ครั้ง นับจำนวนไข่แล้วหาค่าเฉลี่ย
 เปรียบเทียบในแต่ละชุดทดลองแล้วนำผลที่ได้มาคำนวณต่อปริมาณน้ำในถังวางไข่ หลังจากไข่
 ฟักออกเป็นตัวอ่อนระยะนอเพลีสแล้ว โดยใช้เวลาในการฟักประมาณ 10-12 ชั่วโมง ทำการสุ่มนับ
 ปริมาณนอเพลีสที่ได้ในวิธีเดียวกันกับการสุ่มนับจำนวนไข่ เพื่อหาอัตราการฟักของแต่ละชุด
 ทดลอง ตามวิธีของ ประจวบ และคณะ (2528), Primavera and Posadas (1981) และ Menasaveta *et al.* (1993)

1.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกวัน โดยเริ่มวิเคราะห์ตั้งแต่ก่อนการผสมของพ่อแม่พันธุ์ จนถึงสิ้นสุดการทดลองเพื่อโดยคุณสมบัติของน้ำที่วิเคราะห์ทั้งหมดได้แก่

- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ วัดโดยเครื่อง YSI DO 200-4M
- อุณหภูมิของน้ำ วัดโดยเครื่อง YSI DO 200-4M
- พีเอช วัดโดยเครื่องพีเอช รุ่น Ecoscan pH 5/6
- ความโปร่งแสง วัดโดยใช้ Secchi disc
- ความเค็มและค่าความนำไฟฟ้า วัดโดยเครื่อง YSI 30/10 FT
- ความเป็นด่างทั้งหมด โดยวิธี Titration (APHA *et al.*, 1995)
- ปริมาณแอมโมเนียรวม วัดโดยวิธี Phenol-hypochlorite Method (APHA *et al.*, 1995)
- ไนโตรเจน-ไนโตรเจน วัดโดยใช้วิธีของ APHA *et al.* (1995)
- ความกระด้าง วัดโดยวิธี EDTA Titrimetric Method (APHA *et al.*, 1995)

1.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลของปริมาณไข่ของแม่พันธุ์กึ่ง อัตราการฟัก อัตราการรอดตายของลูกกึ่ง โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกึ่งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กึ่งกุลาค่าที่กินเพรียงทรายเป็นอาหาร และลูกกึ่งที่ได้จากแม่พันธุ์กึ่งกุลาค่าที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร

2.1 การเตรียมน้ำและลูกกึ่ง

นำน้ำทะเลที่มีความเค็มประมาณ 30 พีพีที ใส่ลงไปในบ่อพักขนาดความจุ 10 ลูกบาศก์เมตร (ตัน) ซึ่งผ่านการเตรียมน้ำตามวิธีที่ไม่ใช้สารเคมี โดยปิดบ่อพักน้ำด้วยผ้าพลาสติกสีดำ ไม่ให้โดนแสงและไม่ใช้เครื่องให้อากาศเป็นเวลา 7-10 วัน ก่อนที่จะสูบน้ำเฉพาะส่วนบนของบ่อผ่านถุง

กรองขนาดช่องตาประมาณ 5 ไมโครเมตร ก่อนที่จะนำไปใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งโดย ระวังไม่ให้ ตะกอนที่ตกอยู่บริเวณพื้นบ่อเข้ามาปนเปื้อน

2.2 การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ โดยนำลูกกุ้งระยะนอเพลียส ไปอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาด 2x4 เมตร ความลึก 150 เมตร เติมน้ำที่ผ่านการเตรียมน้ำตามวิธีในข้อ 2.1 จำนวน 20 บ่อ ปล่อยลูกกุ้ง ระยะนอเพลียส ในอัตราความหนาแน่น 500,000 ตัวต่อบ่อ ให้อากาศอย่างพอเพียง จากนั้นแบ่งชุด ทดลองเป็น 2 ชุดทดลอง ชุดทดลองละ 10 บ่อ โดยแต่ละชุดทดลองลูกกุ้งมาจากพ่อแม่พันธุ์ที่ได้กิน อาหารแตกต่างกัน

2.2.1 ชุดทดลองที่ 1 จำนวน 10 บ่อ เป็นลูกกุ้งที่ผลิตได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่กิน เพียงทรายเป็นอาหาร

2.2.2 ชุดทดลองที่ 2 จำนวน 10 บ่อ เป็นลูกกุ้งที่ผลิตได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่กิน หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร

การให้อาหารลูกกุ้งวันละ 5 มื้อ ในเวลาประมาณ 6.00, 10.00, 16.00, 20.00 และ 24.00 น. ตามลำดับสำหรับรายละเอียดการให้อาหารทั้งหมดดังนี้

- ระยะชูเอีย 1 ให้แพลงก์ตอนคิโตเซอรอสที่ปราศจากเชื้อแบคทีเรีย ปนเปื้อน ความเข้มข้น 50,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 4-5 มื้อต่อวัน
- ระยะชูเอีย 2 ให้แพลงก์ตอนคิโตเซอรอส ความเข้มข้น 50,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 4-5 มื้อต่อวัน
- ระยะชูเอีย 3 ให้แพลงก์ตอนคิโตเซอรอส ความเข้มข้น 50,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 4-5 มื้อต่อวัน
- ระยะไมซิส 1 ให้แพลงก์ตอนคิโตเซอรอส ความเข้มข้น 20,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 1 มื้อต่อวัน และให้ สไปรูไลน่าผงในปริมาณ 1-2.5 กรัมต่อลูกกุ้ง 100,000 ตัว 4-6 มื้อต่อวัน
- ระยะไมซิส 2 และไมซิส 3 ให้สไปรูไลน่าผงในปริมาณ 2-2.5 กรัมต่อลูกกุ้ง 100,000 ตัว 4-6 มื้อต่อวัน

- ระยะไมซิส 3 ให้อาร์ทีเมียระยะนาอเพลียส 5 ตัวต่อกุ้ง 1 ตัว โดยนำไปลวก น้ำร้อน แล้วจุ่มด้วยน้ำเย็นเพื่อลดการเคลื่อนไหวเพื่อลูกกุ้งจะได้จับกินได้ง่ายขึ้นโดยให้ 2 มื้อต่อวัน ในช่วงนี้มีการให้อาหารสำเร็จรูปรวมกับสไปรูไลน่าผง ปริมาณ 2.5 กรัมต่อลูกกุ้ง 100,000 ตัว 4-6 มื้อต่อวัน

- ระยะโพสลาร์วา 1-3 ให้อาร์ทีเมียระยะนาอเพลียส ปริมาณ 10 กรัมต่อลูกกุ้ง 100,000 ตัว 4 มื้อต่อวัน โดยให้ลูกกุ้งกินอาร์ทีเมียให้หมดภายใน 3 ชั่วโมง และให้อาหารเสริมสำเร็จรูปจำพวก flake ที่ทำจากอาร์ทีเมีย 1 มื้อต่อวัน

- ระยะโพสลาร์วา 3-15 ให้อาร์ทีเมียระยะนาอเพลียส ปริมาณ 50 กรัม ต่อลูกกุ้ง 100,000 ตัว 2-3 มื้อต่อวัน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในปริมาณ 7-8 กรัม ต่อลูกกุ้ง 100,000 ตัว 4-6 มื้อต่อวัน

คุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งมีการควบคุมให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการอนุบาลลูกกุ้งทะเล ชลอและพรเลิส (2547) มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการอนุบาลในระยะชูเอีย และเพิ่มเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ในระยะไมซิส โดยคุณน้ำออกผ่านผ้ากรองขนาดช่องตาประมาณ 100 ไมโครเมตร จากนั้นเติมน้ำที่ผ่านกระบวนการเตรียมตามวิธีที่ไม่ใช้สารเคมีในการทดลองที่ 3 ให้อยู่ในระดับเดิม

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกวัน โดยเริ่มตั้งแต่ก่อนการอนุบาลลูกกุ้งกลาดำจนถึงสิ้นสุดการทดลอง โดยคุณสมบัติของน้ำที่วิเคราะห์ทั้งหมดเช่นเดียวกับในข้อ 1.3

2.4 การนับจำนวนลูกกุ้งและตรวจคุณภาพลูกกุ้ง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการนับจำนวนลูกกุ้ง เพื่อหาอัตราการรอดตายของลูกกุ้งในแต่ละชุดทดลอง สังเกตพัฒนาการและการเจริญเติบโตของลูกกุ้งในแต่ละชุดทดลอง และตรวจคุณภาพลูกกุ้งกลาดำตามวิธีซิมพ์ไบโอเทค (Shrimp Biotech) (ชลอและพรเลิส, 2547)

2.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลของอัตราการรอดตาย และอัตราการเจริญเติบโต โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย ANOVA ในโปรแกรม SPSS for windows

3. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำโดยใช้คลอรีนและไม่ใช้คลอรีนที่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียและคุณภาพน้ำ

ศึกษาในห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยทำการทดลองในถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 500 ลิตร จำนวน 24 ถัง โดยใช้น้ำทะเลความเค็มประมาณ 30 พีพีที ที่มาจากแหล่งต่างกัน 2 แหล่ง คือ จังหวัดจันทบุรี และ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดทดลองแต่ละชุดทดลองบรรจุน้ำทะเลจากแต่ละแหล่งชุดทดลองละ 4 ถัง รวม 24 ถังต่อชุดทดลอง ดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 นำน้ำทะเล ที่มาจากแหล่งต่างกัน 2 แหล่ง คือ จังหวัดจันทบุรี และ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ความเค็มประมาณ 30 พีพีที บรรจุลงในถังขนาด 500 ลิตร แหล่งละ 4 ถังรวม 8 ถัง เป็นชุดควบคุม มีเครื่องให้อากาศตามปกติ

ชุดทดลองที่ 2 นำน้ำทะเลเช่นเดียวกับในชุดทดลองที่ 1 ที่มีความเค็มประมาณ 30 พีพีที ใส่ในถังจำนวน 8 ถัง เช่นเดียวกับชุดทดลองที่ 1 จากนั้นปิดด้วยผ้าพลาสติกสีดำโดยไม่ให้โดนแสง และไม่ใช้เครื่องให้อากาศตลอดการทดลอง

ชุดทดลองที่ 3 นำน้ำทะเลเช่นเดียวกับในชุดทดลองที่ 1 และ 2 ความเค็มประมาณ 30 พีพีที ใส่ถังจำนวน 8 ถัง ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนผง (แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 60%) เติมลงไป ปริมาณ 25 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร ผสมให้เข้ากันทั่วถังโดยใช้เครื่องให้อากาศ เมื่อผสมเข้ากันแล้วปิดเครื่องให้อากาศเพื่อให้ตกตะกอนที่พื้นบ่อ

เก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 2 ชุดทดลองเป็นเวลา 15 วัน โดยเก็บตัวอย่างน้ำถังละ 2 จุด โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 2 ระดับ คือ ระดับกลางน้ำ (50 เซนติเมตรจากพื้นถัง) และที่พื้นของถังทดลอง (5 เซนติเมตรจากพื้นถัง) เพื่อนำไปนับจำนวนแบคทีเรียและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ นอกจากนี้ในชุด

ทดลองที่ 3 ที่มีการใส่คลอรีนผงในการบำบัดน้ำนั้นจะมีการวัดปริมาณคลอรีนในน้ำด้วย test-kit เพื่อตรวจสอบว่ามีคลอรีนเหลืออยู่หรือไม่

3.1 การนับจำนวนแบคทีเรีย

นำตัวอย่างที่เก็บเพื่อการนับจำนวนแบคทีเรียมาตรวจหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (total count) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) และหาปริมาณเชื้อไวรัส (Vibrio count) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ thiosulfate citrate bile salt sucrose (TCBS) โดยใช้วิธี spread plate count และบ่มเชื้อนาน 24 ชั่วโมง ตามวิธีของ APHA *et al.*(1995)

3.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกวัน โดยเริ่มตั้งแต่ก่อนการบำบัดน้ำจนถึงสิ้นสุดการทดลอง โดยคุณสมบัติของน้ำที่วิเคราะห์ทั้งหมดเช่นเดียวกับในข้อ 1.3

3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแบคทีเรียและคุณภาพน้ำด้วย One way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

1. สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

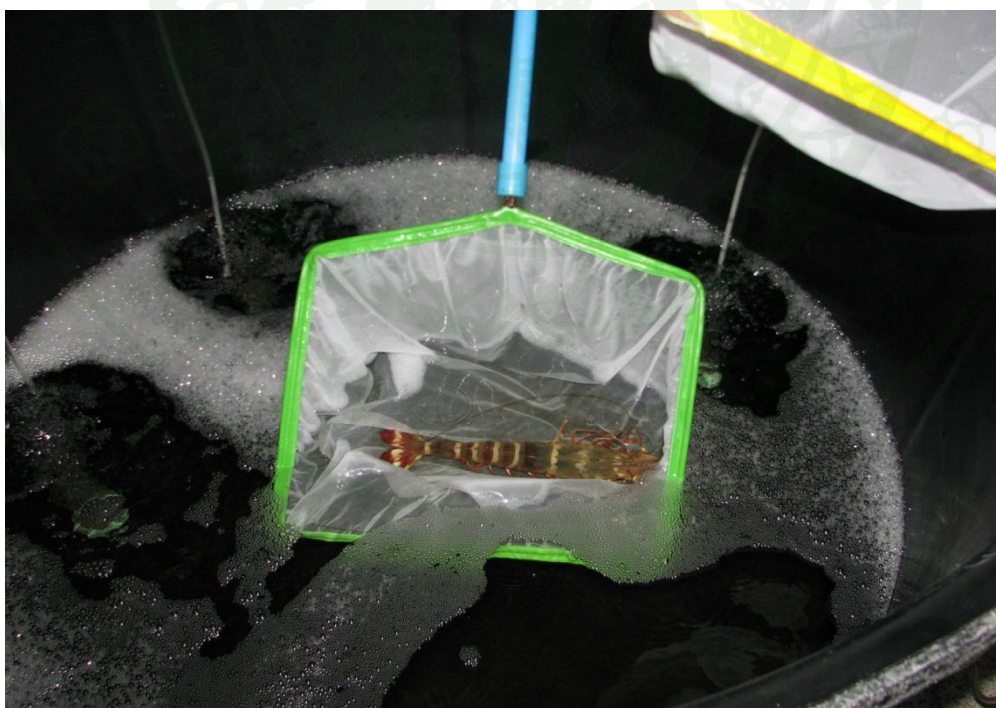
1.1 ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 สุริรัตน์ฟาร์ม อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

2. ระยะเวลาทำการวิจัย ทำการศึกษาในฟาร์มเลี้ยงกุ้งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552



ภาพที่ 1 บ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ



ภาพที่ 2 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำจากทะเลอันดามัน



ภาพที่ 3 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ



ภาพที่ 4 สารรายสไปรูไลนที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 5 หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า



ภาพที่ 6 ปูม้าอาหารของแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ



ภาพที่ 7 เก็บไข่หลังจากที่แม่พันธุ์วางไข่



ภาพที่ 8 นำไข่ใส่ลงไปในถังเพื่อฟักเป็นนอเพลียส



ภาพที่ 9 การเพาะเลี้ยงโคลอเรลลาในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะนำไปขยายในบ่อขนาดใหญ่



ภาพที่ 10 การเพาะเลี้ยงโคลอเรลลาในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะนำไปอนุบาลลูกกุ้ง



ภาพที่ 11 บ่ออนุบาลลูกกุ้งภายในอาคาร



ภาพที่ 12 คู่แม่ลูกกุ้งระยะโพสตาไรวา



ภาพที่ 13 ลูกกุ้งระยะโพสตาว่า 14



ภาพที่ 14 บรรจุลูกกุ้งระยะโพสตาว่า 14 ในถุงพลาสติก เพื่อนำไปเลี้ยงในบ่อดิน

ผลและวิจารณ์

1. การเปรียบเทียบผลการใช้หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร และการใช้เพรียงทรายเพื่อเป็นอาหารแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่มีผลต่อปริมาณไข่และอัตราการฟักไข่ของแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ

1.1 ความยาวและน้ำหนักของพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ

ความยาวและน้ำหนักของพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ แสดงไว้ในตารางที่ 6 และ 7 ชุดทดลองที่ 1 แม่พันธุ์และพ่อพันธุ์กุ้งกุลาดำกินเพรียงทรายเป็นอาหาร พบว่า แม่พันธุ์มีความยาวเฉลี่ย 10.86 ± 0.52 นิ้ว มีน้ำหนักเฉลี่ย 223.89 ± 24.86 กรัม และมีอัตราส่วนความยาวต่อน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 20.55 ± 1.48 กรัมต่อนิ้ว ส่วนพ่อพันธุ์กุ้งมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 8.98 ± 0.48 นิ้ว มีน้ำหนักเฉลี่ย 120 ± 23.30 กรัม และมีอัตราส่วนความยาวต่อน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 13.27 ± 1.86 กรัมต่อนิ้ว ในขณะที่ขนาดพ่อแม่พันธุ์กุ้งในชุดทดลองที่ 2 แม่พันธุ์และพ่อพันธุ์กุ้งกุลาดำกินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร พบว่า แม่พันธุ์มีความยาวเฉลี่ย 11.46 ± 0.53 นิ้ว มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 241.47 ± 17.88 กรัม และมีอัตราส่วนความยาวต่อน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 21.10 ± 1.73 กรัมต่อนิ้ว ส่วนพ่อพันธุ์มีความยาวเฉลี่ย 8.9 ± 0.35 นิ้ว มีน้ำหนักเฉลี่ย 118.7 ± 12.74 กรัม และมีอัตราส่วนความยาวต่อน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 13.4 ± 1.02 กรัมต่อนิ้ว (ตารางที่ 8) พ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำทั้ง 2 ชุดทดลองมีขนาดน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐานของพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำคุณภาพตามรายงานของ ชลอและพรเลิศ (2547) และกรรมวิทและคำรณ (2546) พบว่าขนาดความยาวและน้ำหนักของพ่อแม่พันธุ์ กุ้งกุลาดำที่เหมาะสมเพื่อผลิตได้ลูกกุ้งที่มีคุณภาพ คือ กุ้งเพศผู้ ความยาวไม่น้อยกว่า 8 นิ้วครึ่ง น้ำหนักไม่ควรต่ำกว่า 12 กรัม ต่อความยาว 1 นิ้ว และกุ้งเพศเมีย ความยาวอยู่ระหว่าง 10-12 นิ้ว น้ำหนักไม่ต่ำกว่า 20 กรัมต่อความยาว 1 นิ้ว กุ้งเพศเมียที่มีขนาดความยาวเกิน 12 นิ้ว จะมีอายุมาก เมื่อนำมาทำเป็นแม่พันธุ์ แม้ว่าจะให้ปริมาณไข่ที่มาก แต่ไข่จะมีขนาดเล็กมีผลทำให้นอเพลียขนาดเล็กลงตามไปด้วย ลูกกุ้งที่ผลิตจากแม่กุ้งที่ตัวโตมากกว่า 12 นิ้ว คุณภาพจะไม่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับแม่กุ้งขนาดระหว่าง 10-12 นิ้ว ไข่จะมีขนาดใหญ่ทำให้นอเพลียที่มีขนาดโต ลูกกุ้งแข็งแรงกว่า แม้ว่าปริมาณไข่จะน้อยกว่าแม่กุ้งที่มีความยาวมากกว่า 12 นิ้วก็ตาม และแม่กุ้งที่ขนาดใหญ่มาก หลังจากตัดตามักจะตาย

ตารางที่ 6 ผลการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวพ่อแม่พันธุ์กึ่งกุลาดำ ชุดทดลองที่ 1 คือ แม่พันธุ์
กึ่งกุลาดำโดยให้กินเพรียงทราย

ตัวที่	แม่พันธุ์			พ่อพันธุ์		
	ความยาว (นิ้ว)	น้ำหนัก (กรัม)	อัตราส่วน (กรัม/นิ้ว)	ความยาว (นิ้ว)	น้ำหนัก (กรัม)	อัตราส่วน (กรัม/นิ้ว)
1	11.4	275	24.12	9.2	125	13.59
2	11.2	250	22.32	8.5	100	11.76
3	10.7	215	20.09	8.6	100	11.63
4	11.0	225	20.09	8.6	95	11.05
5	10.6	220	20.75	9.0	120	13.33
6	11.2	240	21.42	9.5	150	15.79
7	10.3	195	18.93	9.3	130	13.98
8	11.2	250	22.32	9.0	110	12.22
9	10.4	185	17.78	8.4	100	11.90
10	11.4	240	21.05	10.0	170	17.00
11	11.0	230	20.90	8.7	105	12.07
12	11.6	255	21.98	9.3	145	15.59
13	10.4	200	19.23	9.0	120	13.33
14	12.0	249	20.75	8.2	90	10.98
15	10.3	210	20.38	9.4	140	14.89
16	10.4	200	19.23	-	-	-
17	10.3	200	19.41	-	-	-
18	10.3	200	19.41	-	-	-
19	10.6	215	20.28	-	-	-
เฉลี่ย	10.86±0.52	223.89±24.86	20.55±1.48	8.98±0.48	120±23.30	13.27± 1.86

ตารางที่ 7 ผลการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวพ่อแม่พันธุ์กิ้งกูดดำ ชุดทดลองที่ 2 คือ แม่พันธุ์
กิ้งกูดดำโดยให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า

ตัวที่	แม่พันธุ์			พ่อพันธุ์		
	ความยาว (นิ้ว)	น้ำหนัก (กรัม)	อัตราส่วน (กรัม/นิ้ว)	ความยาว (นิ้ว)	น้ำหนัก (กรัม)	อัตราส่วน (กรัม/นิ้ว)
1	12.0	255	21.07	8.5	105	12.35
2	11.5	230	20.00	9.3	125	13.44
3	12.0	240	20.00	8.5	120	14.12
4	12.0	245	20.42	9.7	145	14.95
5	11.5	225	19.57	9.0	120	13.33
6	11.6	230	19.83	8.7	110	12.64
7	12.0	245	20.42	8.6	120	13.95
8	11.3	225	19.91	9.1	130	14.29
9	12.0	255	21.25	8.7	110	12.64
10	11.0	235	21.36	9.0	130	14.44
11	11.0	240	21.82	8.7	110	12.64
12	11.2	210	18.75	9.1	130	14.29
13	12.0	228	19.00	8.5	100	11.76
14	12.0	245	20.42	8.6	100	11.63
15	11.5	280	24.35	9.2	125	13.59
16	11.1	250	22.52	-	-	-
17	10.4	225	21.63	-	-	-
18	11.2	280	25.00	-	-	-
19	10.4	245	23.56	-	-	-
เฉลี่ย	11.46±0.53	241.47±17.88	21.10±1.73	8.9±0.35	118.7±12.74	13.4±1.02

ตารางที่ 8 ผลการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวพ่อแม่พันธุ์กิ้งกูดำทั้งสองชุดทดลอง

ตัวแปร	แม่พันธุ์	
	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
ความยาวเฉลี่ย (นิ้ว)	10.86±0.52 ^a	11.46±0.53 ^a
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	223.89±24.86 ^a	241.47±17.88 ^a
อัตราส่วนความยาวต่อน้ำหนัก (กรัม/นิ้ว)	20.55±1.48 ^a	21.10±1.73 ^a
	พ่อพันธุ์	
	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
ความยาวเฉลี่ย (นิ้ว)	8.98±0.48 ^a	8.9±0.35 ^a
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	120±23.30 ^a	118.7±12.74 ^a
อัตราส่วนความยาวต่อน้ำหนัก (กรัม/นิ้ว)	13.27±1.86 ^a	13.4±1.02 ^a

หมายเหตุ ชุดทดลองที่ 1 แม่พันธุ์กิ้งกูดำโดยให้กินเพียงทราย

ชุดทดลองที่ 2 แม่พันธุ์กิ้งกูดำโดยให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ(P>0.05)

1.2 การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณไข่ของแม่พันธุ์กิ้งกูดำ

ผลการเปรียบเทียบปริมาณไข่ของแม่พันธุ์กิ้งกูดำที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกันทั้ง 2 ชุดทดลองพบว่า แม่พันธุ์กิ้งกูดำในชุดทดลองที่ 1 ซึ่งได้รับเพียงทรายเป็นอาหาร แม่พันธุ์กิ้งกูดำ 19 ตัว สามารถวางไข่รวมทั้งสิ้น 64 ครั้ง ได้ไข่ทั้งหมด 68.55 ล้านฟอง ไข่สามารถฟักเป็นนอเพลียสได้ 52 ครั้ง ได้นอเพลียสทั้งหมด 36.73 ล้านตัว หรือคิดเป็น 53.98 เปอร์เซ็นต์ หลังจากอนุบาลลูกกิ้งกูดังกล่าวจนได้กึ่งระยะโพสตราว่า 14-16 จำนวน 17.94 ล้านตัว คิดเป็นอัตราการรอดตาย 48.44 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็น 26.18 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไข่ทั้งหมด ใช้ระยะเวลาในการเพาะฟักทั้งหมด 23 วัน (ตารางที่ 9)

สำหรับแม่พันธุ์กิ้งกูดำชุดทดลองที่ 2 แม่พันธุ์กิ้งกูดำกินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร พบว่าแม่พันธุ์กิ้งกูดำชุดทดลองนี้ 19 ตัว สามารถวางไข่รวมทั้งสิ้น 62 ครั้ง ได้ไข่ทั้งหมด 61.20 ล้านฟอง ไข่สามารถฟักเป็นนอเพลียสได้ 59 ครั้ง ได้เป็นนอเพลียสทั้งหมด 35.20

ล้านตัว หรือคิดเป็น 50.53 เปอร์เซ็นต์ หลังจากอนุบาลได้กึ่งระยะโพสลาแล้ว 14-16 เป็นจำนวน 17.03 ล้านตัว คิดเป็นอัตราการรอดตาย 46.57 เปอร์เซ็นต์ หรือคิดเป็น 28.42 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไข่ทั้งหมด ใช้ระยะเวลาในการเพาะฟักทั้งหมด 23 วัน ดังแสดงในตารางที่ 9



ตารางที่ 9 แสดงปริมาณไข่ นอเพลียส และอัตราการรอดตายของลูกกุ้งระยะโพสลาตัว 15
เปรียบเทียบกับความยาวและน้ำหนักของแม่กุ้ง

แม่พันธุ์		ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
จำนวน (ตัว)		19	19
ความยาวเฉลี่ย (นิ้ว)		10.86 ^a	11.46 ^a
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)		233.89 ^a	241.47 ^a
อัตราส่วน น้ำหนักต่อความยาวเฉลี่ย (กรัม/นิ้ว)		20.55 ^a	21.10 ^a
ระยะเวลาในการเพาะฟักและอนุบาล (วัน)		23	23
การวางไข่	จำนวนครั้งทั้งหมดที่วางไข่ (ครั้ง)	64	62
	ค่าเฉลี่ย จำนวนครั้งที่วางไข่ต่อแม่กุ้ง 1 ตัว	3.37 ^a	3.26 ^a
จำนวนไข่	จำนวนไข่ทั้งหมด (ล้านฟอง)	68.55	61.20
	ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ (ล้านฟองต่อการวางไข่ 1 ครั้ง)	1.06 ^a	0.98 ^a
	ค่าเฉลี่ย จำนวนไข่ (ล้านฟอง)ต่อแม่กุ้ง 1 ตัว	3.61 ^a	3.52 ^a
ความสำเร็จ	จำนวนครั้งที่ฟักไข่ ได้เป็นนอเพลียส (ครั้ง)	52	59
ของฟักไข่	จำนวนครั้งที่ฟักไข่แล้วได้เป็นนอเพลียส (%)	81.25 ^a	79.05 ^a
	จำนวนครั้งที่ฟักไข่ ได้เป็นนอเพลียส (ครั้ง) ต่อแม่กุ้ง 1 ตัว	2.74 ^a	3.11 ^a
จำนวน	จำนวนนอเพลียสทั้งหมด (ล้านตัว)	36.7	35.2
นอเพลียส	อัตราการเพาะฟัก (%)	53.97 ^a	50.53 ^a
	ค่าเฉลี่ยจำนวนนอเพลียส (ล้านตัว) ต่อแม่กุ้ง 1 ตัว	1.93 ^a	1.85 ^a

หมายเหตุ ชุดทดลองที่ 1 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินเพรียงทราย

ชุดทดลองที่ 2 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ($P>0.05$)

ผลการศึกษา พบว่า จำนวนครั้งของการวางไข่ และจำนวนไข่เฉลี่ยต่อแม่กุ้ง 1 ตัว ของแม่พันธุ์ทั้ง 2 ชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จำนวนครั้งที่ฟักไข่แล้วได้นอเพ็ลีสของแม่พันธุ์กุ้งในชุดทดลองที่ 2 ที่ได้รับหอยแครงที่กินสไปรูไลน่า มีจำนวนครั้งมากกว่าไข่ที่ได้จากแม่พันธุ์กุ้งที่กินเพรียงทราย (ชุดทดลองที่ 1) อย่างไรก็ตาม พบว่า จำนวนไข่ที่ฟัก อัตราการฟัก อัตราการรอดตายของลูกกุ้ง ในชุดทดลองที่ 1 จากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่ได้รับเพรียงทรายเป็นอาหาร มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ แม่พันธุ์กุ้งในชุดทดลองที่ 2 ซึ่งกินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่แม่พันธุ์กุ้งโดยให้กุ้งกินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหารนาน 3 วัน ก่อนนำไปเป็นอาหารแก่แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำนั้นมีความเหมาะสมและสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับแม่พันธุ์กุ้งทดแทนเพรียงทรายที่มีราคาแพงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเพรียงทราย และหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แสดงไว้ในตารางที่ 10-12 ภาพที่ 15) จะเห็นได้ว่า เพรียงทราย มีปริมาณ โปรตีน ไขมัน เกล็ด เยื่อใย และกรดไขมันบางชนิด สูงกว่าหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นเวลา 3 วัน และหอยแครงปกติมาก โดยหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า เป็นเวลา 3 วัน และหอยแครงปกติมีปริมาณ โปรตีน เพียง 14-16 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่มีในเพรียงทราย และมี ไขมัน 11-12 เปอร์เซ็นต์ Arachidonic acid 1-2 เปอร์เซ็นต์ DHA 15-17 เปอร์เซ็นต์ EPA 5 เปอร์เซ็นต์ Omega-3 3-4 เปอร์เซ็นต์ Omega-6 1 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ถ้ากำหนดให้เพรียงทรายมีสารอาหารต่างๆ คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารต่างๆในหอยแครงที่กินสไปรูไลน่าเป็นเวลา 3 วัน พบว่า มีค่าสูงกว่าหอยแครงปกติไม่มากนัก จึงเป็นไปได้ว่าสารอาหารเหล่านี้อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง แต่ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักในกระบวนการสร้างไข่ และส่งผลใดๆ ต่อการเพาะฟักลูกกุ้ง หรือหอยแครงที่กินสไปรูไลน่าเป็นเวลา 3 วันอาจจะมีสารอาหารสำคัญบางกลุ่มที่ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ตรวจสอบและส่งผลต่อปริมาณไข่และอัตราการฟักของลูกกุ้ง เช่น สารกลุ่ม lipoprotein ซึ่งมีอยู่ในสัตว์กลุ่มหอย และน่าจะมีผลต่อปริมาณไข่และอัตราการฟักของลูกกุ้ง โดยสาร lipoprotein หรือ lipo (glycol) protein เป็นสารประกอบของ โปรตีนและไขมัน สัตว์จะได้รับสารนี้ได้จากอาหารซึ่งจะต้องมีคลอเรสเตอรอล และไขมันที่เพียงพอ สารกลุ่มนี้เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วจะถูกนำไปเก็บไว้ที่ hepatopancreas ซึ่งสามารถนำไปใช้เมื่อร่างกายต้องการ สารกลุ่มนี้ ในกุ้ง มี 2 ชนิด คือ non-sex-specific lipoglycoprotein พบในเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต อีกชนิดหนึ่งคือ female-specific lipoglycoprotein พบเฉพาะในเพศเมียที่กำลัง มีการพัฒนาไข่และรังไข่ และมีการส่งผ่านจากแม่พันธุ์ไปยังตัวอ่อนซึ่งจะต้องใช้ในระยะเวลาแรกของการเจริญเติบโต

(Yepiz-Placencia *et al.*, 2000) โดย female-specific lipoglycoprotein นี้มี carotenoid เป็นส่วนประกอบ จึงเรียกว่า carotenoid-lipoglycoprotein หรือ vitellin ซึ่งจะพบได้ในเลือดของ crustacean (Zagalsky, 1976) สำหรับในสัตว์กลุ่มหอยและปลาหมึกจะมีการสร้าง perivitellin fluid หรือ carotenoid-lipoglycoprotein และมีการสะสมเช่นเดียวกับในกุ้ง (Heras *et al.*, 2007) ดังนั้น หอยแครงจึงสามารถเป็นแหล่งของ carotenoid-lipoglycoprotein ที่สำคัญให้แก่แม่พันธุ์กุ้งได้ เช่นเดียวกับเพรียงทราย ประกอบกับการให้สาหร่ายสไปรูลิน่าที่มี carotenoid เป็นอาหารแก่ หอยแครงก่อนที่จะนำไปให้แม่พันธุ์กุ้งเป็นเวลา 3 วัน น่าจะเป็นการเพิ่มปริมาณ carotenoid ใน หอยแครงอีกทางหนึ่ง Regunathan and Wesley (2006) รายงานว่า carotenoid ที่ได้จากสาหร่ายสไปรูลิน่า สามารถกระตุ้นการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของกุ้งได้ และมีทำให้ไข่และลูกกุ้งระยะนอพลีสมีอัตราการอดสูงขึ้น ซึ่ง carotenoid ทำให้กุ้งมีฮอร์โมนที่มีความสัมพันธ์กับระบบสืบพันธุ์เพิ่มมากขึ้น มีปริมาณไข่มากและอัตราการฟักดีขึ้น (Vincent *et al.*, 1988; Dall *et al.*, 1995; Pangantihon-Kuhlmann *et al.*, 1998; Linan-Cabello *et al.*, 2003 Wyban *et al.*, 1997; Palacios *et al.*, 1999) เมื่อแม่กุ้งได้รับสารนี้จากหอยแครงที่กินสไปรูลิน่า จึงมีการพัฒนาของไข่และตัวอ่อนสมบูรณ์ ส่งผลให้จำนวนไข่ที่ฟัก อัตราการฟัก อัตราการรอดตาย จำนวนกุ้งระยะโพสลาร์ว่า มีปริมาณไม่แตกต่างจากไข่ที่เกิดจากแม่พันธุ์กุ้งที่ได้รับเพรียงทรายเป็นอาหาร หรืออาจเป็นไปได้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่มีขนาดและน้ำหนักได้มาตรฐาน ทำให้แม่พันธุ์กุ้งมีความสมบูรณ์เต็มที่ การใช้สไปรูลิน่าผ่านเข้าไปในหอยแครงจึงได้ผลไม่แตกต่างจากการใช้เพรียงทราย

เนื่องจากในอุตสาหกรรมการเพาะลูกกุ้งในปัจจุบันนี้ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่นิยมใช้เพรียงทรายเป็นอาหารเสริมให้แก่แม่พันธุ์กุ้ง เนื่องจากเพรียงทรายซึ่งเป็นไส้เดือนทะเลในวงศ์ Nereidae มีการสังเคราะห์ไขมันในกลุ่มไตรกลีเซอไรด์ได้ดี นอกจากนี้ ยังสามารถสังเคราะห์สาร lipoglycoprotein ซึ่งมีความสำคัญ ต่อการสร้างไข่ และจะช่วยทำให้ไข่มีคุณภาพดี (Taki and Dhainaut, 1988; Bonneir and Luc Baert, 1992) ดังนั้น เมื่อแม่พันธุ์กุ้งได้รับ lipoglycoprotein จากเพรียงทราย จึงทำให้ได้ไข่ปริมาณมากและลูกกุ้งมีคุณภาพสูง มีอัตราการอดสูง แต่เนื่องจากเพรียงทรายในธรรมชาติค่อนข้างหายากและมีราคาแพง โดยมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 600 บาท อีกทั้งเพรียงดังกล่าวยังมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนกับเชื้อไวรัสที่เป็นอันตรายต่อกุ้งได้ ทำให้เริ่มมีการเพาะเลี้ยงเพรียงทรายเพื่อการพาณิชย์ขึ้น (สุรพล และพองจำ 2548) แต่เนื่องจากวิธีการเลี้ยงและเก็บเกี่ยวเพรียงทรายดังกล่าวมีความซับซ้อนและต้นทุนการผลิตก็มีราคาแพงทำให้วิธีดังกล่าวยังไม่แพร่หลายมากนัก ดังนั้นการใช้หอยแครงที่ได้รับสไปรูลิน่าเป็นอาหารแก่แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำอาจ

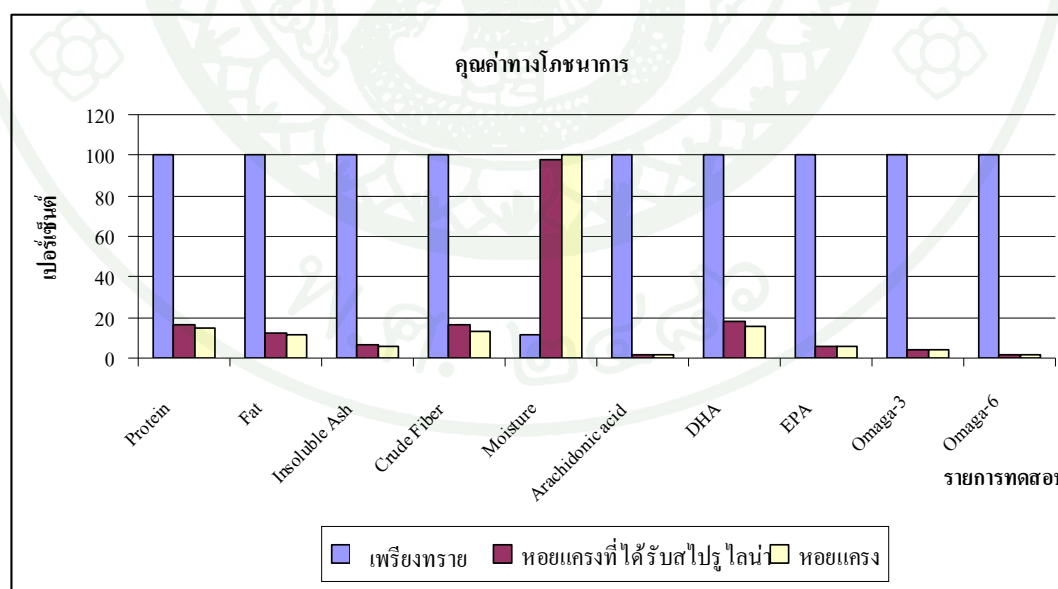
เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ทดแทนเพรียงทรายได้โดยมีต้นทุนที่ถูกกว่ามาก เนื่องจากโดยทั่วไป กุ้งจะได้รับเพรียงทรายเป็นอาหารเสริม ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวต่อวัน โดยเพรียงทรายมีราคาถึง 600 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่กุ้งได้รับเนื้อหอยแครงที่กินสไปรูไลน่าเป็นอาหารเสริม ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน โดยเนื้อหอยแครงมีราคาประมาณ 80-100 บาท ต่อกิโลกรัม (หอย 1 กิโลกรัม ได้เนื้อหอย 500 กรัม) และสาหร่ายสไปรูไลน่าผงที่ใช้ในการเลี้ยงหอยแครงใช้ในอัตรา 500 มิลลิกรัมต่อหอย 1 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นเงิน 9 บาทต่อหอย 1 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนอาหารเสริมทั้ง 2 แบบต่อวัน พบว่า หากเลี้ยงแม่พันธุ์กุ้งจำนวน 20 ตัว ด้วยเพรียงทรายเป็นอาหารเสริม 1 มื้อ เป็นเวลา 1 เดือน จะต้องใช้ค่าใช้จ่าย 9,000 บาท หากเลี้ยงแม่พันธุ์กุ้งจำนวน 20 ตัว ด้วยเนื้อหอยแครงที่กินสไปรูไลน่าเป็นอาหารเสริม 1 มื้อ เป็นเวลา 1 เดือน จะต้องใช้ค่าใช้จ่าย 2,940 -5,310 บาท ซึ่งสามารถลดต้นทุนค่าอาหารเสริมได้ถึง 41.0-63.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เพรียงทรายเป็นอาหารเสริม (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 10 คุณค่าทางโภชนาการของเพรียงทราย หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า และ หอยแครง (เปอร์เซ็นต์ : กรัมต่อ 100 กรัม)

รายการทดสอบ	เปอร์เซ็นต์		
	เพรียงทราย	หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า	หอยแครง
Protein	63.87	10.55	9.58
Fat	14.19	1.71	1.65
Insoluble Ash	10.83	0.68	0.66
Crude Fiber	0.37	0.06	0.05
Moisture	9.26	79.53	1.22
Arachidonic acid	6.40	0.12	0.11
DHA	0.54	0.096	0.085
EPA	3.94	0.226	0.224
Omega-3	9.20	0.379	0.363
Omega-6	10.53	0.183	0.172

ตารางที่ 11 คุณค่าทางโภชนาการของเฟรียงทราย หอยแครงที่ได้รับ สไปรูไลน่าและ หอยแครง (%) คัดเทียบจากตารางที่ 10 โดยให้ปริมาณสารอาหารสูงสุดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์

รายการทดสอบ	เฟรียงทราย	หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า	หอยแครง
Protein	100.000	16.518	14.999
Fat	100.000	12.051	11.628
Insoluble Ash	100.000	6.279	6.094
Crude Fiber	100.000	16.216	13.514
Moisture	11.400	97.919	100.000
Arachidonic acid	100.000	1.875	1.719
DHA	100.000	17.778	15.741
EPA	100.000	5.736	5.685
Omega-3	100.000	4.120	3.946
Omega-6	100.000	1.738	1.633



ภาพที่ 15 คุณค่าทางโภชนาการของเฟรียงทราย หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าและหอยแครง

ตารางที่ 12 คุณค่าทางโภชนาการของเพรียงทราย หอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า และหอยแครง
ต่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ 1 ตัวต่อวัน

รายการ ทดสอบ	เพรียงทราย (10%)	หอยแครงที่ได้รับ สไปรูไลน่า (10%)	หอยแครงที่ได้รับ สไปรูไลน่า (20%)	หอยแครง (10%)	หอยแครง (20%)
Protein	15.968	2.638	5.275	2.395	4.790
Fat	3.548	0.428	0.855	0.413	0.825
Insoluble Ash	2.708	0.17	0.340	0.165	0.330
Crude Fiber	0.093	0.015	0.030	0.013	0.025
Moisture	2.315	19.883	39.765	20.305	40.610
Arachidonic acid	1.600	0.03	0.060	0.028	0.055
DHA	0.135	0.024	0.048	0.022	0.043
EPA	0.985	0.057	0.113	0.056	0.112
Omega-3	2.300	0.095	0.190	0.091	0.182
Omega-6	2.633	0.046	0.092	0.043	0.086

หมายเหตุ แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำมีน้ำหนักเฉลี่ย 250 กรัม กินเพรียงทราย 10 %ของน้ำหนักตัว กินหอยแครง
ที่ได้รับสไปรูไลน่า และหอยแครง 10-20 % ของน้ำหนักตัว
(%) คือปริมาณอาหารที่แม่พันธุ์กุ้งได้รับเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเฉลี่ย

ตารางที่ 13 ต้นทุนที่ใช้ในการเลี้ยงแม่พันธุ์กุ้งโดยใช้เพรียงทรายและเนื้อหอยแครงที่ให้
กินสไปรูไลน่าเป็นอาหารเสริม ในการเลี้ยงแม่พันธุ์ หนัก 250 กรัม จำนวน 20 ตัว เป็น
เวลา 30 วัน

รายละเอียดการให้อาหาร	เพรียงทราย	เนื้อหอยแครง ที่กินสไปรูไลน่า
ปริมาณที่ให้ต่อวัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแม่กุ้ง)	10	20-30
น้ำหนักรวมแม่กุ้ง (กิโลกรัม)	5	5
ปริมาณรวมที่ให้ต่อวัน (กิโลกรัมต่อวัน)	0.5	1-1.5
ราคา (บาทต่อกิโลกรัมต่อวัน)	300	80-150
ราคาสไปรูไลน่า (บาทต่อวัน)	-	18-27
ต้นทุนอาหารเสริมตลอดเวลา 30 วัน (บาท)	9,000	2,940 – 5,310

1.3 การศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำทั้ง 2 ชุดทดลอง

ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าคุณภาพน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ ในชุดทดลองที่ 1 คือ แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินเพรียงทราย และชุดทดลองที่ 2 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่ให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นเวลา 3 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 14 และภาพที่ 16-23 พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ฟิเอช ความเค็ม การนำไฟฟ้า ความเป็นด่างรวม ความกระด้าง ปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์ของทั้งสองชุดทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับค่าคุณภาพน้ำในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสม ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยทั่วไปควรอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส (Boyd and Fast, 1992) ค่าฟิเอชที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำควรอยู่ระหว่าง 7.5-8.5 (ชลอ และพรเลิศ, 2547) ความเค็มที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 28-33 พีพีที ส่วนค่าการนำไฟฟ้าแปรผันตรงกับความเค็มของน้ำ (ประจวบ, 2530) ค่าความเป็นด่างรวมระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีค่าอยู่ระหว่าง 80-150 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างของน้ำที่เหมาะสมไม่ควรต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมและปริมาณไนไตรท์อยู่ในระดับที่เหมาะสมโดยมีค่าน้อยกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (พุทธร, 2546; ชลอและพรเลิศ, 2547)

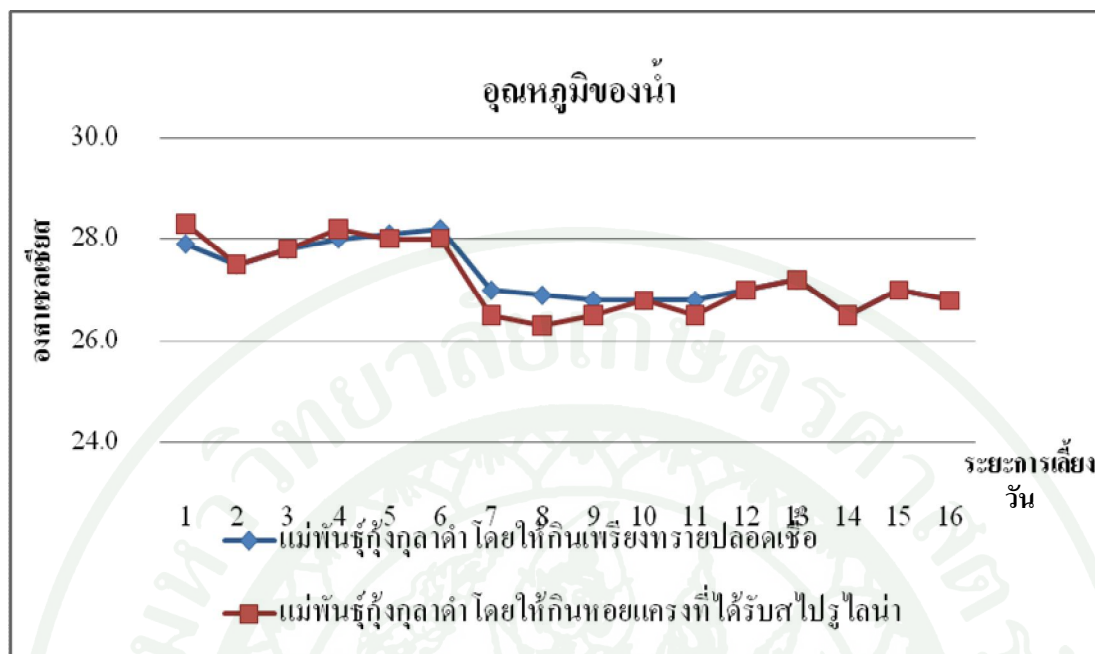
ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำทั้ง 2 ชุดทดลอง

คุณภาพน้ำ	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	27.27±0.56 ^a	27.18±0.69 ^a
พีเอช	7.63±0.11 ^a	7.68±0.05 ^a
ความเค็ม (พีพีที)	32.85±0.24 ^a	33.04±0.31 ^a
การนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)	50.92±0.32 ^a	51.21±0.48 ^a
ความเป็นด่างรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	140.25±7.60 ^a	140.78±12.01 ^a
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6914.93±43.81 ^a	6955.71±65.66 ^a
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.10±0.08 ^a	0.09±0.08 ^a
ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.63±0.43 ^a	0.50±0.43 ^a

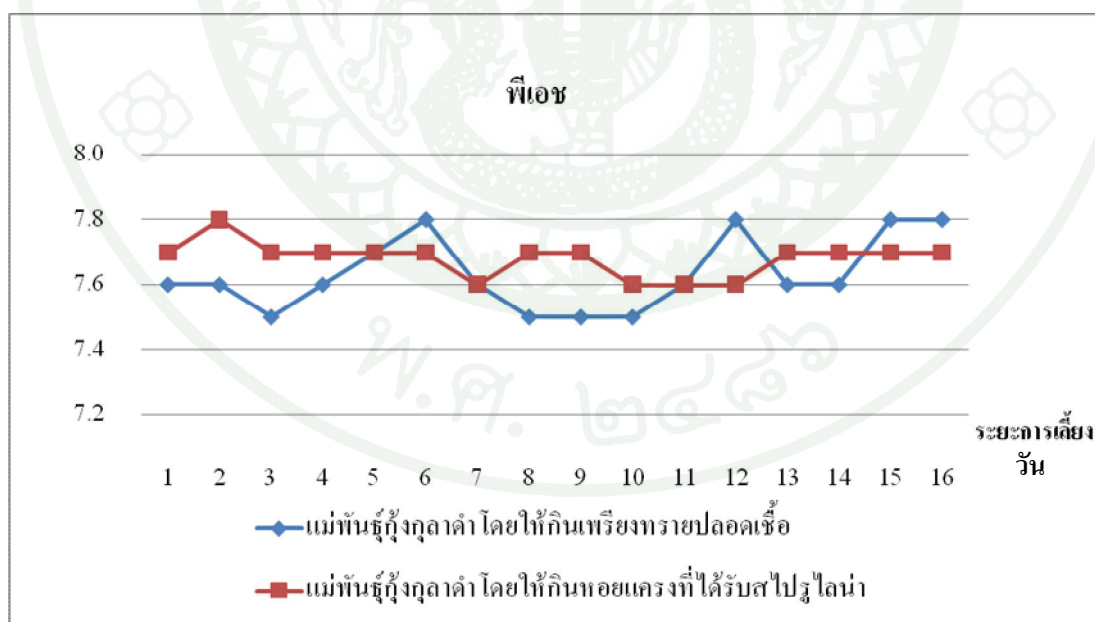
หมายเหตุ ชุดทดลองที่ 1 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินเพียงทราย

ชุดทดลองที่ 2 แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า

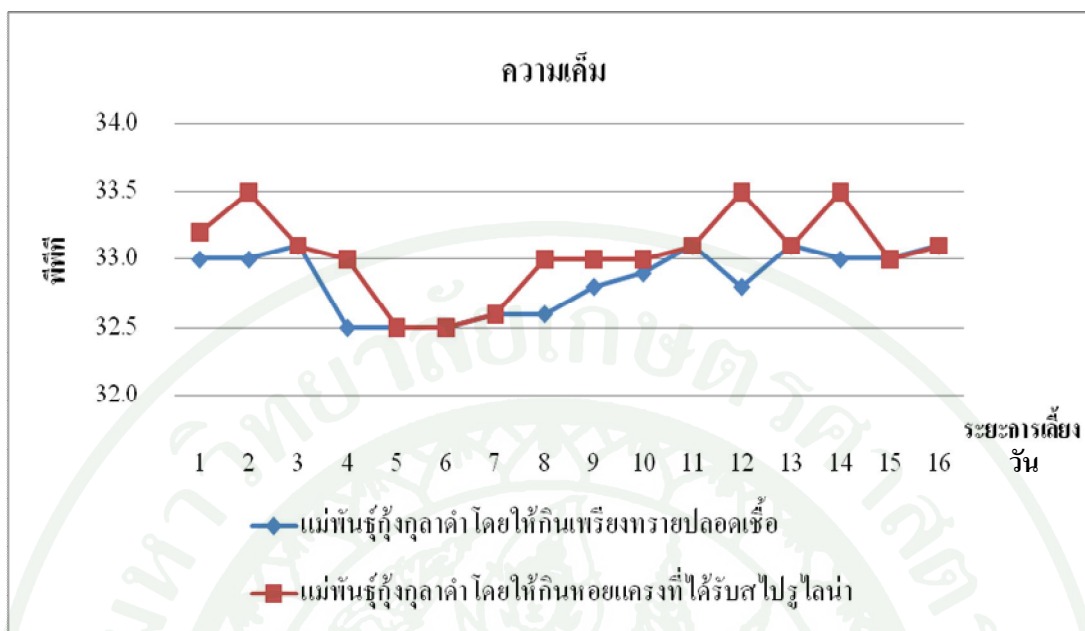
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ(P>0.05)



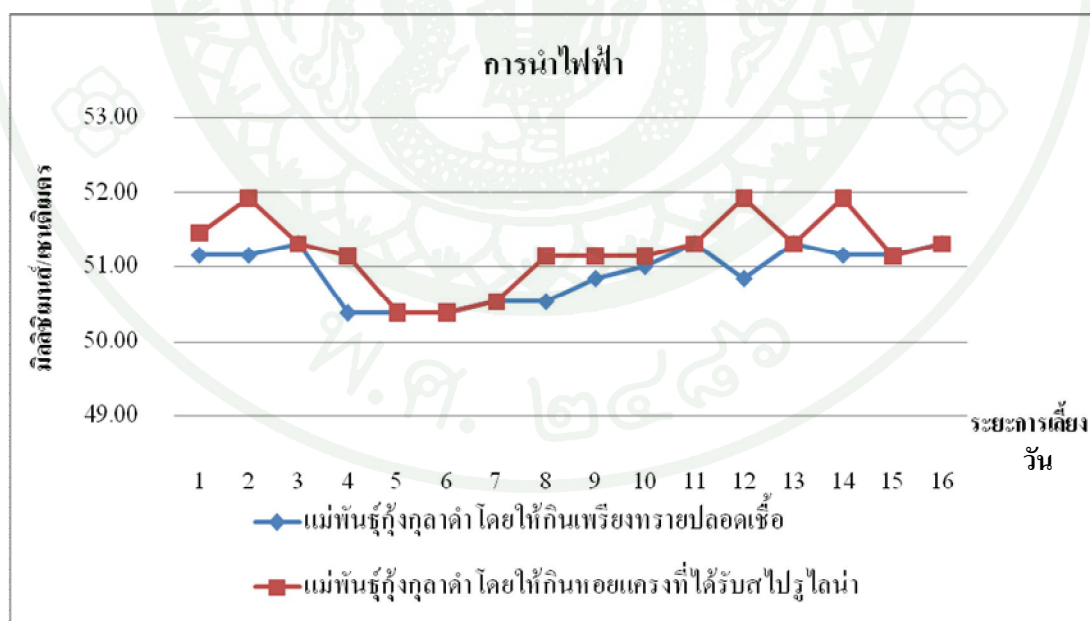
ภาพที่ 16 อุณหภูมิของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์



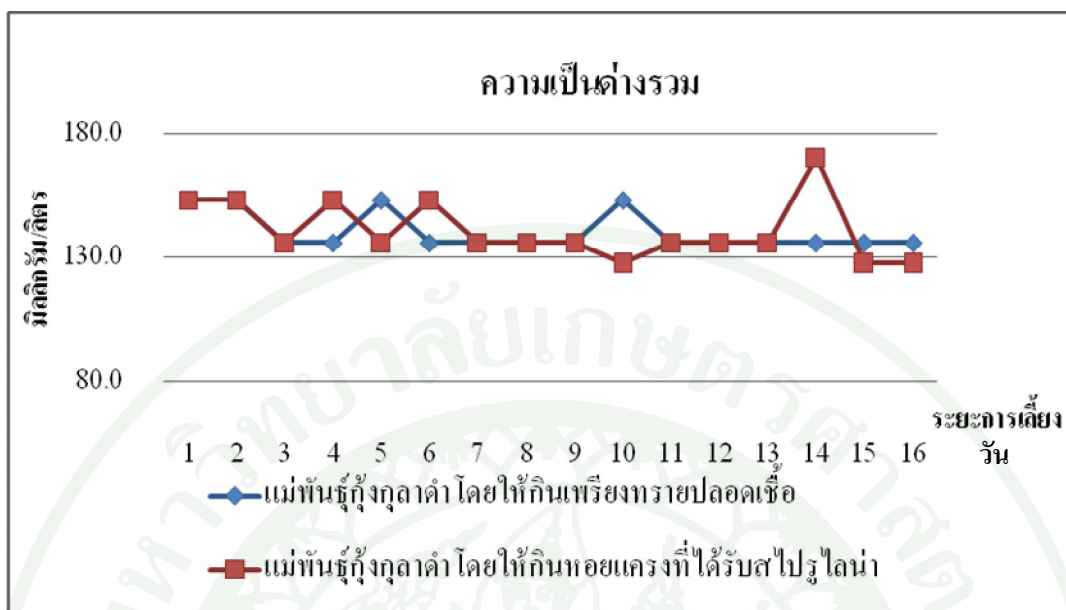
ภาพที่ 17 พีเอชของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์



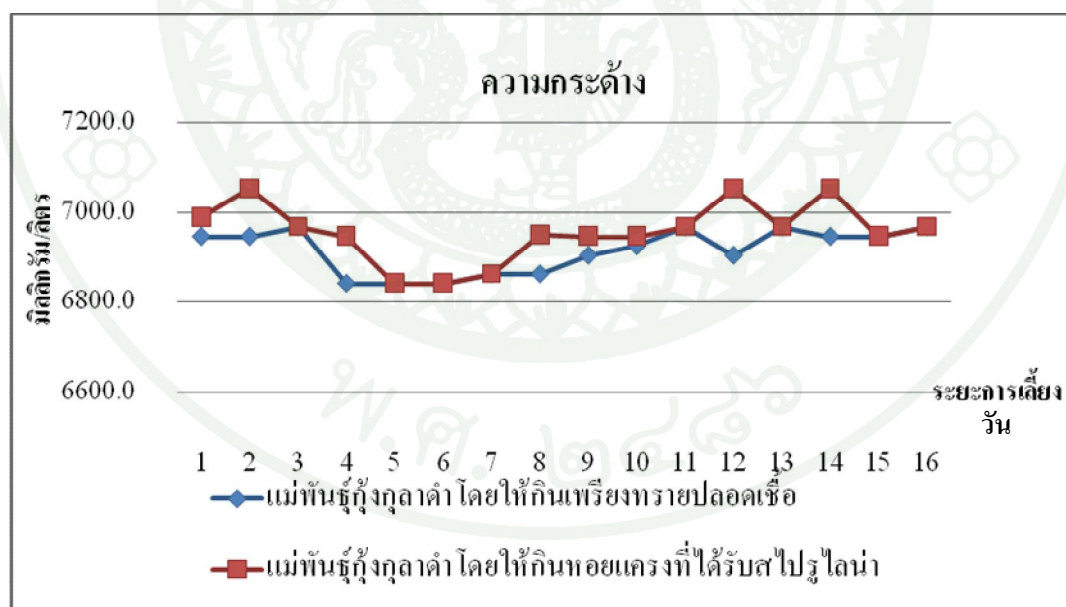
ภาพที่ 18 ความเค็มของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์



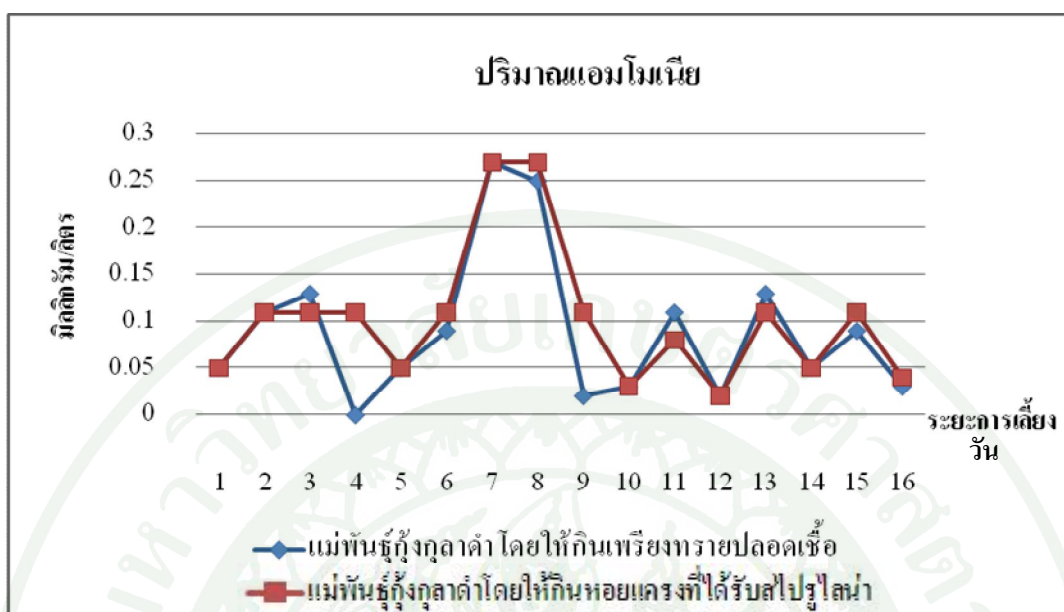
ภาพที่ 19 การนำไฟฟ้าตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์



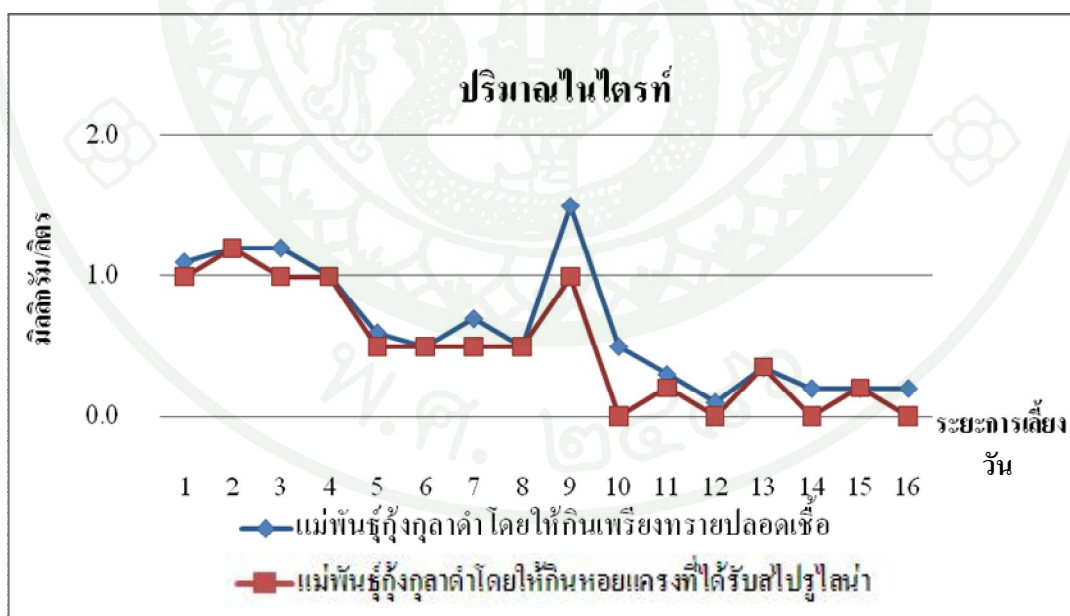
ภาพที่ 20 ความเป็นต่างรวมของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์



ภาพที่ 21 ความกระด้างของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์



ภาพที่ 22 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์



ภาพที่ 23 ปริมาณไนไตรท์ของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกึ่งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กึ่งกุลาค่าที่กินเพียงทรายเป็นอาหาร และลูกกึ่งที่ได้จากแม่พันธุ์กึ่งกุลาค่าที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร

2.1 คุณภาพของลูกกึ่งกุลาค่า

การเปรียบเทียบ อัตราการรอดตาย อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิต ระหว่างลูกกึ่งชุดทดลองที่ 1 คือ ลูกกึ่งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กึ่งกุลาค่าที่กินเพียงทรายเป็นอาหาร และชุดทดลองที่ 2 ลูกกึ่งที่ได้จากแม่พันธุ์กึ่งกุลาค่าที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหารโดยการตรวจคุณภาพด้วยวิธีหริมไบโอเทคได้แสดงไว้ในตารางที่ 15 การตรวจคุณภาพลูกกึ่งกุลาค่าด้วยวิธีหริมไบโอเทคมี 6 ขั้นตอน คือ การตรวจอัตราการติดเชื้อเอ็มบีวี การตรวจให้คะแนนความสมบูรณ์และสุขภาพเด็กกล้องจุลทรรศน์ การตรวจหาเชื้อไวรัสโอโนในเนื้อลูกกึ่ง การตรวจหาแอนติบอดีในเนื้อกึ่ง การตรวจวัดระดับการเจริญเติบโตโดยการหาน้ำหนักเฉลี่ย และตรวจการติดเชื้อไวรัสที่สำคัญโดยเทคนิคพีซีอาร์ (PCR) ซึ่งเป็นวิธีตรวจลูกกึ่งที่ก้าวหน้ามากที่สุดในปัจจุบัน จะให้ผลการเลี้ยงโดยรวมดีกว่าการตรวจด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การตรวจโดยประสบการณ์ของผู้เลี้ยงด้วยตาเปล่า สำหรับวิธีหริมไบโอเทคมีขั้นตอนการตรวจลูกกึ่งที่สำคัญดังนี้

การตรวจปริมาณการติดเชื้อ MBV ซึ่งเป็นไวรัสที่ทำให้กึ่งกุลาค่าเจริญเติบโตช้า ถ้าหากตรวจพบ occlusion body ของ MBV ในลูกกึ่งไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่าง ถือว่าลูกกึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานในขั้นตอนนี้ แต่ถ้าหากพบ occlusion body ของเชื้อ MBV ในลูกกึ่งเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่าง ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ จะไม่นำไปพิจารณาในขั้นตอนต่อไป ทั้งนี้เพราะวิธีหริมไบโอเทค ถือหลักว่าลูกกึ่งที่ตรวจพบเชื้อ MBV มาก แสดงว่าลูกกึ่งถูกเลี้ยงอยู่ในภาวะเครียด รวมทั้งการจัดการฟาร์มที่ไม่ถูกสุขลักษณะที่ดี การตรวจความสมบูรณ์ของลูกกึ่งภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยพิจารณาจากความสมบูรณ์ของเซลล์ตับและตับอ่อน ซึ่งลูกกึ่งที่ผ่านเกณฑ์นี้ แสดงว่าได้ รับอาหารที่มีคุณภาพดี อย่างเพียงพอ และต่อเนื่อง รวมทั้งการตรวจปริมาณเม็ดไขมันในตับและตับอ่อน ซึ่งเป็นการยืนยันความสมบูรณ์ของลูกกึ่งอีกทางหนึ่ง เพราะว่าลูกกึ่งที่มีความสมบูรณ์ขณะที่อยู่โรงเพาะฟัก ถ้าได้รับอาหารที่มีคุณภาพดี นอกจากจะทำให้ตับและตับอ่อนมีความสมบูรณ์แล้ว จะต้องมียปริมาณเม็ดไขมันสะสมในตับและตับอ่อนมากด้วย (กรรณวิท, 2545; อนุตรา, 2534; Vogt *et al.*, 1985) ดังนั้น ปริมาณเม็ดไขมันที่สะสมในตับและตับอ่อน จึงสามารถใช้บอกคุณภาพที่ดีของลูกกึ่งได้ (Arellano, 1990; Saurabh *et al.*, 2006) และตรวจความสมบูรณ์ของร่างกายต่างๆ ตั้งแต่ขาเดิน ขาวายน้ำ รวมทั้งหมวดคู้หน้าของลูกกึ่ง เพราะว่าลูกกึ่งที่จะนำไป

เลี้ยงในบ่อดิน ถ้ามีปริมาณไม่ครบสมบูรณ์ โอกาสที่จะมีชีวิตรอดในบ่อขนาดใหญ่ จะน้อยลง ซึ่งมีรายงานว่าลูกกุ้งที่ผ่านเกณฑ์พิจารณาแบบนี้ เมื่อนำไปเลี้ยงในบ่อดินแล้ว พบว่ามีอัตราการรอดตายสูง (Clifford, 1992; Smith *et al.* 1992; Saurabh *et al.*, 2006) การตรวจสอบเชื้อไวรัสในตัวลูกกุ้ง รวมทั้งยาปฏิชีวนะตกค้างในลูกกุ้ง เนื่องจากพบว่าเชื้อไวรัสชนิดต่างๆ ระบาดมากในโรงเพาะฟัก และทำให้ลูกกุ้งตายอย่างรุนแรง(วารินทร์ และ คณะ, 2537) ซึ่งมีรายงานการระบาดของเชื้อไวรัสในโรงเพาะฟักและบ่อเลี้ยงกุ้งในต่างประเทศ เช่นเดียวกัน (Sunaryanto and Mariam, 1986; Baticados *et al.*, 1990; Lavilla-Pitogo *et al.*, 1990) เกษตรกรจึงใช้ยาปฏิชีวนะปริมาณมาก เพื่อป้องกันและรักษาโรคดังกล่าวนี้ (Otta *et al.*, 2001) และอาจมียาตกค้างในลูกกุ้งได้ วิธีขมิบไบโอเทค จึงตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างในลูกกุ้ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อไม่ให้เกษตรกรใช้ยาปฏิชีวนะอย่างพร่ำเพอ ซึ่งอาจจะก่อผลเสียตามมาในภายหลัง ได้แก่ การดื้อยาของเชื้อไวรัส เป็นต้น (Karunasagar *et al.*, 1994; Moriarty, 1999) การตรวจการเจริญเติบโตของลูกกุ้งโดยใช้วิธีการชั่งน้ำหนักลูกกุ้ง แทนวิธีเดิมที่ใช้วัดความยาว ซึ่งน้ำหนักตัวเฉลี่ยของลูกกุ้งจะใช้บอกการเจริญเติบโตได้ชัดเจนกว่าความยาว ซึ่งมีรายงานว่าลูกกุ้งที่ผ่านเกณฑ์พิจารณาแบบนี้ เมื่อนำไปเลี้ยงในบ่อดินแล้ว จะมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วเห็นได้อย่างชัดเจน (Racotta *et al.*, 2003; Castille *et al.*, 1993; Bray and Lawrence, 1992) นอกจากนี้ วิธีขมิบไบโอเทคใช้วิธีตรวจหาอายุ (ระยะโพสตาไรว) ที่แท้จริงของลูกกุ้งโดยดูจากจำนวนหนามบนกริซของลูกกุ้ง ซึ่งวิธีนี้จะทราบอายุที่แน่นอนของลูกกุ้งมากกว่าคำบอกเล่าของเจ้าของโรงเพาะฟัก จากนั้นจึงคำนวณอัตราการการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง โดยการเปรียบเทียบอายุระยะโพสตาไรวที่แท้จริงกับน้ำหนักตัวเฉลี่ย โดยวิธีการนี้ ทำให้ทราบอัตราการการเจริญเติบโตที่แท้จริงของลูกกุ้งได้ มากกว่าในอดีตที่พิจารณาเฉพาะความยาวของลำตัวเท่านั้น (Saurabh *et al.*, 2006) ทำให้ลูกกุ้งที่ผ่านการคัดเลือกแบบนี้ จึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และที่สำคัญ คือ การตรวจสอบเชื้อไวรัสดวงขาวในลูกกุ้งโดยใช้เทคนิค PCR นับเป็นขั้นตอนที่สองต่อการตรวจสอบและประเมินลูกกุ้งด้วยสายตา โดยการสุ่มตรวจจากลูกกุ้งระยะโพสตาไรว เนื่องจากไวรัสดวงขาวเป็นเชื้อโรคที่ร้ายแรง

ผลการตรวจสอบลูกกุ้งด้วยวิธีขมิบไบโอเทคของ ลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสตาไรว 15 ใน วันที่ 23 ของการเลี้ยง พบว่าอัตราการรอดตายของลูกกุ้งทั้ง 2 ชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ลูกกุ้งในชุดทดลองที่ 1 คือ ลูกกุ้งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กุลาดำที่กินเพรียงทรายเป็นอาหาร มีอัตราการรอดตาย 48.44 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกุ้งในชุดทดลองที่ 2 ลูกกุ้งที่ได้จากแม่พันธุ์กุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูโลน่าเป็นอาหาร มีอัตราการรอดตาย 46.57 เปอร์เซ็นต์ การตรวจพบอัตราการติดเชื้อเอ็มบีวีในลูกกุ้งทั้ง 2 ชุดทดลอง โดยชุดทดลองที่ 1 มีการติดเชื้อเอ็มบีวี 35

เปอร์เซ็นต์ และชุดทดลองที่ 2 มีการติดเชื้อเอ็มบีวี 30 เปอร์เซ็นต์ ตาลำดับ ซึ่งพบว่าอยู่ในระดับดี คือมีการติดเชื้อไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ (ชลอ และพรเลิศ, 2547) ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยและการตรวจคุณภาพลูกกุ้งทั้ง 2 ชุดทดลอง โดยการตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์แล้วให้คะแนนคุณภาพพบว่าในชุดทดลองที่ 1 ได้คะแนนคุณภาพ 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกุ้งชุดทดลองที่ 2 ได้คะแนนคุณภาพสูงสุด 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานการยอมรับในการตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ คือ ได้คะแนนการตรวจตั้งแต่ 85 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป (ชลอ และพรเลิศ, 2547)

การตรวจหาการติดเชื้อแบคทีเรียไวรัส ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มสำคัญที่ก่อโรคในกุ้งทะเล โดยเกณฑ์มาตรฐานการยอมรับสำหรับการตรวจการติดเชื้อไวรัส คือ ต้องมีโคโลนีสีเหลืองไม่เกิน 100 โคโลนี โคโลนีสีเขียวไม่เกิน 10 โคโลนี และไม่พบโคโลนีเรืองแสง ชุดทดลองที่ 1 พบโคโลนีสีเหลือง 100 โคโลนี ไม่พบโคโลนีสีเขียวและโคโลนีเรืองแสง ส่วนชุดทดลองที่ 2 พบโคโลนีสีเหลือง 80 โคโลนี ไม่พบโคโลนีสีเขียวและโคโลนีเรืองแสง ซึ่งทั้ง 2 ชุดทดลองผ่านมาตรฐานการตรวจการติดเชื้อในขั้นตอนนี้ นอกจากนี้ การตรวจหาสารแอนติไบโอติกตกค้างในเนื้อลูกกุ้ง พบว่าทั้ง 2 ชุดทดลองไม่พบยาตกค้างในเนื้อลูกกุ้ง การตรวจวัดระดับการเจริญเติบโตหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยของลูกกุ้ง พบว่า ชุดทดลองที่ 1 มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 5.0 มิลลิกรัมต่อตัว และชุดทดลองที่ 2 มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 4.8 มิลลิกรัมต่อตัว ซึ่งอยู่ในระดับมาตรฐาน โดยระดับมาตรฐานของลูกกุ้งระยะโพสลาว่า 15 มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 4.0-5.5 มิลลิกรัมต่อตัว (ชลอ และพรเลิศ, 2547) และตรวจหาการติดเชื้อไวรัสดวงขาวด้วยพีซีอาร์ได้ผลเป็นลบทั้ง 2 ชุดทดลอง สรุปผลระดับคุณภาพทั้ง 2 ชุดทดลอง ให้ระดับคุณภาพดี เมื่อพิจารณาอัตราการรอดตายเฉลี่ยของชุดทดลองที่ 1 พบว่ามีค่า 48.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่า แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชุดทดลองที่ 2 ที่มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 46.57 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษานี้คล้ายกับรายงานของ Kim *et al.* (2006) ซึ่งให้อาหารเม็ดผสมสไปรูลิน่า 3 เปอร์เซ็นต์แก่กุ้ง *Fenneropenaeus chinensis* กิน ติดต่อกันเป็นเวลา 35 วัน ส่งผลให้น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ในขณะที่ Barbarito *et al.* (2005) ศึกษาผลการเสริมสาหร่าย สไปรูลิน่า 5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารเม็ดแล้วให้ลูกกุ้ง *Litopenaeus schmitti* กินตั้งแต่ระยะไมซิสจนถึงระยะโพสลาว่า 1 ทำให้อัตราการรอดตายของลูกกุ้งสูงมากขึ้น ดังนั้น การให้สไปรูลิน่าเป็นอาหารแก่ลูกกุ้งตั้งแต่ระยะไมซิส จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลูกกุ้งทะเลต่อไปได้

ตารางที่ 15 ผลการตรวจคุณภาพลูกกุ้งระยะโพสลาร์ว่า 15 ในวันที่ 23 ของการอนุบาล

การตรวจคุณภาพลูกกุ้ง	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
อายุลูกกุ้งระยะโพสลาร์ว่า	15	15
การตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (%)	85	95
ปริมาณเชื้อ MBV (%)	35	30
ปริมาณเชื้อไวรัส (โคโลนี) เหลือง	100	80
เขียว	-	-
เรืองแสง	-	-
ผลของยาตกค้างในเนื้อเยื่อลูกกุ้ง	-	-
เกณฑ์น้ำหนักเฉลี่ย	มาตรฐาน (5.0 มก.ต่อตัว)	มาตรฐาน (4.8 มก.ต่อตัว)
พีซีอาร์ (ไวรัสดวงขาว)	ลบ	ลบ
ระดับคุณภาพลูกกุ้ง	ดี	ดี
อัตราการรอดเฉลี่ย	48.44	46.57

หมายเหตุ ชุดทดลองที่ 1 คือ ลูกกุ้งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินเพียงทรายเป็นอาหาร
ชุดทดลองที่ 2 ลูกกุ้งที่ได้จากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่า
เป็นอาหาร

2.2 คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกกุ้งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินเพียงทรายเป็นอาหาร และลูกกุ้งที่ได้จากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลนาเป็นอาหาร

คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ (ตารางที่ 16 และภาพที่ 24-25) ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ในชุดทดลองที่ 1 คือ บ่ออนุบาลลูกกุ้งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินเพียงทรายเป็นอาหาร มีค่าเฉลี่ย 31.9 ± 0.27 องศาเซลเซียส และ 7.9 ± 0.13 ชุดทดลองที่ 2 คือ บ่ออนุบาลลูกกุ้งที่ได้จากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลนาเป็นอาหาร มีค่าเฉลี่ย 32.0 ± 0.27 องศาเซลเซียส และ 8.0 ± 0.12 ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อนโดยทั่วไปควรอยู่ระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส พีเอชของน้ำควรอยู่ระหว่าง 7.8-8.3 (ประจวบ, 2530) ความเค็มของน้ำในการอนุบาลลูกกุ้งในช่วงแรกๆ ความเค็มจะสูงถึงประมาณ 30-31 พีพีที ในชุดทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 24.9 ± 3.92 พีพีที ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 37.2 ± 6.06 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ความเป็นด่างรวมของน้ำมีค่าเฉลี่ย 125.4 ± 9.90 มิลลิกรัมต่อลิตร และความกระด้างของน้ำ มีค่าเฉลี่ย $4,698.3 \pm 780.8$ มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 24.9 ± 3.89 พีพีที 37.4 ± 5.84 มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร 122.4 ± 13.74 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $4,732.1 \pm 735.5$ มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และภาพที่ 26-29) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความเค็ม การนำไฟฟ้า ความเป็นด่างรวมและความกระด้าง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ความเค็มที่เหมาะสมในการอนุบาลควรอยู่ระหว่าง 28-32 พีพีที หลังจากที่ถูกกุ้งมีการพัฒนาเข้าสู่ระยะโพสตาไรวาร์เริ่มปรับความเค็มให้ลดลงเพื่อปรับให้เท่ากับบ่อเลี้ยง ความเค็มของน้ำในช่วงท้ายๆ ของการอนุบาลมีค่าอยู่ระหว่าง 18-20 พีพีที ความเป็นด่างรวมที่เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำมีค่าไม่ต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (ประจวบ, 2530)

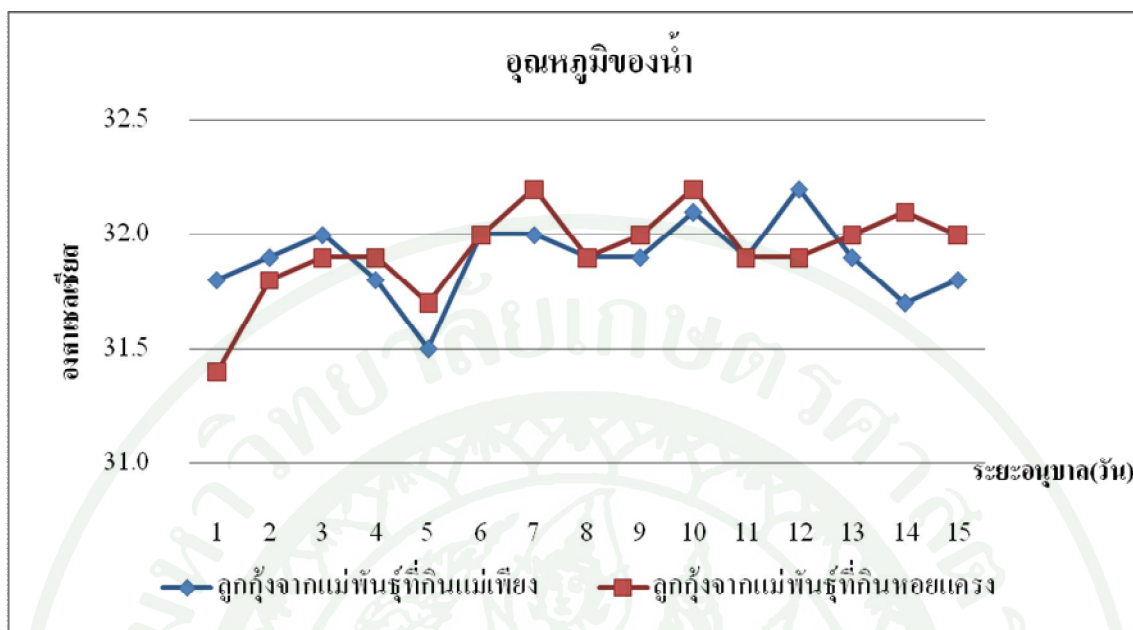
ปริมาณแอมโมเนียรวมตลอดการอนุบาลในโรงเพาะฟักชุดทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.04 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.04 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 16 และภาพที่ 30) ในการอนุบาลลูกกุ้งตามปกติปริมาณแอมโมเนียค่อนข้างสูงเนื่องจากมีปริมาณอาหารเหลือและการขับถ่ายของลูกกุ้งจึงทำให้ปริมาณแอมโมเนียรวมสูงขึ้น แต่มีการเติมน้ำเพื่อปรับความเค็มจึงมีผลให้ปริมาณแอมโมเนียในการอนุบาลยังอยู่ในระดับที่เหมาะสม มีค่าน้อยกว่า 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (ประจวบ, 2530) และปริมาณไนไตรท์ในชุดทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ย 0.69 ± 0.60 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.45 ± 0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 16 และภาพที่ 31) ปริมาณไนไตรท์สูงขึ้นในช่วงท้ายๆ ของการอนุบาล เนื่องจากปริมาณอาหารเหลือและสิ่งขับถ่าย

ของลูกกุ้งส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนสูงขึ้นแต่อยู่ในระดับที่เหมาะสมในการอนุบาลคือไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ประจวบ, 2530)

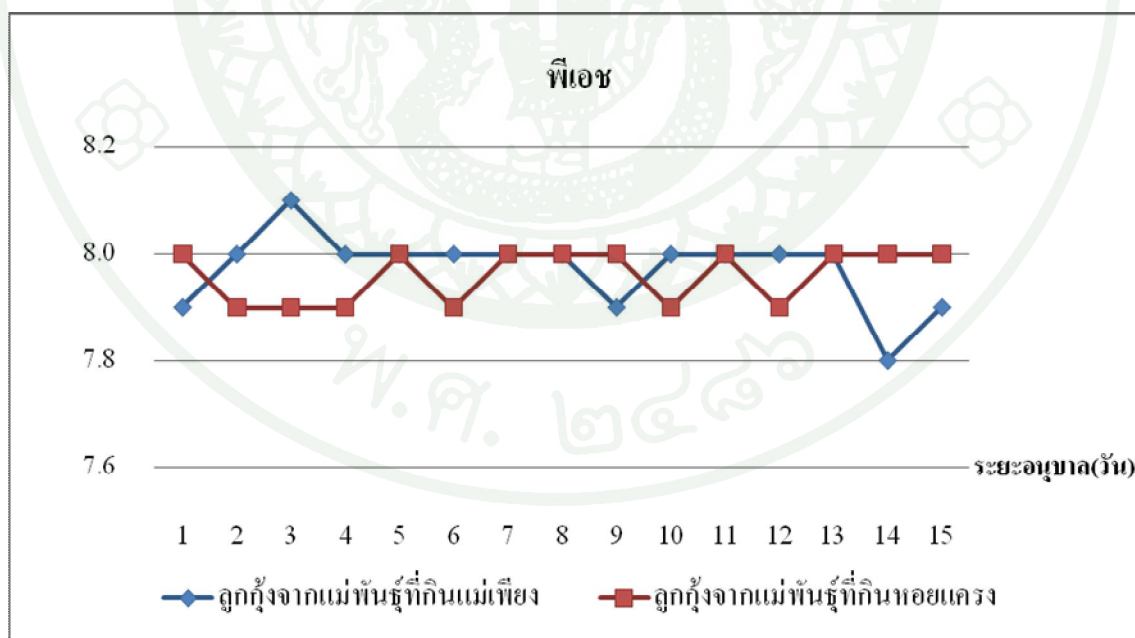
ตารางที่ 16 คุณภาพน้ำในบ่ออนุบาลลูกกุ้งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินเพียงทรายเป็นอาหาร และลูกกุ้งที่ได้จากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร

คุณภาพน้ำ	ค่าเฉลี่ย+ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ชุดทดลองที่ 1	ชุดทดลองที่ 2
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	31.9±0.17 ^a	31.9±0.20 ^a
พีเอช	8.0±0.04 ^a	7.9±0.05 ^a
ความเค็ม (พีพีที)	25.2±0.82 ^a	25.3±0.91 ^a
การนำไฟฟ้า		
(มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)	37.8±1.29 ^a	37.9±1.39 ^a
ความเป็นด่างรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	126.3±4.69 ^a	124.3±5.17 ^a
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4,733.6±157.0 ^a	4,797.6±175.3 ^a
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.04±0.02 ^a	0.04±0.01 ^a
ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.69±0.06 ^a	0.45±0.09 ^a

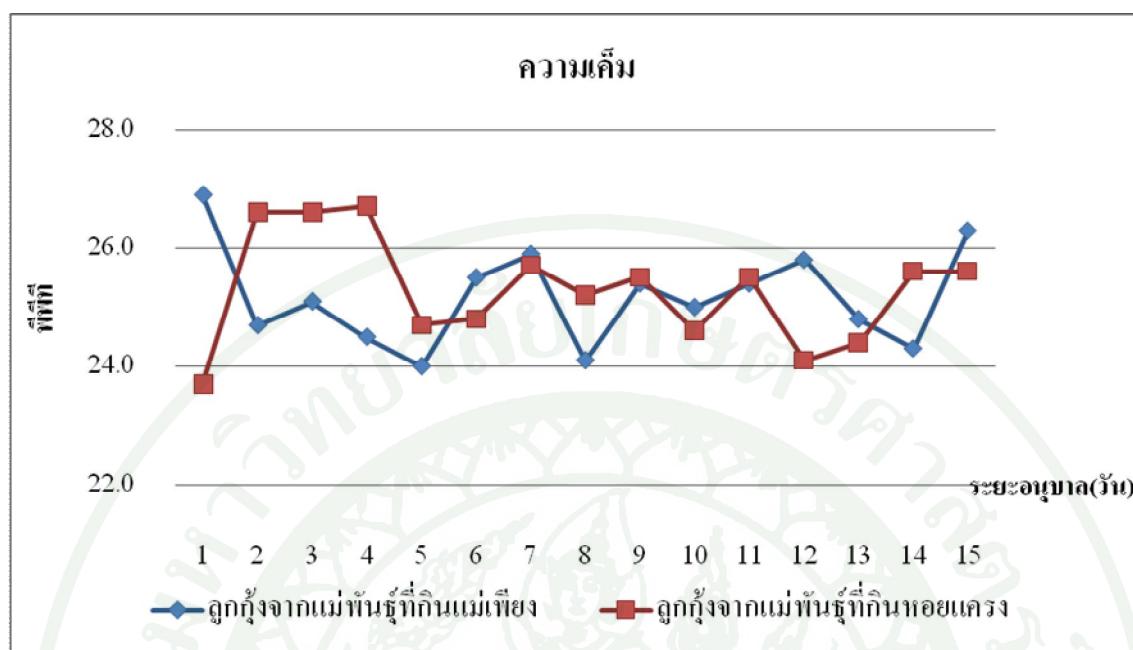
หมายเหตุ ชุดทดลองที่ 1 ลูกกุ้งที่ได้มาจากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินเพียงทรายเป็นอาหาร
ชุดทดลองที่ 2 ลูกกุ้งที่ได้จากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลน่าเป็นอาหาร
ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ(P>0.05)



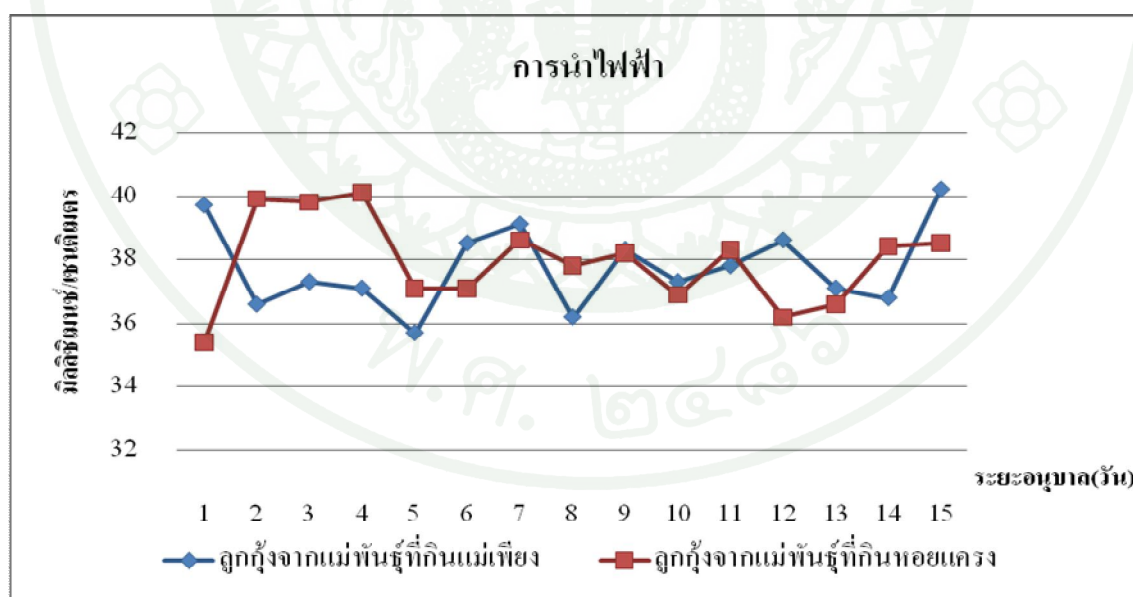
ภาพที่ 24 อุณหภูมิของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง



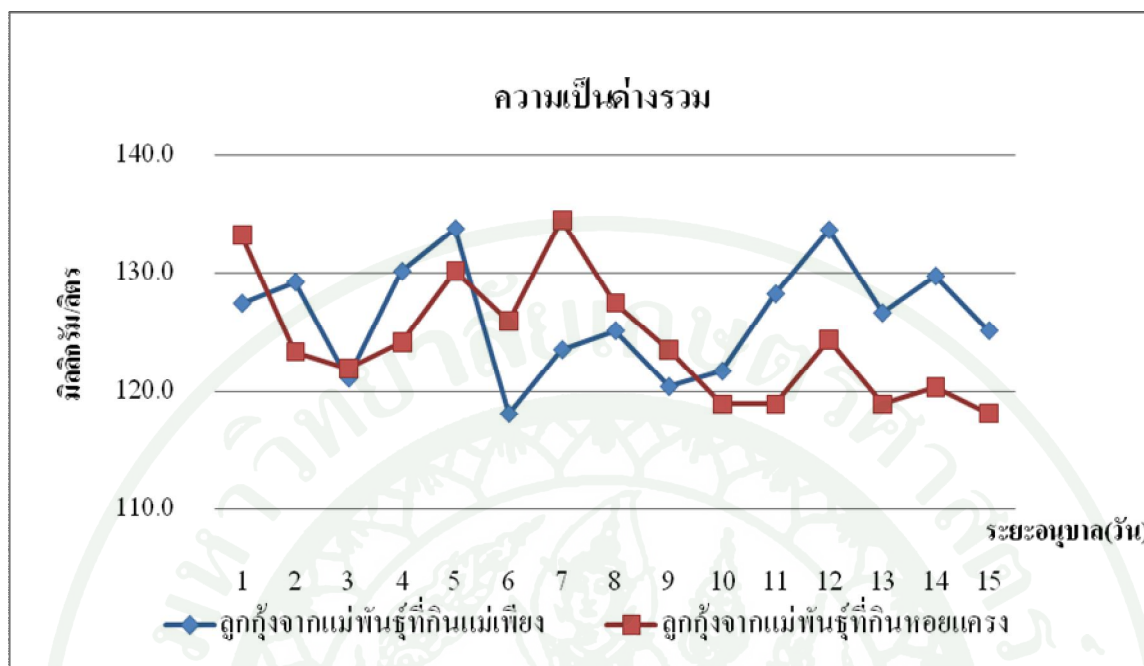
ภาพที่ 25 พีเอชของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง



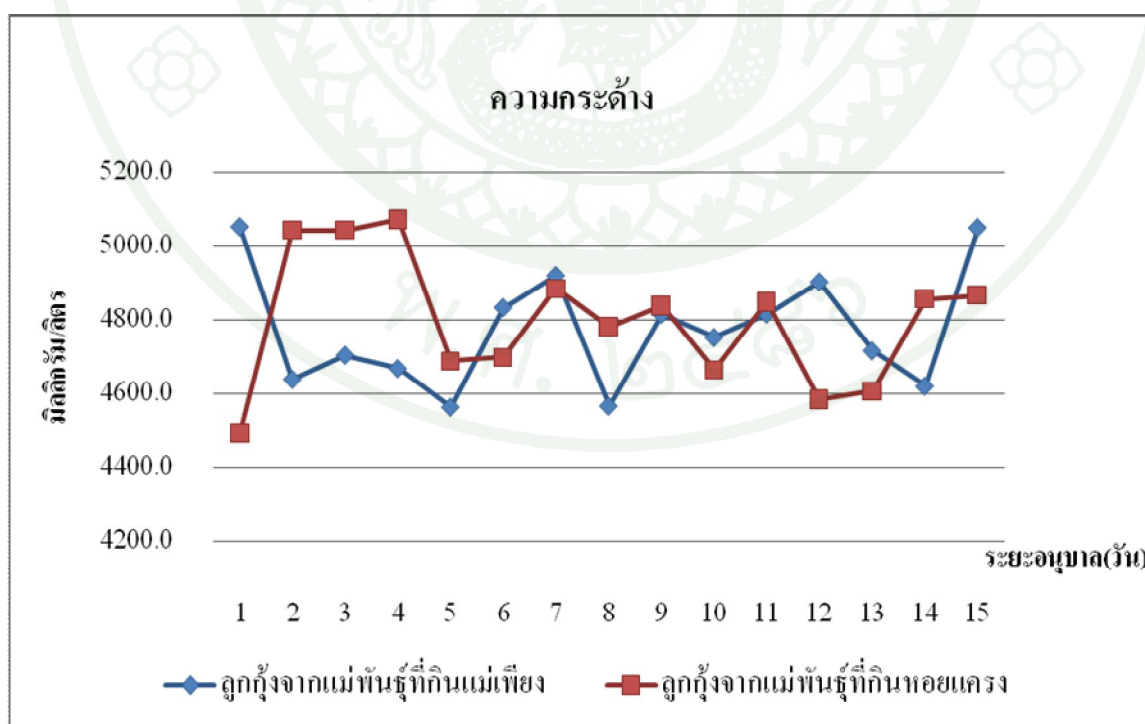
ภาพที่ 26 ความเค็มของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง



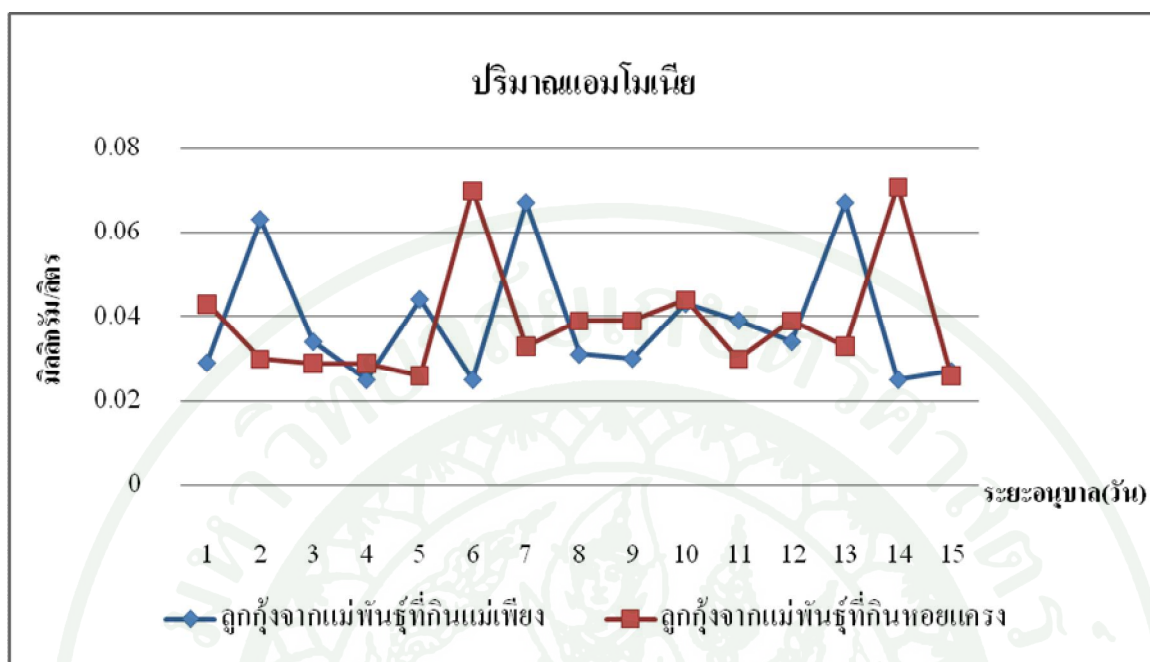
ภาพที่ 27 การนำไฟฟ้าตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง



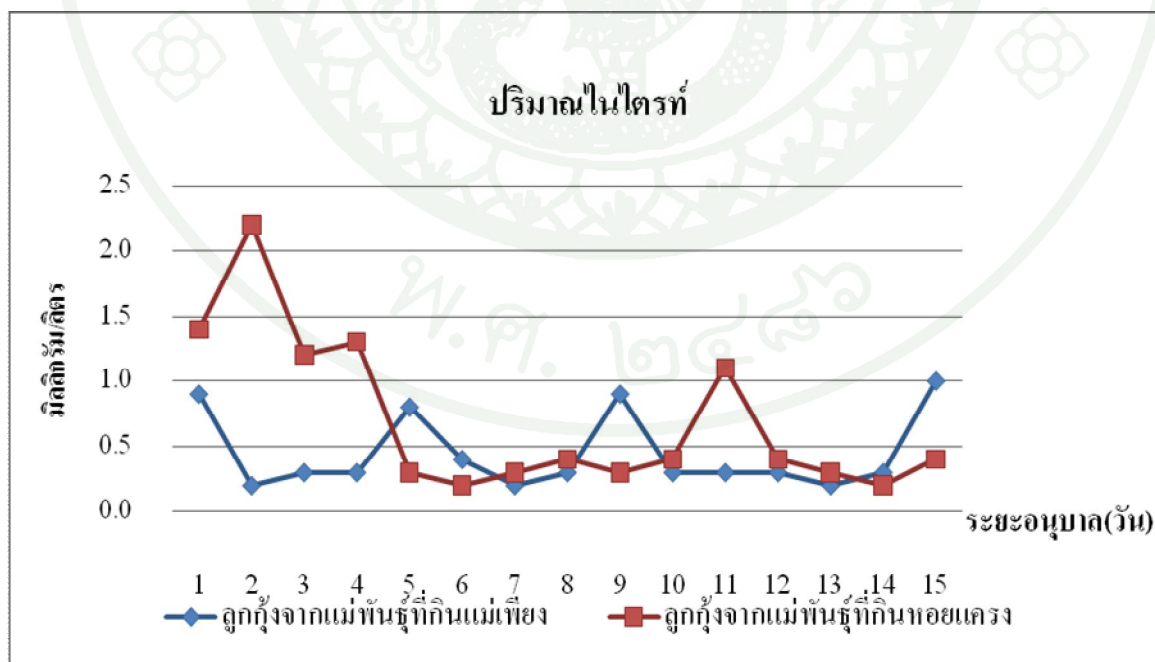
ภาพที่ 28 ความเป็นต่างรวมของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกึ่ง



ภาพที่ 29 ความกระด้างของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกึ่ง



ภาพที่ 30 ปริมาณแอมโมเนียของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง



ภาพที่ 31 ปริมาณไนไตรท์ของน้ำตลอดการอนุบาลลูกกุ้ง

3. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำโดยใช้คลอรีนและไม่ใช้คลอรีนที่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียและคุณภาพน้ำ

3.1 ปริมาณแบคทีเรีย

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทะเล ความเค็ม 30 พีพีที จากจังหวัด จันทบุรี และประจวบคีรีขันธ์ โดยวิธีใช้คลอรีนกับวิธีปิดด้วยผ้าพลาสติกได้ผลการศึกษา ดังนี้ คือ

น้ำทะเลจากจังหวัดจันทบุรี

ผลการศึกษาพบว่าชุดทดลองที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไม่พบแบคทีเรียรวมและปริมาณแบคทีเรีย กลุ่มไวรัสโอในน้ำเลยหลังจากใส่คลอรีนแล้วเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจนถึง 11 วันแรกหลังจากใส่คลอรีน (เมื่อคลอรีนในน้ำสลายตัวหมด) หลังจากนั้นจะพบแบคทีเรียรวมและแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอในน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยมีค่าสูงกว่าในบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่ปิดด้วยผ้าพลาสติก (ภาพที่ 32 และตารางที่ 17) ในขณะที่ในน้ำชุดทดลองซึ่งไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนแต่ปิดคลุมด้วยผ้าพลาสติกจะพบปริมาณแบคทีเรียรวมมีค่ามากในช่วง 4 วันแรก และมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอในน้ำเพิ่มขึ้นในช่วง 12 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่พบแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอในน้ำเลยตั้งแต่วันที่ 13 ของการศึกษาเป็นต้นไป สำหรับในบ่อควบคุมซึ่งไม่ได้ปิดผ้าพลาสติกจะพบการเพิ่มขึ้นของปริมาณแบคทีเรียรวมในน้ำในช่วง 8 วันแรกหลังจากนั้นปริมาณแบคทีเรียรวมและแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอในน้ำจะลดลงจนไม่พบแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอเลยในวันที่ 14 ของการศึกษา (ภาพที่ 33 และตารางที่ 18) และเมื่อสิ้นสุดการศึกษาพบว่าปริมาณแบคทีเรียรวมและปริมาณแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอของทั้ง 2 ชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียในน้ำแต่ละระดับพบว่าปริมาณแบคทีเรียในน้ำแต่ละระดับมีค่าแตกต่างกัน โดยปริมาณแบคทีเรียที่ระดับพื้นบ่อจะมีค่าสูงกว่าที่ระดับน้ำกลางบ่อ ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณพื้นบ่อมีปริมาณตะกอนมากกว่า ส่งผลให้มีจำนวนแบคทีเรียมากขึ้นตามไปด้วย

น้ำทะเลจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

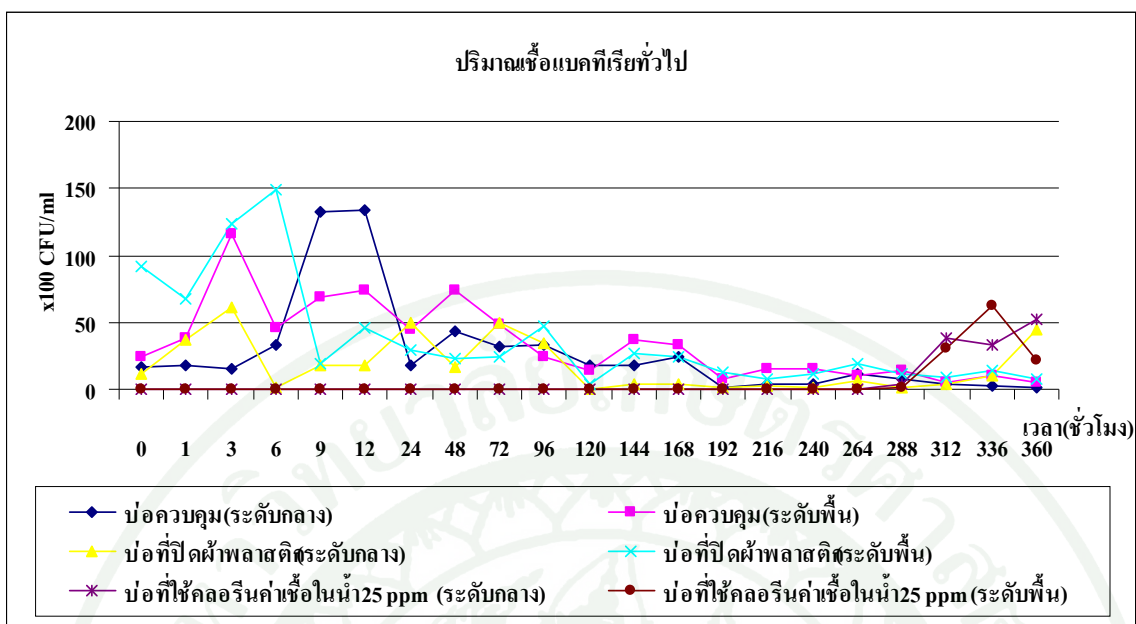
จากการศึกษาพบว่า ชุดทดลองที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไม่พบแบคทีเรียรวมในน้ำเลยในทุกะดับของน้ำในช่วง 13 วันแรก และไม่พบแบคทีเรียกลุ่มไวรัสโอเลย

ในช่วง 14 วันแรกแต่หลังจากที่คลอรีนสลายตัวหมดในวันที่ 14 เป็นต้นไป จะพบว่าแบคทีเรียรวมในชุดทดลองนี้มีปริมาณสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแบคทีเรียรวมในบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่ปิดด้วยผ้าพลาสติกแล้วพบว่า แบคทีเรียรวมในบ่อควบคุมจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และพบปริมาณสูงสุดในชั่วโมงที่ 9 โดยมีปริมาณแบคทีเรียรวมเท่ากับ 53.00×10^2 CFU/ml หลังจากนั้นปริมาณแบคทีเรียจะลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนแบคทีเรียรวมของบ่อทดลองที่ปิดด้วยผ้าพลาสติกนั้นมีค่าสูงในชั่วโมงที่ 9 เช่นเดียวกันแต่จะมีปริมาณแบคทีเรียรวมน้อยกว่าในบ่อควบคุมและจะลดลงเรื่อยๆ ในเวลาต่อมา เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียรวมในน้ำแต่ละระดับพบว่าน้ำระดับพื้นบ่อจะมีปริมาณแบคทีเรียรวมมากกว่าระดับกลางบ่อ ดังแสดงในภาพที่ 34 และตารางที่ 19 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียไวรัสในน้ำจากบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่ปิดด้วยผ้าพลาสติกพบว่า ที่ระดับกลางน้ำในบ่อที่ปิดด้วยผ้าพลาสติกจะมีปริมาณแบคทีเรียไวรัสต่ำกว่าน้ำในบ่อควบคุม โดยปริมาณไวรัสในชุดทดลองนี้จะลดลงเรื่อยๆ จนไม่พบในวันที่ 4 ของการทดลอง ในขณะที่ปริมาณไวรัสในชุดควบคุมจะลดลงจนไม่พบเลยหลังจากวันที่ 5 ของการทดลอง สำหรับปริมาณไวรัสที่ระดับพื้นบ่อทั้งในชุดควบคุมและชุดทดลองที่ปิดด้วยผ้าพลาสติก จะมีแบคทีเรียกลุ่มไวรัสสูงกว่าระดับกลางบ่อ และปริมาณดังกล่าวจะลดลงเรื่อยๆ จนหมดในวันที่ 8 ของการทดลอง (ภาพที่ 35 และตารางที่ 20) ผลการศึกษครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Moriarty (1999) ที่พบว่า เมื่อคลอรีนสลายตัวหมด แบคทีเรียที่ยังมีชีวิตอยู่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วเนื่องจาก แพลงก์ตอนสัตว์ในน้ำถูกคลอรีนฆ่าจนหมด ดังนั้นแบคทีเรียที่ยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งน่าจะมาจากการอยู่ปะปนกับตะกอนหรือถูกหือหุ้มด้วยตะกอนต่างๆ ที่มีขนาดใหญ่พอสมควร จึงทำให้แบคทีเรียไม่ถูกสัมผัสโดยตรงกับคลอรีน เมื่อได้รับสารอาหารมากขึ้นจากซากแพลงก์ตอนสัตว์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ มีผลให้มีการเจริญได้อย่างรวดเร็วและสามารถก่อให้เกิดโรคได้ และการศึกษาของ Wiriapattanasub *et al.* (2009) พบว่าน้ำทะเลที่มีการบำบัดโดยการปิดผ้าพลาสติกที่มีดัชนีอย่างน้อย 5-8 วันสามารถนำมาใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งได้

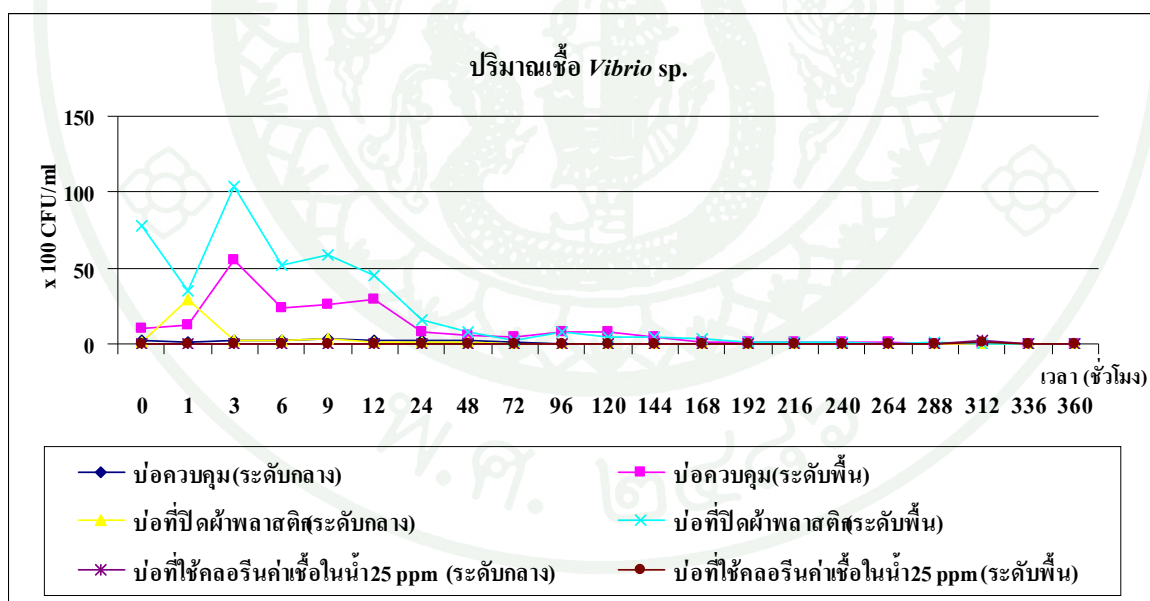
เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดน้ำโดยใช้คลอรีน การปิดคลุมด้วยผ้าพลาสติก และชุดควบคุมที่พักน้ำไว้ในบ่ออย่างเดียวนั้นไม่คลุมด้วยผ้าพลาสติก พบว่า การบำบัดน้ำด้วยคลอรีนเป็นวิธีที่สามารถฆ่าและควบคุมเชื้อได้ดีที่สุด โดยเฉพาะในช่วงแรกถ้านำน้ำเฉพาะในส่วนที่อยู่ระดับความลึกกลางบ่อจนถึงผิวน้ำนำไปใช้ โดยหลีกเลี่ยงการสูบน้ำระดับพื้นบ่อที่มีตะกอนซึ่งยังมีแบคทีเรียบางส่วนยังมีชีวิตอยู่ แต่เมื่อคลอรีนสลายตัวหมดแล้ว หลังวันที่ 12-14 ปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อไวรัสเริ่มเพิ่มขึ้น จนมีปริมาณไม่แตกต่างจากชุดทดลองที่ปิดคลุมด้วยผ้าพลาสติก และชุดควบคุมที่พักน้ำไว้ในบ่ออย่างเดียวนั้น แสดงว่าการบำบัดน้ำโดยนำน้ำทะเลมาเก็บพักไว้ในที่ร่ม

หรือปิดคลุมด้วยผ้าพลาสติกโดยไม่ใช้เครื่องให้อากาศในระยะเวลาที่นานเพียงพอคือประมาณ 14 วัน จะเป็นวิธีบำบัดน้ำที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งซึ่งสามารถลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำได้โดยไม่ต้องพึ่งพาสารเคมีเหมาะสมกับแนวทางการเลี้ยงตามวิธีอินทรีย์ ซึ่งแบคทีเรียสามารถลดจำนวนลงจากการพักน้ำเป็นเวลานาน เนื่องจากในน้ำไม่มีสารอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Moriarty, 1997)

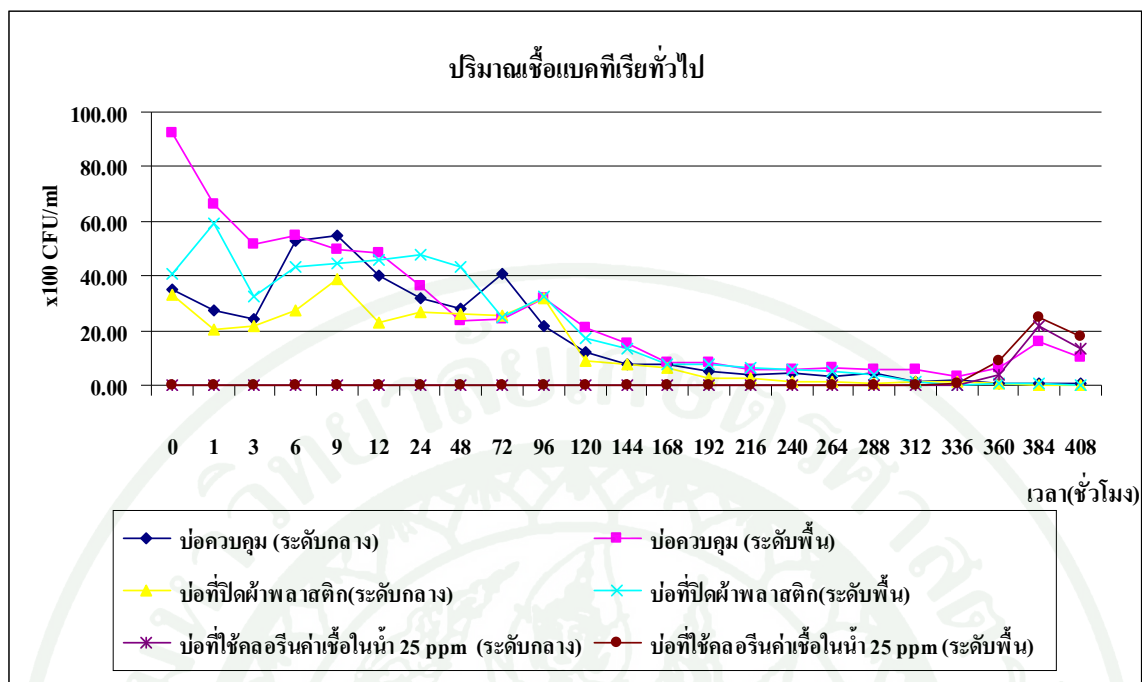




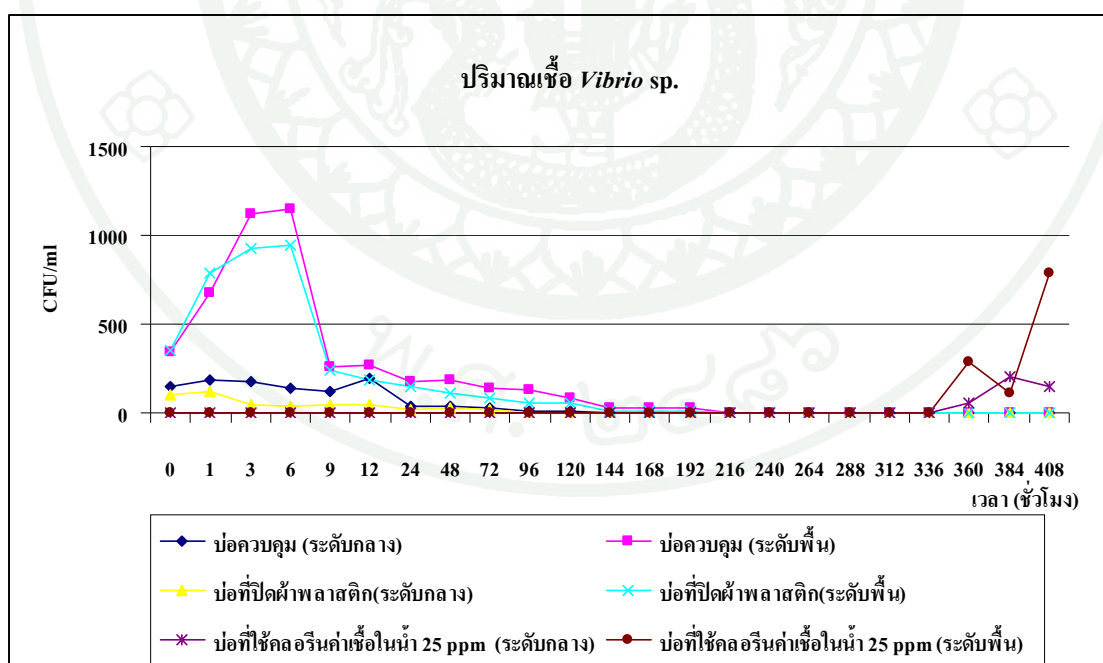
ภาพที่ 32 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปในน้ำที่มาจากจังหวัดจันทบุรี



ภาพที่ 33 ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* sp. ในน้ำที่มาจากจังหวัดจันทบุรี



ภาพที่ 34 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปในน้ำที่มาจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์



ภาพที่ 35 ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* sp. ในน้ำที่มาจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ตารางที่ 17 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำจังหวัดจันทบุรี(CFU/ml) ที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนที่
ช่วงเวลาต่างๆ กัน เลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA)

เวลา (ชม.)	ระดับกลาง			ระดับพื้น		
	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อดลองที่ปิด ผ้าพลาสติก	บ่อดลองที่มีการ ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อดลองที่ปิด ผ้าพลาสติก	บ่อดลองที่มีการ ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน
0	$16.47 \times 10^2 \pm 2.75 \times 10^2$ ^a	$11.17 \times 10^2 \pm 1.92 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$23.97 \times 10^2 \pm 10.74 \times 10^2$ ^a	$92.35 \times 10^2 \pm 41.34 \times 10^2$ ^b	0 ^c
1	$17.97 \times 10^2 \pm 9.01 \times 10^2$ ^a	$36.95 \times 10^2 \pm 5.95 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$38.55 \times 10^2 \pm 12.13 \times 10^2$ ^a	$67.82 \times 10^2 \pm 19.59 \times 10^2$ ^b	0 ^c
3	$15.57 \times 10^2 \pm 2.67 \times 10^2$ ^a	$61.25 \times 10^2 \pm 16.29 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$116.17 \times 10^2 \pm 9.67 \times 10^2$ ^{ab}	$123.8 \times 10^2 \pm 18.08 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
6	$33.65 \times 10^2 \pm 35.16 \times 10^2$ ^{ab}	$30.00 \times 10^2 \pm 28.28 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$45.35 \times 10^2 \pm 23.42 \times 10^2$ ^a	$148.95 \times 10^2 \pm 106.1 \times 10^2$ ^b	0 ^c
9	$132.05 \times 10^2 \pm 30.49 \times 10^2$ ^a	$18.15 \times 10^2 \pm 2.70 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$69.3 \times 10^2 \pm 31.98 \times 10^2$ ^a	$19.17 \times 10^2 \pm 7.26 \times 10^2$ ^b	0 ^c
12	$134.12 \times 10^2 \pm 17.44 \times 10^2$ ^a	$17.52 \times 10^2 \pm 6.05 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$73.65 \times 10^2 \pm 24.41 \times 10^2$ ^{ab}	$46.45 \times 10^2 \pm 23.53 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
24	$123.5 \times 10^2 \pm 20.24 \times 10^2$ ^a	$49.62 \times 10^2 \pm 12.64 \times 10^2$	0	$45.15 \times 10^2 \pm 12.64 \times 10^2$ ^{ab}	$28.82 \times 10^2 \pm 15.58 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
48	$43.55 \times 10^2 \pm 6.95 \times 10^2$ ^a	$16.85 \times 10^2 \pm 12.23 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$73.42 \times 10^2 \pm 26.69 \times 10^2$ ^a	$422.7 \times 10^2 \pm 7.78 \times 10^2$ ^b	0 ^c
72	$32.17 \times 10^2 \pm 12.02 \times 10^2$ ^{ab}	$49.15 \times 10^2 \pm 26.82 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$48.17 \times 10^2 \pm 6.58 \times 10^2$ ^a	$24.05 \times 10^2 \pm 8.91 \times 10^2$ ^b	0 ^c
96	$33.0 \times 10^2 \pm 9.82 \times 10^2$ ^{ab}	$34.0 \times 10^2 \pm 14.49 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$24.25 \times 10^2 \pm 9.60 \times 10^2$ ^a	$46.95 \times 10^2 \pm 15.57 \times 10^2$ ^b	0 ^c
120	$15.25 \times 10^2 \pm 41.13 \times 10^2$ ^{ab}	$9.25 \times 10^2 \pm 7.88 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$14.37 \times 10^2 \pm 7.25 \times 10^2$ ^a	$4.12 \times 10^2 \pm 4.67 \times 10^2$ ^b	0 ^c
144	$17.85 \times 10^2 \pm 24.82 \times 10^2$ ^a	$3.37 \times 10^2 \pm 2.89 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$37.45 \times 10^2 \pm 13.04 \times 10^2$ ^{ab}	$27.37 \times 10^2 \pm 29.10 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
168	$24.30 \times 10^2 \pm 21.2 \times 10^2$ ^{ac}	$3.52 \times 10^2 \pm 3.32 \times 10^2$ ^b	0 ^{ac}	$32.87 \times 10^2 \pm 18.71 \times 10^2$ ^{ab}	$23.92 \times 10^2 \pm 20.83 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
192	$1.10 \times 10^2 \pm 0.39 \times 10^2$ ^a	$0.65 \times 10^2 \pm 0.12 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$7.75 \times 10^2 \pm 1.85 \times 10^2$ ^a	$13.10 \times 10^2 \pm 2.63 \times 10^2$ ^b	0 ^c

ตารางที่ 17 (ต่อ)

เวลา (ชม.)	ระดับกลาง			ระดับพื้น		
	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้าพลาสติก	บ่อทดลองที่มีการฆ่า เชื้อด้วยคลอรีน	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้า พลาสติก	บ่อทดลองที่มีการฆ่าเชื้อ ด้วยคลอรีน
216	$3.65 \times 10^2 \pm 1.34 \times 10^2$ ^a	$2.05 \times 10^2 \pm 3.12 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^c	$14.92 \times 10^2 \pm 1.68 \times 10^2$ ^a	$8.07 \times 10^2 \pm 4.27 \times 10^2$ ^b	0 ^c
240	$3.75 \times 10^2 \pm 1.03 \times 10^2$ ^a	$1.67 \times 10^2 \pm 0.69 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$15.85 \times 10^2 \pm 3.48 \times 10^2$ ^{ab}	$11.67 \times 10^2 \pm 6.55 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
264	$10.95 \times 10^2 \pm 6.82 \times 10^2$ ^a	$6.05 \times 10^2 \pm 6.82 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^c	$10.10 \times 10^2 \pm 6.15 \times 10^2$ ^{ab}	$19.45 \times 10^2 \pm 16.89 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
288	$7.07 \times 10^2 \pm 2.26 \times 10^2$ ^a	$1.90 \times 10^2 \pm 1.40 \times 10^2$ ^{bc}	$4.17 \times 10^2 \pm 1.24 \times 10^2$ ^{bc}	$14.27 \times 10^2 \pm 9.06 \times 10^2$ ^{ab}	$11.05 \times 10^2 \pm 7.11 \times 10^2$ ^{abc}	$1.35 \times 10^2 \pm 1.82 \times 10^2$ ^{bc}
312	$3.52 \times 10^2 \pm 1.75 \times 10^2$ ^{ab}	$3.75 \times 10^2 \pm 3.06 \times 10^2$ ^{ab}	$38.4 \times 10^2 \pm 17.34 \times 10^2$ ^c	$4.52 \times 10^2 \pm 2.94 \times 10^2$ ^{ab}	$9.27 \times 10^2 \pm 6.35 \times 10^2$ ^{ab}	$30.47 \times 10^2 \pm 5.38 \times 10^2$ ^c
336	$2.35 \times 10^2 \pm 2.97 \times 10^2$ ^{ab}	$9.95 \times 10^2 \pm 13.45 \times 10^2$ ^{ab}	$33.45 \times 10^2 \pm 13.38 \times 10^2$ ^c	$10.52 \times 10^2 \pm 6.26 \times 10^2$ ^{ab}	$14.62 \times 10^2 \pm 10.45 \times 10^2$ ^{ab}	$61.87 \times 10^2 \pm 31.1 \times 10^2$ ^c
360	$1.52 \times 10^2 \pm 2.35 \times 10^2$ ^{ab}	$4.75 \times 10^2 \pm 5.27 \times 10^2$ ^{ab}	$52.8 \times 10^2 \pm 17.22 \times 10^2$ ^c	$4.77 \times 10^2 \pm 1.47 \times 10^2$ ^{ab}	$8.07 \times 10^2 \pm 7.05 \times 10^2$ ^{ab}	$21.15 \times 10^2 \pm 31.1 \times 10^2$ ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ตารางที่ 18 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำจังหวัดจันทบุรี (CFU/ml) ที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนที่
ช่วงเวลาต่างๆ กัน เลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ thiasulfate citrate bile salt sucrose (TCBS)

เวลา (ชม.)	ระดับกลาง			ระดับพื้น		
	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อดลองที่ปิดผ้า พลาสติก	บ่อดลองที่มีการฆ่า เชื้อด้วยคลอรีน	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อดลองที่ปิดผ้าพลาสติก	บ่อดลองที่มีการฆ่า เชื้อด้วยคลอรีน
0	$2.27 \times 10^2 \pm 1.47 \times 10^2$ ^a	$1.22 \times 10^2 \pm 0.55 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$10.06 \times 10^2 \pm 5.17 \times 10^2$ ^a	$77.60 \times 10^2 \pm 53.1 \times 10^2$ ^b	0 ^c
1	$1.40 \times 10^2 \pm 0.63 \times 10^2$ ^a	$29.30 \times 10^2 \pm 35.81 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$12.85 \times 10^2 \pm 9.45 \times 10^2$ ^a	$35.02 \times 10^2 \pm 23.40 \times 10^2$ ^b	0 ^c
3	$1.77 \times 10^2 \pm 0.96 \times 10^2$ ^{ab}	$2.65 \times 10^2 \pm 1.20 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$55.05 \times 10^2 \pm 34.03 \times 10^2$ ^a	$103.85 \times 10^2 \pm 73.63 \times 10^2$ ^b	0 ^c
6	$2.3 \times 10^2 \pm 1.25 \times 10^2$ ^{ab}	$1.87 \times 10^2 \pm 0.62 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$23.5 \times 10^2 \pm 14.76 \times 10^2$ ^a	$51.95 \times 10^2 \pm 14.91 \times 10^2$ ^b	0 ^c
9	$3.07 \times 10^2 \pm 1.71 \times 10^2$ ^{ab}	$2.90 \times 10^2 \pm 2.84 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$25.8 \times 10^2 \pm 23.36 \times 10^2$ ^a	$59.20 \times 10^2 \pm 17.33 \times 10^2$ ^b	0 ^c
12	$2.17 \times 10^2 \pm 0.93 \times 10^2$ ^{ab}	$1.60 \times 10^2 \pm 0.76 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$29.4 \times 10^2 \pm 24.75 \times 10^2$ ^{ab}	$45.05 \times 10^2 \pm 20.60 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
24	$2.75 \times 10^2 \pm 1.66 \times 10^2$ ^a	$0.92 \times 10^2 \pm 0.45 \times 10^2$ ^{bc}	0 ^{bc}	$7.75 \times 10^2 \pm 2.05 \times 10^2$ ^{ab}	$15.72 \times 10^2 \pm 15.9 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
48	$2.42 \times 10^2 \pm 1.54 \times 10^2$ ^{ab}	$1.05 \times 10^2 \pm 0.66 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$6.05 \times 10^2 \pm 3.54 \times 10^2$ ^{ab}	$8.15 \times 10^2 \pm 10.52 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
72	$1.05 \times 10^2 \pm 0.54 \times 10^2$ ^a	$0.47 \times 10^2 \pm 0.26 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^c	$4.47 \times 10^2 \pm 5.68 \times 10^2$ ^a	$1.90 \times 10^2 \pm 3.41 \times 10^2$ ^{bc}	0 ^{bc}
96	$0.42 \times 10^2 \pm 0.35 \times 10^2$ ^a	$0.27 \times 10^2 \pm 0.20 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^c	$8.35 \times 10^2 \pm 9.80 \times 10^2$ ^{ab}	$8.25 \times 10^2 \pm 8.98 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
120	$0.15 \times 10^2 \pm 0.19 \times 10^2$ ^{abc}	$0.05 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^{abc}	$8.42 \times 10^2 \pm 9.82 \times 10^2$ ^{ab}	$4.12 \times 10^2 \pm 4.67 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
144	$0.15 \times 10^2 \pm 0.12 \times 10^2$ ^{abc}	$0.05 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^{abc}	$4.85 \times 10^2 \pm 5.1 \times 10^2$ ^{ab}	$4.67 \times 10^2 \pm 4.94 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
168	$0.05 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ ^{abc}	$0.02 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^{abc}	$0.62 \times 10^2 \pm 0.75 \times 10^2$ ^{abc}	$2.90 \times 10^2 \pm 0.73 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^{abc}

ตารางที่ 18 (ต่อ)

เวลา (ชม.)	ระดับกลาง			ระดับพื้น		
	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้า พลาสติก	บ่อทดลองที่มีการนำ เชื้อด้วยคลอรีน	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้า พลาสติก	บ่อทดลองที่มีการนำเชื้อ ด้วยคลอรีน
192	$0.17 \times 10^2 \pm 0.23 \times 10^2$ abc	$0.05 \times 10^2 \pm 0.1 \times 10^2$ abc	0 abc	$0.67 \times 10^2 \pm 0.69 \times 10^2$ abc	$0.65 \times 10^2 \pm 0.75 \times 10^2$ abc	0 abc
216	$0.1 \times 10^2 \pm 0.14 \times 10^2$ abc	$0.03 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	0 abc	$0.65 \times 10^2 \pm 0.58 \times 10^2$ abc	$0.67 \times 10^2 \pm 0.15 \times 10^2$ abc	0 abc
240	$0.1 \times 10^2 \pm 0.11 \times 10^2$ abc	$0.03 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	0 abc	$0.90 \times 10^2 \pm 1.00 \times 10^2$ abc	$0.70 \times 10^2 \pm 0.71 \times 10^2$ abc	0 abc
264	$0.07 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	$0.03 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	0 abc	$0.62 \times 10^2 \pm 0.93 \times 10^2$ abc	$0.55 \times 10^2 \pm 0.47 \times 10^2$ abc	0 abc
288	$0.05 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	$0.03 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	0 abc	$0.52 \times 10^2 \pm 0.34 \times 10^2$ abc	$0.72 \times 10^2 \pm 0.83 \times 10^2$ abc	0 abc
312	$0.12 \times 10^2 \pm 0.15 \times 10^2$ ab	0 ^{ab}	$1.75 \times 10^2 \pm 1.44 \times 10^2$ c	$0.12 \times 10^2 \pm 0.09 \times 10^2$ abc	$0.32 \times 10^2 \pm 0.58 \times 10^2$ abc	$1.57 \times 10^2 \pm 1.38 \times 10^2$ abc
336	0 ^{abc}	0 ^{abc}	$0.07 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	$0.05 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	$0.03 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	$0.1 \times 10^2 \pm 0.08 \times 10^2$ abc
360	0 ^{abc}	0 ^{abc}	$0.22 \times 10^2 \pm 0.26 \times 10^2$ abc	$0.25 \times 10^2 \pm 0.26 \times 10^2$ abc	$0.03 \times 10^2 \pm 0.3 \times 10^2$ abc	$0.55 \times 10^2 \pm 0.28 \times 10^2$ abc

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 19 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (CFU/ml) ที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนที่ช่วงเวลาต่างๆ กัน เลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA)

เวลา (ชม.)	ระดับกลาง			ระดับพื้น		
	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้าพลาสติก	บ่อทดลองที่มีการฆ่า เชื้อด้วยคลอรีน	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้าพลาสติก	บ่อทดลองที่มีการ ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน
0	$35.20 \times 10^2 \pm 36.81 \times 10^2$ ^{ab}	$33.35 \times 10^2 \pm 38.06 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$92.35 \times 10^2 \pm 35.64 \times 10^2$ ^a	$40.60 \times 10^2 \pm 26.14 \times 10^2$ ^b	0 ^c
1	$27.25 \times 10^2 \pm 8.77 \times 10^2$ ^{ab}	$20.55 \times 10^2 \pm 14.29 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$66.40 \times 10^2 \pm 46.43 \times 10^2$ ^{ab}	$59.02 \times 10^2 \pm 34.48 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
3	$24.20 \times 10^2 \pm 18.90 \times 10^2$ ^{ab}	$21.35 \times 10^2 \pm 21.28 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$51.85 \times 10^2 \pm 13.54 \times 10^2$ ^{ab}	$32.25 \times 10^2 \pm 21.16 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
6	$53.00 \times 10^2 \pm 9.09 \times 10^2$ ^a	$27.25 \times 10^2 \pm 7.97 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$55.00 \times 10^2 \pm 14.14 \times 10^2$ ^{ab}	$43.25 \times 10^2 \pm 4.59 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
9	$54.65 \times 10^2 \pm 13.07 \times 10^2$ ^{ab}	$39.17 \times 10^2 \pm 19.37 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$49.70 \times 10^2 \pm 3.53 \times 10^2$ ^{ab}	$44.60 \times 10^2 \pm 19.23 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
12	$39.82 \times 10^2 \pm 5.05 \times 10^2$ ^a	$23.02 \times 10^2 \pm 2.94 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$48.15 \times 10^2 \pm 1.62 \times 10^2$ ^{ab}	$46.00 \times 10^2 \pm 12.72 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
24	$31.70 \times 10^2 \pm 23.30 \times 10^2$ ^{ab}	$26.70 \times 10^2 \pm 7.80 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$36.55 \times 10^2 \pm 21.95 \times 10^2$ ^{ab}	$47.47 \times 10^2 \pm 8.06 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
48	$28.17 \times 10^2 \pm 7.37 \times 10^2$ ^{ab}	$26.40 \times 10^2 \pm 17.18 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$23.72 \times 10^2 \pm 6.44 \times 10^2$ ^{ab}	$43.20 \times 10^2 \pm 26.57 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
72	$41.02 \times 10^2 \pm 13.44 \times 10^2$ ^a	$25.25 \times 10^2 \pm 9.47 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$24.05 \times 10^2 \pm 8.33 \times 10^2$ ^{ab}	$24.65 \times 10^2 \pm 7.57 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
96	$21.75 \times 10^2 \pm 23.20 \times 10^2$ ^{ab}	$31.85 \times 10^2 \pm 8.34 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$31.75 \times 10^2 \pm 11.00 \times 10^2$ ^{ab}	$32.25 \times 10^2 \pm 18.58 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
120	$12.10 \times 10^2 \pm 1.62 \times 10^2$ ^a	$8.72 \times 10^2 \pm 1.64 \times 10^2$ ^b	0 ^c	$21.00 \times 10^2 \pm 4.69 \times 10^2$ ^{ab}	$17.75 \times 10^2 \pm 5.90 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
144	$7.65 \times 10^2 \pm 1.62 \times 10^2$ ^{ab}	$7.47 \times 10^2 \pm 2.67 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$14.95 \times 10^2 \pm 4.26 \times 10^2$ ^{ab}	$13.07 \times 10^2 \pm 3.38 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c
168	$7.40 \times 10^2 \pm 1.88 \times 10^2$ ^{ab}	$6.07 \times 10^2 \pm 2.08 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c	$8.17 \times 10^2 \pm 2.70 \times 10^2$ ^{ab}	$7.92 \times 10^2 \pm 1.45 \times 10^2$ ^{ab}	0 ^c

ตารางที่ 19 (ต่อ)

เวลา (ชม.)	ระดับกลาง			ระดับพื้น		
	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้า พลาสติก	บ่อทดลองที่มีการนำ เชื้อด้วยคลอรีน	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้า พลาสติก	บ่อทดลองที่มีการนำเชื้อ ด้วยคลอรีน
192	$4.95 \times 10^2 \pm 2.84 \times 10^{2ab}$	$2.80 \times 10^2 \pm 1.34 \times 10^{2ab}$	0 ^c	$8.37 \times 10^2 \pm 1.51 \times 10^{2ab}$	$7.47 \times 10^2 \pm 0.70 \times 10^{2ab}$	0 ^c
216	$3.90 \times 10^2 \pm 2.68 \times 10^{2ab}$	$2.45 \times 10^2 \pm 0.07 \times 10^{2ab}$	0 ^c	$6.00 \times 10^2 \pm 1.41 \times 10^{2ab}$	$6.10 \times 10^2 \pm 0.28 \times 10^{2ab}$	0 ^c
240	$4.65 \times 10^2 \pm 0.63 \times 10^{2a}$	$1.45 \times 10^2 \pm 0.35 \times 10^{2b}$	0 ^c	$5.70 \times 10^2 \pm 0.98 \times 10^{2ab}$	$5.80 \times 10^2 \pm 0.56 \times 10^{2ab}$	0 ^c
264	$3.00 \times 10^2 \pm 2.54 \times 10^{2ab}$	$1.45 \times 10^2 \pm 0.63 \times 10^{2ab}$	0 ^c	$6.10 \times 10^2 \pm 0.56 \times 10^{2ab}$	$5.25 \times 10^2 \pm 0.77 \times 10^{2ab}$	0 ^c
288	$4.25 \times 10^2 \pm 0.63 \times 10^{2ab}$	$0.75 \times 10^2 \pm 0.63 \times 10^{2ab}$	0 ^c	$6.00 \times 10^2 \pm 0.70 \times 10^{2a}$	$3.65 \times 10^2 \pm 0.91 \times 10^{2b}$	0 ^c
312	$1.20 \times 10^2 \pm 0.42 \times 10^{2ab}$	$1.00 \times 10^2 \pm 0.28 \times 10^{2ab}$	0 ^c	$5.50 \times 10^2 \pm 0.70 \times 10^{2a}$	$1.25 \times 10^2 \pm 0.35 \times 10^{2b}$	0 ^c
336	$1.90 \times 10^2 \pm 1.13 \times 10^{2abc}$	$1.10 \times 10^2 \pm 0.14 \times 10^{2abc}$	$0.05 \pm 0.07 \times 10^{2abc}$	$3.00 \times 10^2 \pm 2.82 \times 10^{2abc}$	$0.10 \times 10^2 \pm 0.14 \times 10^{2abc}$	$0.35 \times 10^2 \pm 0.07 \times 10^{2abc}$
360	$0.40 \times 10^2 \pm 0.28 \times 10^{2abc}$	$0.40 \times 10^2 \pm 0.56 \times 10^{2abc}$	$3.90 \times 10^2 \pm 3.30 \times 10^{2abc}$	$6.55 \times 10^2 \pm 0.35 \times 10^{2abc}$	$0.65 \times 10^2 \pm 0.91 \times 10^{2abc}$	$8.85 \times 10^2 \pm 4.73 \times 10^{2abc}$
384	$0.70 \times 10^2 \pm 0.84 \times 10^{2ab}$	$0.15 \times 10^2 \pm 0.21 \times 10^{2ab}$	$21.75 \times 10^2 \pm 2.05 \times 10^{2c}$	$16.10 \times 10^2 \pm 7.77 \times 10^{2ac}$	$0.75 \times 10^2 \pm 0.21 \times 10^{2b}$	$24.60 \times 10^2 \pm 2.82 \times 10^{2ac}$
408	$0.70 \times 10^2 \pm 0.14 \times 10^{2ab}$	$0.10 \times 10^2 \pm 0.14 \times 10^{2ab}$	$13.35 \times 10^2 \pm 3.53 \times 10^{2c}$	$10.10 \times 10^2 \pm 10.88 \times 10^{2abc}$	$0.15 \times 10^2 \pm 0.21 \times 10^{2abc}$	$17.55 \times 10^2 \pm 5.02 \times 10^{2abc}$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 20 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (CFU/ml) ที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีนที่ช่วงเวลาต่างๆ กัน เลี้ยงโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ thiasulfate citrate bile salt sucrose (TCBS)

เวลา (ชม.)	ระดับกลาง			ระดับพื้น		
	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อดลองที่ปิดผ้า พลาสติก	บ่อดลองที่มีการฆ่า เชื้อด้วยคลอรีน	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อดลองที่ปิดผ้าพลาสติก	บ่อดลองที่มีการฆ่า เชื้อด้วยคลอรีน
0	$1.50 \times 10^2 \pm 0.91 \times 10^2$ ab	$1.02 \times 10^2 \pm 1.18 \times 10^2$ ab	0 ^c	$3.42 \times 10^2 \pm 1.16 \times 10^2$ ab	$3.52 \times 10^2 \pm 2.39 \times 10^2$ ab	0 ^c
1	$1.82 \times 10^2 \pm 0.88 \times 10^2$ ab	$1.25 \times 10^2 \pm 1.61 \times 10^2$ ab	0 ^c	$6.72 \times 10^2 \pm 1.13 \times 10^2$ ab	$7.85 \times 10^2 \pm 4.49 \times 10^2$ ab	0 ^c
3	$1.75 \times 10^2 \pm 0.75 \times 10^2$ ab	$0.45 \times 10^2 \pm 0.46 \times 10^2$ ab	0 ^c	$12.20 \times 10^2 \pm 2.09 \times 10^2$ ab	$9.27 \times 10^2 \pm 6.41 \times 10^2$ ab	0 ^c
6	$1.37 \times 10^2 \pm 1.80 \times 10^2$ a	$0.40 \times 10^2 \pm 0.52 \times 10^2$ bc	0 ^{bc}	$11.52 \times 10^2 \pm 1.55 \times 10^2$ a	$9.47 \times 10^2 \pm 3.95 \times 10^2$ b	0 ^c
9	$1.25 \times 10^2 \pm 0.33 \times 10^2$ a	$0.45 \times 10^2 \pm 0.42 \times 10^2$ bc	0 ^{bc}	$2.60 \times 10^2 \pm 1.83 \times 10^2$ ab	$2.37 \times 10^2 \pm 1.36 \times 10^2$ ab	0 ^c
12	$1.92 \times 10^2 \pm 0.82 \times 10^2$ a	$0.42 \times 10^2 \pm 0.49 \times 10^2$ bc	0 ^{bc}	$2.70 \times 10^2 \pm 1.23 \times 10^2$ ab	$1.87 \times 10^2 \pm 1.45 \times 10^2$ ab	0 ^c
24	$0.35 \times 10^2 \pm 0.32 \times 10^2$ abc	$0.20 \times 10^2 \pm 0.24 \times 10^2$ abc	0 ^{abc}	$1.80 \times 10^2 \pm 1.80 \times 10^2$ ab	$1.47 \times 10^2 \pm 1.07 \times 10^2$ ab	0 ^c
48	$0.32 \times 10^2 \pm 0.22 \times 10^2$ abc	$0.25 \times 10^2 \pm 0.37 \times 10^2$ abc	0 ^{abc}	$1.82 \times 10^2 \pm 0.23 \times 10^2$ ab	$1.12 \times 10^2 \pm 0.45 \times 10^2$ ab	0 ^c
72	$0.27 \times 10^2 \pm 0.22 \times 10^2$ abc	$0.22 \times 10^2 \pm 0.26 \times 10^2$ abc	0 ^{abc}	$1.37 \times 10^2 \pm 0.93 \times 10^2$ a	$0.85 \times 10^2 \pm 0.15 \times 10^2$ bc	0 ^{bc}
96	$0.10 \times 10^2 \pm 0.11 \times 10^2$ abc	$0.03 \times 10^2 \pm 0.05 \times 10^2$ abc	0 ^{abc}	$1.32 \times 10^2 \pm 1.59 \times 10^2$ abc	$0.55 \times 10^2 \pm 0.36 \times 10^2$ abc	0 ^{abc}
120	$0.05 \times 10^2 \pm 0.07 \times 10^2$ abc	0 ^{abc}	0 ^{abc}	$0.80 \times 10^2 \pm 0.28 \times 10^2$ ab	$0.60 \times 10^2 \pm 0.44 \times 10^2$ ab	0 ^c
144	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	$0.30 \times 10^2 \pm 0.28 \times 10^2$ abc	$0.10 \times 10^2 \pm 0.67 \times 10^2$ abc	0 ^{abc}
168	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	$0.30 \times 10^2 \pm 0.14 \times 10^2$ abc	$0.10 \times 10^2 \pm 0.79 \times 10^2$ abc	0 ^{abc}

ตารางที่ 20 (ต่อ)

เวลา (ชม.)	ระดับกลาง			ระดับพื้น		
	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้า พลาสติก	บ่อทดลองที่มีการนำ เชื้อด้วยกลอรีน	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิดผ้าพลาสติก	บ่อทดลองที่มีการนำเชื้อ ด้วยกลอรีน
192	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	$0.25 \times 10^2 \pm 0.07 \times 10^2$ ^{abc}	$0.10 \times 10^2 \pm 0.91 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^{abc}
216	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}
240	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}
264	0 ^{abc}	0	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}
288	0 ^{abc}	0	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}
312	0 ^{abc}	0	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}
336	0 ^{abc}	0	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}
360	0 ^{abc}	0	$0.55 \times 10^2 \pm 0.64 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^{abc}	0 ^{abc}	$2.90 \times 10^2 \pm 3.95 \times 10^2$ ^{abc}
384	0 ^{abc}	0	$2.00 \times 10^2 \pm 1.13 \times 10^2$ ^{abc}	0 ^{ab}	0 ^{ab}	$1.10 \times 10^2 \pm 0.28 \times 10^2$ ^c
408	0 ^{ab}	0 ^{ab}	$1.45 \times 10^2 \pm 1.49 \times 10^2$ ^c	0 ^{ab}	0 ^{ab}	$7.85 \times 10^2 \pm 8.55 \times 10^2$ ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

1.2 คุณภาพน้ำ

ผลการศึกษาค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยจากจังหวัดจันทบุรี ตลอดระยะเวลาการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 20 ภาพที่ 36-43 พบว่าค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยจากทั้งสามกลุ่มการทดลองนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นอุณหภูมิของน้ำในกลุ่มที่ปิดด้วยผ้าพลาสติกมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนและอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ ปริมาณไนโตรเจนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ปิดด้วยผ้าพลาสติกมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน แต่ยังอยู่ในค่าที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งและการเลี้ยงกุ้ง คือ ไม่เกิน 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ประจวบ, 2530; ชลอและพรเลิศ, 2547)

สำหรับผลการศึกษาค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ตลอดระยะเวลาการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 21 ภาพที่ 44-51 พบว่า ค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยจากทั้งสามกลุ่มการทดลองนั้นส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกัน ยกเว้นอุณหภูมิของน้ำในกลุ่มที่ปิดด้วยผ้าพลาสติกมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนและอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ เช่นเดียวกับคุณภาพน้ำจากจังหวัดจันทบุรี เมื่อเปรียบเทียบค่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยจากทั้งสองแหล่งที่ทำการศึกษาก็พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันแทบทุกพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากค่าดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยของน้ำทะเลปกติในประเทศไทย ซึ่งกรมควบคุมมลพิษ (2549) รายงานว่า น้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.0-33.0 องศาเซลเซียส ความเค็ม 27.3-33.6 พีพีที พีเอช 7.7-8.4 และมีปริมาณออกซิเจน 4.6-9.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยทางภาคใต้ตอนบน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.0-33.0 องศาเซลเซียส ความเค็ม 28.3-35.0 พีพีที พีเอช 7.4-8.4 และมีปริมาณออกซิเจน 5.4-7.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน จังหวัดจันทบุรี

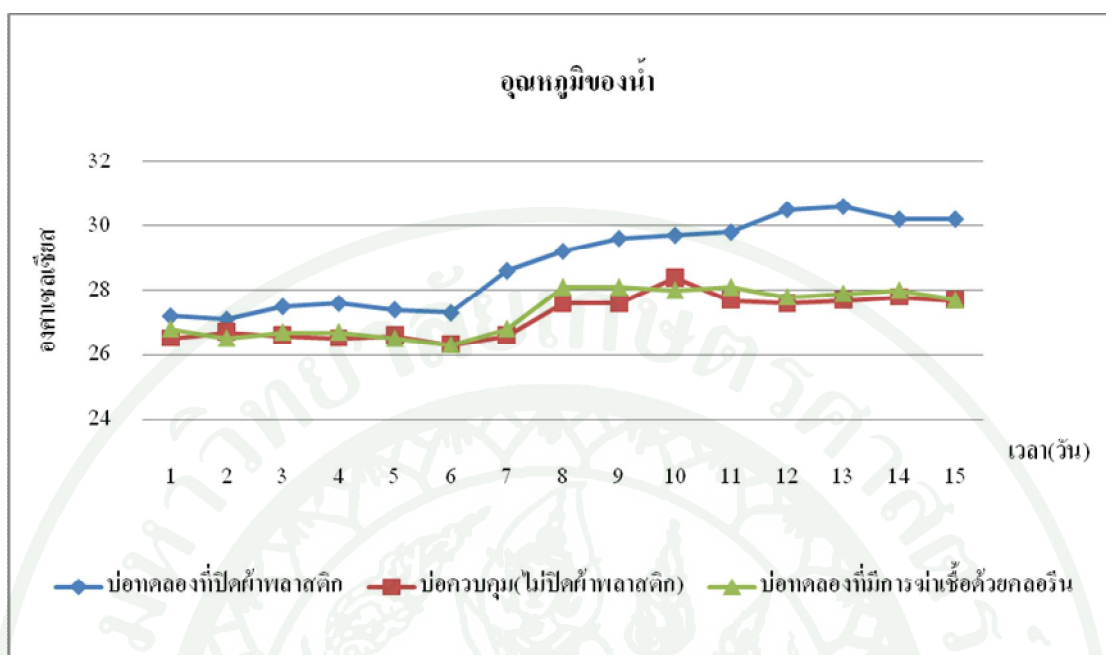
คุณสมบัติของน้ำ	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิด ผ้าพลาสติก	บ่อทดลองที่มีการฆ่า เชื้อด้วยคลอรีน
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.2±0.66 ^{ac}	28.8±1.35 ^b	27.3±0.71 ^{ac}
พีเอช	8.0±0.09 ^a	7.9±0.20 ^b	8.2±0.12 ^c
ความเค็ม (พีพีที)	29.3±1.01 ^{abc}	29.7±0.82 ^{abc}	29.4±0.66 ^{abc}
การนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)	45.6±0.85 ^{abc}	45.7±1.06 ^{abc}	45.7±0.73 ^{abc}
ความเป็นด่างรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	117.9±6.28 ^{ab}	115.1±6.27 ^{ab}	125.8±3.54 ^c
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5,942.5±165.05 ^{ab}	5,969.7±192.78 ^{ab}	6,131.9±227.03 ^c
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.6±0.70 ^{abc}	1.7±0.58 ^{abc}	1.2±0.95 ^{abc}
ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.08±0.07 ^{ab}	0.06±0.01 ^{ab}	0.02±0.01 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

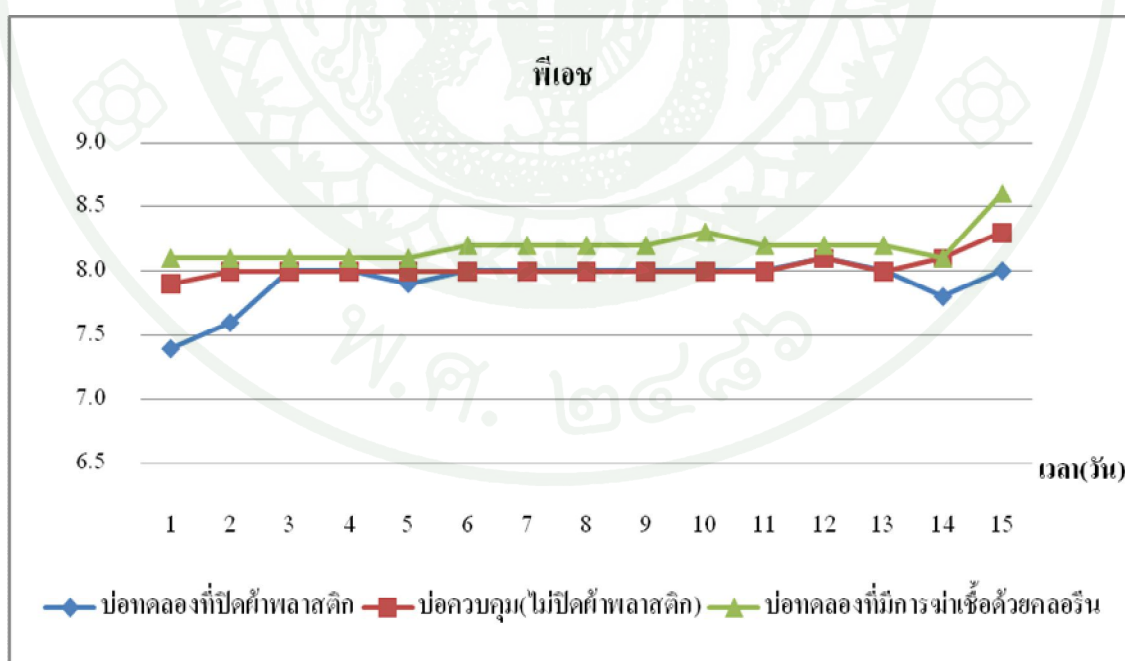
ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ผ่านการเตรียมน้ำด้วยคลอรีน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

คุณสมบัติของน้ำ	บ่อควบคุม (ไม่ปิดผ้าพลาสติก)	บ่อทดลองที่ปิด ผ้าพลาสติก	บ่อทดลองที่มีการฆ่า เชื้อด้วยคลอรีน
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.1±1.04 ^{ac}	29.5±0.88 ^b	28.0±0.97 ^{ac}
พีเอช	8.6±0.06 ^{abc}	8.4±0.07 ^{abc}	8.7±0.09 ^{abc}
ความเค็ม (พีพีที)	29.8±0.44 ^{abc}	29.8±0.15 ^{abc}	30.0±0.42 ^{abc}
การนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)	46.1±0.59 ^{abc}	46.2±0.25 ^{abc}	46.4±0.45 ^{abc}
ความเป็นด่างรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	102.5±7.27 ^{ab}	97.0±11.06 ^{ab}	109.6±8.48 ^c
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5,954.4±156.58 ^{abc}	5,957.1±220.36 ^{abc}	5,970.2±168.20 ^{abc}
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.9±0.80 ^{abc}	1.0±0.74 ^{abc}	0.9±0.18 ^{abc}
ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.02±0.03 ^{abc}	0.03±0.03 ^{abc}	0.03±0.01 ^{abc}

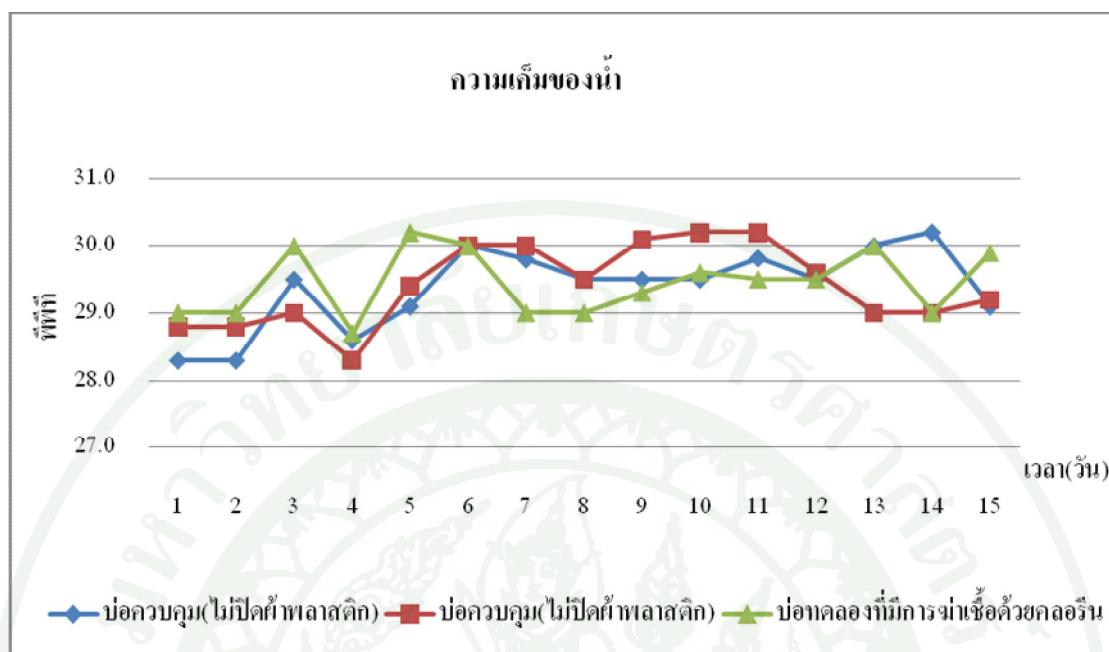
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)



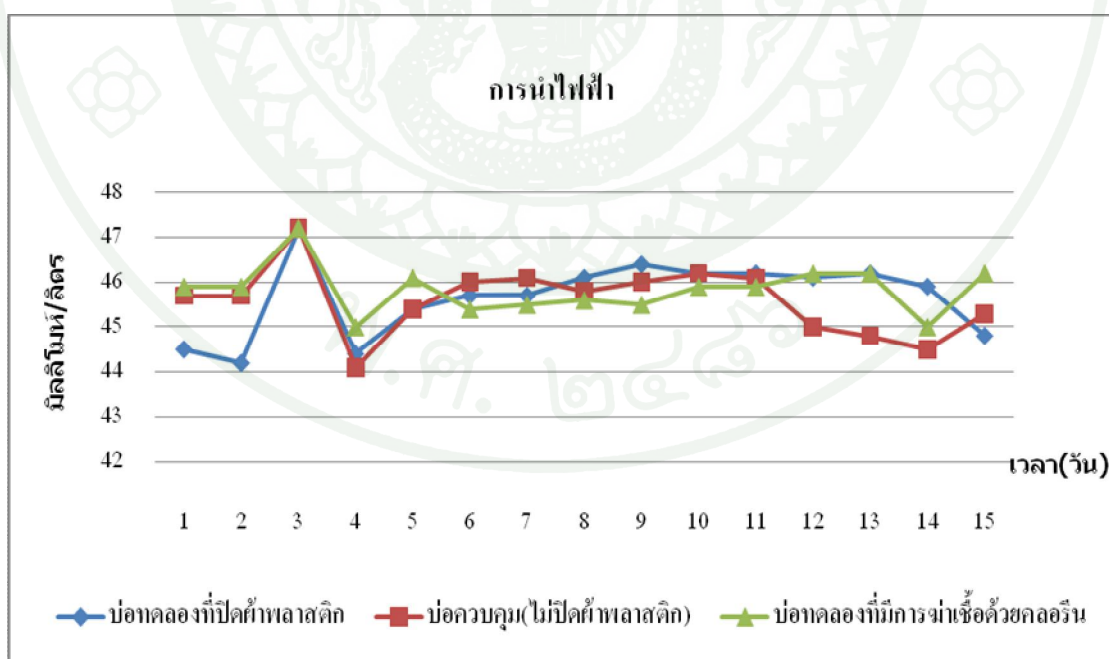
ภาพที่ 36 อุณหภูมิของน้ำตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี



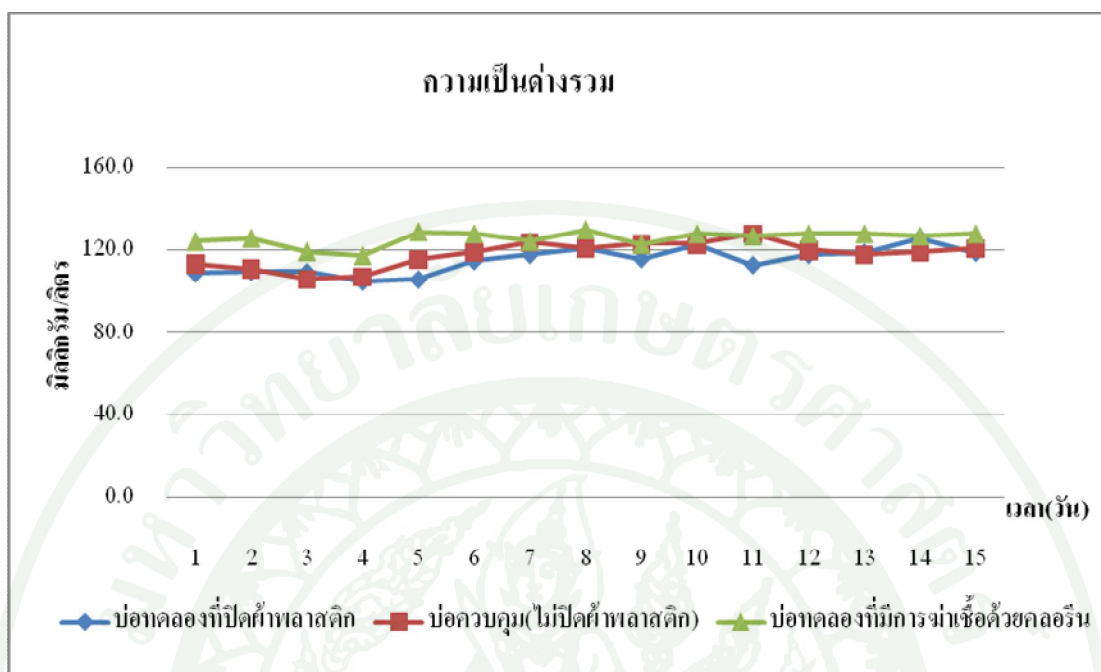
ภาพที่ 37 พีเอชตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี



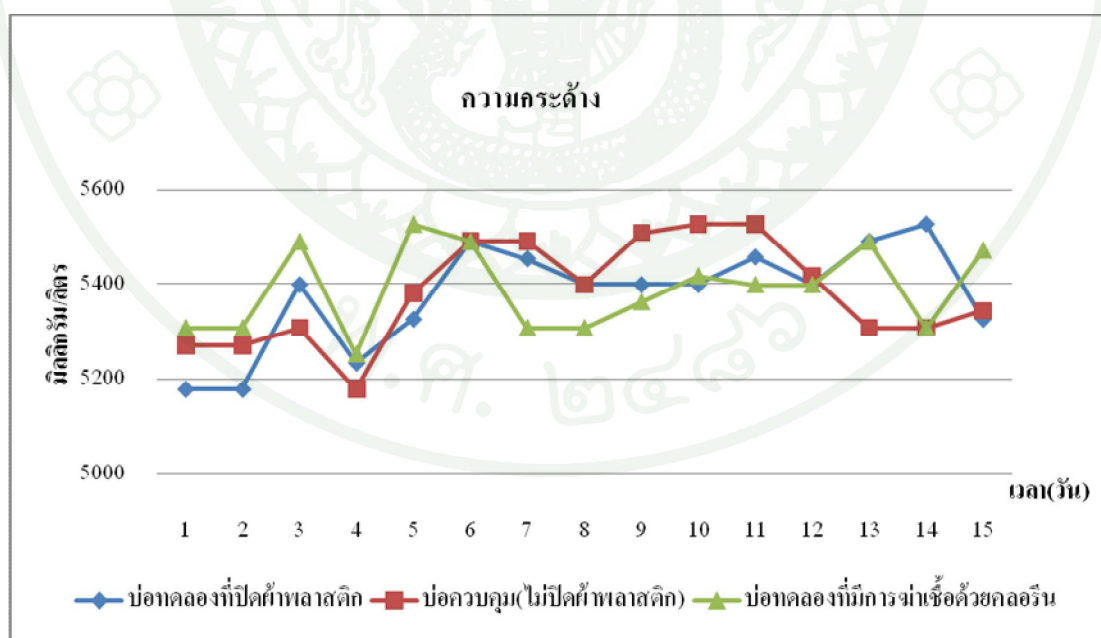
ภาพที่ 38 ความเค็มของน้ำตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี



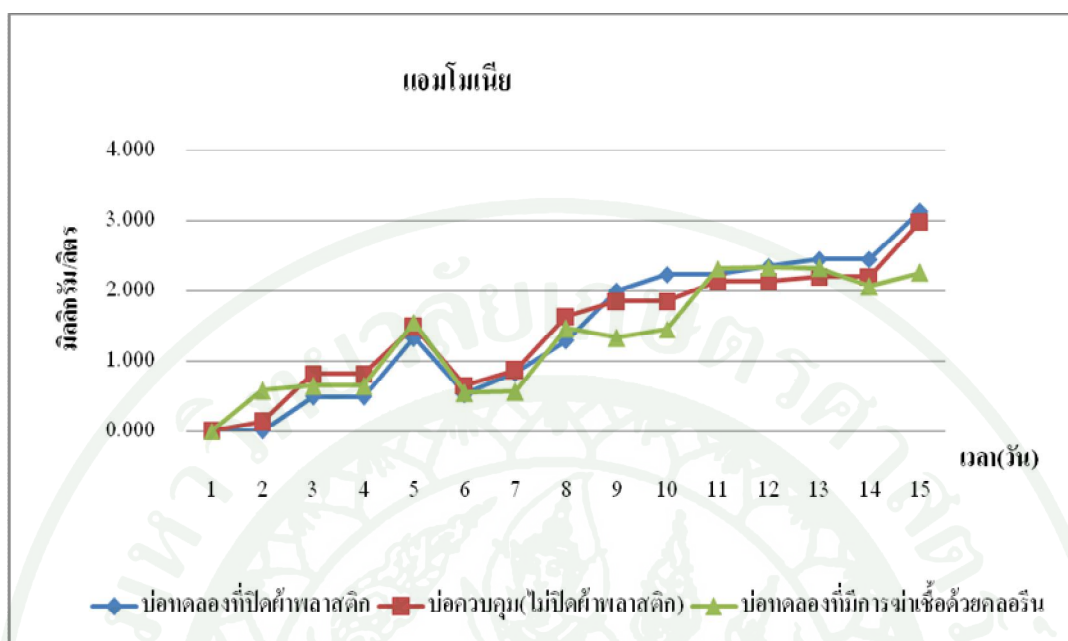
ภาพที่ 39 การนำไฟฟ้าตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี



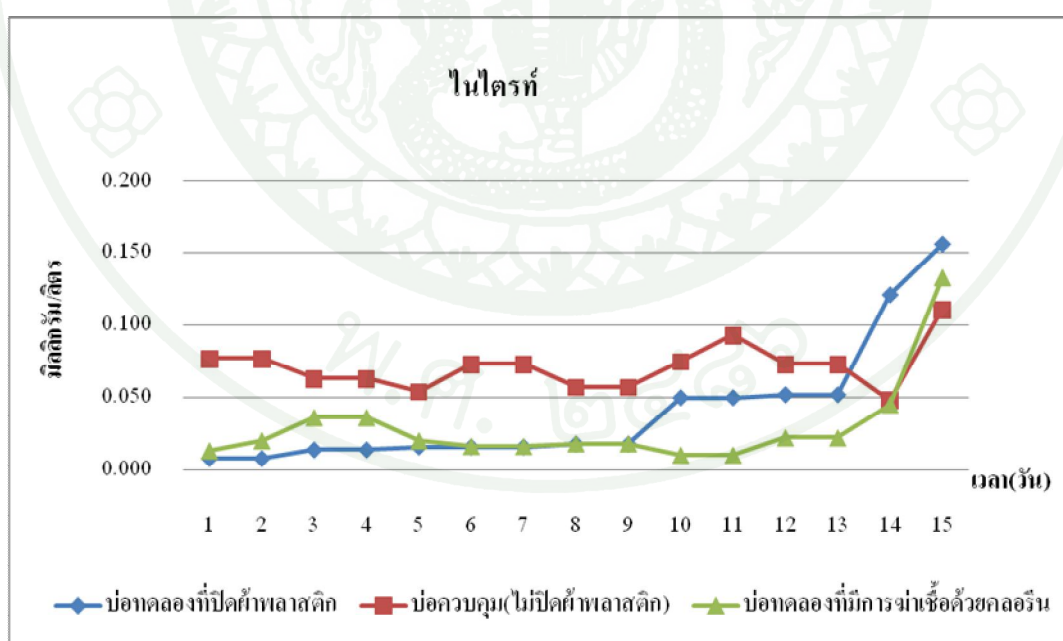
ภาพที่ 40 ความเป็นต่างรวมตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี



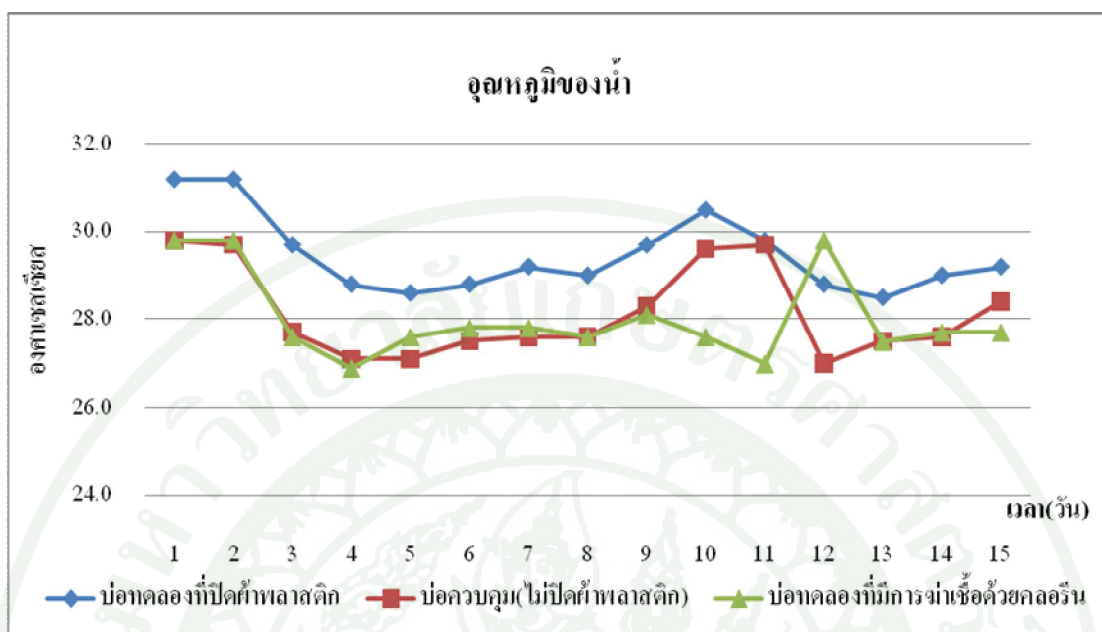
ภาพที่ 41 ความกระต่างตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี



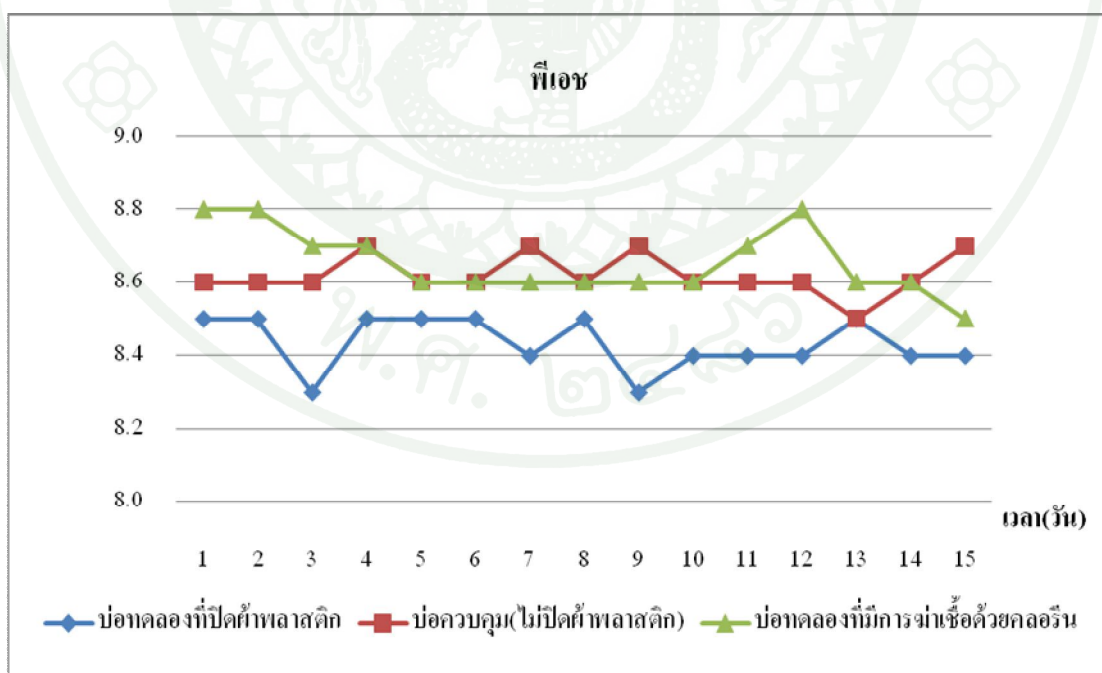
ภาพที่ 42 ปริมาณแอมโมเนียตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี



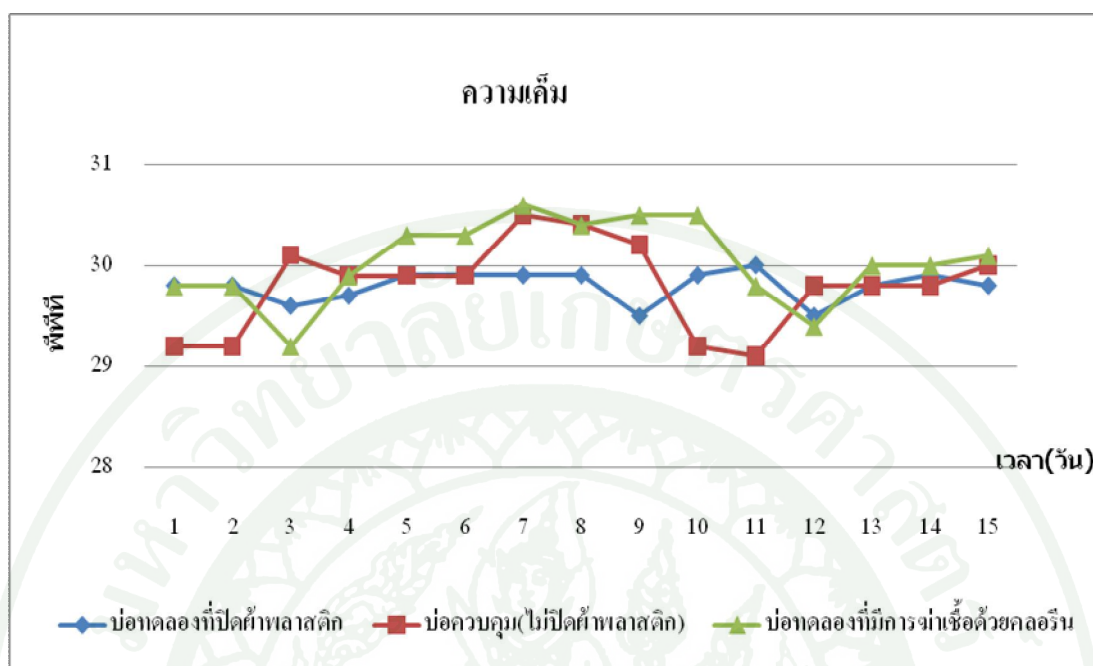
ภาพที่ 43 ปริมาณไนโตรท์ตลอดการทดลอง จังหวัดจันทบุรี



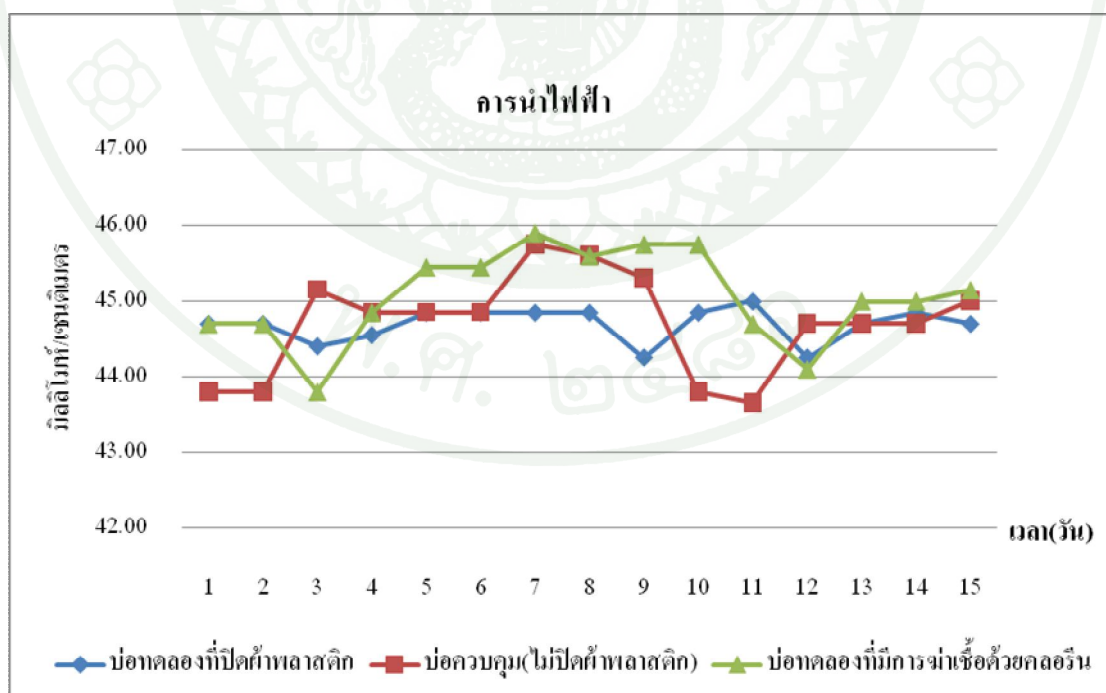
ภาพที่ 44 อุณหภูมิของน้ำตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



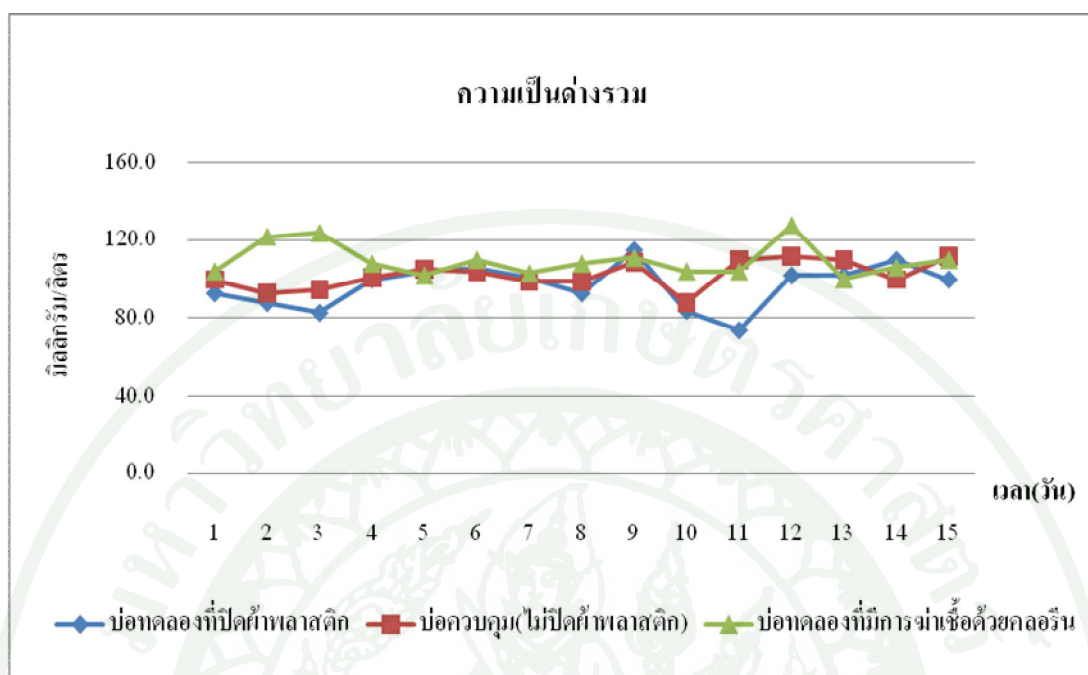
ภาพที่ 45 พีเอชตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



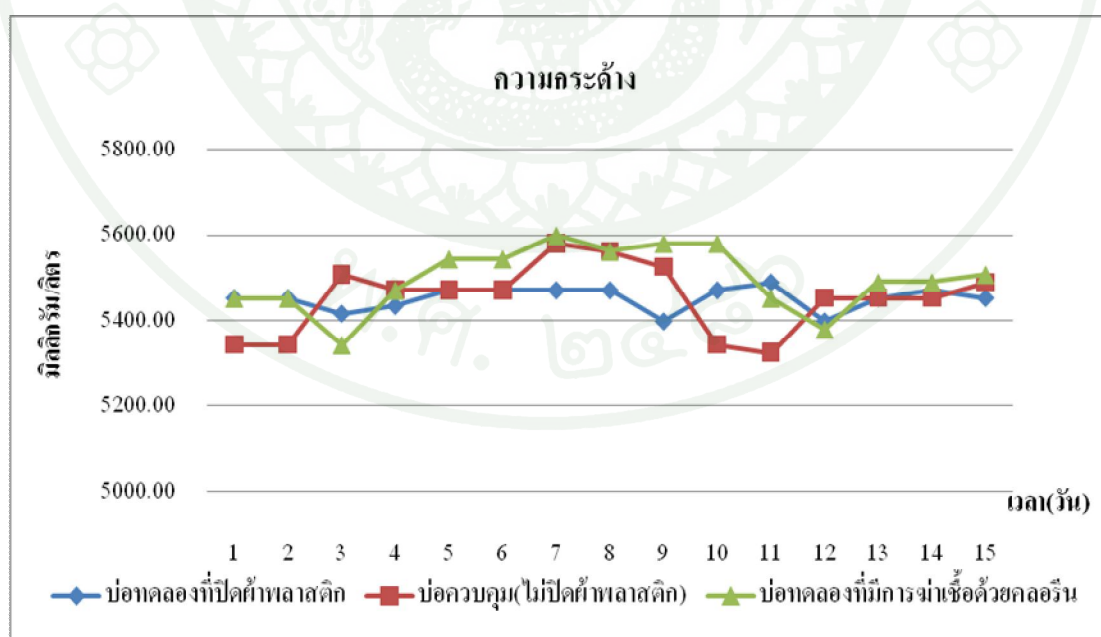
ภาพที่ 46 ความเค็มของน้ำตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



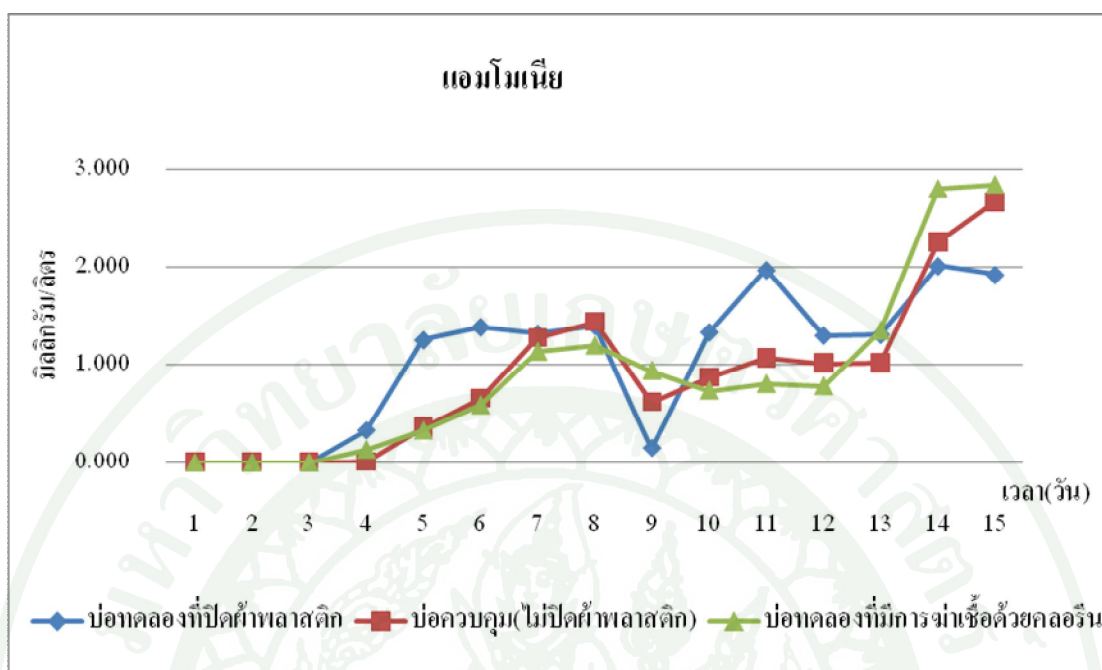
ภาพที่ 47 การนำไฟฟ้าตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



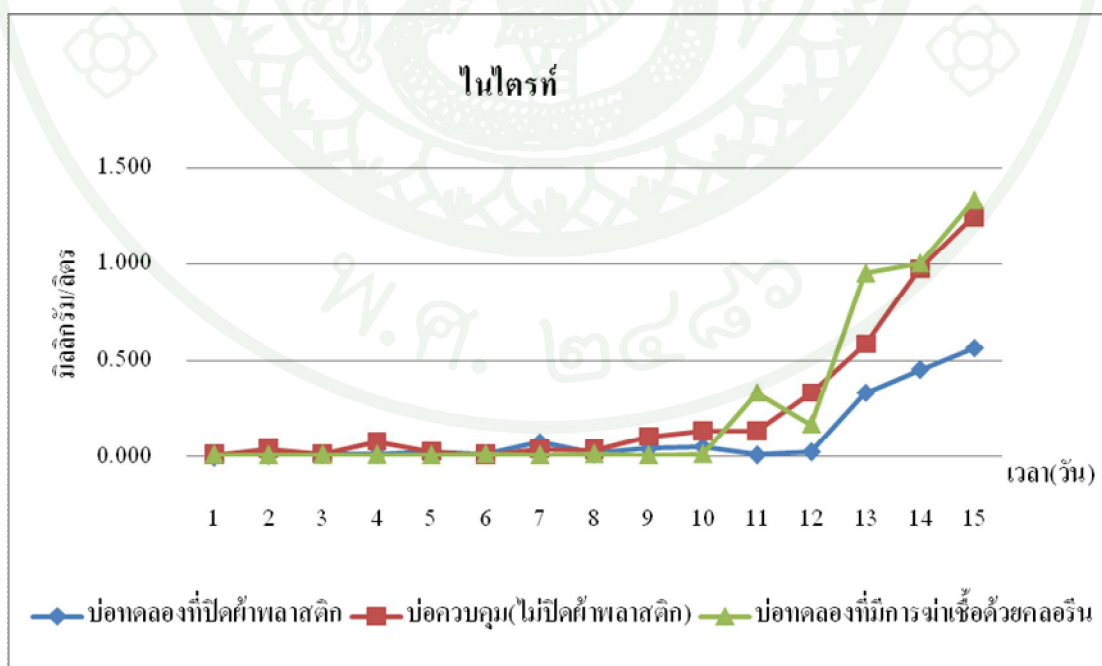
ภาพที่ 48 ความเป็นด่างรวมตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



ภาพที่ 49 ความกระด้างตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



ภาพที่ 50 ปริมาณแอมโมเนียตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์



ภาพที่ 51 ปริมาณไนไตรท์ตลอดการทดลอง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การใช้หอยแครงที่ได้รับสาหร่ายสีไปรูลิน่าเป็นอาหารและการใช้เพรียงทรายปลอดเชื้อเป็นอาหารแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำต่อการพัฒนารังไข่และปริมาณไข่ของแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ พบว่า แม่กุ้งที่ได้รับอาหารเป็นเพรียงทรายปลอดเชื้อให้จำนวนไข่ที่ฟัก อัตราการฟัก และอัตราการรอดตายไม่แตกต่างจากกลุ่มแม่พันธุ์ที่กินหอยแครงที่ได้รับสาหร่ายสีไปรูลิน่าเป็นอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ลูกกุ้งกุลาดำที่มาจากแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินเพรียงทรายและแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินหอยแครงที่ได้รับสาหร่ายสีไปรูลิน่าเป็นอาหาร เมื่อตรวจคุณภาพของลูกกุ้งระยะโพสลาาร์ว่า 15 ในวันที่ 23 ของการเลี้ยง โดยวิธีชมไบโอเทค พบว่า คุณภาพลูกกุ้งทั้งสองกลุ่มมีคุณภาพดี และมีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำโดยใช้คลอรีนและไม่ใช้คลอรีนที่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรีย พบว่า การบำบัดน้ำโดยใช้คลอรีนยังเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดในขณะที่การบำบัดโดยใช้ผ้าพลาสติกดำคลุมและไม่ใช้เครื่องให้อากาศจะส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียค่อยๆ ลดลง โดยสามารถนำไปใช้ในการเพาะฟักได้ตั้งแต่วันที่ 5 ของการบำบัดเป็นต้นไป

ข้อเสนอแนะ

1. การให้อาหารโดยใช้หอยเคแรงที่ได้รับสาหร่ายสไปรูลิน่าให้กับแม่พันธุ์กิ้งกูด้า เป็นอีกทางแนวทางหนึ่งให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กิ้งกูด้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายและทดแทนเฟรียงทรายในช่วงเวลาที่มีปริมาณไม่เพียงพอ
2. การบำบัดน้ำโดยการปิดด้วยผ้าพลาสติกดำมิดชิดและไม่ใช้เครื่องให้อากาศอย่างน้อย 5-7 วัน สามารถนำน้ำมาใช้ในโรงเพาะฟักได้ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการบำบัดน้ำเป็นวิธีที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถลดปริมาณแบคทีเรียในน้ำได้โดยไม่ต้องพึ่งพาสารเคมีเหมาะสมกับแนวทางการเลี้ยงตามวิถีอินทรีย์ แต่ในการบำบัดน้ำด้วยวิธีนี้ควรคำนึงถึงสารแขวนลอยในน้ำของแต่ละแหล่งน้ำด้วย
3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมกับพ่อแม่พันธุ์กิ้งกูด้าที่มีขนาดไม่ได้มาตรฐาน คือ แม่พันธุ์มีขนาดเล็กกว่า 10 นิ้ว หรือน้ำหนักน้อยกว่า 20 กรัม ต่อความยาว 1 นิ้ว และศึกษาในการเพาะเลี้ยงกิ้งกูด้าในนาไมซึ่งมีการเลี้ยงกันมากในปัจจุบันนี้ เพื่อเป็นแนวทางการเลี้ยงต่อไปในอนาคต

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนาภานันท์ ลีมนโนมนต์. 2527. **สาหร่าย**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2549. **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2549**. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรรณวิท รุจิรวัดน์. 2545. **โรงเพาะฟักกับการผลิตลูกกุ้งในแนวทางชีวภาพ**. วารสารสัตว์น้ำ 156 : 10 - 15.

กรรณวิท รุจิรวัดน์ และ คำรณ ไวยครุฑธา. 2546. **การตรวจคุณภาพลูกกุ้งโดยวิธีชมไปโอเทค**, น. 30 – 48. ใน รายงานการสัมมนาเรื่อง การเลี้ยงกุ้งคุณภาพเพื่อการบริโภคและการส่งออก วันที่ 30 กันยายน 2546. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

ชลอ ลีมสุวรรณ. 2528. **โรคปลา**. ภาควิชาชีววิทยาประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชลอ ลีมสุวรรณ. 2535. **คัมภีร์การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ฐานเศรษฐกิจ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชลอ ลีมสุวรรณ. 2543. **กุ้งไทย 2000** คู่ความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โรงพิมพ์เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ชลอ ลีมสุวรรณ และพรเลิศ จันทรรักษ์กุล. 2547. **อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย**. บริษัทเมจิก พับบลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชลอ ลีมสุวรรณ, ชัชวี แก้วสุรลิขิต, นิติ ชูเชิด, ประยูร หงส์รัตน์ และ เดชา บันลือเดช. 2551. **เอกสารเผยแพร่เรื่อง การเลี้ยงกุ้งร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

จริยชาติ สุริยพันธุ์. 2551. การศึกษาสัณฐานวิทยา แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตอิงอาศัยในการเลี้ยงกุ้ง
กุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) ร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ (*Ulva intestinalis*
Linnaeus). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธิดา เพชรมณี. 2542. คู่มือการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอน. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
จ. สงขลา.

บรรจง เทียนสงรัสมิ. 2530. การเลี้ยงกุ้งทะเล. สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, กรุงเทพฯ.

บรรจง เทียนสงรัสมิ. 2533. การเร่งกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ให้วางไข่ในบ่อคดโดยการบีบตา.
วารสารการประมง 33(2): 199-212.

บุญรัตน์ ประทุมชาติ และเฉลิมชัย สุวรรณรักษ์. 2540. ลักษณะแตกต่างของเพศ สัดส่วนเพศและ
การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งกุลาดำจากบ่อเลี้ยงแบบพัฒนา. เอกสารวิชาการ ฉบับที่
15/2540 สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ กรมประมง, กรุงเทพฯ.

บ้งอร ศรีมุกดา. 2530. การเพาะกุ้งทะเล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 55/2530 สถานีประมงน้ำจืด
จังหวัดระยอง กองประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ประจวบ ลิธิภัยเกียรติ, จินตนา ชัยยืน, ลือชัย ธรรมสุข และวิวัฒน์ สิงห์ทวีศักดิ์. 2528.
การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการบีบตากุ้งกุลาดำในน้ำเค็มผสมระบบปิด. เอกสารวิชาการ
ฉบับที่ 1/2528 สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดจันทบุรี กองประมงน้ำจืด กรมประมง,
กรุงเทพฯ.

ประจวบ หล้าอุบล. 2530. การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล. โอ เอส พรินติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ประจวบ หล้าอุบล. 2533. กุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปริญญาลีฬานนท์. 2546. การพัฒนาอาหารเม็ดที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงเพื่อความ

สมบูรณ์ของพันธุ์ของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon*. เพศเมีย. วิทยานิพนธ์ปริญญา

มหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ปนัดดา มีจริง. 2546. การพัฒนาอาหารเม็ดที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงเพื่อความสมบูรณ์ของพันธุ์

ของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* เพศผู้ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์

ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พุทธ ส่องแสงจินดา. 2546. ออกซิเจนกับการจัดการเลี้ยงกุ้งและการพัฒนา, น. 224-229. ใน สุรศักดิ์

ดิลกเกียรติ. กุ้งไทยก้าวหน้า สู่หนึ่งในผู้นำกุ้งโลกอย่างยั่งยืน โรงพิมพ์กพล, กรุงเทพฯ.

รัตนารณ์ ศรีวิบูลย์ และ พัฒนา ภูมเปี่ยม. 2537. รายงานการวิจัยทรัพยากรแนวเบคทีเรียของน้ำ

ทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ลิตา เรืองแป้น, วารินทร์ ธานีหวั่ง และ กุลวรา แสงรุ่งเรือง. 2540. แบคทีเรียในกุ้งกุลาดำที่เลี้ยง

ในระบบพัฒนา, น. 3-10. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ครั้งที่ 35, 3-5 กุมภาพันธ์ 2540.

วุฒิ คุปะตะวาทีน. 2538. อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำวัยอ่อนที่อนุบาลในระดับความเค็ม 4

ระดับ. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาประมงอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

วารินทร์ ธานีสมหวั่ง, ทวีชัย สุไพรัตน์ และ สมประสงค์ ชันถม. 2537. แบคทีเรียฟลอราของลูก

กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*). เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2537. ศูนย์พัฒนาการ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสมุทรสาคร. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ศุภกร พัฒนวิวัฒน์. 2549. การศึกษาสาเหตุการเจริญเติบโตช้าในกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*).

วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิทธิโชค จันทร์ย่อง. 2545. ผลของความเค็มต่างระดับและเกลือแร่บางชนิดต่อการพัฒนารังไข่และการวางไข่ของแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สนธิ แดงสกุล. 2531. การเพาะขยายพันธุ์กุ้ง. น. 24-26 ใน เอกสารประกอบการสัมมนาการเพาะเลี้ยงกุ้งและการอนุบาลลูกกุ้งวัยอ่อน. 21-22 เมษายน 2531 โรงแรมสยามเบย์วิว, พัทยา, ชลบุรี.

สมนึก ใช้เทียมวงศ์. 2533. ชนิดของกุ้งทะเลกลุ่มฟินีดาจากแหล่งหญ้าทะเลฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย, น. 117-122 ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2533. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สมยศ กาสีวงศ์. 2543. การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* FABRICIUS) ในน้ำทะเลเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรพล ชุมหับันทิต และ พอจำ อรัณยกันนัท. 2548. รายงานการวิจัยโครงการ การผลิตเพรียงทราย *Perinereis nuntia*, Savigny ปลอดเชื้อเชิงพาณิชย์เพื่อเป็นอาหารสำหรับพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาว *Litopenaeus vannamei*, Boone. สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อรัญญา พลพรพิสิฐ. 2536. โรคในกุ้งกุลาดำ. วารสารสัตว์น้ำ 5 (51): 64-71.

อนุตรา อัครจามร. 2534. การศึกษาทางเนื้อเยื่อของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

APHA, AWWA. and WEF. 1995. **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater 20th edition**. United Book Press, Maryland. 120 p.

Alava V. R., A. Kanazawa, S. Teshima and S. Koshio. 1993. Effects of dietary vitamins A, E and C on the ovarian development of *Penaeus japonicus*. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.** 59: 1235-1241.

- Anderson, I. G., M. N. Shamsudin, M. Shariff and G. Nash. 1988. Bacterial septicemia in juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*, cultured in Malaysian brackish water ponds. **Asian Fish. Sci.** 2: 93-108.
- Anilkumar, G. and K.G. Adiyodi. 1980. **Reproductive physiology of female crustaceans. Ph.D. dissertation.** Calicut University, India.
- Arellano, E. 1990. Fatty acid composition of wild and culture *Penaeus vannamei* as a method to evaluate postlarvae quality, pp. 50. **In Abstracts of the World Aquaculture Society Meeting**, National Research Council Canada. Ottawa.
- Austin, B. and D.A. Austin. 1987. **Control of Bacterial Fish Disease.** Ellis Horwood, Chichester.
- Barbarito J.J., H.L. Alfredo, G.G. Tsai and V. Humberto. 2006. Substitution of *Chaetoceros muelleri* by *Spirulina platensis* meal in diets of *Litopenaeus schmitti* larvae. **Aquaculture** 260: 215-220.
- Barbarito, J.C., H. Villarreal, T. Garcia, L. Pérez –Jar and E. Alfonso. 2005. Effect of *Spirulina platensis* meal as feed additive on growth, survival and development in *Litopenaeus schmitti* shrimp larvae. **Rev. Invest. Mar.** 26(3): 235-241
- Baticados, M.C.L., C.R. Lavilla-Pitogo, E.R. CryLacierda, L.D. da la Pena and N.A. Sunaz. 1990. Studies on the chemical control of luminous bacteria *Vibrio harveyi* and *Vibrio splendidus* isolated from diseased *Penaeus monodon* larvae and rearing water. **Dis. Aquat. Org.** 9: 133 -139.
- Beard, T.W. and J. F. Wickins. 1980. Breeding of *Penaeus monodon* (Fabricius) in laboratory recirculation systems. **Aquaculture** 20: 79-89.

- Bell, J.R., R.T. Douglas and J.R. Sargent. 1994. Effect of supplementation with 20:3(n-6), 20:4(n-6) and 20:5(n-3) on the production of prostaglandins E and F of the 1-, 2- and 3-series in turbot (*Scophthalmus maximus*) brain astroglial cells in primary culture. **Biochem. Biophysica. Acta.** 1211 : 335-342.
- Benjamas C., S. Powtongsook and P. Menasveta. 2003. Water quality control using *Spirulina platensis* in shrimp culture tanks. **Aquaculture** 220: 355-366.
- Browdy, C.L. and T.M. Samocha. 1985. The effect of eyestalk ablation on spawning molting and molting of *Penaeus semisulcatus* deHaa. **Aquaculture** 49: 19-29.
- Bonnier, P. and J. Luc-Baert. 1992. Vitellogenesis in the sand worm, *Nereis deversicolor*. **Comp. Biochem. Physiol.** 102: 785-790.
- Boyd C.E. and A.W. Fast. 1992. Pond monitoring and management, pp. 497-513. In A.W. Fast and L.J. Lester (eds). **Marine Shrimp Culture. Principles and Practices**. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- Bray, W.A. and A.L. Lawrence. 1992. New concepts in seedstock production: learning to determine quality, pp. 58-69. In **Memorias, Simposium Internacional Sobre Laboratorios de Produccion de Postlarvas de Camaron, 5-7 December 1991, Mazatlan, Sinaloa, Mexico**. Direccion General de Acuacultura, Secretaria de Pesca
- Brock, J.A. and K.L. Main. 1994. **A Guide to the Common Problems and Disease of Cultured *Penaeus vannamei***. Published by the Oceanic Institute, Makapuu Point, Honolulu, Hawaii, USA.
- Cahu, C. and M. Fakhfakh. 1990. Effect of dietary Vitamin E on reproduction of penaeid shrimps. 1-Zootechnical results. **21st Annual Conference of the World Aquaculture Society** (Abstract).

- Castille, F.L., T.M. Samocha, A.L. Lawrence, H. He, P. Frelie and F. Jaenike. 1993. Variability in growth and survival of early postlarval shrimp (*Penaeus vannamei*, Boone 1931) **Aquaculture** 113: 65-81.
- Celia G. Vazquez Boucard, Peva Levy, Hubert J. Ceccaldi and Carl-Henrik Brogren. 2002. Developmental changes in concentrations of vitellin, vitellogenin, and lipids in hemolymph, hepatopancreas, and ovaries from different ovarian stages of Indian white prawn *Fenneropenaeus indicus*. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 281: 63-75
- Chamberlain, G.W. 1988. **Stepwise investigation of environmental and nutritional requirements for reproduction of penaeid shrimp**. Ph.D. dissertation, Department Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas, USA.
- Clifford, H.C. 1992. Marine shrimp pond management : a review, pp. 110-137. In J. Wyban, ed. **Processings of the Special Session on Shrimp Farming**. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA.
- Cowan, S.T. 1975. **Cowan and Steel's Manual for Identification of Media Bacteria**. Cambridge Univ. Press, London.
- Dall, W. 1995. Carotenoid versus retinoids (Vitamin A) as essential growth factors in penaeid prawns (*Penaeus semisulcatus*). **Mar. Biol.** 124: 209-213
- Dall, W., D.M. Smith and L.E. Moore. 1995. Carotenoids in the tiger prawn *Penaeus esculentus* during ovarian maturation. **Mar.Biol.** 123: 435-441
- Direkbusarakom, S. and Y. Danayadol. 1999. Effect of Spirulina sp. on the immune system of seabass, *Lates calcarifer*, pp. 679-689. In **Proceeding of the Fourth Symposium on Diseases in Asian Aquaculture, 22-26 November 1999**. Cebu International Convention Center, Cebu City, Philippines.

- Emmerson, W.D. 1983. Maturation and growth of ablated and unblated *Penaeus monodon* Fabricius. **Aquaculture** 32: 235-241.
- Fairs, N. J., P. T. Quinlan and L. J. Goad. 1990. Changes in ovarian unconjugated and conjugated steroid titers during vitellogenesis in *Penaeus monodon* . **Aquaculture** 89: 83-99.
- Fingerman, M. 1997. Crustacean endocrinology: retrospective, and introspective analysis. **Physiol. Zool.** 70(3): 257-269.
- Gomez-Gil, Bruno., L. Tron-Mayen, A. Rogue, J. F. Turnbull, V. Inglis and A.L. Guerr-Flores. 1998. Species of *Vibrio* isolated from hepatopancreas, haemolymph and digestive tract of a population of healthy juvenile *Penaeus vannamei*. **Aquaculture** 163: 1-9.
- Goodwin T.W. 1984. **The Biochemistry of the carotenoids : Volume II Animals**. Chapman and Hal, London.
- Grey, D.L., W. Dall and A. Baker. 1983. **A Guide to the Australian Penaeid Prawns**. A.B. Caudell Government, Australia.
- Hall, R.M., N. Yong and M. Kenway. 2000. **Manual for the determination of egg fertility in *Penaeus monodon***. <http://www.aims.gov.au/pages/research/mdef-00.html>. August 20, 2008.
- Harrison, K.E. 1990. The role of nutrition, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans. **J.Shellfish Res.** 9: 1-28.
- Harrison, K.E. 1997. Broodstock nutrition and maturation diet. **Crustacean Nutrition (6)**. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, L.A. 390-408.

- Heitzmann, J.C., A. Diter and AQUACOP. 1993. Spermatophore formation in white shrimp, *Penaeus vannamei* Boone 1931: dependence on the intermolt cycle. **Aquaculture** 116: 91-98.
- Heras, H., M.S. Dreon, S. Ituarte and R.J. Pollero. 2007. Egg carotenoproteins in neotropical Ampullariidae (Gastropoda: Arquitaenioglossa). **Comp. Biochem. Physiol.** 146: 158-167.
- Hillier, A.G. 1984. Artificial conditions influencing the maturation and spawning of subadult *Penaeus monodon* (Fabricius). **Aquaculture**. 36:179-184.
- Hill, C. 1980. **The Secrets of Spirulina**. University of the Trees Press, California.
- Hirano, T. and M. Suyama. 1986. Effect of dietary micro-algae on the quality of culture aya. **ASFA** 116(6): 214.
- Inglis, V., R.J. Roberts and N.R. Bromage. 1993. **Bacterial Diseases of Fish**. Institute of Aquaculture. The University Press, Cambridge.
- Johnson, P.T. 1983. Disease caused by viruses, rikettsiae, bacteria and fungi, pp. 1-78. In A. J. Provenzana, Jr. (ed.). **The Biology of Crustacea. Vol. 6**. Academic Press, New York.
- Karunasagar, I., R. Pai, G.R. Malathi and I. Karunasagar. 1994. Mass mortality of *Penaeus monodon* larvae due to antibiotic resistant *Vibrio harveyi* infection. **Aquaculture** 128: 203-209.
- Kim, C.J., S.K. Yoon, H.I. Kim, Y.H. Park and H.M. Oh. 2006. Effect of *Spirulina platensis* and probiotics as feed additives on growth of shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. **J. Microbiol. Biotechnol.** 16(8): 1248-1254.

- Koskela, R.W., J.G. Greenwood and P.C. Rothlisberg. 1992. The influence of prostaglandins E2 and the steroid hormones, 17 α – hydroxyprogesteron development the tiger prawn, *Penaeus esculentus* . **Comp. Biochem. Physiol.** 101(A): 295-299.
- Langdon, C. and E. Mnal. 1999. Replacement of living microalgae with spray-dried diets for the marine mussel *Mytilus galloprovincialis*. **Aquaculture** 180:283–294.
- Lavilla-Pitogo, C.R., M.C.L. Baticados, E.R. Cruz-Lacierda and L.D. da la Pena. 1990. Occurrence of luminous bacterial disease of *Penaeus monodon* larvae in the Philippines. **Aquaculture** 91:1-13.
- Lightner, D.V. 1996. **A Handbook of Pathology and Diagnostic Procedures for Disease of Penaeid Shrimp**. World Aquaculture Society.
- Linan-Cabello, M.A., J.P. Michel and Z.T. Savin. 2003. Carotenoids and retinal levels in captive and wild shrimp, *Litopenaeus vannamei*. **Aquac. Nutr.**, 9:383-389.
- Loher, W. 1984. Behavioral and physiological changes in cricket-females after mating. pp. 189-201. *In* W. Wngles, W.H. Clark, Jr., A Fischer, P. J. W. Own and D. F.Nent, (eds.) **Invertebrate Reproduction**, Vol.3 Elsevier, Amsterdam.
- Lovell, T. 1982. Status of peneaid shrimp nutrition and feed practices. **Aquaculture magazine** 4:1-44.
- Makinocuhi, S. and J.H. Primavera. 1987. Maturation and spawning of *Penaeus indicus* using different ablation methods. **Aquaculture** 62: 73-81.

- Medina, A., Y. Vita., S. Mourente and A. Rodriguez. 1996. A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forskal, 1775). **Aquaculture**. 148: 63-75.
- Menasveta, P., S. Piyatiratitivorakul, S. Rungsupa, N. Moree and A.W. Fast. 1993. Gonadal maturation and reproductive performance of giant tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricius) from the Andaman Sea and pond-reared sources in Thailand. **Aquaculture** 116: 191-198.
- Meunpol, O., P. Meejing, and S. Piyatiratitivorakul. 2005. Maturation diet based on fatty acid content for male *Penaeus monodon* (Fabricius) broodstock. **Aquac. Res.** 36: 1216-1225.
- Middleditch, B.S., S.R. Missler, D.R. Ward, J.B. McVey, A. Brown and A.L. Lawrence. 1979. Maturation of penaeid shrimp: dietary fatty acid. **Proc. World Maricult. Soc.** 10: 472-476.
- Mohney, L.L., D.V. Lightner and T. A. Bell. 1994. An epizootic of vibriosis in Ecuadorian pond reared *Penaeus vannamei*, Boone (Crustacea: Decapoda). **J. World Aquac. Soc.** 25: 116-125.
- Mori T., T. Muranaka, W. Miki, K. Yamaguchi, S. Konosu and T. Watanabe. 1987. Pigmentation of cultured sweet smelt fed diets supplemented with a blue-green algae *spirulina maxima*. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish** 53(3): 433-438.
- Moriarty, D.J.W. 1997. The role of microorganisms in aquaculture ponds. **Aquaculture** 151: 1-4.

- Moriarty, D.J.W. 1999. Disease control in shrimp aquaculture with probiotic bacteria. In C. R. Bell, M. Brylinsky, and P. Johnson-Green (ed.), **Microbial Biosystems: New Frontiers. Proceedings of the 8th International Symposium on Microbial Ecology**. Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada.
- Morse, D.E., H. Duncan, N. Hooker and A. Morse. 1977. Hydrogen peroxide induced spawning in Mollusk, with activation of prostaglandins endoperoxide synthetase. **Science**. 196: 298-300.
- Moss, S. M., B. R. LeaMaster and J. N. Sweeney. 2000. Relation abundance and species composition of gram negative, aerobic bacteria associated with the gut of juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in oligotrophic well water and eutrophic pond water. **J. World Aquac. Soc.** 31: 255-263.
- Motoh, H. 1985. Biology and Ecology of *Penaeus monodon*, pp. 27-36. In **Proceeding of First International Conference on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps. 1984-1985**. SEAFDEC Aquaculture Dept., Iloilo, Philippines.
- Nagabhushanam, R. and G.K. Kulkarni. 1981. Effect of exogenous testosterone on the androgenic gland and testis of a marine penaeid prawn, *Parapenaeopsis hardwickii*(Miers) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **Aquaculture**.23: 19-27
- Nakamura, H. 1982. **Spirulina : Food for a Hungry World, a Piomeer's Story**. Aquaculture University of the Tress Press, Boulder Creek, California.
- Otta, S.K., I. Karunasagar and I. Karunasagar. 2001. Bacteriological study of shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius, hatcheries in India. **J. Appl. Ichthyol.** 17: 59-63.

- Pangantihon-Kuhlmann, M.P., M. Millanena and Y. Chern. 1998. Effect of dietary astaxanthin and vitamin A on the reproductive performance of *Penaeus monodon* broodstock. **Aquat. Living Resour.** 11: 403-409.
- Palacios, E., C.I. Perez-Rostro, J. L. Ramirez, A.M. Ibarra and I.S. Racotta. 1999. Reproductive exhaustion in shrimp (*Penaeus vannamei*) reflected in larval biochemical composition, survival and growth. **Aquaculture** 171: 309–321.
- Perez-Velazquez, M., W.A. Bray., A.L. Lawrence., D.M. Gatlin and M.L. Gonzalez-Felix. 2001. Effect of temperature on sperm quality of captive *Litopenaeus vannamei* broodstock. **Aquaculture** 198: 209-218.
- Pratoomchat, B. 1996. Size at first maturity of male *Penaeus monodon* Fabricius from pond-reared stock. **Burapha Sci. J.** 4(1): 15-24.
- Prescott G.W. 1964. **How to Know Fresh-water Algae**. Brow Company Publishers, W.M.C. Iowa. 72 p.
- Primavera, J.H. 1982. Studies on broodstock of sugpo, *Penaeus monodon* Fabricius and other penaeids at the SEAFDEC Aquaculture Department, Proc. Symp. **Coastal Aquaculture** 1: 28-36.
- Primavera, J.H. 1983. **Broodstock of sugpo, *Penaeus monodon* Fabricius**. Extension Manual No.7 SEAFDEC Aquaculture Dept., Iloilo, Philippines. 25 p.
- Primavera, J.H. and R.A. Posadas. 1981. Studies on the egg quality of *Penaeus monodon* Fabricius, based on morphology and hatching rates. **Aquaculture** 22: 269-277.
- Primavera, J.H. and R.M. Caballero. 1992. Light color and ovarian maturation in unablated and ablated giant tiger prawn *Penaeus monodon* (Fabricius). **Aquaculture** 108: 247-256.

- Quinitio, E.T., R.M. Caballero and L. Gustilo. 1993. Ovarian development in relation to change in the external genitalia in captive *Penaeus monodon*. **Aquaculture** 114: 71-81.
- Racotta, I.S., E. Palacios and A.M. Ibarra. 2003. Shrimp larval quality in relation to broodstock condition. **Aquaculture** 227: 107-130.
- Rahman M.M., C.M. Escobedo-Bonilla, M. Wille, V. Alday Sanz, L. Audoorn, J. Neyts. M.B. Pensaert, P. Sorgeloos and H.J. Nauwynck. 2006. Clinical effect of cidofovir and a diet supplemented with *Spirulina platensis* in white spot syndrome virus(WSSV) infected specific pathogen-free *Litopenaeus vannamei* juveniles. **Aquaculture** 255: 600-605.
- Regunathan C. and S.G. Wesley. 2006. Pigment deficiency correction in shrimp broodstock using *Spirulina* as a carotenoid source. **Aquaculture Nutrition**. 12: 425-432.
- Richmond A.E. 1986. Microalgaculture. CRC. **Critical Reviews in Biotechnology** 4: 369-438.
- Sasaki, G.C., J. McDowell Capuzzo and P. Biesiot. 1986. Nutritional and bioenergetic considerations in the development of American lobster *Homarus americanus*. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 43: 2311-2319
- Saurabh, S., V. Kumar, S. Karanth and G. Venkateshwarlu. 2006. Selection of high-health postlarvae: A prerequisite for sustainability of the Indian shrimp industry. **Aquaculture Asia** 11(2): 4-9.
- Simidu, U., E. Kaneko and N. Taga. 1977. Microbiological Studies of Tokyo Bay. **Microb. Eco.** 3: 173-191.

- Smith, L.L., T.M. Samacha, J.M. Biedenbach and A.L. Lawrence. 1992. Use of one-liter Imhoff cones to optimize larviculture production, pp. 287-300. *In* A.W. Fast and L.J. Lester, eds. **Marine Shrimp Culture : Principles and Practices**. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- Spaziani, E.P., G.W. Hinsch and S.C. Edwards. 1991. Possible role of prostaglandin F2a in vitellogenesis in the crayfish (*Procambarus paeninsulans*). **American Zoologist**. 31: 23.
- Stanley-Samuelson, D.W. and W. Loher. 1986. Prostaglandins in insect reproduction. **Ann. Entomol. Soc. Am.** 79: 841-853.
- Stanley-Samuelson, D.W. 1987. Physiological roles of prostaglandins and other eicosanoids in Invertebrates. **Biol. Bull.** 173: 92-109.
- Sunaryanto, A. and A. Mariam. 1986. Ocurrance of a pathogenic bacteria causing luminescence in penaeid larvae in Indosian hatcheries. **Bull. Brackishwater Aquaculture Dev. Centre** 8: 64-70.
- Taki, H. and A. Dhainaut. 1988. Influence of the cerebral neuroendocrine system on neutral lipid synthesis during oogenesis in *Nereis diversicolor*. **Action on Coelomocytes** 14: 211-221.
- Teshima, S., A. Kanazawa, S. Koshio and S. Horinouchi. 1988. Lipids metabolism in destalked Prawn *Penaeus japonicus* : Induced maturation and accumulation of lipid in ovaries. **Bulletin of the Japanese society of scientific fisheries** (Nippon Suisan Gakkaishi) 54: 1115-1122.
- Tsukimura, B., and F.A. Kamemoto. 1991. In-vitro stimulation of oocytes by presumptive madibular secretion in the shrimp *Penaeus vanamei*. **Aquaculture** 92: 59-66.

- Van Herp, F., and J.L. Kallen. 1991. Neuropeptides and neurotransmitters in the X-organ sinus gland complex, an important neuroendocrine integration centre in the eye-stalk of Crustacea, pp. 211-221. *In* **Comparative Aspects of Neuropeptides**.
- Venkataraman L.V. 1983. **A monograph on Spirulina platensis**. Central Food Technological Research, Intitete, Masore.
- Vincent, M., L. Ramos and M. Oliva. 1988. Variations in the total carotenoid pigment in the ovary and hepatopancreas of *Penaeus schmitti* during ovarian maturation. **Biochem. Syst. Ecol.** 16: 431-436.
- Vogt, G., V. Storch, E.T. Quintio and F.P. Pascual. 1985. Midgut gland as monitor organ for functional value of diets in *Penaeus monodon*. **Aquaculture** 48 : 1-12.
- Wiriapattanasub P., Kaewsuralikhit C., Chuchird N. and Limsuwan C. 2009. A comparison between calcium hypochlorite water treatment and non-treated water on the number of bacteria and survival rate in larval rearing of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *In* **The proceeding of Asian pacific aquaculture 2009**, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Wyban, J., G. Martinez and J. Sweeney. 1997. Adding paprika to *Penaeus vannamei* maturation diet improves nauplii quality. **World Aquac.** 28: 59-62.
- Xu, X.L., W.J. Ji, J.D. Castell and R.K. O'Dor. 1992. Influence of dietary lipid sources on fecundity, egg hatchability and fatty acid composition of Chinese prawn (*Penaeus chinensis*) broodstock. **Aquaculture** 199: 359-370.
- Yepiz-Plascencia, F. Vargas-Albores and I. Higuera-ciapara. 2000. Peneid shrimp hemolymph lipoproteins. **Aquaculture** 191: 177-189.
- Zagalsky, P.F. 1976. Carotenoid-protein complex. **J. Pure Appl. Chem.** 47: 103-120.



ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยง จังหวัดจันทบุรี

บ่อ	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นด่างรวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
A1	27.2	7.4	28.3	44.5	109.0	5820.7	0.533	0.050
2	27.1	7.6	28.3	44.2	109.7	6041.4	0.283	0.256
3	27.5	8.0	29.5	47.2	109.5	6210.0	2.233	0.014
4	27.6	8.0	28.6	44.4	105.0	6153.0	0.833	0.016
5	27.4	7.9	29.1	45.4	106.0	5941.0	5.050	0.018
6	27.3	8.0	30.0	45.7	115.0	5600.0	1.295	0.052
7	28.6	8.0	29.8	45.7	118.0	6184.0	0.498	0.016
8	29.2	8.0	30.4	46.1	121.0	6006.0	2.455	0.008
9	29.6	8.0	30.5	46.4	116.0	6000.0	0.533	0.050
10	29.7	8.0	30.4	46.2	123.0	5639.0	0.283	0.256
11	29.8	8.0	30.5	46.2	113.0	6186.5	2.233	0.014
12	30.5	8.1	30.4	46.1	118.0	5916.3	5.050	0.018
13	30.6	8.0	30.4	46.2	119.0	6104.0	1.295	0.052
14	30.2	7.8	30.2	45.9	126.0	5773.0	0.498	0.016

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

บ่อ	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
B1	26.5	7.90	28.8	45.70	113.4	5911.3	0.817	0.195
2	26.7	8.00	28.8	45.70	111.0	6104.0	1.483	0.048
3	26.6	8.00	30.2	47.20	106	5823	1.850	0.063
4	26.5	8.00	28.3	44.10	107	6212	2.983	0.054
5	26.6	8.00	29.4	45.40	115.5	6143	2.133	0.057
6	26.3	8	31.0	46.90	119	5774	1.636	0.073
7	26.6	8	30.6	46.10	124	5870	2.202	0.073
8	27.6	8	29.2	45.80	121	6060	0.532	0.077
9	27.6	8	30.1	46.00	123	6130	0.817	0.195
10	28.4	8.00	30.2	46.20	123	5734	1.483	0.048
11	27.7	8.00	30.2	46.10	128	5845	1.850	0.063
12	27.6	8.10	27.9	44.00	120	5694.0	2.133	0.057
13	27.7	8.00	28.3	44.20	118	5812.7	1.636	0.073
14	27.8	8.10	27.8	43.30	119	5971	2.202	0.073

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

บ่อ	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
C1	26.8	8.10	29.0	45.90	124.4	5894.0	0.650	0.010
2	26.5	8.10	29.0	45.90	126.0	5962.7	0.550	0.009
3	26.7	8.10	30	47.20	119.5	6071	0.617	0.036
4	26.7	8.10	28.7	45.00	117.5	6183	1.583	0.020
5	26.5	8.10	30.2	46.10	129	6640	3.317	0.018
6	26.3	8.2	29.4	45.40	128	6060	1.466	0.022
7	26.8	8.2	29.0	45.50	124.4	6216.0	0.757	0.016
8	28.1	8.2	29.0	45.60	130	5954	0.280	0.013
9	28.1	8.20	29.3	45.50	123	6549	0.650	0.010
10	28.0	8.30	29.6	45.90	128	6003	0.550	0.009
11	28.1	8.20	29.5	45.90	127	6236.0	0.617	0.036
12	27.8	8.20	30.5	46.20	128	5991.4	3.317	0.018
13	27.9	8.20	30.1	46.20	128	6160	1.466	0.022
14	28.0	8.10	28.0	43.80	127	5823	0.757	0.016

ตารางผนวกที่ 2 คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

บ่อ	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นด่างรวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
A1	31.2	8.5	29.8	46.2	93.0	5780.0	0.000	0.000
2	31.2	8.5	29.8	46.2	88.0	5700.0	0.000	0.008
3	29.7	8.3	29.6	45.9	83.0	6230.0	0.003	0.013
4	28.8	8.5	29.7	45.9	100.0	6065.0	0.333	0.013
5	28.6	8.5	29.9	46.2	104.0	5900.0	1.253	0.027
6	28.8	8.5	29.9	46.4	106.0	5925.0	1.385	0.013
7	29.2	8.4	29.9	46.3	101.0	6092.0	1.316	0.075
8	29.0	8.5	29.9	46.3	93.0	5852.0	1.398	0.016
9	29.7	8.3	29.5	45.7	115.0	5524.0	0.150	0.042
10	30.5	8.4	29.9	46.3	84.0	5760.0	1.333	0.053
11	29.8	8.4	30.0	46.5	74.0	6300.0	1.964	0.011
12	28.8	8.4	29.5	45.7	102.0	6150.0	1.300	0.027
13	28.5	8.5	29.8	46.3	102.0	5980.0	1.309	0.333
14	29.0	8.4	29.9	46.5	110.0	5870.0	2.005	0.454

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ่อ	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นด่างรวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
B1	29.8	8.6	29.2	45.2	100.0	5880.0	0.000	0.009
2	29.7	8.6	29.2	45.3	93.0	5870.0	0.003	0.042
3	27.7	8.6	30.1	46.5	95.0	6270.0	0.003	0.015
4	27.1	8.7	29.9	46.1	101.0	6070.0	0.009	0.078
5	27.1	8.6	29.9	46.2	105.0	6010.0	0.367	0.027
6	27.5	8.6	29.9	46.4	104.0	5843.5	0.659	0.011
7	27.6	8.7	30.5	47.1	99.0	5858.0	1.275	0.040
8	27.6	8.6	30.4	46.4	99.0	6038.0	1.439	0.035
9	28.3	8.7	30.2	46.6	109.0	6130.0	0.625	0.104
10	29.6	8.6	29.2	45.3	88.0	5860.0	0.875	0.133
11	29.7	8.6	29.1	45.2	110.0	5840.0	1.070	0.133
12	27.0	8.6	29.8	46.1	112.0	6050.0	1.017	0.333
13	27.5	8.5	29.8	46.2	110.0	5700.0	1.019	0.587
14	27.6	8.6	30.5	46.6	100.0	5776.0	2.243	0.977

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

บ่อ	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
C1	29.8	8.8	29.8	46.1	104.0	5740.0	0.000	0.011
2	29.8	8.8	29.8	46.1	122.0	5750.0	0.003	0.009
3	27.6	8.7	29.2	45.7	124.0	6120.0	0.003	0.011
4	26.9	8.7	29.9	46.1	108.0	6045.0	0.133	0.011
5	27.6	8.6	30.3	46.6	102.0	5945.0	0.333	0.008
6	27.8	8.6	30.3	46.6	110.0	6062.5	0.595	0.013
7	27.8	8.6	30.6	47.2	103.0	5820.0	1.139	0.009
8	27.6	8.6	30.4	46.6	108.0	6092.0	1.200	0.013
9	28.1	8.6	30.5	46.8	111.0	6244.0	0.945	0.008
10	27.6	8.6	30.5	46.7	104.0	5750.0	0.744	0.013
11	27.0	8.7	29.8	46.1	104.0	5980.0	0.811	0.333
12	29.8	8.8	29.4	45.6	128.0	5780.0	0.788	0.167
13	27.5	8.6	30.0	46.5	100.0	6140.0	1.350	0.951
14	27.7	8.6	30.4	47.0	106.0	5940.0	2.802	1.003

ตารางผนวกที่ 3 คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินเพรียงทรายปลอดเชื้อ

บ่อ	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นด่างรวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	27.9	7.6	33.0	51.15	153.0	6946.5	0.05	1.1
	27.5	7.6	33.0	51.15	153.0	6946.5	0.11	1.2
	27.8	7.5	33.1	51.31	136.0	6967.6	0.13	1.2
	28.0	7.6	32.5	50.38	136.0	6841.3	0.14	1.0
	28.1	7.7	32.5	50.38	153.0	6841.3	0.05	0.6
	28.2	7.8	32.5	50.38	136.0	6841.3	0.09	0.5
	27.0	7.6	32.6	50.53	136.0	6862.3	0.27	0.7
	26.9	7.5	32.6	50.53	136.0	6862.3	0.25	0.5
	26.8	7.5	32.8	50.84	136.0	6904.4	0.02	1.5
	26.8	7.5	32.9	51.00	153.0	6925.5	0.03	0.5
	26.8	7.6	33.1	51.31	136.0	6967.6	0.11	0.3
	27.0	7.8	32.8	50.84	136.0	6904.4	0.02	0.1
	27.2	7.6	33.1	51.31	136.0	6967.6	0.13	0.4

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

บ่อ	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นด่างรวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	26.5	7.6	33.0	51.15	136.0	6946.5	0.05	0.2
	27.0	7.8	33.0	51.15	136.0	6946.5	0.09	0.2
	26.8	7.8	33.1	51.31	136.0	6967.6	0.03	0.2

ตารางผนวกที่ 4 คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำโดยให้กินหอยแครงที่ได้รับสไปรูไลนา

บ่อ	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นด่างรวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
1	28.3	7.7	33.2	51.46	153.0	6988.6	0.05	1.0
2	27.5	7.8	33.5	51.93	153.0	7051.8	0.11	1.2
3	27.8	7.7	33.1	51.31	136.0	6967.6	0.11	1.0
4	28.2	7.7	33.0	51.15	153.0	6946.5	0.11	1.0
5	28.0	7.7	32.5	50.38	136.0	6841.3	0.05	0.5
6	28.0	7.7	32.5	50.38	153.0	6841.3	0.11	0.5
7	26.5	7.6	32.6	50.53	136.0	6862.3	0.27	0.5
8	26.3	7.7	33.0	51.15	136.0	6949.5	0.27	0.5
9	26.5	7.7	33.0	51.15	136.0	6946.5	0.11	1.0
10	26.8	7.6	33.0	51.15	127.5	6946.5	0.03	0.0
11	26.5	7.6	33.1	51.31	136.0	6967.6	0.08	0.2
12	27.0	7.6	33.5	51.93	136.0	7051.8	0.02	0.0
13	27.2	7.7	33.1	51.31	136.0	6967.6	0.11	0.4
14	26.5	7.7	33.5	51.93	170.0	7051.8	0.05	0.0

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

บ่อ	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นด่างรวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
15	27.0	7.7	33.0	51.15	127.5	6946.5	0.11	0.2
16	26.8	7.7	33.1	51.31	127.5	6967.6	0.04	0.0

ตารางผนวกที่ 5 คุณสมบัติของน้ำตลอดการเลี้ยง

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 1	31.8	8.1	30.5	45.8	153	5,789.9	0.030	0.5
	31.0	8.1	30.4	45.6	15	5,770.9	0.050	0.3
	31.2	8.2	30.5	45.8	136	5,789.9	0.030	0.5
	31.2	8.2	30.1	45.2	136	5,714.0	0.000	0.5
	31.3	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	1.0
	31.2	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	1.5
	31.3	8.0	30.0	45.0	102	5,695.0	0.000	1.0
	31.6	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	1.0
	31.6	8.0	29.5	44.3	136	5,600.1	0.030	0.5
	31.7	8.0	29.5	44.3	119	5,600.1	0.030	0.3
	32.0	8.0	29.5	44.3	119	5,600.1	0.010	0.5
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.030	0.5
	32.0	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.110	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 2	32.2	8.0	27.5	41.3	136	5,220.4	0.090	1.0
	32.0	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.003	0.0
	32.4	8.0	27.0	40.5	102	5,125.5	0.000	1.0
	32.2	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.000	0.5
	32.2	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.030	1.0
	32.2	7.6	22.0	33.0	136	4,176.3	0.030	1.5
	32.0	7.6	22.0	33.0	136	4,176.3	0.030	3.0
	32.0	7.5	22.0	30.0	136	4,176.3	0.050	3.0
	32.0	7.5	22.0	29.0	119	4,176.3	0.030	1.0
	32.0	7.6	22.0	28.0	119	3,417.0	0.030	1.0
	32.0	7.4	22.0	27.0	102	3,418.0	0.050	1.0
	31.5	8.1	29.5	44.3	136	5,600.1	0.030	0.0
	31.5	8.1	29.0	43.5	136	5,505.2	0.050	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 3	31.6	8.2	29.0	43.5	153	5,505.2	0.030	0.0
	31.6	8.2	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	0.1
	31.8	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	0.1
	31.8	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.0
	31.7	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.090	0.2
	31.8	8.0	27.0	40.5	102	5,125.5	0.530	0.2
	31.2	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.1	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.090	0.2
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.2
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	0.0
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.090	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.0	8.0	23.0	34.5	119	4,366.2	0.030	0.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.090	0.1
	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.027	0.1
	32.0	8.0	20.0	30.0	119	3,796.7	0.027	1.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	1.0
	32.0	8.0	20.0	27.0	136	3,417.0	0.030	0.0
	32.0	7.5	20.0	27.0	136	3,417.0	0.030	0.1
	32.0	7.5	20.0	25.0	136	3,318.0	0.030	0.1
	31.9	8.0	30.6	45.9	136	5,808.9	0.000	0.0
	31.9	8.0	30.6	45.9	136	5,808.9	0.000	0.0
	31.5	7.8	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	0.0
	31.6	7.8	30.0	45.0	119	5,695.0	0.000	0.1
	31.6	8.0	30.0	45.0	102	5,695.0	0.000	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 4	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.030	0.1
	31.8	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.5	41.3	136	5,220.4	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.000	0.1
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.050	0.1
	32.4	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.050	0.1
	32.5	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.050	0.5
	32.5	8.0	24.0	36.0	136	4,556.0	0.000	0.5
	32.5	8.0	24.0	36.0	136	4,556.0	0.030	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.090	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.090	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	136	4,176.3	0.027	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 5	32.0	8.0	20.0	27.0	119	3,237.0	0.030	0.5
	32.0	8.0	20.0	27.0	102	3,237.0	0.030	0.5
	32.0	8.0	20.0	27.0	102	3,427.0	0.030	1.0
	32.0	8.0	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.0	8.0	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	31.0	8.2	30.0	45.0	153	5,695.0	0.000	0.1
	31.0	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	0.0
	31.1	8.0	29.5	44.3	153	5,600.1	0.000	0.1
	31.2	8.0	29.5	44.3	153	5,600.1	0.030	0.3
	31.2	8.0	29.5	44.3	136	5,600.1	0.030	0.5
	31.4	8.0	28.0	42.0	136	5,316.3	0.030	1.0
	31.5	8.0	28.0	42.0	119	5,316.3	0.030	0.0
	31.5	8.0	27.5	41.3	136	5,220.4	0.030	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.6	8.0	27.0	40.5	105	5,125.5	0.030	0.1
	31.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.050	0.0
	32.2	8.1	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.009	0.3
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.003	0.1
	32.0	8.0	24.0	36.0	136	4,556.0	0.030	1.0
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.030	0.7
	32.0	8.0	20.0	30.0	153	3,796.7	0.030	1.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.1
	32.0	8.0	20.0	30.0	119	3,796.7	0.030	0.1
	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	1.0
	32.5	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.1
	32.5	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 6	32.5	8.0	18.0	30.0	102	3,318.7	0.030	0.1
	32.5	7.6	18.0	30.0	102	3,796.7	0.030	0.1
	30.5	7.8	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	0.0
	31.0	7.9	30.0	45.0	136	5,695.0	0.050	0.2
	30.8	7.7	29.5	44.3	153	5,600.1	0.270	0.5
	30.5	8.0	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.5
	30.8	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.5
	31.3	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	1.0
	31.0	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	1.0
	31.2	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.030	1.0
	31.2	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.050	1.0
	31.1	8.1	25.5	38.3	136	4,840.7	0.030	1.0
	31.5	8.0	25.4	38.1	136	4,821.8	0.010	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 7	31.5	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	1.0
	31.5	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.110	1.0
	31.5	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.090	1.0
	31.5	7.9	20.0	30.0	119	3,796.7	0.003	1.0
	31.5	8.1	20.5	30.8	153	3,891.6	0.000	0.5
	32.0	8.0	20.0	27.9	136	3,796.7	0.000	0.5
	32.0	8.0	20.0	27.8	119	3,796.7	0.030	1.0
	32.0	8.0	20.0	27.0	136	3,796.7	0.030	1.0
	32.3	8.0	18.0	27.0	136	3,417.0	0.030	1.0
	32.5	8.0	18.0	27.0	136	3,417.0	0.050	1.0
	32.5	7.8	18.0	27.0	136	3,417.0	0.050	1.0
	32.5	7.8	18.0	27.0	119	3,417.0	0.050	1.0
	31.5	8.2	30.0	45.0	153	5,695.0	0.000	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.5	8.2	30.0	45.0	153	5,695.0	0.000	0.0
	31.7	8.1	30.0	45.0	102	5,695.0	0.000	0.1
	31.8	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	0.3
	31.8	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	0.5
	31.8	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	1.0
	31.8	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.030	0.0
	32.0	8.0	28.0	42.0	102	5,315.3	0.030	1.0
	32.0	8.0	28.0	42.0	102	5,315.3	0.030	0.1
	32.0	8.0	28.0	42.0	102	5,315.3	0.050	0.0
	32.0	8.0	24.0	36.0	136	4,556.0	0.030	0.1
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.009	0.3
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.003	0.1
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.030	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 8	32.0	8.0	24.0	36.0	102	4,556.0	0.030	0.7
	32.0	8.0	24.0	36.0	102	4,556.0	0.030	1.0
	32.2	8.0	24.0	36.0	102	4,556.0	0.030	0.1
	32.2	7.8	24.0	36.0	136	4,556.0	0.030	0.1
	32.2	7.8	20.0	30.0	119	3,796.7	0.030	1.0
	32.2	7.8	20.0	30.0	119	3,796.7	0.030	0.1
	32.2	7.8	18.0	30.0	102	3,417.7	0.030	0.1
	32.2	7.8	18.0	30.0	102	3,417.7	0.030	0.1
	31.5	8.0	30.0	45.0	153	5,695.0	0.030	0.0
	31.5	8.0	30.0	45.0	153	5,695.0	0.050	0.0
	31.8	8.0	30.0	45.0	153	5,695.0	0.030	0.0
	31.8	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	0.1
	31.8	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 9	31.8	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	0.0
	32.0	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.090	0.2
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.530	0.2
	32.0	8.0	28.0	42.0	102	5,315.3	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.5	41.3	102	5,220.4	0.030	0.1
	32.3	8.0	27.5	41.3	102	5,220.4	0.030	0.1
	32.3	8.0	28.0	42.0	102	5,315.3	0.090	0.2
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	0.2
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	0.0
	32.0	8.0	23.0	34.5	136	4,366.2	0.090	0.0
	32.0	8.0	23.0	34.5	136	4,366.2	0.030	0.0
	32.0	8.0	23.0	34.5	136	4,366.2	0.090	0.1
	32.3	8.0	23.0	34.5	119	4,366.2	0.027	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.3	8.0	23.0	34.5	102	4,366.2	0.027	1.0
	32.3	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.090	1.0
	32.3	8.0	18.0	30.0	102	3,417.7	0.030	0.0
	32.3	8.0	18.0	30.0	102	3,417.7	0.030	0.0
	31.8	8.2	30.5	45.8	153	5,789.9	0.000	0.0
	31.8	8.2	30.5	45.8	153	5,789.9	0.000	0.0
	31.6	8.1	28.5	42.8	136	5,410.2	0.000	0.0
	31.6	8.1	28.5	42.8	136	5,410.2	0.000	0.1
	31.6	8.0	28.2	42.3	136	5,353.3	0.000	0.1
	31.6	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.030	0.1
	31.8	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.030	0.1
	31.8	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 10	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.000	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.050	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.050	0.1
	32.0	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.050	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.000	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	102	4,176.3	0.030	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	102	4,176.3	0.090	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	136	4,176.3	0.090	0.5
	32.2	8.0	22.0	33.0	136	4,176.3	0.027	0.5
	32.2	8.0	19.0	28.5	119	3,606.8	0.090	0.5
	32.2	7.6	19.0	28.5	119	3,606.8	0.030	0.5
	32.2	7.6	18.0	28.5	119	3,417.7	0.030	1.0
	32.0	7.6	18.0	28.5	119	3,417.7	0.030	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 11	31.8	8.0	30.4	45.6	153	5,770.9	0.000	0.5
	31.8	8.0	30.4	45.6	153	5,770.9	0.000	0.5
	31.5	8.0	30.1	45.2	136	5,714.0	0.030	0.5
	31.6	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	1.0
	31.5	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	2.0
	31.5	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.050	2.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	119	5,505.2	0.050	0.5
	32.0	8.0	29.0	43.5	119	5,505.2	0.050	0.5
	32.0	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.050	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.050	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.009	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	102	4,935.7	0.009	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	102	4,935.7	0.009	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	102	4,935.7	0.009	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.050	0.5
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.050	0.5
	32.0	8.0	23.0	34.5	102	4,366.2	0.050	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	102	4,176.3	0.050	1.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.050	1.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.009	1.0
	32.2	7.5	20.0	30.0	102	3,796.7	0.009	1.0
	32.2	7.5	18.0	30.0	119	3,417.7	0.009	1.0
	32.2	7.5	18.0	30.0	119	3,417.7	0.009	1.0
	32.0	8.2	30.5	45.8	153	5,789.9	0.000	0.0
	32.3	8.1	30.2	45.3	136	5,733.0	0.000	0.0
	32.0	8.0	30.5	45.8	136	5,789.9	0.000	0.0
	32.0	8.0	30.5	45.8	136	5,789.9	0.000	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 12	32.0	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0
	32.5	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0
	32.5	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.000	0.0
	32.1	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.090	0.1
	32.1	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.090	0.1
	32.1	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.010	0.5
	31.5	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.060	0.5
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.5
	32.0	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.030	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 13	31.8	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.027	0.5
	31.8	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.090	0.5
	32.0	8.0	20.0	30.0	119	3,796.7	0.090	0.5
	32.0	8.0	20.0	30.0	119	3,796.7	0.090	0.5
	32.1	7.5	20.0	27.0	119	3,796.7	0.090	0.5
	32.2	7.7	20.0	27.0	102	3,796.7	0.090	1.0
	32.2	7.7	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.2	7.7	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	31.5	8.2	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.0
	31.5	8.2	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.0
	31.0	8.1	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.0
	31.2	8.1	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.1
	31.2	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.5	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.030	0.1
	31.5	8.0	29.0	43.5	119	5,505.2	0.030	0.1
	32.0	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.2	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.000	0.1
	32.2	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.050	0.1
	32.0	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.050	0.1
	32.3	8.0	20.0	27.0	119	3,796.7	0.090	0.5
	32.3	7.6	20.0	27.0	119	3,796.7	0.090	0.5
	32.3	7.6	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.3	7.6	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	31.8	8.2	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0
	31.8	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 14	31.8	8.0	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	153	5,505.2	0.030	0.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.030	0.0
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.000	0.0
	32.0	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.5
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.2	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.050	0.0
	32.2	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.050	0.5
	32.3	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.050	0.5
	32.2	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.050	0.5
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 15	32.2	8.0	25.0	37.5	153	4,745.8	0.030	0.1
	32.2	8.0	23.0	34.5	136	4,366.2	0.090	0.1
	32.5	8.0	23.0	34.5	119	4,366.2	0.090	1.0
	32.5	8.0	23.0	34.5	136	4,366.2	0.027	1.0
	32.5	7.6	23.0	34.5	136	4,366.2	0.030	1.0
	32.5	7.6	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.5
	32.5	7.6	20.0	27.0	119	3,796.7	0.030	0.5
	31.5	8.1	29.5	44.3	136	5,600.1	0.030	0.0
	31.5	8.1	29.0	43.5	136	5,505.2	0.050	0.0
	31.6	8.2	29.0	43.5	153	5,505.2	0.030	0.0
	31.6	8.2	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	0.1
	31.8	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	0.1
	31.8	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.7	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.090	0.2
	31.8	8.0	27.0	40.5	102	5,125.5	0.530	0.2
	31.2	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.1	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.090	0.2
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.2
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	0.0
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.090	0.0
	32.0	8.0	23.0	34.5	119	4,366.2	0.030	0.0
	32.2	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.090	0.1
	32.2	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.027	0.1
	32.2	7.6	20.0	30.0	119	3,796.7	0.027	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นด่างรวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 16	32.2	7.6	20.0	30.0	136	3,796.7	0.090	1.0
	32.2	7.6	20.0	27.0	119	3,796.7	0.030	0.0
	32.2	7.5	18.0	27.0	102	3,417.0	0.030	0.0
	31.0	8.2	30.0	45.0	153	5,695.0	0.000	0.1
	31.0	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	0.0
	31.1	8.0	29.5	44.3	153	5,600.1	0.000	0.1
	31.2	8.0	29.5	44.3	153	5,600.1	0.030	0.3
	31.2	8.0	29.5	44.3	136	5,600.1	0.030	0.5
	31.4	8.0	28.0	42.0	136	5,316.3	0.030	1.0
	31.5	8.0	28.0	42.0	119	5,316.3	0.030	0.0
	31.5	8.0	27.5	41.3	136	5,220.4	0.030	1.0
	31.6	8.0	27.0	40.5	105	5,125.5	0.030	0.1
	31.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.050	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.2	8.1	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.009	0.3
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.003	0.1
	32.0	8.0	24.0	36.0	136	4,556.0	0.030	1.0
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.030	0.7
	32.0	8.0	20.0	30.0	153	3,796.7	0.030	1.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.1
	32.0	8.0	20.0	30.0	119	3,796.7	0.030	0.1
บ่อ 17	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	1.0
	32.2	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.1
	32.2	7.7	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.0
	32.2	7.7	20.0	30.0	102	3,796.7	0.030	0.1
	32.3	7.7	18.0	30.0	102	3,417.0	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.3	7.7	18.0	30.0	119	3,417.0	0.030	0.1
	31.0	8.2	30.0	45.0	153	5,695.0	0.000	0.5
	31.5	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.000	0.5
	31.1	8.0	30.0	45.0	153	5,695.0	0.030	0.5
	31.2	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	1.0
	31.2	8.0	29.5	44.3	119	5,600.1	0.030	2.0
	31.2	8.0	29.5	44.3	136	5,600.1	0.050	2.0
	31.7	8.0	29.5	44.3	119	5,600.1	0.050	1.0
	31.5	8.0	29.5	44.3	136	5,600.1	0.050	0.5
	31.7	8.0	28.0	42.0	153	5,315.3	0.050	0.5
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.050	1.0
	32.0	8.1	28.0	42.0	119	5,315.3	0.009	1.0
	32.0	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.009	2.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 18	32.1	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.009	2.0
	32.1	8.1	28.0	42.0	119	5,315.3	0.030	0.5
	32.1	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	1.0
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	1.0
	32.1	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.030	1.0
	32.1	7.7	22.0	33.0	119	4,176.3	0.050	1.0
	32.1	7.7	22.0	33.0	119	4,176.3	0.030	1.0
	32.1	7.7	21.0	31.5	119	3,986.5	0.030	1.0
	32.1	7.7	20.0	30.2	119	3,417.0	0.003	1.0
	32.1	7.7	20.0	30.5	102	3,417.0	0.003	1.0
	30.5	7.8	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	0.0
	31.0	7.9	30.0	45.0	136	5,695.0	0.050	0.2
	30.8	7.7	29.5	44.3	153	5,600.1	0.270	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	30.5	8.0	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.5
	30.8	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.5
	31.3	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	1.0
	31.0	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	1.0
	31.2	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.030	1.0
	31.2	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.050	1.0
	31.1	8.1	25.5	38.3	136	4,840.7	0.030	1.0
	31.5	8.0	25.4	38.1	136	4,821.8	0.010	1.0
	31.5	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	1.0
	31.5	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.110	1.0
	31.5	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.090	1.0
	31.5	7.9	20.0	30.0	119	3,796.7	0.003	1.0
	31.5	8.1	20.5	30.8	153	3,891.6	0.000	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.0	8.0	20.0	27.9	136	3,796.7	0.000	0.5
	32.0	8.0	18.6	27.8	119	3,530.9	0.030	1.0
	32.0	8.0	18.5	27.0	136	3,511.9	0.030	1.0
	32.0	8.0	18.0	27.0	136	3,417.0	0.030	2.0
	32.0	8.0	18.0	27.0	136	3,417.0	0.050	2.0
	32.0	8.0	18.0	27.0	136	3,417.0	0.030	5.0
	32.0	8.0	18.0	27.0	119	3,417.0	0.050	5.0
	32.0	8.0	18.0	27.0	119	3,417.0	0.050	5.0
	31.0	8.2	30.0	45.0	153	5,695.0	0.000	0.5
	31.5	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.000	0.5
	31.1	8.0	30.0	45.0	153	5,695.0	0.030	0.5
	31.2	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	1.0
บ่อ 19	31.2	8.0	29.5	44.3	119	5,600.1	0.030	2.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.2	8.0	29.5	44.3	136	5,600.1	0.050	2.0
	31.7	8.0	29.5	44.3	119	5,600.1	0.050	1.0
	31.5	8.0	29.5	44.3	136	5,600.1	0.050	0.5
	31.7	8.0	28.0	42.0	153	5,315.3	0.050	0.5
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.050	1.0
	32.0	8.1	28.0	42.0	119	5,315.3	0.009	1.0
	32.0	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.009	2.0
	32.1	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.009	2.0
	32.1	8.1	28.0	42.0	119	5,315.3	0.030	0.5
	32.1	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	1.0
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	2.0
	32.1	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.030	2.0
	32.2	7.7	22.0	33.0	119	4,176.3	0.050	5.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ20	32.2	7.4	22.0	33.0	119	4,176.3	0.110	5.0
	32.2	7.4	21.0	31.5	119	3,986.5	0.030	5.0
	32.2	7.4	21.0	31.5	102	3,986.5	0.003	5.0
	32.2	7.5	21.0	31.5	102	3,986.5	0.003	5.0
	32.2	7.5	20.0	30.0	102	3,796.7	0.003	5.0
	31.5	8.2	30.5	45.8	153	5,789.9	0.000	0.5
	31.5	8.0	30.5	45.8	119	5,789.9	0.000	0.5
	31.5	8.0	30.5	45.8	153	5,789.9	0.030	0.5
	31.7	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	1.0
	31.7	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	2.0
	31.7	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.050	2.0
	31.7	8.0	29.0	43.5	119	5,505.2	0.050	0.5
	31.8	8.0	29.2	43.8	136	5,543.1	0.050	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 21	31.8	8.0	29.0	43.5	153	5,505.2	0.050	1.0
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.009	2.0
	32.0	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.009	2.0
	32.0	7.7	22.0	33.0	102	4,176.3	0.009	2.0
	32.0	7.4	23.0	34.5	68	4,366.2	0.009	2.0
	32.0	7.4	24.0	36.0	68	4,556.0	0.009	2.0
	31.8	8.1	30.5	45.8	153	5,789.9	0.030	0.5
	31.0	8.1	30.4	45.6	153	5,770.9	0.050	0.3
	31.2	8.2	30.5	45.8	136	5,789.9	0.030	0.5
	31.2	8.2	30.1	45.2	136	5,714.0	0.000	0.5
	31.3	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	1.0
	31.2	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	1.5
	31.3	8.0	30.0	45.0	102	5,695.0	0.000	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.6	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	1.0
	31.6	8.0	29.5	44.3	136	5,600.1	0.030	0.5
	31.7	8.0	29.5	44.3	119	5,600.1	0.030	0.3
	32.2	7.5	22.0	33.0	136	4,176.3	0.030	1.5
	32.5	7.5	22.0	33.0	102	4,176.3	0.030	3.0
	32.5	7.4	20.0	30.0	102	3,796.7	0.050	3.0
	32.5	7.4	18.0	27.0	102	3,417.0	0.030	5.0
	32.5	7.4	18.0	27.0	102	3,417.0	0.050	5.0
บ่อ 22	31.0	8.2	30.0	45.0	153	5,695.0	0.000	0.1
	31.0	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	0.0
	31.4	8.0	28.0	42.0	136	5,316.3	0.030	1.0
	31.5	8.0	28.0	42.0	119	5,316.3	0.030	0.0
	31.5	8.0	27.5	41.3	136	5,220.4	0.030	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.6	8.0	27.0	40.5	105	5,125.5	0.030	0.1
	31.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.050	0.0
	32.2	8.1	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.009	0.3
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.003	0.1
	32.0	8.0	24.0	36.0	136	4,556.0	0.030	1.0
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.030	0.7
	32.0	8.0	20.0	30.0	153	3,796.7	0.030	1.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.1
	32.0	8.0	20.0	30.0	119	3,796.7	0.030	0.1
	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	1.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.1
	32.0	7.7	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 23	32.0	7.5	20.0	30.0	102	3,796.7	0.050	0.1
	32.0	7.6	20.0	30.0	102	3,796.7	0.030	0.3
	31.5	8.1	29.5	44.3	136	5,600.1	0.030	0.0
	31.5	8.1	29.0	43.5	136	5,505.2	0.050	0.0
	31.6	8.2	29.0	43.5	153	5,505.2	0.030	0.0
	31.6	8.2	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	0.1
	31.8	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	0.1
	31.8	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.0
	31.7	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.090	0.2
	31.8	8.0	27.0	40.5	102	5,125.5	0.530	0.2
	31.2	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.1	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.090	0.2
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.2
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	0.0
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.090	0.0
	32.0	8.0	23.0	34.5	119	4,366.2	0.030	0.0
	32.2	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.090	0.1
	32.2	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.027	0.1
	32.5	7.6	20.0	30.0	119	3,796.7	0.027	1.0
	32.5	7.5	20.0	30.0	136	3,796.7	0.090	1.0
	32.5	7.5	18.0	27.0	102	3,417.0	0.030	0.0
	32.4	7.5	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	0.2
บ่อ 24	31.8	8.2	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0
	31.8	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิ น้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.8	8.0	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	153	5,505.2	0.030	0.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.030	0.0
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.000	0.0
	32.0	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.5
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.2	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.050	0.0
	32.2	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.050	0.5
	32.3	8.0	27.0	40.5	119	5,125.5	0.050	0.5
	32.2	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.050	0.5
	32.5	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 25	32.5	8.0	25.0	37.5	153	4,745.8	0.030	0.1
	32.5	8.0	23.0	34.5	136	4,366.2	0.090	0.1
	32.5	8.0	23.0	34.5	119	4,366.2	0.090	1.0
	32.5	8.0	23.0	34.5	136	4,366.2	0.027	1.0
	32.5	8.0	23.0	34.5	136	4,366.2	0.027	0.5
	32.5	8.0	20.0	30.0	136	3,796.7	0.030	0.5
	32.5	8.0	18.0	27.0	136	3,417.0	0.030	0.5
	31.5	8.2	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.0
	31.5	8.2	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.0
	31.0	8.1	29.0	43.5	153	5,505.2	0.000	0.0
	31.2	8.1	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.1
	31.2	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.1
	31.5	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.5	8.0	29.0	43.5	119	5,505.2	0.030	0.1
	32.0	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.2	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.000	0.1
	32.2	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.050	0.1
	32.0	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.050	0.1
	32.0	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.050	0.5
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.000	0.5
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.5
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.090	0.5
	32.3	8.0	22.0	33.0	136	4,176.3	0.090	0.5
	32.3	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.027	0.5
	32.3	8.0	18.0	27.0	119	3,417.0	0.090	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 26	32.3	8.0	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.3	8.0	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.3	8.0	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.0	8.2	30.5	45.8	153	5,789.9	0.000	0.0
	32.3	8.1	30.2	45.3	136	5,733.0	0.000	0.0
	32.0	8.0	30.5	45.8	136	5,789.9	0.000	0.0
	32.0	8.0	30.5	45.8	136	5,789.9	0.000	0.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0
	32.5	8.0	29.0	43.5	136	5,505.2	0.000	0.0
	32.5	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.000	0.0
	32.1	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.090	0.1
	32.1	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.090	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.1	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.010	0.5
	31.5	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.060	0.5
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.5
	32.0	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.030	0.5
	31.8	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.027	0.5
	31.8	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.090	0.5
	32.0	8.0	20.0	30.0	119	3,796.7	0.090	1.0
บ่อ27	32.0	8.0	20.0	30.0	119	3,796.7	0.090	1.0
	32.0	7.5	18.0	27.0	119	3,417.0	0.090	1.0
	32.0	7.7	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	31.9	8.0	30.6	45.9	136	5,808.9	0.000	0.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.9	8.0	30.6	45.9	136	5,808.9	0.000	0.0
	31.5	7.8	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	0.0
	31.6	7.8	30.0	45.0	119	5,695.0	0.000	0.1
	31.6	8.0	30.0	45.0	102	5,695.0	0.000	0.1
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.030	0.1
	31.8	8.0	28.0	42.0	136	5,315.3	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.5	41.3	136	5,220.4	0.030	0.1
	32.0	8.0	27.0	40.5	136	5,125.5	0.030	0.1
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.000	0.1
	32.0	8.0	28.0	42.0	119	5,315.3	0.050	0.1
	32.4	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.050	0.1
	32.5	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.050	0.5
	32.5	8.0	24.0	36.0	136	4,556.0	0.000	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.5	8.0	24.0	36.0	136	4,556.0	0.030	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.090	0.5
	32.3	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.090	0.5
	32.5	8.0	22.0	33.0	136	4,176.3	0.027	0.5
	32.5	8.0	18.0	27.0	119	3,417.0	0.090	1.0
	32.5	8.0	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.2	7.8	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.5	7.8	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.5	7.5	18.0	27.0	102	3,417.0	0.090	1.0
	32.5	7.5	18.0	27.0	68	3,417.0	0.090	1.0
บ่อ 28	31.8	8.0	30.4	45.6	153	5,770.9	0.000	0.5
	31.8	8.0	30.4	45.6	153	5,770.9	0.000	0.5
	31.5	8.0	30.1	45.2	136	5,714.0	0.030	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	31.6	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.030	1.0
	31.5	8.0	30.0	45.0	119	5,695.0	0.030	2.0
	31.5	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.050	2.0
	32.0	8.0	29.0	43.5	119	5,505.2	0.050	0.5
	32.0	8.0	29.0	43.5	119	5,505.2	0.050	0.5
	32.0	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.050	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.050	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.009	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	102	4,935.7	0.009	1.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	102	4,935.7	0.009	1.0
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.050	0.5
	32.0	8.0	24.0	36.0	119	4,556.0	0.050	0.5
	32.0	8.0	23.0	34.5	102	4,366.2	0.050	0.5

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	ฟิเอร์	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 29	32.0	8.0	22.0	33.0	102	4,176.3	0.050	1.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.050	2.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.009	2.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.009	2.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.009	2.0
	32.0	8.0	20.0	30.0	102	3,796.7	0.009	2.0
	31.8	8.2	30.5	45.8	153	5,789.9	0.000	0.0
	31.8	8.2	30.5	45.8	153	5,789.9	0.000	0.0
	31.6	8.1	28.5	42.8	136	5,410.2	0.000	0.0
	31.6	8.1	28.5	42.8	136	5,410.2	0.000	0.1
	31.6	8.0	28.2	42.3	136	5,353.3	0.000	0.1
	31.6	8.0	26.0	39.0	136	4,935.7	0.030	0.1
	31.8	8.0	26.0	39.0	119	4,935.7	0.030	0.1

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
บ่อ 30	31.8	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.000	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.050	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	102	4,745.8	0.050	0.1
	32.0	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.050	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	119	4,176.3	0.000	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	102	4,176.3	0.030	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	102	4,176.3	0.090	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	136	4,176.3	0.090	0.5
	32.0	8.0	22.0	33.0	136	4,176.3	0.027	0.5
	32.0	8.0	19.0	28.5	119	3,606.8	0.090	1.0
	32.0	8.0	19.0	28.5	119	3,606.8	0.090	1.0

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

บ่อ อนุบาล	อุณหภูมิน้ำ (°C)	พีเอช	ความเค็ม (ppt)	การนำไฟฟ้า (mS/cm)	ความเป็นค่ารวม (mg/l)	ความกระด้าง (mg/l)	ปริมาณแอมโมเนีย (mg/l)	ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)
	32.0	8.0	19.0	28.5	119	3,606.8	0.090	1.0
	32.0	8.0	19.0	28.5	102	3,606.8	0.090	1.0
	31.5	8.0	31.0	46.5	153	5,584.8	0.000	0.0
	31.5	8.0	31.0	46.5	153	5,584.8	0.000	0.0
	31.6	8.0	30.0	45.0	136	5,695.0	0.000	0.0
	31.6	8.0	27.5	41.3	136	5,220.4	0.030	0.0
	32.0	8.0	27.5	41.3	136	5,220.4	0.030	0.0
	32.0	8.0	26.0	39.0	102	4,935.7	0.000	0.0
	31.8	8.0	26.0	39.0	102	4,935.7	0.030	0.1
	31.8	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	0.1
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	0.5
	32.0	8.0	25.0	37.5	136	4,745.8	0.030	0.1
	32.2	8.0	25.0	37.5	119	4,745.8	0.050	0.0

การตรวจคุณภาพลูกกุ้งวิธี shrimp bio test (Shrimp Biotect)

การตรวจสอบคุณภาพลูกกุ้งกุลาดำ วิธี shrimp bio test แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน เรียงตามลำดับดังแสดงในภาพผนวกที่ ค1 และถ้าหากพบว่า ผลการตรวจในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ให้ยุติการตรวจแก่ขั้นตอนนั้น ไม่มีจำเป็นต้องตรวจในขั้นตอนต่อไป

1. การตรวจเชื้อไวรัสดวงขาวในลูกกุ้งโดยใช้ เทคนิค PCR

การตรวจสอบเชื้อไวรัสดวงขาวในลูกกุ้งโดยใช้ เทคนิค PCR นับเป็นขั้นตอนที่สองต่อการตรวจสอบและประเมินลูกกุ้งด้วยสายตา เนื่องจากไวรัสดวงขาวเป็นเชื้อโรคที่ร้ายแรง ดังนั้นถ้าหากตรวจพบว่า ลูกกุ้งติดเชื้อไวรัสดวงขาวแล้ว จะต้องทิ้งไป ไม่ต้องนำไปตรวจในห้องปฏิบัติการให้เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่าย แม้แต่โรงเพาะฟักใด ตรวจพบเชื้อไวรัสดวงขาวในลูกกุ้งเพียงบ่อเดียว ก็จะต้องยกเลิกการตรวจไวรัสดวงขาวในบ่อที่เหลือทั้งหมด และในอนาคตถ้ามีการปรับปรุงวิธีการ shrimp bio test อาจจะมีการตรวจเชื้อไวรัสที่สำคัญชนิดอื่นๆ ด้วย ลูกกุ้งที่ผ่านการตรวจสอบว่าไม่พบเชื้อไวรัสดวงขาวโดยใช้เทคนิค PCR แล้ว จึงจะนำไปตรวจด้วยวิธี shrimp bio test ตามขั้นตอนต่อไป ดังนั้น ควรตรวจหาเชื้อไวรัสดวงขาวในลูกกุ้งตั้งแต่ระยะโพสลาร์ว่า 8 - 10 ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการตรวจในขั้นตอนต่อไปนั่นเอง

วิธีการทดลอง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้งจำนวน 200 ตัว จากบ่ออนุบาล ใส่ขวดพลาสติกและดองด้วยในแอลกอฮอล์ 95% นำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจหาไวรัสดวงขาวโดยใช้ เทคนิค PCR

เกณฑ์การให้คะแนน ต้องไม่พบไวรัสดวงขาวอย่างเด็ดขาด หรือผลตรวจ PCR เป็น ลบ

2. การตรวจไวรัส MBV ในตับและตับอ่อนของลูกกุ้ง

กรรณวิท (2545) รายงานว่าพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำจากธรรมชาติของไทยติดเชื้อ MBV สูงขึ้นทุกปี ช่วงปีพ.ศ. 2533 พบการติดเชื้อไวรัส MBV เพียง 5 - 15% ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2543 เป็นต้นมา พบว่าพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำติดเชื้อไวรัส MBV สูงถึง 60 - 80% แต่โรงเพาะฟักสามารถป้องกันการติดเชื้อ MBV ได้ โดยการล้างไข่และนอเพลีส ให้สะอาด ด้วยน้ำทะเลที่สะอาดหรือสารละลายฟอร์มาลิน

หรือสารละลายไอโอโดฟอร์ (Chen *et al.*, 1992; Chang and Chen, 1994) อย่างไรก็ตาม ในตัวลูกกึ่งยังคงมีไวรัส MBV แอบแฝงอยู่ และอาจขยายรุนแรงขึ้นได้อีก ถ้าลูกกึ่งเกิดภาวะเครียดจากการอนุบาล ได้แก่ การอนุบาลลูกกึ่งอย่างหนาแน่นเกินไป คุณภาพน้ำไม่มีความเหมาะสม การย้ายบ่อ การเปลี่ยนถ่ายน้ำรุนแรง การลดความเค็มอย่างรวดเร็ว เป็นต้น การติดเชื้อ MBV ในโรงเพาะฟักจึงเป็นสิ่งชี้บ่งว่า มีการอนุบาลลูกกึ่งหนาแน่นเกินไป หรือลูกกึ่งเกิดความเครียดจากภาวะแวดล้อม รวมทั้งการจัดการฟาร์มที่ไม่เหมาะสม หรือไม่สะอาดเพียงพอ ดังนั้น ปริมาณ MBV ในตัวลูกกึ่งจึงสะท้อนถึงการจัดการของโรงเพาะฟักนั้นได้ (Fegan *et al.*, 1991) สำหรับการตรวจ MBV โดยวิธีซีรัมไปโอเทค ลูกกึ่งระยะโพสลาว่าที่ผ่านการตรวจสอบว่า ไม่พบเชื้อ MBV หรือพบเชื้อ MBV แต่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แล้วเท่านั้น จึงจะนำไปตรวจด้วยวิธี ซีรัมไปโอเทค ตามขั้นตอนต่อไป

วิธีการทดลอง สุ่มตัวอย่างลูกกึ่งมาจำนวน 10 ตัว วางบนกระจกสไลด์ ใช้มีดตัดเฉพาะส่วนหัวของลูกกึ่งไว้ หยดสีมาลาไคท์กรีน 0.05 - 0.1 % (หรือสีสีมาท็อกซิลินและอีโอซิน) ลงบนหัวลูกกึ่ง ปิดทับด้วยแผ่นแก้วปิดสไลด์ (cover glass) กดแผ่นแก้วเบาๆ เพื่อบีบให้ตับและตับอ่อนของลูกกึ่ง หลุดออกมาจากหัวลูกกึ่ง และระวังไม่ให้แผ่นแก้วปิดสไลด์แตก ตรวจหา occlusion body ของ MBV โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แสงกำลังขยาย 400 เท่า ตามวิธีการของ Lightner and Redman (1998) และ Vickers *et al.* (1993) สังเกตเห็น occlusion body ของ MBV ย้อมติดสีเขียวของมาลาไคท์กรีน ซึ่งจะแตกต่างกับ เม็ดไขมันที่ไม่ติดสีเขียว

เกณฑ์การให้คะแนน เกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ในการทดลอง คือ จะต้องพบ occlusion body ของไวรัส MBV ในลูกกึ่งระยะโพสลาว่า 19 -12 (PL 9 - 12) ได้ไม่เกิน 2 ตัว จากตัวอย่างลูกกึ่ง 10 ตัว หรือคิดเป็น 20 % ส่วนลูกกึ่งระยะโพสลาว่า 13 -15 (PL 13 -15) พบได้ไม่เกิน 5 ตัวจากตัวอย่างลูกกึ่ง 10 ตัวหรือคิดเป็น 50 % เนื่องจาก Fegan *et al.* (1991) รายงานว่าไวรัส MBV จะทำร้ายลูกกึ่งระยะโพสลาว่าต้นๆ เท่านั้น ดังนั้น กรรณวิท และ คำรน (2546) จึงกำหนดมาตรฐานการพบเชื้อไวรัส MBV ตามระยะโพสลาว่า (PL) ของลูกกึ่ง ดังตารางผนวกที่ ค1 และ ค2

ตารางผนวกที่ 6 การจัดระดับคุณภาพลูกกึ่ง (การตรวจพบเชื้อ MBV ในลูกกึ่ง)

MBV	ระดับ	คะแนน	รายละเอียด
	1	100	0 % ตั้งแต่อายุ PL 9 และ 12
	2	80	0 % ตั้งแต่อายุ PL 9 และไม่เกิน 40 % ที่อายุ PL 12
	3	70	< 20 % ตั้งแต่อายุ PL 9 และ < 40 % ที่อายุ PL 12
	4	60	< 20 % ตั้งแต่อายุ PL 9 และ < 60 % ที่อายุ PL 12
	5	50	< 20 % ตั้งแต่อายุ PL 9 และ < 80 % ที่อายุ PL 12
	6	40	< 40 % ตั้งแต่อายุ PL 9 และ < 60 % ที่อายุ PL 12
	7	30	< 40 % ตั้งแต่อายุ PL 9 และ < 80 % ที่อายุ PL 12
	8	20	< 60 % ตั้งแต่อายุ PL 9 และ < 80 % ที่อายุ PL 12
	9	10	ไม่เกิน 60% ที่อายุไม่เกิน PL 9
	10	10	มากกว่า 60% ที่อายุไม่เกิน PL 9

ตารางผนวกที่ 7 ตารางกำหนดการยอมรับ การพบเชื้อ MBV ในลูกกึ่งที่ระยะโพสลาเร็ว ต่างๆ

ระดับคุณภาพ	ระยะโพสลาเร็ว (PL)			
	PL 9 - 10	PL 11 - 12	PL 13 - 15	โตกว่า PL 15
ระดับ “ มาตรฐาน ”	ไม่เกิน 50 %	ไม่เกิน 50 %	ไม่เกิน 60 %	ไม่เกิน 70 %
ระดับ “ ดี ”	ไม่เกิน 30 %	ไม่เกิน 30 %	ไม่เกิน 40 %	ไม่เกิน 60 %
ระดับ “ ดีมาก ”	ไม่เกิน 20 %	ไม่เกิน 20 %	ไม่เกิน 40 %	ไม่เกิน 50 %

3. การตรวจความสมบูรณ์ของลูกกึ่งภายใต้กล้องจุลทรรศน์

เป็นการตรวจสอบเพื่อดูความสมบูรณ์และความผิดปกติในเบื้องต้น ถ้าหากพบว่าลูกกึ่งไม่ผ่านการประเมินในขั้นตอนนี้ ก็ไม่จำเป็นต้องตรวจในขั้นตอนต่อไป สำหรับการตรวจสอบขั้นที่ 3 ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยอีก 5 ขั้นตอน ได้แก่ การตรวจความสมบูรณ์ของตับและตับอ่อน การตรวจความสมบูรณ์เม็ดไข่ม้วนในตับและตับอ่อน การตรวจความสมบูรณ์ของรังไข่ การตรวจเชื้อปรสิต

ภายนอก และการตรวจความสมบูรณ์ของกล้ามเนื้อหรือเรียกว่า อัตราส่วน MGR และผลการตรวจความสมบูรณ์ของลูกกุ้ง จะต้องได้คะแนนสุขภาพไม่ต่ำกว่า 85 % จึงจะผ่านไปตรวจขั้นตอนต่อไป

3.1 ตรวจความสมบูรณ์ของตับและตับอ่อน(ดูความสมบูรณ์ภายใน)

ตับและตับอ่อนเป็นอวัยวะสำคัญของกุ้ง เกี่ยวข้องกับระบบการย่อยอาหาร ได้แก่ การสร้างเอนไซม์สำหรับย่อยอาหาร การดูดซึมอาหาร และสะสมอาหารที่ย่อยแล้ว รวมทั้งไขมัน ดังนั้น จึงสามารถใช้ตับและตับอ่อน เป็นสิ่งบ่งบอกว่า ลูกกุ้งได้รับเลี้ยงดูด้วยอาหารที่มีคุณภาพดีเพียงเพียง พอ และต่อเนื่องหรือไม่ ลูกกุ้งมีการกินอาหารและการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องหรือไม่ ตลอดจนชี้บอกความสมบูรณ์หรือสุขภาพของลูกกุ้งได้ (อนุตรา, 2534; Vogt *et al.*, 1985)

วิธีการทดลอง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้ง จำนวน 10 ตัว วางบนกระจกสไลด์ ใช้มีดตัดเฉพาะส่วนหัวของลูกกุ้งเอาไว้ ปิดทับด้วยแผ่นแก้วปิดสไลด์ และกดแผ่นแก้วเบาๆ เพื่อบีบให้ตับและตับอ่อนของลูกกุ้งหลุดออกมาจากหัวลูกกุ้ง และไม่ให้แผ่นแก้วปิดสไลด์แตก จากนั้นแล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

เกณฑ์การให้คะแนน ลักษณะของตับและตับอ่อนที่สมบูรณ์ จะมีสีเข้ม จะเป็นสีเหลืองเข้มหรือสีน้ำตาลเข้มหรือสีส้มเข้มก็ได้ ทั้งนี้เกิดจากอาหารที่ได้รับ ขนาดของตับมีขนาดพอดี ไม่ห่อเล็กลงหรือบวมโต และเซลล์ตับสมบูรณ์มาก ลูกกุ้งตัวใดมีลักษณะของตับและตับอ่อนที่สมบูรณ์ จะให้คะแนนเต็ม 20 ถ้าพบปานกลาง เช่น ตับมีสีปนขาว สีจาง สีเหลืองจาง ให้คะแนน 10 และลูกกุ้งตัวใดมีเซลล์ตับไม่ค่อยสมบูรณ์ ให้คะแนน 5 และถ้าพบว่าตับไม่สมบูรณ์เลย ให้คะแนน 0

3.2 ตรวจความสมบูรณ์เม็ดไขมันในตับและตับอ่อน(feeding condition)

ปริมาณเม็ดไขมันในตับและตับอ่อน สามารถบอกถึง คุณภาพอาหาร เช่น ลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารคุณภาพต่ำ พบว่าในตับและตับอ่อน จะมีเม็ดไขมันสะสมน้อย ในขณะที่ลูกกุ้งที่ได้รับอาหารคุณภาพสูง และได้กินไรน้ำเค็ม(อาร์ทีเมีย)เพียงพอ พบว่าในตับและตับอ่อน จะมีเม็ดไขมันสะสมเป็นจำนวนมาก(กรรณวิท, 2545; อนุตรา, 2534; Vogt *et al.*, 1985) ปริมาณเม็ดไขมันในตับและตับอ่อนจึงสามารถบอกถึงคุณภาพลูกกุ้งที่ดีได้ (Saurabh *et al.* 2006)

วิธีการทดลอง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้งจำนวน 10 ตัว วางบนกระจกสไลด์ และใช้มีดผ่าตัดตัดเอาเฉพาะส่วนหัวของลูกกุ้ง ปิดทับด้วยแผ่นแก้วปิดสไลด์ และกดแผ่นแก้วเบาๆ ทับหัวลูกกุ้งให้แบน เพื่อบีบให้ตับและตับอ่อนของลูกกุ้งหลุดออกมาจากหัวลูกกุ้งและไม่ให้แผ่นแก้วปิดสไลด์แตก แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสด (wet mount) โดยไม่ต้องย้อมสี ตามวิธีการของ Lightner (1996) และ Lightner and Redman (1998)

เกณฑ์การให้คะแนน ลูกกุ้งตัวใด ถ้าหากพบว่า ภายในตับและตับอ่อนมีปริมาณเม็ดไขมันสะสมอยู่เต็ม พบเม็ดไขมันอยู่ทั่วไป มีขนาดเม็ดใหญ่ และมีสีเหลือง ให้คะแนนเต็ม 10 ลูกกุ้งตัวใด ถ้ามีเม็ดไขมันปริมาณปานกลาง ให้คะแนน 5 และถ้าปริมาณเม็ดไขมันเล็กน้อย หรือพบเพียงบางส่วน ให้คะแนน 0

3.3 ตรวจสอบสมบูรณ์ของรยางค์ (ดู necrosis และ deformity)

รยางค์ต่างๆ ของลูกกุ้ง ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเดิน ว่ายน้ำ และจับกินอาหาร ลูกกุ้งหากุดหรือสีกกร่อนเป็นตัวบ่งชี้ว่า โรงเพาะฟักใช้วิธีอนุบาลลูกกุ้งแบบหนาแน่นและให้อาหารไม่เพียงพอ ลูกกุ้งจึงกัดกันเอง ถ้ารยางค์สีกกร่อนและมีร่องรอยแผลสีดำ แสดงว่าอาจมีการติดเชื้อแบคทีเรียจาก น้ำ ส่วนขาจับอาหารจะต้องมีครบถ้วน เพราะว่าเมื่อปล่อยลงบ่อดินในวันแรกแล้ว ลูกกุ้งสามารถหาอาหารกินเองได้ทันที ทำให้ลูกกุ้งมีโอกาสรอดตายสูง และอาจจะตรวจชี้เหงือกด้วย

วิธีการทดลอง สุ่มลูกกุ้งมาจำนวน 10 ตัว วางบนกระจกสไลด์ ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แสง ตรวจสอบรยางค์ต่างๆ ของลูกกุ้ง ได้แก่ หนวด ขาว่ายน้ำ ขาเดิน ขาจับอาหาร และ แพนหาง จะต้องครบสมบูรณ์ ไม่ฉีกขาด โดยเฉพาะขาจับอาหารจะต้องมีครบถ้วน และรยางค์ต่างๆ จะต้องไม่สีกกร่อน และไม่มียีร่องรอยแผลสีดำด้วย รวมทั้งตรวจการกระจายของเม็ดสี โดยเฉพาะบริเวณปล้องที่ 6 ซึ่งเม็ดสีต้องกระจายแบบบางๆ ลูกกุ้งที่มีความเครียดสูง เม็ดสีจะสะสมมาก จากนั้นอาจจะตรวจสอบความผิดปกติของเหงือกด้วย

เกณฑ์การให้คะแนน ลูกกุ้งตัวใด ถ้าหากตรวจพบว่า รยางค์สมบูรณ์มาก และมีครบถ้วน ให้คะแนนเต็ม 10 ถ้ามีปานกลาง ได้แก่ ขาเดินบกพร่องไม่เกิน 1 คู่ จาก 5 คู่ หรือขาว่ายน้ำฉีกขาด

ไม่เกิน 2 คู่ จาก 5 คู่ ให้คะแนน 5 และลูกกุ้งตัวใดถ้าหากตรวจพบว่ามียางค์หนักขาตมมาก หรือขาตมหายไป โดยเฉพาะยางค์หนวดคู่หน้า หรือ ขาจับอาหารหนักขาตม หรือสีกร่อน ให้คะแนน 0

3.4 ตรวจเชื้อปรสิตภายนอก (ดูความสะอาด การลอกคราบ และการติดเชื้อภายนอก)

ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยน้ำสะอาดและมีคุณภาพน้ำเหมาะสม ได้รับอาหารคุณภาพดี จะมี การลอกคราบและเจริญเติบโตตามปกติ ซึ่งจะทำให้ลำตัวของกุ้ง ตลอดจนรูปร่างต่างๆ สะอาด ไม่พบปรสิตภายนอก

วิธีการทดลอง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้ง จำนวน 10 ตัว วางบนกระจกสไลด์ชนิดที่มีหลุม ปิดด้วย กระจกบาง ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสง กำลังขยาย 40 ลักษณะภายนอกของลูกกุ้ง เพื่อหาปรสิต ภายนอก ซึ่งได้แก่ เชื้อซูโอแทมเนียม(*Zoothamnium* sp.); วอร์ติเซลลา(*Vorticella* sp.); แอคโนติดา (*Acenita* sp) หรือ อีพิสทิลิส (*Epistylis* sp.) รวมทั้งเชื้อแบคทีเรียภายนอก ได้แก่ แบคทีเรียเส้นสาย หรือฟิลาเมนทัสแบคทีเรีย(filamentous bacteria) เป็นต้น

เกณฑ์การให้คะแนน กรณีที่ตรวจพบว่ามีลูกกุ้งตัวใดมีลำตัวสะอาด ตลอดจนรูปร่างต่างๆ สะอาด ไม่พบปรสิตภายนอกเลย ลูกกุ้งตัวนั้นได้คะแนนเต็ม 10 คะแนน ถ้าพบเชื้อปรสิตปานกลาง ให้คะแนน 5 และถ้าพบเชื้อปรสิตปริมาณมาก ให้คะแนน 0

3.5 การตรวจอัตราส่วน กล้ามเนื้อต่อลำไส้(MGR) (ความสมบูรณ์ของกล้ามเนื้อ)

ลูกกุ้งที่กล้ามเนื้อสมบูรณ์ จะมีความว่องไวในการเคลื่อนไหว ทำให้มีโอกาสรอดตาย สูง เมื่อถูกนำไปปล่อยวันแรกในบ่อเลี้ยง ความสมบูรณ์ของกล้ามเนื้อของลูกกุ้ง สามารถคำนวณได้ จากอัตราส่วนระหว่างความกว้างของกล้ามเนื้อและของลำไส้ตรง(hindgut) ตรงจุดกึ่งกลางของ ปล้องที่ 6 ของลำตัว ซึ่งเรียกว่า ค่า MGR (Muscle : gut)

วิธีการทดลอง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้งระยะโพสลาเร็ว 10 ขึ้นไป จำนวน 10 ตัว วางบนกระจก สไลด์ชนิดที่มีหลุม ปิดด้วยกระจกบาง ตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์แสง ตรวจสอบความสมบูรณ์ของ กล้ามเนื้อ โดยเปรียบเทียบระหว่าง ความกว้างของกล้ามเนื้อและลำไส้ ตรงจุดกึ่งกลางของปล้อง

ลำตัวปล้องที่ 6 (หรือปล้องสุดท้าย) ซึ่งความกว้างของ กล้ามเนื้อต้องมากกว่า 4 เท่า หรืออย่างน้อยเท่ากับ 4 เท่า ของความกว้างของลำไส้ ที่ตำแหน่งเดียวกัน

เกณฑ์การให้คะแนน ลูกกึ่งตัวโตที่ตรวจพบว่า ค่า MGR เท่ากับ 4 : 1 หรือมากกว่า (เท่ากับหรือมากกว่า 75 %) ให้คะแนนเต็ม 10 ถ้าค่า MGR น้อยกว่า 4 : 1 แต่ยังมากกว่า 2 : 1 ขึ้นไป (น้อยกว่า 75 % แต่มากกว่า 50 %) ให้คะแนน 5 ถ้าค่า MGR เท่ากับหรือน้อยกว่า 2 : 1 (เท่ากับหรือน้อยกว่า 50 %) ให้คะแนน 0

การประเมินผล ผลรวมคะแนนในการตรวจตามขั้นตอนที่ 3 ความสมบูรณ์ของลูกกึ่ง ภายใต้อุ้งมือจูลทรศน์ จะต้องได้คะแนนรวมมากกว่า 510 คะแนน จากคะแนนเต็ม 600 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค3 ซึ่งเมื่อเปลี่ยนเป็น คะแนน ME Score จะต้องได้ 85% ขึ้นไป จึงจะนับว่าลูกกึ่งชุดนี้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค4 ถ้าได้คะแนนรวมต่ำกว่านี้ ถือว่าไม่ผ่านมาตรฐาน และไม่จำเป็นต้องตรวจในขั้นตอนต่อไป

ตารางผนวกที่ 8 ตัวอย่างการประมวลคะแนนจากการตรวจความสมบูรณ์ของลูกกุ้งภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ควา สมบูรณ์ ของตัว และตัว อ่อน		ปริมาณเม็ดไขมัน			พยาธิสภาพ ภายนอก			ความสมบูรณ์ของ รยางค์			ความสมบูรณ์ของ กล้ามเนื้อหาง(อัตราส่วน MGR)		
เข้ม (20)	ซีด (0)	เต็ม (10)	ปาน กลาง (5)	น้อย (0)	ไม่ พบ (10)	พบ น้อย (5)	พบ มาก (0)	ดี (10)	ปาน กลาง (5)	เลว (0)	ดี (10)	ปาน กลาง (5)	เลว (0)
/		/			/				/		/		
/			/		/				/		/		
	/	/			/			/			/		
/		/			/			/				/	
/		/			/			/					/
/		/			/					/	/		
	/	/			/				/		/		
/		/			/			/			/		
/			/		/			/				/	
/		/			/			/			/		
8	2	8	2	0	10	0	0	6	3	1	7	3	1
160	0	80	10	0	100	0	0	60	15	0	70	15	0
คะแนนรวม 510 (จากคะแนนเต็ม 600) คิดเป็น ME Score = 85 % (คะแนนเต็ม 100)													

ตารางผนวกที่ 9 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง คะแนน ME Score (%)

ME Score (%)	100	ระดับ 1	100 - 95 %
	90	ระดับ 2	94 - 90 %
	80	ระดับ 3	89 - 85 %
	70	ระดับ 4	84 - 80 %
	60	ระดับ 5	79 - 75 %
	50	ระดับ 6	74 - 70 %
	40	ระดับ 7	69 - 65 %
	30	ระดับ 8	64 - 60 %
	20	ระดับ 9	59 - 55 %
	10	ระดับ 10	น้อยกว่า 55 %

4. ตรวจเชื้อไวรัสในลูกกุ้ง (Vibrio Count)

แบคทีเรียชนิดไวรัส เป็นเชื้อโรคที่ทำความเสียหายแก่ลูกกุ้งในโรงเพาะฟักมากที่สุด และลูกกุ้งมีโอกาสติดเชื้อสูงมาก ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจเชื้อไวรัสในลูกกุ้งก่อนนำไปเลี้ยงในบ่อดิน (ทวี และ ถนอม, 2533; วารินทร์ และ คณะ, 2537)

วิธีการทดลอง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้ง จำนวน 100 ตัว ใส่ในสวิงหรือตะแกรง ทำความสะอาดลำตัวภายนอกของลูกกุ้งด้วยน้ำสะอาด จากนั้น ฆ่าเชื้อภายนอกลูกกุ้ง โดยแช่ลูกกุ้งในแอลกอฮอล์ 70 % ประมาณ 15 - 25 วินาที พร้อมกับแกว่งสวิงเบาๆ แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ใช้ปากคีบที่ฆ่าเชื้อแล้วคีบลูกกุ้งใส่ในโถรงบคยาที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วเช่นเดียวกัน บดลูกกุ้งให้ละเอียด จากนั้นใช้ ลูป (loop) ที่เผาไฟร้อนแดงและทิ้งให้เย็นสักครู่ แตะของเหลวที่ได้จากการบดลูกกุ้ง นำไปป้าย (Streak) บนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่ซีบีเอส (TCBS) ที่เตรียมไว้แล้ว ใช้ลูปเขี่ยของเหลวให้กระจายทั่วผิวน้ำอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 °C นาน 18-24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีของเชื้อไวรัสบนอาหาร TCBS โดยแยกเป็นโคโลนีสีเขียว และสีเหลือง ส่วนโคโลนีเรืองแสงให้ดูในห้องมืด ตามวิธีการของ กรรณวิท และ คำรน (2546) และ กิจการ และ จรีพร (2546)

เกณฑ์การให้คะแนน เกณฑ์มาตรฐานของเชื้อไวรัสในตัวอย่างที่ตีพิมพ์ในการทดลองนี้ คือ มีโคโลนีสีเหลืองได้ไม่เกิน 80 โคโลนี/เพลท/ลูบ (1.6×10^3 โคโลนี/มิลลิลิตร) มีโคโลนีสีเขียวได้ไม่เกิน 10 โคโลนี/เพลท/ลูบ (2.0×10^2 โคโลนี/มิลลิลิตร) และต้องไม่มีโคโลนีเรืองแสง อย่างเด็ดขาด (0 โคโลนี) ดังแสดงใน ตารางผนวกที่ ค5

ตารางผนวกที่ 10 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง (เกณฑ์มาตรฐานของเชื้อไวรัสในตัวอย่าง)

	คะแนน	ระดับ	โคโลนีสีเหลือง	โคโลนีสีเขียว	โคโลนีเรืองแสง
Vibrio Count	100	ระดับ 1	ไม่เกิน 100	0	0
	80	ระดับ 2	100 แต่ไม่เกิน 200	0	0
	60	ระดับ 3	ไม่เกิน 100	ไม่เกิน 10	0
	40	ระดับ 4	100 แต่ไม่เกิน 200	ไม่เกิน 10	0
	30	ระดับ 5	ไม่เกิน 100	>10 แต่ไม่เกิน 30	0
	10	ระดับ 6	100 แต่ไม่เกิน 200	>10 แต่ไม่เกิน 30	0
	0	ระดับ 7	>200	เป็นเท่าไรก็ได้	0
	0	ระดับ 7	เป็นเท่าไรก็ได้	>30	0
	ไม่เอา	ระดับ 8	เป็นเท่าไรก็ได้		ตั้งแต่ 1 ขึ้นไป

นอกจากนี้ ยังสามารถวิเคราะห์ ชนิดของเชื้อได้จากลักษณะของโคโลนีด้วย ซึ่งโคโลนีสีเหลือง อาจเป็น *V. alginolyticus* หรือ *V. anguillarum* โคโลนีสีเขียว อาจเป็น *V. parahaemolyticus* หรือ *V. vulnificus* หรือ *V. fluvialis* หรือ *V. haveyi* (โคโลนีเรืองแสง) ดังตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 11 Colony typing record of bacteria on TCBS-agar

สีโคโลนี ที่ 24 ชม.	รูปร่าง โคโลนี	การยกตัว ของโคโลนี	ผิว โคโล นี	การผ่านของ แสง	ขอบ โคโลนี	ขนาด (มม.)ที่ 24 ชม.	ชื่อสปีชีส์
เหลือง	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	ทึบมัว opaque	ขอบเรียบ entire	2-5	<i>V.alginolyticu</i> <i>s</i>
เหลือง	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	ทึบมัว opaque	ขอบเรียบ entire	3-5	<i>V.</i> <i>alginolyticus</i>
เหลือง	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	ทึบมัว opaque	ขอบเรียบ entire	2-5	<i>V.alginolyticu</i> <i>s</i>
เหลือง	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	โปร่งแสง transparent	ขอบหยัก cured	1-2	<i>A.hydrophila</i> <i>gr.I</i>
เหลือง	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	ทึบมัว opaque	ขอบเรียบ entire	2-5	<i>A. hydrophila</i> <i>gr.I</i>
เหลือง	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	ทึบมัว opaque	ขอบเรียบ entire	1-2	<i>A. hydrophila</i> <i>gr.II</i>
เหลือง	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	โปร่งแสง transparent	ขอบเรียบ entire	0.5-1	<i>A. hydrophila</i> <i>gr.II</i>
เขียว	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	โปร่งแสง transparent	ขอบหยัก cured	1-2	<i>V. vulnificus</i>
เขียว	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	โปร่งแสง transparent	ขอบเรียบ entire	0.5-2	<i>V. fluvilis</i>
เขียว	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	โปร่งแสง transparent	ขอบหยัก cured	0.5-1	<i>V. fluvilis</i>
เขียว	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	โปร่งแสง transparent	ขอบเรียบ entire	1-3	<i>Proteus</i> <i>mirabilis ?</i>
เหลือง	กลม circular	นูน convex	ชื้น moist	ทึบมัว opaque	ขอบเรียบ entire	1-2	<i>Proteus</i> <i>mirabilis ?</i>

5. การตรวจหายาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อกุ้ง

กรรมวิท และ คำรน (2546) ระบุว่า การตรวจหาปฏิชีวนะตกค้างในลูกกุ้งในขั้นตอนนี้เป็นวิธีการ (Bio assay) ที่ไม่ค่อยละเอียดเท่าไร (ตรวจสอบได้ในระดับ 0.3-1 ไมโครกรัม) วัตถุประสงค์แค่ต้องการตรวจสอบว่า ทางโรงเพาะฟักมีการใช้ยาปฏิชีวนะหรือไม่ และถ้าใช้ยาจริงลูกกุ้งยังมียาปฏิชีวนะตกค้างอยู่หรือไม่ และเพื่อป้องกันไม่ให้โรงเพาะฟักใช้ยาอย่างพร่ำเพรื่อเท่านั้น นอกจากนี้ใช้วิธีนี้แล้ว อาจใช้วิธีการของ กิจการ และ จีรพร (2546) ซึ่งใช้ปฏิกิริยาเคมีในการเกิดสีระหว่างยาตกค้างกับน้ำยาทดสอบ ก็ได้ สำหรับการปรับปรุงวิธี ชริมไปโอเทคในครั้งต่อไป อาจจะเพิ่มการตรวจชนิดอื่นด้วย ได้แก่ ฟลูโรซาลิโดน นอร์ฟลอกซาซิน เป็นต้น

วิธีการทดลอง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้ง มาจำนวน 10 ตัว บดลูกกุ้งให้ละเอียด นำเนื้อกุ้งที่บดแล้วใส่หลอดทดลองขนาด 1.5 มล ปิดฝา นำเนื้อกุ้งไปฆ่าเชื้อ โดยการแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 70°C นาน 15 นาที ตั้งทิ้งที่อุณหภูมิห้องจนเย็น เทเชื้อมาตรฐาน บาซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis* ATCC6633) ลงบนอาหารเพาะเชื้อ MH media agar เจาะอาหารเพาะเชื้อให้เป็นหลุม นำเนื้อกุ้งบดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วใส่ลงในหลุม บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับแผ่นยามาตรฐาน

เกณฑ์การให้คะแนน หากเนื้อกุ้งที่บดของลูกกุ้งชุดใด พบ Clear zone เกิดขึ้น ให้ถือว่ามียาตกค้างในเนื้อกุ้งหรือมีค่าเป็นบวก เกณฑ์มาตรฐานจะต้องไม่พบยาตกค้างในเนื้อกุ้ง คือ ไม่ปรากฏ Clear zone หรือมีค่าเป็นลบ

ตารางผนวกที่ 12 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง (การตรวจสอบยาตกค้างในเนื้อลูกกุ้ง)

ยาตกค้าง ใน เนื้อลูกกุ้ง	คะแนน	ระดับ	
	100	ระดับ 1	ไม่พบ
	60	ระดับ 2	พบ

6. การตรวจวัดระดับการเจริญเติบโต

ในอดีตที่ผ่านมา การตรวจสอบอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง นิยมใช้วิธีสังเกตความยาว เพราะทำได้ง่าย แต่อาจได้ค่าที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง กรรณวิท และ คำรน (2546) จึงได้เสนอวิธีการวัดอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง จากน้ำหนักตัวเฉลี่ย เปรียบเทียบกับอายุที่แท้จริงของลูกกุ้ง (โดยการนับจำนวนจากหนามบนกริ) ซึ่งจะเป็นค่าที่เป็นจริงมากกว่า นับว่าเป็นวิธีการใหม่ ที่ทางไบโอเทคแลปได้นำมาใช้เป็นครั้งแรก และจากการเก็บข้อมูลสะสมมากกว่าหนึ่งปี ทางไบโอเทคแลปได้กำหนดค่าน้ำหนักมาตรฐานที่ควรจะเป็นของลูกกุ้งที่มีการเจริญเติบโตปกติในโรงเพาะฟัก และมีผลต่อการเจริญเติบโตเร็วเมื่อนำไปปล่อยในบ่อดิน แสดงในตารางผนวกที่ ๑9

วิธีการทดลอง ขั้นแรก การตรวจหาอายุที่แท้จริงของลูกกุ้ง โดยการนับจำนวนหนามบนกริของลูกกุ้ง สุ่มตัวอย่างลูกกุ้งจำนวน 10 ตัว นับจำนวนกริด้วยกล้องจุลทรรศน์ หาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยของจำนวนหนามคูณด้วย 3 ค่าที่ได้คือ ระยะโพสลาว่า (อายุฟิ) ที่แท้จริงของลูกกุ้ง ขั้นที่ 2 สุ่มตัวอย่างลูกกุ้งมา 200 ตัว ชับน้ำออกจากตัวกุ้งโดยใช้กระดาษทิชชู และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง จากนั้นคำนวณค่าน้ำหนักเฉลี่ยของลูกกุ้ง บันทึกผลเป็น มิลลิกรัม ต่อตัว นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์น้ำหนักมาตรฐานที่ควรจะเป็นของลูกกุ้ง

เกณฑ์การให้คะแนน ลูกกุ้งกุลาดำอายุโพสลาว่า 15 ที่มีการเจริญเติบโตอยู่ในระดับดี จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 5.5 - 6.5 มิลลิกรัม ลูกกุ้งกุลาดำอายุโพสลาว่า 15 จะที่มีการเจริญเติบโตในระดับมาตรฐาน จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 4.0 - 5.5 มิลลิกรัม และถ้าน้ำหนักเฉลี่ยต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัม ถือว่าต่ำกว่ามาตรฐาน ดังแสดงใน ตารางผนวกที่ ๑8

ตารางผนวกที่ 13 การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง (การวัดอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง)

	คะแนน	ระดับ	อายุ PL 6 - 9 (มิลลิกรัม/ตัว)	อายุ PL 9 - 12 (มิลลิกรัม/ตัว)	อายุ PL12 -15 (มิลลิกรัม/ตัว)
การ เจริญเติบโต	100	ระดับ 1	มากกว่า 3.0	มากกว่า 5.0	มากกว่า 8.0
	80	ระดับ 2	มากกว่า 2.6 ถึง 3.0	มากกว่า 4.0 ถึง 5.0	มากกว่า 6.5 ถึง 8.0
	30	ระดับ 3	มากกว่า 2.2 ถึง 2.6	มากกว่า 3.0 ถึง 4.0	มากกว่า 4.5 ถึง 6.5
	ไม่เอา	ระดับ 4	ตั้งแต่ 2.2 ลงมา	ตั้งแต่ 3.0 ลงมา	ตั้งแต่ 4.5 ลงมา

ตารางผนวกที่ 14 ตารางค่าเฉลี่ยน้ำหนักมาตรฐานลูกกุ้ง

	ค่าน้ำหนักเฉลี่ยลูกกุ้ง(มิลลิกรัม/ ตัว)			
ระดับคุณภาพ	PL 9 - 10	PL 11 - 12	PL 13 - 14	PL 15 - 16
ระดับ “ ดีมาก ”	มากกว่า 3.0	มากกว่า 4.0	มากกว่า 5.5	มากกว่า 6.5
ระดับ “ ดี ”	มากกว่า 2.2-3.0	มากกว่า 3.0-4.0	มากกว่า 4.0-5.5	มากกว่า 5.5-6.5
ระดับ “มาตรฐาน ”	1.8 - 2.2	2.2 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 5.5
ต่ำกว่ามาตรฐาน	น้อยกว่า 1.8	น้อยกว่า 2.2	น้อยกว่า 3.0	น้อยกว่า 4.0

7. การจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง

ลูกกุ้งที่ผ่านการตรวจตามขั้นตอนต่างๆ เรียงตามลำดับและได้ให้คะแนนแล้ว จากนั้นรวมคะแนนเพื่อจัดระดับคุณภาพลูกกุ้ง ดังตัวอย่าง ในตารางผนวกที่ 12 โดยยึดหลักและเงื่อนไขตามตารางผนวกที่ ค10 และ ค11

ตารางผนวกที่ 15 สรุปเงื่อนไขการจัดระดับคุณภาพลูกกุ้งโดยวิธีหริมไปโอเทค

รายการ ตรวจ	คะแนน สุขภาพ (%)	การติดเชื้อ MBV (%)	เชื้อไวรัสในตัวลูกกุ้ง			เกณฑ์ น้ำหนัก เฉลี่ย	ผล ตรวจ ยา ตกค้าง	ผลตรวจ โรคดวงขาว ด้วย PCR
			เหลือง	เขียว	เรือง แสง			
ระดับ มาตรฐาน	ไม่ต่ำกว่า 75 %	ไม่เกิน 50 %	ไม่เกิน 200	ไม่ เกิน 10	ต้อง เป็น 0	ระดับ มาตรฐาน	ควร เป็นลบ	ต้องเป็นลบ
ระดับ “ ดี ”	ไม่ต่ำกว่า 80 %	ไม่เกิน 30 %	ไม่เกิน 100	ไม่ เกิน 10	ต้อง เป็น 0	ระดับดี ขึ้นไป	ต้อง เป็นลบ	ต้องเป็นลบ
ระดับ “ ดีมาก ”	ไม่ต่ำกว่า 85 %	ไม่เกิน 20 %	ไม่เกิน 100	ไม่ เกิน 5	ต้อง เป็น 0	ระดับดี ขึ้นไป	ต้อง เป็นลบ	ต้องเป็นลบ

ตารางผนวกที่ 16 ระดับคุณภาพของลูกกุ้งระยะโพสลาว่า จัดระดับตามคะแนนรวม

เกรด	A+	A	B+	B	C+	C	D+	D
คะแนน	500-490	480-460	450-440	430-410	400-90	380-360	350-340	330-310

ตารางผนวกที่ 17 ตัวอย่างการจัดระดับคุณภาพลูกกุ้งโดยวิธีชมไปโอเทล

ตัวอย่าง ลูกกุ้ง	ขั้นตอน 1. ผล การ ตรวจ WSSV	ขั้นตอน 2. ผลการ ตรวจ MBV	ขั้นตอน 3. ผลคะแนน ความ สมบูรณ์	ขั้นตอน 4. ผลตรวจ ไวรัสโอ	ขั้นตอน 5. ผล ตรวจ ขาดค้าง	ขั้นตอน 6. ผลตรวจการ เจริญเติบโต	ผล คะแนน รวม	ระดับ คุณภาพ
ลูกกุ้งบ่อ ที่1 ฟาร์ม1	ไม่พบ	PL 9 = 0% PL12= 0%	96%	เหลือง -28 เขียว - 0 เรืองแสง-0	ไม่พบ	5.40 มก./ตัว ที่ PL 12	-	-
คะแนน	ผ่าน	100	100	100	100	100	500	A+
ลูกกุ้งบ่อ ที่3 ฟาร์ม 1	ไม่พบ	PL 9 = 0% PL12= 30%	75%	เหลือง - 16 เขียว - 0 เรืองแสง-0	ไม่พบ	4.5 มก./ตัว ที่ PL12	-	-
คะแนน	ผ่าน	100	60	100	100	80	440	B+
ลูกกุ้งบ่อ ที่4 ฟาร์ม 1	ไม่พบ	PL 9 = 0% PL12= 0%	96%	เหลือง - 32 เขียว - 0 เรืองแสง-0	ไม่พบ	3.8 มก./ตัว ที่ PL12	-	-
คะแนน	ผ่าน	100	100	100	100	30	430	B
ลูกกุ้งบ่อ ที่1 ฟาร์ม 2	ไม่พบ	PL 9 = 0% PL12= 30%	96%	เหลือง - 16 เขียว - 48 เรืองแสง-0	ไม่พบ	5.40 มก./ ตัว ที่ PL12	-	-
คะแนน	ผ่าน	100	100	0	100	100	400	C+
ลูกกุ้งบ่อ ที่2 ฟาร์ม 2	ไม่พบ	PL 9 = 0% PL12= 30%	96%	เหลือง - 8 เขียว - 0 เรืองแสง-0	พบ	5.40 มก./ ตัว ที่ PL12	-	-
คะแนน	ผ่าน	100	100	100	70	100	470	A

หมายเหตุ: ลูกกุ้งระดับคุณภาพ A+ และ A เท่านั้น ที่จะนำไปเลี้ยงในบ่อต่อไป



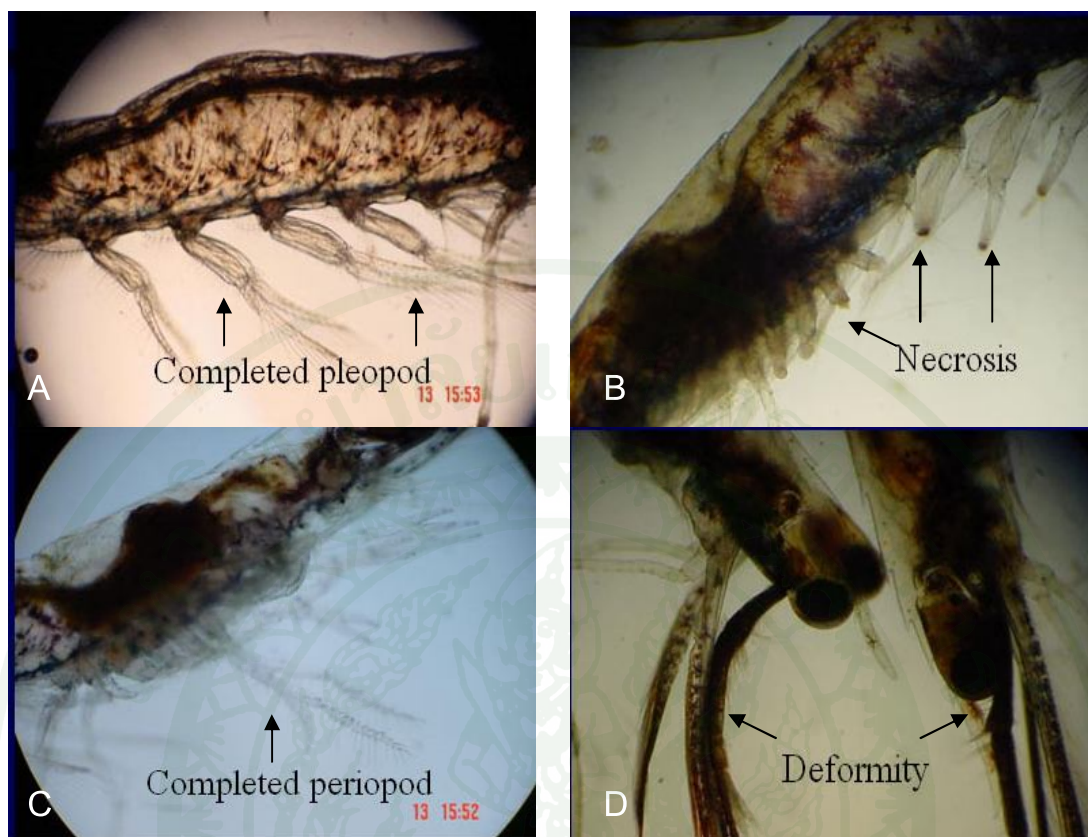
ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะภายนอกของลูกกุ้งกุลาดำ ระยะโพสลาว่า 15 ซึ่งแสดงตำแหน่งที่ใช้

ที่มา: อรรถพล (2545)



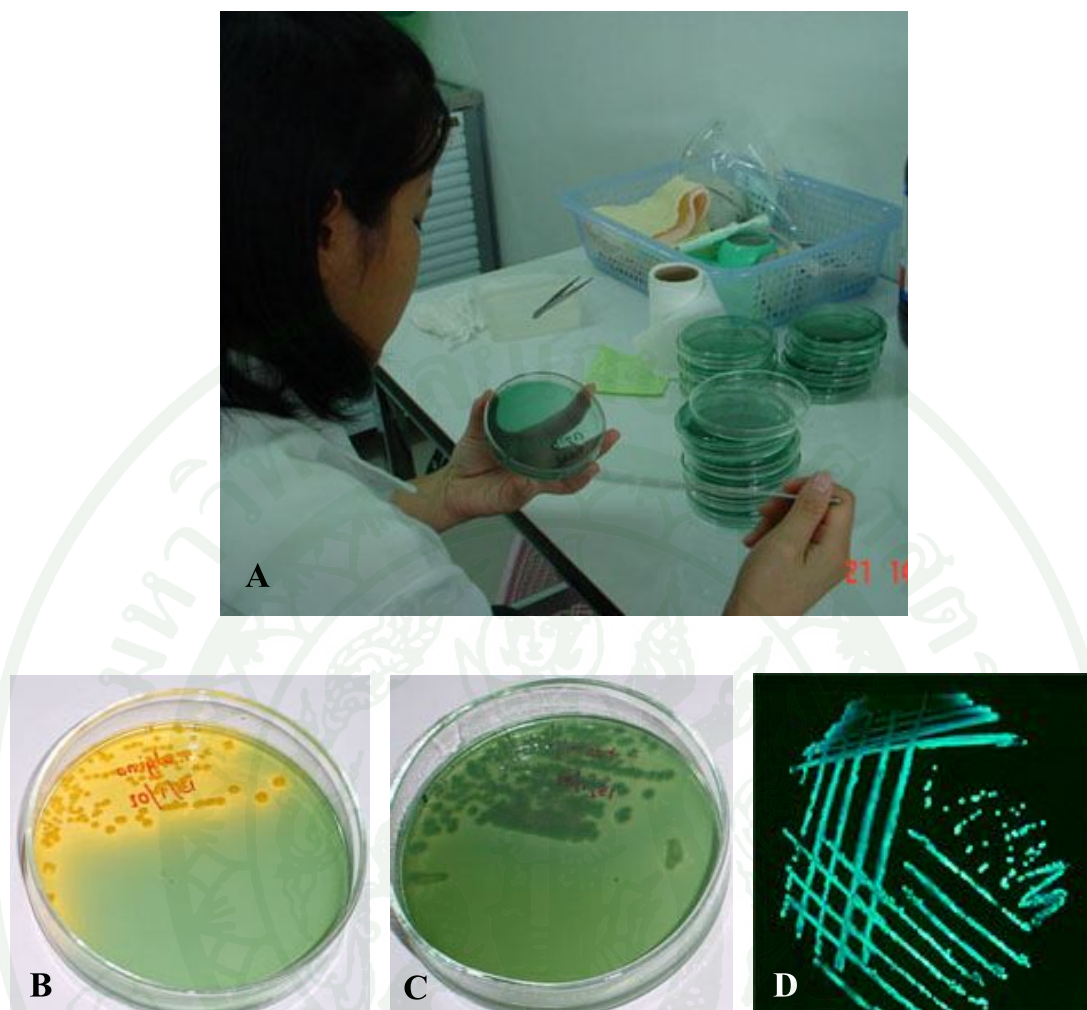
ภาพผนวกที่ 2 ลูกกุ้งกุลาดำ ระยะโพสลาว่า 15 จะมีหนามบนกริ จำนวน 5 อัน เมื่อนำมา
คูณด้วย 3 จะเท่ากับ 15 ซึ่งเท่ากับอายุของลูกกุ้ง

ที่มา: ชลอ และ พรเลิศ (2547)



ภาพผนวกที่ 3 รยางค์ต่างๆ ของลูกกุ้งกุลาดำมีความสมบูรณ์และมีจำนวนครบถ้วนไม่มีผิดปกติ (ภาพ A และ C) ลูกกุ้งกุลาดำไม่สมบูรณ์ รยางค์กร่อน (ภาพ B และ D)

ที่มา: ชลอ และ พรเลิศ (2547)



ภาพผนวกที่ 4 การตรวจเชื้อไวรัส (ภาพA) ซึ่งแสดงผลการเพาะเลี้ยงเชื้อเป็นโคโลนีสีเหลือง (ภาพB) โคโลนีสีเขียว(ภาพC) และโคโลนีเรืองแสง (ภาพD)

ที่มา: ชลอ และ พรเลิศ (2547)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นางสาวปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์
เกิดวันที่	26 สิงหาคม 2523
สถานที่เกิด	อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงาน	คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-