

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยหวานด้วยระบบน้ำหมุนเวียนในช่วงอายุ 3-4 เดือน

WATER QUALITY IN *Babylonia areolata* CULTURE WITH RECIRCULATION

SYSTEM IN 3rd - 4th MONTH

จัดทำโดย

นางสาวจุรีรัตน์ สามนารี

รหัส 5107101008

สาขาวิชาการประมง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2553

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยหวานด้วยระบบน้ำหมุนเวียนในช่วงอายุ 3-4 เดือน

WATER QUALITY IN *Babylonia areolata* CULTURE WITH RECIRCULATION

SYSTEM IN 3rd - 4th MONTH

โดย

นางสาวจุรีรัตน์ สามนารี

รหัส 5107101008

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2553

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยหวานด้วยระบบน้ำหมุนเวียนในช่วงอายุ 3-4 เดือน

WATER QUALITY IN *Babylonia areolata* CULTURE WITH RECIRCULATION

SYSTEM IN 3rd - 4th MONTH



ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู)

.....

(อาจารย์ยุทธนา สว่างอารมณ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อเรื่อง : คุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียนในช่วงอายุ 3-4 เดือน

WATER QUALITY IN *Babylonia areolata* CULTURE WITH
RECIRCULATION SYSTEM IN 3rd - 4th MONTH

ชื่อผู้เขียน : นางสาวจิรรัตน์ สามนารี

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

อาจารย์ปรึกษา : อาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยหวาน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ โดยชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงหอยหวานด้วยระบบปิด ชุดทดลองที่ 2 เลี้ยงหอยหวานด้วยระบบน้ำหมุนเวียนโดยเลี้ยงร่วมกับสาหร่ายโพรง และชุดทดลองที่ 3 เลี้ยงหอยหวานด้วยระบบน้ำหมุนเวียนและเลี้ยงร่วมกับสาหร่ายโพรงและปลิงทะเล ซึ่งทำการทดลองเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำเข้า) , ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำเข้า) และชุดการทดลองที่ 1 (ระบบปิด) เท่ากับ 5.25 ± 0.900 , 5.26 ± 0.815 , 5.80 ± 0.861 , 5.83 ± 0.910 และ 5.84 ± 0.905 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่ 1, ชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำเข้า) เท่ากับ 26.44 ± 0.810 , 26.49 ± 0.749 , 26.63 ± 0.704 , 26.67 ± 0.745 และ 26.73 ± 0.799 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความเค็มของน้ำเฉลี่ย พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่ 1, ชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำออก) เท่ากับ 35.48 ± 1.454 , 35.63 ± 1.275 , 36.93 ± 1.846 , 37.59 ± 2.681 และ 37.96 ± 2.712 psu ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ของน้ำเฉลี่ย พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่1, ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) เท่ากับ 6.92 ± 0.329 , 7.04 ± 0.363 , 7.06 ± 0.360 7.14 ± 0.225 และ 7.16 ± 0.260 ตามลำดับ ค่าความเป็นด่างของน้ำในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่1, ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก) เท่ากับ 56.22 ± 10.66 , 56.52 ± 12.458 , 57.56 ± 9.679 , 57.63 ± 11.949 และ 59.63 ± 16.147 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ ค่าความกระด้างของน้ำเฉลี่ย พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก) ชุดการทดลองที่1, ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) เท่ากับ $8,600 \pm 730.866$, $8,762 \pm 503.996$, $9,025 \pm 818.158$, $9,074 \pm 468.681$ และ $9,622 \pm 860.072$ มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ ปริมาณแอมโมเนียในแต่ละชุดการทดลอง ดังนี้ ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่1 เท่ากับ 0.21 ± 0.067 , 0.23 ± 0.069 , 0.24 ± 0.089 , 0.30 ± 0.213 และ 0.31 ± 0.095 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ค่าไนโตรเจนในแต่ละชุดการทดลองมีดังนี้ ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่1 เท่ากับ 0.66 ± 0.836 , 0.77 ± 1.132 , 0.94 ± 1.125 , 1.15 ± 1.789 และ 1.39 ± 1.918 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไนเตรทในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่1 เท่ากับ 0.46 ± 0.132 , 0.49 ± 0.145 , 0.62 ± 0.141 , 0.69 ± 0.210 และ 0.89 ± 0.605 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ความสำคัญ: คุณภาพน้ำ, หอยหวาน

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์กมลวรรณ ศุภวิญญู ซึ่งได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และคอยให้คำแนะนำในการวางแผนการทดลองตลอดจนช่วยสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง ขอขอบพระคุณอาจารย์ยุทธนา สว่างอารมย์ ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วมให้แก่ข้าพเจ้า และได้ให้คำแนะนำ จนกระทั่งการทดลองครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นรูปเล่มปัญหาพิเศษอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณณิชาพล แก้วชญา นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์ในการทดลอง ขอขอบพระคุณ คุณจารุณีย์ กรดสุวรรณ นักเอกสารสารสนเทศ งานห้องสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่ให้ความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อความสะดวกในการใช้ห้องสมุดเพื่อค้นคว้าหาข้อมูล

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณบิดา-มารดาที่คอยให้ความช่วยเหลือทางด้านกำลังใจและกำลังใจในการทำงานด้วยดีเสมอมา รวมไปถึงเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ และคอยให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้า

จุรีรัตน์ สามนารี

กันยายน 2553

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	(ก)
สารบัญตาราง	(ข)
สารบัญภาพ	(ง)
บทที่ 1	
คำนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
ชีววิทยาของหอยหวาน	2
การเลี้ยงหอยหวาน	5
คุณภาพน้ำทั่วไป	6
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
เวลาและสถานที่ทำการศึกษาวิจัย	12
อุปกรณ์และสารเคมี	13
บทที่ 4 ผลการทดลอง	17
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	44
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก (ก) วิเคราะห์ข้อมูล	
ภาคผนวก (ข) ประวัติผู้วิจัย	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แผนการดำเนินงาน	12
2. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	18
3. อุณหภูมิของน้ำ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	21
4. ความเค็ม (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	24
5. ความเป็นกรดเป็นด่าง (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	27
6. ความเป็นด่าง (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	30
7. ค่าความกระด้าง (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	33
8. ค่าแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	36
9. ค่าไนไตรท์ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	39
10. ค่าไนเตรท (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	42
ตารางผนวกที่	
1. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	52
2. ตาราง Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	52
3. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) อุณหภูมิของน้ำ	53
4. ตาราง Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างอุณหภูมิของน้ำ	53
5. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความเค็มในน้ำ	54
6. ตาราง Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเค็ม	54
7. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำ	55
8. ตาราง Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำ	55
9. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความเป็นด่างของน้ำ	56
10. ตาราง Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเป็นด่างในน้ำ	56
11. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความกระด้างของน้ำ	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
12. ตาราง Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของความกระด้างในน้ำ	57
13. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าแอมโมเนียของน้ำ	58
14. ตาราง Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าแอมโมเนียในน้ำ	58
15. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าไนโตรเจนของน้ำ	59
16. ตาราง Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าไนโตรเจนในน้ำ	59
17. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าไนเตรทของน้ำ	60
18. Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าไนเตรทในน้ำ	60



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	19
2. ค่าอุณหภูมิของน้ำเกลือ (องศาเซลเซียส)	22
3. ค่าความเค็มของน้ำเกลือ (psu)	25
4. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเกลือ	28
5. ความเป็นด่างของน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	31
6. ความกระด้างของน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	34
7. ปริมาณแอมโมเนียของน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	37
8. ค่าไนไตรท์ของน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	40
9. ค่าไนเตรทของน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	43
ภาพผนวกที่	
1. บ่อเลี้ยงหอยหวาน	46
2. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)	46
3. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ	47
4. เครื่อง Spectrophotometer	47
5. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	48
6. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ	48
7. เครื่องวัดความเค็ม	49
8. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ความเป็นด่างของน้ำ	49
9. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ	50
10. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไนไตรท์	50
11. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไนเตรท	51
12. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แอมโมเนีย	51

บทที่ 1

คำนำ

หอยหวานเป็นหอยฝาเดียวที่กินเนื้อเป็นอาหาร และมีเปลือกค่อนข้างหนา ผิวเรียบและมีแต้มสีน้ำตาลบนพื้นขาว สัม หรือเหลือง มีเทนตาเคิล (tentacia) 1 คู่ และตา 1 คู่ มีโพรบอสซิส (proboscis) ซึ่งส่วนปลายมีปากและแฟงพินใช้ในการกินอาหาร ความสูงของเปลือกเต็มที่ประมาณ 6.5 เซนติเมตร ขนาดเฉลี่ยที่นิยมบริโภคประมาณ 5 เซนติเมตรและอาศัยอยู่ตามพื้นที่ที่เป็นดินปนทราย

ปัจจุบันเกษตรกรนิยมประกอบอาชีพเลี้ยงหอยหวานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากหอยหวานได้จากธรรมชาติไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาด ดังนั้นเกษตรกรจึงมีการเพาะเลี้ยงหอยหวาน เพื่อทดแทนหอยหวานที่ได้จากธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันมีผู้นิยมบริโภคเนื้อหอยหวานเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เนื้อหอยหวานมีราคาสูง เกษตรกรจึงหันมาประกอบอาชีพเลี้ยงหอยหวาน เพราะคุ้มค่าต่อการลงทุน แต่อาชีพเลี้ยงหอยหวานมีปัญหาในระยะแรกจะอัตราการรอดต่ำ อาชีพเลี้ยงหอยหวานจะไม่ค่อยประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีความคิดที่จะทำการทดลองเลี้ยงหอยหวาน โดยทำการเลี้ยงในบ่อผ้าใบ ด้วยระบบน้ำหมุนเวียน โดยมีการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงหอยหวานด้วยระบบน้ำหมุนเวียนผลต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานหรือไม่ โดยมีการเก็บตัวอย่างน้ำภายในบ่อเลี้ยงมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยหวาน มีการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาเป็นแนวทางให้เกษตรกรที่ประกอบอาชีพเลี้ยงหอยหวานได้ประสบความสำเร็จ

วัตถุประสงค์

ศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียนที่มีอายุ 3-4 เดือน

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

หอยหวาน

หอยหวานมีชื่อสามัญว่า หอยตุ๊กแก หรือ หอยเทพรส และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Babylonia areolata* หอยหวานจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานดังนี้



ลักษณะโดยทั่วไป

หอยหวาน (*Babylonia areolata*) เป็นหอยทะเลฝาเดียวมีเปลือกค่อนข้างหนา ทรงไข่ (ovate) ผิวเรียบ เปลือกมีพื้นสีขาว และมีแฉกสีเหลืองสีน้ำตาลดำขนาดใหญ่เรียงเป็นแถว 3 แถว บนวงลำตัว (Body whorl) บริเวณปลายสุดของส่วนห้วจะแหลม โดยส่วนห้วจะขดเป็นเกลียว (Spire) และมีร่องที่ไม่ลึกมากนัก ฝาปิด (Operculum) เป็นรูปทรงไข่ที่สามารถปิดช่องเปิดลำตัวได้อย่างสนิท หอยหวานมีขนาด 1 คู่และมีตา 1 คู่ สำหรับหอยหมาก (*Babylonia spirata*) มีลักษณะที่

แตกต่างจากหอยหวานคือเปลือกมีแฉกสั้นน้ำตาจำนวนมากกว่า เปลือกมีสีเข้มกว่า ส่วนหัวเป็นเกลียวที่มีร่องลึกมากกว่าและหอยหมากมีขนาดเล็กกว่าหอยหวาน

การแพร่กระจาย

หอยหวาน (*Babylonia areolata*) อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่ทะเลที่เป็นทรายหรือทรายปนโคลนที่ระดับความลึกประมาณ 5-20 เมตร หอยหวานแพร่กระจายอยู่ทั่วไปบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ได้แก่ ระยอง จันทบุรี ตราด เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ระนอง และสตูล สำหรับหอยหมาก (*Babylonia spirata*) ส่วนใหญ่พบแพร่กระจายอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดสตูล ระนอง (กรมประมง, 2548)

อาหารและการกินอาหาร

พฤติกรรมการกินอาหารของหอยหวานสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบตามช่วงชีวิตคือลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีพแบบแพลงก์ตอนลอยอยู่ในมวลน้ำและกินอาหารด้วยการกรอง โดยลูกหอยมีอวัยวะคล้ายแปรงเป็นวงที่เรียกว่า Velum สำหรับโบกพัดน้ำทะเลเข้าสู่ช่องปากและกรองกินแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียวเป็นอาหาร สำหรับลูกหอยหวานระยะลงพื้นและระยะเต็มวัยเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีพบนพื้นทะเลและกินเนื้อเป็นอาหาร (Carnivorous feeder) โดยหอยหวานกินซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหารทั้งในสภาพสดและไม่สด หอยหวานมีการกินอาหารแบบกลุ่มก้อน โดยหอยหวานมีต่อมน้ำลายสำหรับสร้างน้ำย่อยและส่งออกมาทางวงยาวที่เรียกว่า Proboscis เพื่อย่อยอาหารภายนอกร่างกายแล้วจึงดูดเข้าไปภายในร่างกาย โดยวงนี้สามารถยืดยาวได้ประมาณ 8-10 เซนติเมตร ดังนั้นหอยหวานจึงไม่มีปัญหาในการกินอาหารแบบกลุ่มก้อนเพราะหอยที่อยู่ด้านหลังสามารถยืดวงผ่านตัวอื่นๆ เข้าไปเจาะกินอาหารได้ โดยปกติเมื่อหอยหวานกินอาหารอิ่มแล้วจะเดินออกจากห่อและฝังตัวอยู่ใต้ชั้นทรายทันที ระบบทางเดินอาหารของหอยหวานประกอบด้วยปาก หลอดอาหาร กระเพาะ ลำไส้ และทวารหนัก (นิลนาจ, 2545)

การสืบพันธุ์

หอยหวานจัดเป็นสัตว์แยกเพศ (Dioecious) คือมีเพศผู้และเพศเมียแยกกัน แต่หอยหวานไม่สามารถจำแนกเพศได้จากลักษณะเปลือกภายนอก การจำแนกเพศของหอยหวานจะต้องให้มันยัดอวัยวะในออกมากล่าวคือเพศผู้สามารถเห็นอวัยวะสืบพันธุ์ที่เรียกว่า Penis ซึ่งมีรูปร่างคล้ายดั่งรูปใบไม้ (Leaflet shape) มีสีเหลืองอ่อนอยู่บริเวณโคนหมวดด้านขวา สำหรับเพศเมียจะไม่พบอวัยวะใดๆ ในตำแหน่งเดียวกัน ระบบสืบพันธุ์ของหอยหวานเพศเมียประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) อยู่บริเวณปลายสุดของส่วนหัว มีต่อมสร้างไข่ขาว (Albumin gland) และต่อมสร้างเปลือก (Capsule gland) สำหรับเพศผู้ประกอบด้วยอัณฑะ (Testis) อยู่บริเวณปลายสุดของส่วนหัวเช่นกัน ต่อมสร้างฮอร์โมนเพศ (Prostrate gland) และท่อส่งสเปิร์ม (Sperm duct) และช่องเปิดออกทาง Penis

วงจรชีวิต

วงจรชีวิตของหอยหวานเริ่มจากไข่ที่ปฏิสนธิแล้วที่เรียกว่า Fertilized eggs พัฒนาเป็นลูกหอยระยะพัฒนาที่เรียกว่า Trocophore ภายในเวลา 24 ชั่วโมงหลังการวางไข่ลูกหอยระยะนี้จะเจริญอยู่ภายในฝักไข่เป็นเวลาประมาณ 4-5 วันหลังการวางไข่ หลังจากนั้นลูกหอยระยะวัยอ่อนที่เรียกว่า Veliger จึงฟักออกจากฝักไข่และดำรงชีพแบบแพลงก์ตอนลอยอยู่ในมวลน้ำ โดยลูกหอยระยะวัยอ่อนสามารถเจริญเข้าสู่ลูกหอยระยะลงพื้น (Settled juveniles) ภายในเวลาเฉลี่ย 14-16 วันหลังฟักออกจากฝักไข่ ลูกหอยระยะนี้มีเปลือกและรูปร่างอย่างสมบูรณ์เหมือนพ่อแม่ทุกประการและมีการดำรงชีพด้วยการสืบคลานบนพื้นทะเล โดยหอยหวานสามารถเริ่มมีการเจริญพันธุ์ (First maturity) ที่ความยาวเปลือกประมาณ 3.6 เซนติเมตรหรืออายุประมาณ 6 เดือนหลังจากวางไข่ (กเชนทร, 2544)

การเลี้ยงหอยหวาน ปัจจุบันมี 2 รูปแบบ

1. การเลี้ยงบริเวณชายฝั่งทะเล

โดยจัดสร้างเป็นโรงเรือนมีหลังคาคลุมบังแสงแดดและป้องกันน้ำฝน บ่อเลี้ยง อาจใช้เป็นบ่อซีเมนต์ หรือบ่อที่ทำจากผ้าใบอย่างหนาอาจจะเป็นบ่อเหลี่ยม หรือรูปร่างกลมก็ได้ แต่ต้องมีระบบการถ่ายเทน้ำได้สะดวกมีท่อน้ำล้น และน้ำเข้า-ออกสะดวก มีระบบให้อากาศ เพียงพอ พื้นก้นบ่อจะใส่ทรายพอท่วมตัวลูกหอย ขนาดบ่อไม่ควรใหญ่จนเกินไปเพราะจะดูแลจัดการได้ยาก ขนาดที่เหมาะสมควรมีพื้นที่บ่อไม่เกิน 30-40 ตารางเมตร ควรทำการพรางแสงไม่ให้พื้นบ่อสัมผัสแสงแดดโดยตรงเพราะจะทำให้เกิดสาหร่ายขึ้นที่พื้น และเมื่อสาหร่ายตายลง จะทำให้เกิดน้ำเสียขึ้น ทำให้ลูกหอยมีสุขภาพไม่แข็งแรง การให้อาหาร ให้เนื่อปลาข้างเหลือง ซึ่งบั้งด้านข้างให้ลูกหอยกิน หรือเนื่อหอยแมลงภู่ กินวันละ 1 ครั้ง ถ้าเป็นเนื่อปลาจะให้ 2-10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวต่อวัน ถ้าเป็นเนื่อหอยแมลงภู่จะให้ 5-30 เปอร์เซ็นต์ โดยต้องคอยดูอย่าให้อาหารเหลือ สำหรับอัตราการแลกเปลี่ยนเป็น เนื่อหอยหวาน (FCR) เนื่อปลาข้างเหลืองเท่ากับ 2.03:1 และเนื่อหอยแมลงภู่เท่ากับ 3.47:1 อัตราการปล่อย ลูกหอยหวานขนาด 1 เซนติเมตร ควรปล่อยลงเลี้ยงในอัตรา 300 ตัวต่อตารางเมตร การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ควรถ่ายน้ำไม่ต่ำกว่าวันละ 30 เปอร์เซ็นต์ ถ้าถ่ายน้ำได้มาก หอยจะยิ่งโตเร็ว แต่ต้นทุนจะสูงขึ้นตาม การทำความสะอาดทราย เมื่อเลี้ยงหอยหวานไปได้ประมาณ 1 เดือน จะพบว่าทรายมีสีดำและเริ่มมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากหอยขับถ่ายของเสียลงทรายสะสมมากขึ้นควรจะใช้น้ำมีความเค็มเท่ากับที่เลี้ยงในบ่อ ฉีดล้างทรายให้สิ่งสกปรก ออกนอกบ่อทิ้งไป

2. การเลี้ยงหอยหวานในกระชังในทะเล

การเลี้ยงหอยหวานในกระชังในทะเล จะมีต้นทุนต่ำกว่าการเลี้ยงหอยหวาน บนบกบริเวณชายฝั่ง เพราะไม่ต้องเสียค่าไฟฟ้า หรือค่าน้ำมันในการถ่ายเทน้ำ เนื่องจากน้ำทะเลมีการเคลื่อนตัวไหลผ่านกระชังอยู่ตลอดเวลาและยังทำให้หอยหวานโตเร็วกว่าอีกด้วย แต่มีข้อจำกัดเลือกสถานที่วางกระชังให้เหมาะสม กล่าวคือความเค็มของน้ำไม่ต่ำกว่า 20 ส่วนในพันส่วน และไม่มีคลื่นลมรุนแรง (มีเกาะหรือสิ่งก่อสร้างกำบังคลื่นลม)

ผลผลิต ลูกหอยหวานที่เลี้ยงโดยถ่ายน้ำวันละ 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 6-7 เดือน จะได้หอยหวานขนาด 100 ตัวต่อกิโลกรัม ถ้าเลี้ยงต่ออีก 2 เดือน จะได้ขนาด 70 ตัวต่อกิโลกรัม ราคาขายอยู่ระหว่าง 250-320 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนถ้าเลี้ยงโดยการให้ระบบน้ำไหลผ่านตลอด 24 ชั่วโมง จะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 5-6 เดือน จะได้ขนาดตัว 100 ตัวต่อกิโลกรัม โดยมีอัตราการรอดตายสูงถึง 90-95 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 2 ระบบ (กรมประมง, 2548)

คุณภาพน้ำทั่วไป

1.ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ในน้ำ เพื่อเป็นเครื่องแสดงให้เราทราบว่า น้ำหรือสารละลายมีคุณสมบัติเป็นกรดเป็นด่าง ในการทำปฏิกิริยาต่างๆ ระดับความเป็นกรดด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 0-14 โดย 7 เป็นจุดกึ่งกลางหากต่ำกว่า 7 มีค่าเป็นกรด หากสูงกว่าเป็นด่าง ค่า pH ในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ สิ่งแวดล้อมหลายประการ เช่น ลักษณะพื้นดินและหิน ตลอดจนการใช้ที่ดินบริเวณแหล่งนั้น และอิทธิพลของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์ และแพลงก์ตอนพืช pH ของน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในแหล่งน้ำ พืชน้ำสามารถใช้ธาตุอาหารได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับค่า pH ของน้ำ หากระดับ pH ต่ำกว่า 4.5 พืชน้ำเจริญเติบโตได้ไม่ดีขณะเดียวกันหากค่า pH ต่ำหรือสูงเกินไปก็ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงมีผู้แนะนำช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำดังนี้

pH 4.0 หรือต่ำกว่า = เป็นจุดอันตรายทำให้ปลาตายได้

pH 4.0-6.0 = ปลาบางชนิดอาจไม่ตาย แต่ผลผลิตจะต่ำคือ การเจริญเติบโตช้าการสืบพันธุ์หยุดชะงัก

pH 6.5-9.0 = ระดับที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

pH 9.0-11.0 = ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำหากต้องอาศัยอยู่เป็นเวลานาน

pH 11 หรือมากกว่า = เป็นพิษต่อปลา

ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะมีค่า pH เปลี่ยนแปลงในช่วงตอนกลางวันและกลางคืนสืบเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อทำการสังเคราะห์แสงในตอนกลางวัน ทำให้ค่า pH สูง และจะค่อยๆลดตอนกลางคืนเนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยคืนกลับมาจากการหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ น้ำที่มีค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) ต่ำจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาก pH จะสูง 9-10 ในช่วงบ่าย ดังนั้นการเช็คค่า pH ในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรเช็คในเวลาเช้ามืดและช่วงบ่าย เพื่อได้ทราบค่า pH ต่ำสุดและสูงสุดในรอบวันเพื่อที่จะป้องกันแก้ไขได้ทัน กรณีค่า pH สูง 9-10 หากเกิดขึ้นช่วงระยะเวลาสั้นๆจะไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ และแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไม่ควรจะมีค่า pH เปลี่ยนแปลงเกิน 2 หน่วยในรอบวัน ค่า pH นอกจาก

มีผลต่อสัตว์น้ำโดยตรงแล้วยังมีผลทางอ้อมเช่น ทำให้สารพิษชนิดอื่นๆ แยกตัวเพิ่มขึ้นหรือลดลง เช่น pH ระดับสูงขึ้นทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้น การแทรกซึมของสารพิษบางชนิดเข้าสู่ร่างกายสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับค่า pH ของสารละลายนั้นๆ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยในบ่อปลาหากปรากฏว่าน้ำหรือดินในบ่อที่มีสภาพเป็นกรดมากเกินไป จะต้องปรับปรุงค่า pH สูงขึ้นจนอยู่ในระดับที่เหมาะสมเสียก่อนจึงใส่ปุ๋ย เพื่อที่จะให้ปุ๋ยสามารถละลายและถูกนำไปใช้โดยสิ่งมีชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้างของน้ำ (water hardness) หมายถึง ปริมาณของเกลือ, แคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ ความกระด้างของน้ำแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือความกระด้างชั่วคราว (Temporary hardness) โดยเกิดจากสารละลายของ calcium หรือ magnesium bicarbonate เมื่อถูกความร้อนจะตกตะกอนกลายเป็นหินปูน (carbonate) ส่วนความกระด้างถาวร (permanent hardness) เกิดจากสารละลายพวก calcium หรือ magnesium carbonate และความกระด้างรวมของน้ำ Total hardness หมายถึง ผลรวมของความกระด้างชั่วคราวและถาวร โดยอยู่ในรูปของ calcium carbonate ค่าความกระด้างของน้ำมีค่าตั้งแต่ 0-100 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของแหล่งน้ำ เราสามารถแบ่งระดับความกระด้างของน้ำได้ดังนี้

ความกระด้าง 0 - 75 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำอ่อน

ความกระด้าง 75 - 150 มิลลิกรัมต่อลิตร กระด้างปานกลาง

ความกระด้าง 150 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำกระด้าง

ความกระด้าง 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไปน้ำกระด้างมาก

น้ำทะเลหรือน้ำกร่อยที่มี Na^+ ปะปนอยู่สามารถทำให้ความกระด้าง ของน้ำสูงขึ้นได้ซึ่งไม่ เป็นความกระด้างที่แท้จริงเรียกว่า pseudo-hardness ความกระด้างโดยตัวของมันเองไม่ถือว่าเป็น ปัจจัยที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ แต่ความกระด้างของน้ำมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่าง (alkalinity) และความเป็นกรดค่า (pH) น้ำกระด้างยังช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษหลายชนิด เช่น โลหะหนัก (heavy metal) ได้แก่ปรอท ตะกั่วและแคดเมียม ฯลฯ น้ำกระด้างปานกลางหรือ

สูงเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ส่วนน้ำกระด้างอ่อนหรือน้ำฝนไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เราสามารถเพิ่มความกระด้างของน้ำได้โดยการเติมปูนขาว เช่นเดียวกันกับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำค่าความกระด้างของน้ำหากเป็นความกระด้างถาวร ถ้าเราใช้อุปโภคบริโภคเป็นประจำในชีวิตประจำวันจะไม่เกิดผลดีต่อสุขภาพในระยะยาว ดังนั้นจึงควรต้องปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้

3. ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างของน้ำ หมายถึงคุณสมบัติของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง โดยความเป็นด่างของน้ำประกอบด้วย คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต ไฮดรอกไซด์ เป็นส่วนใหญ่แต่อาจมีพวกบอเรต ซิลิเกต ฟอสเฟต และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ค่าความเป็นด่างโดยตัวมันเองไม่ถือว่าเป็นสารมลพิษ แต่มีผลเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านอื่น ๆ เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นกรด (acidity) และความกระด้าง Hardness คุณสมบัติของความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำเป็นตัวการควบคุมมิให้ pH เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไปหากปรากฏว่าแหล่งน้ำมีค่าเป็นด่างต่ำแสดงว่ามี buffering capacity น้อย ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าแตกต่างกันไป มีค่าตั้งแต่ 25-500 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำเสียชุมชนหรือจากโรงงานอุตสาหกรรมอาจมีค่าเป็นด่างสูง เกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นด่างระหว่าง 100-120 มิลลิกรัมต่อลิตร เราสามารถปรับค่าความเป็นด่างให้สูงขึ้นโดยใส่ปูนขาว (Liming) การลดความเป็นด่างและความกระด้างจะทำได้ยากไม่นิยมกระทำกัน

ค่าความเป็นด่างกับความกระด้าง (Hardness) มีความสัมพันธ์กัน น้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำควรมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างใกล้เคียงกัน ค่าความเป็นด่างในน้ำไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว น้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำและความเป็นด่างต่ำจะให้ผลผลิตไม่ดี

4. ความเค็ม (Salinity)

ความเค็มของน้ำ หมายถึง ปริมาณของแข็ง (Solid) หรือเกลือแร่ต่าง ๆ โดยเฉพาะโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ละลายอยู่ในน้ำ ค่าความเค็มของน้ำจะสัมพันธ์กับค่า Chlorinity ประกอบด้วย ปริมาณ คลอไรด์, โบรไมด์และ ไอโอไดด์ และความนำไฟฟ้า (conductivity) ที่มีอยู่ในน้ำหนักหนึ่ง

กิโลกรัมความเค็มของน้ำจะแตกต่างกันตามสถานที่และประเภทของดิน โดยมีผู้แบ่งประเภทน้ำตามระดับความเค็มดังนี้

น้ำจืด (fresh water) ความเค็มระหว่าง 0-0.5 psu

น้ำกร่อย (brackish water) ความเค็มระหว่าง 0.5-30 psu

น้ำเค็ม (sea water) ความเค็มมากกว่า 30 psu ขึ้นไป

ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ สำหรับสัตว์น้ำบางชนิด เช่น สัตว์น้ำกร่อยที่อาศัยบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มมากจะสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพความเค็มที่เปลี่ยนแปลงได้ แต่ค่อย ๆ เป็นไปอย่างช้า ๆ โดยสัตว์น้ำจืดสามารถทนอยู่ในความเค็ม 7 psu ได้ และปลาขนาดเล็กจะมีความทนทานมากกว่าปลาขนาดใหญ่ ค่าความเค็มของน้ำจะแสดงให้เห็นถึงสภาพทางภูมิศาสตร์และผิวดินบริเวณดังกล่าว เช่น บริเวณที่มีฝนตกชุกและมีน้ำไหลตลอดจะมีความเค็มต่ำที่ประมาณ 0.1-25 psu ส่วนใหญ่ที่แห้งแล้งและมีการระเหยของน้ำสูงก็จะมีค่าความเค็มสูง อย่างไรก็ตามบางพื้นที่หากมีฝนตกชุก น้ำบาดาลอาจมีค่าความเค็มสูงได้เช่นกัน โดยปกติน้ำทะเลจะมีความเค็มประมาณ 35 psu น้ำกร่อยมีความเค็มประมาณ 10-15 psu และน้ำที่มีความเค็มมากกว่า 45 psu ขึ้นไปจะพบในนาเกลือ อาจไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำบางชนิด สำหรับสัตว์น้ำกร่อยที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มมากจะมีความสามารถปรับตัวและทนทานต่อแรงดัน Osmotic ได้ดี แต่สำหรับสัตว์น้ำทั่วไปสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเค็มของน้ำที่เปลี่ยนแปลงได้ แต่ทั้งนี้ต้องเป็นไปอย่างช้า ๆ

6. อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลโดยตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเพื่อหาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นระยะทั้งในแหล่งน้ำธรรมชาติและบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามภูมิอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูงและสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ กระแสลม, ความลึก, ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไปของแหล่งน้ำ

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำตามธรรมชาติจะค่อยๆ ไปอย่างช้า ๆ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำรงชีวิตสัตว์น้ำ อุณหภูมิของร่างกายสัตว์น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำและสภาพแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ แต่ต้องอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสม ปลาจะสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในช่วงจำกัด เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตก็จะสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิลดลงกิจกรรมเหล่านั้นก็จะลดลงไปด้วยตามกฎของ (Van Hoff's Law) ซึ่งกล่าวว่าขบวนการ เมตาโบลิซึม (Metabolic rate) ของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มเป็น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส เช่น การหายใจ, การว่ายน้ำ, การกิน, การย่อยของอาหาร, การขับถ่ายและการเต้นของหัวใจ เป็นต้น อัตรา กิจกรรมเหล่านี้จะแตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับขบวนการทางชีวเคมีภายในร่างกายและสภาพแวดล้อม เช่น ปลาน้ำเค็มจะมีอัตราเมตาโบลิซึมต่ำกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก โดยปกติอุณหภูมิภายในตัวปลาจะแตกต่างไปจากอุณหภูมิของน้ำเพียง 0.5-1 องศาเซลเซียส เหงือกปลาจะเป็นอวัยวะที่สำคัญช่วยในการถ่ายเทและรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย ปลาน้ำเค็มจะมีอัตราส่วนระหว่างเหงือกต่อน้ำหนักตัวมากกว่าปลาน้ำจืด ทำให้ปลาน้ำจืดสามารถทนทานและปรับตัวได้ดีกว่าปลาน้ำเค็ม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็ว (Temperature shock) สามารถทำให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อสัตว์น้ำได้ เช่น ทำให้ระบบการควบคุมขับถ่ายน้ำและแร่ธาตุภายในร่างกาย (Osmoregulatory system) ผิดปกติไปทำให้ร่างกายอ่อนแอและตายได้ การปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีอุณหภูมิสูงหรือระบบหล่อเย็น (Cooling system) จะมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำบริเวณดังกล่าวหากอุณหภูมิสูงกว่า 2-3 องศาเซลเซียส อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารในระดับสูงขึ้นไปชนิดปริมาณและสัดส่วนของประชากรจะถูกควบคุมโดยอุณหภูมิ นอกจากนี้ยังมีผลต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพของแหล่งน้ำหลายประการ เช่น ความหนาแน่น, ความหนืด, ความสามารถในการละลายก๊าซออกซิเจน, การแบ่งชั้นของน้ำ, การหมุนเวียนของแร่ธาตุต่างๆ และกระแสน้ำ เป็นต้น ผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงคือ ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำจะลดลง ขณะเดียวกันสัตว์น้ำต้องการออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นจึงเกิดปัญหาขาดแคลนออกซิเจนขึ้นได้และการทำงานของแบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลต่างๆ ในน้ำก็จะเพิ่มขึ้นและต้องการใช้ออกซิเจนมากขึ้นก็จะทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจนเร็วขึ้นเป็นเหตุให้เกิดการเน่าเสีย การอพยพย้าย

ถิ่น การวางไข่ การฟักไข่ เป็นตัวของสัตว์น้ำล้วนแต่ถูกควบคุมโดยอุณหภูมิทั้งสิ้น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำทำให้พืชน้ำโดยเฉพาะแพลงก์ตอนมีการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของสาหร่ายหลายชนิด เช่น อุณหภูมิสูงจะมีพืชน้ำสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมาก จะไม่ก่อประโยชน์ต่อสัตว์น้ำบางชนิดอาจทำให้เป็นพิษแก่สัตว์น้ำได้ นอกจากนี้หากมีปริมาณมากก็จะทำให้เกิดการเน่าเสียและมีกลิ่นเหม็นย่อมมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำได้เช่นเดียวกัน

7. ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen)

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีวิตเนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ย่อมต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจและเจริญเติบโต ออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น อุณหภูมิระดับความสูงและความเค็ม ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยเมื่ออุณหภูมิสูง และน้ำที่มีความเค็มสูงจะมีออกซิเจนละลายอัตราความเข้มข้นเท่ากับออกซิเจนในบรรยากาศเรียกว่า จุดอิ่มตัว (Saturation Level) ดังนั้นสัตว์น้ำจะเสี่ยงต่อการขาดแคลนออกซิเจนมากกว่าสัตว์บก ในช่วงฤดูร้อน อัตราการย่อยสลายและปฏิกิริยาต่างๆ จะเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณความต้องการออกซิเจนสูงไปด้วย บางครั้งในแหล่งน้ำจะมีปรากฏการณ์เกินจุดอิ่มตัว (supersaturation) เนื่องจากการผลิตออกซิเจนออกมาจาก เช่น พืชสีเขียวทำการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ตอนกลางวัน สภาพดังกล่าวหากเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้เช่นกัน ดังนั้นการควบคุมและป้องกันไม่ให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงอยู่ในระดับต่ำจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อคุ้มครองให้สัตว์น้ำอาศัยอยู่ได้ปกติ (สุภาพพร, 2538)

8. แอมโมเนีย (Ammonia)

แอมโมเนีย หมายถึง ก๊าซไนโตรเจนที่มีอยู่ในรูปไอออนไนซ์ฟอรั่มตามธรรมชาติจะพบแอมโมเนียในน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน มักเกิดจากขบวนการดีสลายยูเรียด้วยน้ำ นอกจากนี้ยังเกิดตามธรรมชาติโดยการรีดักชัน ไนเตรทภายใต้สภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ระดับปริมาณแอมโมเนียในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และความกระด้างของน้ำ หากแอมโมเนียมีความเข้มข้นสูงถึงปริมาณหนึ่งจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ โดยทำให้เกิดความเครียดและเป็นพิษต่อสัตว์น้ำทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของสัตว์น้ำด้วยเช่นกัน (วิรัช, 2544)

บทที่ 3

เวลาและสถานที่

เวลา เริ่มดำเนินการ วันที่ 1 มกราคม 2553
เสร็จสิ้น วันที่ 30 กันยายน 2553

สถานที่ค้นคว้าข้อมูล

ห้องสมุด และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

สถานที่ทำการทดลอง

อาคารปฏิบัติการทางทะเลมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	2553								
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ส่งชื่อเรื่อง	↔								
2. ค้นคว้าข้อมูล		↔							
3. เขียนโครงร่าง			↔	→					
4. เตรียมอุปกรณ์					↔	→			
5. ทำการทดลอง							↔	→	
6. บันทึกผลและสรุป									↔
7. เขียนรายงาน						↔	→		→

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

อุปกรณ์

1. บ่อผ้าใบจำนวน 15 บ่อ
2. อุปกรณ์ให้อากาศ 15 ชุด
3. ลูกพันธุ์หอยหวาน
4. กระดาษกรอง Whatman[®] No.1
5. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำพลาสติก
6. น้ำกลั่น
7. เครื่องแก้วที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ
8. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Contron รุ่น C380
9. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ยี่ห้อ LTLOTRON รุ่น YK-200
10. เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ STELECTRONIC รุ่น 21
11. กล้องถ่ายภาพ ยี่ห้อ OLYMPUS (FE-20)
12. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

การศึกษาทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงหอยหวานภายในบ่อผ้าใบเป็นการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomize Design; CRD โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง (Treatment) แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ (Replication)

ชุดการทดลองที่ 1 คุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงหอยหวานเป็นระบบปิด

ชุดการทดลองที่ 2 คุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงหอยหวานเป็นระบบหมุนเวียนโดยเลี้ยงร่วมกับสาหร่ายโพรง

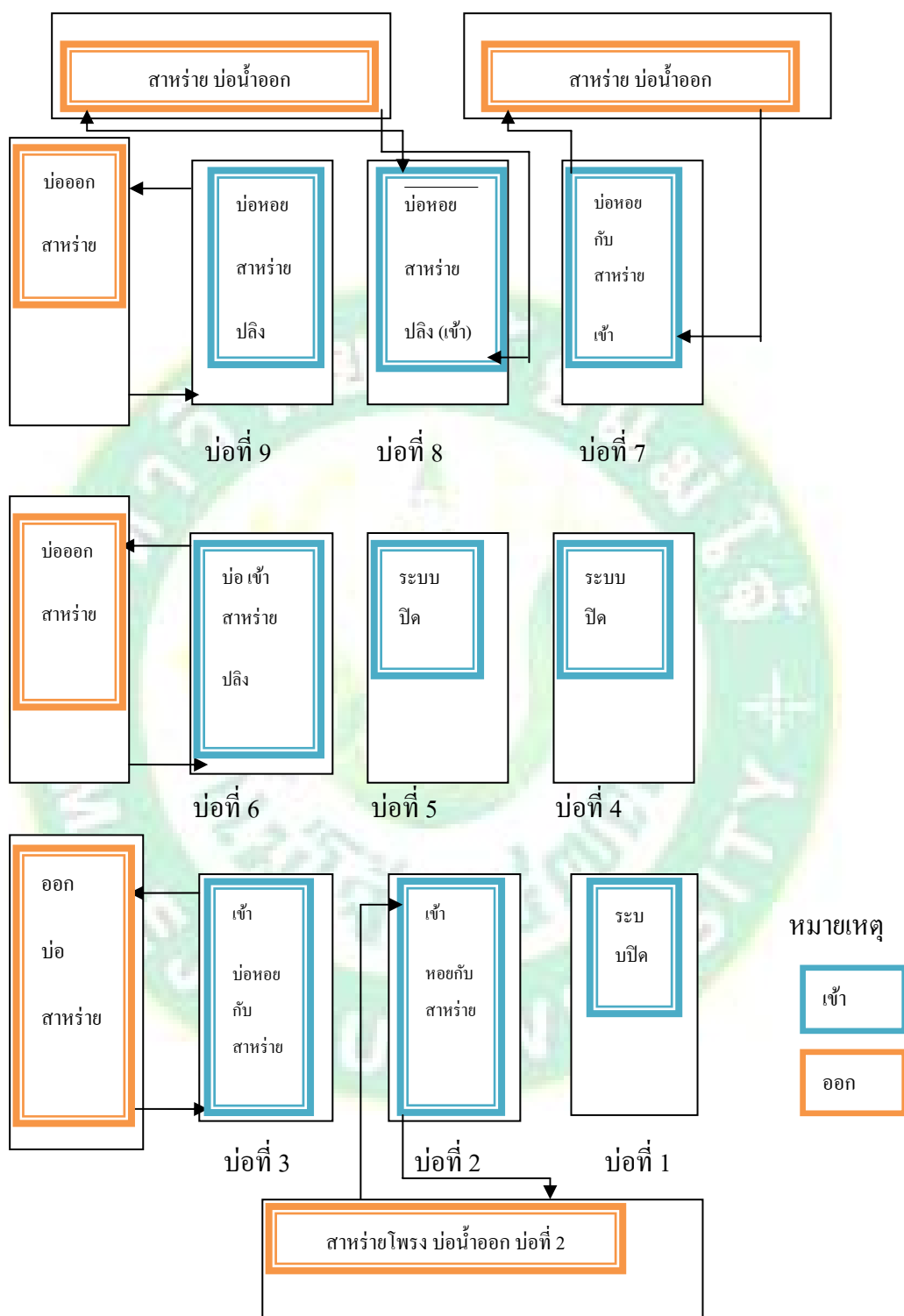
ชุดการทดลองที่ 3 คุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงหอยหวานเป็นระบบหมุนเวียนและเลี้ยงร่วมกับสาหร่ายโพรงและปลิงทะเล

2. วิธีการทดลอง

ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดพลาสติกจากบ่อผ้าใบ จำนวน 15 บ่อ โดยเก็บน้ำทางน้ำเข้าและทางน้ำออก แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการดังนี้

1. ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และค่าอุณหภูมิ (Temperature) โดยใช้เครื่องมือ DO meter
2. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดยใช้เครื่อง pH meter
3. ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) โดยวิธี Titration Method
4. ค่าแอมโมเนีย (Ammonia) โดยวิธี Koroleff's Indophenol Blue Method
5. ค่าความกระด้าง (Hardness) โดยวิธี EDTA Titration Method
6. ค่าไนไตรท์ โดยวิธี Colorimetric Method
7. ค่าไนเตรท โดยวิธี Cadmium Reduction Method
8. ค่าความเค็ม วัดโดยใช้เครื่อง Refractometer

แผนผังบ่อผ้าใบในการเก็บตัวอย่างน้ำ



3. การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง คือ ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO), ค่าอุณหภูมิ, ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity), ค่าแอมโมเนีย (Ammonia), ค่าความกระด้าง (Hardness), ค่าไนโตรเจน, ค่าไนเตรต และค่าความเค็ม ทุกชุดการทดลอง ตลอดระยะเวลา 9 สัปดาห์

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลจากการทดลองในแต่ละชุดการทดลอง โดยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี Duncan new's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป



บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการทดลองการศึกษาคูณภาพน้ำในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งทำการทดลองเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า

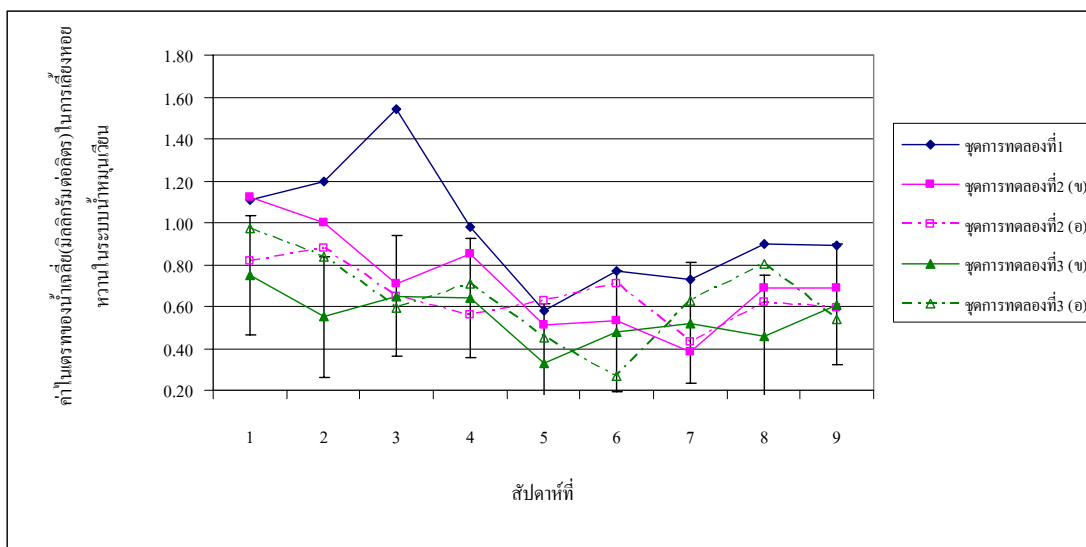
1. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) และชุดการทดลองที่ 1 (ระบบปิด) เท่ากับ 5.25 ± 0.900 , 5.26 ± 0.815 , 5.80 ± 0.861 , 5.83 ± 0.910 และ 5.84 ± 0.905 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยชุดการทดลองที่1 ที่เลี้ยงหอยหวานในระบบปิด มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากที่สุด เท่ากับ 5.84 ± 0.905 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่2 และ ภาพที่1) จากการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อยู่ในช่วง 5-6 มิลลิกรัมต่อลิตรถือว่าปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพล ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ถ้า DO ต่ำจะทำให้สัตว์น้ำไม่แข็งแรงและการกินอาหารจะลดลงกว่าปกติ ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่ควรต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง, 2548)

ตารางที่ 2 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัปดาห์ ที่	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (มิลลิกรัมต่อลิตร)					P-value
	ชุดการ ทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	
1	5.07±1.079	4.87±0.907	4.73±0.569	4.17±0.551	4.27±0.379	
2	6.47±0.058	6.73±0.321	6.90±0.436	6.43±0.058	6.53±0.115	
3	6.73±0.709	6.83±0.814	6.60±0.781	6.20±0.361	5.97±0.737	
4	6.17±0.833	6.43±0.814	6.17±0.874	5.57±0.115	5.60±0.520	
5	6.53±0.586	6.17±1.137	6.20±1.058	5.27±0.473	5.27±0.473	
6	5.20±0.520	5.73±0.462	5.60±0.700	5.03±0.208	5.00±0.436	
7	4.53±0.577	4.50±0.361	4.73±0.577	4.10±0.173	4.67±0.462	
8	4.87±0.808	4.77±0.379	4.80±0.520	4.37±0.153	4.13±0.503	
9	6.93±0.751	6.50±0.500	6.47±0.709	6.13±0.808	5.90±0.608	
ค่าเฉลี่ย	5.83±0.910 ^a	5.84±0.905 ^a	5.80±0.861 ^a	5.25±0.900 ^a	5.26±0.815 ^a	0.358

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน

หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

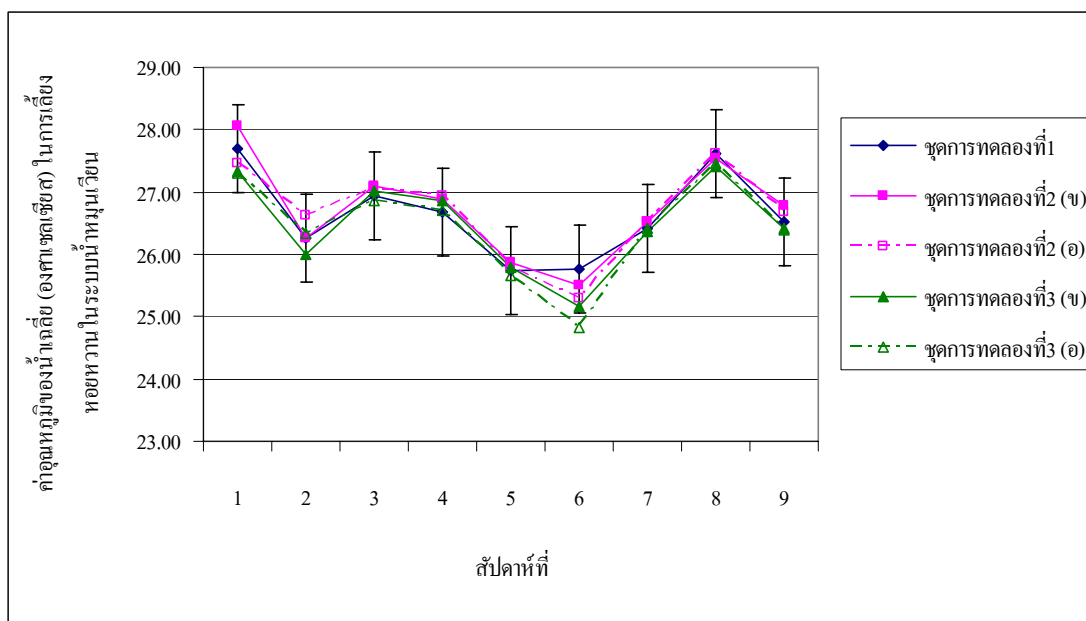
2. อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่า ในแต่ละชุด การทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่1, ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) เท่ากับ 26.44 ± 0.810 , 26.49 ± 0.749 , 26.63 ± 0.704 , 26.67 ± 0.745 และ 26.73 ± 0.799 องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยในชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) น้ำมีอุณหภูมิมากที่สุด เท่ากับ 26.73 ± 0.799 องศาเซลเซียส (ตารางที่3 และภาพที่2) จากข้อมูลการเลี้ยงหอยหวาน ทั้ง3 ชุดการทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานอยู่ในช่วง 26-29 องศาเซลเซียส และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีความแตกต่างของค่าอุณหภูมิในรอบวันไม่ควรเกิน 5 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิในน้ำถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็วจะทำให้สัตว์น้ำไม่กินอาหารได้ (อาทินันท์, 2546)

ตารางที่ 3 อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน
(ค่าเฉลี่ย±ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ลำดับ ที่	อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (องศาเซลเซียส)					P- value
	ชุดการ ทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	
1	27.70±1.473	28.07±0.306	27.47±0.503	27.33±0.306	27.30±0.436	
2	26.27±0.306	26.27±0.306	26.63±0.850	26.00±0.100	26.33±0.666	
3	26.93±0.231	27.10±0.200	27.07±0.306	27.03±0.208	26.87±0.252	
4	26.67±0.208	26.90±0.361	26.93±0.493	26.87±0.100	26.70±0.173	
5	25.73±0.153	25.87±0.115	25.80±0.100	25.80±0.100	25.67±0.115	
6	25.77±1.328	25.50±0.436	25.30±0.400	25.17±0.153	24.83±0.306	
7	26.43±0.321	26.53±0.115	26.53±0.208	26.37±0.153	26.43±0.135	
8	27.63±0.404	27.53±0.058	27.63±0.058	27.40±0.000	27.47±0.115	
9	26.53±0.321	26.77±0.115	26.67±0.153	26.43±0.115	26.40±0.173	
ค่าเฉลี่ย	26.63±0.704 ^a	26.73±0.799 ^a	26.67±0.745 ^a	26.49±0.749 ^a	26.44±0.810 ^a	0.923

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 2 ค่าอุณหภูมิของน้ำเกลือ (องศาเซลเซียส) ในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน
หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

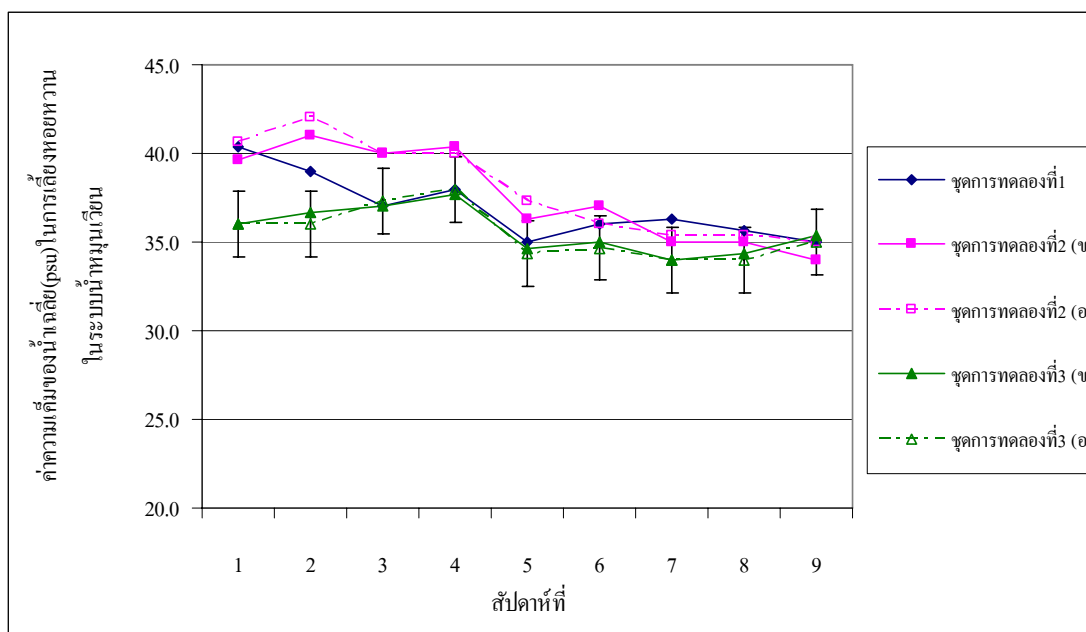
3. ความเค็ม

ความเค็มของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่ 3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่ 1, ชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำออก) เท่ากับ 35.48 ± 1.454 , 35.63 ± 1.275 , 36.93 ± 1.846 , 37.59 ± 2.681 และ 37.96 ± 2.712 psu ตามลำดับ ($P < 0.05$) โดยในชุดการทดลองที่ 2 (ทางน้ำออก) น้ำมีความเค็มมากที่สุด เท่ากับ 37.96 ± 2.712 psu (ตารางที่ 4 และ ภาพที่ 3) จะเห็นได้ว่าค่าความเค็มอยู่ในช่วง 35-37 psu ถือได้ว่าค่าความเค็มเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน เพราะความเค็มเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของหอยหวาน ถ้าความเค็มต่ำจะทำให้หอยหวานไม่แข็งแรง และการกินอาหารจะลดน้อยลงกว่าปกติ (กรมประมง, 2548)

ตารางที่ 4 ค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัปดาห์ ที่	ค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (psu)					P- value
	ชุดการ ทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	
1	40.3±2.517	39.7±5.033	40.7±4.041	36.0±4.000	36.0±4.000	
2	39.0±1.000	41.0±4.359	42.0±5.292	36.7±5.033	36.0±5.000	
3	37.0±1.000	40.0±1.000	40.0±1.000	37.0±5.292	37.3±.5859	
4	38.0±1.000	40.3±2.517	40.0±2.000	37.7±6.429	38.0±7.000	
5	35.0±0.000	36.3±2.082	37.3±4.163	34.7±7.371	34.3±6.807	
6	36.0±0.000	37.0±3.606	36.0±4.000	35.0±4.359	34.7±3.786	
7	36.3±1.155	35.0±1.732	35.3±2.082	34.0±6.245	34.0±5.292	
8	35.7±2.309	35.0±2.646	35.3±2.309	34.3±5.859	34.0±5.292	
9	35.0±4.583	34.0±4.583	35.0±3.606	35.3±5.508	35.0±5.568	
ค่าเฉลี่ย	36.9±1.846 ^{ab}	37.5±2.681 ^{ab}	38.0±2.712 ^b	35.6±1.275 ^a	35.5±1.454 ^a	0.048

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 3 ค่าความเค็มของน้ำเกลือ (psu) ในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน
หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

4. ความเป็นกรด-ด่าง

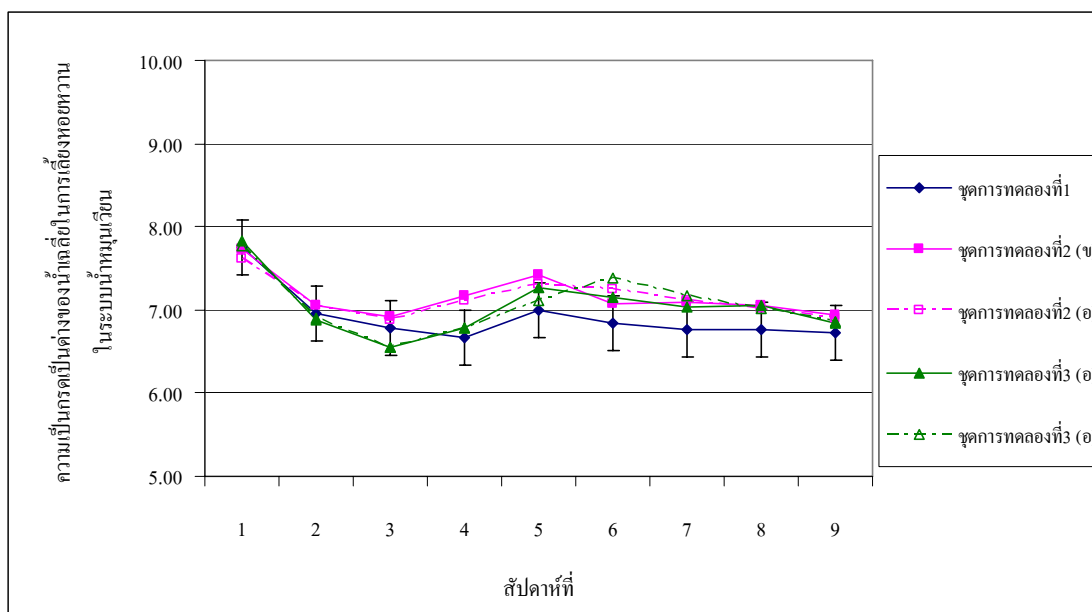
ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่1, ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) เท่ากับ 6.92 ± 0.329 , 7.04 ± 0.363 , 7.06 ± 0.360 , 7.14 ± 0.225 และ 7.16 ± 0.260 ตามลำดับ โดยในชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) น้ำมีความเป็นกรดเป็นด่างมากที่สุด เท่ากับ 7.16 ± 0.260 (ตารางที่5 และ ภาพที่4) ซึ่งความเป็นกรดเป็นด่าง ในน้ำในการทดลองครั้งนี้ มีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยหวาน เพราะความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำจะอยู่ระหว่าง 7.5-8.0 (กรมประมง, 2548)



ตารางที่ 5 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเฉลี่ย ในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัปดาห์ ที่	ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน					P-value
	ชุดการ ทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	ทางน้ำเข้า	บ่อออก	
1	7.75±0.243	7.73±0.300	7.61±0.448	7.83±0.160	7.78±0.176	
2	6.95±0.127	7.05±0.137	7.05±0.143	6.88±0.064	6.90±0.087	
3	6.78±0.245	6.91±0.336	6.88±0.298	6.55±0.060	6.56±0.046	
4	6.67±0.032	7.18±0.179	7.12±0.222	6.79±0.060	6.78±0.058	
5	7.00±0.040	7.42±0.080	7.30±0.196	7.26±0.294	7.12±0.223	
6	6.84±0.100	7.08±0.140	7.24±0.100	7.16±0.205	7.39±0.137	
7	6.77±0.038	7.09±0.055	7.12±0.076	7.03±0.050	7.17±0.174	
8	6.77±0.355	7.06±0.060	7.02±0.139	7.06±0.032	7.01±0.067	
9	6.73±0.086	6.93±0.036	6.90±0.092	6.84±0.055	6.86±0.608	
ค่าเฉลี่ย	6.92±0.329 ^a	7.16±0.260 ^a	7.14±0.225 ^a	7.04±0.363 ^a	7.06±0.360 ^a	0.506

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่4 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเฉลี่ย ในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน
 หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

5. ความเป็นต่างของน้ำ

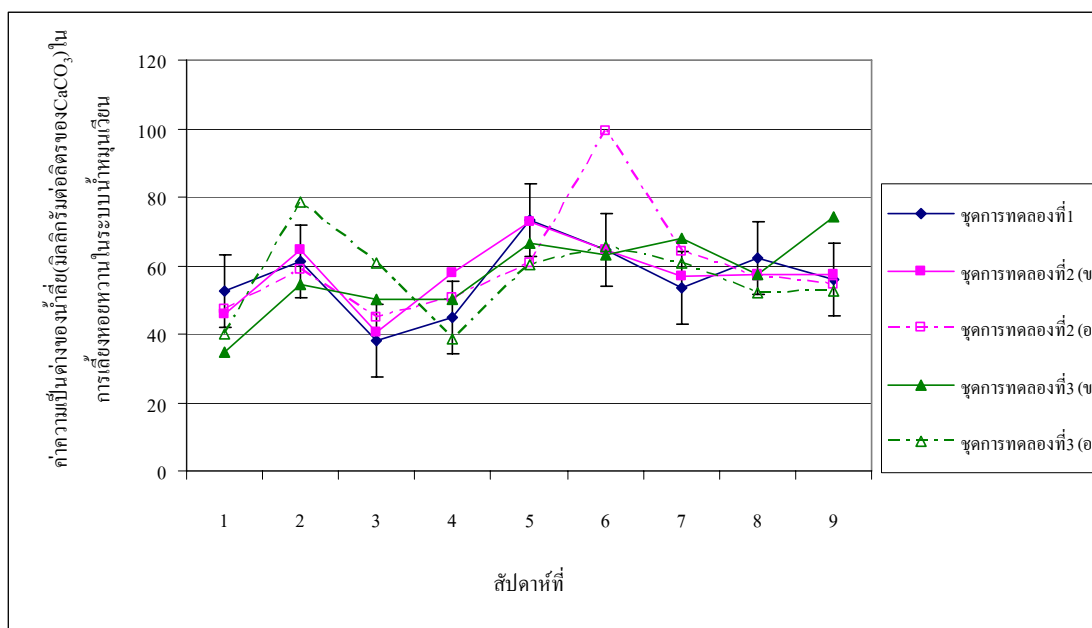
การเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่า ความเป็นต่างของน้ำในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่1, ชุดการทดลองที่3 (ทางออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก) เท่ากับ 56.22 ± 10.66 , 56.52 ± 12.458 , 57.56 ± 9.679 , 57.63 ± 11.949 และ 59.63 ± 16.147 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ โดยในชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก) น้ำมีความเป็นต่างของน้ำมากที่สุด เท่ากับ 59.63 ± 16.147 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่6 และ ภาพที่5) ปกติค่าความเป็นต่างที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอยู่ 100-120 มิลลิกรัม หากค่าความเป็นต่างของน้ำต่ำแสดงว่ามี buffering capacity เพราะ สามารถปรับค่าความเป็นต่างของน้ำให้สูงขึ้นได้ โดยการใส่ปูนขาว (วิรัช, 2544.)



ตารางที่ 6 ความเป็นค่าของน้ำเกลือในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัปดาห์ ที่	ค่าความเป็นด่าง ของน้ำเกลือในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (มิลลิกรัมต่อลิตรของCaCO ₃)					P- value
	ชุดการทดลอง ที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	
1	52.67±10.66	46.00±11.136	47.33±6.429	34.67±12.055	40.00±10.000	
2	61.33±1.155	64.67±9.018	58.67±5.774	54.67±5.033	78.67±17.243	
3	38.00±3.464	40.67±8.327	44.67±5.774	50.00±20.881	60.67±13.614	
4	44.67±9.452	58.00±34.817	50.67±27.301	50.00±7.211	38.67±8.327	
5	73.33±13.317	72.67±24.111	60.67±31.005	66.67±29.484	60.00±17.776	
6	64.67±6.429	64.67±27.154	99.33±18.148	63.33±26.633	65.33±13.317	
7	53.33±3.055	56.67±12.702	64.00±17.436	68.00±22.539	60.67±9.452	
8	62.00±20.881	57.33±12.220	56.67±5.033	57.33±6.110	52.00±4.000	
9	56.00±10.583	57.33±14.048	54.67±9.238	74.00±29.597	52.67±11.372	
ค่าเฉลี่ย	56.22±10.666 ^a	57.56±9.679 ^a	59.63±16.147 ^a	57.63±11.949 ^a	56.52±12.458 ^a	0.980

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 5 ค่าความเป็นด่างของน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ในการเลี้ยงหอยหวนในระบบน้ำหมุนเวียน

หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

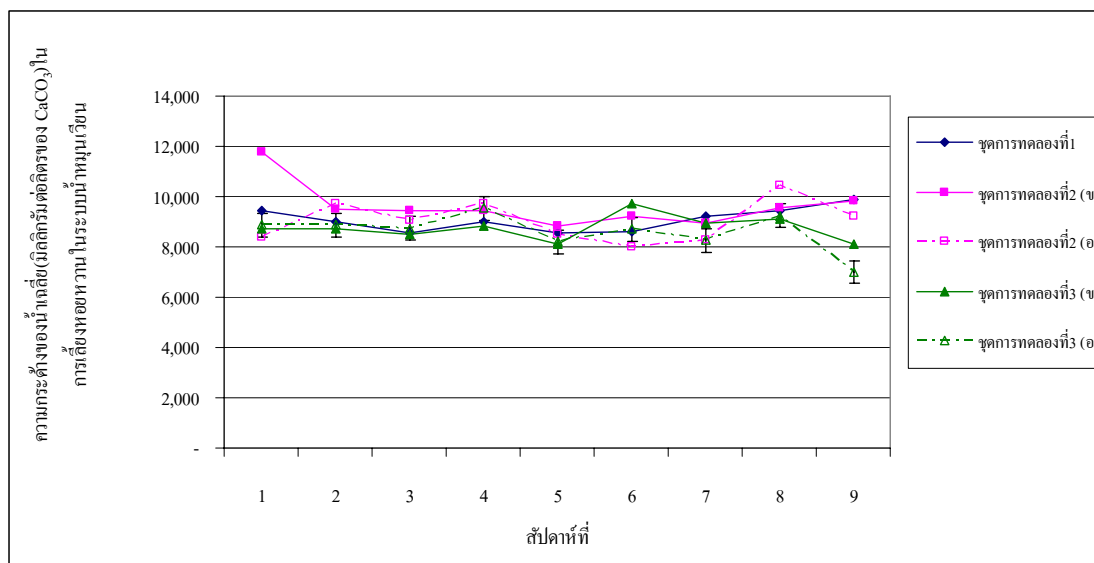
6. ความกระด้าง

ความกระด้างของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่า ในแต่ละชุดการทดลองเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก) ชุดการทดลองที่1, ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) เท่ากับ $8,600 \pm 730.866$, $8,762 \pm 503.996$, $9,025 \pm 818.158$, $9,074 \pm 468.681$ และ $9,622 \pm 860.072$ มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า) น้ำมีความกระด้างมากที่สุด เท่ากับ $9,622 \pm 860.072$ มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 (ตารางที่7 และ ภาพที่6) ส่วนในชุดการทดลองที่3 ค่าความกระด้างต่ำกว่าชุดการทดลองที่1 และ 2 เพราะน้ำในมี Na^+ ปะปนอยู่ในน้ำน้อยกว่าชุดการทดลองที่1 และ 2 เนื่องจากสาหร่ายและปลิงทะเลนำไปใช้ในการดำรงชีวิต แต่หอยหวานชอบน้ำที่มีความกระด้างรวมมากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 แต่สำหรับการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียนมีปริมาณความกระด้างเพียงพอต่อความต้องการในการสร้างเปลือกหอยให้มีความแข็งแรงขึ้น (กรมประมง, 2548)

ตารางที่ 7 ค่าความกระด้างของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัปดาห์		ค่าความกระด้างของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO ₃)				P-value
ที่	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	
1	9,466.67±945.163	11,766.67±3,547.299	8,366.67±1,662.328	8,733.33±1,234.234	8,866.67±1,761.628	
2	9,000.00±1,374.773	9,500.00±984.886	9,700.00±1,322.876	8,733.33±1,234.234	8,866.67±1,761.628	
3	8,533.33±513.160	9,466.67±513.160	9,033.33±321.455	8,500.00±854.400	8,733.33±1,159.023	
4	9,000.00±435.890	9,466.67±665.833	9,700.00±100.00	8,833.33±2,218.859	9,533.33±2,074.448	
5	8,533.33±152.753	8,833.33±461.880	8,500.00±1,311.488	8,100.00±1,509.967	8,200.00±1,417.745	
6	8,600.00±200.00	9,233.33±642.910	8,000.00±1,802.776	9,733.33±2,400.694	8,700.00±2,930.870	
7	9,233.33±321.455	8,966.67±1,059.874	8,266.67±929.157	8,966.67±1,059.874	8,266.67±929.157	
8	9,433.33±814.453	9,533.33±850.490	10,466.67±1,357.694	9,133.33±1,184.624	9,233.33±1,184.624	
9	9,866.67±757.188	9,833.33±1,250.333	9,200.00±1,374.773	8,133.33±3,353.108	7,000.00±1,311.488	
เฉลี่ย	9,074.07±468.681 ^{ab}	9,622.22±860.072 ^b	9,025.93±818.158 ^{ab}	8,762.96±503.996 ^a	8,600.00±730.866 ^a	0.037

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 6 ความกระด้างของน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน

หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

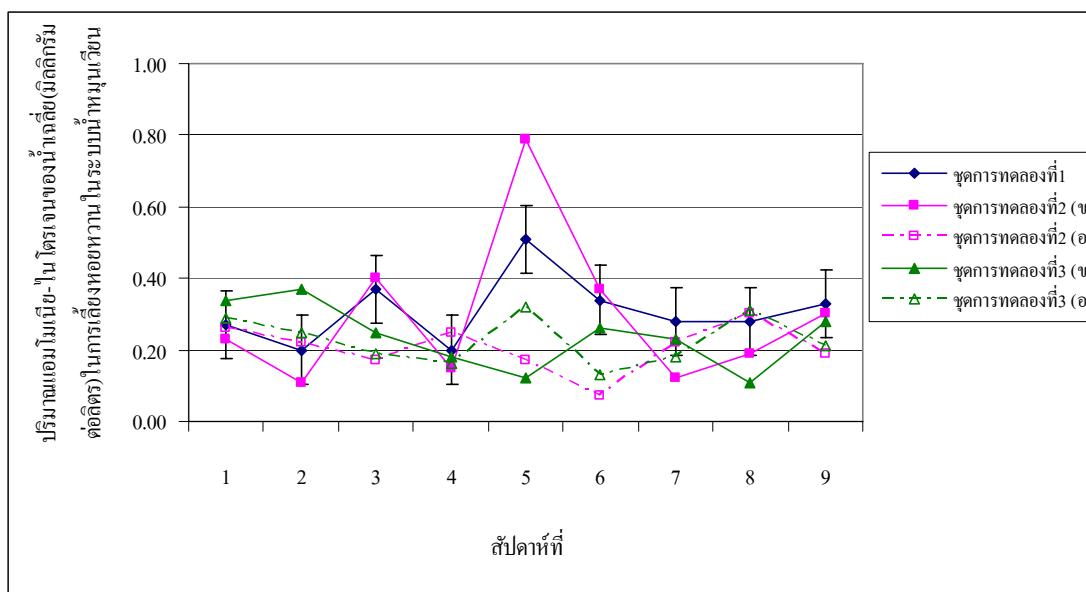
7. แอมโมเนีย - ไนโตรเจน

การเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่า ปริมาณแอมโมเนียในแต่ละชุดการทดลอง ดังนี้ ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่1 เท่ากับ 0.21 ± 0.067 , 0.23 ± 0.069 , 0.24 ± 0.089 , 0.30 ± 0.213 และ 0.31 ± 0.095 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยในชุดการทดลองที่1 น้ำมีแอมโมเนียมากที่สุด เท่ากับ 0.31 ± 0.095 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่8 และ ภาพที่7) เนื่องจากชุดการทดลองที่1 เป็นการเลี้ยงหอยหวานในระบบปิดจึงทำให้มีปริมาณแอมโมเนียมีมากกว่าชุดการทดลองที่2 และ 3 แต่สัปดาห์ที่5 ในชุดการทดลองที่2 มีปริมาณแอมโมเนียสูง เพราะ หอยหวานไม่กินอาหาร เนื่องจากทรายภายในบ่อมีอยู่น้อยทำให้หอยหวานฝังตัวไม่ได้และมีสารอินทรีย์เป็นจำนวนมากจึงทำให้ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มสูงขึ้น แก้ไขโดยการถ่ายน้ำและฉีดเลนตะกอนที่อยู่ก้นบ่อ แต่ปริมาณแอมโมเนียจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจน ซึ่งปริมาณไนโตรเจนมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำมากกว่าแอมโมเนีย ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุด คือ ต้องทำให้เกิดกระบวนการ nitrification เปลี่ยนรูปแอมโมเนียเป็นไนโตรเจนและเปลี่ยนเป็นไนเตรท เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ (พงศ์เชษฐ, ม.ป.ป.) ไนโตรเจน โดยปกติมีความพิษต่อสัตว์น้ำได้เช่นเดียวแอมโมเนีย แต่มักจะเกิดขึ้นในปริมาณไม่มากนักในแหล่งน้ำธรรมชาติ เว้นแต่ในบ่อเลี้ยงปลาที่มีการให้อาหารที่มีโปรตีนสูง เพราะไนโตรเจนจะเกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาอยู่ระหว่างกลางจึงถูกแบคทีเรียทำการเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรท ซึ่งไม่มีพิษต่อปลา แต่จะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ หรือสัตว์น้ำเอง (ชนินทร์, 2551)

ตารางที่ 8 ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัปดาห์ ที่	ปริมาณแอมโมเนีย- ไนโตรเจนของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบ น้ำหมุนเวียน (มิลลิกรัมต่อลิตร)					P-value
	ชุดการ ทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		บ่อเข้า	บ่อออก	บ่อเข้า	บ่อออก	
1	0.27±0.17	0.23±0.068	0.26±0.006	0.34±0.121	0.29±0.063	
2	0.20±0.167	0.11±0.043	0.22±0.180	0.37±0.227	0.25±0.307	
3	0.37±0.234	0.40±0.255	0.17±0.058	0.25±0.108	0.19±0.155	
4	0.20±0.113	0.15±0.081	0.25±0.196	0.18±0.141	0.16±0.060	
5	0.51±0.345	0.79±1.148	0.17±0.130	0.12±0.127	0.32±0.107	
6	0.34±0.113	0.37±0.118	0.07±0.043	0.26±0.099	0.13±0.052	
7	0.28±0.106	0.12±0.084	0.22±0.122	0.23±0.190	0.18±0.162	
8	0.28±0.126	0.19±0.211	0.30±0.221	0.11±0.064	0.31±0.106	
9	0.33±0.262	0.30±0.189	0.19±0.104	0.28±0.148	0.21±0.191	
เฉลี่ย	0.31±0.095 ^a	0.30±0.213 ^a	0.21±0.067 ^a	0.24±0.089 ^a	0.23±0.069 ^a	0.297

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 7 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเกลือ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน

หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

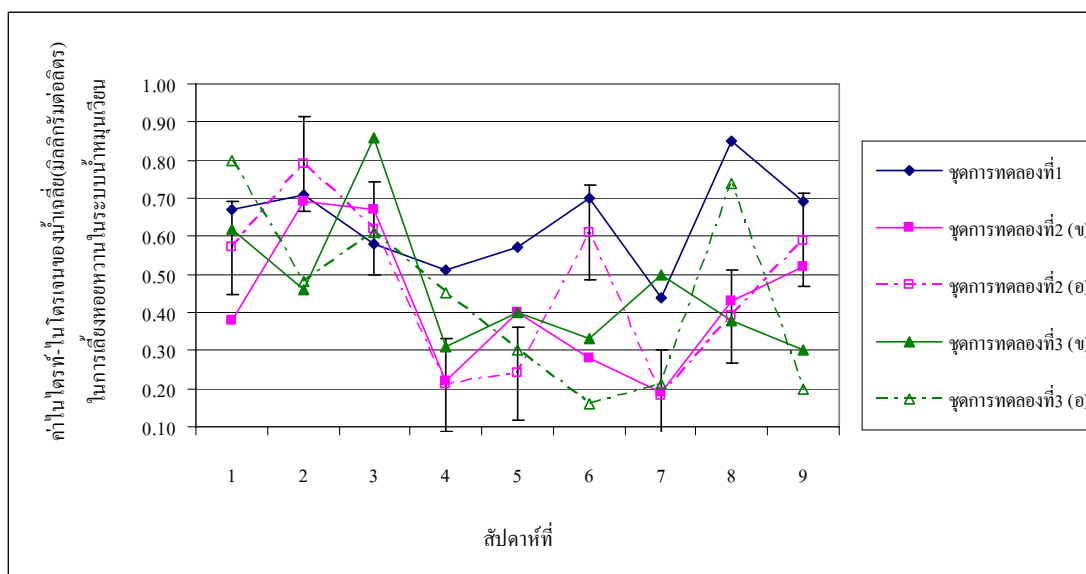
8. ไนโตรที่ - ไนโตรเจน

การเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่า ปริมาณไนโตรที่ในแต่ละชุดการทดลองมีดังนี้ ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า, ชุดการทดลองที่1 เท่ากับ 0.66 ± 0.836 , 0.77 ± 1.132 , 0.94 ± 1.125 , 1.15 ± 1.789 และ 1.39 ± 1.918 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในชุดการทดลองที่1 น้ำมีไนโตรที่มากที่สุด เท่ากับ 1.39 ± 1.918 มิลลิกรัมต่อลิตร ($P > 0.05$) (ตารางที่9 และ ภาพที่8) ซึ่งสอดคล้องกับแอมโมเนียในน้ำที่ตรวจวัดได้ ว่าในชุดทดลองที่2 และ3 มีค่าต่ำกว่าชุดการทดลองที่1 จากกระบวนการ nitrification ถ้าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีอยู่ในระดับต่ำ จะทำให้การเปลี่ยนรูปจากไนโตรที่เป็นไนเตรทค่อนข้างช้าทำให้ปริมาณไนโตรที่ในการเลี้ยงหอยมีปริมาณสูงกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อหอยโดยตรง (กัญญา, 2545) แต่ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงพบว่าปริมาณไนโตรที่ต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นปริมาณไนโตรที่ จึงไม่ส่งผลต่อการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน

ตารางที่ 9 ค่าไนโตรเจนของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัปดาห์ ที่	ค่าไนโตรเจนของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (มิลลิกรัมต่อลิตร)					P-value
	ชุดการ ทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	ทางน้ำเข้า	ทางน้ำออก	
1	0.67±0.687	0.38±0.283	0.57±0.040	0.62±0.490	0.80±0.162	
2	0.71±1.011	0.69±0.106	0.79±0.161	0.40±0.267	0.48±0.384	
3	0.58±0.248	0.67±0.160	0.62±0.264	0.86±0.032	0.61±0.251	
4	0.51±0.113	0.22±0.050	0.21±0.044	0.31±0.095	0.45±0.104	
5	0.57±0.136	0.40±0.391	0.24±0.217	0.46±0.598	0.30±0.199	
6	0.70±0.048	0.28±0.167	0.61±0.511	0.33±0.075	0.16±0.194	
7	0.44±0.142	0.19±0.145	0.18±0.137	0.50±0.246	0.21±0.238	
8	0.85±0.307	0.43±0.299	0.39±0.010	0.38±0.061	0.74±0.247	
9	0.69±0.021	0.52±0.452	0.59±0.927	0.30±0.170	0.20±0.140	
ค่าเฉลี่ย	0.64±0.123 ^a	0.42±0.180 ^a	0.47±0.218 ^a	0.46±0.181 ^a	0.44±0.239 ^a	0.145

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 9 ค่าไนโตรเจน-ไนโตรเจนของน้ำเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน

หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

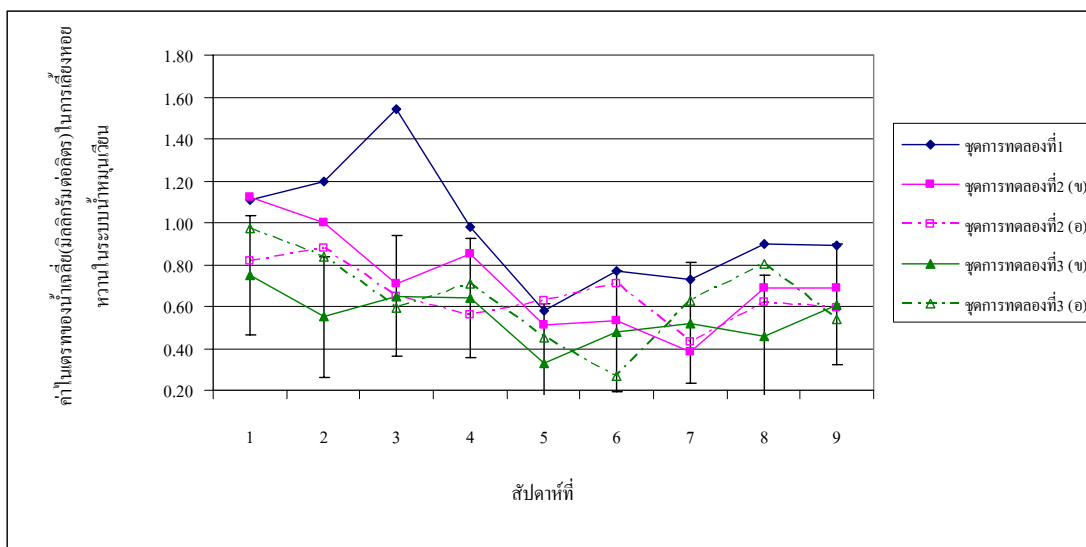
9. ไนเตรท

การเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน พบว่า ค่าไนเตรทในแต่ละชุดการทดลอง เรียงลำดับจากน้อยไปหามาก ดังนี้ ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่3 (ทางน้ำออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางออก), ชุดการทดลองที่2 (ทางน้ำเข้า), ชุดการทดลองที่1 เท่ากับ 0.46 ± 0.132 , 0.49 ± 0.145 , 0.62 ± 0.141 , 0.69 ± 0.210 และ 0.89 ± 0.605 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยในชุดการทดลองที่1 น้ำมีไนเตรทมากที่สุด เท่ากับ 0.89 ± 0.605 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะชุดการทดลองที่1 ไม่มีการนำไนเตรทไปใช้ และ ชุดทดลองที่2 และ 3 ทางน้ำเข้าสูงกว่าทางน้ำออก เนื่องจากการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากแอมโมเนียเป็นไนไตรท์จากไนไตรท์เป็นไนเตรท โดยแบคทีเรีย 2 ชนิด แต่อาศัยอยู่ร่วมกันในน้ำ โดยปกติไนไตรท์จะไม่สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ขบวนการไนตริฟิเคชันสามารถเกิดขึ้นในดินก้นบ่อน้ำได้ดี ในน้ำพบว่า ขบวนการไนตริฟิเคชันสามารถเกิดได้ดีที่สุด เมื่อ pH มีค่าประมาณ 7-8 และอุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ((ภิญ โณ, 2545) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า สาหร่ายโพรทมีการนำไนเตรทไปใช้ในการเจริญเติบโต (ตารางที่ 10 และ ภาพที่9)

ตารางที่ 9 ค่าไนเตรทของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน
(ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัปดาห์ ที่	ค่าไนเตรทของน้ำเฉลี่ยในการเลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียน (มิลลิกรัมต่อลิตร)					P-value
	ชุดการ ทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2		ชุดการทดลองที่ 3		
		บ่อเข้า	บ่อออก	บ่อเข้า	บ่อออก	
1	1.11±0.342	1.12±0.748	0.82±0.975	0.64±0.615	0.97±0.461	
2	1.20±0.322	1.00±0.816	0.88±1.052	0.55±0.240	0.84±0.098	
3	1.54±0.866	0.71±0.181	0.65±0.263	0.65±0.376	0.59±0.275	
4	0.98±0.159	0.85±0.244	0.56±0.315	0.64±0.227	0.71±0.275	
5	0.58±0.083	0.51±0.260	0.63±0.309	0.33±0.229	0.45±0.412	
6	0.77±0.282	0.53±0.250	0.71±0.371	0.48±0.281	0.27±0.201	
7	0.73±0.108	0.38±0.251	0.52±0.140	0.52±0.112	0.35±0.197	
8	0.90±0.161	0.69±0.169	0.62±0.369	0.46±0.178	0.80±0.163	
9	0.89±0.197	0.69±0.158	0.59±0.190	0.61±0.067	0.54±0.097	
ค่าเฉลี่ย	0.97±0.287 ^b	0.72±0.238 ^a	0.65±0.135 ^a	0.55±0.124 ^a	0.64±0.214 ^a	0.002

หมายเหตุ อักษร a,b,c ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 9 ค่าไนเตรทของน้ำเจลีย์ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำหมุนเวียน
 หมายเหตุ (ข) คือทางน้ำเข้า และ (อ) คือ ทางน้ำออก

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของการเลี้ยงหอยหวานด้วยระบบน้ำหมุนเวียน ในช่วง อายุ 3-4 เดือน เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ค่าความกระด้าง ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ปริมาณไนไตรท์ และปริมาณไนเตรทในบ่อเลี้ยงหอยหวาน มีค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน

ค่าความเป็นด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงหอยหวาน มีค่าอยู่ที่ 56-60 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ มีค่าความเป็นด่างต่ำกว่า 80 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ดังนั้นสามารถปรับสภาพให้เหมาะสมโดยเติมปูนขาว เพื่อปรับสภาพความเป็นด่างให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 80-120 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3



บรรณานุกรม

กรมประมง. 2548. การเลี้ยงหอยหวาน. [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน 2553. จาก <http://www.fishries.go.th>.

กรมประมง. 2548. ชีวิตวิทยาของหอยหวาน. [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน 2553. จาก <http://www.fishries.go.th>

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2549. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน. จาก <http://www.coursewares.mju.ac.th/section2/fa301/lesson/lesson3.htm>

คเชนทร เณติวัฒน์. 2544. การเพาะเลี้ยงหอย. สำนักพิมพ์ ไร่เขียว. กรุงเทพฯ

ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2551. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง. [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน 2553. จาก <http://www.fishries.go.th/cs-trat/Bule/m.htm>

นิลนาจ ชัยชนาวินธุ์. 2545. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยหวาน. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

พงศ์เชษฐ พิชิตกุล. ม.ป.ป. การวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิรัช จิวแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

อาทินันท์ ประสมพงศ์. 2546. เทคนิคการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม. [ออนไลน์] เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน.

2553. จาก http://www.203.158.191.28/SHR/data/view_article.htm.30.htm

อนุพงศ์ มาลี. 2545. คุณสมบัติของน้ำเบื้องต้น. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 14 มิถุนายน.2553

จาก http://www.nicaonline.com/articles9/site/view_article.asp?idarticle=137

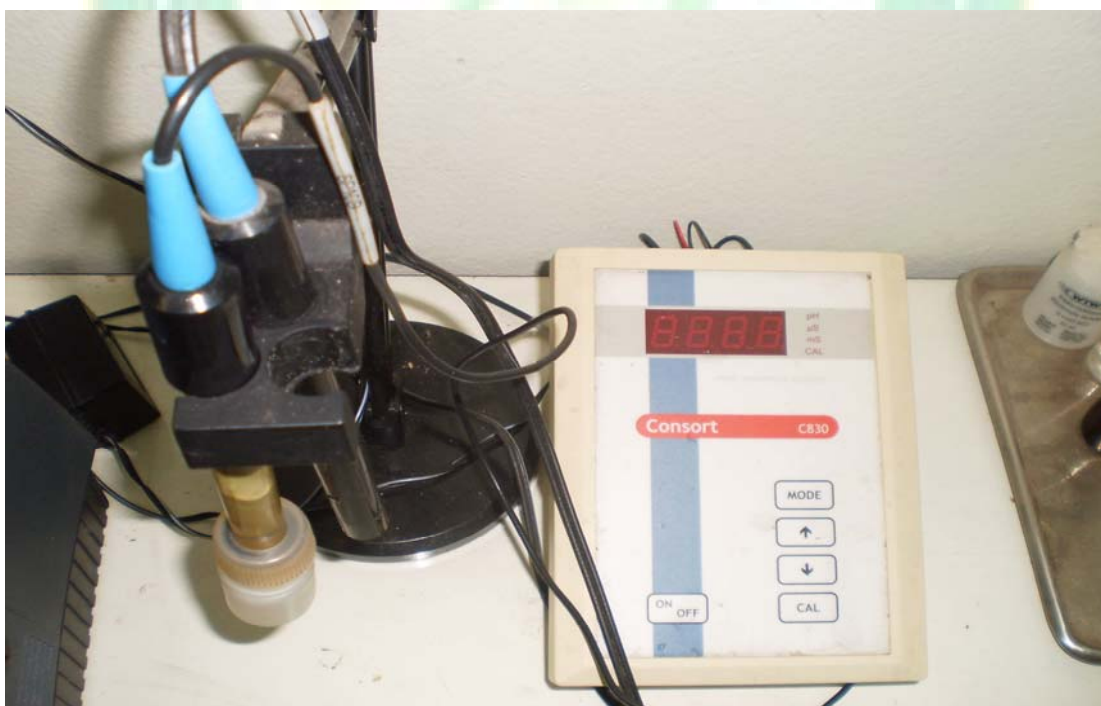




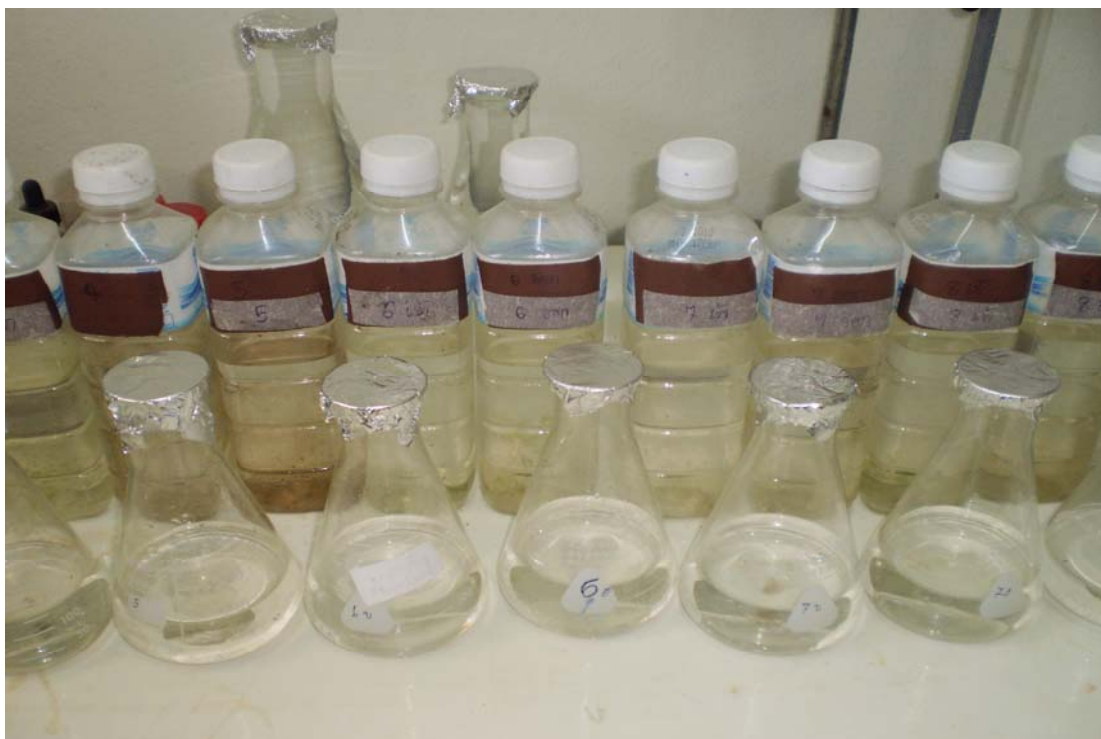
ภาคผนวก (ก)



ภาพผนวกที่1 ป่อเลี้ยงหอยหวาน



ภาพผนวกที่2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง



ภาพผนวกที่3 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ



ภาพผนวกที่4 เครื่อง Spectrophotometer



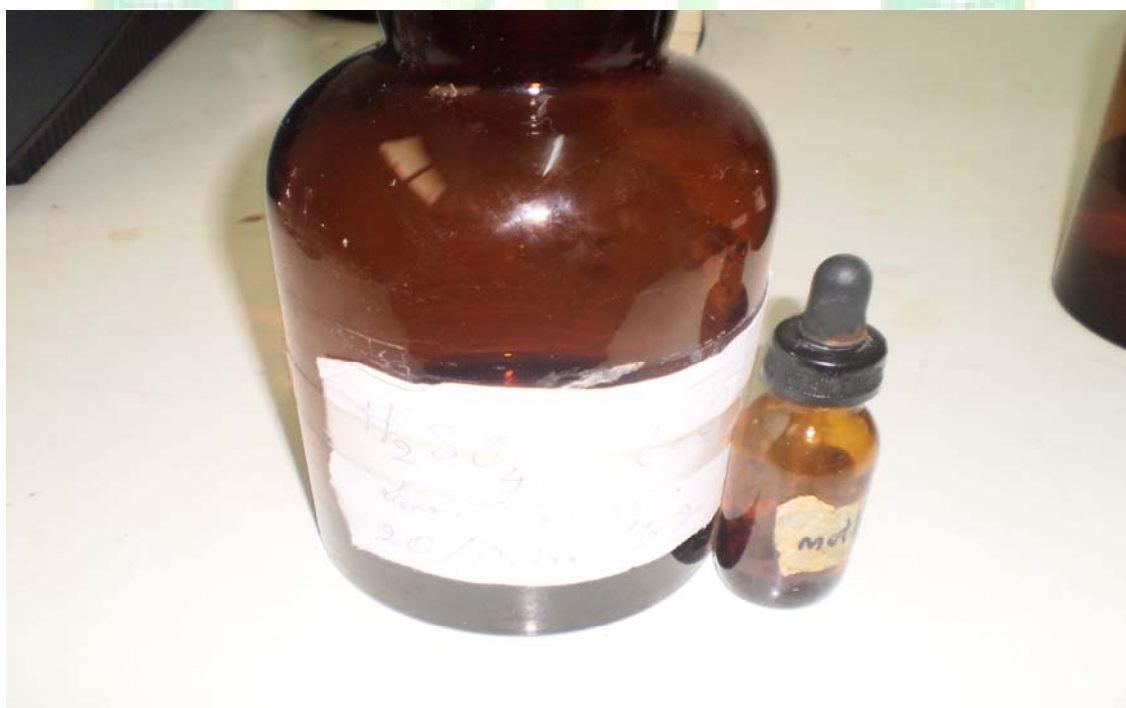
ภาพผนวกที่ 5 เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ



ภาพผนวกที่ 6 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ



ภาพผนวกที่7 เครื่องวัดความเค็ม



ภาพผนวกที่8 สารเคมีที่ใช้วัดค่าความเป็นด่างของน้ำ



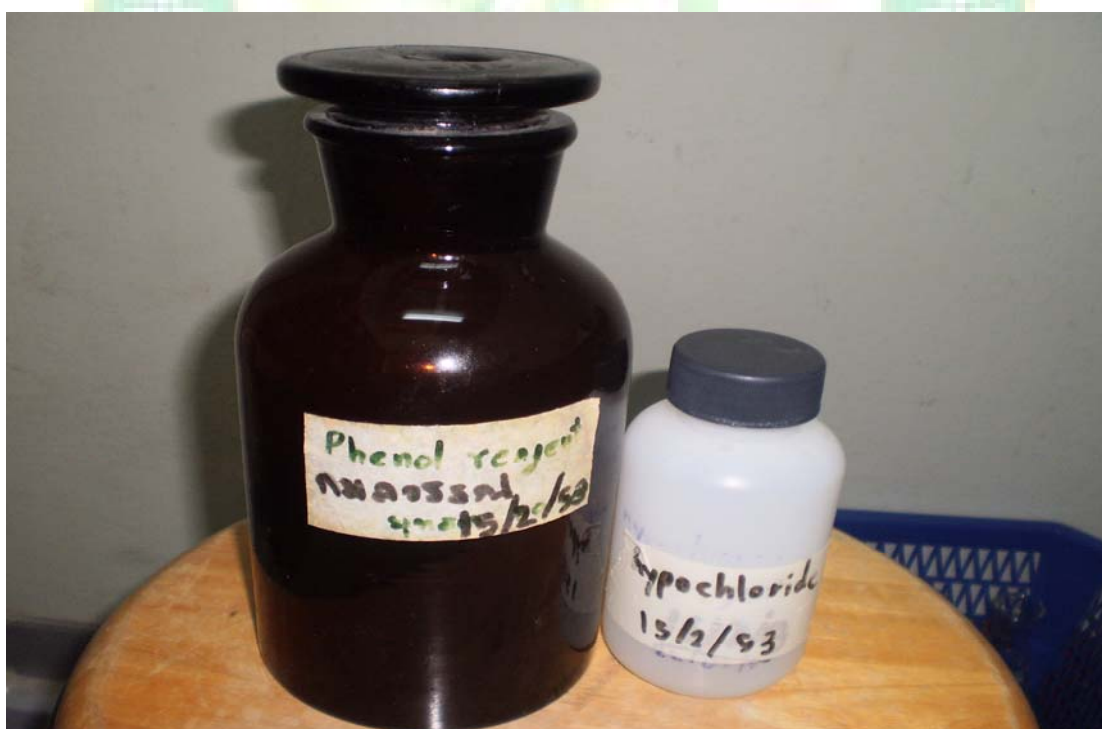
ภาพผนวกที่ 9 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ความกระด้างของน้ำ



ภาพผนวกที่ 10 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไนไตรท์



ภาพผนวกที่ 11 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไนเตรท



ภาพผนวกที่ 12 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แอมโมเนีย

ตารางผนวกที่1 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.482	4	.871	1.127	.358
Within Groups	30.904	40	.773		
Total	34.386	44			

ตารางผนวกที่2 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREA T	N	Subset for alpha = .05 1
4.00	9	5.2522
5.00	9	5.2600
3.00	9	5.8000
1.00	9	5.8333
2.00	9	5.8367
Sig.		.217

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

ตารางผนวกที่3 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าอุณหภูมิในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.522	4	.130	.225	.923
Within Groups	23.215	40	.580		
Total	23.737	44			

ตารางผนวกที่4 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
5.00	9	26.4444
4.00	9	26.4889
1.00	9	26.6289
3.00	9	26.6700
2.00	9	26.7267
Sig.		.492

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

ตารางผนวกที่ 5 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	45.622	4	11.405	2.629	.048
Within Groups	173.506	40	4.338		
Total	219.127	44			

ตารางผนวกที่ 6 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเค็มในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
5.00	9	35.4811	
4.00	9	35.6300	
1.00	9	36.9256	36.9256
2.00	9	37.5922	37.5922
3.00	9		37.9622
Sig.		.055	.327

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

ตารางผนวกที่ 7 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.330	4	.082	.844	.506
Within Groups	3.907	40	.098		
Total	4.237	44			

ตารางผนวกที่ 8 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	9	6.9178
4.00	9	7.0444
5.00	9	7.0633
3.00	9	7.1378
2.00	9	7.1611
Sig.		.149

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

ตารางผนวกที่ 9 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าความเป็นต่างของน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวาน
ภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	64.387	4	16.097	.105	.980
Within Groups	6129.141	40	153.229		
Total	6193.528	44			

ตารางผนวกที่ 10 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความเป็นต่างในน้ำ
ที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05
		1
1.00	9	56.2222
5.00	9	56.5200
2.00	9	57.5567
4.00	9	57.6300
3.00	9	59.6311
Sig.		.609

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

ตารางผนวกที่11 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความกระด้างในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวาน
ภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5472501. 654	4	1368125.414	2.830	.037
Within Groups	19335568 .741	40	483389.219		
Total	24808070 .395	44			

ตารางผนวกที่12 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของความกระด้างในน้ำที่
ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREA		Subset for alpha = .05	
T	N	1	2
5.00	9	8600.0000	
4.00	9	8762.9611	
3.00	9	9025.9267	9025.9267
1.00	9	9074.0733	9074.0733
2.00	9		9622.2222
Sig.		.195	.092

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

ตารางผนวกที่13 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าแอมโมเนียในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวาน
ภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.073	4	.018	1.272	.297
Within Groups	.572	40	.014		
Total	.645	44			

ตารางผนวกที่14 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าแอมโมเนียในน้ำที่
ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREA T	N	Subset for alpha = .05 1
3.00	9	.2056
5.00	9	.2267
4.00	9	.2378
2.00	9	.2956
1.00	9	.3089
Sig.		.109

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

ตารางผนวกที่15 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.269	4	.067	1.814	.145
Within Groups	1.482	40	.037		
Total	1.751	44			

ตารางผนวกที่16 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าไนโตรเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREAT	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2.00	9	.4200	
5.00	9	.4389	.4389
4.00	9	.4622	.4622
3.00	9	.4667	.4667
1.00	9		.6356
Sig.		.645	.053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.

ตารางผนวกที่17 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ค่าไนเตรทในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.878	4	.219	5.026	.002
Within Groups	1.747	40	.044		
Total	2.625	44			

ตารางผนวกที่18 Duncan's new multiple test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าไนเตรทในน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานภายในระบบน้ำหมุนเวียนและระบบปิด

Duncan

TREA T	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
4.00	9	.5544	
5.00	9	.6444	
3.00	9	.6544	
2.00	9	.7200	
1.00	9		.9667
Sig.		.132	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 9.000.



ภาคผนวก (ข)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นางสาว จุรีรัตน์ สามนารี
 เกิดเมื่อ : วันที่ 14 พฤศจิกายน 2530
 ประวัติการศึกษา : วทบ. สาขาการประมง พ.ศ. 2553
 ประวัติการทำงาน : -

VITA

NAME : MISS JUREERAT SAMNAREE
 DATH OF BIRTH : 14 NOVEMBER 1987
 EDUCATION : BACHELOR OF SCIENCE AQUACULTURE OF
 FISHERIES, 2010 MAEJO UNIVERSITY AT CHUMPHON
 WORK EXPERIENCE : -

