

ปริมาณแร่ธาตุบางชนิดในกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน

Quantity of Some Minerals in Giant Freshwater Prawn Larvae (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) Nursing in Water Recirculating Filtration System

กมลวรรณ สุภวิญญู¹ สงศรี มหาสวัสดิ์¹ สมหวัง พิมลบุตร² และสุนทรภรณ์ ลิ้มสกุล³

Kamonwan Suphawinyoo¹ Songsri Mahasawarde¹ Somwang Pimolbuth² and Suntaraporn Limsakul³

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณแร่ธาตุ (Na, K, Cl, Ca, Mg และP) ในกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน และใช้อัตราส่วนของถังอนุบาลต่อถังกรอง เท่ากับ 1:1, 2:1 และ4:1 วัดปริมาณแร่ธาตุในตัวกุ้งและในน้ำอนุบาล พบว่า ปริมาณ Cl, Ca, Mg และP ในระบบหมุนเวียนมีปริมาณแร่ธาตุเหล่านี้สูงกว่าในระบบเปิด เนื่องจากเปลือกหอยนางรมที่ใช้เป็นวัสดุกรอง, ทรายกึ่ง และอาหารกึ่ง ช่วยเพิ่มแร่ธาตุในน้ำ ซึ่งส่งผลทำให้ค่า Osmolality ในน้ำเพิ่มสูงขึ้นด้วย ดังนั้นจึงทำการทดลองต่ออีกครั้ง โดยการนำน้ำในระบบหมุนเวียนประมาณ 50% กลับมาใช้อนุบาลลูกกุ้งต่ออีกเป็นครั้งที่2 โดยใช้อัตราส่วนของระบบกรอง 4:1 เพียงอย่างเดียว พบว่า ปริมาณ Ca และP ของน้ำระบบหมุนเวียนมีปริมาณสูงกว่าระบบเปิด จึงทำการทดลองต่อเป็นครั้งที่3 พบว่า ปริมาณ K, Cl, Ca, Mg และP ในน้ำสูงกว่าในระบบเปิดและพบเฉพาะปริมาณNaในตัวกุ้งเท่านั้น ที่มีปริมาณสูงกว่าในระบบเปิด

ABSTRACT

This study investigated quantity of minerals (Na, K, Cl, Ca, Mg and P) in giant freshwater prawn larvae cultured in hatchery tanks with water recirculation system (closed system) and also monitored those minerals in water as well. A water filter tank was attached with hatchery tanks for recirculation. Ratios of hatchery tank per water filter tank were 1:1, 2:1 and 4:1. After 1st culture, Cl, Ca, Mg and P in water from closed system were higher than those from opened system. These resulted in rising of osmolality in water. Next culture (2nd) was set up by using water from 1st culture (only 4:1) as a half of total water. Ca and P of water in closed system were higher than those in opened system. But minerals in larva body fluid from closed system were no significantly different from those from opened system. Then, next culture 3rd K, Cl, Ca, Mg and P in water from closed system were higher than those from opened system. Only Na in larva body fluid from closed system was higher than that from opened system.

Key words: Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* de Man, Water Recirculating Filtration System, minerals

K. Suphawinyoo: ja_aq17@hotmail.com

1. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Dept. of Fisheries Biology, Fac. of Fisheries, Kasetsart University.
2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด จ.สุพรรณบุรี
Suphanburi Inland Fisheries Research and Development Center
3. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนำ

การเพาะและอนุบาลกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียนเป็นวิธีหนึ่งของการเพาะและอนุบาลกุ้ง ซึ่งระบบการอนุบาลแบบนี้จะมีประโยชน์กับเกษตรกรที่อยู่ห่างไกลทะเล เพราะเป็นระบบที่ใช้พื้นที่น้อย และลดปัญหาความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยนำน้ำมาบำบัดผ่านการกรองของสารกรอง และนำกลับหมุนเวียนใช้อนุบาลลูกกุ้งจนถึงระยะกุ้งคว่ำ ระบบการอนุบาลแบบนี้ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าการอนุบาลในระบบอื่น แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จในเรื่องผลผลิตเท่าที่ควร การเพาะและอนุบาลกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ต้องใช้น้ำกร่อยในการอนุบาล ซึ่งจะพบแร่ธาตุสำคัญหลักๆ คือ คลอไรด์ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม แต่จะพบในปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเค็มของน้ำที่ใช้ในการอนุบาล ซึ่งแร่ธาตุดังกล่าวเป็นแร่ธาตุหลักที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง การเพาะและอนุบาลกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียนที่ผ่านการกรองด้วยสารกรองนี้ แม้ว่าจะเป็นการประหยัดน้ำ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องการสูญเสียปริมาณแร่ธาตุในน้ำไป ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนกุ้งที่อนุบาลและจำนวนครั้งในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ โดยเมื่อนำน้ำกลับมาหมุนเวียนมากกว่า 1 ครั้ง ปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ในน้ำจะมีปริมาณลดลง เพราะกุ้งจำเป็นต้องนำแร่ธาตุจากน้ำไปใช้เพื่อการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโต เนื่องจากการเจริญเติบโตของกุ้งเกี่ยวข้องกับการลอกคราบโดยตรง ดังนั้นความพอเพียงของแร่ธาตุต่าง ๆ จึงจำเป็นในการเป็นวัตถุดิบที่ทำให้เกิดการลอกคราบของกุ้ง และส่งผลถึงการเจริญเติบโตของกุ้งตามมา

การนำน้ำกลับมาหมุนเวียนใช้มากขึ้น จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องค่าขนส่งน้ำเค็ม เพื่อการอนุบาลลูกกุ้งของเกษตรกรที่อยู่ห่างไกลจากทะเล ดังนั้นเป้าหมายหลักในการทดลองครั้งนี้ เพื่อมุ่งศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุในน้ำและในตัวกุ้ง ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของกุ้งต่อจำนวนครั้งของระบบหมุนเวียนน้ำที่เกษตรกรสามารถนำน้ำกลับมาหมุนเวียนใช้ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสรีระวิทยาของตัวกุ้ง เพื่อเผยแพร่เทคนิคนี้สู่เกษตรกรที่เพาะและอนุบาลกุ้งก้ามกรามต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแร่ธาตุ (Na, Cl, K, Ca, Mg และ P) และ osmolality ของลูกกุ้งในระยะต่าง ๆ เปรียบเทียบกับน้ำที่ใช้ในการอนุบาลกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน
2. ศึกษาคุณภาพน้ำ และปรับระบบหมุนเวียนน้ำ เพื่อนำน้ำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ในการอนุบาลกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน
3. ศึกษาอัตราคว่ำ และอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ที่อนุบาลด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน
4. ความถี่ของการลอกคราบ และการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ที่อนุบาลด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลองวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design)

การทดลองที่ 1 ศึกษาปริมาณแร่ธาตุในน้ำที่อนุบาลด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน เปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุในตัวกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุด ๆ ละ 3 ตัว โดยมีอัตราส่วนของถึงอนุบาลต่อถึงกรอง ดังนี้

ชุดที่ 1 ถึงอนุบาลต่อถึงกรอง เท่ากับ 1 ต่อ 1 ไม่มีการอนุบาลลูกกึ่งก้ามกราม (ชุดควบคุม)

ชุดที่ 2 ถึงอนุบาลต่อถึงกรอง เท่ากับ 1 ต่อ 1

ชุดที่ 3 ถึงอนุบาลต่อถึงกรอง เท่ากับ 2 ต่อ 1

ชุดที่ 4 ถึงอนุบาลต่อถึงกรอง เท่ากับ 4 ต่อ 1

ชุดที่ 5 อนุบาลลูกกึ่งก้ามกราม โดยมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตามปกติ (ระบบเปิด)

การทดลองที่ 2 นำลูกกึ่งมาอนุบาลต่อในน้ำที่ผ่านการอนุบาลลูกกึ่งมาแล้ว 1 ครั้ง จากการทดลองที่ 1 โดยเลือกอัตราส่วนของถึงอนุบาลต่อถึงกรองจากผลการทดลองที่ 1 ที่มีผลอัตราการรอดตายดีที่สุด เป็นอัตราส่วนที่ใช้ในการอนุบาลด้วยระบบกรองหมุนเวียน โดยนำน้ำเก่ามาใช้ 50% และเติมน้ำใหม่ 50%

ชุดที่ 1 อนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนโดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำแบบปกติ (ระบบเปิด) เป็นชุดควบคุม

ชุดที่ 2 อนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนในระบบกรองน้ำหมุนเวียน โดยใช้อัตราส่วนของถึงอนุบาลต่อถึงกรอง จากผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 มีการทดลองแบบเดียวกับการทดลองที่ 2 แต่จะใช้น้ำในการอนุบาลลูกกึ่งที่ได้จากการอนุบาลลูกกึ่งในการทดลองที่ 2 โดยนำน้ำเก่ามาใช้ 50% และเติมน้ำใหม่ 50%

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาทดลองอนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียนได้ศึกษาถึง 3 การทดลอง ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

1 การศึกษาปริมาณแร่ธาตุในน้ำที่อนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนในระบบกรองน้ำหมุนเวียน

การทดลองที่ 1 พบว่า ปริมาณ Na และ K ในน้ำที่ใช้ในการอนุบาล ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ปริมาณของ Cl, Ca, Mg และ P ในระบบหมุนเวียนมีค่าสูงกว่าระบบเปิด ($P < 0.05$) ซึ่งส่งผลให้ค่า Osmolality ในน้ำสูงกว่าด้วยเช่นกัน (สงศรี, 2533) (ดังตารางที่ 1)

การทดลองที่ 2 พบว่า มีเฉพาะปริมาณ Ca และ P เท่านั้น ที่มีความแตกต่างระหว่างสองชุดทดลอง ($P < 0.05$) โดยชุดระบบหมุนเวียน จะมีค่าทั้งสองนี้ปริมาณสูงกว่า เนื่องจากเปลือกหอยที่ใช้เป็นวัสดุกรองช่วยเพิ่มค่า Ca ในน้ำ ส่วนค่า P ในน้ำได้มาจากการสะสมของอาหารภายในระบบหมุนเวียน (ดังตารางที่ 2)

Table1 Minerals in water recirculating system for nursing giant freshwater prawn larvae

Minerals (mg/L)	Culture system									P-value
	control		Nursing pond: filtration tank 1:1		Nursing pond: filtration tank 2:1		Nursing pond: filtration tank 4:1		Opened system	
	H	F	H	F	H	F	H	F	H	
Sodium	7215 ^a	6859 ^a	7860 ^a	7292 ^a	7521 ^a	7048 ^a	8481 ^a	7928 ^a	8044 ^a	0.688
Potassium	162.19 ^a	154.23 ^a	164.21 ^a	160.80 ^a	161.24 ^a	154.39 ^a	167.31 ^a	160.66 ^a	143.31 ^a	0.092
Chloride	8131 ^b	7332 ^b	7815 ^b	7617 ^b	7800 ^b	7582 ^b	7568 ^b	7796 ^b	6153 ^a	0.000
Calcium	159.80 ^b	152.85 ^b	164.87 ^b	160.65 ^b	165.96 ^b	157.84 ^b	160.01 ^b	158.42 ^b	127.15 ^a	0.000
Magnesium	723.09 ^b	759.77 ^b	741.45 ^b	738.20 ^b	733.66 ^b	726.61 ^b	731.46 ^b	726.63 ^b	622.10 ^a	0.000
Phosphorus	0.07 ^a	0.07 ^a	0.19 ^b	0.20 ^b	0.23 ^b	0.25 ^b	0.36 ^c	0.38 ^c	0.08 ^a	0.000
Osmolality (mOsm/kgH ₂ O)	398.4 ^b	367.3 ^b	390.9 ^b	385.0 ^b	396.2 ^b	377.1 ^b	388.3 ^b	384.4 ^b	323.6 ^a	0.002

Note a,b,c means within the same row with different letters are significantly different (p<0.05)

Table 2. Minerals in water recirculating system for nursing giant freshwater prawn larvae in experiment 2 and 3

Minerals (mg/L)	Culture system			P-value
	Opened	Recirculating system		
		(nursing pond: filtration tank		
		4:1)		
	Nursing pond	Nursing pond	Filtration tank	
Experiment 2				
Sodium	9305 ^a	9060 ^a	8727 ^a	0.787
Potassium	166.32 ^a	168.61 ^a	170.94 ^a	0.812
Chloride	8267 ^a	8430 ^a	8796 ^a	0.231
Calcium	158.30 ^a	178.01 ^b	179.83 ^b	0.000
Magnesium	748.96 ^a	745.32 ^a	752.33 ^a	0.961
Phosphorus	0.15 ^a	0.59 ^b	0.53 ^b	0.000
Osmolality	414.3 ^a	421.6 ^a	432.0 ^a	0.279
(mOsm/kgH ₂ O)				
Experiment 3				
Sodium	8603 ^a	7876 ^a	8480 ^a	0.763
Potassium	122.84 ^a	134.14 ^b	133.27 ^b	0.023
Chloride	9511 ^a	10454 ^b	10628 ^b	0.017
Calcium	125.27 ^a	162.36 ^b	162.76 ^b	0.000
Magnesium	592.36 ^a	658.45 ^b	671.06 ^b	0.000
Phosphorus	0.19 ^a	0.80 ^b	0.85 ^b	0.000
Osmolality	388.5 ^a	420.4 ^b	426.8 ^b	0.000
(mOsm/kgH ₂ O)				

Note a,b,c means within the same row with different letters are significantly different (p<0.05)

การทดลองที่ 3 พบว่า ในระบบหมุนเวียนมีปริมาณ Ca และ P มีปริมาณมากกว่าระบบเปิด (P<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองที่ 2 (ดังตารางที่ 2)

เมื่อเปรียบเทียบทั้งสามการทดลอง พบว่า ปริมาณ Mg และ K ในน้ำมีแนวโน้มลดลง เพราะลูกกุ้งต้องนำแร่ธาตุดังกล่าว ไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต (ประจวบ, 2537) ส่วน P ในน้ำเพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากการสะสมอาหารที่ให้ลูกกุ้ง

2 การศึกษาปริมาณแร่ธาตุในตัวกุ้งที่อนุบาลในระบบกรองน้ำหมุนเวียน

การทดลองที่1 และ2 พบว่า แร่ธาตุทั้ง 6 ชนิด ที่ตรวจวัด ไม่มีความแตกต่างกันในทุกชุดการทดลอง (P>0.05) (ดังตารางที่3และ4)

การทดลองที่3 พบว่า ปริมาณโซเดียมในระบบหมุนเวียนมีค่าสูงกว่าระบบเปิด (P>0.05) ส่วนแร่ธาตุอื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)(ดังตารางที่4) ซึ่งแร่ธาตุในตัวกุ้งจะแปรผันตามระดับความเค็มของน้ำที่ใช้ในการเลี้ยง (สิทธิโชค, 2545)

เมื่อเปรียบเทียบทั้งสามการทดลอง พบว่า แมกนีเซียมในตัวกุ้งมีแนวโน้มลดลง เพราะกุ้งนำไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อ เพื่อการเจริญเติบโต ผลักดันให้แคลเซียมไปสร้างเปลือกที่เป็นสารโคติน ทำให้กุ้งลอกคราบเป็นปกติ (ประจวบ, 2537)

Table 3.Minerals in giant freshwater prawn larvae nursing in water recirculating system experiment 1

Minerals (mg/L)	Culture system				P
	Nursing	Nursing	Nursing	Opened	
	pond:	pond:	pond:		
	filtration tank	filtration tank	filtration tank		
	1:1	3:1	4:1		
Sodium	<1840.00 ^a	<1840.00 ^a	<1840.00 ^a	<1840.00 ^a	-
Potassium	1029.20 ^a	1028.10 ^a	1003.40 ^a	1032.04 ^a	0.996
Chloride	2899.80 ^a	3043.98 ^a	2880.92 ^a	2711.94 ^a	0.754
Calcium	421.85 ^a	415.23 ^a	447.09 ^a	390.31 ^a	0.684
Magnesium	198.78 ^a	196.67 ^a	204.20 ^a	171.11 ^a	0.388
Phosphorus	143.71 ^a	160.00 ^a	149.31 ^a	141.42 ^a	0.900
Osmolality (mOsm/kgH ₂ O)	294.1 ^a	298.1 ^a	292.7 ^a	295.4 ^a	1.000

Note a,b,c means within the same row with different letters are significantly different (p<0.05)

Table 4 Minerals in giant freshwater prawn larvae nursing in water recirculating system of experiment 2 and 3

Mineral (mg/L)	Culture system		P-value
	Opened	Nursing pond: filtration tank 4:1	
Experiment 2			
Sodium	<1858.40 ^a	<1874.50 ^a	0.491
Potassium	1173.12 ^a	1214.30 ^a	0.721
Chloride	3430.38 ^a	3891.23 ^a	0.643
Calcium	657.61 ^a	667.28 ^a	0.699
Magnesium	195.89 ^a	213.06 ^a	0.361
Phosphorus	212.93 ^a	220.30 ^a	0.664
Osmolality (mOsm/kgH ₂ O)	378.5 ^a	372.3 ^a	0.747
Experiment 3			
Sodium	<1866.83 ^a	<1947.33 ^b	0.030
Potassium	1190.28 ^a	1270.36 ^a	0.120
Chloride	3343.13 ^a	3722.25 ^a	0.423
Calcium	416.95 ^a	474.74 ^a	0.671
Magnesium	158.42 ^a	178.81 ^a	0.172
Phosphorus	224.68 ^a	226.70 ^a	0.601
Osmolality (mOsm/kgH ₂ O)	348.2 ^a	367.8 ^a	0.089

Note a,b,c means within the same row with different letters are significantly different (p<0.05)

3. การศึกษาคุณภาพน้ำในการอนุบาลกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนระบบกรองน้ำหมุนเวียน

การทดลองที่ 1, 2 และ 3 พบว่า ค่า T, DO, pH, NH₃ – N, NO₂⁻ – N, NO₃²⁻ – N, Alkalinity และ Hardness อยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27.28-36.66⁰C, 6.12-6.53mg/L, 7.96-8.23, 1.53-3.21mg/L, 0.140-0.695mg/L, 1.688-4.299mg/L, 124.15-161.98mg/LasCaCO₃ และ 2715-3235 mg/LasCaCO₃ ตามลำดับ

4. การศึกษาอัตราค่า และอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน

การทดลองที่1 พบว่า ในชุดที่3 มีอัตราค่า และรอดดีที่สุด มีอัตราค่าเท่ากับ 22.38% แต่ไม่มีความแตกต่างจากชุดที่4 ที่มีค่า 14.94% ($P>0.05$) และอัตราค่าในชุดที่4 ไม่มีความแตกต่างกับชุดที่5 (ระบบเปิด) ที่มีค่า 7.19% เช่นกัน

การทดลองที่2 พบว่า ระบบหมุนเวียนมีอัตราค่าเท่ากับ 8.49% ซึ่งสูงกว่าระบบเปิด ($P>0.05$) ที่มีค่า 3.27%

การทดลองที่3 พบว่า ระบบหมุนเวียน มีค่าเท่ากับ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และในระบบเปิด กุ้งตายหมด

5 ความถี่ของการลอกคราบ และการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ที่อนุบาลด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน

การทดลองที่1 พบว่า ความถี่ในการลอกคราบของกุ้งตั้งแต่ระยะที่7-12 พบว่าในชุดที่4 และ5 ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยชุดที่4 มีค่าเท่ากับ 4.00, 2.00, 3.67, 4.67 และ 1.00 วันตามลำดับ ชุดที่5 มีค่าเท่ากับ 3.67, 2.33, 5.00, 4.33, 0.00 วันตามลำดับ และการเจริญเติบโตของกุ้งตั้งแต่ระยะที่7-11 พบว่าในชุดที่4 และ5 ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ในชุดที่4 มีความยาว 0.50, 0.52, 0.55, 0.60 และ 0.06 เซนติเมตรตามลำดับ ในชุดที่5 มีความยาว 0.50, 0.49, 0.56, 0.59 เซนติเมตรตามลำดับ แต่จะไม่มีกุ้งเข้าสู่ระยะที่11

การทดลองที่2 พบว่า ความถี่ในการลอกคราบไม่มีความแตกต่างกันในทุกชุดการทดลองในระยะกุ้งเดียวกัน ($P>0.05$) ยกเว้นในระยะที่ 9 – 10 ที่มีความแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยในชุดระบบเปิดมีค่า 4.00 วัน และในระบบหมุนเวียนมีค่า 4.67 วัน ส่วนการเจริญเติบโต ไม่มีความแตกต่างกันในทุกชุดการทดลองที่มีกุ้งระยะเดียวกัน ($P>0.05$) ยกเว้นในระยะที่10 ที่มีความแตกต่างกัน ในระบบเปิดจะมีความยาว 0.58 ± 0.01 เซนติเมตร และระบบหมุนเวียนมีความยาว 0.59 ± 0.12 เซนติเมตร

การทดลองที่3 พบว่า ความถี่ในการลอกคราบไม่มีความแตกต่างกันในทุกชุดการทดลองในระยะกุ้งเดียวกัน ($P>0.05$) การเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันในทุกชุดการทดลองที่มีกุ้งระยะเดียวกัน ($P>0.05$)

สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้ปริมาณแร่ธาตุในกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่อนุบาลด้วยระบบกรองน้ำหมุนเวียน พบว่า สามารถนำน้ำจากการอนุบาลลูกกุ้งมาใช้เพื่ออนุบาลลูกกุ้งใหม่ได้ถึง 3 ครั้ง โดยนำน้ำเก่ามาใช้ 50 เปอร์เซ็นต์และเติมน้ำใหม่อีก 50 เปอร์เซ็นต์ อนึ่ง ถ้านำน้ำเก่ามาอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามต่ออีกเป็นครั้งที่ 4 และ5 ควรจะมีการเสริมแร่ธาตุแมกนีเซียม เนื่องจากมีปริมาณลดลงทั้งในน้ำและในตัวกุ้ง เพื่อให้เกิดการปรับสมดุลปริมาณแร่ธาตุและตามความเพียงพอต่อความต้องการของลูกกุ้ง รวมทั้งลดปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำลงเนื่องจากมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ เสนอแนะให้มีการบำบัดด้วยพืชน้ำ ซึ่งพืชน้ำจะใช้ประโยชน์จากฟอสฟอรัส ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ช่วยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำลดลงได้ เป็นการช่วยบำบัดน้ำทิ้งจากการอนุบาลลูกกุ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งในอนาคตควรมีการศึกษาทดลองต่อยอดจากการทดลองนี้ เพื่อส่งเสริมเผยแพร่ความรู้แก่เกษตรกรที่เพาะและอนุบาลกุ้งก้ามกรามต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ประจวบ หล้าอุบล. 2537. สรีรวิทยาของกุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สิทธิโชค จันทย์ยอง. 2545. ผลของความเค็มต่างระดับและเกลือแร่บางชนิดต่อการพัฒนารังไข่และ

วางไข่ของแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สงศรี มหาสวัสดิ์. 2533. สรีรวิทยาของสัตว์น้ำ. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

APHA, AWWA and WEF. 1995. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 19th ed.

United Book Press, Maryland.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 1990. *In* : Herlich, K. (Ed.), Official Method of

Analysis, 15th ed., AOAC, Arlington, VA.