การวิจัย เรื่อง

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ

Nursing Experiment on Tiger Prawn, *Penaeus monodon* Fabricius with Various Density Rates

โดย

นายโชคชัย เหลืองธุวปราณีต
นายพัน ยี่สิ้น
นายสมใจ เพชรมะโน

หน่วยวิจัยและเพาะฟักสัตว์น้ำ
ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

2543

เลขหมู่.....
Order Key.....
Bib Key.....203865
.....8 พ.ย. 2543.....

หอสมุด คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
ได้รับรา
วันที่ เดือน 3 พ.ย. 2563

บทคัดย่อ

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ

Nursing Experiment on Tiger Prawn, *Panaeus monodon* Fabricius with Various Density Rates

โดย

นายโชคชัย เหลืองธุวปราณีต
นายพัน ยี่สิ้น
นายสมใจ เพชรมะโน

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่น 70 140 และ 210 ตัว/ลิตร ตั้งแต่ลูกกุ้งระยะนอเพลียสจนถึงระยะโพสลาวาที่ 16 รวมระยะเวลานาน 24 วัน พบว่า ความยาวเฉลี่ยของการเจริญเติบโตมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ความยาวเฉลี่ยของลูกกุ้งระยะโพสลาวาที่ 16 ที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับนั้น เท่ากับ 12.65 12.41 และ 12.22 มิลลิเมตร ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย ตลอดการทดลองเท่ากับ 0.497 0.457 และ 0.489 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์อัตราการอดตายเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับร้อยละ 66.51 53.83 และ 43.19 ตามลำดับ โดยพบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์อัตราการอดตายสูงที่สุด รองลงมาคือ อัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตรตามลำดับ ผลตอบแทนที่ได้รับจากการจำหน่ายผลผลิต ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 70 140 และ 210 ตัว/ลิตร เท่ากับ 48,460 104,960 และ 121,760 บาท ตามลำดับ โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร ได้ ผลตอบแทนสูงที่สุดและสูงกว่าอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

Nursing Experiment on Tiger Prawn, *Penaeus monodon* Fabricius with Various Density Rates

by

Mr. Chokchai Luangthuvapranit

Mr. Pun Yeesin

Mr. Somgai Pachmano

Three density rates of nursing experiment on tiger prawn, *Penaeus monodon* Fabricius were set up at 70 , 140 and 210 nauplii/litre. Larvae were reared from the nauplii stage to the 16th post larval stage within 24 days. Four parameters, varing with these density range, were carried out ; average length of larval growth, average growth rate, average % survival rate, and retum over cash costs. The average length of larval growth showed no significant ($P > 0.05$) relationship with the variation of density rate.The average length of the 16th post larvae, varing with three density rates, were 12.65, 12.41 and 12.22 mm., while the average growth rates were 0.497, 0.457 and 0.489 mm./day, respeetively. The average % survival rate were 66.55, 53.83 and 43.19% corresponding to those three density rates, respectively. The highest average % survival rate indicated at 70 nauplii/litre with a significant ($P < 0.05$) different from 170 and 210 nauplii/litre. The retum over cash costs of production were 48,460 bahts, 104, 960 bahts and 121, 760 bahts, varing with those density rates. There was clearly significant ($P < 0.05$) higher retum over cash costs of the density of 140 and 210 nauplii/litre than that of 70 nauplii/litre.

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(6)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลอง	31
วิจารณ์ผลการทดลอง	113
สรุปและข้อเสนอแนะ	126
เอกสารอ้างอิง	129
ภาคผนวก	133

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ ที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวัน หลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 1 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 500,000 ตัว/บ่อ หรือ 70 ตัว/ลิตร	33
2	ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ ที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวัน หลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 2 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 1,000,000 ตัว/บ่อ หรือ 140 ตัว/ลิตร	36
3	ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ ที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวัน หลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 3 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 1,500,000 ตัว/บ่อ หรือ 210 ตัว/ลิตร	39
4	ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ ที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวัน หลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 4 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 1,500,000 ตัว/บ่อ หรือ 210 ตัว/ลิตร	42

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5	ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ ที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวัน หลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 5 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 1,000,000 ตัว/บ่อ หรือ 140 ตัว/ลิตร	45
6	ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ ที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวัน หลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 6 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 500,000 ตัว/บ่อ หรือ 70 ตัว/ลิตร	48
7	การพัฒนาการของไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วของกุ้งกุลาดำ ที่ใช้ในการทดลอง	55
8	จำนวนวัน การพัฒนาการ ความยาวลำตัวเฉลี่ย และอุณหภูมิ ของการพัฒนาการของกุ้งกุลาดำเฉลี่ยทุกอัตราความหนาแน่น	56
9	ความยาวเฉลี่ย ($\bar{x} \pm$ SD มิลลิเมตร) ของการเจริญเติบโตของ ลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ	60
10	อัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตรา ความหนาแน่น 3 ระดับ	81
11	จำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่รอดตายจากการทดลองอนุบาลด้วย อัตราความหนาแน่น 3 ระดับ	86
12	เปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วย อัตราความหนาแน่น 3 ระดับ	88

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ	93
14	การเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ เฉลี่ยตลอดการทดลอง ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน	96
15	การเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติของน้ำบางประการ ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน เฉลี่ยทุกระดับอัตราความหนาแน่น	97
16	รายละเอียด ต้นทุน ค่าใช้จ่าย รายได้ และผลตอบแทนที่ได้รับจากการจำหน่ายผลผลิตของการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ	109
17	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย รายได้ กำไร และผลตอบแทนการลงทุนของผลผลิต ลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ	111
18	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) และค่าความน่าจะเป็น (p) ที่แสดงถึงขนาดของความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างค่าคุณสมบัติของน้ำบางประการที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ	123

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (variance analysis) ของการเจริญเติบโต อัตราของการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์การรอดตาย เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ	134
2	การเปรียบเทียบโดยวิธี Ducan's new multiple range test ($P < 0.05$) ของเปอร์เซ็นต์การรอดตาย และเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย	141
3	การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (variance analysis) ของคุณสมบัติของน้ำบางประการ ในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระ ดับ เฉลี่ยตลอดการทดลอง ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน	142
4	การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (variance analysis) ของคุณสมบัติของน้ำบางประการ ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วันจนถึงอายุ 24 วัน เฉลี่ยทุกระดับอัตราความหนาแน่น	143
5	การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (variance analysis) ของค่าใช้จ่าย/ตัว รายได้ กำไร และเปอร์เซ็นต์ผลตอบแทนการลงทุนของผลผลิตลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ	144
6	คุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ ตั้งแต่ลูกกุลาดำอายุได้ 9 วันจนถึงอายุ 24 วัน	145

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความยาวเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วันจนถึงอายุ 24 วัน	64
2	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 9 วัน (ระยะ postlarvae 1)	65
3	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 10 วัน (ระยะ postlarvae 2)	66
4	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 11 วัน (ระยะ postlarvae 3)	67
5	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 12 วัน (ระยะ postlarvae 4)	68
6	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 13 วัน (ระยะ postlarvae 5)	69
7	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 14 วัน (ระยะ postlarvae 6)	70
8	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 15 วัน (ระยะ postlarvae 7)	71

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
9	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 16 วัน (ระยะ postlarvae 8)	72
10	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 17 วัน (ระยะ postlarvae 9)	73
11	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 18 วัน (ระยะ postlarvae 10)	74
12	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 19 วัน (ระยะ postlarvae 11)	75
13	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 20 วัน (ระยะ postlarvae 12)	76
14	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 21 วัน (ระยะ postlarvae 13)	77
15	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 22 วัน (ระยะ postlarvae 14)	78
16	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 23 วัน (ระยะ postlarvae 15)	79

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	การแพร่กระจายขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 24 วัน (ระยะ postlarvae 16)	80
18	อัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งกุลาดำอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน	84
19	เปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งฟักออกเป็นตัวจนมีอายุได้ 10 วัน	90
20	เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งฟักออกเป็นตัวจนมีอายุได้ 10 วัน	94
21	คุณสมบัติของน้ำบางประการตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน เฉลี่ยทุกระดับอัตราความหนาแน่น	105

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ

Nursing Experiment on Tiger Prawn, *Penaeus monodon* Fabricius with Various Density Rates

คำนำ

กุ้งกุลาดำ *(Penaeus monodon* Fabricius) เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทย ที่มีโปรตีนสูงและมีรสชาติดี เป็นที่ต้องการของตลาดภายใน และภายนอกประเทศ โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ ประเทศไทยสามารถส่งออกได้เป็นอันดับหนึ่งของโลก ตั้งแต่ปี 2534 จนถึงปัจจุบัน ในปี 2542 ประเทศไทยสามารถส่งออก มูลค่า 48,348.2 ล้านบาท และในระยะ 7 เดือน (มกราคม-กรกฎาคม) ของปีนี้ (2543) สามารถส่งออกไปแล้วมูลค่า 32,253.3 ล้านบาท เมื่อเทียบกับระยะเดียวกันของปีที่แล้ว (2542) ซึ่งมีมูลค่า 23,870.2 ล้านบาท จะเห็นว่ามีแนวโน้มสูงขึ้น คาดว่าในปี 2543 ประเทศไทยจะสามารถส่งออกได้สูงถึง 150,000 ตัน มูลค่ามากกว่า 50,000 ล้านบาท (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2543) ในภาวะเศรษฐกิจของประเทศกำลังชะลอตัว การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำนับว่ามีบทบาทสำคัญมาก เพราะนอกจากผลผลิตกุ้งกุลาดำจะช่วยทำให้เกิดงานและอาชีพแล้ว ยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญที่สามารถนำเงินตราจากต่างประเทศเข้ามาฟื้นฟูเศรษฐกิจของไทยอีกทางหนึ่งด้วย

การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ แต่ดั้งเดิมเราอาศัยลูกกุ้งที่ได้จากการรวบรวมจากธรรมชาติ แต่ปัจจุบันอาชีพการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นอาชีพที่มีอัตราการขยายตัวสูง จำนวนฟาร์มเลี้ยงกุ้งจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะจังหวัดที่มีพื้นที่ติดต่อกับชายฝั่งทะเล ทั้งทางภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศ รวมไปถึงพื้นที่ภาคกลางที่ต้องการเลี้ยงกุ้งในพื้นที่น้ำจืดด้วย ปริมาณลูกกุ้งที่ได้จากธรรมชาติจึงมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ การเพาะและอนุบาลลูกกุ้งจึงมีส่วนสำคัญต่อการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการรวบรวมแม่พันธุ์กุ้งที่มีไข่แก่ นำมาเพาะฟัก

ภายในโรงเพาะฟัก อนุบาลและดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง และมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของตลาด

การเพาะฟักกุ้งกุลาดำจะประสบความสำเร็จหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหรือสิ่งที่เอื้ออำนวยที่ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่เพียงแต่จะต้องมีสถานที่ที่เหมาะสมเท่านั้น นักวิชาการยังจะต้องมีความรู้ มีประสบการณ์และศึกษาวิจัยเพื่อหาเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมที่สุดของโรงเพาะฟักนั้น ๆ ด้วย การศึกษาและวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานของตนเอง และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อศึกษาอ้างอิงสำหรับหน่วยงานอื่น ๆ ต่อไป

หน่วยวิจัยและเพาะฟักสัตว์น้ำ เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งของแผนกวิชาเทคโนโลยีการประมง ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ได้เริ่มศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตพันธุ์สัตว์น้ำ โดยเริ่มต้นผลิตลูกกุ้งกุลาดำครั้งแรก ตั้งแต่ต้นปี 2537 แต่เนื่องจากเป็นระบบใหม่ สถานที่ใหม่ และแหล่งน้ำใหม่ การผลิตพันธุ์กุ้งกุลาดำให้ได้ผลผลิตดี จึงเห็นควรศึกษาและวิจัยเพื่อหาเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมที่สุดของหน่วยด้วย สำหรับการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ จะมุ่งเน้นไปที่การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่าง ๆ กัน โดยใช้เทคนิคและวิธีการเพาะฟักของหน่วยที่ปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน ผลการศึกษาจะทำให้ทราบถึงอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมที่สุดตามศักยภาพการจัดการของโรงเพาะฟัก หรืออัตราความหนาแน่นที่ให้ผลผลิตดีและคุ้มค่าต่อการลงทุน การศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยและเป็นข้อมูลทางด้านเทคนิคและวิธีการ เพื่อใช้อ้างอิงสำหรับนักวิจัยและผู้ประกอบการเพาะฟักกุ้งหรือหน่วยงานอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

1.1 ศึกษาผลของอัตราความหนาแน่นที่มีต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเจริญเติบโต

1.2 ศึกษาผลของอัตราความหนาแน่นที่มีต่อการรอดตายและอัตราการรอดตาย

2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่ใช้อนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

2.1 อุณหภูมิ (temperature)

2.2 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH)

2.3 ความเค็ม (salinity)

2.4 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen)

2.5 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนทั้งหมด (total ammonia-nitrogen)

2.6 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (nitrite-nitrogen)

2.7 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (nitrate-nitrogen)

3. เพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่าง ๆ กัน

การตรวจเอกสาร

1. ชีววิทยาและนิเวศน์วิทยาของกุ้งทะเล

กุ้งทะเลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่อยู่ในสกุล Penaeus และ Metapenaeus (สมนึก, 2518) มีลักษณะสำคัญทางอนุกรมวิธาน คือ เป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ หายใจด้วยเหงือก มีหนวด 2 คู่ ลำตัวเป็นข้อปล้อง แบ่งออกเป็นส่วนหัวและอกซึ่งรวมติดกัน เรียกว่า ส่วนหัว-อก (cephalothorax) และส่วนลำตัว (abdomen) ลำตัว

อ่อนนุ่ม ภายนอกมีเปลือกหุ้มตัว เปลือกหุ้มส่วนหัว-อก เรียกว่า เปลือกคลุมหัว (carapace) ลำตัวแบนข้าง กรีเจริญดี มีฟัน มีก้านตา หนวดคู่แรกมี 2 เส้น ระยางค์ส่วนปากมีทั้งฟันบดและตัด ขาเดินสามคู่แรกเป็นก้าม คู่ที่ 4 และ 5 ปล้องปลายสุดท้ายแหลม เพศผู้มี petasma และเพศเมียมี thelycum เด่นชัด antennule เส้นบนและล่างออกจากที่เดียวกัน maxilliped อันที่ 2, 3 มี exopodite (ประจวบ, 2528) สำหรับสกุล Penaeus (Fabricius) กรีมีฟันทั้งบนและล่าง หนวดคู่แรกสั้นกว่าเปลือกคลุมหัว ผิวลำตัวมัน แต่สกุล Metapenaeus กรีมีฟันเฉพาะด้านบน เปลือกคลุมหัวไม่มีร่องตามยาวและตามขวาง สำหรับในประเทศไทยพบได้หลายชนิด แต่ที่พบมีคุณค่าทางเศรษฐกิจและเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มี 6 ชนิดด้วยกัน ซึ่งสามารถจัดลำดับในทางอนุกรมวิธานได้ ดังนี้ (สมนึก, 2518 ; กรมประมง, 2524 ก ; ประจวบ, 2528)

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Superorder Eucarida

Order Decapoda

Suborder Natantia

Section Penaeidea

Family Penaeidae

Subfamily Penaeinae

1. กุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* Fabricius (giant tiger prawn)
2. กุ้งกุลาลาย *P. semisulcatus* de Haan (green tiger prawn)
3. กุ้งแชบ๊วยขาว *P. merguiensis* de Man (white prawn)
4. กุ้งแชบ๊วย *P. indicus* Milne Edwards (indian prawn)
5. กุ้งตะกาด *Metapenaeus ensis* de Haan (school prawn)
6. กุ้งลี่หรือกุ้งหัวมัน *M. brevicornis* Milne Edwards

1.1 ลักษณะภายนอก

ลักษณะทั่วไปของกุ้งทะเล จะประกอบด้วยข้อปล้องต่าง ๆ รวม 19 ปล้อง เปลือกคลุมผิวตอนหน้าสุดของปล้องที่หนึ่ง จะยื่นเป็นฟันแหลมไปข้างหน้า เรียกว่า กรี (rostrum) ใต้กรีมีตาหนึ่งคู่ ส่วนหัวมีห้าปล้อง แต่ละปล้องมีระยางค์ 1 คู่ ระยางค์แต่ละคู่จะเจริญไปเป็นหนวดและขากรรไกร ส่วนอกมีแปดปล้อง แต่ละปล้องจะมีระยางค์ทำหน้าที่แตกต่างกันไป ระยางค์สามคู่แรกเรียกว่า maxillipeds ระยางค์ห้าคู่ถัดมาเรียกว่า periopods ทำหน้าที่ช่วยในการจับกินอาหาร เดิน ป้องกันตัว และทำความสะอาดลำตัว ส่วนลำตัวมีหกปล้อง ระยางค์ห้าคู่แรก เรียกว่า pleopods ทำหน้าที่เป็นขาว่ายน้ำ ส่วนระยางค์คู่สุดท้ายจะมีลักษณะเป็นแพนหาง (uropod) ติดกับหาง (telson) ทำหน้าที่กำหนดทิศทางในการว่ายน้ำของกุ้งทะเล (ประจวบ, 2528)

1.2 ลักษณะเพศ

กุ้งทะเลเป็นสัตว์น้ำที่แยกเพศ ตัวผู้มีท่อส่งน้ำเชื้อเปิดออกบริเวณขาเดินคู่ที่ห้า บริเวณขาว่ายน้ำคู่ที่หนึ่ง แขนงด้านในดัดแปลงไปเป็นอวัยวะเพศผู้ เรียกว่า ปีแตสมา (petasma) ส่วนตัวเมียมีท่อนำไข่เปิดออกบริเวณโคนขาเดินคู่ที่สาม และตรงบริเวณระหว่างโคนขาเดินคู่ที่สี่และคู่ที่ห้า มีอวัยวะเพศเมีย ใช้สำหรับเก็บน้ำเชื้อจากตัวผู้หลังผสมพันธุ์ เรียกว่า ทีลีกัม (thelycum) (ประจวบ, 2528)

1.3 ขนาดกุ้งทะเลที่เจริญพันธุ์เต็มที่

Motoh (1981) ศึกษาในกุ้งกุลาดำ พบว่ามีห้าระยะด้วยกัน คือ (1) ระยะไม่พัฒนา (undeveloped) (2) ระยะกำลังพัฒนา (developing) (3) ระยะเจริญเกือบเต็มที่ (nearly ripe) (4) ระยะเจริญเต็มที่ (ripe) และ (5) ระยะวางไข่แล้ว (spent) การแบ่งแต่ละระยะใช้ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางไข่ (35-235 ไมครอน) และลักษณะของรังไข่ภายนอกเป็นเกณฑ์ ขนาดต่ำสุดของกุ้งกุลาดำที่เจริญพันธุ์เต็มที่จะแตกต่างกัน

ระหว่างพ่อแม่พันธุ์กุ้งที่ได้จากธรรมชาติและพ่อแม่พันธุ์ที่ได้จากบ่อเลี้ยง พ่อแม่พันธุ์ที่ได้จากธรรมชาติมักมีขนาดใหญ่กว่าบ่อเลี้ยง สำหรับกุ้งธรรมชาติ กุ้งตัวผู้ที่ อัณฑะสามารถสร้างอสุจิและสามารถใช้ปีแตสมาผสมพันธุ์ได้ จะมีขนาดความยาวเปลือกคลุมหัว 37 มิลลิเมตร ในขณะที่กุ้งบ่อเลี้ยงจะมีขนาด 31 มิลลิเมตร น้ำหนัก 40 กรัม สำหรับแม่กุ้งธรรมชาติที่รังไข่เจริญเติบโตสามารถวางไข่ได้แล้ว จะมีขนาดความยาวเปลือกคลุมหัว 48 มิลลิเมตร และหนัก 75 กรัม

1.4 นิเวศน์วิทยาของกุ้งทะเล

บรรจง (2521) และ kungvankij และคณะ (1986) ได้เรียบเรียงไว้ว่า กุ้งทะเลเป็นสัตว์น้ำที่สามารถอาศัยได้ในเขตน้ำกร่อยและเขตน้ำทะเล มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม ความต้องการความเค็มมักขึ้นอยู่กับช่วงชีวิต ในช่วงตัวเต็มวัยจะอาศัยในเขตน้ำทะเล ส่วนในช่วงวัยรุ่นมักอาศัยในเขตน้ำกร่อย กุ้งทะเลเป็นสัตว์ที่อาศัยหน้าดิน สามารถเคลื่อนที่ด้วยการเดินหรือว่ายน้ำ สามารถขุดฝังตัวบริเวณพื้นดินหรือทราย ตามสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม กุ้งทะเลมีนิสัยการกินอาหารเปลี่ยนแปลงไปตามวัย ลูกกุ้งวัยอ่อนจะหากินแพลงค์ตอนพืชหรือสัตว์เป็นอาหาร เมื่อเจริญเติบโตขึ้นจะหากินอาหารจำพวกสัตว์น้ำขนาดเล็ก กินเนื้อสัตว์ กินซากสัตว์ที่เน่าเปื่อย ตะกอนดิน และอาหารจำพวกพืชขนาดเล็กด้วย

การแพร่กระจายของกุ้งทะเลมักพบได้ทั่วไปในเขตมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิค มีการศึกษาในกุ้งกุลาดำพบว่าเขตที่พบกุ้งกุลาดำชุกชุม ได้แก่ อาณาเขตตั้งแต่ทางใต้ของทวีปอัฟริกา ขึ้นมาถึงเขตกลุ่มประเทศอาหรับ คาบสมุทรอินเดีย คาบสมุทรอินโดจีน คาบสมุทรเกาหลี ตลอดถึงทวีปออสเตรเลีย ประเทศที่สามารถสำรวจพบได้ชุกชุม ได้แก่ พม่า ไทย มาเลเซีย กัมพูชา เวียดนาม จีน ไต้หวัน ฮ่องกง เกาหลี ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย สิงคโปร์ และออสเตรเลีย เป็นต้น

1.5 วงชีวิตของกุ้งทะเล

Kungvankij และคณะ (1986) และกรมประมง (2535) เรียบเรียงไว้ว่าพ่อแม่พันธุ์ของกุ้งทะเล มักอาศัยอยู่ตามพื้นท้องน้ำที่เป็นทราย อยู่ห่างจากชายฝั่งออกไปในระดับความลึก 20-40 เมตร ในขณะที่กุ้งวัยอ่อนจะถูกพัดพาเคลื่อนเข้าสู่ชายฝั่งตามบริเวณแหล่งน้ำกร่อย ปากทะเลสาป หรือปากแม่น้ำ ใกล้ป่าชายเลน ป่าแสม ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์เหมาะสำหรับการอนุบาล และเมื่อกุ้งทะเลเข้าสู่ระยะวัยหนุ่มสามารถว่ายน้ำได้ดี ก็จะอพยพย้ายถิ่นจากชายฝั่งออกสู่ทะเลที่มีระดับความลึกมากขึ้น เมื่อเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยก็จะอาศัยอยู่ในทะเลตามพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการผสมพันธุ์

2. การศึกษาอัตราความหนาแน่นกับการอนุบาลลูกกุ้งทะเล

บรรจง (2530) นิเวศน์ (2529 ก) และ Kungvankij และคณะ (1986) เรียบเรียงไว้ว่า การเพาะพันธุ์กุ้งทะเลที่ใช้กันในปัจจุบันนี้มีอยู่ 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ (1) ระบบญี่ปุ่น และ (2) ระบบกาลเวสตัน ทั้งสองระบบนี้มีความแตกต่างในเรื่องของขนาดบ่อ อัตราการปล่อย และเทคนิควิธีการ โดยเฉพาะในเรื่องของอัตราการปล่อย แบบญี่ปุ่นมักจะคำนึงถึงจำนวนแม่กุ้งกับขนาดของบ่อ ในขณะที่แบบกาลเวสตันจะคำนึงถึงจำนวนตัวของนอเพลียสกับขนาดของบ่อ

ระบบญี่ปุ่น เป็นระบบที่นิยมอนุบาลลูกกุ้งที่ใช้บ่อขนาดใหญ่ มีความลึกประมาณ 2 เมตร มีความจุตั้งแต่ 50 ตันขึ้นไปจนถึง 200 ตัน (นิเวศน์, 2529 ก) ใช้แม่กุ้งจากธรรมชาติ ปล่อยให้วางไข่ในบ่อ เอาแม่กุ้งขึ้น อนุบาลจนถึงขั้นจับขาย การอนุบาลด้วยวิธีนี้จะสำเร็จมากน้อยขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืชและสัตว์ที่เพาะในบ่อเลี้ยงกุ้ง อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งระยะซูเอีย ได้แก่ ไดอะตอม โดยสูบน้ำเข้าบ่อและใส่ปุ๋ยลงไป ลูกกุ้งระยะไมซีสใช้อาร์ทีเมีย ลูกกุ้งระยะโพสลาวาใช้เนื้อหอยต่าง ๆ ระบบญี่ปุ่นนี้เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาจาก ดร.ฮูดินากา ซึ่งริเริ่มขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1967 การเลี้ยงลูกกุ้งแบบนี้สามารถเลี้ยงได้ในปริมาณ 40,000-50,000 ตัว

ต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร สนั่นและคูนิฮิโกะ (2518) ได้เรียบเรียงการเพาะเลี้ยงกุ้งคุรุม่า (*P. Japonicus* Bate) ว่าจำนวนแม่พันธุ์ต่อความจุของน้ำในการผลิตมีความหนาแน่นของแม่กุ้ง 30 ตัวต่อบ่อขนาด 60 ลูกบาศก์เมตร แม่กุ้ง 50-60 ตัวต่อบ่อขนาด 100 ลูกบาศก์เมตร และแม่กุ้ง 80-92 ตัวต่อบ่อขนาด 200 ลูกบาศก์เมตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2524) เรียบเรียงไว้ว่า การเพาะฟักแบบญี่ปุ่น อัตราความหนาแน่นขึ้นอยู่กับจำนวนแม่กุ้ง โดยกำหนดจำนวนแม่กุ้งที่จะปล่อยลงในบ่อเพาะฟักต่อขนาดความจุของน้ำ ดังนี้ กุ้งแชบ๊วย 1 ตัวต่อความจุน้ำในบ่อ 1-2 ตัน กุ้งกุลาลาย 1 ตัวต่อความจุ 3-4 ตัน และกุ้งกุลาดำ 1 ตัวต่อความจุของน้ำ 5-6 ตัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณไข่กุ้งแต่ละชนิด บรรจง (2530) เสนอแนะไว้ว่า ถ้าใช้ระบบแบบญี่ปุ่น ควรเริ่มต้นด้วยอัตราความหนาแน่นของลูกกุ้ง 50,000 ตัวต่อปริมาตรน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร

ระบบกาลเวสตัน เป็นระบบบ่อขนาดเล็ก เนื่องจากมีปัญหาในเรื่องแม่กุ้งได้แม่กุ้งจำนวนไม่แน่นอน ระบบนี้ได้ทำการทดลองใช้พื้นที่สถานีวิจัยกุ้งกาลเวสตัน ปรากฏว่าได้ผลดี มีประสิทธิภาพสูง สามารถเลี้ยงลูกกุ้งได้ถึง 265 ตัวต่อปริมาตรน้ำหนึ่งลิตร โดยมีอัตรารอดประมาณร้อยละ 76 (บรรจง, 2530 อ้างถึง Mock and Murphy (1971) และ Cook and Murphy (1969))

วิธีการแบบกาลเวสตันนั้น จะใช้บ่อขนาดเล็ก อยู่ในที่ร่ม มีหลังคาคลุมกันฝนหรือภายในโรงเพาะฟักที่สามารถควบคุมแสงและอุณหภูมิได้ อาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งนั้นจะต้องแยกเลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงต่างหาก บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายหรือไดอะตอมมักอยู่กลางแจ้ง เมื่อไดอะตอมเจริญเติบโตดีแล้ว จึงค่อยกรองเอาแต่เฉพาะไดอะตอมไปเลี้ยงลูกกุ้งต่อไป การเพาะเลี้ยงแบบนี้ระบบน้ำนับว่ามีความสำคัญมาก ส่วนใหญ่จะไม่สามารถอนุบาลลูกกุ้งจนถึงระยะโพสลาวาที่ 24 หรือ 25 ได้ จะได้อยู่ในช่วงประมาณโพสลาวาที่ 4 จึงต้องทำการย้ายลงบ่อใหม่ต่อไป การจัดการจะต้องมีการถ่ายเปลี่ยนน้ำอย่างต่อเนื่อง ดูแลความสะอาด มีการใช้ยาและสารเคมีเพื่อป้องกันโรครา ปรสิต และแบคทีเรีย (นิเวศน์, 2529 ก)

นิเวศน์ (2529 ก) กล่าวว่า กรมประมงได้พัฒนาเทคนิคการอนุบาล แต่เดิมใช้แบบญี่ปุ่น ต่อมาปรับปรุงแก้ไข โดยนำ 2 ระบบมาผสมผสานกัน แต่ก็มักประสบปัญหาในเรื่องโรคและปรสิต ปัจจุบันเทคนิคและวิธีการได้พัฒนาขึ้นไปมาก การแก้ไขจะใช้วิธีการแยกบ่อ โดยจะอนุบาลลูกกุ้งระยะนอเพลียสไปจนถึงระยะไมซีสหรือโพสลาวาก่อน แล้วจึงทำการย้ายบ่อพร้อมกับปรับอัตราความหนาแน่นใหม่ให้เหมาะสม วิธีการนี้จะช่วยให้ลูกกุ้งมีอัตรารอดสูงขึ้น เช่น จากการทดลองบ่อขนาด 25-50 ตัน สามารถปล่อยลูกกุ้งระยะโพสลาวา อัตราความหนาแน่น 24-30 ตัว/ลิตร บ่อขนาด 10-20 ตัน ลงมา ปล่อยลูกกุ้ง 40-60 ตัว/ลิตร บ่อขนาด 3-5 ตัน ปล่อยลูกกุ้ง 60-80 ตัว/ลิตร บ่อขนาดเล็กจึงมีแนวโน้มปล่อยได้ถึง 100 ตัว/ลิตร

กลุ่มบัณฑิตเกษตรก้าวหน้า (2531) เรียบเรียงไว้ว่า การอนุบาลลูกกุ้งนั้นควรแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ (1) ระยะนอเพลียสจนถึงระยะโพสลาวาที่ 1-3 และ (2) การอนุบาลลูกกุ้งระยะโพสลาวาที่ 1-3 จนถึงโพสลาวาที่ 15-20 การอนุบาลระยะแรกควรใช้บ่อขนาด 2-4 ตัน สำหรับลูกกุ้งจากแม่กุ้ง 1 ตัว โดยปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 50-100 ตัว/ลิตร แต่ถ้าบ่ออนุบาลมีขนาดใหญ่ 10-50 ตัน ควรปล่อยในอัตราความหนาแน่น 20-30 ตัว/ลิตร ทั้งนี้เป็นเพราะบ่อขนาดใหญ่ การควบคุมดูแลกระทำได้ยากกว่า เมื่อลูกกุ้งเจริญเติบโตจนถึงระยะโพสลาวาที่ 1-3 ให้ทำการย้ายลงในบ่ออนุบาลใหม่ต่อไป บ่อใหม่ควรมีขนาด 5-10 ตัน อัตราการปล่อย 30,000 ตัวต่อตัน

ประจวบ (2528) ได้เรียบเรียงและกล่าวถึงเรื่องอัตราความหนาแน่นในการอนุบาลลูกกุ้งว่า เมื่อลูกกุ้งเจริญเติบโตจนถึงระยะนอเพลียสที่ 4 ควรย้ายลูกกุ้งลงในถังกลมรูปกรวย ขนาด 2 ตัน อัตราความหนาแน่นเริ่มต้น 50,000-100,000 ตัวต่อน้ำ 1 ตัน ซึ่งเหมือนกับกองบรรณาธิการ (เฉพาะกิจ) ฐานเกษตรกรรม (2530) เรียบเรียงไว้ว่า ในการอนุบาลลูกกุ้งตั้งแต่ระยะนอเพลียสที่ 1 จนถึงระยะโพสลาวา ควรจัดการความหนาแน่นให้อยู่ที่ 50,000 ตัวต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร แต่บรรจง (2530) เสนอแนะว่าถ้าใช้ระบบญี่ปุ่น ก็ควรเริ่มด้วยอัตราความหนาแน่น 50,000 ตัวต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร แต่ถ้าใช้ระบบกาลเวสตัน ควรเลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 250 ตัวต่อน้ำหนึ่งลิตร

พุทธ (2532) ได้เรียบเรียงและสรุปผลงานวิจัยการเพาะฟักกุ้งทะเลที่ผ่านมา พบว่า การทดลองอนุบาลลูกกุ้งแชบ๊วยในระดับความหนาแน่น 20-25 ตัว/ลิตร 25-30 ตัว/ลิตร และ 30-40 ตัว/ลิตร ในบ่อขนาด 50 ตัน จะให้อัตรารอดเมื่อถึงระยะโพสลาวาเฉลี่ยเท่ากับ 74.3, 63.6 และ 47.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเมื่อนำมาทดลองเลี้ยงจากระยะโพสลาวา 1-15 ในอัตราความหนาแน่น 12 ตัว/ลิตร และ 24 ตัว/ลิตร ในบ่อ 12 ตัน พบว่าจะให้อัตรารอด 85.0 และ 61.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงกุ้งในอัตราความหนาแน่นต่ำ จะให้อัตรารอดที่ดีกว่าการเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูง และเมื่อพิจารณาถึงขนาดของบ่อที่ใช้อนุบาล ซึ่งได้ทำการศึกษาในลูกกุ้งระยะโพสลาวาที่ 2-20 วัน ในบ่อขนาด 10 และ 25 ตัน ในอัตราความหนาแน่นต่าง ๆ กัน พบว่าบ่อขนาด 10 ตัน สามารถอนุบาลลูกกุ้งแชบ๊วยระยะดังกล่าวได้ผลผลิตสูงกว่าบ่อขนาด 25 ตัน ถึง 1.6 เท่า ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะว่าบ่อขนาดเล็กสามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง และสามารถจัดการกับคุณภาพน้ำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

นิเวศน์ และคณะ (2533) ได้ทำการทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวาที่ 4-15 ด้วยอาหาร 2 ชนิด โดยปล่อยลูกกุ้งลงบ่ออนุบาลขนาดปริมาตรจุน้ำ 12 ตัน บ่อละ 300,000 ตัว หรือความหนาแน่น 25,000 ตัว/ตัน บ่อชุดที่ 1 จำนวน 3 บ่อ ที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูป ได้ผลผลิตลูกกุ้ง 260,000 , 153,000 และ 206,000 ตัว อัตรารอดตาย 86.7, 51.0 และ 68.7 เปอร์เซ็นต์ บ่อชุดที่ 2 จำนวน 3 บ่อ อนุบาลด้วยไข่ผสมนมผง ได้ผลผลิตลูกกุ้ง 249,000 , 270,000 และ 285,000 ตัว อัตรารอดตาย 83.0, 90.0 และ 95.0 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ ใช้วิธีการเพาะและอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำของหน่วยวิจัยและเพาะฟักสัตว์น้ำ แผนกวิชาเทคโนโลยีการประมง ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม ซึ่งปรับปรุงวิธีการเพาะและอนุบาลจากหนังสือ Shrimp Hatchery Design, Operation and Management (Kungvankij และคณะ, 1986) และคู่มือการเพาะและอนุบาลกุ้งทะเล (กรมประมง, 2535)

1. การเตรียมการทดลอง

1.1 สถานที่ทำการทดลอง

หน่วยวิจัยและเพาะฟักสัตว์น้ำ ตั้งอยู่ที่ตำบลสะกอม อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา อาคารสิ่งก่อสร้างและโรงเพาะฟัก ตั้งอยู่บนบริเวณชายฝั่งที่เป็นหาดทราย มีคุณภาพน้ำทะเลใสสะอาด ปราศจากโคลนตม มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มน้อย สถานที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากปากแม่น้ำ แหล่งชุมชน แหล่งเกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และบริเวณที่มีการเลี้ยงกุ้ง ฉะนั้นจึงมีความเหมาะสมสำหรับเลือกเป็นสถานที่ทำการทดลอง

1.2 การเตรียมบ่อทดลอง

1.2.1 บ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

รูปร่างเป็นบ่อเลี้ยงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดความจุ 25 ตัน ความลึก 2.0 เมตร มุมบ่อตัดมุมให้โค้ง สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก มีพื้นลาดเอียงไปยังจุดระบายน้ำออก

ภายในบ่อทาสีดำและปิดปากบ่อด้วยผ้าใบสีดำ ภายในโรงเลี้ยงเป็นโรงมืด ไม่มีแสง สามารถถ่ายเปลี่ยนน้ำได้อย่างต่อเนื่อง ติดตั้งท่ออากาศอย่างเพียงพอ

1.2.2 บ่อเพาะฟัก

เป็นบ่อกลม มีก้นบ่อแบน ทำจากพลาสติกสีดำ หรือไฟเบอร์กลาส ขนาดของบ่อขึ้นอยู่กับจำนวนแม่กุ้ง ในการทดลองใช้ถังพลาสติก ขนาด 500 ลิตรสำหรับแม่กุ้งกุลาดำ 1 ตัว ระดับความสูงของน้ำ 1 เมตร ติดตั้งท่ออากาศแบบปรับลมได้ ปล่อยแม่กุ้งที่มีไข่แก่ลงในบ่อเพาะฟัก เมื่อแม่กุ้งวางไข่เสร็จแล้ว ให้ตักแม่กุ้งออก ปรับลมไม่ให้แรงเกินไป กวนไข่ด้วยไม้ใบพาย ในการทดลองได้เลือกใช้บ่อเพาะฟักแบบบ่อขนาดเล็กที่เหมาะสมกับจำนวนแม่กุ้ง เพราะบ่อขนาดเล็กสามารถจัดการและทำความสะอาดบ่อได้ง่ายกว่าบ่อที่มีขนาดใหญ่

1.2.3 บ่อเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน

ใช้บ่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ส่วนมุมตัดโค้ง เป็นบ่อขนาดความจุ 10 ตัน สร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังด้านในทาสีครีมอ่อน ๆ เพื่อความสะดวกในการสังเกตสีของน้ำและพื้นก้นบ่อ สามารถดูดตะกอนและทำความสะอาดได้ง่าย พื้นก้นบ่อมีความลาดเอียงมาทางท่อระบายน้ำออก บ่อเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนนี้จะมีผ้าใบสีดำปิดอยู่ด้วย และสร้างอยู่ภายในโรงอาคารเพาะฟักที่สามารถควบคุมความเข้มแสงและอุณหภูมิให้คงที่ตามที่ต้องการได้ ติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศ เครื่องทำความร้อน ท่อส่งน้ำทะเล ท่อส่งน้ำจืด เครื่องสูบน้ำแบบจุ่มลงใต้น้ำ (submersible pump) และถุงกรองน้ำไว้ให้พร้อม

1.2.4 บ่อเพาะเลี้ยงอาหารที่มีชีวิต

เป็นบ่อกลม มีก้นบ่อแบน ทำจากไฟเบอร์กลาสแบบโปร่งแสง ขนาดความจุ 2,000 ลิตร วางอยู่กลางแจ้ง สามารถเคลื่อนย้ายได้ มีจำนวน 7 ใบ การจัดการทั่วไป

โดยปกติความจุของบ่อเลี้ยงอาหารมีชีวิต ควรมีปริมาณร้อยละ 20 ของความจุของบ่อที่เลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนทั้งหมด

1.2.5 บ่อตกตะกอน บ่อกรองน้ำ และบ่อเก็บน้ำ

ทำจากคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด น้ำทะเลที่สูบได้จากธรรมชาติ นำมาเก็บพักไว้ในบ่อตกตะกอนก่อน จากนั้นจึงนำไปผ่านกระบวนการกรองในบ่อกรอง ใช้ระบบการกรองแบบแรงโน้มถ่วงของโลก และใช้แรงจากเครื่องสูบน้ำ โดยสูบผ่านหม้อกรองทางด้านล่าง น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะไหลออกทางด้านบนและไหลไปรวมกันที่บ่อเก็บ ใช้เครื่องสูบน้ำ สูบน้ำไปเก็บที่หอเก็บน้ำวัสดุการกรองประกอบด้วยทรายขาว ทรายหยาบ กรวด ถ่าน และถ่านหิน เป็นต้น

1.2.6 การเตรียมบ่อ

บ่อที่ทำจากคอนกรีตเสริมเหล็กที่พึ่งสร้างใหม่ เติมน้ำทะเลหรือน้ำจืดจนเต็ม แล้วหว่านผงโพแทสเซียมอลูมินัมซัลเฟตลงไปในบ่อ 250 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร แช่ทิ้งไว้ประมาณหนึ่งสัปดาห์ เพื่อล้างและปรับสภาพบ่อให้เป็นกลางก่อน

บ่อคอนกรีตที่ใช้แล้วและบ่อไฟเบอร์กลาส ให้ปรับสภาพ pH โดยการเติมน้ำจนเต็ม และแช่ทิ้งไว้จน pH ในบ่อคงที่

ทำความสะอาดบ่อต่าง ๆ ด้วยวิธีการล้างด้วยน้ำจืด ตากบ่อให้ได้รับแสงอาทิตย์จนแห้ง สำหรับบ่อที่ใช้แล้วหลายครั้ง จะล้างด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 12 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 200 ส่วนในล้าน แช่ไว้ 24 ชั่วโมง

1.3 ระบบการให้อากาศ

ใช้เครื่องเป่าอากาศแบบโรตารี (rotory blower) โดยเลือกเครื่องเป่าอากาศที่ให้ความจุอากาศประมาณ 4-5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที และมีความกดดันอากาศประมาณ 0.2-0.3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีไส้กรองอากาศและไส้กรองหยดน้ำมันที่อาจปะปนออกมากับอากาศด้วย หมุนเครื่องให้อากาศโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ติดตั้งสวิตช์อัตโนมัติเพื่อเปิดเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าสำรอง หรือติดตั้งวงจรเพื่อให้สัญญาณเตือนในกรณีที่กระแสไฟฟ้าขัดข้อง มีมอเตอร์ไฟฟ้าสำรองหรือเครื่องยนต์สำหรับหมุนเครื่องเป่าอากาศในกรณีฉุกเฉินด้วย

อากาศที่ได้จากเครื่องเป่าลม จะถูกส่งมาตามท่อพี.วี.ซี.ขนาดใหญ่ และแตกกิ่งก้านไปยังบ่อต่าง ๆ ด้วยท่อพี.วี.ซี.ขนาดเล็กลง เมื่อถึงบ่อเลี้ยง การให้อากาศจะผ่านทางสายยางและหัวทราย โดยมีก๊อกอากาศควบคุมปริมาณอากาศให้มากน้อยตามที่ต้องการ ประสิทธิภาพการให้อากาศขึ้นอยู่กับปริมาณอากาศ ขนาดรูของหัวทรายและการจัดสายยางให้มีจำนวนของหัวทรายกระจายอย่างทั่วถึงภายในบ่อ รูของหัวทรายควรมีขนาดเล็ก ใหม่ และไม่อุดตันเนื่องจากความสกปรก จำนวนหัวทรายควรมี 1-2 หัวต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต ป้องกันการไหลกลับของน้ำเวลาเครื่องให้อากาศไม่ทำงาน โดยยกระดับของท่อพี.วี.ซี.ให้สูงกว่าระดับของขอบบ่อไม่น้อยกว่า 1 เมตร

1.4 การเตรียมน้ำทะเล

น้ำทะเลที่ใช้ในการเพาะฟัก สามารถนำเข้ามาด้วยวิธีสูบโดยตรงจากทะเล โดยก่อสร้างท่อนำน้ำเข้ายื่นออกไปในทะเล แล้วใช้เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (centrifugal pump) สูบน้ำเข้ามา ในกรณีที่น้ำมีความขุ่นใสสูงหรือตะกอนสิ่งแขวนลอยมาก จะสูบน้ำมาเก็บไว้ที่บ่อตกตะกอนก่อน เมื่อสิ่งแขวนลอยตกตะกอนดีแล้วจึงค่อยสูบน้ำผิวบนซึ่งใสสะอาดไปยังบ่อกรองต่อไป

คุณภาพน้ำก่อนนำไปใช้ยังบ่อเพาะฟักต่าง ๆ ควรเป็นน้ำทะเลที่มีคุณภาพดี มีความเค็ม 30 ถึง 33 ส่วนในพัน อุณหภูมิ 26 ถึง 29 องศาเซลเซียส มีความใสสะอาด อย่างไรก็ตามการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยวิธีการกรองเพียงอย่างเดียว อาจจะยังไม่เพียงพอต่อความใสสะอาด เนื่องจากระบบการกรองเป็นระบบที่ใช้ความกดดันสูง เศษซากสิ่งมีชีวิต แบคทีเรีย และความสกปรก อาจผ่านระบบกรองออกมาได้ ดังนั้นอาจเพิ่มเติมวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้นอีกด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ เช่น การกรองด้วยวัสดุกรองอีกครั้ง การใช้แสงอัลตราไวโอเลต การใช้โอโซน และการใช้สารเคมี สำหรับการทดลองนี้เลือกใช้วิธีปรับปรุงด้วยสารเคมี เพราะเป็นวิธีการที่สะดวกและนิยมใช้กัน เช่น การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยสารประกอบไฮโปคลอไรด์เข้มข้น 20-30 ส่วนในล้านหรือฟอร์มาลีนเข้มข้น 500-1,000 ส่วนในล้าน หรือโพวีโดน ไอโอดีนเข้มข้น 1-3 ส่วนในล้าน เป็นต้น อย่างไรก็ตามหลังจากที่ใช้สารเคมีแล้ว ควรกำจัดสารเคมีที่ตกค้างออกไปด้วยวิธีการให้อากาศอย่างแรง ทิ้งไว้ให้ถูกแสงหรือตรวจสอบสารตกค้าง เมื่อไม่มีสารพิษตกค้างแล้วจึงจะนำไปใช้ได้ นอกจากนี้น้ำทะเลที่จะนำไปใช้ทุกครั้งที่ปลายท่อทางน้ำออกจะต้องผ่านถุงกรองน้ำขนาด 60 ไมครอนเสมอ

1.5 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ

ใช้แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่จับรวบรวมได้จากธรรมชาติ ทางแถบทะเลฝั่งอันดามัน โดยซื้อแม่กุ้งจากชาวประมงอวนลอยท้องถิ่น จังหวัดสตูล ลำเลียงแม่พันธุ์ที่มีไข่แก่มายังโรงเพาะฟักทางรถยนต์ เนื่องจากระยะทางไกลมากกว่า 200 กิโลเมตร จึงเลือกวิธีบรรจุแม่พันธุ์ลงในถุงพลาสติกขนาด 20 x 30 นิ้ว ใส่น้ำทะเล 5-6 ลิตร อัดอากาศด้วยออกซิเจน แล้วบรรจุลงในกล่องโฟม ควบคุมอุณหภูมิภายในให้ได้ 20-23 องศาเซลเซียส ด้วยถุงใส่น้ำแข็งเล็ก ๆ 1-2 ใบ ใส่ลงในกล่องโฟม ถุงลำเลียง 1 ใบสามารถใส่แม่กุ้ง 1 ตัว สวมยางใส้ไก่รถจักรยานไว้ที่ส่วนกรีหัวกุ้งเพื่อป้องกันการทำลายถุงลำเลียงและป้องกันการทำร้ายกันเอง

เมื่อแม่พันธุ์ถึงโรงเพาะฟักแล้ว ควรเลี้ยงแม่พันธุ์ให้เจริญพันธุ์เต็มที่ การเลี้ยงควรเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 2-7 ตัวต่อตารางเมตร สัดส่วนระหว่างเพศคือ ตัวเมีย 1-2 ตัว ต่อตัวผู้ 1 ตัว มีระบบน้ำไหลถ่ายเทได้อย่างต่อเนื่อง อัตราการเปลี่ยนน้ำอย่างน้อยร้อยละ 60-70 ต่อวันของน้ำภายในบ่อทั้งหมด การให้อาหาร ให้อาหารสดที่มีโปรตีนสูง เช่น เนื้อปลาหมึก หอยแมลงภู่ หอยแครง และหอยกะพง เป็นต้น การให้อาหารจะให้วันละ 3 เวลา ในปริมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว กำจัดเศษอาหารเหลือที่ตกค้างในบ่ออย่างสม่ำเสมอ

1.6 การเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อน

1.6.1 การเพาะเลี้ยงแพลงค์ตอนพืช

แพลงค์ตอนพืชที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนในระยะแรก ได้แก่ *Chaetoceros calcitrans*, *Skeletonema costatum* และ *Tetraselmis sp.*

1.6.1.1 น้ำ ที่ใช้เพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ภายในห้องปฏิบัติการ ควรนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน (autoclaves) ที่ความกดดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที ส่วนน้ำที่จะใช้เพาะเลี้ยงแพลงค์ตอนภายนอกห้องปฏิบัติการ ควรฆ่าเชื้อด้วยแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ จำนวน 15 กรัมต่อน้ำทะเล 1 ตัน ปล่อยทิ้งไว้ 2-3 วันจึงจะนำมาใช้ได้

1.6.1.2 เครื่องแก้ว สำหรับการเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ เครื่องแก้วจะต้องมีความสะอาด ปลอดจากเชื้อจุลินทรีย์ ใช้ตู้อบ (ovens) อบเครื่องแก้วทั้งหมดด้วยอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

1.6.1.3 อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วยโต๊ะปฏิบัติการ กล้องจุลทรรศน์ เครื่องชั่ง ชุดเครื่องมือวิเคราะห์น้ำและตู้เลี้ยงเชื้อ เป็นต้น

1.6.1.4 อาหารธาตุและสูตรอาหาร สูตรอาหารสำหรับการขยายพันธุ์แพลงค์ตอนพืชในห้องปฏิบัติการนั้นมีหลายสูตรด้วยกัน ที่นิยมใช้กันมาก คือ สูตรของ Guillard's media สูตรของ Conway's media สูตรของ Provasali's media และสูตรของ Sato and Serikawa's media สำหรับการทดลองนี้ใช้สูตรของ Sato and Serikawa's media ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

	Stock solution	ปริมาณ/น้ำทะเล 1 ลิตร
$NaNO_3$	5.0 กรัม / 100 มล.	2 มล.
$NaHCO_3$	16.8 กรัม / ลิตร	10 มล.
$Na_2SiO_3.9H_2O$	2.0 กรัม / ลิตร	2 มล.
$Na_2HPO_4.12H_2O$	5.0 กรัม / ลิตร	2 มล.
PL.solution	*	1 มล.

* PL.solution

Na_2EDTA	3.00 กรัม
$FeCl_3.6H_2O$	0.24 กรัม
$ZnCl_2$	0.03 กรัม
$MnCl_2.4H_2O$	0.27 กรัม
$CoCl_2.6H_2O$	0.80 มิลลิกรัม
$CuSO_4.5H_2O$	0.40 มิลลิกรัม
H_3BO_3	3.44 กรัม
น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร

สำหรับการเพาะขยายแพลงค์ตอนพืชนอกห้องปฏิบัติการ มีสูตรดัดแปลงได้ดังนี้

สูตรที่ 1	KNO_3	100.00	กรัม
	Na_2HPO_4	10.00	กรัม
	$FeCl_3$	2.50	กรัม
	Na_2SiO_3	5.00	กรัม
	Vitamin B_{12}	0.01	กรัม
	น้ำทะเล	1.00	ตัน
สูตรที่ 2	Urea (46-0-0)	60	กรัม
	NPK (15-15-15)	30	กรัม
	Na_2SiO_3	15	กรัม
	น้ำทะเล	1	ตัน

1.6.1.5 วิธีการเพาะขยายและเก็บเกี่ยวผลผลิต เริ่มจากการเพาะขยายภายในห้องปฏิบัติการก่อน แพลงค์ตอนพืชจะเจริญเติบโตและมีปริมาณมากขึ้นจาก 20 มิลลิลิตร จนได้ 200 ลิตรภายในเวลา 1-2 สัปดาห์ จากนั้นจึงนำออกไปเพาะขยายภายนอกห้องปฏิบัติการ แพลงค์ตอนพืชจะสามารถเจริญเติบโตจาก 200 ลิตร เป็น 1 ตัน จาก 1 ตันเป็น 10 ตัน หรือมากกว่านั้นเรื่อยไป

วิธีการเพาะขยาย นำน้ำทะเลที่ฆ่าเชื้อแล้วมาใส่ลงในถังไฟเบอร์กลาสแบบโปร่งแสง กรองน้ำด้วยถุงกรองน้ำขนาด 5 ไมครอน เติมปุ๋ยตามสูตร แล้วนำเอาหัวเชื้อแพลงค์ตอนพืชบริสุทธิ์ตั้งต้น (starter) มาเติม ในอัตราส่วน 1 : 50 หรือ 1: 100 (หัวเชื้อ : น้ำทะเล) ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน แพลงค์ตอนพืชจะมีมากเพียงพอสำหรับการเพาะขยายต่อ ๆ ไป หรืออาจจะใช้เป็นตัวตั้งต้นต่อน้ำทะเล 1 : 10 หรือ 1 : 20 ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 วันก็ได้

การเก็บเกี่ยวผลผลิต ใช้วิธีกาลักน้ำ โดยใช้สายยางดูดน้ำออกจากบ่อเพาะขยาย ปลายสายยางข้างที่น้ำออกผูกด้วยถุงกรองแพลงค์ตอนพืช ขนาดน้อยกว่า 30 ไมครอน กรองเอาแต่เฉพาะแพลงค์ตอนพืชเท่านั้น เสร็จแล้วเก็บรวบรวมไว้ในถังซึ่งสามารถนำไปเป็นอาหารให้แก่ลูกกุ้งได้ทันที สำหรับการทดลองนี้จะเก็บเกี่ยว Skeletonema ด้วยสายยางขนาด 2 นิ้ว ถุงกรองแพลงค์ตอนขนาด 25 x 80 เซนติเมตร ใช้วิธีกาลักน้ำเป็นเวลาประมาณ 15-20 นาที หรือมีความหนาแน่นที่จะใช้สำหรับเป็นอาหารประมาณ 6.0-8.0 x 10^6 เซล/มิลลิลิตร

1.6.2 การเพาะเลี้ยงแพลงค์ตอนสัตว์

สำหรับการทดลองนี้ใช้อาร์ทีเมียเพียงชนิดเดียวในการอนุบาลลูกกุ้ง อาร์ทีเมียสามารถหาซื้อได้ในรูปของไข่อาร์ทีเมียบรรจุกระป๋อง การฟักไข่สามารถกระทำได้ง่ายดังนี้

1) นำไข่อาร์ทีเมียออกมาจากกระป๋อง ชั่งไข่อาร์ทีเมียประมาณ 3.6 กรัมต่อน้ำทะเล 1 ลิตร

2) ล้างด้วยน้ำทะเลที่สะอาดประมาณ 15-20 นาที เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและอนุภาคขนาดเล็กอื่น ๆ ที่เกาะอยู่ที่ผิวของไข่ออกไป

3) นำน้ำทะเลที่ฆ่าเชื้อแล้วมาใส่ลงในถังเพาะอาร์ทีเมีย ซึ่งเป็นถังที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อสะดวกต่อการเก็บเกี่ยว ความเค็มของน้ำประมาณ 30-32 ส่วนในพัน ปรับลมให้อากาศแรง ๆ

4) นำไข่อาร์ทีเมียใส่ลงในถังเพาะตามอัตราส่วนของปริมาตรน้ำที่เตรียมเอาไว้ ปรับลมให้อากาศแรง ๆ อาร์ทีเมียจะสามารถฟักออกเป็นตัวได้ภายใน 24-48 ชั่วโมง

5) การเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมียจะเก็บเกี่ยวหลังจากเพาะฟักแล้วประมาณ 24 ชั่วโมง อาร์ทีเมียจะมีพฤติกรรมเข้าหาแสง ฉะนั้นจึงควรยกสายยางหินอากาศขึ้น เพื่อให้น้ำหยุดนิ่งหรือปิดเครื่องให้อากาศ ทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที ไข่อาร์ทีเมียที่ไม่ได้ฟักหรือเปลือกไข่จะลอยอยู่ที่ผิวหน้าน้ำ ตัวอ่อนอาร์ทีเมียจะจมอยู่ด้านล่าง ถังเพาะที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเป็นถังพลาสติกสีดำ ด้านก้นถังจะเป็นพลาสติกโปร่งแสง การใช้แสงล่อทางก้นถังจะสามารถรวบรวมอาร์ทีเมียได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น เปิดก๊อกน้ำทางด้านล่างของก้นถังเพาะ ดักตัวอ่อนอาร์ทีเมียที่ติดมากับน้ำด้วยกระชอนผ้ากรองตาละเอียด เพื่อรวบรวมตัวอาร์ทีเมียไว้

6) ล้างตัวอ่อนด้วยน้ำทะเลที่ใสสะอาด หรือแช่ฟอร์มาลีนเข้มข้น 100 ส่วนในล้าน เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง เพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนนำไปให้ลูกกุ้งกิน

7) การฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับเปลือกไข่อาร์ทีเมีย ใช้วิธีแช่ไข่อาร์ทีเมียในน้ำจืดที่ผสมคลอรีนผง 20 ส่วนในล้านส่วน ให้อากาศ และแช่นานประมาณ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำไปกรองและล้างด้วยน้ำสะอาด ก่อนที่จะนำไปเพาะฟักในน้ำทะเลต่อไป

1.6.3 การเตรียมอาหารผงสำเร็จรูป

ในการทดลองเน้นการใช้อาหารมีชีวิตในการอนุบาลลูกกุ้ง แต่ในบางครั้งอาหารมีชีวิตอาจผลิตได้ไม่เพียงพอกับความต้องการ อาหารผงสำเร็จรูปจึงมีส่วนช่วยได้มาก การให้อาหารผงสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง สามารถเตรียมได้ง่ายและสะดวก อาหารผงสำเร็จรูปสามารถหาซื้อได้ในรูปของอาหารผงสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง วิธีการเตรียมสามารถศึกษาได้จากคำแนะนำข้างกระป๋อง ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีละลายน้ำให้อาหารผงอยู่ในรูปของสารแขวนลอย แล้วนำไปผ่านผ้ากรอง กำหนดขนาดของเม็ดอาหารให้เหมาะสมกับระยะวัยของลูกกุ้ง การให้อาหารสำเร็จรูปจะต้องมีความระมัดระวังและคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมภายในบ่อ อย่าให้อาหารมากเกินไป เลือกชนิดที่มี

คุณค่าทางอาหารเหมาะสม เป็นของใหม่ ไม่เก่าเก็บ และที่สำคัญจะต้องมีขนาดอนุภาคเหมาะสม ขนาดของอนุภาคอาหารที่เหมาะสมกับวัยลูกกุ้ง กำหนดได้ดังนี้

ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	*ระยะวัยอ่อน*
น้อยกว่า 50	โปรโตซูเอีย I, II
50 – 100	โปรโตซูเอีย III ถึงไมซีส I
100 – 250	ไมซีส II, III
250 – 350	ระยะแรกของโพสลาวา

1.6.3.1 Microencapsulated feed (MCF)

เป็นอาหารผงสำเร็จรูปที่ผลิตจากเนื้อปลา ปลาหมึก กุ้ง ไข่ไก่ แป้งสาลี ยีสต์ นมผง สไปรูไลนา ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ต่าง ๆ ผลิตโดยบริษัท Aqualine ประเทศแคนาดา ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งระยะโปรโตซูเอียจนถึงไมซีสในการทดลองนี้กำหนดไว้ที่ 1.5 กรัมต่อลูกกุ้ง 1 แสนตัวต่อปริมาตรน้ำในบ่อ 1 ตัน ต่อ 1 มื้อ ให้เสริมกับอาหารมีชีวิตวันละ 1-3 มื้อต่อวัน

1.6.3.2 Artificial artemia powder (AAP)

เป็นอาหารผงสำเร็จรูปที่ผลิตจากเนื้อปลา กุ้ง ยีสต์ นมผง ไข่แดง วิตามิน และเกลือแร่ ผลิตโดยบริษัทไวท์เครนประเทศไทย มี 3 ขนาดด้วยกัน คือ AAP เบอร์ 1 ขนาดประมาณ 80-150 ไมครอน เหมาะสมสำหรับลูกกุ้งระยะโพสลาวาที่ 1 ถึง 6 AAP เบอร์ 2 ขนาดประมาณ 150-250 ไมครอน เหมาะสำหรับลูกกุ้งระยะโพสลาวาที่ 7-10 และ AAP เบอร์ 3 ขนาด 250-350 ไมครอน เหมาะสำหรับลูกกุ้งระยะโพสลาวาที่ 11 ขึ้นไป ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งในการทดลองนี้กำหนดเท่ากับ 1.5 กรัมต่อลูกกุ้ง 1 แสนตัว ต่อปริมาตรน้ำในบ่อ 1 ตันต่อ 1 มื้อ ให้เสริมกับอาร์ทีเมียมีชีวิตวันละ 1-3 มื้อต่อวัน

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 การวางแผนการทดลอง

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomize design, CRD) โดยกำหนดสิ่งทดลองหรือระดับความหนาแน่น แบ่งออกเป็น 3 ระดับ หรือ 3 สิ่งทดลอง (treatment) แต่ละสิ่งทดลองมี 2 ซ้ำ (replication) โดยใช้บ่ออนุบาลขนาดความจุ 10 ตัน จำนวน 6 บ่อ ดังนี้

1) บ่อที่ 1 และ 6 อัตราความหนาแน่น 500,000 ตัว/บ่อ หรือ 70 ตัว/ลิตร

2) บ่อที่ 2 และ 5 อัตราความหนาแน่น 1,000,000 ตัว/บ่อ หรือ 140 ตัว/ลิตร

3) บ่อที่ 3 และ 4 อัตราความหนาแน่น 1,500,000 ตัว/บ่อ หรือ 210 ตัว/ลิตร

ทำการสุ่มวัดความยาวลูกกุ้งทุกวัน และสุ่มนับจำนวนลูกกุ้งทุก ๆ 2 วัน การสุ่มวัดความยาวจะทำการสุ่มวัดจำนวนครั้งละประมาณ 40 ตัวต่อบ่อ โดยวัดความยาวทั้งหมดของลูกกุ้งจากปลายสุดของหัวจนถึงปลายสุดของหาง การสุ่มวัดความยาวใช้สำหรับการศึกษาการเจริญเติบโต ในขณะที่การสุ่มนับจำนวนลูกกุ้งใช้สำหรับการศึกษาอัตราการรอดตาย

2.2 การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

2.2.1 ลูกกุ้งกุลาดำระยะนอเพลียส

ลูกกุ้งกุลาดำระยะนอเพลียสที่จะใช้ในการทดลองนี้ คัดเลือกมาจากแม่พันธุ์กุ้งที่เลี้ยงอยู่ภายในโรงเพาะฟักซึ่งมีระยะการเจริญเติบโตของรังไข่และวางไข่ในช่วง

เวลาใกล้เคียงกัน ใช้วิธีการสุ่มตลอดในการคัดเลือกลูกกุ้ง เพื่อปล่อยลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นต่าง ๆ ตามที่แผนการทดลองกำหนดไว้

2.2.2 การสุ่มนับจำนวนลูกกุ้ง

ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินจำนวนลูกกุ้งที่มีอยู่ในบ่อ การสุ่มนับจำนวนก่อนทำการทดลองจะทำให้ทราบว่าได้ทำการปล่อยในอัตราความหนาแน่นเป็นไปตามที่ได้ยอกแบบวางแผนไว้หรือไม่ และในขณะทำการทดลองจะทำให้ทราบว่ามีจำนวนลูกกุ้งเหลือรอดจากการทดลองในแต่ละระยะเท่าใด การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มครั้งละ 1 ลิตร เป็นจำนวน 5 ครั้ง นับจำนวนกุ้งทุกตัว จำนวนลูกกุ้งเฉลี่ยที่นับได้ต่อลิตรสามารถนำไปคำนวณหาจำนวนลูกกุ้งที่มีอยู่ทั้งหมดภายในบ่อได้ อย่างไรก็ตามวิธีการนี้สามารถปฏิบัติได้เฉพาะลูกกุ้งระยะนอเพลียสจนถึงลูกกุ้งระยะโพสลาวา 4 เท่านั้น เพราะหลังจากนี้ลูกกุ้งจะจมลง และมีพฤติกรรมหากินตามพื้นก้นบ่อ ซึ่งยากแก่การสุ่มนับ การประเมินอัตราการรอดจึงไม่สามารถประเมินได้ในช่วงนี้ จะต้องรอจนกว่าจะมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตจึงจะทราบผลได้

2.2.3 อาหารและการให้อาหาร

2.2.3.1 ชนิดอาหารและปริมาณอาหาร

ชนิดอาหารที่ใช้ในการอนุบาล ได้แก่ แพลงค์ตอนพืช แพลงค์ตอนสัตว์ และอาหารผงสำเร็จรูป ปริมาณอาหารที่ให้ลูกกุ้งกินนั้นจะไม่กำหนดตายตัว ขึ้นอยู่กับขนาดของลูกกุ้งและขนาดของอาหาร การปฏิบัติเกี่ยวกับการให้อาหารปฏิบัติเช่นเดียวกันกับทุกบ่อที่ทำการทดลอง บันทึกระยะของลูกกุ้ง ชนิด และปริมาณอาหารที่ให้จริงตลอดระยะที่ทำการทดลอง

2.2.3.2 เวลาการให้อาหาร

การให้อาหารจะให้ในแต่ละมื้อจำนวนน้อย ๆ แต่จะให้บ่อยครั้ง เพราะจะไม่ทำให้น้ำเสียและลูกกุ้งมีโอกาสกินได้อย่างทั่วถึง ระยะเวลาการให้อาหารแบ่งออกเป็น 6 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 เวลา 02.00 น. ครั้งที่ 2 เวลา 06.00 น. ครั้งที่ 3 เวลา 10.00 น. ครั้งที่ 4 เวลา 14.00 น. ครั้งที่ 5 เวลา 18.00 น. และครั้งที่ 6 เวลา 22.00 น.

2.2.4 การจัดการคุณภาพน้ำ

ให้อากาศอย่างเพียงพอ ใช้ผ้าใบคลุมปากบ่อเพื่อป้องกันแสง เมื่อพื้นก้นบ่อสกปรกให้ทำความสะอาดด้วยวิธีการกาลักน้ำ บันทึกปริมาตรน้ำที่เติมลงในบ่อ และปริมาตรน้ำที่ได้ทำการถ่ายเปลี่ยนออกไป ตรวจวิเคราะห์ความเค็มของน้ำ อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และสารประกอบไนโตรเจน เพื่อให้ทราบค่าและจัดการคุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสม บันทึกปริมาตรน้ำจืดที่เติมลงในบ่อเพื่อลดความเค็ม การใช้เครื่องทำความร้อน (heater) การให้อากาศและการถ่ายเปลี่ยนน้ำที่มีของเสียจำพวกไนโตรเจนสูงออกไป

2.2.4.1 ความเค็ม

ความเค็มในบ่อเพาะฟักที่เหมาะสมต่อการวางไข่และการฟักไข่จะจัดการให้มีความเค็มอยู่ในช่วง 30-32 ส่วนในพัน ความเค็มของน้ำจะค่อย ๆ ลดลงในระหว่าง 15 วันแรกของการอนุบาล หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างกะทันหัน การปรับความเค็มจะใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์และน้ำจืด การเปลี่ยนแปลงความเค็มจะเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ วันละ 2-3 ส่วนในพัน

2.2.4.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 26 ถึง 31 องศาเซลเซียส สำหรับการทดลองจะสามารถปรับให้คงที่อยู่ในราว 30 องศาเซลเซียส หากต่ำกว่านี้การใช้ผ้าใบคลุมและเครื่องทำความร้อน (heater) สามารถปรับให้ค่อนข้างคงที่ได้ หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกระทันหัน

2.2.4.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ระวังเครื่องให้อากาศหยุดเนื่องจากกระแสไฟฟ้าขัดข้อง จะต้องเตรียมการก่อนไว้ให้พร้อม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิกรัม/ลิตร การวางสายยางและหินอากาศจะต้องวางอย่างเพียงพอและมีอากาศเป่าออกไปอย่างทั่วถึง

2.2.4.4 ความเป็นกรดเป็นด่างและสารประกอบไนโตรเจน

ความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 7.5 ถึง 8.5 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะบอกให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายในบ่อ โดยเฉพาะค่าแอมโมเนียในรูปที่ไม่แตกตัว ถ้าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูง ระดับแอมโมเนียในรูปที่ไม่แตกตัวจะสูงขึ้น ซึ่งเป็นพิษต่อลูกกุ้ง จะต้องตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ

2.3 การเก็บเกี่ยวผลผลิตและการลำเลียงขนส่งลูกกุ้ง

ลดน้ำในบ่อโดยใช้เครื่องสูบน้ำผ่านกล่องกรองเช่นเดียวกับการถ่ายเปลี่ยนน้ำ แต่ลดน้ำลงให้เหลือประมาณ 1 ใน 3 ของความลึกของบ่อ ใช้สวิงช้อนลูกกุ้งในบ่ออนุบาล เมื่อช้อนตักได้มากพอแล้ว ใช้ขันตักลูกกุ้งในสวิงพร้อมกับน้ำด้วย ใส่ลงในถัง

หรือกะละมัง รีบนำลูกกุ้งที่อยู่ในถังนี้ไปเทใส่ลงในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 0.5-1.0 ตัน ซึ่งบรรจุน้ำและมีสายยางให้อากาศพร้อมอยู่แล้ว

เมื่อรวบรวมลูกกุ้งจากบ่ออนุบาลลงในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 0.5-1.0 ตัน แล้ว ก่อนบรรจุขนส่งจะต้องนับจำนวนลูกกุ้งลงในกะละมัง เพื่อใช้เปรียบเทียบความหนาแน่นก่อน สำหรับการทดลองจะบรรจุในอัตราความหนาแน่น 2,500 ตัว/ถุง ใช้สวิงช้อนลูกกุ้งในถังไฟเบอร์กลาส ตักใส่ลงในกะละมังที่มีขนาดเท่ากัน และมีปริมาณน้ำเท่ากันกับกะละมังที่ใช้เปรียบเทียบความหนาแน่น การเปรียบเทียบจะใช้วิธีเปรียบเทียบด้วยสายตา เมื่อมองเห็นแล้วว่าไม่มีความแตกต่างกัน ให้ถือว่ามีจำนวนเท่ากัน วิธีการนี้ได้ผลใกล้เคียงความจริง และจะใช้เป็นวิธีประเมินผลผลิตขั้นสุดท้ายของการทดลองด้วย

เทน้ำและลูกกุ้งที่อยู่ในกะละมังลงในถุงพลาสติก ขนาด 60 x 40 เซนติเมตร ส่วนใหญ่จะบรรจุน้ำทะเลพร้อมลูกกุ้งไม่เกิน 6-8 ลิตร อัดด้วยก๊าซออกซิเจน รวบปากถุงหมุนเป็นเกลียว และมัดด้วยยางจนแน่น นำถุงพลาสติกที่บรรจุลูกกุ้งแล้วลำเลียงขนส่งได้ทันทีทางรถยนต์ หรือถ้าหากระยะทางไกลหรืออุณหภูมิอากาศร้อนหรือลำเลียงในเวลากลางวัน จะต้องนำถุงบรรจุลงในกล่องโฟมหรือถังพลาสติก ซึ่งควบคุมอุณหภูมิภายในกล่องให้ลดลงเหลือประมาณ 22-25 องศาเซลเซียสด้วยถุงน้ำแข็งเล็ก ๆ ด้วยวิธีการนี้จะสามารถลำเลียงได้นานกว่า 12 ชั่วโมง

2.4 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่อนุบาลด้วยความหนาแน่นต่างระดับ

2.4.1 อุปกรณ์และสารเคมี

2.4.1.1 เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)

2.4.1.2 พีเอชมิเตอร์ (pH meter)

2.4.1.3 เครื่องมือวัดความเค็ม (salinometer)

2.4.1.4 ขวดบีโอดี (BOD bottle)

2.4.1.5 กระบอกตวง ขนาด 100 มิลลิลิตร

2.4.1.6 กรวยรูปสามเหลี่ยม ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.4.1.7 บีกเกอร์ ขนาด 250, 500 มิลลิลิตร

2.4.1.8 ปิเปตต์ (pipette) ขนาด 1, 5, 10 มิลลิลิตร

2.4.1.9 บิวเร็ตต์ (burette) ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.4.1.10 ขาตั้งยึดบิวเร็ตต์พร้อมที่หนีบสองทาง

2.4.1.11 หลอดหยด (Dropper)

2.4.1.12 ลูกยางสำหรับดูด

2.4.1.13 หลอดทดลอง

2.4.1.14 เซลล์แก้วบรรจุสารขนาดกว้าง 1.0 เซนติเมตร

2.4.1.15 สเปคโตโฟโตมิเตอร์ของ LKB Ultrospec II UV-visible spectrophotometer

2.4.1.16 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

2.4.1.17 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาไนไตรท์-ไนโตรเจน

2.4.1.18 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาไนเตรท-ไนโตรเจน

2.4.1.19 สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

2.4.2 วิธีการวิเคราะห์

วัดอุณหภูมิของน้ำในบ่ออนุบาลด้วยเทอร์โมมิเตอร์ วัดความเค็มด้วย Salinometre ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดยใช้พีเอชมิเตอร์ วิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธีติเตรชัน (titration) วิเคราะห์หาไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ด้วยวิธี Colorimetric method โดยใช้

เครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ วิธีการวิเคราะห์ทั้งหมดสามารถศึกษารายละเอียดได้ตามที่ ไมตรีและจารุวรรณ (2525) เป็นผู้เรียบเรียงไว้

2.5 การใช้ยา

ยาที่ใช้ในการอนุบาล ได้แก่ ยาปฏิชีวนะ และฟอร์มาลีน เป็นต้น การใช้ยาระหว่างการอนุบาลนั้นจะไม่กำหนดตายตัว ขึ้นอยู่กับการตรวจวินิจฉัย การปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะจะปฏิบัติเช่นเดียวกันกับทุกบ่อที่ทำการทดลอง บันทึกระยะของลูกกุ้ง ชนิดของยา และปริมาณยาที่ให้จริง ตลอดระยะที่ทำการทดลอง

2.5.1 BU-N และ BU-Z

เป็นชื่อทางการค้าของยา วิตามิน และสารเร่งการเจริญเติบโต การใช้จะใช้ควบคู่กัน กระป๋องหนึ่ง คือ BU-N ไม่ได้ระบุรายละเอียดชนิดของยา ระบุแต่เพียงว่าเป็นวิตามินและสารเร่งการเจริญเติบโต อีกกระป๋องหนึ่ง คือ BU-Z ไม่ได้ระบุชื่อตัวยาเช่นเดียวกัน ระบุว่าประกอบด้วยยาฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา สรรพคุณของยาทั้งสองชนิดเมื่อใช้ควบคู่กันจะช่วยเร่งการเจริญเติบโต มีวิตามินเสริม ลดความเครียด รักษาโรคกุ้งสีฟ้า โรคเน่าเปื่อย โรคกระเพาะลำไส้ โรคท้องเสีย อุจจาระเป็นสีเขียว ผลิตโดยบริษัท Best union trading ประเทศไทย อัตราการใช้ตั้งแต่ลูกกุ้งระยะนอเพลียสจนถึงระยะโปรโตซูเอีย ใช้ยาชนิดละ 1 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 1 ตัน หรือ 1 ส่วนในล้านส่วน ละลายยาในน้ำสะอาดก่อน เสร็จแล้วสาดให้ทั่วบ่อ

2.5.2 ฟูราซาน โกลด์ 321

ผลิตโดยบริษัทไวท์เครน ประเทศไทย สรรพคุณระบุข้างกระป๋องว่าสามารถปรับสภาพน้ำเพื่อป้องกันโรคลำตัว ครีบ และหางเปื่อย ป้องกันเชื้อราและรอยแดงบนลำตัว อัตราการใช้ในการทดลองนี้ 5 กรัมต่อน้ำในบ่อ 1 ตัน

2.5.3 ไบราไซท์

มีเอกสารกำกับยาระบุ ใช้เพื่อป้องกันและรักษาโรคปรสิตภายนอกสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีตัวยาประกอบด้วย Toltrazuril เป็นผลิตภัณฑ์จากประเทศเยอรมันนี จัดจำหน่ายโดยบริษัทปูนคุณภาพ จำกัด สรรพคุณ ใช้ป้องกันและรักษาโรคโปรโตซัว ปรสิต เช่น ซูโอแทมเนียม อิพิไทลิส อะซีนีตา วอติเซลลา ไมโครสบอร์ริเดียม และปลิงใส เป็นต้น ขนาดและวิธีใช้สำหรับการทดลองนี้ ใช้ยา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ตัน ละลายยาด้วยน้ำสะอาด แล้วสาดให้ทั่วบ่อ

2.6 การศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับ

วิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตลูกกุ้ง ราคาจำหน่ายลูกกุ้งในขณะนั้น วิเคราะห์ผลได้และต้นทุน สามารถให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าหรือไม่ เปรียบเทียบในแต่ละอัตราความหนาแน่น ศึกษาค่าใช้จ่ายประเภทการลงทุน (ต้นทุนคงที่) ค่าใช้จ่ายประเภทดำเนินงาน (ต้นทุนผันแปร) รายรับจากการจำหน่ายผลผลิตและผลตอบแทนสุทธิ โดยผลตอบแทนสุทธิ = รายได้ทั้งหมดที่เป็นเงินสด – (ค่าใช้จ่ายผันแปร + ค่าใช้จ่ายคงที่) วิธีการวิเคราะห์ใช้วิธีการตามที่ฉัตร (2526) เป็นผู้เรียบเรียงไว้

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1 ศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต การรอดตาย อัตราการรอดตาย การศึกษาคุณสมบัติของน้ำ ผลผลิต ต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนที่เกิดจากอิทธิพลของอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ใช้การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (analysis of variance) ตามวิธีการที่จรัญ (2519) เรียบเรียงไว้

3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของอิทธิพลของอัตราความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต การรอดตาย อัตราการรอดตาย การศึกษาคุณสมบัติ

ของน้ำ ผลผลิต ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทน ใช้วิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้วิธีการคำนวณตามที่จรัญ (2519) เรียบเรียงไว้

ผลการทดลอง

1. การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

เมื่อไข่กุ้งฟักออกเป็นตัวแล้ว ได้ทำการย้ายจากบ่อเพาะฟักไปยังบ่ออนุบาล ขนาด 10 ตัน ระดับความสูงของน้ำ 7 ตัน ปล่อยลูกกุ้งระยะนอเพลียสในอัตราเริ่มต้นครั้งแรกลงในบ่อ 1 และ 6 70 ตัว/ลิตร บ่อ 2 และ 5 140 ตัว/ลิตร และบ่อ 3 และ 4 210 ตัว/ลิตร ทำการสุ่มนับจำนวนอีกครั้งหลังจากปล่อยแล้ว ซึ่งทำให้ได้อัตราความหนาแน่นใหม่จากการสุ่มนับจำนวน ดังนี้ บ่อ 1 73.1 ตัว/ลิตร บ่อ 2 152.0 ตัว/ลิตร บ่อ 3 215.4 ตัว/ลิตร บ่อ 4 217.1 ตัว/ลิตร บ่อ 5 148.0 ตัว/ลิตร บ่อ 6 74.0 ตัว/ลิตร เฉลี่ยอัตราความหนาแน่นบ่อ 1 และ 6 73.6 ตัว/ลิตร บ่อ 2 และ 5 150 ตัว/ลิตร และบ่อ 3 และ 4 216.3 ตัว/ลิตร

1.1 ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร ได้ทำการทดลองอนุบาลด้วยวิธีการเดียวกันเหมือนกันทุกระดับความหนาแน่น และทุกซ้ำ ดังรายละเอียดที่มีในตารางที่ 1-6

1.1.1 ระยะนอเพลียส

ลูกกุ้งระยะนอเพลียส ยังไม่ต้องการอาหาร แต่จะใช้อาหารจากถุงไข่แดงก่อน อย่างไรก็ตามได้ให้แพลงค์ตอนพืชก่อนล่วงหน้า คือ Skeletonema เข้มข้นประมาณ $6.0\text{-}8.0\times10^{6}$ เซล/มล. ปริมาณ 20 ลิตร/มื้อ เมื่อลูกกุ้งระยะนอเพลียสลอกคราบ และเข้าสู่ระยะโปรโตซูเอียแล้ว จะได้รับอาหารทันที

1.1.2 ระยะโปรโตซูเอีย

ระยะนี้ลูกกุ้งจะเริ่มกินอาหารแล้ว ส่วนใหญ่เป็นแพลงค์ตอนพืชที่มีขนาดประมาณ 50 ไมครอน อัตราการให้อาหารจึงให้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ เช่น Skeletonema ปริมาณ 20 ลิตร/มื้อ หรือให้มีความหนาแน่นประมาณ 50,000-100,000 เซล/มล. การสังเกตการกินอาหารของกุ้งในระยะนี้ อาจดูจากขี้กุ้งที่ติดก้น ถ้ายาว 4-5 เท่าของความยาวลำตัว แสดงว่ากินอาหารดี ระยะนี้ได้ให้อาหารผงสำเร็จรูปเสริมด้วยในอัตรา 1.5 กรัม/ตัน/มื้อ

1.1.3 ระยะไมซีส

เมื่อลูกกุ้งเจริญเติบโตมาถึงระยะนี้ อาหารที่ให้ผลดีจะเป็นแพลงค์ตอนสัตว์ การยังคงให้แพลงค์ตอนพืชผสมลงไปด้วยจะทำให้ได้ผลดีขึ้น ลูกกุ้งระยะไมซีสแต่ละตัวสามารถบริโภคอาร์ทีเมียวัยอ่อนได้ประมาณ 20-50 ตัวต่อวัน ในทางปฏิบัติจะยังคงให้ Skeletonema อยู่ต่อไปอีกปริมาณ 20 ลิตร/มื้อ อาร์ทีเมียวัยอ่อนหนาแน่นอยู่ประมาณ 0.5-1.5 ตัวต่อมิลลิลิตร หรือไข่อาร์ทีเมียแห้ง 5 กรัมต่อน้ำในบ่ออนุบาล 1 ตัน ให้อาหารผงสำเร็จรูปเสริมได้อีกปริมาณ 1.5 กรัม/ตัน/มื้อ

1.1.4 ระยะโพสลาวา

ลูกกุ้งวัยนี้มักชอบกินอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ลูกกุ้งระยะโพสลาวาเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า กุ้งพี ระยะโพสลาวาแรก ๆ พี 1 ถึง 6 (P1-P6) สามารถกินอาร์ทีเมียได้มากขึ้น ประมาณ 100-200 ตัวต่อโพสลาวา 1 ตัวต่อวัน ในทางปฏิบัติจะยังคงให้แพลงค์ตอนพืชเสริมอยู่บ้าง แต่ลดน้อยลงมาก ให้อาหารจำพวกอาร์ทีเมียเพิ่มเป็น 6.0-7.5 กรัมต่อตัน หรือให้มีความหนาแน่นอยู่ประมาณ 2.5-3.0 ตัวต่อมิลลิลิตร และเมื่อลูกกุ้งเจริญเติบโตหลังจากพี 6 ไปแล้ว ลูกกุ้งจะมีพฤติกรรมจับอาหารและอาศัยอยู่ตามพื้นก้นบ่อ การให้อาหาร ให้อาหารเสริมด้วยอาหารผงสำเร็จรูปหรืออาหารเม็ด 1.5 กรัม/ตัน/มื้อ

ตารางที่ 1 ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวันหลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 1 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 500,000 ตัว/บ่อ หรือ 70 ตัว/ลิตร

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
1	Nauplius									Furazan 5กรัม/ตัน
2	Nauplius6 Protozoea1	Skeletonema MCF	20 ลิตร/มื้อ 1/ 1.5 กรัม/ตัน 2/	*	*	*	*	 *		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
3	Protozoea1 Protozoea2	Skeletonema MCF	20 ลิตร/มื้อ 1.5 กรัม/ตัน	*	 *	*	 *	*	 *	Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
4	Protozoea2 Protozoea3	Skeletonema MCF	20 ลิตร/มื้อ 1.5 กรัม/ตัน	*	 *	*	 *	*	 *	อุปกรณ์ไฟฟ้าเสีย เครื่องให้อากาศหยุดทำงาน 4 ชั่วโมง
5	Protozoea Mysis 1	Skeletonema MCF	20 ลิตร/มื้อ 1.5 กรัม/ตัน	*	 *	*	 *	*	 *	Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
6	Mysis 1 Mysis 2	Skeletonema MCF	20 ลิตร/มื้อ 1.5 กรัม/ตัน	*	 *	*	 *	*	 *	Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
7	Mysis 2	Skeletonema MCF	20 ลิตร/มื้อ 1.5 กรัม/ตัน	*	 *	*	*	*	*	Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
8	Mysis 3	Skeletonema Artemia	20 ลิตร/มื้อ 5 กรัม/ตัน 3/	*		*				Antifoam 1.5 มล./ตัน
9	Mysis 3 Postlarva1	Skeletonema Artemia MCF	20 ลิตร/มื้อ 5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*						Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1.5 ตัน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
10	Postlarvae2	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
11	Postlarvae3	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน 4/	*	*	*	* *	*	*	ถ่ายน้ำออกจากบ่อ 4.5 ตัน เติมน้ำลงบ่อ 2 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน
12	Postlarvae4	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน
13	Postlarvae5	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
14	Postlarvae6	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน กรองน้ำภายในบ่อ 40 นาที
15	Postlarvae7	Artemia AAP2	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน
16	Postlarvae8	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	 *	*	*	*	*	 *	
17	Postlarvae9	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	 *	ถ่ายน้ำออก 3 ตัน เพิ่ม 2 ตัน ฟอร์มาลีน 5 มล./ตัน
18	Postlarvae10	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	 *	Furazan 5 กรัม/ตัน
19	Postlarvae11	Artemia AAP3	10 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	 *	*	 *	*	*	 *	เติมน้ำลงในบ่อ 1 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน

ตารางที่ 1 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
20	Postlarvae12	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
21	Postlarvae13	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน
22	Postlarvae14	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	ฟอร์มาลีน 10 มล./ตัน เครื่องสูบน้ำเสีย
23	Postlarvae15	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
24	Postlarvae16	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	

1/ Skeletonema เข้มข้นประมาณ 6.0-8.0x10^6 เซล/มิลลิลิตร

2/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว MCF 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

3/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว Artemia 5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 4-6 มื้อ

4/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว AAP 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

ตารางที่ 2 ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวันหลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 2 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 1,000,000 ตัว/บ่อ หรือ 140 ตัว/ลิตร

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
1	Nauplius									Furazan 5กรัม/ตัน
2	Nauplius6 Protozoea1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ 1/	*	*	*	*			Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน 2/					*		
3	Protozoea1 Protozoea2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
4	Protozoea2 Protozoea3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		อุปกรณ์ไฟฟ้าเสีย เครื่องให้อากาศหยุดทำงาน 4 ชั่วโมง
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
5	Protozoea Mysis 1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
6	Mysis 1 Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
7	Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*	*	*	*	Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*					
8	Mysis 3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*				Antifoam 1.5 มล./ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน 3/	*	*	*	*	*	*	
9	Mysis 3 Postlarva1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*						Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1.5 ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*		*		
		MCF	1.5 กรัม/ตัน				*		*	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
10	Postlarvae2	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
11	Postlarvae3	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน 4/	*	*	*	* *	*	*	ถ่ายน้ำออกจากบ่อ 4.5 ตัน เติมน้ำลงบ่อ 2 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน
12	Postlarvae4	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน
13	Postlarvae5	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
14	Postlarvae6	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน กรองน้ำภายในบ่อ 40 นาที
15	Postlarvae7	Artemia AAP2	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน
16	Postlarvae8	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	 *	*	*	*	*	 *	
17	Postlarvae9	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	 *	ถ่ายน้ำออก 3 ตัน เพิ่ม 2 ตัน ฟอร์มาลีน 5 มล./ตัน
18	Postlarvae10	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	 *	Furazan 5 กรัม/ตัน
19	Postlarvae11	Artemia AAP3	10 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	 *	*	 *	*	*	 *	เติมน้ำลงในบ่อ 1 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
20	Postlarvae12	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
21	Postlarvae13	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน
22	Postlarvae14	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	ฟอร์มาลีน 10 มล./ตัน เครื่องสูบน้ำเสีย
23	Postlarvae15	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
24	Postlarvae16	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	

1/ Skeletonema เข้มข้นประมาณ 6.0-8.0x10^6 เซล/มิลลิลิตร

2/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว MCF 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

3/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว Artemia 5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 4-6 มื้อ

4/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว AAP 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

ตารางที่ 3 ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวันหลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 3 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 1,500,000 ตัว/บ่อ หรือ 210 ตัว/ลิตร

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
1	Nauplius									Furazan 5กรัม/ตัน
2	Nauplius6 Protozoea1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ 1/	*	*	*	*			Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน 2/					*		
3	Protozoea1 Protozoea2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
4	Protozoea2 Protozoea3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		อุปกรณ์ไฟฟ้าเสีย เครื่องให้อากาศหยุดทำงาน 4 ชั่วโมง
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
5	Protozoea Mysis 1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
6	Mysis 1 Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
7	Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*	*	*	*	Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*					
8	Mysis 3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*				Antifoam 1.5 มล./ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน 3/	*	*	*	*	*	*	
9	Mysis 3 Postlarva1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*						Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1.5 ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*		*		
		MCF	1.5 กรัม/ตัน				*		*	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
10	Postlarvae2	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
11	Postlarvae3	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน 4/	*	*	*	*	*	*	ถ่ายน้ำออกจากบ่อ 4.5 ตัน เติมน้ำลงบ่อ 2 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน
12	Postlarvae4	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน
13	Postlarvae5	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
14	Postlarvae6	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน กรองน้ำภายในบ่อ 40 นาที
15	Postlarvae7	Artemia AAP2	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน
16	Postlarvae8	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
17	Postlarvae9	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	ถ่ายน้ำออก 3 ตัน เพิ่ม 2 ตัน ฟอร์มาลีน 5 มล./ตัน
18	Postlarvae10	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน
19	Postlarvae11	Artemia AAP3	10 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	เติมน้ำลงในบ่อ 1 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
20	Postlarvae12	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
21	Postlarvae13	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน
22	Postlarvae14	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	ฟอร์มาลีน 10 มล./ตัน เครื่องสูบน้ำเสีย
23	Postlarvae15	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
24	Postlarvae16	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	

1/ Skeletonema เข้มข้นประมาณ 6.0-8.0x10^6 เซล/มิลลิลิตร

2/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว MCF 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

3/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว Artemia 5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 4-6 มื้อ

4/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว AAP 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

ตารางที่ 4 ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวันหลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 4 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 1,500,000 ตัว/บ่อ หรือ 210 ตัว/ลิตร

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
1	Nauplius									Furazan 5กรัม/ตัน
2	Nauplius6 Protozoea1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ 1/	*	*	*	*			Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน 2/					*		
3	Protozoea1 Protozoea2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
4	Protozoea2 Protozoea3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		อุปกรณ์ไฟฟ้าเสีย เครื่องให้อากาศหยุดทำงาน 4 ชั่วโมง
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
5	Protozoea Mysis 1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
6	Mysis 1 Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
7	Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*	*	*	*	Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*					
8	Mysis 3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*				Antifoam 1.5 มล./ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน 3/	*	*	*	*	*	*	
9	Mysis 3 Postlarva1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*						Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1.5 ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*		*		
		MCF	1.5 กรัม/ตัน				*		*	

ตารางที่ 4 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
10	Postlarvae2	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม/ตัน
11	Postlarvae3	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน 4/	*	*	*	 *	*	*	ถ่ายน้ำออกจากบ่อ 4.5 ตัน เติมน้ำลงบ่อ 2 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน
12	Postlarvae4	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน
13	Postlarvae5	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
14	Postlarvae6	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน กรองน้ำภายในบ่อ 40 นาที
15	Postlarvae7	Artemia AAP2	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน
16	Postlarvae8	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	 *	*	*	*	*	 *	
17	Postlarvae9	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	 *	ถ่ายน้ำออก 3 ตัน เพิ่ม 2 ตัน ฟอร์มาลีน 5 มล./ตัน
18	Postlarvae10	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	 *	Furazan 5 กรัม/ตัน
19	Postlarvae11	Artemia AAP3	10 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	 *	*	 *	*	*	 *	เติมน้ำลงในบ่อ 1 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน

ตารางที่ 4 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
20	Postlarvae12	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
21	Postlarvae13	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน
22	Postlarvae14	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	ฟอร์มาลีน 10 มล./ตัน เครื่องสูบน้ำเสีย
23	Postlarvae15	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
24	Postlarvae16	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	

1/ Skeletonema เข้มข้นประมาณ 6.0-8.0x10^6 เซล/มิลลิลิตร

2/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว MCF 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

3/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว Artemia 5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 4-6 มื้อ

4/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว AAP 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

ตารางที่ 5 ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวันหลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 5 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 1,000,000 ตัว/บ่อ หรือ 140 ตัว/ลิตร

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
1	Nauplius									Furazan 5กรัม/ตัน
2	Nauplius6 Protozoea1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ 1/	*	*	*	*			Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน 2/					*		
3	Protozoea1 Protozoea2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
4	Protozoea2 Protozoea3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		อุปกรณ์ไฟฟ้าเสีย เครื่องให้อากาศหยุดทำงาน 4 ชั่วโมง
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
5	Protozoea Mysis 1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
6	Mysis 1 Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
7	Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*	*	*	*	Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*					
8	Mysis 3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*				Antifoam 1.5 มล./ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน 3/	*	*	*	*	*	*	
9	Mysis 3 Postlarva1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*						Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1.5 ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*		*		
		MCF	1.5 กรัม/ตัน				*		*	

ตารางที่ 5 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
10	Postlarvae2	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
11	Postlarvae3	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน 4/	*	*	*	 *	*	*	ถ่ายน้ำออกจากบ่อ 4.5 ตัน เติมน้ำลงบ่อ 2 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน
12	Postlarvae4	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน
13	Postlarvae5	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
14	Postlarvae6	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน กรองน้ำภายในบ่อ 40 นาที
15	Postlarvae7	Artemia AAP2	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน
16	Postlarvae8	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	 *	*	*	*	*	 *	
17	Postlarvae9	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	 *	ถ่ายน้ำออก 3 ตัน เพิ่ม 2 ตัน ฟอร์มาลีน 5 มล./ตัน
18	Postlarvae10	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	 *	*	*	 *	Furazan 5 กรัม/ตัน
19	Postlarvae11	Artemia AAP3	10 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	 *	*	 *	*	*	 *	เติมน้ำลงในบ่อ 1 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน

ตารางที่ 5 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
20	Postlarvae12	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
21	Postlarvae13	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน
22	Postlarvae14	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	ฟอร์มาลีน 10 มล./ตัน เครื่องสูบน้ำเสีย
23	Postlarvae15	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
24	Postlarvae16	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	

1/ Skeletonema เข้มข้นประมาณ 6.0-8.0x10^6 เซล/มิลลิลิตร

2/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว MCF 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

3/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว Artemia 5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 4-6 มื้อ

4/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว AAP 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

ตารางที่ 6 ชนิดอาหาร ปริมาณอาหาร เวลาการให้อาหาร ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะต่าง ๆ ตามจำนวนวันหลังจากฟักเป็นตัว (อายุ) ของบ่ออนุบาลที่ 6 ซึ่งมีอัตราความหนาแน่น 500,000 ตัว/บ่อ หรือ 70 ตัว/ลิตร

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
1	Nauplius									Furazan 5กรัม/ตัน
2	Nauplius6 Protozoea1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ 1/	*	*	*	*			Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน 2/					*		
3	Protozoea1 Protozoea2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
4	Protozoea2 Protozoea3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		อุปกรณ์ไฟฟ้าเสีย เครื่องให้อากาศหยุดทำงาน 4 ชั่วโมง
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
5	Protozoea Mysis 1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
6	Mysis 1 Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*		*		Furazan 5 กรัม/ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*		*		*	
7	Mysis 2	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*	*	*	*	Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน		*					
8	Mysis 3	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*		*				Antifoam 1.5 มล./ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน 3/	*	*	*	*	*	*	
9	Mysis 3 Postlarva1	Skeletonema	20 ลิตร/มื้อ	*						Furazan 5 กรัม/ตัน
		Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*		*		เติมน้ำลงบ่อ 1.5 ตัน
		MCF	1.5 กรัม/ตัน				*		*	

ตารางที่ 6 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
10	Postlarvae2	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน Bu-N และ Bu-Z อย่างละ 1 กรัม /ตัน
11	Postlarvae3	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน 4/	*	*	*	*	*	*	ถ่ายน้ำออกจากบ่อ 4.5 ตัน เติมน้ำลงบ่อ 2 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน
12	Postlarvae4	Artemia AAP1	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน
13	Postlarvae5	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Bayrasite 5 มล./ตัน เติมน้ำลงบ่อ 1 ตัน
14	Postlarvae6	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน กรองน้ำภายในบ่อ 40 นาที
15	Postlarvae7	Artemia AAP2	6 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน
16	Postlarvae8	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
17	Postlarvae9	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	ถ่ายน้ำออก 3 ตัน เพิ่ม 2 ตัน ฟอร์มาลีน 5 มล./ตัน
18	Postlarvae10	Artemia AAP2	7.5 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Furazan 5 กรัม/ตัน
19	Postlarvae11	Artemia AAP3	10 กรัม/ตัน 1.5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	เติมน้ำลงในบ่อ 1 ตัน สีน้ำทะเลเทียม 0.4 กรัม/ตัน

ตารางที่ 6 (ต่อ)

อายุ (วัน)	ระยะ	ชนิดอาหาร	ปริมาณอาหาร	เวลาการให้อาหาร						ยา สารเคมี และการจัดการคุณภาพน้ำ
				06	10	14	18	22	02	
20	Postlarvae12	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
21	Postlarvae13	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	Antifoam 5 มล./ตัน
22	Postlarvae14	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	ฟอร์มาลีน 10 มล./ตัน เครื่องสูบน้ำเสีย
23	Postlarvae15	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	
24	Postlarvae16	Artemia	5 กรัม/ตัน	*	*	*	*	*	*	

1/ Skeletonema เข้มข้นประมาณ 6.0-8.0x10^6 เซล/มิลลิลิตร

2/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว MCF 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

3/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว Artemia 5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 4-6 มื้อ

4/ สำหรับลูกกุ้ง 1 แสนตัว AAP 1.5 กรัม/น้ำในบ่อ 1 ตัน วันละ 1-3 มื้อ

1.1.5 การจัดการคุณภาพน้ำ

ในระยะโปรโตซูเอียให้อากาศอย่างเพียงพอ ใช้ผ้าคลุมปากบ่อเพื่อป้องกันแสง เติมน้ำลงในบ่อในระยะไมซีสและโพสลาวา ตั้งแต่ระยะไมซีสพื้นก้นบ่อจะเริ่มมีความสกปรก เนื่องจากตะกอนของเสียและซากกุ้งที่ตาย จะต้องทำความสะอาดพื้นก้นบ่อด้วยวิธีการกาลักน้ำ ดูดตะกอนของเสียและถ่ายเปลี่ยนน้ำผ่านกล่องกรอง (filter box) โดยเฉพาะระยะโพสลาวา การถ่ายเปลี่ยนน้ำและการดูดตะกอนของเสียจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและเป็นประจำ ดังรายละเอียดที่มีในตารางที่ 1-6

1.1.6 การใช้ยาและสารเคมี

การปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ยาและสารเคมี จะปฏิบัติเช่นเดียวกันทุกบ่อที่ทำการทดลอง ยาปฏิชีวนะจะใช้ในการป้องกันโรคในช่วงระยะที่มีการลอกคราบเปลี่ยนแปลงจากระยะนอเพลียสเป็นโปรโตซูเอีย จากโปรโตซูเอียเป็นไมซีส และจากไมซีสเป็นโพสลาวา เสริมวิตามินเป็นระยะ ๆ เมื่อมีการตรวจวินิจฉัยพบโปรโตซัวพวกซูโอแทมเนียมจะกำจัดออกไปด้วยฟอร์มาลีน การลงสีน้ำทะเลเทียมจะช่วยในการกรองแสงที่จะส่องลงไปในบ่อและการใช้แอนตีโฟมจะสามารถป้องกันการเกิดฟองอากาศได้

1.2 การเจริญพัฒนาการของลูกกุ้ง

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต การรอดตาย และอัตราการรอดตาย สามารถศึกษาผลการทดลองได้ในหัวข้อ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ สำหรับการเจริญพัฒนาการของลูกกุ้ง ไม่ว่าจะเป็นการทดลองอนุบาลในระดับความหนาแน่นเท่าใดนั้น ลูกกุ้งจะมีวิวัฒนาการและมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นระยะ ๆ ตามตารางที่ 7 และ 8 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.1 **ระยะนอเพลียส** (Nauplius)

ระยะนี้ลูกกุ้งจะยังไม่กินอาหาร แต่จะใช้อาหารจากถุงไข่แดง มีการเจริญเติบโตและลอกคราบหกครั้ง ระยะนี้รูปร่างคล้ายแมงมุม มีระยางค์สามคู่อยู่ที่ทางด้านหัวสุดจะเจริญไปเป็นหนวดคู่สั้น (1st antenna) ตอนปลายจะไม่แยกเป็นแฉก สำหรับระยางค์คู่ที่สองและคู่ที่สามจะอยู่ถัดลงมา ส่วนปลายระยางค์ทั้งสองคู่นี้จะแยกเป็นแฉก ระยางค์คู่ที่สองจะเจริญไปเป็นหนวดคู่ยาว (2nd antenna) ระยางค์คู่ที่สามจะเจริญไปเป็นขากรรไกร (mandible) ตอนปลายระยะนอเพลียสส่วนหางจะแยกออกเป็น 2 แฉก และมีหนาม (furcal spine) ข้างละเจ็ดเส้น ทางด้านหน้ามีจุดสีดำ ซึ่งจะเจริญไปเป็นตาภายหลัง

1.2.2 **ระยะโปรโตซูเอีย** (Protozoea)

ลูกกุ้งระยะนี้จะเริ่มกินอาหาร มีการเจริญเติบโตและลอกคราบสามครั้ง แต่ละครั้งมีชื่อเรียกและมีรูปร่างดังนี้

1.2.2.1 ระยะโปรโตซูเอีย 1

ระยะนี้รูปร่างจะยาวขึ้น เห็นส่วนหัวและลำตัวแยกออกจากกันชัดเจน เปลือกคลุมหัวด้านหน้าค่อนข้างกลม ยังไม่มีกรี ระยางค์คู่ที่สามเจริญเป็นขากรรไกรชัดเจนยิ่งขึ้น ส่วนหางแยกเป็น 2 แฉก และมีหนามข้างละเจ็ดเส้น ลักษณะสำคัญของระยะนี้ คือ ตายังอยู่ภายในเปลือก มองเห็นเป็นจุดดำ ยังไม่มีก้านตา

1.2.2.2 ระยะโปรโตซูเอีย 2

รูปร่างยาวขึ้นอีก เปลือกคลุมหัวเริ่มขยายออกคลุมส่วนอก คลุมส่วน maxillipedes อันที่หนึ่งและอันที่สอง ส่วนหางยังคงแยกออกเป็นสองแฉก แต่ละแฉกมีหนามเจ็ดเส้น ลักษณะสำคัญของระยะนี้ คือ ตามีก้านตาโผล่ออกมา เปลือกคลุมหัวด้านหน้ามีกรีแหลมยื่นไปข้างหน้า

1.2.2.3 ระยะโปรโตซูเอีย 3

ปล้องส่วนท้องแต่ละปล้องยาวกว่าปล้องส่วนอก ขาเดิน (periopods) ของส่วนอกตอนปลายแยกเป็นแฉก แต่ยังไม่มีขน ลักษณะสำคัญของระยะนี้ คือ ระยางค์ส่วนท้องปล้องที่หกหรือปล้องสุดท้ายจะเจริญไปเป็นแพนหางให้เห็นเด่นชัด

1.2.3 **ระยะไมซีส** (Mysis)

ลูกกุ้งระยะนี้สามารถกินอาหารจำพวกแพลงค์ตอนพืชและแพลงค์ตอนสัตว์ การว่ายน้ำของลูกกุ้งระยะนี้มีลักษณะหัวทิ่มลงและดีดขึ้นลง ลูกกุ้งมีการลอกคราบสามครั้ง แต่ละครั้งมีชื่อเรียกและรูปร่าง ดังนี้

1.2.3.1 ระยะไมซีส 1

ส่วนหัวและอกมีเปลือกคลุม มีกรี ส่วนท้องมีหกปล้อง ปล้องที่หนึ่งถึงปล้องที่ห้ามีขนาดเท่ากัน ส่วนปล้องที่หกยาวกว่าปล้องอื่น ๆ และมีแพนหาง ขาเดินของส่วนอกตอนปลายแยกเป็นแฉก มีขน ใช้สำหรับว่ายน้ำ ลักษณะสำคัญของระยะนี้ คือ ระยางค์ของปล้องท้องปล้องที่หกจะเจริญเป็นแพนหางชัดเจนขึ้น ส่วนระยางค์ของปล้องท้องอื่น ๆ เจริญเป็นปุ่มนูนออกมาเท่านั้น

1.2.3.2 ระยะไมซีส 2

ส่วนหัวและส่วนอกมีเปลือกคลุมหัวโดยสมบูรณ์ ขาเดินของส่วนอกคู่ที่ 1 ถึง 3 เปลี่ยนแปลงเป็นก้ามหนีบ มีฟันกรีด้านบน 1 ซี่ ลักษณะสำคัญของระยะนี้คือ ระยางค์ขาว่ายน้ำของปล้องท้องจะเจริญงอกออกมาหนึ่งปล้อง

1.2.3.3 ระยะไมซีส 3

ขาเดินของส่วนอกมีข้อปล้องชัดเจน สามคู่แรกมีลักษณะเป็นก้ามและยาวขึ้น มีฟันกรีด้านบน 1-2 ซี่ ลักษณะสำคัญของระยะนี้ คือ ระยางค์ขาว่ายน้ำของปล้องท้องเจริญงอกงามออกมาอย่างสมบูรณ์ มี 2 ปล้อง

1.2.4 **ระยะโพสลาวา** (Postlarva)

รูปร่างคล้ายลูกกุ้งวัยรุ่นมาก ระยางค์ต่าง ๆ ครบเหมือนกุ้งตัวเต็มวัย แต่ยังมีการลอกคราบและเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงต่อไปอีก การลอกคราบแต่ละครั้งจะทำให้ลูกกุ้งมีรูปร่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ลักษณะสำคัญของลูกกุ้งระยะนี้ คือ ขาเดินสามคู่แรกมีลักษณะเป็นก้ามมองเห็นได้ชัด โดย 2 คู่แรกจะสั้น ส่วนคู่ที่สามจะยาวที่สุด เนื่องจากรูปร่างจะแตกต่างกันเล็กน้อย สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ยาก การพัฒนาการหลังจากนี้จะไม่เรียกตามระยะเวลาของการลอกคราบ แต่จะเรียกตามจำนวนวัน วันที่หนึ่งเรียกว่า โพสลาวาหนึ่ง วันที่สองเรียกว่าโพสลาวาสอง อย่างนี้เรื่อยไป ระยะโพสลาวาหนึ่งถึงเจ็ด ลูกกุ้งจะมีพฤติกรรมว่ายน้ำขนานกับน้ำและกระจัดกระจายทั่วไป แต่หลังจากนั้นมักชอบเกาะนิ่งและหากินตามพื้นท้องน้ำ

ตารางที่ 7 การพัฒนาการของไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วของกุ้งกุลาดำที่ใช้ในการทดลอง

เวลาหลังจากปฏิสนธิแล้ว		การพัฒนาการ	ขนาดเฉลี่ย (มม.)	อุณหภูมิ °C
ชั่วโมง	นาที			
-	-	1 เซล	0.256	28.5
-	45	2 เซล	0.256	28.5
1	-	4 เซล	0.256	29.0
1	15	4 เซล	0.269	29.0
1	30	8 เซล	0.281	29.0
1	45	8 เซล	0.282	28.7
2	-	16 เซล	0.282	28.5
2	15	32 เซล	0.282	28.5
2	30	64 เซล	0.282	28.5
2	45	128 เซล	0.282	28.5
4	30	2 nd antenna	0.288	29
6	30	3 rd antenna	0.288	29
8	-	1 st antenna	0.288	29
14	-	ฟักออกเป็นตัว	0.288	29

ตารางที่ 8 จำนวนวัน การพัฒนาการ ความยาวลำตัวเฉลี่ย และอุณหภูมิของการพัฒนาการของกุ้งกุลาดำเฉลี่ยทุกอัตราความหนาแน่น

จำนวนวัน เวลา หลังจากปฏิสนธิแล้ว		การพัฒนาการ	ความยาวลำตัวเฉลี่ย (มม.) ($\bar{x} \pm SD$)	อุณหภูมิ °C
จำนวนวัน	ชั่วโมง			
-	14	Nauplius 1	0.288 ± 0.037	28.0
-	15	Nauplius 1	0.290 ± 0.022	29.0
-	16	Nauplius 1	0.308 ± 0.062	29.3
-	17	Nauplius 1	0.311 ± 0.040	29.0
-	18	Nauplius 1	0.313 ± 0.021	29.0
-	19	Nauplius 2	0.318 ± 0.050	29.5
-	20	Nauplius 2	0.325 ± 0.013	29.3
-	21	Nauplius 2	0.332 ± 0.027	29.5
-	22	Nauplius 2	0.338 ± 0.051	29.5
-	23	Nauplius 3	0.345 ± 0.022	29.5
1	-	Nauplius 3	0.349 ± 0.064	29.5
1	1	Nauplius 3	0.354 ± 0.027	29.9
1	2	Nauplius 3	0.358 ± 0.043	29.2
1	3	Nauplius 3	0.362 ± 0.023	29.5
1	4	Nauplius 3	0.366 ± 0.011	29.3
1	7	Nauplius 3	0.371 ± 0.022	29.3
1	10	Nauplius 4	0.375 ± 0.021	29.5
1	13	Nauplius 4	0.388 ± 0.042	29.8
1	16	Nauplius 4	0.402 ± 0.063	30.0
1	19	Nauplius 5	0.415 ± 0.047	31.0
1	22	Nauplius 5	0.487 ± 0.093	31.0
2	1	Nauplius 5	0.503 ± 0.023	31.5

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จำนวนวัน เวลา หลังจากปฏิสนธิแล้ว		การพัฒนาการ	ความยาวลำตัวเฉลี่ย (มม.) ($\bar{x} \pm SD$)	อุณหภูมิ °C
จำนวนวัน	ชั่วโมง			
2	4	Nauplius 6	0.508 ± 0.022	32.0
2	10	Protozoea 1	0.975 ± 0.064	32.0
2	16	Protozoea 1	0.978 ± 0.049	32.0
2	22	Protozoea 1	1.089 ± 0.056	31.5
3	4	Protozoea 1	1.183 ± 0.023	31.5
3	9	Protozoea 1	1.216 ± 0.169	31.5
3	15	Protozoea 2	1.276 ± 0.080	31.5
3	21	Protozoea 2	1.829 ± 0.049	31.3
4	3	Protozoea 2	1.960 ± 0.090	31.0
4	9	Protozoea 2	2.059 ± 0.067	31.0
4	15	Protozoea 2	2.213 ± 0.087	32.0
4	21	Protozoea 3	2.469 ± 0.248	31.5
5	3	Protozoea 3	2.880 ± 0.135	31.0
5	9	Protozoea 3	2.987 ± 0.108	31.0
5	15	Protozoea 3	3.007 ± 0.124	32.0
5	21	Mysis 1	3.070 ± 0.137	32.0
6	3	Mysis 1	3.400 ± 0.370	31.3
6	9	Mysis 1	3.931 ± 0.150	31.0
6	15	Mysis 1	3.888 ± 0.117	30.5
6	21	Mysis 1	3.985 ± 0.060	30.5
7	9	Mysis 2	4.280 ± 0.180	30.2
7	15	Mysis 2	4.285 ± 0.129	31.0
7	21	Mysis 2	4.419 ± 0.226	31.0

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จำนวนวัน เวลา หลังจากปฏิสนธิแล้ว		การพัฒนาการ	ความยาวลำตัวเฉลี่ย (มม.) ($\bar{x} \pm SD$)	อุณหภูมิ °C
จำนวนวัน	ชั่วโมง			
8	3	Mysis 3	4.720 ± 0.292	30.8
8	9	Mysis 3	4.891 ± 0.308	31.0
8	15	Mysis 3	4.948 ± 0.107	32.9
8	21	Mysis 3	4.977 ± 0.143	31.0
9	10	Post larvae 1	5.202 ± 0.372	31.0

2 การเจริญเติบโต

ทำการทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่น 70, 140 และ 210 ตัว/ลิตร เริ่มทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตเมื่ออายุลูกกุ้งได้ 9 วัน หลังจากที่ฟักออกเป็นตัวแล้ว ซึ่งในขณะนี้ลูกกุ้งอยู่ในระยะโพสลาวาที่ 1 ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้นทดลอง ($\bar{x} \pm SD$) เท่ากับ 5.19 ± 0.69 (n=40) 5.55 ± 0.35 (n=40) และ 4.88 ± 0.08 (n=40) มิลลิเมตรตามลำดับ จากการวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (analysis of variance) พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่อเริ่มต้นเปรียบเทียบมีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางผนวกที่ 1)

ในขณะอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ได้วัดขนาดความยาวของการเจริญเติบโตของลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นทั้ง 3 ระดับ เป็นประจำทุกวัน หลังจากที่ได้ทำการอนุบาลเป็นเวลา 15 วัน สามารถศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตได้ ตามตารางที่ 9 และภาพที่ 1

การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ของการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่อายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน พบว่าความยาวเฉลี่ยของการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) (ตารางผนวกที่ 1)

การแพร่กระจายขนาดความยาวของลูกกุ้งดำลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่อายุลูกกุ้งได้ 9 วันจนถึงอายุ 24 วัน สามารถศึกษาได้ตามภาพที่ 2 ถึง 17

3. อัตราการเจริญเติบโต

การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ของอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่อายุได้ 9 วันจนถึงอายุ 24 วัน พบว่าความยาว

เฉลี่ยของการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นต่อวันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) (ตารางผนวกที่ 1)

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลอง ตั้งแต่ระยะโพสลาวาที่ 1 จนถึงโพสลาวาที่ 16 ของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ

ตารางที่ 9 ความยาวเฉลี่ย ($\bar{x} \pm SD$) ของการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ (มิลลิเมตร)

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ) หรือระยะกุ้ง			
		9 วัน (P1)	10 วัน (P2)	11 วัน (P3)	12 วัน (P4)
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	5.67 ± 0.63	6.10 ± 0.11	6.49 ± 0.56	6.86 ± 0.49
	6	4.70 ± 0.40	5.65 ± 0.54	6.39 ± 0.66	6.82 ± 0.60
	เฉลี่ย	5.19 ± 0.69	5.88 ± 0.32	6.44 ± 0.07	6.84 ± 0.03
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	5.30 ± 0.42	5.67 ± 0.29	6.52 ± 0.53	6.93 ± 0.58
	5	5.79 ± 0.42	5.57 ± 0.45	6.83 ± 0.47	7.61 ± 0.53
	เฉลี่ย	5.55 ± 0.35	5.62 ± 0.07	6.68 ± 0.22	7.27 ± 0.48
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	4.93 ± 0.59	5.30 ± 0.31	6.60 ± 0.49	6.68 ± 0.76
	4	4.83 ± 0.55	5.28 ± 0.38	6.21 ± 0.69	6.63 ± 0.45
	เฉลี่ย	4.88 ± 0.08	5.29 ± 0.01	6.40 ± 0.28	6.65 ± 0.04

ตารางที่ 9 (ต่อ)

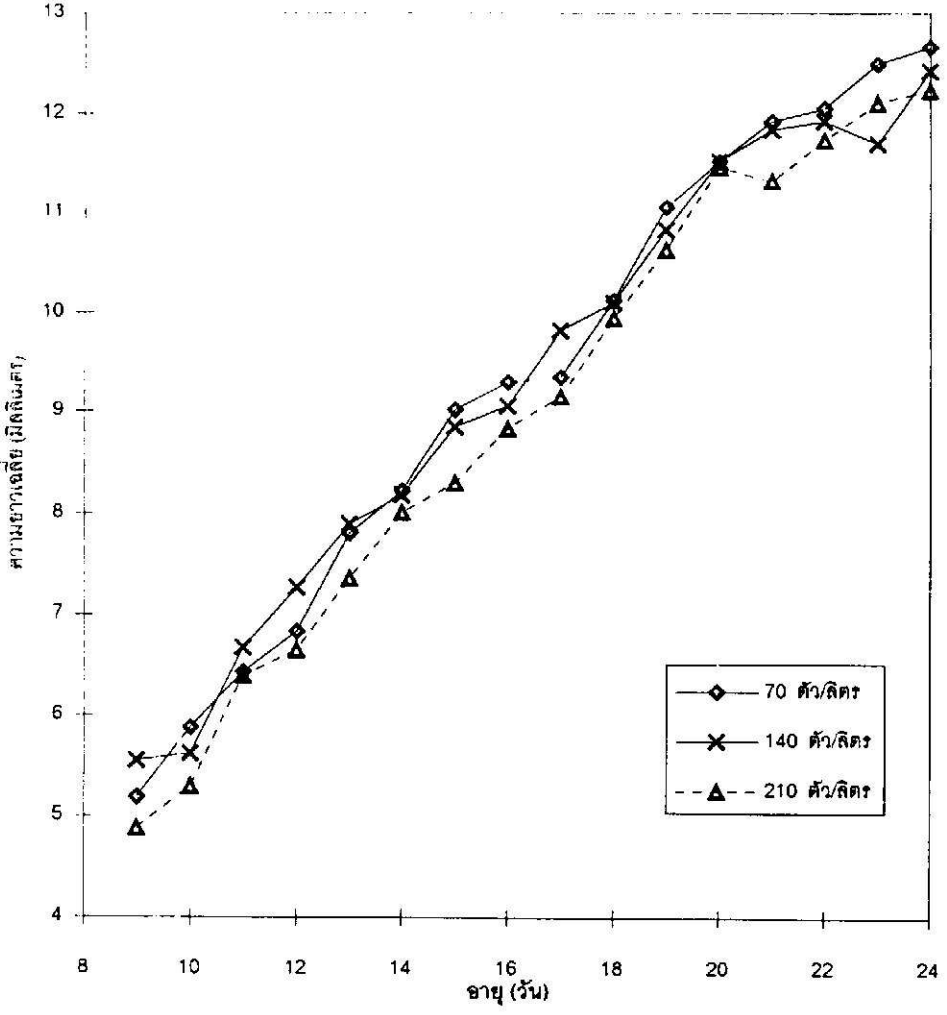
อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ) หรือระยะกุ้ง			
		13 วัน (P5)	14 วัน (P6)	15 วัน (P7)	16 วัน (P8)
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	8.14 ± 0.65	8.38 ± 0.70	8.77 ± 0.81	9.35 ± 0.57
	6	7.47 ± 0.91	8.05 ± 0.58	9.27 ± 0.73	9.24 ± 0.73
	เฉลี่ย	7.81 ± 0.47	8.22 ± 0.23	9.02 ± 0.35	9.30 ± 0.08
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	7.64 ± 0.64	7.79 ± 0.65	8.64 ± 0.64	8.74 ± 0.64
	5	8.17 ± 0.52	8.58 ± 0.77	9.05 ± 0.61	9.37 ± 0.82
	เฉลี่ย	7.90 ± 0.37	8.18 ± 0.56	8.85 ± 0.29	9.06 ± 0.45
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	7.64 ± 0.51	8.22 ± 0.77	8.68 ± 0.78	9.14 ± 0.96
	4	7.08 ± 0.75	7.79 ± 0.67	7.92 ± 0.97	8.52 ± 0.61
	เฉลี่ย	7.36 ± 0.40	8.01 ± 0.30	8.30 ± 0.54	8.83 ± 0.44

ตารางที่ 9 (ต่อ)

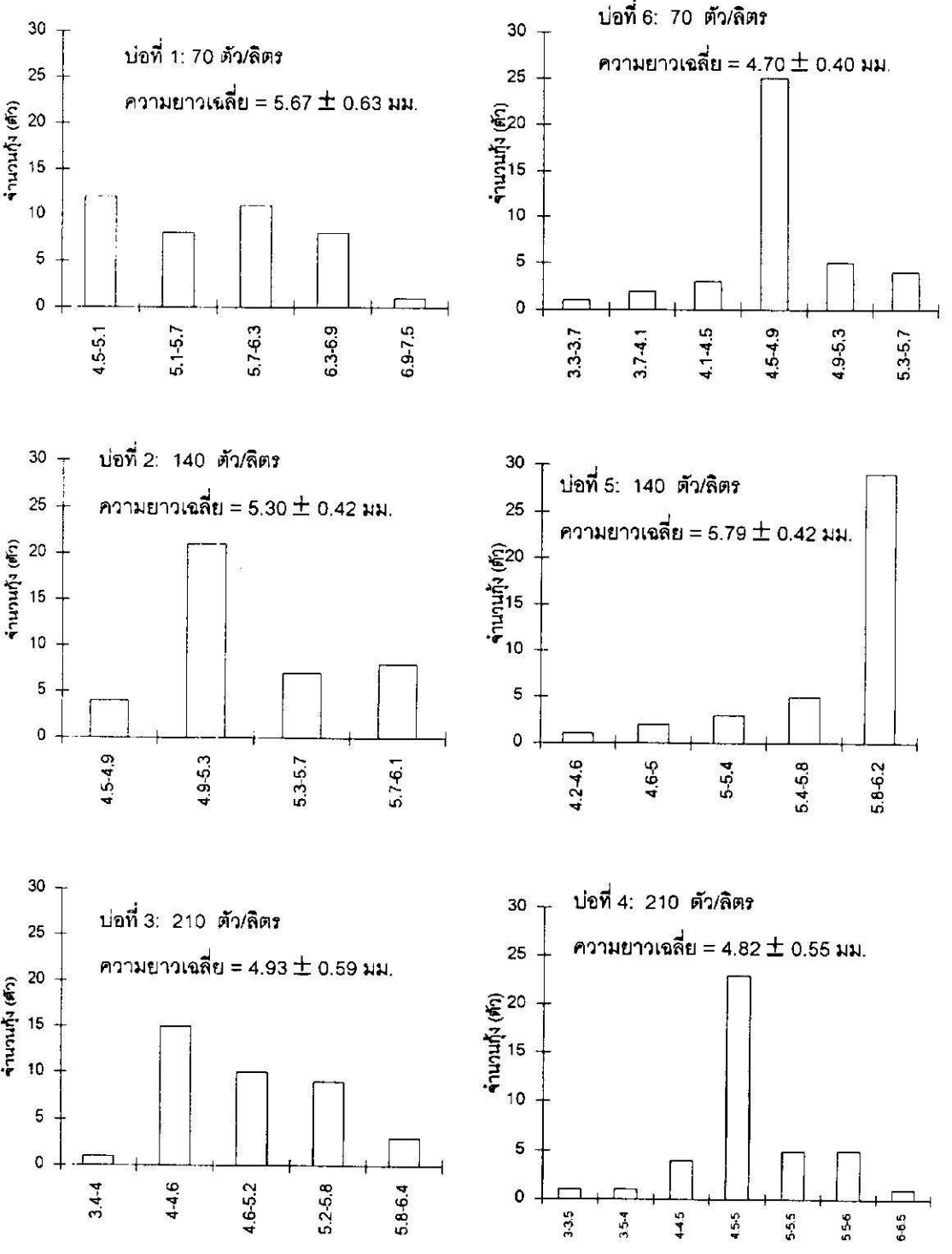
อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ) หรือระยะกุ้ง			
		17 วัน (P9)	18 วัน (P10)	19 วัน (P11)	20 วัน (P12)
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	10.07 ± 0.65	10.32 ± 0.65	10.86 ± 0.49	11.38 ± 0.58
	6	8.64 ± 0.88	9.91 ± 0.55	11.12 ± 0.88	11.66 ± 0.71
	เฉลี่ย	9.35 ± 1.01	10.12 ± 0.29	11.05 ± 0.10	11.52 ± 0.20
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	9.55 ± 0.81	9.93 ± 0.44	10.84 ± 0.57	11.21 ± 0.56
	5	10.09 ± 0.74	10.27 ± 0.62	10.80 ± 0.74	11.83 ± 0.76
	เฉลี่ย	9.82 ± 0.38	10.10 ± 0.24	10.82 ± 0.03	11.52 ± 0.44
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	9.72 ± 0.60	9.87 ± 0.64	10.86 ± 0.80	11.92 ± 0.48
	4	8.57 ± 0.88	10.01 ± 0.59	10.38 ± 0.89	11.00 ± 0.47
	เฉลี่ย	9.15 ± 0.81	9.94 ± 0.10	10.62 ± 0.34	11.46 ± 0.65

ตารางที่ 9 (ต่อ)

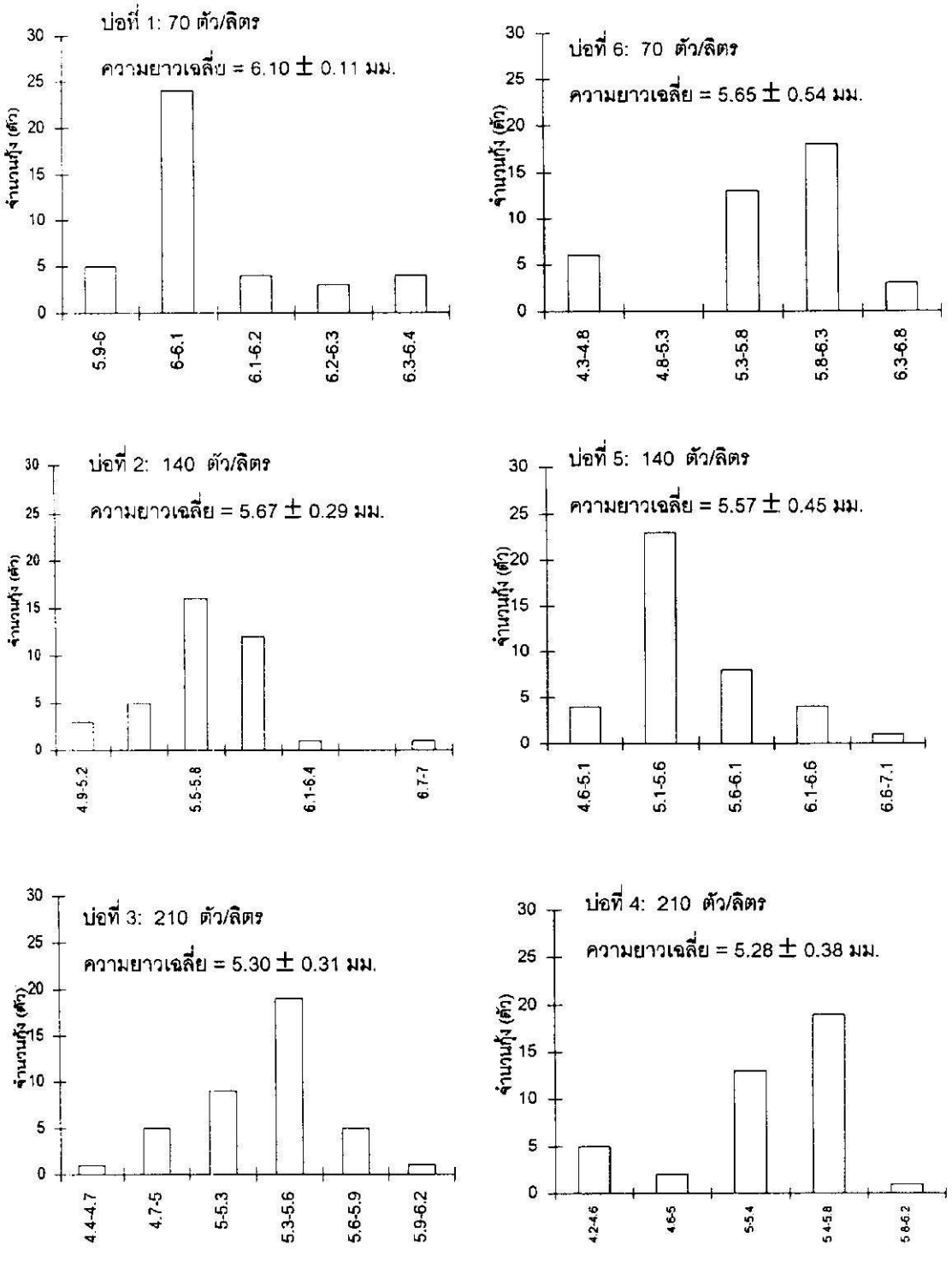
อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ) หรือระยะกุ้ง			
		21 วัน (P13)	22 วัน (P14)	23 วัน (P15)	24 วัน (P16)
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	12.12 ± 0.78	11.64 ± 0.71	12.59 ± 0.75	12.61 ± 1.03
	6	11.72 ± 0.80	12.46 ± 0.81	12.37 ± 0.91	12.68 ± 0.90
	เฉลี่ย	11.92 ± 0.28	12.05 ± 0.58	12.48 ± 0.16	12.65 ± 0.05
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	11.37 ± 0.70	11.67 ± 0.58	12.08 ± 0.48	11.93 ± 0.61
	5	12.31 ± 0.62	12.16 ± 0.72	11.31 ± 1.14	12.88 ± 0.75
	เฉลี่ย	11.84 ± 0.66	11.92 ± 0.35	11.70 ± 0.54	12.41 ± 0.67
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	11.74 ± 0.86	12.01 ± 0.85	12.43 ± 0.47	12.99 ± 0.80
	4	10.90 ± 0.74	11.45 ± 0.73	11.76 ± 0.78	11.45 ± 0.79
	เฉลี่ย	11.32 ± 0.59	11.73 ± 0.40	12.10 ± 0.47	12.22 ± 1.09



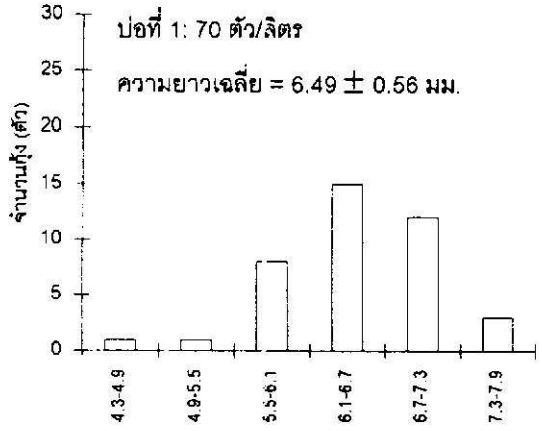
ภาพที่ 1 ความยาวเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตรา ความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน

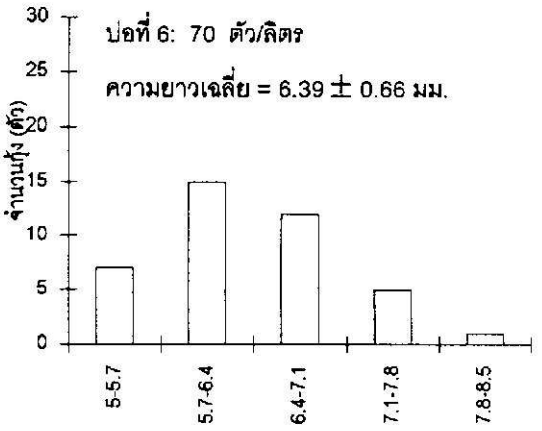


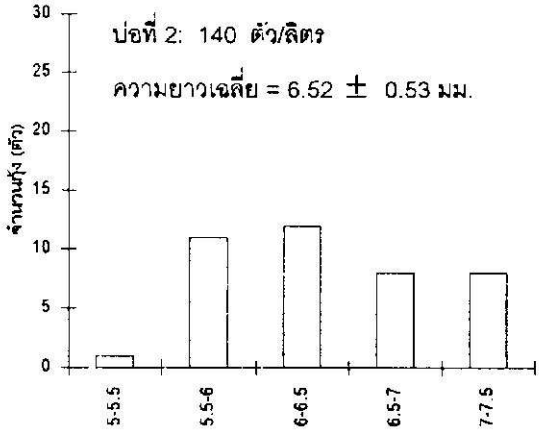
ภาพที่ 2 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 9 วัน (ระยะ Post larvae1)

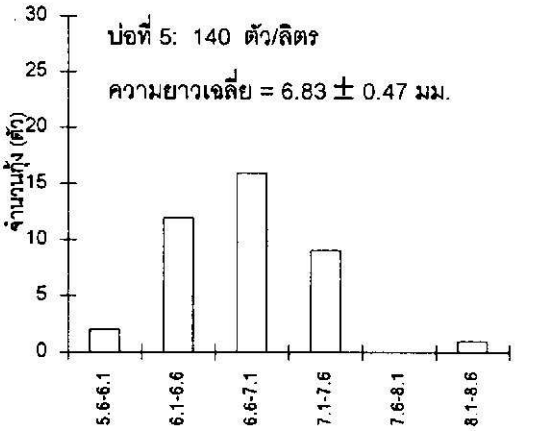


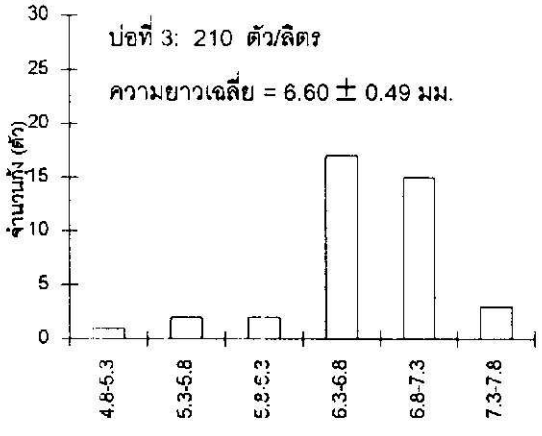
ภาพที่ 3 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 10 วัน (ระยะ Post larvae 2)

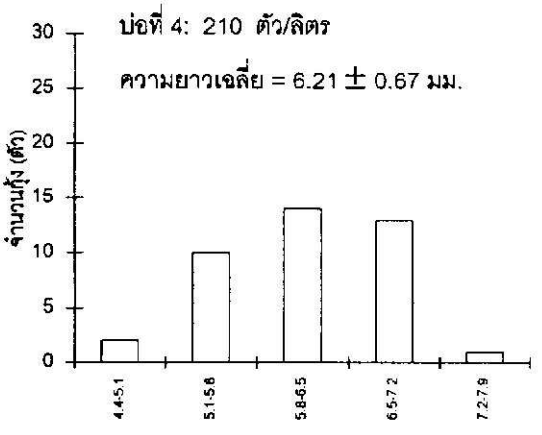




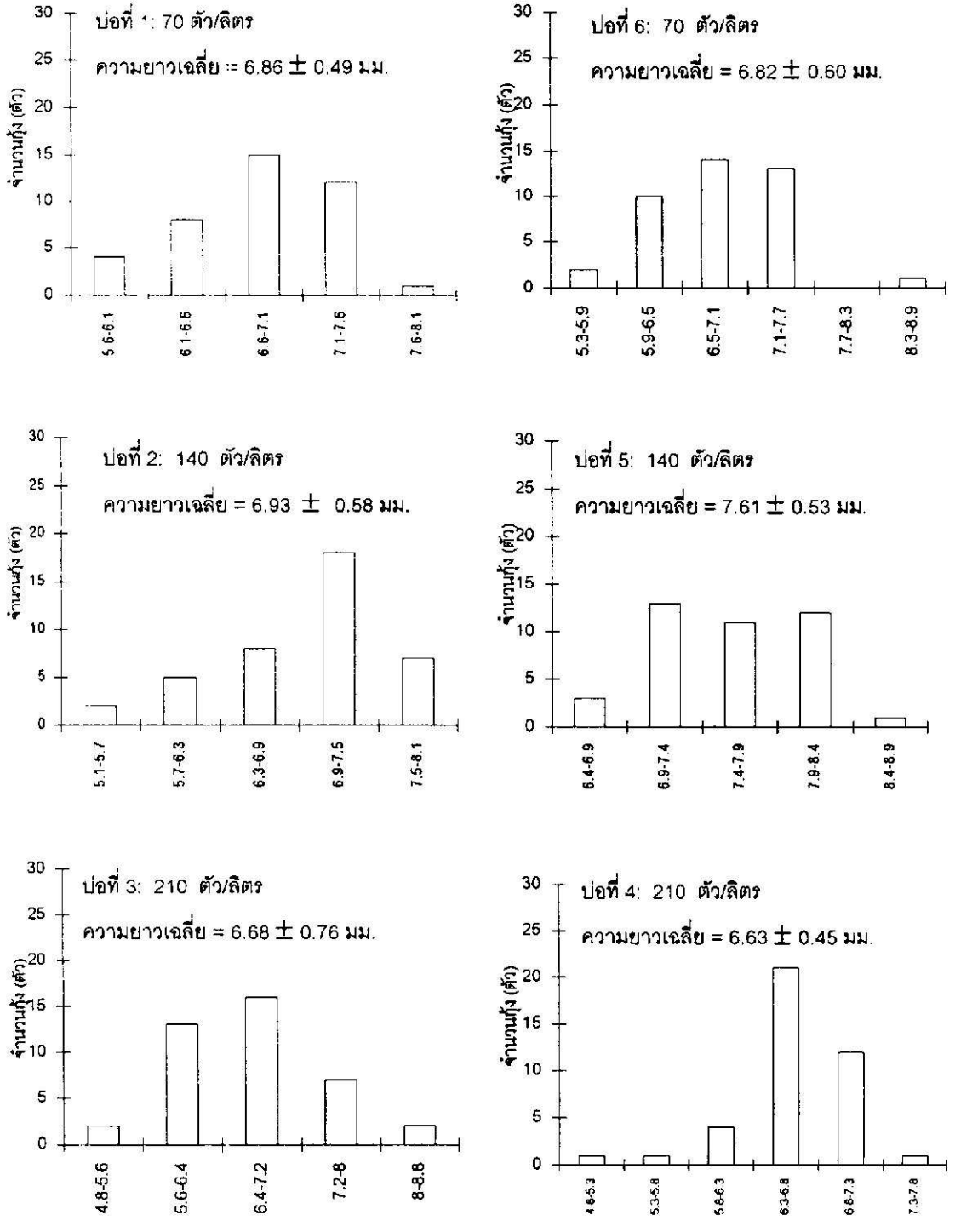




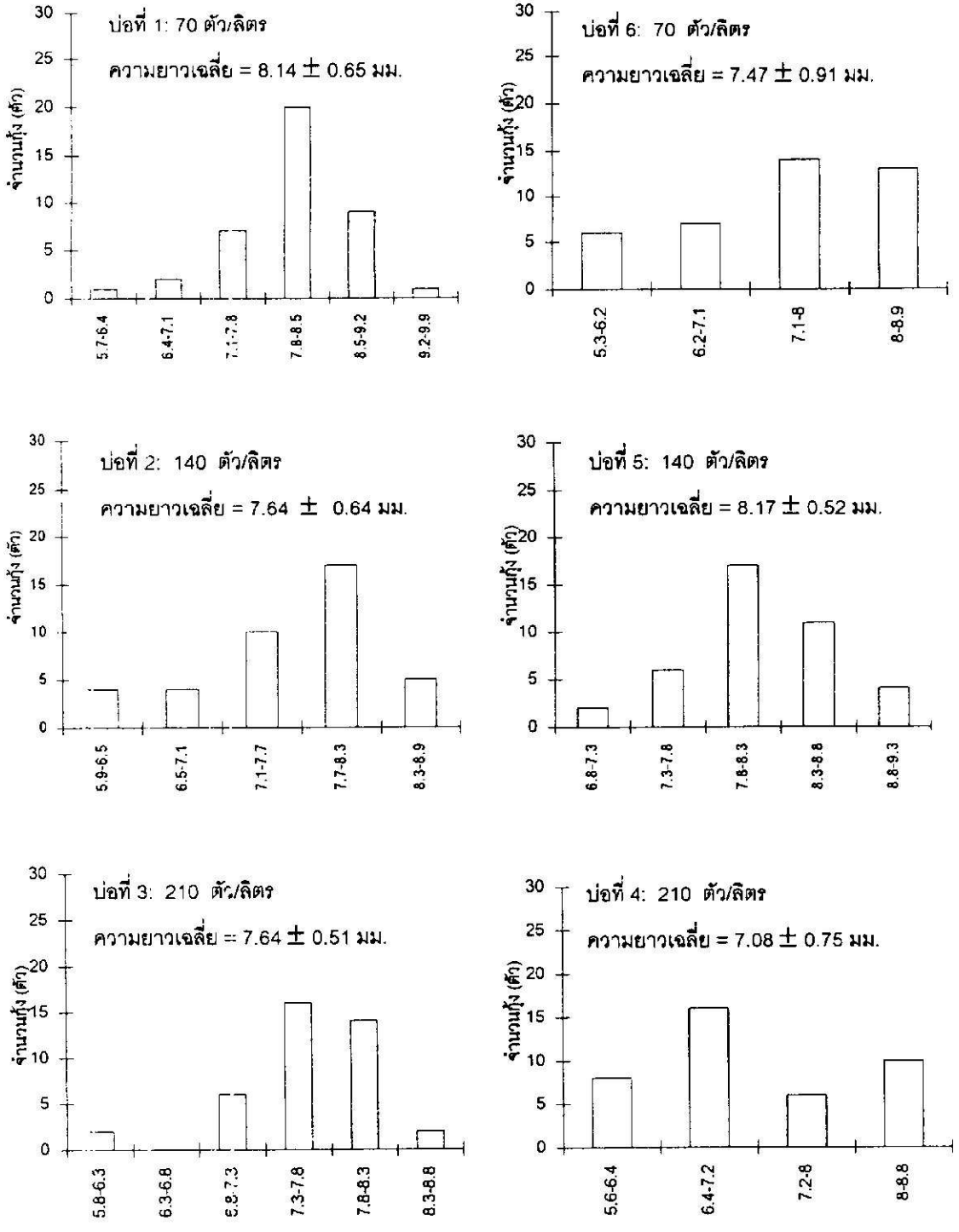




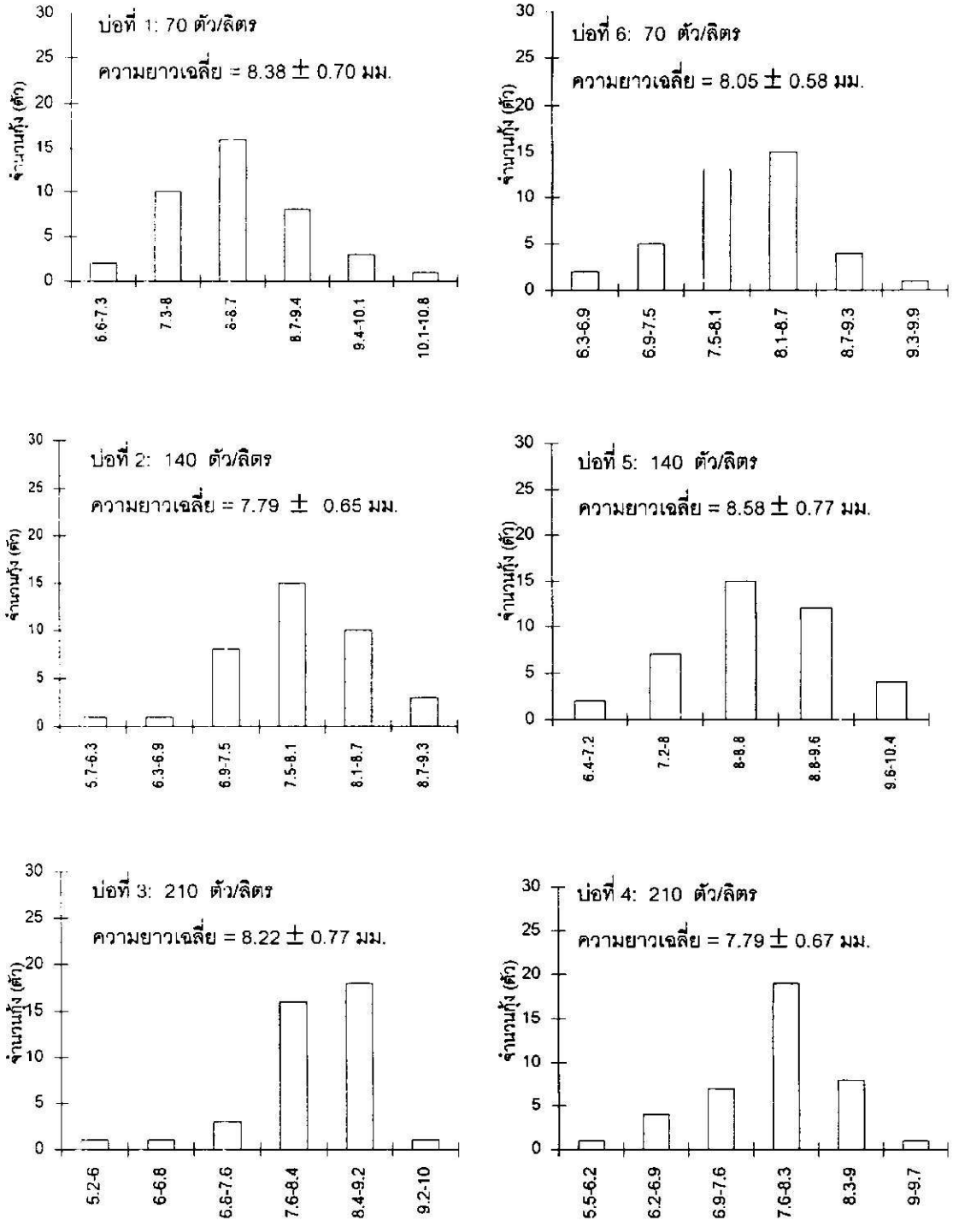
ภาพที่ 4 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 11 วัน (ระยะ Post larvae 3)



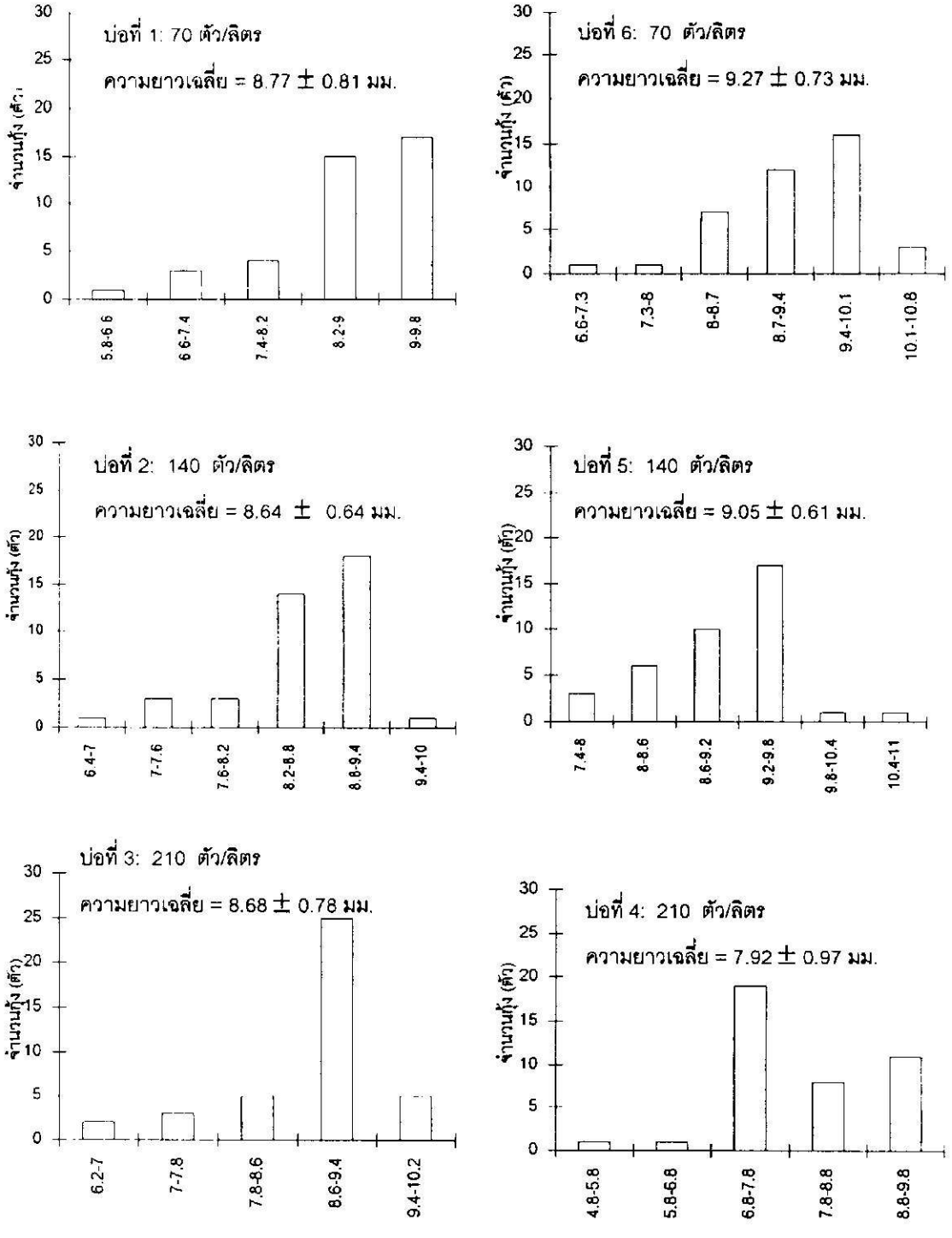
ภาพที่ 5 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 12 วัน (ระยะ Post larvae 4)



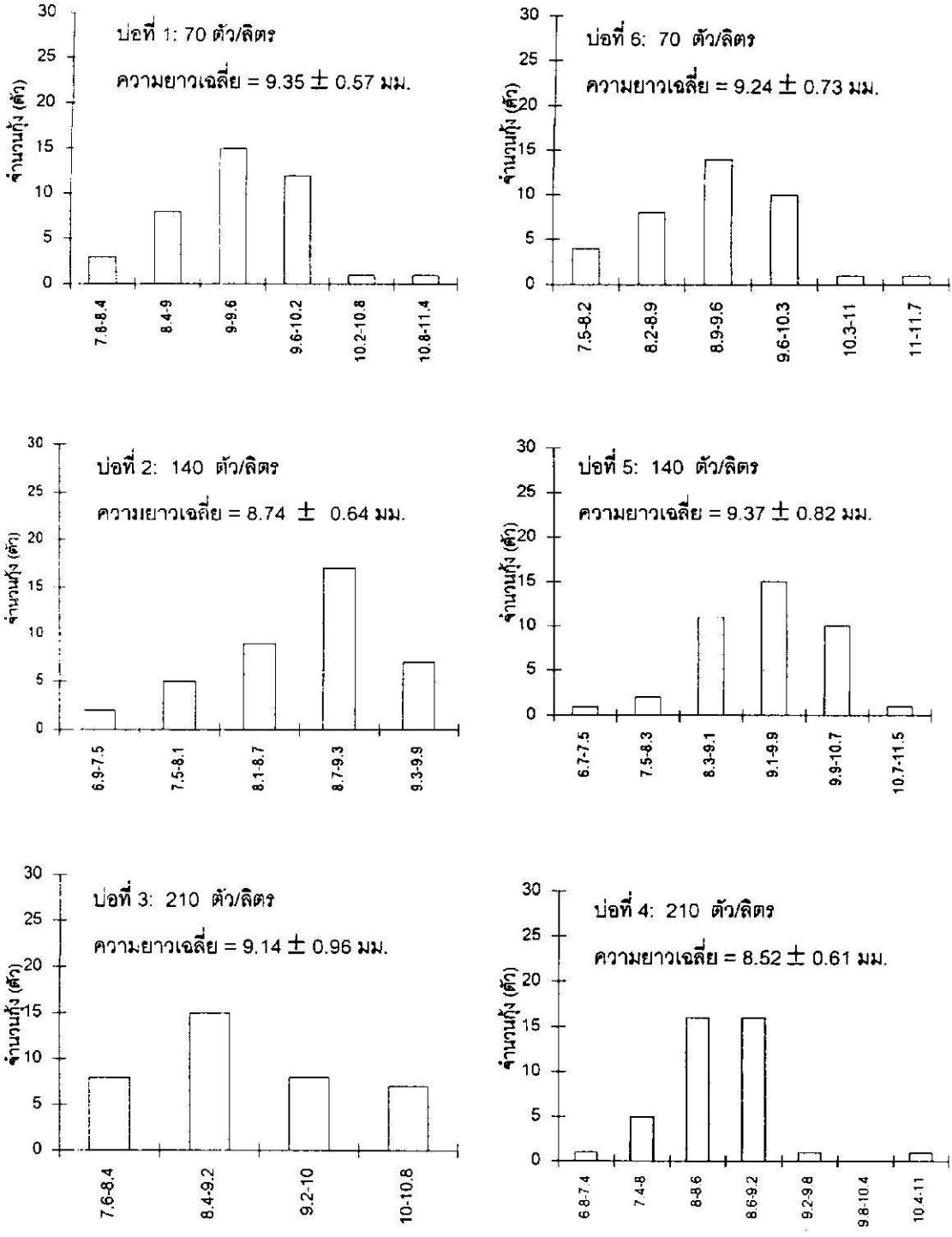
ภาพที่ 6 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 13 วัน (ระยะ Post larvae 5)



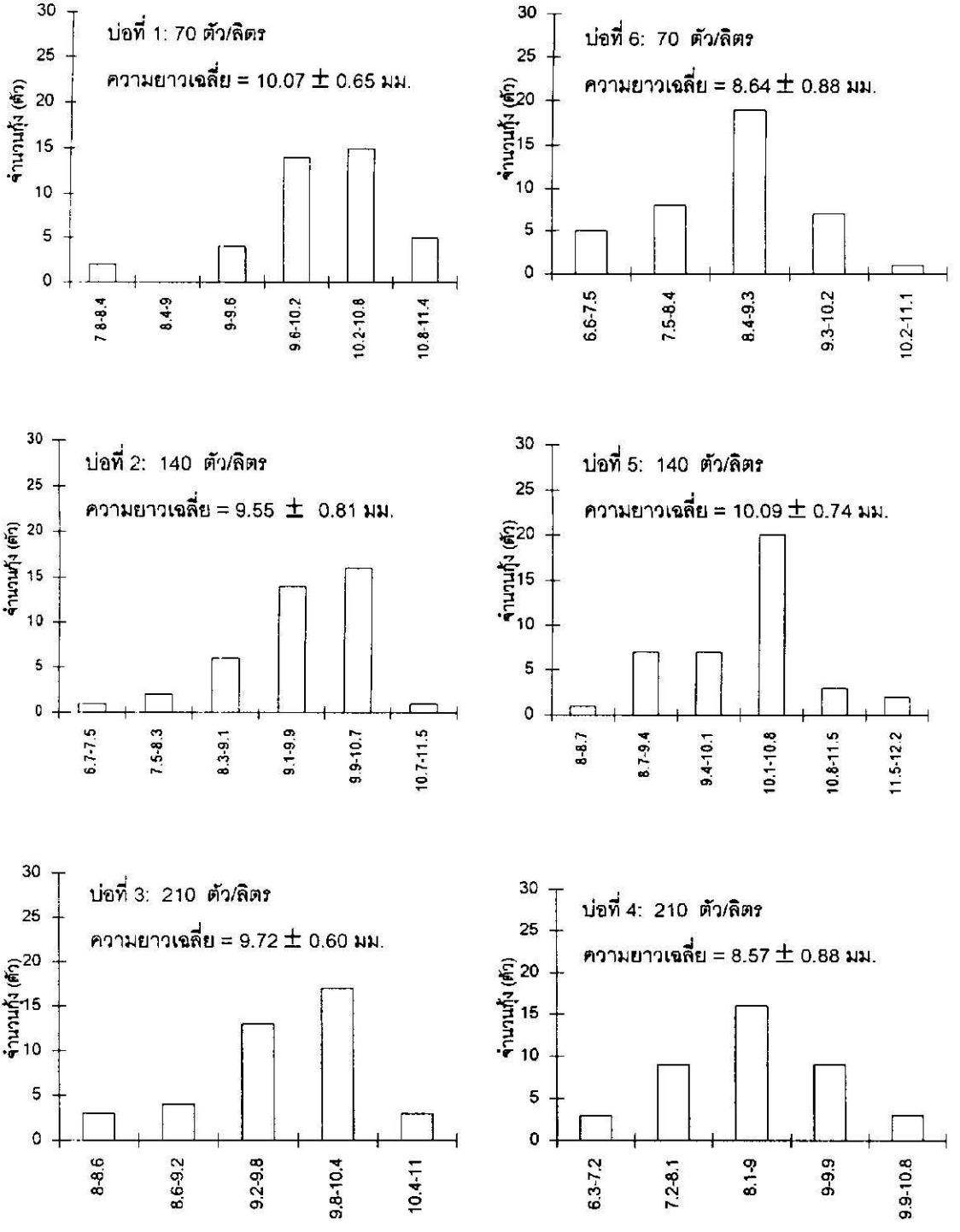
ภาพที่ 7 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 14 วัน (ระยะ Post larvae 6)



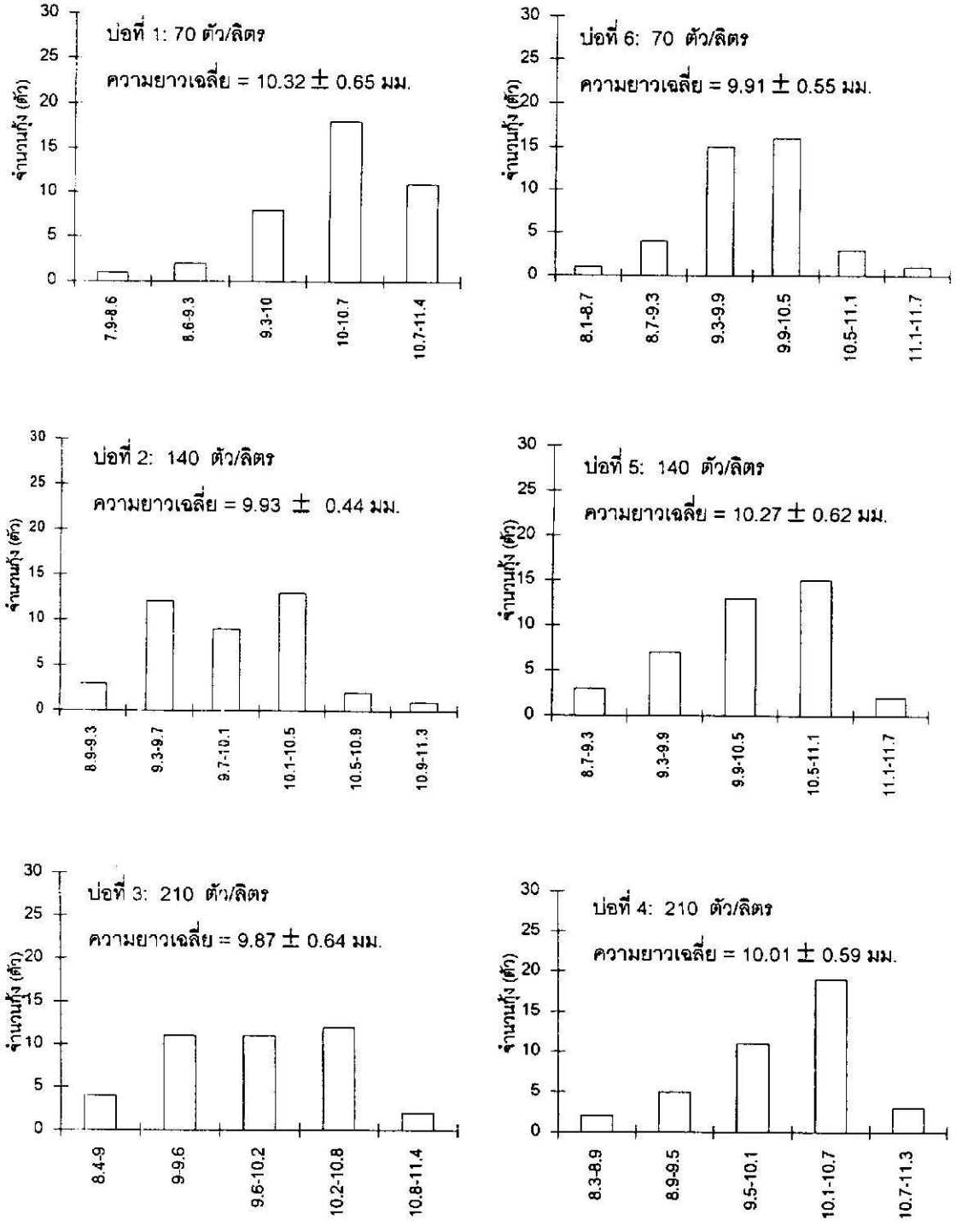
ภาพที่ 8 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 15 วัน (ระยะ Post larvae 7)



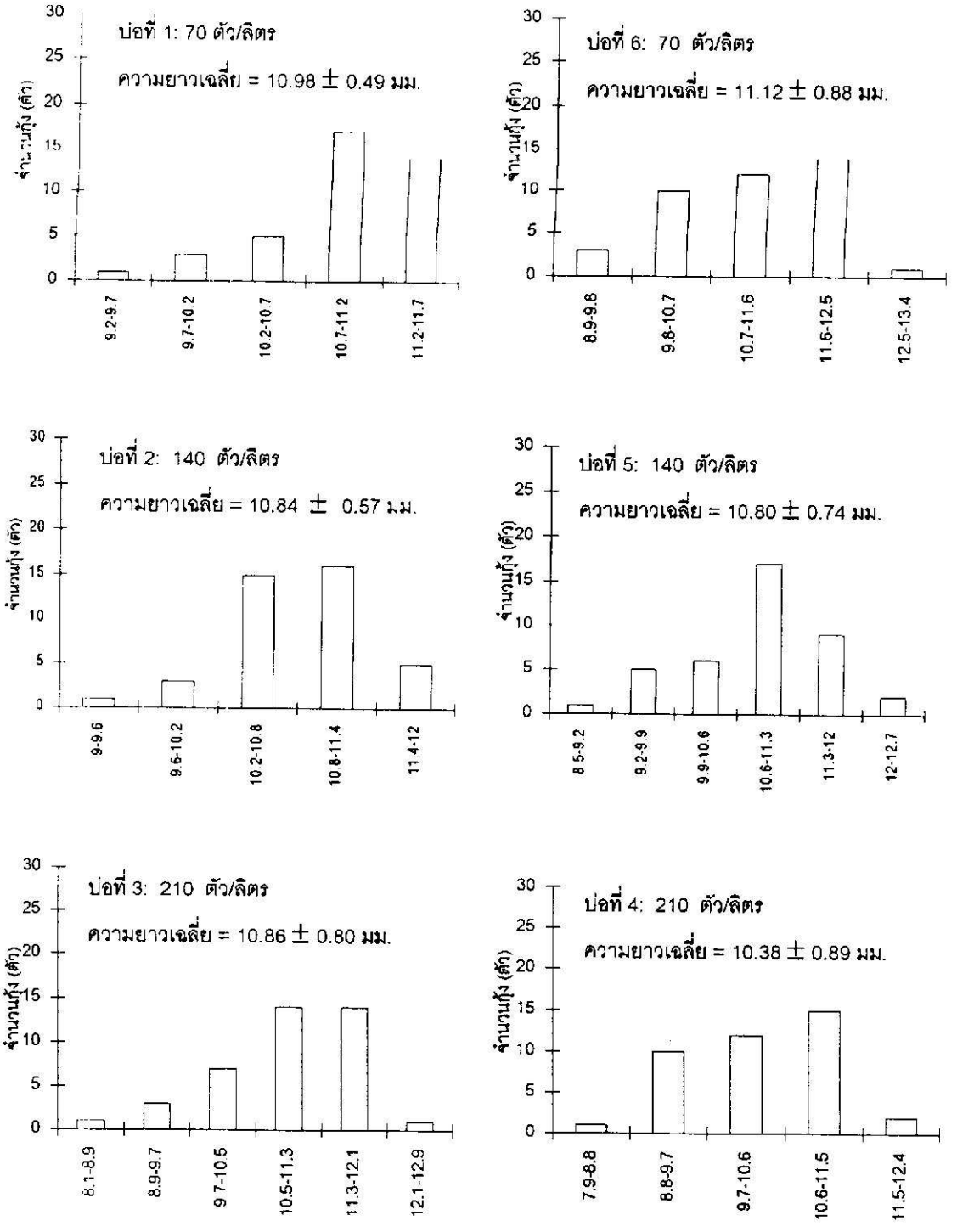
ภาพที่ 9 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 16 วัน (ระยะ Post larvae 8)



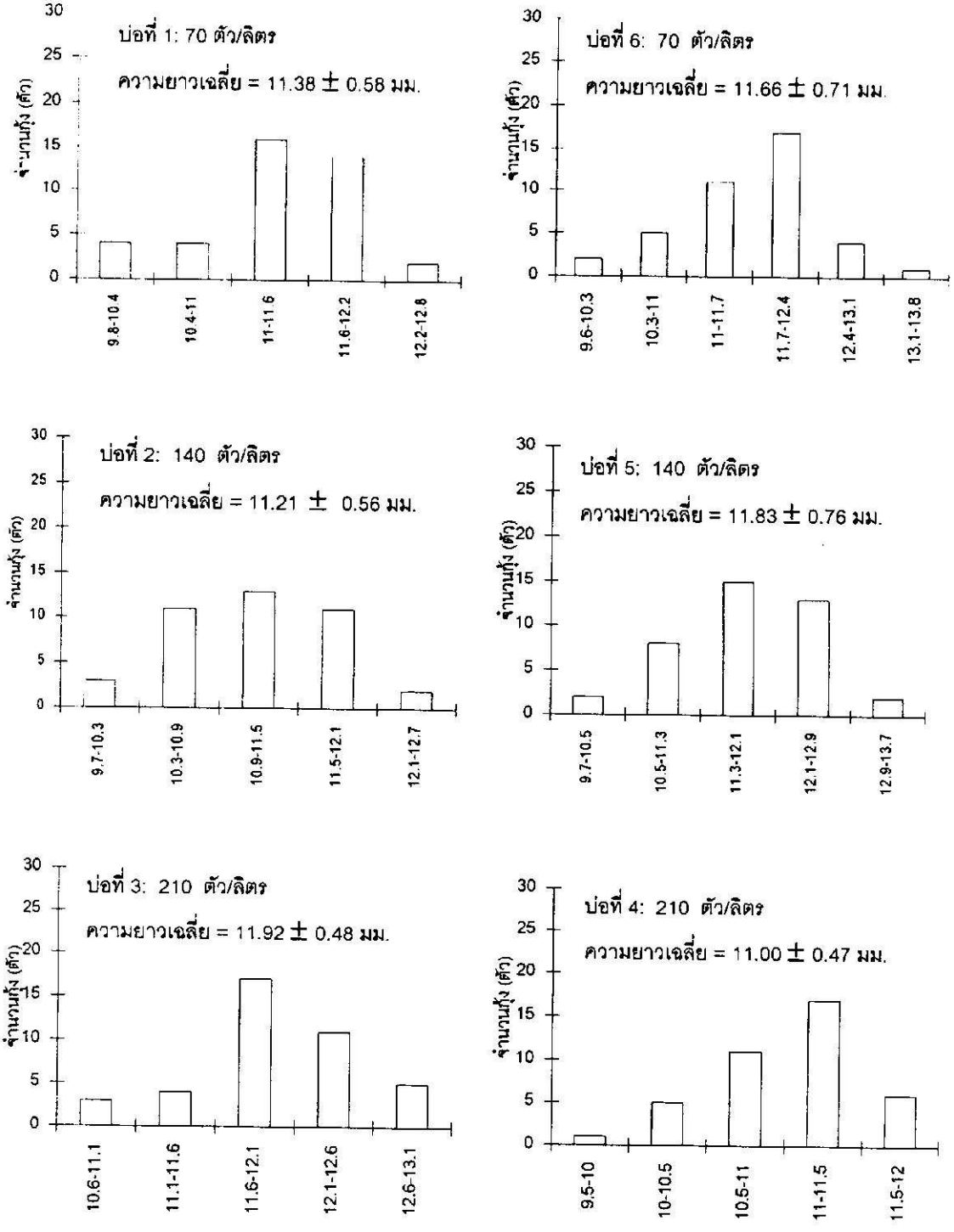
ภาพที่ 10 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 17 วัน (ระยะ Post larvae 9)



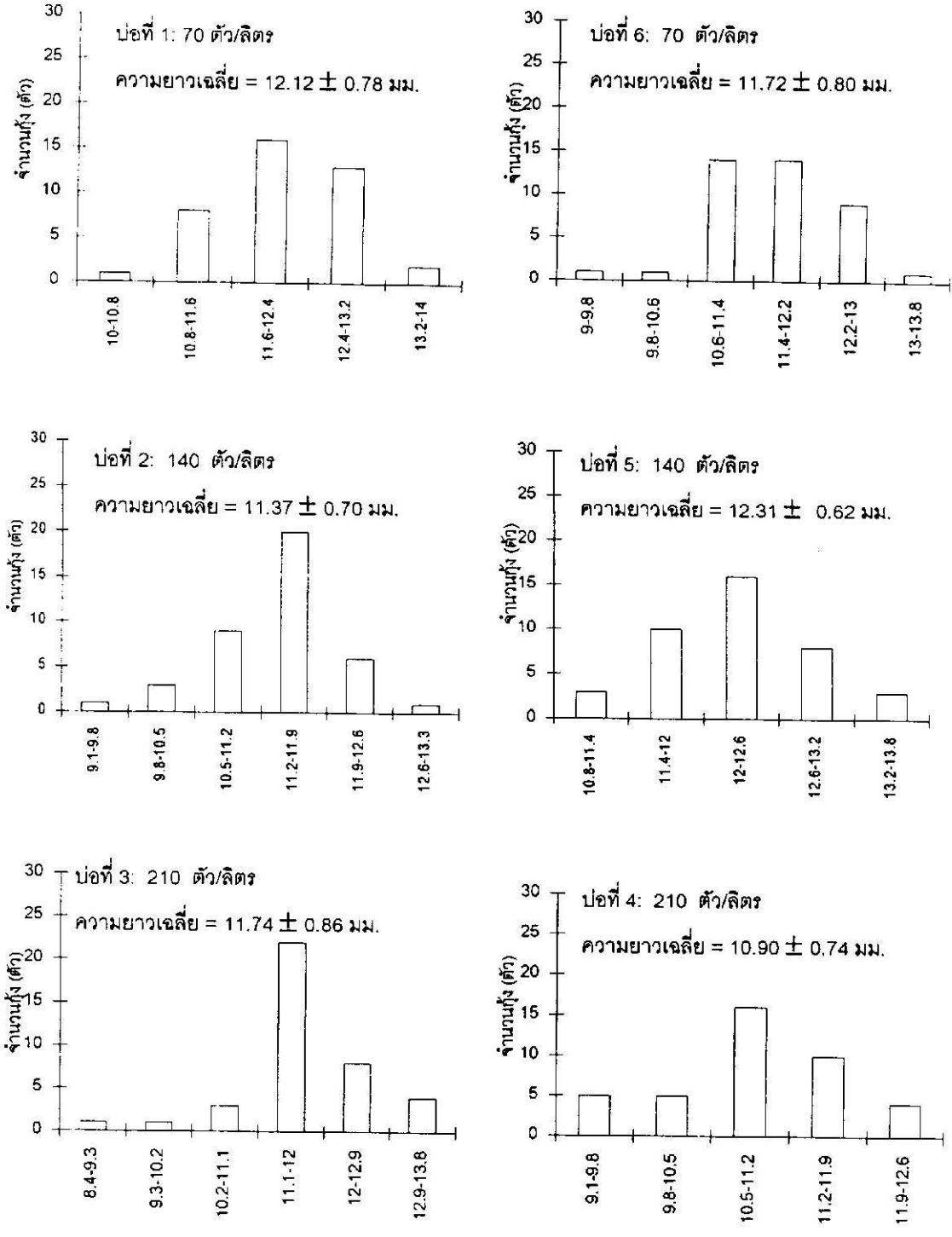
ภาพที่ 11 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 18 วัน (ระยะ Post larvae 10)



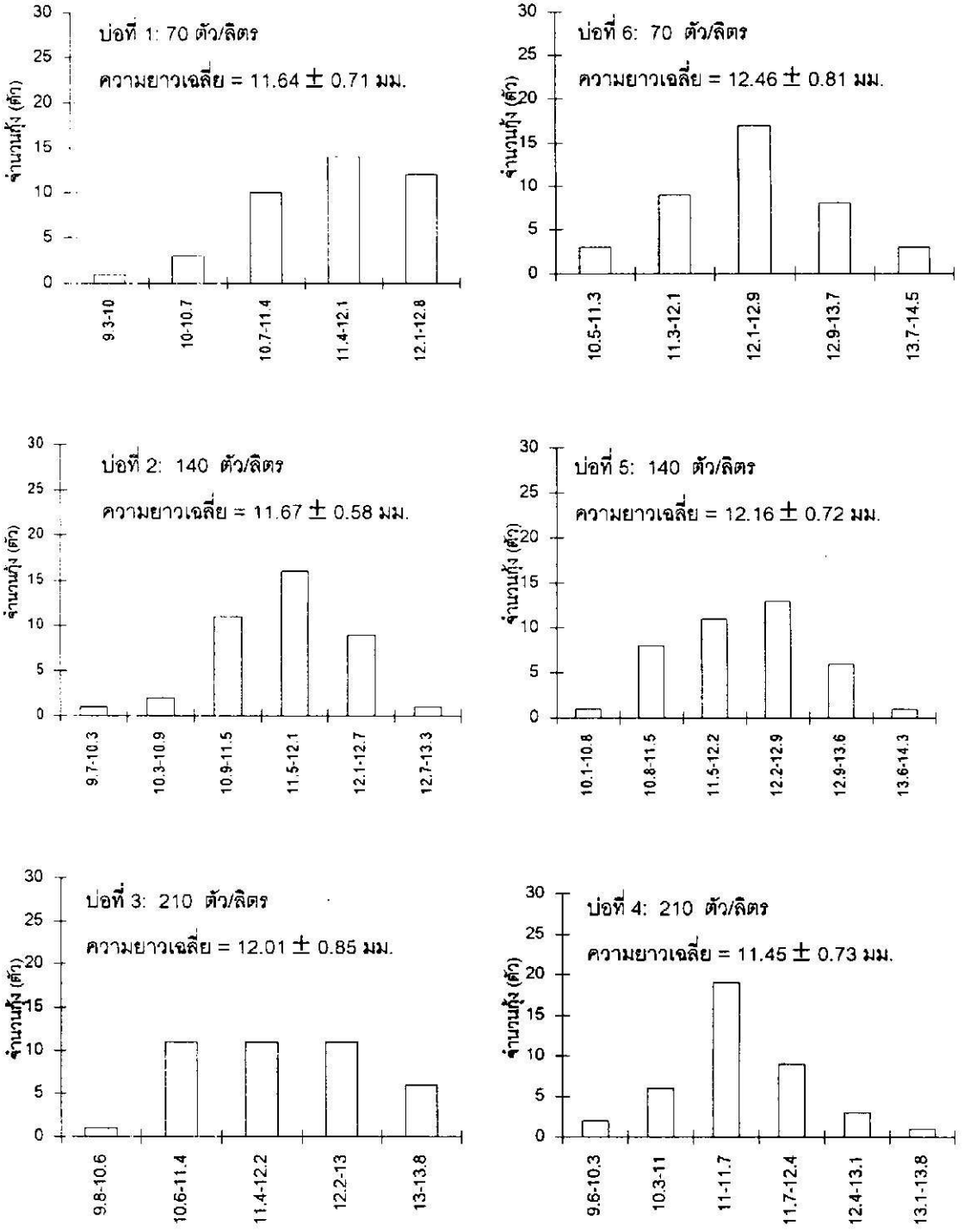
ภาพที่ 12 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 19 วัน (ระยะ Post larvae 11)



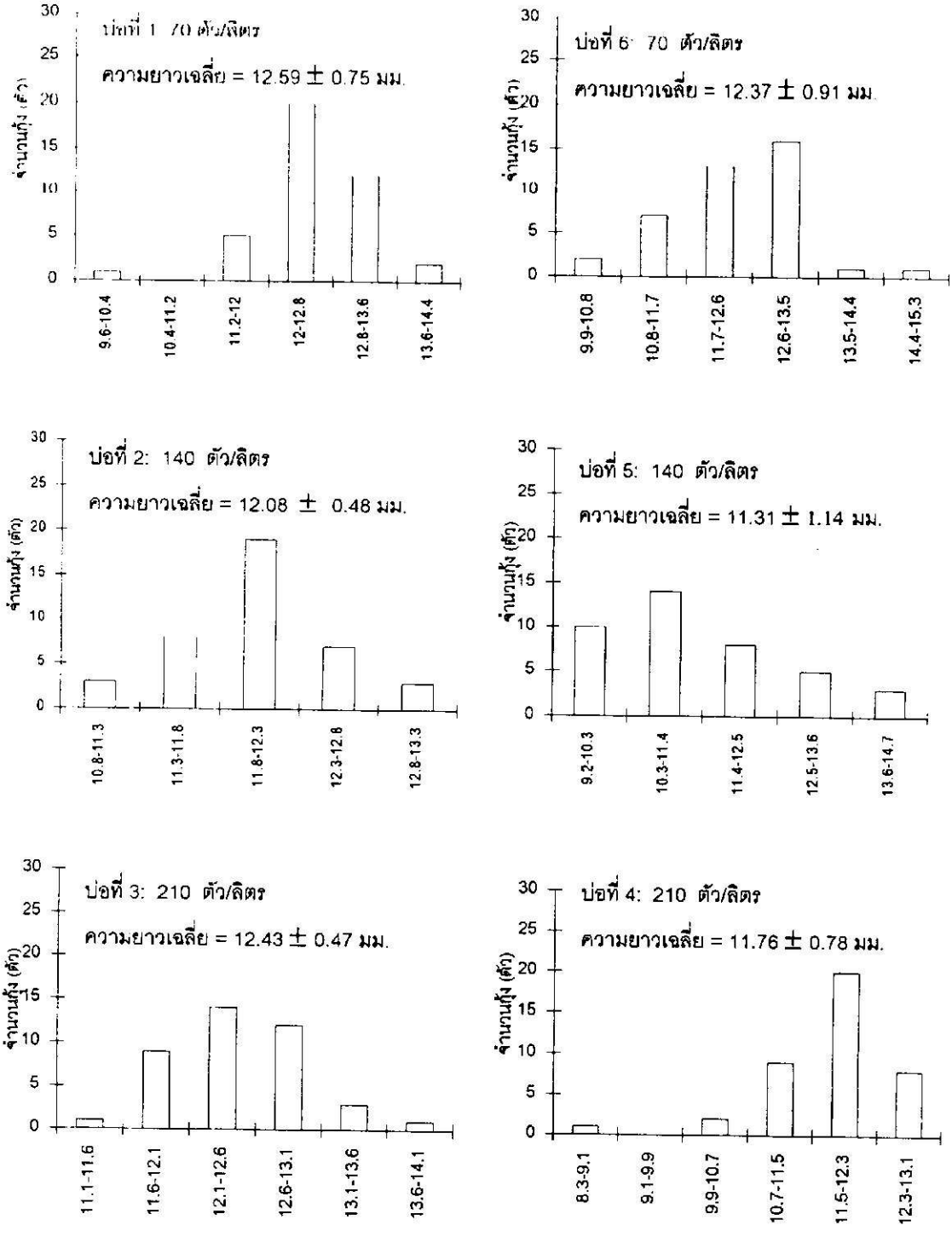
ภาพที่ 13 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 20 วัน (ระยะ Post larvae 12)



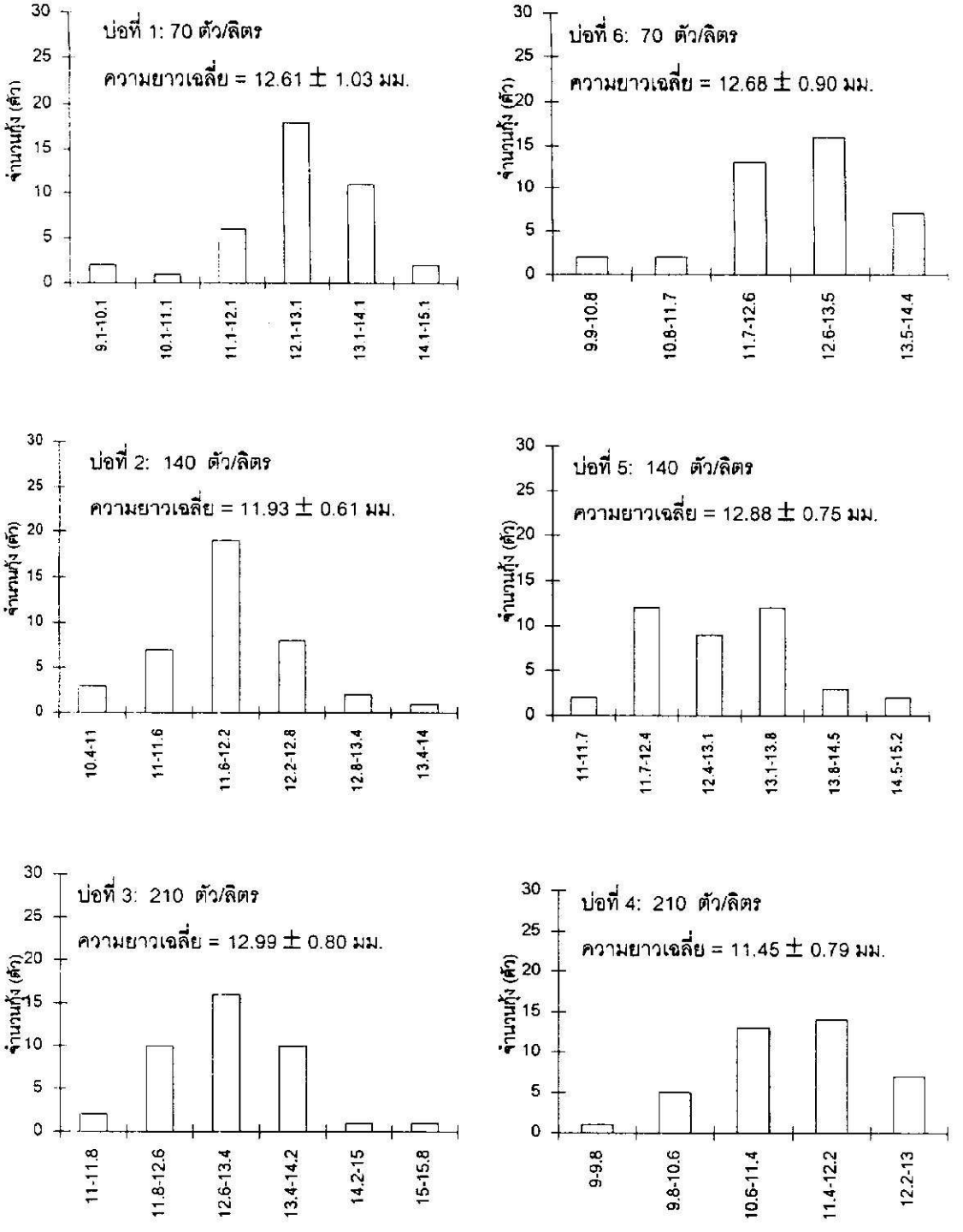
ภาพที่ 14 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 21 วัน (ระยะ Post larvae 13)



ภาพที่ 15 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 22 วัน (ระยะ Post larvae 14)



ภาพที่ 16 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 23 วัน (ระยะ Post larvae 15)



ภาพที่ 17 การแพร่กระจาย ขนาดความยาว (มิลลิเมตร) ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่ออายุหลังจากฟักออกเป็นตัวแล้ว 24 วัน (ระยะ Post larvae 16)

ตารางที่ 10 อัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ (มม./วัน)

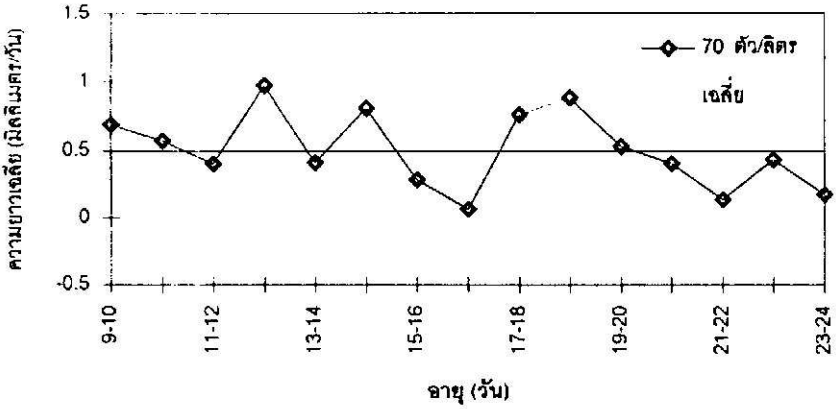
อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ)				
		9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
70 ตัว/ลิตร	1	0.43	0.39	0.37	1.28	0.24
	6	0.95	0.74	0.43	0.65	0.58
	เฉลี่ย	0.69	0.57	0.40	0.97	0.41
140 ตัว/ลิตร	2	0.37	0.85	0.41	0.71	0.15
	5	-0.22	1.26	0.78	0.56	0.41
	เฉลี่ย	0.08	1.06	0.60	0.64	0.28
210 ตัว/ลิตร	3	0.37	1.30	0.08	0.96	0.58
	4	0.45	0.93	0.42	0.45	0.71
	เฉลี่ย	0.41	1.12	0.25	0.71	0.65

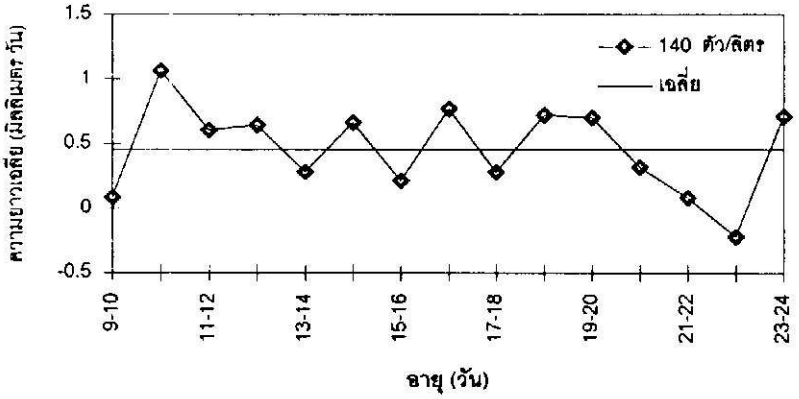
ตารางที่ 10 (ต่อ)

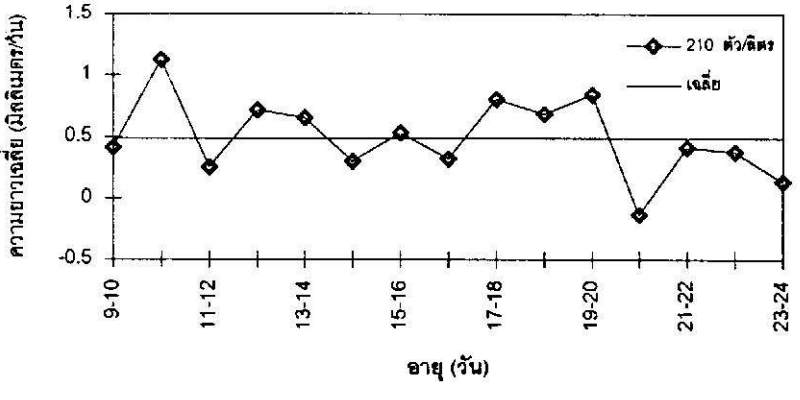
อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ)				
		14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
70 ตัว/ลิตร	1	0.39	0.58	0.72	0.25	0.54
	6	1.22	-0.03	-0.60	1.27	1.21
	เฉลี่ย	0.81	0.28	0.06	0.76	0.88
140 ตัว/ลิตร	2	0.85	0.10	0.81	0.38	0.91
	5	0.47	0.32	0.72	0.18	0.53
	เฉลี่ย	0.66	0.21	0.77	0.28	0.72
210 ตัว/ลิตร	3	0.46	0.46	0.58	0.15	0.99
	4	0.13	0.60	0.05	1.44	0.37
	เฉลี่ย	0.30	0.53	0.32	0.80	0.68

ตารางที่ 10 (ต่อ)

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ)					เฉลี่ย มม./วัน
		19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
70 ตัว/ลิตร	1	0.52	0.74	-0.48	0.95	0.02	0.463
	6	0.54	0.06	0.74	-0.09	0.31	0.532
	เฉลี่ย	0.53	0.40	0.13	0.43	0.17	0.497
140 ตัว/ลิตร	2	0.37	0.16	0.30	0.41	-0.15	0.442
	5	1.03	0.48	-0.15	-0.85	1.57	0.473
	เฉลี่ย	0.70	0.32	0.08	-0.22	0.71	0.457
210 ตัว/ลิตร	3	1.06	-0.18	0.27	0.42	0.56	0.537
	4	0.62	-0.10	0.55	0.31	-0.31	0.441
	เฉลี่ย	0.84	-0.14	0.41	0.37	0.13	0.489







ภาพที่ 18 อัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน

จากการวิเคราะห์ว่าเหรียนซ์พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 70 140 และ 210 ตัว/ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 0.497 0.457 และ 0.489 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ สามารถศึกษาได้ตามตารางที่ 10 และภาพที่ 18

4. การรอดตาย

การรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ สามารถประเมินได้ 2 วิธี คือ 1) การสุ่มนับจำนวนลูกกุ้งระหว่างทำการทดลอง และ 2) จำนวนลูกกุ้งที่ได้จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมด การสุ่มนับจำนวนลูกกุ้งระหว่างทำการทดลองนั้น สามารถสุ่มนับจำนวนได้แต่เฉพาะลูกกุ้งในระยะนอเพลียสจนถึงลูกกุ้งระยะโพสลาวา 2 เท่านั้น เพราะหลังจากนี้ลูกกุ้งจะจมลง และมีพฤติกรรมการกินตามพื้นก้นบ่อ จึงยากแก่การสุ่มนับและประเมินได้จำนวนไม่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมดเพื่อจำหน่ายในวันสุดท้าย จำนวนลูกกุ้งที่ผลิตได้สามารถประเมินการรอดตายได้

จำนวนลูกกุ้งที่รอดตายจากการทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ สามารถศึกษาได้จากตารางที่ 11 แต่เนื่องจากว่าเป็นการทดลองที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ จึงได้แปลงการรอดตายเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดตาย ซึ่งสามารถศึกษาได้ตามตารางที่ 12 และภาพที่ 19

การวิเคราะห์ว่าเหรียนซ์ของเปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ พบว่าเมื่อลูกกุ้งมีอายุได้ 4 วันหลังจากที่ฟักออกเป็นตัวแล้ว เปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และเปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งตลอดการทดลอง 0-10 วัน และ 0-24 วัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เช่นเดียวกัน (ตารางผนวกที่ 1)

การเปรียบเทียบโดยวิธี Ducan's new multiple range test ($P < 0.05$)

ตารางที่ 11 จำนวนลูกกุ้งกุลาดำที่รอดตาย(ตัว)จากการทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ) หรือระยะกุ้ง			
		0 วัน (N1)	2 วัน (N5)	4 วัน (Z2)	6 วัน (M1)
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	511,700	510,000	462,000	383,000
	6	518,000	511,000	460,000	452,000
	เฉลี่ย	514,850	510,500	461,000	417,500
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	1,064,000	1,060,000	914,000	860,000
	5	1,036,000	1,027,000	917,000	780,000
	เฉลี่ย	1,050,000	1,043,500	915,500	820,000
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	1,508,000	1,501,000	1,260,000	1,051,000
	4	152,000	1,513,000	1,264,000	1,054,000
	เฉลี่ย	1,514,000	1,507,000	1,262,000	1,052,500

ตารางที่ 11 (ต่อ)

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ)		การรอดตายตลอดการทดลอง 0-10 วัน [1/]	การรอดตายตลอดการทดลอง 0-24 วัน [2/]
		8 วัน (M2)	10 วัน (P2)		
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	368,000	350,000	350,000	326,000
	6	373,000	360,000	360,000	359,000
	เฉลี่ย	370,500	355,000	355,000	342,500
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	854,000	746,000	746,000	630,000
	5	635,000	630,000	630,000	502,000
	เฉลี่ย	744,500	688,000	688,000	566,000
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	763,000	708,000	708,000	622,000
	4	800,000	771,000	771,000	686,000
	เฉลี่ย	781,500	739,500	739,500	654,0000

[1/] ประเมินจากการสุ่มนับจำนวน

[2/] ประเมินจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตารางที่ 12 เปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ

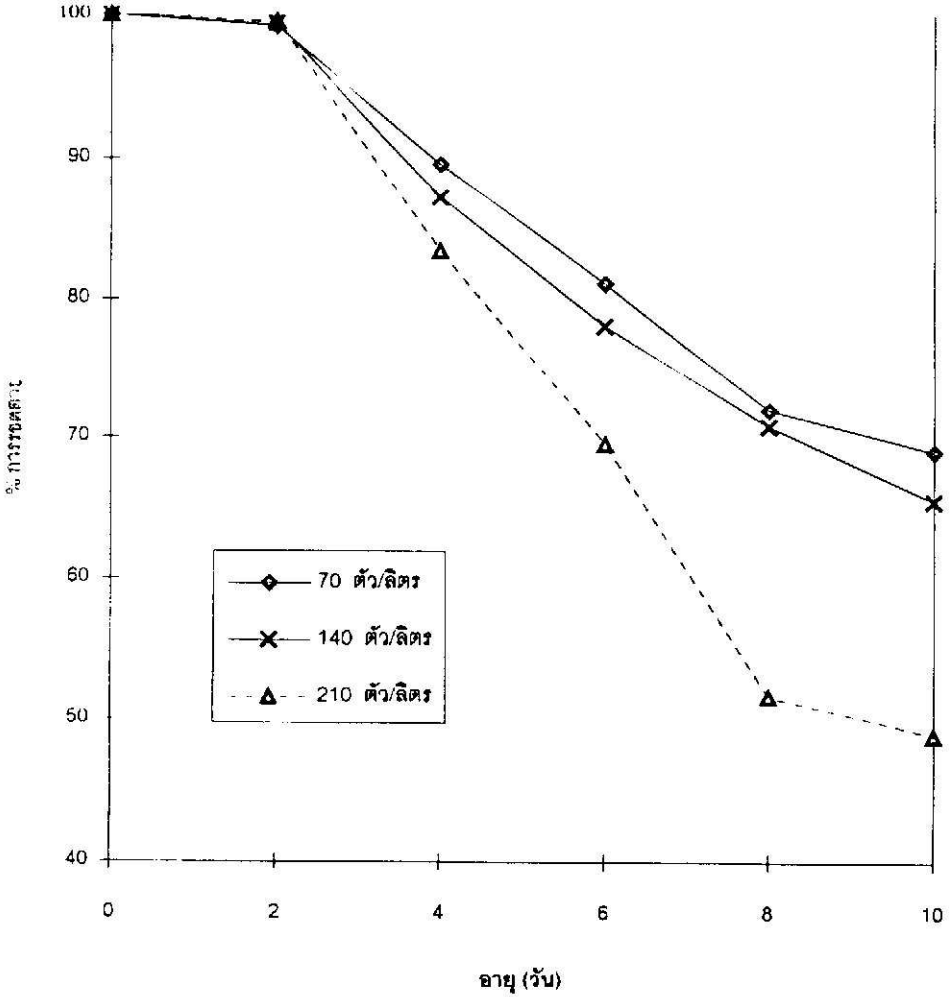
อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ) หรือระยะกุ้ง			
		0 วัน (N1)	2 วัน (N5)	4 วัน (Z2)	6 วัน (M1)
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	100	99.67	90.29	74.85
	6	100	98.65	88.80	87.26
	เฉลี่ย	100	99.16	89.55	81.05
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	100	99.62	85.90	80.83
	5	100	99.13	88.51	75.29
	เฉลี่ย	100	99.38	87.21	78.06
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	100	99.54	83.55	69.69
	4	100	99.54	83.16	69.34
	เฉลี่ย	100	99.54	83.36	69.52

ตารางที่ 12 (ต่อ)

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ)		% การรอดตายตลอดการทดลอง 0-10 วัน [1/]	% การรอดตายตลอดการทดลอง 0-24 วัน [2/]
		8 วัน (M2)	10 วัน (P2)		
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	71.92	68.40	68.40	63.71
	6	72.01	69.50	69.50	69.31
	เฉลี่ย	71.96	68.95	68.95	66.51
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	80.26	70.11	70.11	59.21
	5	61.29	60.81	60.81	48.46
	เฉลี่ย	70.78	65.46	65.46	53.83
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	50.60	46.95	46.95	41.25
	4	52.63	50.72	50.72	45.13
	เฉลี่ย	51.61	48.84	48.84	43.19

1/ ประเมินจากการสุ่มนับจำนวน

2/ ประเมินจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต



ภาพที่ 19 เปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งฟักออกเป็นตัวจนมีอายุได้ 10 วัน

เปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เมื่อลูกกุ้งมีอายุได้ 4 วันหลังจากที่ฟักออกเป็นตัว พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือที่อัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามทำนองเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์การรอดตายของลูกกุ้งตลอดการทดลอง 0-24 วัน ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงสุดเฉลี่ย 61.51 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคืออัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร เฉลี่ย 53.84 เปอร์เซ็นต์ และอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร เฉลี่ย 43.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 2)

5. **อัตราการรอดตาย**

เนื่องจากว่าเป็นการทดลองที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ จึงได้แปลงอัตราการรอดตายเป็นเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย ซึ่งสามารถศึกษาได้ตามตารางที่ 13 และภาพที่ 20

การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ของเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ พบว่าในช่วงลูกกุ้งมีอายุ 2-4 วัน หรือตั้งแต่ระยะ Nauplius5 จนถึง Protozoea2 เปอร์เซ็นต์อัตราการอดตายของลูกกุ้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งตลอดการทดลอง 0-10 วัน และ 0-24 วัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เช่นเดียวกัน (ตารางผนวกที่ 2)

การเปรียบเทียบโดยวิธี Ducan's newmultiple range test ($P < 0.05$)

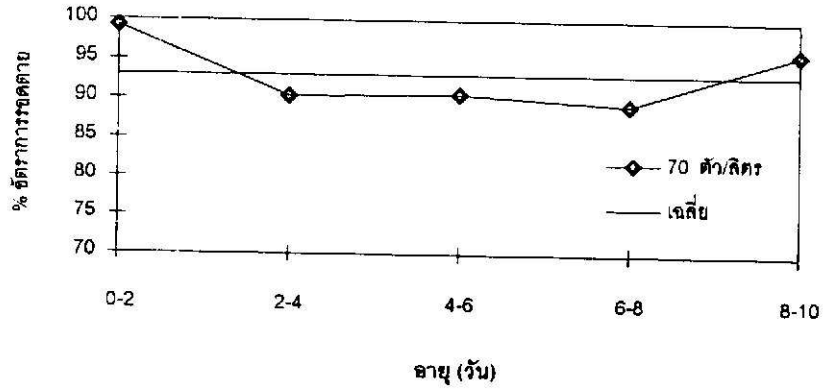
ในช่วงลูกกุ้งมีอายุ 2-4 วัน หรือตั้งแต่ระยะ Nauplius 5 จนถึง Protozoea 2 พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคืออัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งตลอดการทดลอง 0-24 วัน พบว่า

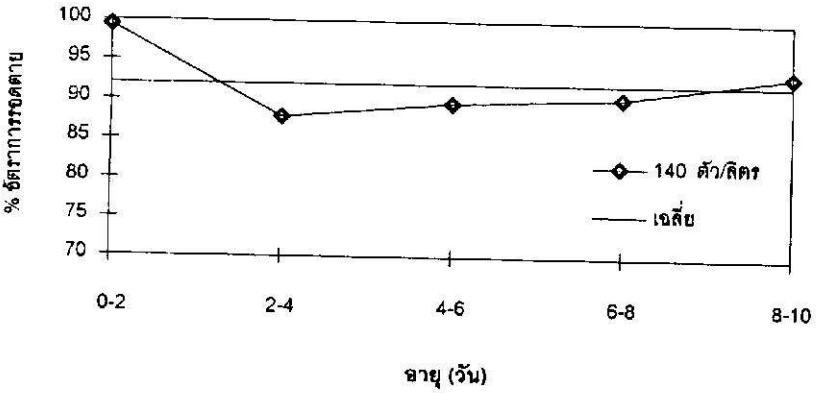
ตารางที่ 13 เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ

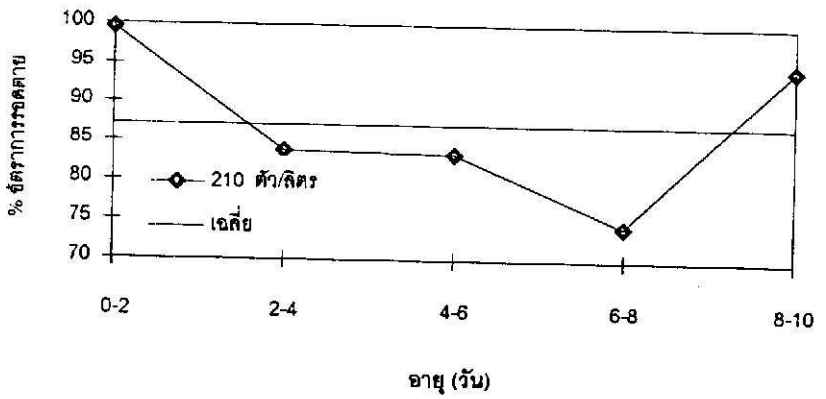
อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	จำนวนวันหลังจากฟักออกเป็นตัว (อายุ)					% อัตราการรอดตายตลอดการทดลอง 0-10 วัน [1/]	% อัตราการรอดตายตลอดการทดลอง 0-24 วัน [2/]
		0-2	2-4	4-6	6-8	8-10		
70 ตัว/ลิตร (73.6 ตัว/ลิตร)	1	99.67	90.59	82.90	96.08	95.11	68.40	63.71
	6	98.65	90.02	98.26	82.52	96.51	69.50	69.31
	เฉลี่ย	99.16	90.30	90.58	89.30	95.81	68.95	66.51
140 ตัว/ลิตร (150 ตัว/ลิตร)	2	99.62	86.23	94.09	99.30	87.35	70.11	59.21
	5	99.13	89.29	85.06	81.41	99.21	60.81	48.46
	เฉลี่ย	99.38	87.76	89.58	90.36	93.28	65.46	53.83
210 ตัว/ลิตร (216.3 ตัว/ลิตร)	3	99.54	83.94	83.41	72.60	92.79	46.95	41.25
	4	99.54	83.54	83.39	75.90	96.38	50.72	45.13
	เฉลี่ย	99.54	83.74	83.40	74.25	94.58	48.84	43.19

[1/] ประเมินจากการสุ่มนับจำนวน

[2/] ประเมินจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต







ภาพที่ 20 เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งกุลาดำที่ทดลองอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งฟักออกเป็นตัวจนมีอายุได้ 10 วัน

ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายสูงสุด รองลงมาคืออัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 2)

6. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำบางประการ

คุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับเฉลี่ยตลอดการทดลอง ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน พบว่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด ปริมาณไนไตรท์ และปริมาณไนเตรททุกระดับอัตราความหนาแน่น มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14 และตารางผนวกที่ 3)

อุณหภูมิและความเค็มมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) อุณหภูมิที่ระดับความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร มีค่าเท่ากับ 30.6 ± 0.50 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิที่ระดับความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร และ 140 ตัว/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะเดียวกันความเค็มของน้ำที่ระดับความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร มีค่าเท่ากับ 28.66 ± 3.02 ส่วนในพัน สูงกว่าความเค็มของน้ำที่ระดับความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร และ 140 ตัว/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน

จากตารางที่ 15 ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 21 คุณสมบัติของน้ำบางประการเฉลี่ยทุกระดับอัตราความหนาแน่น ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วันจนถึงอายุ 24 วัน พบว่าคุณสมบัติของน้ำที่ทำการศึกษานั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Ducan's new multiple range test ($P < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติของน้ำบางประการเฉลี่ยทุกระดับความหนาแน่นตลอดการทดลองจนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 30.21 ± 0.58 องศาเซลเซียส (N=96) ความเค็มเท่ากับ 29.42 ± 1.92 ส่วนในพัน (N=96) ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.97 ± 0.23 (N=90) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 6.10 ± 0.49 มิลลิกรัม/ลิตร (N=79) ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดเท่ากับ 0.89 ± 0.76 มิลลิกรัม/ลิตร (N=96) ปริมาณไนไตรท์เท่ากับ 0.656 ± 0.980 มิลลิกรัม/ลิตร (N=90) ปริมาณไนเตรทเท่ากับ 98.49 ± 17.39 มิลลิกรัม/ลิตร (N=61)

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ เฉลี่ยตลอดการทดลอง ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วันจนถึงอายุ 24 วัน

อัตราความหนาแน่น	70 ตัว/ลิตร ($\bar{x}$ ± SD)	140 ตัว/ลิตร ($\bar{x}$ ± SD)	210 ตัว/ลิตร ($\bar{x}$ ± SD)
อุณหภูมิ (°C)	29.96 ± 0.57a [1/]	30.07 ± 0.45a	30.61 ± 0.50b
ความเค็ม (ppt)	29.84 ± 0.63b	29.75 ± 0.98b	28.66 ± 3.02a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	8.00 ± 0.18a	8.00 ± 0.22a	7.92 ± 0.28a
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	6.10 ± 0.50a	6.18 ± 0.51a	6.02 ± 0.47a
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	0.80 ± 0.70a	0.94 ± 0.77a	0.93 ± 0.84a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	0.536 ± 0.879a	0.655 ± 1.013a	0.777 ± 1.073a
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	101.25 ± 12.03a	101.24 ± 18.68a	92.85 ± 20.23a

[1/] ตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติของน้ำบางประการ ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน เฉลี่ยทุกระดับอัตราความหนาแน่น

อายุ (วัน)	9 ($\bar{x} \pm$ SD)	10 ($\bar{x} \pm$ SD)
อุณหภูมิ (°C)	30.50 ± 0.55 bc[1/]	30.97 ± 0.26 c
ความเค็ม (ppt)	30.00 ± 0.00 a	30.00 ± 0.00 a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	8.18 ± 0.11 de	8.13 ± 0.10 de
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	6.20 ± 0.23 de	6.02 ± 0.49 bcde
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	1.42 ± 0.74 a	0.240.09 a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	*[2/]	0.030 ± 0.010 a
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	111.67 ± 11.25 cd	122.17 ± 9.17 d

1/ ตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2/ * หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์

ตารางที่ 15 (ต่อ)

อายุ (วัน)	11 ($\bar{x} \pm SD$)	12 ($\bar{x} \pm SD$)
อุณหภูมิ (°C)	30.50 ± 0.45 bc	30.25 ± 0.42 b
ความเค็ม (ppt)	30.00 ± 0.00 a	30.00 ± 0.00 a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	8.07 ± 0.12 cde	8.02 ± 0.16 bcd
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	*	5.84 ± 0.17 abcd
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	0.88 ± 0.76 a	1.27 ± 0.48 a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	0.012 ± 0.000 a	0.018 ± 0.010 a
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	93.33 ± 10.80 bc	92.83 ± 10.11 bc

ตารางที่ 15 (ต่อ)

อายุ (วัน)	13 ($\bar{x} \pm SD$)	14 ($\bar{x} \pm SD$)
อุณหภูมิ (°C)	30.50 ± 0.32 bc	31.00 ± 0.63 c
ความเค็ม (ppt)	30.00 ± 0.00 a	30.00 ± 0.00 a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	8.03 ± 0.15 cd	8.07 ± 0.31 cde
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	5.70 ± 0.35 abc	6.30 ± 0.11 ef
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	1.02 ± 1.13 a	0.83 ± 1.21 a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	0.015 ± 0.006 a	0.042 ± 0.010 a
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	97.50 ± 12.55 bc	102.5 ± 20.04 bc

ตารางที่ 15 (ต่อ)

อายุ (วัน)	15 ($\bar{x}$ ± SD)	16 ($\bar{x}$ ± SD)
อุณหภูมิ (°C)	30.33 ± 0.52 b	30.25 ± 0.42 b
ความเค็ม (ppt)	30.00 ± 0.00 a	30.00 ± 0.00 a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	8.28 ± 0.16 e	8.02 ± 0.16 bcd
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	6.68 ± 0.16 fg	6.17 ± 0.59 de
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	0.96 ± 0.98 a	0.90 ± 1.07 a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	0.071 ± 0.025 a	0.083 ± 0.058 a
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	94.17 ± 18.93 bc	90.83 ± 10.68 b

ตารางที่ 15 (ต่อ)

อายุ (วัน)	17 ($\bar{x}$ ± SD)	18 ($\bar{x}$ ± SD)
อุณหภูมิ (°C)	30.00 ± 0.45 ab	30.00 ± 0.00 ab
ความเค็ม (ppt)	29.67 ± 0.82 a	26.83 ± 0.98 a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	7.88 ± 0.32 bc	7.85 ± 0.20 abc
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	5.63 ± 0.16 ab	6.63 ± 0.08 fg
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	0.74 ± 0.55 a	0.58 ± 0.31 a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	0.288 ± 0.111 ab	0.333 ± 0.129 ab
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	*	*

ตารางที่ 15 (ต่อ)

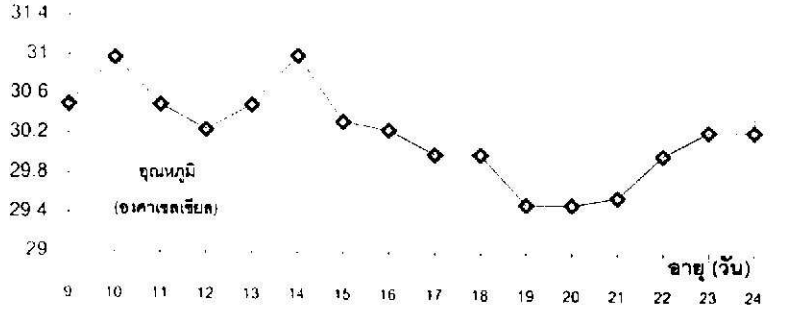
อายุ (วัน)	19 ($\bar{x}$ ± SD)	20 ($\bar{x}$ ± SD)
อุณหภูมิ (°C)	29.50 ± 0.55 a	29.50 ± 0.45 a
ความเค็ม (ppt)	29.00 ± 2.45 a	28.50 ± 3.67 a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	*	7.95 ± 0.05 bcd
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	5.73 ± 0.21 abc	5.47 ± 0.27 a
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	0.65 ± 0.23 a	1.08 ± 0.74 a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	0.425 ± 0.099 ab	1.083 ± 0.719 cd
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	*	*

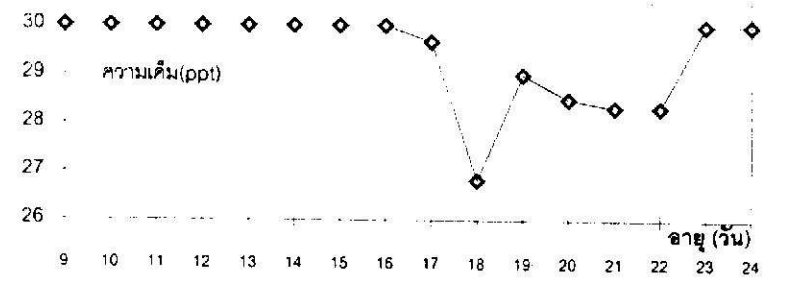
ตารางที่ 15 (ต่อ)

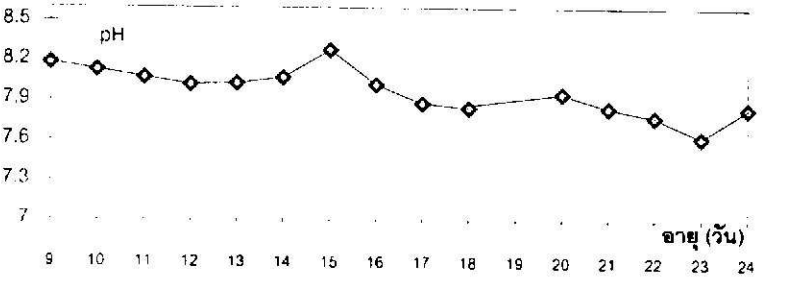
อายุ (วัน)	21 ($\bar{x}$ ± SD)	22 ($\bar{x}$ ± SD)
อุณหภูมิ (°C)	29.58 ± 0.38 a	30.00 ± 0.26 ab
ความเค็ม (ppt)	28.33 ± 4.08 a	28.33 ± 4.08 a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	7.85 ± 0.12 abc	7.78 ± 0.15 ab
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	6.08 ± 0.51 cde	*
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	1.00 ± 1.10 a	0.50 ± 0.27 a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	0.833 ± 0.204 bc	2.063 ± 1.516 e
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	96.33 ± 14.43 bc	*

ตารางที่ 15 (ต่อ)

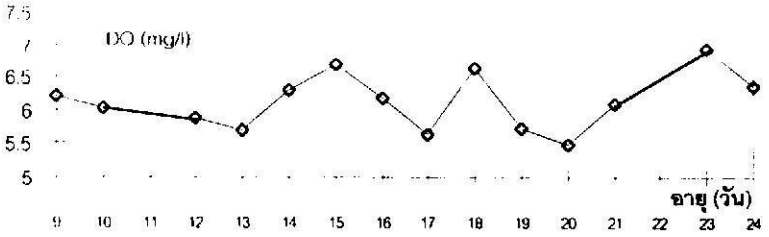
อายุ (วัน)	23 ($\bar{x}$ ± SD)	24 ($\bar{x}$ ± SD)
อุณหภูมิ (°C)	30.25 ± 0.42 b	30.25 ± 0.23 b
ความเค็ม (ppt)	30.00 ± 0.00 a	30.00 ± 0.00 a
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	7.63 ± 0.22 a	7.85 ± 0.14 abc
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	6.93 ± 0.23 g	6.37 ± 0.34 ef
ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด (mg/l)	0.65 ± 0.33 a	1.53 ± 0.74 a
ปริมาณไนไตรท์ (mg/l)	1.458 ± 0.332 d	3.083 ± 0.492 f
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	*	68.75 ± 12.50 a

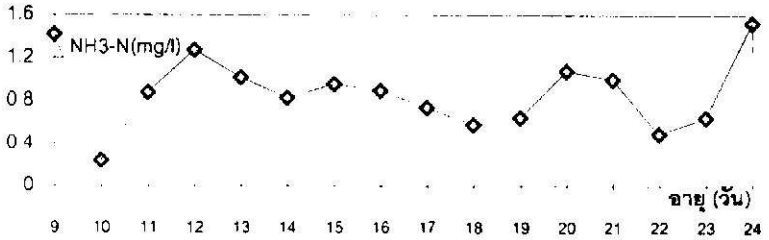


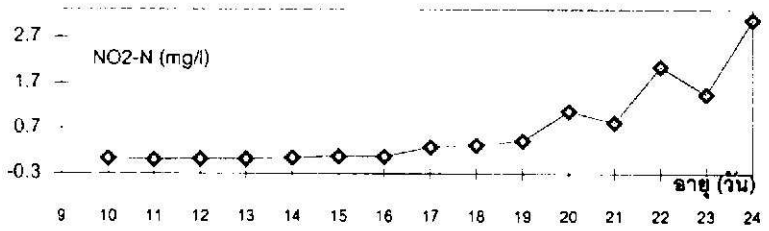


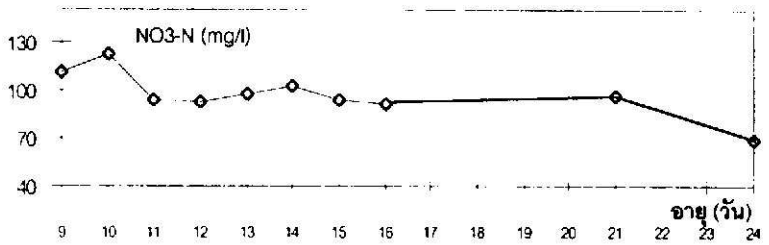


ภาพที่ 21 คุณสมบัติของน้ำบางประการตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน เฉลี่ยทุกระดับอัตราความหนาแน่น


DO (mg/l)
7.5
6.5
6
5.5
5
อายุ (วัน)
9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


NH3-N(mg/l)
1.6
1.2
0.8
0.4
0
อายุ (วัน)
9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


NO2-N (mg/l)
2.7
1.7
0.7
-0.3
อายุ (วัน)
9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24


NO3-N (mg/l)
130
100
70
40
อายุ (วัน)
9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

ภาพที่ 21 (ต่อ)

7. การเก็บเกี่ยวผลผลิตและลำเลียงขนส่งลูกกุ้ง

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ ได้กำหนดขอบเขตของการทดลองสิ้นสุดที่ลูกกุ้งมีการเจริญเติบโตจนถึงระยะโพสลาวา ที่ 16 ลูกกุ้งวัยนี้มีความแข็งแรงและเหมาะสมที่จะนำไปปล่อยลงในบ่อเลี้ยง เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว ได้ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้ทราบการรอดตายของบ่อต่าง ๆ ดังนี้ บ่อที่ 1 326,000 ตัว บ่อที่ 2 630,000 ตัว บ่อที่ 3 622,000 ตัว บ่อที่ 4 686,000 ตัว บ่อที่ 5 502,000 ตัว และบ่อที่ 6 359,000 ตัว

การเก็บเกี่ยวผลผลิต ใช้วิธีลดน้ำในบ่อลงเหลือ 1 ใน 3 ของความลึกของบ่อ ใช้สวิงช้อนรวบรวมลูกกุ้งในบ่ออนุบาล ย้ายไปยังถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 0.5 ตัน การลำเลียงขนส่งลูกกุ้ง ใช้วิธีการลำเลียงขนส่งด้วยถุงพลาสติก ขนาดความจุน้ำทะเล 6-8 ลิตรต่อจำนวนลูกกุ้ง 2,500 ตัว ใช้สวิงช้อนลูกกุ้งจากถังไฟเบอร์กลาส ตักใส่ลงในกะละมัง เพื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นจำนวนลูกกุ้งกับกะละมังมาตรฐานที่ทราบจำนวนแล้ว เทน้ำและลูกกุ้งที่อยู่ในกะละมังลงในถุงพลาสติก อัดออกซิเจนและผูกมัดด้วยยางจนแน่น การลำเลียงขนส่งจะทำการลำเลียงขนส่งทางรถยนต์ในเวลากลางคืนก่อนสว่าง

8. การศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับ

วิเคราะห์จากค่าใช้จ่ายและรายรับจากการจำหน่ายผลผลิต พบว่าค่าใช้จ่ายประกอบด้วยค่าใช้จ่ายประเภทการลงทุนหรือต้นทุนคงที่ และค่าใช้จ่ายประเภทดำเนินงานหรือต้นทุนผันแปร ผลตอบแทนสุทธิเท่ากับรายรับทั้งหมดที่ได้จากการจำหน่ายผลผลิต ลบด้วยค่าใช้จ่ายทั้งหมด

1) ค่าใช้จ่ายคงที่ ประกอบด้วย ค่าที่ดิน ค่าสร้างบ่อต่าง ๆ เช่น บ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ บ่อเพาะฟัก บ่ออนุบาลลูกกุ้ง บ่อเพาะเลี้ยงไดอะตอม บ่อเก็บน้ำ ระบบ

น้ำจืดและระบบน้ำทะเล ค่าระบบการให้อากาศ ค่าระบบสูบน้ำทะเล ค่าจัดสร้างโรงเรือนเพาะฟัก ค่าอุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าสำรอง ค่าวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในโรงเพาะฟัก ค่าใช้จ่ายประเภทนี้เป็นค่าใช้จ่ายที่มีการลงทุนสูงมากในครั้งแรก การคิดต้นทุนจากค่าใช้จ่ายประเภทนี้สามารถประเมินได้จากอายุการใช้งานหรือประเมินจากค่าเสื่อมราคา แต่เนื่องจากว่าการเพาะฟักลูกกุ้งนั้นใช้เวลาสั้นมากไม่เกิน 2 เดือนต่อรุ่น ในหนึ่งปีสามารถเพาะได้หลายรุ่น และยังมีความไม่แน่นอนของการเพาะฟักด้วย การประเมินค่าใช้จ่ายประเภทนี้จึงได้ค่าไม่แน่นอนหรือถูกต้องตามความเป็นจริง ประกอบกับในการเพาะฟักในแต่ละรุ่นนั้นจะมีค่าใช้จ่ายสำหรับการซ่อมบำรุงสิ่งที่สึกหรอให้ดีดังเดิมด้วย ดังนั้นเพื่อให้เห็นผลตอบแทนที่ชัดเจนขึ้น จึงยังไม่ต้องคิดค่าใช้จ่ายประเภทนี้ก่อน

2) ค่าใช้จ่ายประเภทดำเนินงาน ประกอบด้วย ค่าแม่พันธุ์กุ้ง ค่าอาหาร ค่ายา สารเคมีและปุ๋ย ค่าวัสดุและอุปกรณ์ ค่าไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าแรงงาน ตลอดจนค่าซ่อมแซมสิ่งที่สึกหรอและอื่น ๆ สามารถศึกษารายละเอียดได้จากตารางที่ 16

การวิเคราะห์ว่าเหรียนซ์ของค่าใช้จ่ายในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ พบว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าใช้จ่ายของการอนุบาลลูกกุ้งที่ระดับความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร มีค่าใช้จ่ายสูงสุด (69,940 บาท) รองลงมาคืออัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร (60,940 บาท) และอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร (51,940 บาท) ตามลำดับ (ตารางที่ 17) แต่เมื่อคิดคำนวณเปรียบเทียบกับจำนวนตัวที่สามารถผลิตได้ พบว่าค่าใช้จ่าย/ตัว จะแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นทุนเฉลี่ยในการผลิตลูกกุ้ง/ตัวของลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร เท่ากับ 7.6, 5.5 และ 5.4 สตางค์ ตามลำดับ (ตารางที่ 17 และตารางผนวกที่ 5)

ตารางที่ 16 รายละเอียดต้นทุน ค่าใช้จ่าย รายได้และผลตอบแทนที่ได้รับจากการจำหน่ายผลผลิตของการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ

รายการ	70 ตัว/ลิตร				140 ตัว/ลิตร				210 ตัว/ลิตร			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 6		บ่อที่ 2		บ่อที่ 5		บ่อที่ 3		บ่อที่ 4	
	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ
1.ค่าใช้จ่ายผันแปร(ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน)	21,720	83.63	21,720	83.63	26,220	86.05	26,220	86.05	30,720	87.85	30,720	87.85
1.1 ค่าแม่พันธุ์กุ้ง	4,500	17.33	4,500	17.33	9,000	29.54	9,000	29.54	13,500	38.60	13,500	38.60
1.2 ค่าอาหาร	9,090	35.00	9,090	35.00	9,090	29.83	9,090	29.83	9,090	25.99	9,090	25.99
อาร์ทีเมีย	8,400	32.35	8,400	32.35	8,400	27.57	8,400	27.57	8,400	24.02	8,400	24.02
อาหาร MCF	450	1.73	450	1.73	450	1.48	450	1.48	450	1.29	450	1.29
อาหาร AAP1	80	0.31	80	0.31	80	0.26	80	0.26	80	0.23	80	0.23
อาหาร AAP2	80	0.31	80	0.31	80	0.26	80	0.26	80	0.23	80	0.23
อาหาร AAP3	80	0.31	80	0.31	80	0.26	80	0.26	80	0.23	80	0.23
1.3 ยา สารเคมีและปุ๋ย	3,100	11.94	3,100	11.94	3,100	10.17	3,100	10.17	3,100	8.86	3,100	8.86
ไบราไซด์	660	2.54	660	2.54	660	2.17	660	2.17	660	1.89	660	1.89
ฟูราซาน	400	1.54	400	1.54	400	1.31	400	1.31	400	1.14	400	1.14
BU-N,BU-Z	1,400	5.39	1,400	5.39	1,400	4.59	1,400	4.59	1,400	4.00	1,400	4.00
วิตามิน B12	70	0.27	70	0.27	70	0.23	70	0.23	70	0.20	70	0.20
แอนติโฟม	120	0.46	120	0.46	120	0.39	120	0.39	120	0.34	120	0.34
ปุ๋ยต่าง ๆ	450	1.73	450	1.73	450	1.48	450	1.48	450	1.29	450	1.29
1.4 วัสดุ และ อุปกรณ์	680	2.62	680	2.62	680	2.23	680	2.23	680	1.94	680	1.94
1.5 ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำมันเชื้อเพลง	2,300	8.86	2,300	8.86	2,300	7.55	2,300	7.55	2,300	6.58	2,300	6.58

ตารางที่ 16 (ต่อ)

รายการ	70 ตัว/ลิตร				140 ตัว/ลิตร				210 ตัว/ลิตร			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 6		บ่อที่ 2		บ่อที่ 5		บ่อที่ 3		บ่อที่ 4	
	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ	บาท	ร้อยละ
1.6 ค่าแรงงาน	1,400	5.39	1,400	5.39	1,400	4.59	1,400	4.59	1,400	4.00	1,400	4.00
1.7 อื่น ๆ (ค่าขนส่ง อาหาร ฯลฯ)	650	2.50	650	2.50	650	2.13	650	2.13	650	1.86	650	1.86
2. ค่าซ่อมแซมสิ่งที่ติดทรง	4,250	16.37	4,250	16.37	4,250	13.95	4,250	13.95	4,250	12.15	4,250	12.15
2.1 เครื่องสูบน้ำ ระบบการกรองและส่งน้ำ	650	2.50	650	2.50	650	2.13	650	2.13	650	1.86	650	1.86
2.2 เครื่องเป่าอากาศ	800	3.08	800	3.08	800	2.63	800	2.63	800	2.29	800	2.29
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า	1,800	6.93	1,800	6.93	1,800	5.91	1,800	5.91	1,800	5.15	1,800	5.15
2.4 อุปกรณ์ไฟฟ้า	1,000	3.85	1,000	3.85	1,000	3.28	1,000	3.28	1,000	2.86	1,000	2.86
รวมค่าใช้จ่าย	25,970	100.00	25,970	100.00	30,470	100.00	30,470	100.00	34,970	100.00	34,970	100.00
3. ค่าใช้จ่าย/ตัว(บาท)	0.080		0.072		0.048		0.061		0.056		0.051	
4. รายได้ (บาท)	47,800		52,600		92,300		73,600		91,200		100,500	
5. กำไร (บาท)	21,830		26,630		61,830		43,130		56,230		65,530	
6. ผลตอบแทนการลงทุน(%)	84.06		102.54		202.92		141.55		160.79		187.39	
7. รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท)	182,820											
8. รวมรายได้ทั้งหมด (บาท)	458,000											
9. รวมกำไรทั้งหมด (บาท)	275,180											
10. รวมผลตอบแทนการลงทุน (%)	150.52											

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย รายได้ กำไร และผลตอบแทนการลงทุน ของผลผลิตลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ

รายการ	70 ตัว/ลิตร	140 ตัว/ลิตร	210 ตัว/ลิตร	ภาพรวม
1. ค่าใช้จ่าย	51,940 a[1/]	60,940 b	69,940c	182,820
2. ค่าใช้จ่าย/ตัว (บาท)	0.076 a	0.055 a	0.054 a	0.059
3. รายได้ (บาท)	100,400 a	165,900 b	191,700 b	458,000
4. กำไร (บาท)	48,460 a	104,960 b	121,760 b	275,180
5. ผลตอบแทนการลงทุน (%)	93.30 a	172.24 a	174.09 a	150.52

[1/] ตัวอักษรเหมือนกัน หมายถึง แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

3) รายได้ กำไร และผลตอบแทนการลงทุน ราคาลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา 16 ในขณะที่ทำการทดลอง สามารถจำหน่ายได้ในราคาตัวละ 15 สตางค์ รายได้จากการจำหน่ายลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ พบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร สามารถจำหน่ายให้รายได้สูงที่สุดถึง 191,700 บาท รองลงมาคืออัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร มีรายได้ 165,900 บาท และอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร มีรายได้ 100,400 บาท ตามลำดับ

เมื่อนำเอารายได้จากการจำหน่ายมาลบด้วยค่าใช้จ่ายทั้งหมด จะได้ผลตอบแทนหรือกำไร จากการศึกษาพบว่าผลตอบแทนหรือกำไรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร สามารถจำหน่ายให้ผลตอบแทนหรือกำไรสูงที่สุด 121,760 บาท รองลงมาคืออัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร กำไร 104,960 บาท และอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร กำไร 48,460 บาท หรือเมื่อคิดเป็นร้อยละของผลตอบแทนการลงทุน ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร จะมีค่าเท่ากับร้อยละ 93.30, 172.24 และ 174.09 ตามลำดับ (ตารางที่ 17 และตารางผนวกที่ 5)

4) ภาพรวมของการลงทุน รายได้ และผลตอบแทน พบว่าตลอดการทดลองมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อดำเนินการเป็นเงิน 182,820 บาท เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมดออกจำหน่ายในราคาตัวละ 15 สตางค์ พบว่ามีรายได้รวมทั้งสิ้น 458,000 บาท คิดเป็นผลตอบแทนหรือกำไรเบื้องต้นที่ยังไม่ได้หักต้นทุนคงที่เป็นเงิน 275,180 บาท หรือได้กำไรคิดเป็นผลตอบแทนการลงทุนสูงถึง 150.52 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 16 และ 17)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ได้ทำการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยวิธีการเดียวกันเหมือนกันทุกระดับความหนาแน่นและทุกซ้ำ ดังรายละเอียดที่มีในตารางที่ 1-6 แสดงว่าการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต การอดตาย อัตรารอดตาย คุณสมบัติของน้ำ ผลผลิต และผลตอบแทนเกิดจากอิทธิพลของอัตราความหนาแน่นทั้ง 3 ระดับเท่านั้น แม้ว่าจะทำการปล่อยในอัตราความหนาแน่นตามที่ต้องการแล้ว เพื่อตรวจสอบความมั่นใจ จึงทำการสุ่มนับจำนวนอีกครั้งหนึ่งด้วยหลังจากปล่อยแล้ว ซึ่งทำให้ทราบว่ามีอัตราความหนาแน่นแปรปรวนจากที่กำหนดไว้เล็กน้อย จาก 70 ตัว/ลิตร 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร เป็น 73.6 ตัว/ลิตร 150 ตัว/ลิตร และ 216.3 ตัว/ลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์วาเหรียนซ์ พบว่าอัตราความหนาแน่นที่สุ่มได้ทั้ง 3 ระดับ ยังคงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

1. การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

ลูกกุ้งระยะนอเพลียส นับว่าเป็นระยะที่มีความอดทนแข็งแรงสูง ไม่จำเป็นต้องให้อาหาร สามารถลำเลียงขนส่งและเคลื่อนย้ายไปยังบ่อต่าง ๆ ได้ แต่เมื่อลูกกุ้งเริ่มเข้าสู่ระยะโปรโตซูเอียแล้ว พบว่าระยะนี้เป็นระยะที่วิกฤตมาก เพราะว่าระยะนี้ลูกกุ้งได้เจริญและพัฒนาโดยใช้อาหารจากถุงไข่แดงจนหมดแล้ว สารอาหารมีไม่เพียงพอจากภายใน จึงต้องเริ่มกินอาหารจากภายนอก อาหารที่เหมาะสมควรเป็นสาหร่ายขนาดเล็ก และนี่เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่พบว่าระยะโปรโตซูเอียมักพบว่าเป็นระยะที่มีอัตราการตายสูง เนื่องจากลูกกุ้งไม่ได้รับอาหารหรือได้รับแล้วแต่ไม่สามารถกินอาหารนั้นได้ ด้วยเพราะได้รับชนิดอาหารที่ไม่เหมาะสมหรือมีขนาดใหญ่เกินไป รวมไปถึงอาจมีความเหมาะสมแต่มีปริมาณอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการด้วย อาหารที่เหมาะสมสำหรับลูกกุ้งระยะนี้ คือ ไดอะตอมที่มีขนาดน้อยกว่า 50 ไมครอน การสังเกตนับว่ามีส่วนสำคัญสำหรับผู้อนุบาลด้วย ถ้าพบว่าขี้กุ้งติดกันยาว 4-5 เท่าของความยาวลำตัว แสดงว่ากินอาหารดี แต่ถ้าเห็นขี้กุ้งสั้นหรือลำไส้เกลี้ยงและขาดเป็นท่อน ๆ แสดงว่าอาหารไม่พอ

การให้อาหารจะต้องให้อย่างเพียงพอและต่อเนื่องทุก ๆ 1-2 ชั่วโมง ให้ไดอะตอมในอัตราความหนาแน่นคงที่ติดต่อกัน 4-5 วัน การให้อาหารผงสำเร็จรูปเสริม จะช่วยป้องกันการขาดแคลนอาหารได้ แต่ไม่ควรให้มากเกินไป เพราะอาจทำให้น้ำเสียได้

เมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ระยะไมซีส พบว่าอาหารที่ให้ผลดีจะเป็นแพลงค์ตอนพืชร่วมกับแพลงค์ตอนสัตว์ จากการทดลองจะใช้ Skeletonema ร่วมกับอาร์ทีเมียวัยอ่อน ในกรณีที่อาหารขาดแคลนจะให้อาหารผงสำเร็จรูปเสริมด้วย การตรวจนับจำนวนแพลงค์ตอนสัตว์นับว่ามีส่วนสำคัญในระยะนี้ ปริมาณแพลงค์ตอนสัตว์กับจำนวนลูกกุ้งควรเหมาะสมและสัมพันธ์กัน การใช้ปีกเกอร์ตักตรวจสอบดูความหนาแน่นของอาร์ทีเมียกับจำนวนความหนาแน่นของลูกกุ้ง การสังเกตภายในตัวลูกกุ้งว่ามีแพลงค์ตอนสัตว์ที่กินเข้าไปหรือไม่ ข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์สำหรับการจัดการต่อไป

ลูกกุ้งระยะโพสลาวา พบว่าจะมีรูปร่างคล้ายกุ้งวัยรุ่น แต่มีขนาดเล็กกว่า เรียกว่ากุ้งพี กุ้งวัยนี้ยังคงให้อาหารจำพวกแพลงค์ตอนสัตว์ แต่ให้ในอัตรามากขึ้น ความจริงแล้วกุ้งวัยนี้ชอบกินอาหารจำพวกเนื้อสัตว์มากกว่า สำหรับการทดลองนี้เลือกใช้อาหารเม็ดแทนอาหารสด กุ้งวัยนี้จะมีพฤติกรรมเปลี่ยนไป โดยในระยะแรก ๆ จะยังคงมีพฤติกรรมแบบแพลงค์ตอน ซึ่งจะล่องลอยและกระจัดกระจายไปทั้งบ่อ แต่หลังจากพี 6 ไปแล้ว ลูกกุ้งจะมีพฤติกรรมแบบเนคตอน (Nekton) โดยจะสามารถว่ายน้ำบังคับทิศทางได้ สามารถจับอาหารและชอบอาศัยเกาะตามพื้นก้นบ่อ ที่เป็นเช่นนี้เพราะลูกกุ้งมีการเจริญพัฒนาอย่างสมบูรณ์แล้ว โดยเฉพาะขาว่ายน้ำสามารถใช้งานได้ดี

การให้อาหาร จะให้ในปริมาณที่เหมาะสม มีความหนาแน่นเพียงพอที่ลูกกุ้งสามารถพบหรือสัมผัสกับอาหารได้ง่าย โดยเฉพาะลูกกุ้งในระยะโปรโตซูเอีย ระยางค์เกี่ยวกับการว่ายน้ำยังไม่เจริญเติบโต ความหนาแน่นของไดอะตอมจึงควรมีอย่างเหมาะสม และไม่ควรมีมากเกินไปด้วย เพราะอาจทำให้น้ำเสียหรือมีไดอะตอมเกาะตามระยางค์ต่าง ๆ ของลูกกุ้ง จนทำให้ลูกกุ้งไม่สามารถเคลื่อนไหวหรือลอกคราบได้สะดวก การจัดการเรื่องปริมาณอาหารที่พอเหมาะ จะใช้วิธีตรวจนับความหนาแน่นของ

ไดอะตอมก่อนและหลังการถ่ายเปลี่ยนน้ำหรือเติมน้ำใหม่ การนับไดอะตอมใช้ฮีโมไซโตมิเตอร์ (Hoemocytometer) ในขณะที่อาร์ทีเมียใช้วิธีสุ่มนับจำนวนตัว

การให้อาหารเสริมหรืออาหารไม่มีชีวิต เพื่อให้ลูกกุ้งมีโอกาสกินอาหารได้อย่างทั่วถึงและไม่ทำให้น้ำเสีย การให้อาหารควรยึดหลักการให้อาหารแต่ละมื้อในปริมาณน้อย ๆ แต่ให้บ่อย ๆ การให้อาหารน้อย ๆ และบ่อย ๆ จะดีกว่าการให้อาหารครั้งละมาก ๆ หรือครั้งเดียว

การเจริญพัฒนาการของลูกกุ้ง เริ่มจากไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว ประมาณ 45 นาที จึงจะเริ่มมีการแบ่งเซลจากหนึ่งเป็นสอง จากสองเป็นสี่ และจากสี่เป็นแปดไปเรื่อย ๆ มีการพัฒนาการเป็นลำดับ จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า นอเพลียส ใช้เวลาประมาณ 14 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kungvankij และคณะ, 1986 ซึ่งพบว่าไข่จะเริ่มแบ่งเซลหลังจากปฏิสนธิแล้ว ประมาณ 30-40 นาที และใช้เวลาจนกระทั่งฟักออกเป็นตัวอ่อนประมาณ 12-18 ชั่วโมง

ลูกกุ้งนอเพลียส มีขนาดประมาณ 0.288 ± 0.037 มิลลิเมตร มีการลอกคราบ 6 ครั้ง แต่ละครั้งมีรูปร่างแตกต่างกัน เรียกว่า ระยะนอเพลียส 1 จนถึงระยะนอเพลียส 6 เมื่อสิ้นสุดระยะนี้ลูกกุ้งจะมีขนาดประมาณ 0.508 ± 0.022 มิลลิเมตร เปลี่ยนเป็นระยะโปรโตซูเอีย ระยะนี้มีการลอกคราบ 3 ครั้ง รูปร่างจะแตกต่างกัน ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน ก็จะเจริญเข้าสู่ระยะไมซีส มีขนาดประมาณ 3.007 ± 0.124 มิลลิเมตร ลูกกุ้งวัยนี้จะแขวนตัวอยู่ในน้ำ ห้อยหัวลง ส่วนปลายหางชี้ขึ้นผิวน้ำ มีการลอกคราบ 3 ครั้ง มีรูปร่างแตกต่างกัน ใช้เวลาประมาณ 3 วัน จะเจริญเข้าสู่ระยะโพสลาวา รวมระยะเวลาตั้งแต่ไข่ได้รับการปฏิสนธิจนกระทั่งได้ลูกกุ้งระยะโพสลาวา ใช้เวลาประมาณ 9-10 วัน มีขนาดประมาณ 5.202 ± 0.372 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kungvankij และคณะ, 1986 เช่นเดียวกัน ซึ่งพบว่าลูกกุ้งนอเพลียสจะมีขนาดประมาณ 0.30-0.33 มิลลิเมตร ระยะโปรโตซูเอีย มีขนาดประมาณ 0.60 มิลลิเมตร ใช้เวลาประมาณ 4-5 วัน จะเจริญเข้าสู่ระยะไมซีส ขนาดประมาณ 3.30-5.00 มิลลิเมตร และใช้เวลาอีกประมาณ

3-4 วัน ก็จะเจริญเข้าสู่ระยะโพสลาวา รวมระยะเวลาตั้งแต่ไข่จนกระทั่งได้ลูกกุ้งระยะโพสลาวา ใช้เวลาประมาณ 10 วัน มีขนาดประมาณ 5.2 มิลลิเมตร จะเห็นได้ว่าเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้ว มีค่าใกล้เคียงกันมาก

2. **การเจริญเติบโต**

เมื่อเริ่มต้นศึกษา ความยาวเฉลี่ยของลูกกุ้งไม่มีความแตกต่างกัน ผลการทดลองจึงมีความเหมาะสม ไม่ต้องคำนึงถึงอิทธิพลของความแตกต่างระหว่างขนาด (size effect) ในแต่ละบ่อทดลอง

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน พบว่าการเจริญเติบโตของลูกกุ้งตั้งแต่อายุได้ 9 วันจนถึง 24 วัน ความยาวเฉลี่ยของการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระดับความหนาแน่นที่กำหนดไว้ในการทดลอง 70 ตัว/ลิตร 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตรนั้น ไม่มีอิทธิพลต่อความยาวเฉลี่ยของการเจริญเติบโต

3. **อัตราการเจริญเติบโต**

ผลการทดลองสอดคล้องกับการเจริญเติบโต โดยพบว่าความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วันจนถึงอายุ 24 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นเช่นเดียวกันว่า ระดับความหนาแน่นที่กำหนดไว้ในการทดลองไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลองของลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 70, 140 และ 210 ตัว/ลิตร มีค่าเท่ากับ 0.497, 0.457 และ 0.489 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก

4. **การรอดตาย**

เนื่องจากเป็นการทดลองที่ปล่อยในอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ จึงได้แปลงการรอดตายเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดตาย จากภาพที่ 19 แสดงให้เห็นชัดเจนว่าเปอร์เซ็นต์การรอดตายจะลดต่ำลงมา ในวันที่ 2 ของการอนุบาลทุกระดับอัตราความหนาแน่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kungvankij และคณะ, 1986 ที่พบว่าลูกกุ้งจะมีอัตราการตายสูงมากหลังจาก 2 วันผ่านไปแล้ว เนื่องจากเมื่อขึ้นวันที่ 3 ลูกกุ้งจะมีการเจริญพัฒนาเปลี่ยนแปลงจากระยะนอเพลียส 6 เป็นระยะโปรโตซูเอีย 1 ลูกกุ้งวัยนี้ถุงไข่แดงยุบหมดแล้ว อาหารจากถุงไข่แดงมีไม่เพียงพอ จะต้องกินอาหารจากภายนอกเข้าไป ระยะนี้วิกฤตมาก ลูกกุ้งที่ไม่แข็งแรงเพียงพอหรือขาดเทคนิคการจัดการที่ดี ลูกกุ้งที่ไม่ได้รับอาหารหรือมีอาหารแต่ไม่สามารถกินเข้าไปได้จะอ่อนแอลงและตายไปในที่สุด จากการวิเคราะห์วาเหรียนซ์ในวันที่ 4 ของการอนุบาล พบว่านอกจากเปอร์เซ็นต์การรอดตายของทุกบ่อจะลดต่ำลงมาแล้ว บ่อที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำ ๆ จะมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงกว่าบ่อที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นสูง ๆ อย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันตั้งแต่วันที่ 4, 6 และ 8 และจะเริ่มค่อนข้างคงที่หลังจากวันที่ 8 ไปแล้ว ดังจะเห็นว่าเมื่อถึงวันที่ 10 ของการอนุบาล เปอร์เซ็นต์การรอดตายจะเริ่มคงที่หรือมีการตายลดลงนั่นเอง การที่เป็นเช่นนี้อภิปรายได้ว่า ในช่วงอายุ 3-8 วันนั้น เป็นช่วงที่ลูกกุ้งอยู่ในระยะโปรโตซูเอีย 1 ถึงไมซีส 3 ช่วงนี้ลูกกุ้งยังคงมีความอ่อนแออยู่ แม้ว่าจะรอดผ่านระยะนอเพลียสมาแล้ว แต่เมื่อเจริญเติบโตจนถึงระยะไมซีส ความต้องการอาหารจำพวกแพลงค์ตอนสัตว์จะมีมากขึ้น ในขณะที่อาหารจำพวกแพลงค์ตอนพืชมีความจำเป็นลดลงเรื่อยๆ ความต้องการอาหารอย่างเพียงพอและเหมาะสม ประกอบกับลูกกุ้งวัยนี้การเจริญและพัฒนาการของอวัยวะและระยางค์ต่าง ๆ ยังไม่สมบูรณ์ อัตราการตายซึ่งยังคงมีอยู่ต่อไปถ้าหากเทคนิคจัดการได้ยังไม่ดีพอ แต่ภายหลัง 8 วันไปแล้ว ลูกกุ้งจะเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะโพสลาวา ซึ่งมีอวัยวะและระยางค์ต่าง ๆ ครบสมบูรณ์ มีความแข็งแรง ว่ายน้ำได้ดี ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การรอดตายจึงเริ่มค่อนข้างคงที่ หรือมีการตายลดลงนั่นเอง

การรอดตายของลูกกุ้งตลอดการทดลอง 0-24 วัน จากตารางที่ 11 จะเห็นว่าบ่อที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร จะให้การรอดตายสูงที่สุด เฉลี่ย 654,00 ตัว รองลงมาที่อัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร เฉลี่ย 566,000 ตัว ในขณะที่ที่อัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร มีการรอดตายน้อยที่สุด เฉลี่ย 342,500 ตัว แต่ถ้าหากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดตาย ผลจะกลับกัน ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตรต่างหากที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 66.51 ในขณะที่รองลงมาคืออัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร เฉลี่ยร้อยละ 53.83 และอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร เฉลี่ยร้อยละ 43.19 ตามลำดับ ตารางที่ 12 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระดับความหนาแน่นที่กำหนดไว้ในการทดลองมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การรอดตาย โดยพบว่ายิ่งปล่อยด้วยอัตราความหนาแน่นมากขึ้น เปอร์เซ็นต์การรอดตายก็จะลดลง

5. อัตราการรอดตาย

เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ ได้แปลงอัตราการรอดตายเป็นเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย จากภาพที่ 20 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย ในช่วงอายุ 0-2 วัน มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายสูงเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะในช่วงอายุ 0-2 วันนั้น ลูกกุ้งอยู่ในระยะนอเพลียส เป็นช่วงที่ลูกกุ้งไม่ต้องการอาหาร แต่สามารถได้รับสารอาหารจากถุงไข่แดง เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายจึงยังคงสูงอยู่ แต่ในช่วงลูกกุ้งอายุ 2-4 วัน 4-6 วัน และ 6-8 วัน จะพบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายจะต่ำลงและเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายยังแตกต่างกันด้วยระหว่างระดับความหนาแน่น โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร จะมีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายต่ำกว่าระดับ 70 ตัว/ลิตร และ 140 ตัว/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะจากภาพจะเห็นว่าในช่วงอายุ 6-8 วัน แตกต่างกันอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในช่วงอายุ 8-10 วัน เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของกุ้งจะมีแนวโน้มสูงขึ้น หรือกล่าวได้ว่าในช่วง 8-10 วันนั้น มีจำนวนลูกกุ้งที่ตายน้อยกว่าในช่วงที่ผ่านมา เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับจำนวนลูกกุ้งที่เหลือรอดในขณะนั้นจึงมี

เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายสูงกว่าในช่วงนี้ ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะประมาณวันที่ 8-9 ของการอนุบาล ลูกกุ้งจะเริ่มเข้าสู่ระยะโพสลาวา ซึ่งเป็นระยะที่ลูกกุ้งมีการเจริญพัฒนาอย่างครบสมบูรณ์แล้ว สามารถกินอาหารจำพวกแพลงค์ตอนสัตว์ได้ดี โอกาสเกิดการตายจึงลดลง สำหรับเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายของลูกกุ้งตลอดการทดลอง 0-24 วัน ได้ผลเท่ากับเปอร์เซ็นต์ของการรอดตาย กล่าวคือ ถ้ายิ่งปล่อยด้วยอัตราความหนาแน่นมากขึ้น เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายจะลดลงเช่นเดียวกัน

6. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำบางประการ

คุณสมบัติของน้ำบางประการ ในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับเฉลี่ยตลอดการทดลอง พบว่าคุณสมบัติของน้ำในบ่ออนุบาลทุกระดับอัตราความหนาแน่น มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นอุณหภูมิและความเค็มมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันเล็กน้อย โดยพบว่าบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร มีค่าอุณหภูมิสูงกว่าและมีความเค็มต่ำกว่าเล็กน้อย คือ มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 31 องศาเซลเซียส และความเค็ม 29 ส่วนในพัน ในขณะที่อัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร และ 140 ตัว/ลิตร มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส และความเค็มประมาณ 30 ส่วนในพัน (ตารางที่ 14) ค่าคุณสมบัติของน้ำเฉลี่ยทุกระดับอัตราความหนาแน่น จะแตกต่างกันตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามหลักนิเวศน์วิทยาได้ ดังนี้

6.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อระบบเมตาโปลิซึม ไข่กุ้งจะไม่ฟักเป็นตัวที่อุณหภูมิน้อยกว่า 24 องศาเซลเซียส (Kungvankij และคณะ, 1986) ลูกกุ้งวัยอ่อนโดยปกติจะเจริญเติบโตดีและลอกคราบไวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 26 ถึง 31 องศาเซลเซียส ถ้าหากต่ำกว่านี้ลูกกุ้งจะเจริญเติบโตได้ไม่ดีและลอกคราบช้ากว่ากำหนด ในกุ้งกุลาดำ ระยะโปรโตซูเอียจะเจริญเติบโตและลอกคราบเข้าสู่ระยะ

ไม่ซ์สในเวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิในช่วง 28 ถึง 31 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตและการลอกคราบจะช้าลงเป็น 6 วัน ถ้าหากอุณหภูมิลดลงในช่วง 24 ถึง 26 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิก็นับว่ามีส่วนสำคัญ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างช้า ๆ ในรอบวัน จะไม่ค่อยมีผลมากนัก แต่ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว แม้ว่าจะเปลี่ยนแปลงแค่ 2 องศาเซลเซียสเท่านั้น ความเครียดที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกระทันหัน จะเป็นสาเหตุทำให้ลูกกุ้งตายเป็นจำนวนมากได้ (กรมประมง, 2535)

6.2 ความเค็ม

ความเค็มของน้ำเกี่ยวข้องกับแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ความเค็มที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีผลต่อระบบควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกาย ซึ่งจะหมายถึงการรักษาสมดุลย์ของแร่ธาตุในร่างกายด้วย กุ้งกุลาดำจะไม่ผสมพันธุ์ในน้ำกร่อย การผสมพันธุ์ วางไข่ และการฟักไข่จะเกิดขึ้นในทะเล พบว่าแหล่งวางไข่ของกุ้งกุลาดำจะมีความเค็มอยู่ในช่วง 30 ถึง 36 ส่วนในพัน ฉะนั้นในการจัดการซึ่งพยายามควบคุมความเค็มให้ได้อยู่ในช่วง 30-32 ส่วนในพันเสมอ นอกจากนี้ความเค็มของน้ำยังมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโต ความเค็มของน้ำควรลดลงหลังจากกุ้งเข้าสู่ระยะโพสลาวาแล้ว การลดความเค็มในช่วงนี้ยังดีต่อการจัดการเกี่ยวกับการปรับความเค็มก่อนจำหน่ายด้วย หลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างกระทันหัน การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำควรเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ

6.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่าง มีผลกระทบต่อระบบสรีรวิทยาของร่างกาย โดยเฉพาะปฏิกิริยาชีวเคมีจะเกิดขึ้นอย่างปกติหรือไม่ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเป็นด่าง โดยปกติความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำทะเลจะอยู่ในช่วง 7.5 ถึง 8.5 ซึ่งช่วงดังกล่าวนับว่ามีความเหมาะสมดี แต่ในสภาพของการอนุบาล ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอาจมีการ

เปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสมและเป็นอันตรายต่อลูกกุ้งก็ได้ ในขณะเดียวกัน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำยังบอกให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายในบ่อด้วย ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ แอมโมเนีย และสารประกอบพวกกรดต่าง ๆ สำหรับการทดลองในครั้งนี้ความเป็นกรดเป็นด่างดีมาก เพราะอยู่ในช่วงที่ค่อนข้างคงที่ คือ ประมาณ 7.74-8.20 ตลอดการทดลอง

6.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการอนุบาล การตายเป็นจำนวนมากสามารถเกิดขึ้นได้ถ้าหากเครื่องให้อากาศหยุด ออกซิเจนมีความสำคัญต่อกระบวนการหายใจ เพื่อให้ได้พลังงานไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ และการเจริญเติบโต ในสภาพของบ่ออนุบาล เครื่องให้อากาศ จำนวนหัวทราย และความแรงของฟองอากาศนับว่าเป็นหัวใจสำคัญของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ เพราะระบบของบ่ออนุบาลนี้จะปิดด้วยผ้าใบ ป้องกันแสง และควบคุมอุณหภูมิให้สูงขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ได้จากบรรยากาศหรือจากการสังเคราะห์แสงของพืชจึงไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ในทางกลับกันอุณหภูมิที่สูงขึ้น การให้อาหารมีชีวิตและอาหารที่ไม่มีชีวิตย่อมเป็นการเร่งปฏิกริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ให้มีความต้องการปริมาณออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นด้วย สำหรับการทดลองได้เคยเกิดเหตุการณ์เครื่องให้อากาศหยุดทำงานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในช่วงอายุ 4 วัน หรือในระยะโปรโตซูเอีย 2 และ 3 เหตุการณ์นั้นเกิดเนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่างเกิดขัดข้องและชำรุดเสียหาย เป็นเหตุทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าเผาไหม้ การวินิจฉัยเบื้องต้นคาดว่าเกิดจากการเผาไหม้มอเตอร์เป็นธรรมดา จึงได้นำเอามอเตอร์สำรองอีกตัวหนึ่งติดตั้ง ผลทำให้เกิดการเผาไหม้อีกตัวหนึ่ง เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในเวลาประมาณ 18.00 น. จึงได้เร่งให้รีบดำเนินการแก้ไขอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นการด่วน ในขณะเดียวกันได้ทำการตัดต่อท่ออากาศออกและติดตั้งเครื่องเปาอากาศแบบหอยโข่งแทน (air blower) เป็นการชั่วคราว เพื่อให้มีอากาศได้ใช้หายใจบ้างแม้ว่าจะไม่มากก็ตาม การแก้ไขเสร็จสิ้นสามารถใช้มอเตอร์ไฟฟ้าสำรองลูกที่สามได้ เวลาประมาณ 22.00 น.

รวมระยะเวลาวิกฤตประมาณ 4 ชั่วโมง จากการประเมินผลพบว่าเหตุการณ์นี้ไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อลูกกุ้งมากนัก การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว และยังมีเครื่องเป่าอากาศช่วยด้วย ลูกกุ้งจึงรอดผ่านช่วงนี้มาได้ด้วยดี

6.5 สารประกอบไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนมีหลายรูปแบบ ส่วนใหญ่จะสนใจแต่เฉพาะรูปที่อาจจะเป็นพิษต่อลูกกุ้งได้ เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เป็นต้น สารประกอบไนโตรเจนส่วนใหญ่ รูปที่เป็นพิษมักเกิดจากสารอินทรีย์ไนโตรเจนที่ได้จากของเสีย สิ่งขับถ่าย ซากพืช ซากสัตว์ และเศษอาหารเหลือ โดยมากยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น จุลินทรีย์ อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน และความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นต้น

จากตารางที่ 18 เป็นการศึกษาเพิ่มเติมจากผลการทดลอง โดยนำค่าคุณสมบัติของน้ำบางประการเหล่านั้นมาหาขนาดของความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ และค่าความน่าจะเป็น แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีส่วนเกี่ยวข้องกับสารประกอบไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) จากตารางจะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยพบว่าเมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงหรือในสภาพที่เป็นกรด ปริมาณไนไตรท์จะสูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะว่าในสภาพที่เป็นกรด แอมโมเนียจะแตกตัวได้แอมโมเนียมอิออน ซึ่งจะถูกออกซิไดท์โดยพวกแบคทีเรียได้เป็นสารประกอบไนไตรท์ดังสมการ

$$NH_3 \xrightarrow{\text{Acid solutions}} NH_4^+$$

$$2NH_4^+ + 3O_2 \xrightarrow{\textit{Nitrosomonas}} 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$$

ตารางที่ 18 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) และค่าความน่าจะเป็น (p) ที่แสดงถึงขนาดของความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างค่าคุณสมบัติของน้ำบางประการที่ใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ

	Temp. C°	Sal. ppt	pH	DO mg/l	NH_3-N mg/l	NO_2-N mg/l	NO_3-N mg/l
Temp. C°	1.000	0.615* [1/] p=0.011	0.507 p=0.054	0.315 p=0.272	-0.074 p=0.785	-0.295 p=0.286	0.501 p=0.140
Sal. ppt	0.615* p=0.011	1.000	0.425 p=0.114	0.006 p=0.984	0.303 p=0.254	-0.154 p=0.584	0.017 p=0.963
pH	0.507 p=0.054	0.425 p=0.114	1.000	-0.173 p=0.573	0.199 p=0.478	-0.639* p=0.014	0.562 p=0.091
DO mg/l	0.315 p=0.272	0.006 p=0.984	-0.173 p=0.573	1.000	-0.088 p=0.765	0.235 p=0.441	-0.254 p=0.510
NH_3-N mg/l	-0.074 p=0.785	0.303 p=0.254	0.199 p=0.478	-0.088 p=0.765	1.000	0.295 p=0.286	-0.638* p=0.047
NO_2-N mg/l	-0.295 p=0.286	-0.154 p=0.584	-0.639* p=0.014	0.235 p=0.441	0.295 p=0.286	1.000	-0.721* p=0.028
NO_3-N mg/l	0.501 p=0.140	0.017 p=0.963	0.562 p=0.091	-0.254 p=0.510	-0.638* p=0.047	-0.721* p=0.028	1.000

*[1] หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 18 ปริมาณไนไตรท์มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับไนเตรทด้วย เมื่อปริมาณไนไตรท์สูงขึ้น ปริมาณไนเตรทจะยังไม่สูงขึ้นตาม แต่ต่อมาแบคทีเรียจะออกซิไดท์ไนไตรท์ให้กลายเป็นไนเตรทดังสมการ ปริมาณไนไตรท์จะลดลง ในขณะที่ปริมาณไนไตรทจะสูงขึ้น

$$2NO_2^- + O_2 \xrightarrow{\textit{Nitrobacter}} 2NO_3^-$$

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว ปริมาณไนเตรทจึงมีความสัมพันธ์กับไนไตรท์และในขณะเดียวกันก็มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียมอิออนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา จากตารางปริมาณไนเตรทมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณแอมโมเนียมอิออนด้วย กล่าวคือ เมื่อปริมาณแอมโมเนียมลดลง ปริมาณไนเตรทก็จะสูงขึ้น

สำหรับการทดลอง แอมโมเนียที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียมอิออนหรือรูปที่แตกตัว จะเป็นรูปที่ไม่เป็นพิษต่อลูกกุ้ง ทั้งนี้เพราะว่าแอมโมเนียมในรูปที่แตกตัวสามารถผ่านออกจากผนังเหงือกของลูกกุ้งได้ แอมโมเนียจะอยู่ในรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ถ้าค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำหรือสภาพน้ำเป็นกรด แอมโมเนียจะแตกตัวให้แอมโมเนียมอิออน ในขณะที่ถ้าค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือสภาพน้ำเป็นด่าง แอมโมเนียจะอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวและเป็นพิษต่อลูกกุ้งได้ สำหรับน้ำภายในโรงเพาะฟัก ควรมีระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำในรูปที่แตกตัว ไม่ควรเกิน 1.5 ส่วนในล้าน ในขณะที่แอมโมเนียมในรูปที่ไม่แตกตัวไม่ควรมีเกิน 0.1 ส่วนในล้าน (kungvankij และคณะ, 1986)

7. การศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับ

ผลการศึกษาทำให้ทราบว่าการปล่อยในอัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร ให้ผลตอบแทนหรือกำไรมากที่สุด ประมาณร้อยละ 173 ของการลงทุน แม้ว่าการปล่อยในอัตราความหนาแน่นดังกล่าว จะมีอัตราการรอดตายต่ำกว่า 70 ตัว/ลิตรก็ตาม แต่เมื่อคิดถึงการลงทุน การอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นมาก ๆ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน/ตัวจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด แม้ว่าอัตราการรอดตายต่ำ แต่เมื่อคิดถึงจำนวนตัวที่เหลือรอดยังมีมากกว่าเสียอีก ราคาต้นทุนลูกกุ้งก็ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่สามารถขายลูกกุ้งในราคาเดียวกัน ผลตอบแทนจึงคุ้มค่ามากกว่า ผลการศึกษาเรื่องต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนที่ได้รับ ถ้าคิดในแง่เศรษฐศาสตร์ของการลงทุน ควรเลือกการปล่อยในอัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร หรือ 210 ตัว/ลิตร

การศึกษาในภาพรวม จะเห็นได้ว่าการทดลองในครั้งนี้นับว่าประสบความสำเร็จด้วยดี มีลูกกุ้งเหลือรอดรวม 3,125,000 ตัว หรือประมาณร้อยละ 52.08 ค่าใช้จ่ายผันแปรที่พบว่าต้องลงทุนสูง คือ ค่าแม่พันธุ์ลูกกุ้งและค่าอาหาร โดยเฉพาะอาร์ทีเมีย รวมกันประมาณร้อยละ 60 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองสามารถจำหน่ายผลผลิตได้เป็นเงิน 458,000 บาท ได้กำไรเบื้องต้นโดยยังไม่ได้หักต้นทุนคงที่เป็นเงิน 275,180 บาท หรือได้กำไรประมาณร้อยละ 150.52 ของการลงทุน ถ้าให้ต้นทุนคงที่มีมูลค่าเป็นครึ่งหนึ่งของมูลค่าการลงทุนทั้งหมดจากการคำนวณยังสามารถมีกำไรสุทธิได้มากกว่าร้อยละ 67 ของการลงทุนทั้งหมด ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลกำไรนั้นคุ้มค่ามาก

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ได้ทำการทดลองอนุบาลด้วยวิธีการเดียวกันเหมือนกันทุกระดับความหนาแน่น ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว สามารถฟักออกเป็นตัวได้ภายในเวลา 14 ชั่วโมง ขนาดเฉลี่ยของลูกกุ้งระยะนอเพลียสเท่ากับ 0.288 ± 0.037 มิลลิเมตร มีการเจริญเติบโตและลอกคราบ 6 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 2 วัน 10 ชั่วโมง ระยะโปรโตซูเอียมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 0.508 ± 0.022 มิลลิเมตร มีการเจริญเติบโตและลอกคราบ 3 ครั้ง ใช้เวลาจนถึงระยะนี้ 5 วัน 21 ชั่วโมง ระยะไมซีส มีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 3.007 ± 0.124 มิลลิเมตร มีการเจริญเติบโตและลอกคราบ 3 ครั้ง จึงเข้าสู่ระยะโพสลาวาที่หนึ่ง ใช้เวลาจนถึงระยะนี้ 9 วัน 10 ชั่วโมง ขนาดเฉลี่ยของลูกกุ้งระยะโพสลาวาที่หนึ่งเท่ากับ 5.202 ± 0.372 มิลลิเมตร

2. การเจริญเติบโตของลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ จากการวิเคราะห์วาเหรียนซ์ พบว่าตลอดการทดลองตั้งแต่ลูกกุ้งระยะโพสลาวา 1 จนถึงโพสลาวา 16 ความยาวเฉลี่ยของการเจริญเติบโตไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ระดับความหนาแน่นที่กำหนดไว้ในการทดลองไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ความยาวเฉลี่ยของลูกกุ้งระยะโพสลาวาที่ 16 ที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 70, 140 และ 210 ตัว/ลิตร มีค่าเท่ากับ 12.65, 12.41 และ 12.22 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3. อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลองของลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 70, 140 และ 210 ตัว/ลิตร มีค่าเท่ากับ 0.497, 0.457 และ 0.489 มิลลิเมตร/วัน ตามลำดับ จากการวิเคราะห์วาเหรียนซ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

4. เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายเฉลี่ยตลอดการทดลองของลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 70, 140 และ 210 ตัว/ลิตร มีค่าเท่ากับร้อยละ 66.51, 53.83 และ

43 19 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์วาเหรียนซ์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายสูงที่สุด รองลงมาคืออัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร และอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร ตามลำดับ

5. คุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับเฉลี่ยตลอดการทดลอง พบว่ามีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นอุณหภูมิและความเค็มมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย คุณสมบัติของน้ำบางประการเฉลี่ยทุกระดับความหนาแน่นตลอดการทดลอง พบว่าอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 30.21 ± 0.58 องศาเซลเซียส ความเค็มเท่ากับ 29.42 ± 1.92 ส่วนในพัน ความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7.97 ± 0.23 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 6.1 ± 0.49 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดเท่ากับ 0.89 ± 0.76 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณไนไตรท์เท่ากับ 0.656 ± 0.980 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณไนเตรทเท่ากับ 98.49 ± 17.39 มิลลิกรัม/ลิตร

6. ผลตอบแทนที่ได้รับจากการจำหน่ายผลผลิตลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 70, 140 และ 210 ตัว/ลิตร เท่ากับ 48,460 104,960 บาท และ 121,760 บาท ตามลำดับ หรือคิดเป็นร้อยละ 93.30, 172.24 และ 174.09 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์วาเหรียนซ์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 140 ตัว/ลิตร และ 210 ตัว/ลิตร ได้ผลตอบแทนสูงที่สุดและสูงกว่าอัตราความหนาแน่น 70 ตัว/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญ

7. ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การปล่อยในอัตราความหนาแน่นที่กำหนดให้ไม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้ง ในขณะที่การปล่อยในอัตราความหนาแน่นสูงถึง 140 ตัว/ลิตร หรือ 210 ตัว/ลิตร จะให้ผลตอบแทนสูงที่สุด แม้ว่าเปอร์เซ็นต์อัตรารอดตายจะต่ำกว่าก็ตาม เมื่อคิดถึงผลกำไรในแง่เศรษฐศาสตร์ของการลงทุน เห็นควรเลือกการอนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 210 ตัว/ลิตร เป็นแนวปฏิบัติสำหรับการลงทุนการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งต่อไป

8. การทดลองนี้ใช้เทคนิคการอนุบาลลูกกุ้งเพียงบ่อเดียว หมายความว่าเมื่อปล่อยลูกกุ้งระยะนอเพลียลงไปแล้ว จะอนุบาลต่อเนื่องกันไปจนเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยที่จะไม่ทำการย้ายบ่อ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าถ้าหากไม่ย้ายบ่ออีก อาจสามารถปล่อยได้สูงมากกว่า 210 ตัว/ลิตรก็ได้ เห็นควรทำการศึกษาต่อไป อย่างไรก็ตามจากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำบางประการ การปล่อยในอัตราความหนาแน่นสูงขึ้น คุณสมบัติของน้ำ โดยเฉพาะสารประกอบไนโตรเจนจะมีแนวโน้มสูงขึ้น และเป็นพิษต่อลูกกุ้งได้ การทดลองต่อไปอาจศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคนิคการอนุบาลแบบย้ายบ่อ บางทีอาจให้อัตรารอดหรือผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่านี้ก็ได้ การอนุบาลแบบย้ายบ่อจะทำให้ปล่อยในอัตราความหนาแน่นได้มากกว่านี้ ประหยัดค่าอาหารและค่าอาร์ทีเมีย พอลูกกุ้งเข้าสู่ระยะโพสลาวาจึงค่อยแยกย้ายไปยังบ่ออนุบาลต่าง ๆ อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีข้อดีในเรื่องของความประหยัดและสิ่งแวดล้อมใหม่ที่ดีกว่า แต่อาจมีข้อเสียในเรื่องของความบอบช้ำในการลำเลียงและการโยกย้าย ภาระงานที่มีมากขึ้น แต่ถ้าผลการทดลองได้ผลดีก็ควรจะทดลองปฏิบัติกันต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2524 ก. **การคัดเลือกพันธุ์กุ้งทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยง**. เอกสารคำแนะนำ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 16 น.

กรมประมง. 2524 ข. **การเลี้ยงกุ้งทะเลแบบให้ผลผลิตสูง**. เอกสารคำแนะนำ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 18 น.

กรมประมง. 2535. **คู่มือการเพาะและอนุบาลกุ้งทะเล**. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 18 น.

กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2543. สินค้าออกสำคัญ 10 รายการแรกของไทย. สืบค้นได้จาก,http : //tes97.moc.go.th/prog/thai/ProExCountry.exe/detail 27 กันยายน 2543

กลุ่มบัณฑิตเกษตรก้าวหน้า. 2531. **การเพาะเลี้ยงและเพิ่มผลผลิตกุ้งกุลาดำ**. รุ่งเรืองการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 264 น.

กองบรรณาธิการ (เฉพาะกิจ) ฐานเกษตรกรรม. 2530. **การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ**. ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ. 71 น.

จรัญ จันทลักขณา. 2519. **สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนวิจัย**. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ 442 น.

ฉัตร ช้างชอง. 2526. **หลักการจัดการฟาร์ม**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 391 น.

นิเวศน์ เรืองพานิช. 2529 ก. **ความก้าวหน้าในการพัฒนาการเพาะพันธุ์กุ้งทะเล**, น. 49-52. ใน สรุปรายงานการสัมมนาการประมง. 17-19 กันยายน 2529, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

นิเวศน์ เรืองพานิช. 2529 ข. **วิธีการเพาะฟักกุ้งทะเล**. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สงขลา. 15 น.

นิเวศน์ เรืองพานิช, เจนจิตต์ คงกำเนิด และประมวล อ่อนละมัย. 2533. **ทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะ** Postlarva 4-15 **ด้วยอาหาร 2 ชนิด**. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 7/2533, สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สงขลา. 8 น.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2521. **หลักการเลี้ยงกุ้งทะเล**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 117 น.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2530. **การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล**. ทบวงมหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 101 น.

ประจวบ หลำอุบล. 2528. **กุ้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 น.

พินิจ กังวานกิจ, สัญชัย ตันฑวณิช, สำรวจ แสนภักดี และอนุวัฒน์ รัตนโชติ. 2520. **การเพาะฟักและอนุบาลลูกกุ้งทะเล**, น. 329-339. ใน รายงานประจำปี 2520. สถานีประมงจังหวัดภูเก็ต, กองประมงน้ำกร่อย, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ภูเก็ต.

พุทธ ส่องแสงจินดา. 2532. **สรุปงานวิจัยการเพาะฟักกุ้งทะเล**. น. 40-48. ใน สรุปทบทวนผลงานวิชาการเรื่องกุ้ง. 25-27 มกราคม 2532. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, สงขลา.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2524. **วิทยาสารประมง ปีการศึกษา** 2523-2524 : **การเพาะเลี้ยงกุ้ง**. ชมรมพัฒนาการประมงฯ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 80 น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2525. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการประมง**. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 115 น.

สนั่น ร่วมรักษ์ และคูนิฮิโกะ ชิเงโน่. 2518. **การเลี้ยงกุ้งในญี่ปุ่นและไทย**. สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ, กรุงเทพฯ. 130 น.

สมนึก ใช้เทียมวงศ์. 2518. **งานอนุกรมวิธานสัตว์น้ำที่ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกกุ้ง**. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 77 น. (โรเนียว)

Motoh, H. 1981. Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn Penaeus monodon in the Philippines. Tech. Rep. No.7, Aquaculture Department, SEAFDEC. 128 p.

Kungvankij, P., L.B. Tiro, Jr., B.J. Pudadera, Jr.,I.O.Potestas, K.G.Corre, E. Borlongan, G.A. Talean, L.F. Bustilo, E.T. Tech, A. Unggui and T.E. Chua. 1986. Shrimp hatchery design, operation and management. NACA training manual series no.1, Network of aquaculture centres in asia, Philippines. 88 p.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (variance analysis) ของการเจริญเติบโต อัตราของการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์การรอดตาย เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย ของลูกกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	p
การเจริญเติบโต						
โพสลาวาที่ 1	Treatments	2	0.4497	0.2249	1.1308$^{ns1/}$	0.4314
(9 วัน)	Error	3	0.5966	0.1989		
	Total	5	1.0463			
โพสลาวาที่ 2	Treatments	2	0.3441	0.1721	4.8483^{ns}	0.1153
(10 วัน)	Error	3	0.1065	0.0355		
	Total	5	0.4506			
โพสลาวาที่ 3	Treatments	2	0.0863	0.0431	1.0021^{ns}	0.4654
(11 วัน)	Error	3	0.1291	0.0430		
	Total	5	0.2154			
โพสลาวาที่ 4	Treatments	2	0.3982	0.1991	2.5604^{ns}	0.2246
(12 วัน)	Error	3	0.2333	0.0778		
	Total	5	0.6315			
โพสลาวาที่ 5	Treatments	2	0.3367	0.1684	0.9682^{ns}	0.5250
(13 วัน)	Error	3	0.5217	0.1739		
	Total	5	0.8584			
โพสลาวาที่ 6	Treatments	2	0.0515	0.0257	0.1683^{ns}	0.8517
(14 วัน)	Error	3	0.4590	0.1530		
	Total	5	0.5105			

ns หมายถึง แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	p
โพสลาวาที่ 7	Treatments	2	0.5640	0.2820	1.6992^{ns}	0.3210
(15 วัน)	Error	3	0.4979	0.1660		
	Total	5	1.0619			
โพสลาวาที่ 8	Treatments	2	0.2163	0.1081	0.8177^{ns}	0.5217
(16 วัน)	Error	3	0.3967	0.1322		
	Total	5	0.6130			
โพสลาวาที่ 9	Treatments	2	0.4773	0.2386	0.3913^{ns}	0.7075
(17 วัน)	Error	3	1.8295	0.6098		
	Total	5	2.3068			
โพสลาวาที่ 10	Treatments	2	0.0377	0.0188	0.3726^{ns}	0.7180
(18 วัน)	Error	3	0.1516	0.0505		
	Total	5	0.1893			
โพสลาวาที่ 11	Treatments	2	0.1852	0.0926	2.2089^{ns}	0.2571
(19 วัน)	Error	3	0.1258	0.0419		
	Total	5	0.3110			
โพสลาวาที่ 12	Treatments	2	0.0048	0.0024	0.0110^{ns}	0.9905
(20 วัน)	Error	3	0.6594	0.2182		
	Total	5	0.6594			
โพสลาวาที่ 13	Treatments	2	0.4244	0.2122	0.7280^{ns}	0.5536
(21 วัน)	Error	3	0.8746	0.2915		
	Total	5	1.2990			

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	p
โพลลาวาที่ 14	Treatments	2	0.1032	0.0516	0.2525^{ns}	0.7918
(22 วัน)	Error	3	0.6130	0.2043		
	Total	5	0.7162			
โพลลาวาที่ 15	Treatments	2	0.6162	0.3081	1.6953^{ns}	0.3216
(23 วัน)	Error	3	0.5452	0.1817		
	Total	5	1.1614			
โพลลาวาที่ 16	Treatments	2	0.1816	0.0908	0.1661^{ns}	0.8533
(24 วัน)	Error	3	1.6395	0.5465		
	Total	5	1.8210			
การเจริญเติบโตโดยเฉลี่ย	Treatments	2	0.1433	0.0717	0.8038^{ns}	0.5264
	Error	3	0.2675	0.0892		
	Total	5	0.4108			
อัตราการเจริญเติบโต						
อายุ 9-10 วัน	Treatments	2	0.3792	0.1896	1.8206^{ns}	0.3035
	Error	3	0.3125	0.1042		
	Total	5	0.6917			
อายุ 10-11 วัน	Treatments	2	0.3641	0.1821	2.5553^{ns}	0.2250
	Error	3	0.2137	0.0712		
	Total	5	0.5779			
อายุ 11-12 วัน	Treatments	2	0.1197	0.0598	1.4022^{ns}	0.3719
	Error	3	0.1280	0.0427		
	Total	5	0.2477			

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	p
อายุ 12-13 วัน	Treatments	2	0.1209	0.0605	0.5339^{ns}	0.6349
	Error	3	0.3398	0.1133		
	Total	5	0.4607			
อายุ 13-14 วัน	Treatments	2	0.1369	0.0684	2.0525^{ns}	0.2743
	Error	3	0.1000	0.0333		
	Total	5	0.2369			
อายุ 14-15 วัน	Treatments	2	0.2762	0.1381	0.8792^{ns}	0.5016
	Error	3	0.4711	0.1570		
	Total	5	0.7473			
อายุ 15-16 วัน	Treatments	2	0.1144	0.0572	0.7801^{ns}	0.5347
	Error	3	0.2200	0.0733		
	Total	5	0.3345			
อายุ 16-17 วัน	Treatments	2	0.5097	0.2548	0.7527^{ns}	0.5445
	Error	3	1.0157	0.3386		
	Total	5	1.5254			
อายุ 17-18 วัน	Treatments	2	0.3312	0.1656	0.3621^{ns}	0.7241
	Error	3	1.3722	0.4574		
	Total	5	1.7035			
อายุ 18-19 วัน	Treatments	2	0.0424	0.0212	0.1302^{ns}	0.8817
	Error	3	0.4889	0.1630		
	Total	5	0.5313			
อายุ 19-20 วัน	Treatments	2	0.0964	0.0482	0.4593^{ns}	0.6713
	Error	3	0.3148	0.1049		
	Total	5	0.4112			

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	p
อายุ 20-21 วัน	Treatments	2	0.3397	0.1699	1.7843^{ns}	0.3086
	Error	3	0.2856	0.0952		
	Total	5	0.6253			
อายุ 21-22 วัน	Treatments	2	0.1291	0.0646	0.2189^{ns}	0.8148
	Error	3	0.8847	0.2949		
	Total	5	1.0138			
อายุ 22-23 วัน	Treatments	2	0.5126	0.2563	0.5736^{ns}	0.6168
	Error	3	1.3407	0.4469		
	Total	5	1.8533			
อายุ 23-24 วัน	Treatments	2	0.4272	0.2136	0.3373^{ns}	0.7385
	Error	3	1.8997	0.6336		
	Total	5	2.3269			
อัตราการเจริญ	Treatments	2	0.0018	0.0009	0.3567^{ns}	0.7271
เติบโตโดยเฉลี่ย	Error	3	0.0075	0.0025		
	Total	5	0.0092			
% การรอดตาย						
นอเพลียส 5	Treatments	2	0.1445	0.0723	0.3426^{ns}	0.7354
(2 วัน)	Error	3	0.6328	0.2109		
	Total	5	0.7773			
โปรโตซูเอีย 2	Treatments	2	39.0859	19.5430	12.7736*	0.0335
(4 วัน)	Error	3	4.5898	1.5299		
	Total	5	43.6758			
ไมซีล 1	Treatments	2	143.4375	71.7188	2.3282^{ns}	0.2452
(6 วัน)	Error	3	92.4141	30.8047		
	Total	5	235.8516			

* หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	p
ไมซีส 2	Treatments	2	521.7598	260.8799	4.3003^{ns}	0.1319
(8 วัน)	Error	3	181.9961	60.6654		
	Total	5	703.7559			
โพสลาวา 2	Treatments	2	462.1192	231.0596	13.6032*	0.0307
(10 วัน)	Error	3	50.9570	16.9857		
	Total	5	513.0762			
%การรอดตาย 0-10 วัน	Treatments	2	462.1192	231.0596	13.6032*	0.0307
	Error	3	50.9570	16.9857		
	Total	5	513.0763			
%การรอดตายตลอดการทดลอง (0-24 วัน)	Treatments	2	545.1973	272.5986	10.0975*	0.0462
	Error	3	80.9902	26.9967		
	Total	5	626.1875			
%อัตราการรอดตาย						
อายุ 0-2 วัน	Treatments	2	0.1445	0.0723	0.3426^{ns}	0.7354
	Error	3	0.6328	0.2109		
	Total	5	0.7773			
อายุ 2-4 วัน	Treatments	2	43.8320	21.9160	13.3583*	0.0315
	Error	3	4.9219	1.6406		
	Total	5	48.7539			
อายุ 4-6 วัน	Treatments	2	60.4648	30.2324	0.5714^{ns}	0.6178
	Error	3	158.7344	52.9115		
	Total	5	219.1992			

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	p
อายุ 6-8 วัน	Treatments	2	324.6563	162.3281	1.8919^{ns}	0.2940
	Error	3	257.4063	85.8021		
	Total	5	582.0625			
อายุ 8-10 วัน	Treatments	2	6.4063	3.2031	0.1236^{ns}	0.8871
	Error	3	77.7538	25.9180		
	Total	5	84.1602			
%อัตราการรอดตาย	Treatments	2	462.1192	231.0596	13.6032*	0.0307
0-10 วัน	Error	3	50.9570	16.9857		
	Total	5	513.0762			
%อัตราการรอดตาย-	Treatments	2	543.1973	272.5986	10.0975*	0.0462
ตลอดการทดลอง	Error	3	80.9902	26.9967		
(0-24 วัน)	Total	5	626.1875			

ตารางผนวกที่ 2 การเปรียบเทียบโดยวิธี Ducan's new multiple range test ($p<0.05$) ของเปอร์เซ็นต์การรอดตายและเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย

Characteristic		Treatment		
%การรอดตาย		210 ตัว/ลิตร	140 ตัว/ลิตร	70 ตัว/ลิตร
โปรโตซูเอีย 2 (4 วัน)	ค่าเฉลี่ย	83.36 a[1/]	87.21 ab	89.55 b
โพสลาวา 2 (10 วัน)	ค่าเฉลี่ย	48.84 a	65.46 b	68.95 b
%การรอดตาย 0-10 วัน	ค่าเฉลี่ย	48.84 a	65.46 b	68.95 b
%การรอดตายตลอดการทดลอง (0-24 วัน)	ค่าเฉลี่ย	43.19 a	53.84 ab	66.51 b
%อัตราการอดตาย อายุ 2-4 วัน	ค่าเฉลี่ย	83.74 a	87.76 ab	90.30 b
%อัตราการรอดตาย 0-10 วัน	ค่าเฉลี่ย	48.84 a	65.46 b	68.95 b
%อัตราการรอดตายตลอดการทดลอง (0-24 วัน)	ค่าเฉลี่ย	43.19 a	53.84 ab	66.51 b

[1/] ตัวอักษรแตกต่างกัน หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.05$)

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (variance analysis) ของคุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ เฉลี่ยตลอดการทดลอง ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึง 24 วัน

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F
อุณหภูมิ (°C)	Treatments	15	18.0313	1.2021	6.8271** 1/
	Error	80	14.0859	0.1761	
	Total	95	32.1172		
ความเค็ม (ppt)	Treatments	15	81.0000	5.4000	1.5863ns 2/
	Error	80	272.3360	3.4042	
	Total	95	353.3360		
ความเป็นกรดเป็นด่าง	Treatments	14	2.3779	0.1699	5.2695**
(pH)	Error	75	2.4175	0.0322	
	Total	89	4.7954		
ปริมาณออกซิเจน	Treatments	13	12.4348	0.9565	9.7082**
ละลายน้ำ (mg/l)	Error	65	6.4043	0.0985	
	Total	78	18.8391		
ปริมาณแอมโมเนีย	Treatments	15	10.2932	0.6862	1.2037ns
ทั้งหมด (mg/l)	Error	80	45.6083	0.5701	
	Total	95	55.9015		
ปริมาณไนไตรท์	Treatments	14	70.1501	5.0107	23.1134**
(mg/l)	Error	75	16.2592	0.2168	
	Total	89	86.4093		
ปริมาณไนเตรท (mg/l)	Treatments	9	8865.2500	985.0278	5.4120**
	Error	45	8190.4380	182.0097	
	Total	54	17055.6900		

1/ ** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

2/ ns หมายถึง แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (variance analysis) ของคุณสมบัติของน้ำบางประการตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน เฉลี่ยทุกระดับอัตราความหนาแน่น

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	P
อุณหภูมิ (°C)	Treatments	2	7.9141	3.9570	15.1999**[1/]	0.0000
	Error	93	24.2109	0.2603		
	Total	95	32.1250			
ความเค็ม (ppt)	Treatments	2	27.8984	13.9492	3.9863*[2/]	0.0213
	Error	93	325.4375	3.4993		
	Total	95	353.3360			
ความเป็นกรดเป็นด่าง	Treatments	2	0.1172	0.0586	1.0887ns[3/]	0.3419
(pH)	Error	87	4.6821	0.0538		
	Total	89	4.7993			
ปริมาณออกซิเจน	Treatments	2	0.3228	0.1614	0.6624ns	0.5232
ละลายน้ำ (mg/l)	Error	76	18.5154	0.2436		
	Total	78	18.8381			
ปริมาณแอมโมเนีย	Treatments	2	0.4089			
ทั้งหมด (mg/l)	Error	93	55.4927	0.2045	0.3426ns	0.7159
	Total	95	55.9016	0.5967		
ปริมาณไนไตรท์	Treatments	2	0.8696	0.4348	0.4422ns	0.6499
(mg/l)	Error	87	85.5398	0.9832		
	Total	89	86.4093			
ปริมาณไนเตรท	Treatments	2	947.1250	473.5625	1.5690ns	0.2154
(mg/l)	Error	58	17506.1300	301.8298		
	Total	60	18453.2500			

1/ ** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

2/ * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

3/ ns หมายถึง แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์วาเหรียนซ์ (variance analysis) ของค่าใช้จ่าย/ตัว รายได้ กำไร และเปอร์เซ็นต์ ผลตอบแทนการลงทุนของผลผลิตลูกกุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ

Characteristic	SOV	df	SS	MS	F	p
ค่าใช้จ่าย/ตัว(บาท)	Treatments	2	0.0006	0.0003	8.2667$^{ns\ 1/}$	0.0601
	Error	3	0.0001	0.0000		
	Total	5	0.0008			
รายได้ (บาท)	Treatments	2	2215260000	1107630000	14.4717$^{*\ 2/}$	0.0282
	Error	3	229613600	76537860		
	Total	5	2444874000			
กำไร (บาท)	Treatments	2	1474563000	737281600	9.6331*	0.0492
	Error	3	229609500	76536490		
	Total	5	1704173000			
% ผลตอบแทน	Treatments	2	8507.4610	4253.7310	5.3002.^{ns}	0.10401
การลงทุน	Error	3	2407.6720	802.5573		
	Total	5	10915.13000			

1/ ns หมายถึง แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

2/ * หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ตารางผนวกที่ 6 คุณสมบัติของน้ำบางประการในบ่อที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ ตั้งแต่ลูกกุ้งอายุได้ 9 วัน จนถึงอายุ 24 วัน

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	Temp. ^{0}C	Sal. ppt	pH	DO mg/l	NH_3-N mg/l	NO_2-N mg/l	NO_3-N mg/l
		อายุ 9 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	31.0	30	8.0	6.3	0.40	*[1/]	100
	6	30.0	30	8.2	6.4	0.60	*	110
140 ตัว/ลิตร	2	30.0	30	8.3	6.1	2.00	*	125
	5	30.0	30	8.3	6.4	1.50	*	125
210 ตัว/ลิตร	3	31.0	30	8.2	5.8	2.00	*	100
	4	31.0	30	8.1	6.2	2.00	*	110
		อายุ 10 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	31.0	30	8.1	5.6	0.20	0.012	110
	6	31.0	30	8.1	6.4	0.20	0.030	125
140 ตัว/ลิตร	2	31.0	30	8.0	5.4	0.30	0.035	138
	5	30.5	30	8.1	6.7	0.15	0.035	120
210 ตัว/ลิตร	3	31.3	30	8.3	6.1	0.40	0.040	120
	4	31.0	30	8.2	5.9	0.20	0.030	120
		อายุ 11 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30.0	30	8.0	*	0.50	0.012	90
	6	30.0	30	8.0	*	1.00	0.012	90
140 ตัว/ลิตร	2	30.5	30	8.3	*	1.20	0.012	115
	5	30.5	30	8.0	*	1.50	0.012	90
210 ตัว/ลิตร	3	31.0	30	8.0	*	0.10	0.012	90
	4	31.0	30	8.1	*	2.00	0.012	85

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	Temp. ^0C	Sal. ppt	pH	DO mg/l	NH_3-N mg/l	NO_2-N mg/l	NO_3-N mg/l
		อายุ 12 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30.0	30	8.0	5.1	0.80	0.013	90
	6	30.0	30	8.0	5.6	0.80	0.035	112
140 ตัว/ลิตร	2	30.0	30	8.0	5.8	1.50	0.012	85
	5	30.0	30	7.8	5.9	1.50	0.025	95
210 ตัว/ลิตร	3	31.0	30	8.0	5.8	1.00	0.011	90
	4	30.5	30	8.3	6.0	2.00	0.014	85
		อายุ 13 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30.5	30	8.3	5.1	0.50	0.012	100
	6	30.0	30	7.9	5.7	2.20	0.010	85
140 ตัว/ลิตร	2	30.5	30	8.1	6.2	2.70	0.012	80
	5	30.5	30	8.0	5.7	0.20	0.012	110
210 ตัว/ลิตร	3	31.0	30	7.9	5.7	0.520	0.025	110
	4	30.5	30	8.0	5.8	0.30	0.020	100
		อายุ 14 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	31.0	30	7.5	6.2	0.00	0.025	113
	6	30.0	30	8.3	6.4	0.50	0.038	113
140 ตัว/ลิตร	2	31.0	30	8.0	6.4	3.00	0.050	113
	5	31.0	30	8.3	6.2	0.00	0.050	100
210 ตัว/ลิตร	3	32.0	30	8.0	6.4	0.00	0.038	63
	4	31.0	30	8.3	6.2	1.50	0.050	113
		อายุ 15 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30.0	30	8.0	6.5	1.50	0.050	88
	6	30.0	30	8.3	6.7	0.25	0.050	113

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	Temp. °C	Sal. ppt	pH	DO mg/l	NH_3-N mg/l	NO_2-N mg/l	NO_3-N mg/l
140 ตัว/ลิตร	2	30.0	30	8.3	6.9	2.00	0.075	88
	5	30.0	30	8.3	6.8	0.00	0.050	113
210 ตัว/ลิตร	3	31.0	30	8.5	6.7	0.00	0.100	100
	4	31.0	30	8.3	6.5	2.00	0.100	63
		อายุ 16 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30.0	30	8.3	5.9	0.20	0.050	90
	6	30.0	30	8.0	6.3	0.60	0.025	95
140 ตัว/ลิตร	2	30.0	30	8.0	6.3	0.30	0.150	80
	5	30.0	30	8.0	7.0	0.30	0.025	85
210 ตัว/ลิตร	3	31.0	30	7.8	6.3	1.00	0.150	110
	4	30.5	30	8.0	5.2	3.0	0.100	85
		อายุ 17 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30	30	8.0	5.6	1.75	0.250	110
	6	29.5	30	8.0	5.5	0.50	0.180	*
140 ตัว/ลิตร	2	29.5	30	8.0	5.8	1.00	0.250	*
	5	30.0	30	8.3	5.7	0.40	0.200	*
210 ตัว/ลิตร	3	30.5	30	7.5	5.4	0.50	0.400	*
	4	30.5	28	7.5	5.8	0.30	0.150	*
		อายุ 18 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30.0	27	8.0	6.7	1.00	0.250	*
	6	30.0	28	8.0	6.7	0.20	0.250	*
140 ตัว/ลิตร	2	30.0	26	7.8	6.5	0.75	0.250	113
	5	30.0	26	7.5	6.7	0.75	0.250	*
210 ตัว/ลิตร	3	30.0	28	8.0	6.6	0.50	0.500	*
	4	30.0	26	7.8	6.6	0.25	0.500	*

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	Temp. °C	Sal. ppt	pH	DO mg/l	NH_3-N mg/l	NO_2-N mg/l	NO_3-N mg/l
		อายุ 19 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	29.0	30	*	5.5	0.90	0.400	*
	6	29.0	30	*	6.1	0.90	0.250	*
140 ตัว/ลิตร	2	29.0	30	*	5.6	0.40	0.500	*
	5	30.0	30	*	5.7	0.70	0.400	*
210 ตัว/ลิตร	3	30.0	30	*	5.7	0.60	0.500	113
	4	30.0	24	*	5.8	0.40	0.500	*
		อายุ 20 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	29.0	30	7.9	5.9	1.00	0.750	*
	6	29.0	30	8.0	5.2	0.50	0.500	*
140 ตัว/ลิตร	2	29.5	30	8.0	5.3	1.00	1.000	*
	5	29.5	30	8.0	5.7	0.50	0.750	*
210 ตัว/ลิตร	3	30.0	30	7.9	5.4	2.50	1.000	*
	4	30.0	21	7.9	5.3	1.00	2.500	75
		อายุ 21 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	29.5	30	7.9	5.9	3.00	1.000	88
	6	29.0	30	7.9	6.8	0.50	0.500	*
140 ตัว/ลิตร	2	29.5	30	7.9	5.6	1.50	1.000	113
	5	29.5	30	7.9	*	0.50	0.750	88
210 ตัว/ลิตร	3	30.0	30	7.9	6.0	0.50	0.750	*
	4	30.0	20	7.6	*	0.00	1.000	*
		อายุ 22 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	29.8	30	7.9	*	0.25	1.50	*
	6	29.8	30	7.9	*	0.50	0.875	113

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

อัตราความหนาแน่น	บ่อที่	Temp. °C	Sal. ppt	pH	DO mg/l	NH_3-N mg/l	NO_2-N mg/l	NO_3-N mg/l
140 ตัว/ลิตร	2	29.9	30	7.9	*	0.50	1.000	*
	5	30.0	30	7.8	*	0.25	4.000	*
210 ตัว/ลิตร	3	30.5	30	7.6	*	0.50	1.000	*
	4	30.0	20	7.6	*	1.00	4.000	*
		อายุ 23 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30.0	30	7.5	6.8	1.00	1.500	90
	6	30.0	30	8.0	*	0.30	1.000	*
140 ตัว/ลิตร	2	30.0	30	7.8	6.8	0.80	1.250	*
	5	30.0	30	7.5	*	0.90	1.500	*
210 ตัว/ลิตร	3	31.0	30	7.5	7.2	0.20	2.000	*
	4	30.5	30	7.5	*	0.70	1.500	*
		อายุ 24 วัน						
70 ตัว/ลิตร	1	30.0	30	8.0	6.1	0.50	4.000	*
	6	30.5	30	7.9	6.6	2.50	2.500	*
140 ตัว/ลิตร	2	30.2	30	7.9	6.7	1.50	3.000	75
	5	30.0	30	7.9	6.7	1.50	3.000	75
210 ตัว/ลิตร	3	30.5	30	7.8	5.9	2.20	3.000	75
	4	30.3	30	7.6	6.2	1.00	3.000	50

1/ * หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์