ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของความเค็มต่อการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ
ชนิด *Haliotis asinina* (Lineaus)
Effect of salinity to ammonia excretion in Donkey's ear abalone,
Haliotis asinina (Lineaus)

ชื่อนักศึกษา นาย ปิยะ สมจิตร
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. มณฑล แก่นมณี

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย
อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ดร. มณฑล แก่นมณี)

ภาควิชารับรองแล้ว
.....
(รองศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย ชูโชติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 16 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความเค็มต่อการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ ชนิด *Haliotis asinina* (Lineaus)

Effect of salinity to ammonia excretion in Donkey's ear abalone, *Haliotis asinina* (Lineaus)

T099197

โดย

นาย ปิยะ สมจิตร

ปร. 2624 ส 2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99197
วัน,เดือน,ปี.....15 JUN 2009

.b.....11624137X
.i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความเค็มต่อการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ
ชนิด *Haliotis asinina* (Lineaus)

Effect of salinity to ammonia excretion in Donkey's ear abalone,
Haliotis asinina (Lineaus)

การวัดอัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ (*Haliotis asinina*) ขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ย 2 เซนติเมตร ที่ความเค็ม 3 ระดับคือ 25, 30 และ 35 ppt ในช่วงอุณหภูมิ 29±0.5 °c เพื่อศึกษาผลของความเค็มต่อการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ ผลการทดลองพบว่า ที่ความเค็ม 35 ppt มีอัตราการขับแอมโมเนียเท่ากับ 3.07±0.70 mg l^{-1} day^{-1}.g dry $weight^{-1}$ ที่ความเค็ม 30 ppt มีอัตราการขับแอมโมเนียเท่ากับ 1.31±0.74 mg l^{-1} day^{-1}.g dry $weight^{-1}$ และที่ความเค็ม 25 ppt มีอัตราการขับแอมโมเนียเท่ากับ 2.03±0.40 mg l^{-1} day^{-1}.g dry $weight^{-1}$ จากผลการทดลองดังกล่าว หอยเป๋าฮื้อมีอัตราการขับแอมโมเนียต่ำที่ความเค็ม 30 ppt และเพิ่มขึ้นที่ความเค็ม 25 และ 35 ppt ตามลำดับ แสดงว่าเมื่อความเค็มมีการเปลี่ยนแปลง หอยเป๋าฮื้อจะต้องปรับสมดุลของน้ำและไอออนภายในร่างกายเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และถ้าอยู่ในสภาวะความเค็มที่เหมาะสม กระบวนการเมทาบอลิซึมย่อมเป็นไปอย่างปกติ ส่งผลให้อัตราการขับแอมโมเนียอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณ ดร. มณฑล แก่นมณี อาจารย์ที่ปรึกษา เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ จนถึงแนวทางในการดำเนินการทดลอง แนวทางการแก้ปัญหา และชี้ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาทำการทดลอง จนกระทั่งปัญหาพิเศษนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ หน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะและเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อไทย สถาบันวิจัยทรัพยากรสัตว์น้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณามอบหอยเป๋าฮื้อเพื่อใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณ บุปผา จงพัฒน์ และ คุณ นภพล เผ่ามนัส ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านคำแนะนำต่างๆ สารเคมีและอุปกรณ์การทดลอง

ขอขอบคุณ คุณ บัญชร คงเกษม ที่กรุณาช่วยเหลือในการจัดทำระบบการเลี้ยง

ขอขอบคุณ คุณปิยพรรณ กลอนกลาง ที่กรุณาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและแนวทางการแก้ปัญหา ดูแลการทดลอง จนกระทั่งปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณ ธีระชัย โรจน์ฤทัย คุณ นุชชญา กาญจนประดิษฐ์ คุณ ศิลา แทนสา และเพื่อนๆ ทุกคนที่มีน้ำใจช่วยเหลือในทุกด้านอย่างเต็มที่และจริงใจ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยเป็นกำลังใจ คอยสนับสนุนและเป็นแรงผลักดัน ให้ข้าพเจ้าเอาใจใส่การศึกษาจนประสบความสำเร็จด้วยความภาคภูมิใจ

นาย ปิยะ สมจิตร

เมษายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	7
ผลการทดลอง	11
วิจารณ์ผลการทดลอง	14
สรุปผลการทดลอง	15
เอกสารอ้างอิง	16
ภาคผนวก	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงอัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อในความเค็มต่างกัน 3 ระดับ	11
2	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างความเค็มกับอัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	หอยเป๋าฮื้อ	2
2	ระบบการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ	8
3	การเก็บผลการทดลอง	9
4	ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับอัตราการขับแอมโมเนีย	12

ภาพผนวกที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในระบบเลี้ยง	18
2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของไนไตรท์ในระบบเลี้ยง	18
3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของไนเตรทในระบบเลี้ยง	19
4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของอัลคาลินิตี้ในระบบเลี้ยง	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

หอยเป๋าฮื้อ (abalone) หรือที่ชาวบ้านเรียกกันว่าหอยร้อยรู เป็นหอยทะเลฝาเดียวมีรสชาติดี เป็นที่นิยมบริโภค มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ ตลาดมีความต้องการและมีราคาสูง โดยเฉพาะในแถบเอเชีย ยุโรป หอยเป๋าฮื้อเป็นสัตว์กินพืชเป็นอาหาร อาศัยอยู่ตามชายฝั่งที่มีโขดหินหรือแนวปะการังใต้น้ำ หอยเป๋าฮื้อที่พบในโลกมีประมาณ 100 ชนิด และมี 22 ชนิดที่มีขนาดใหญ่และมีราคาแพง ส่วนในประเทศไทยสำรวจพบ 3 ชนิด ได้แก่ *Haliotis asinina*, *H. ovina* และ *H. varia* จากการศึกษาพบว่าหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* เป็นชนิดที่มีสัดส่วนของน้ำหนักเนื้อต่อเปลือกสูง อีกทั้งการเจริญเติบโตค่อนข้างดีเมื่อเทียบกับสายพันธุ์ต่างๆ และยังพบว่าเมื่อมีอายุ 1 ปี จะมีความยาวเปลือกใกล้เคียงกับชนิด *H. diversicolor* ซึ่งเป็นหอยเป๋าฮื้อสายพันธุ์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศใต้หวัน จึงเหมาะสมสำหรับพัฒนาเป็นการเลี้ยงเชิงพาณิชย์

การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อชนิด *H. asinina* ในประเทศไทยประสบผลสำเร็จมานานหลายปี อีกทั้งยังมีการศึกษาในด้านการขยายพันธุ์ โดยสามารถควบคุมหอยให้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์และผลิตลูกพันธุ์ในปริมาณมากได้ตลอดปี การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อให้เจริญเติบโตได้ดีนั้น ต้องอาศัยปัจจัยหลายๆ อย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ความเค็มของน้ำ ปริมาณแร่ธาตุ ความหนาแน่นในการเลี้ยง และอาหารที่ให้แก่หอยเป๋าฮื้อ ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการเมทาบอลิซึม ถ้าอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมย่อมส่งผลให้กระบวนการทำงานต่างๆ ในร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าอยู่ในสภาวะไม่ปกติตัวหอยเป๋าฮื้อย่อมมีการปรับตัว ส่งผลให้กระบวนการต่างๆ ทำงานเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตัวชี้วัดของกระบวนการเมทาบอลิซึมมีหลายค่า ได้แก่ อัตราการใช้ออกซิเจน อัตราการขับถ่ายของเสีย โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแอมโมเนีย

การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านความเค็มซึ่งส่งผลต่อกระบวนการเมทาบอลิซึม เป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้สามารถประเมินถึงความเค็มที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหอยเป๋าฮื้อ เพื่อให้การทำงานของกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกายเป็นไปอย่างปกติ ทำให้หอยเป๋าฮื้อมีสุขภาพที่ดี มีการเจริญเติบโตอย่างปกติ โดยการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ผลของความเค็มต่อการขับถ่ายแอมโมเนีย เปรียบเทียบกันที่ระดับความเค็ม 3 ระดับ ผลของการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการระบบการเลี้ยง เพื่อพัฒนารูปแบบการเลี้ยงและส่งเสริมการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อให้เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของความเค็มที่มีต่ออัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อชนิด *Haliotis asinina*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

หอยเป๋าฮื้อ หรือหอยร้อยรู หรือบางท้องถิ่นเรียก หอยโข่งทะเล เป็นหอยฝาเดียว จัดอยู่ในวงศ์ฮาลิโอทิดี (Haliotidae) สกุลฮาลิโอทิส (Haliotis) ส่วนใหญ่พบในเขตอบอุ่นและเขตร้อน ตามบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีพื้นแข็ง แสงสว่างส่องถึงและมีความเค็มสูง เช่น หาดหิน และแนวปะการัง ตามเกาะแก่งต่างๆ มักหลบอยู่ตามซอกหินในเวลากลางวันและออกหากินในเวลากลางคืน อาหารของหอยเป๋าฮื้อ ได้แก่ สาหร่ายทะเลที่เกาะติดตามก้อนหินและแนวปะการัง

หอยเป๋าฮื้อ เป็นสัตว์ทะเลอีกชนิดหนึ่งที่คนนิยมบริโภค จัดเป็นอาหารที่มีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการ ให้โปรตีนสูง แคลอรี่ต่ำ แต่ราคาค่อนข้างแพง ส่วนที่นิยมรับประทาน ได้แก่ กล้ามเนื้อส่วนเท้า นอกจากนี้ ยังนำเปลือกมาทำเครื่องประดับอีกด้วย ปริมาณหอยเป๋าฮื้อที่มีอยู่ตามธรรมชาติจึงลดลงอย่างมาก ส่งผลให้มีการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้ออย่างกว้างขวางเพื่อตอบสนองปริมาณการบริโภค(http://www.arri.chula.ac.th/Cholatassathan/cholatassathan.htm)

ภาพที่ 1 หอยเป๋าฮื้อ
ที่มา : http://www.geocities.com/takaidow/pm10/ks10.htm

อนุกรมวิธานของหอยเป๋าฮื้อ

Kingdom Animalia
Phylum Mollusca
Class Gastropoda
Subclass Prosobranchia
Order Archaeogastropoda
Superfamily Pleurotomariacea
Family Haliotidae
Genus *Haliotis*
Species *asinina* (อรุณี, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะสัณฐานของเปลือก

มีเปลือกแบน เป็นรูปยาวรี ยอดเตี้ย คล้ายจานรี มีสีเขียวเข้ม น้ำตาล หรือแดงคล้ำตามขอบเปลือก มีช่องเล็กๆ ที่เรียกว่ารูหายใจ เรียงเป็นแถวยาวไปจนถึงขอบปากรูเล็กๆ เหล่านี้จะสร้างเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อหอยโตขึ้นรูเก่าจะถูกปิดไปคงเหลือจำนวนไว้ตามแต่ละชนิดของหอย

อวัยวะภายใน มีเหงือกเป็นคู่อยู่ในแอ่งด้านซ้ายของลำตัว มีเท้าและกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ มีปากและอวัยวะรับสัมผัสส่วนหน้าของลำตัว บริเวณหัวเจริญดี ใต้บริเวณรูเปลือกเป็นร่องของแมนเทิล มีทวารเปิดออกสู่แมนเทิล และกระแสน้ำจะไหลเข้าสู่ช่องแมนเทิลผ่านรูที่อยู่ด้านหน้าสองรูแรก ผ่านเหงือกและออกทางรูด้านบน

การตรวจสอบความสมบูรณ์ของเพศ หอยเป๋าฮื้อมีเพศแยกกัน (dioecious) และมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1 อวัยวะสืบพันธุ์จะอยู่รอบต่อมสร้างน้ำย่อย อวัยวะเพศของหอยเป๋าฮื้อยื่นออกมาคล้ายเขาวัว สามารถมองเห็นได้โดยการหงายท้องขึ้นและเปิดกล้ามเนื้อเท้าตอนล่างของเปลือกออก ถ้าเป็นเพศผู้จะเห็นอวัยวะนี้เป็นสีขาวครีมชัดเจน ส่วนรังไข่ของเพศเมียเป็นสีเขียวเข้มซึ่งมองเห็นไม่ชัดเจน เพราะสีจะคล้ายกับสีของอวัยวะภายใน

ความสมบูรณ์เพศจะสังเกตจากการมองด้วยตาเปล่า สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระยะ ระยะที่มีความสมบูรณ์เพศมากที่สุด คือระยะสุดท้ายหรือระยะที่ 3

การจำแนกระยะของอวัยวะสืบพันธุ์ ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของอวัยวะสืบพันธุ์ที่แผ่ขยายครอบคลุมส่วนที่เรียกว่า Hepatopancreas ซึ่งหอยพร้อมที่จะวางไข่ และปล่อยน้ำเชื้อในบ่อเลี้ยงได้ตั้งแต่ระยะที่ 2 เป็นต้นไป

อายุและการเติบโต การจำแนกอายุของหอยเป๋าฮื้อทำได้ยาก เพราะว่าเปลือกของหอยไม่มีสัญลักษณ์ หรือแถบที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกอายุ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันทราบอายุได้โดยการติดเครื่องหมายที่เปลือกหอยเป๋าฮื้อ (อรุณี, 2547)

แหล่งที่อยู่อาศัย

หอยเป๋าฮื้อชอบอยู่ตามแนวหินหรือแนวซากปะการังที่น้ำทะเลใส มีความเค็มคงที่ 32-34 ส่วนในพัน พบมากที่ความลึกระหว่าง 2-8 เมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่มีสาหร่ายผมนางและสาหร่ายหนามซึ่งเป็นอาหารของหอยเป๋าฮื้อขึ้นเจริญอยู่ หอยเป๋าฮื้อพบแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก โดยขนาดแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ ชนิดขนาดใหญ่อยู่ในเขตอบอุ่น ชนิดขนาดเล็กอยู่ในเขตร้อนและเขตหนาวจัด ชอบหลบแสงและออกหากินในเวลากลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอยเป๋าฮื้อถูกล่ามากในช่วงที่เป็นไข่และตัวอ่อน ผู้ล่าคือ พวกที่หากินโดยการกรอง (filter feeder) ในระยะ juvenile ผู้ล่า ได้แก่ ปู กุ้งมังกร หมึกยักษ์ ดาวทะเล ปลาและหอยชนิดอื่น ปลาบางชนิด เช่น ปลา cabezon สามารถกลืนหอยเป๋าฮื้อเข้าไปได้ทั้งตัว นอกจากนี้ยังพบว่า นากทะเลเป็นผู้ล่าที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด มีความสามารถในการทำให้หอยเป๋าฮื้อหลุดออกจากพื้นที่ยึดเกาะได้

หอยเป๋าฮื้อเป็นสัตว์กินพืช (Herbivore) หอยเป๋าฮื้อวัยอ่อนจะกินไดอะตอมเกาะติด (sessile diatom) จำพวก *Nitzchia sp.* และ *Navicula sp.* เมื่อโตขึ้นจะสามารถกินสาหร่ายทะเลขนาดใหญ่จำพวกที่เป็นสาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีเขียวและน้ำตาล สาหร่ายที่นิยมนำมาเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ ได้แก่สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria sp.*) สาหร่ายวุ้นหรือสาหร่ายหนาม (*Acanthophora sp.*) และ *Laurencia sp.* และในช่วงที่ขาดแคลนอาหารธรรมชาติ ก็ยังสามารถใช้อาหารสำเร็จรูปเลี้ยงแทนได้

ตัวอ่อนของหอยเป๋าฮื้อทุกชนิดจะไม่กินอาหารในขณะดำรงชีวิตอยู่ในระยะโทรโคฟอร์ (trochophore) และในระยะวีลีเจอร์ (veliger) แต่จะใช้อาหารที่สะสมอยู่ในไข่ เป็นแหล่งพลังงาน ในธรรมชาติลูกหอยเป๋าฮื้อจะลงเกาะและแปรสภาพเป็นลูกหอยระยะคืบคลาน (creeping larvae) เมื่อได้สัมผัสกับพื้นผิวของสาหร่ายบางชนิดที่พบในบริเวณแหล่งที่อยู่ซึ่งได้แก่ สาหร่ายสีแดง ที่มีหินปูนเป็นองค์ประกอบ (crustose red algae) ได้แก่ สาหร่ายในสกุล *Lithothamnion spp.* และ *Lithophyllum spp.* เป็นต้น

สาหร่ายหนามจัดอยู่ใน Division Rhodophyta จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายหนามและสาหร่ายผมนางที่มีต่ออัตราการเจริญของหอยเป๋าฮื้อ *H. asinina* พบว่าสาหร่ายหนามมีคุณค่าทางโภชนาการทางอาหารที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อได้ เนื่องจากมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนใกล้เคียงกับชนิดที่มีในหอยเป๋าฮื้อ แต่พบในปริมาณที่น้อยกว่าในหอยเป๋าฮื้อ กรดอะมิโน 5 ชนิด ได้แก่ glutamic acid, glycine, alanine, methionine และ arginine ซึ่งในจำนวนนี้เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นเพียง 2 ชนิด คือ methionine กับ arginine สำหรับองค์ประกอบของกรดอะมิโนมีใกล้เคียงกับหอยเป๋าฮื้อ โดยพบว่ามีกรดไขมันกลุ่ม n-3 (โอเมก้า-3) เป็นกรดไขมัน n-3 HUFA เฉพาะ Eicosapentaenoic acid, EPA เหมือน : 5n-3 และพบกรดไขมัน และพบกรดไขมัน n-6 (โอเมก้า-6) จากการคำนวณอัตราส่วนของ n-3 : n-6 ที่พบในหอยเป๋าฮื้อมีค่าเท่ากับ 0.74 และในสาหร่ายหนามมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่พบในหอยเป๋าฮื้อ (อรุณี,2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจ

หอยเป๋าฮื้อเป็นหอยทะเลฝาเดียวที่มีความสำคัญในเชิงเศรษฐกิจมานานนับพันปี โดยประเทศญี่ปุ่นในสมัยยุคเมจิ (Meiji) มีการส่งออกเนื้อหอยเป๋าฮื้อตากแห้งคิดเป็นมูลค่าถึงร้อยละ 80 ของมูลค่าสินค้าส่งออกทั้งหมด ในประเทศจีนมีข่าวจากสถานทูตจีนเกี่ยวกับวิสัยทัศน์ในการสนับสนุนการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อของประเทศจีนที่จะทำให้ประเทศจีนเป็นศูนย์กลางการผลิตหอยเป๋าฮื้อขนาด 3,000 ตัน ภายใน 10 ปี ดังนั้นประเทศจีนจึงเร่งส่งเสริมงานวิจัยและพัฒนาในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อมากขึ้น จนกระทั่งในปี พ.ศ.2542 ประเทศจีนมีผลผลิตออกสู่ตลาดโลกในปริมาณถึง 3,500 ตัน

หอยเป๋าฮื้อที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ *Haliotis rufescens* พบในอเมริกาเหนือ ส่วนเนื้อหอยที่จัดอันดับว่ารสชาติดีที่สุดในอเมริกาเหนือคือ *H. fulgens* และ *H. sorenseni* ส่วนในประเทศญี่ปุ่น และเกาหลี หอยเป๋าฮื้อที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ *H. discus hannai*

หอยเป๋าฮื้อที่พบในโลกมีทั้งหมดประมาณ 100 ชนิด ส่วนหอยเป๋าฮื้อที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีการเพาะเลี้ยงหรือจับจากธรรมชาติมาใช้เป็นอาหารหรือทำเครื่องประดับหรือนำมาเป็นส่วนผสมของยาแผนโบราณในเอเชียมีประมาณ 22 ชนิด (อรุณี, 2547)

สถานภาพของความรู้เกี่ยวกับหอยเป๋าฮื้อ

หอยเป๋าฮื้อหรือหอยโข่งทะเล (Abalone) ในประเทศไทยมีการสำรวจพบ 3 ชนิด คือ *Haliotis asinina*, *H. ovina* และ *H. varia* เป็นหอยที่เพิ่งเริ่มมีการวิจัยและพัฒนากันในด้านงานวิจัยพื้นฐานทางชีววิทยา มีการเพาะและเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ โดยได้รับการสนับสนุนจากกรมประมงตั้งแต่ปี พ.ศ.2533 เป็นต้นมา แต่ข้อมูลในเรื่องการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อเชิงพาณิชย์ยังมีน้อยมาก

หอยเป๋าฮื้อเป็นที่นิยมบริโภคกว้างขวางทั้งในประเทศ และในต่างประเทศ สามารถนำเปลือกมาใช้งานศิลปหัตถกรรม ข้อเสียของหอยเป๋าฮื้อของไทยคือมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับหอยเป๋าฮื้อของอเมริกาเหนือ คือ H. rufescens ที่มีขนาดโตเต็มที่ถึง 28 เซนติเมตร

หอยเป๋าฮื้อที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศไทย คือ *Haliotis asinina* และมีข้อมูลในเรื่องการเลี้ยง การกินอาหาร และการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อชนิดนี้มากที่สุด อันดับรองลงมาคือ *Haliotis ovina* (อรุณี, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอมโมเนีย

การขับถ่ายของเสียของสัตว์น้ำโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจนที่เรียกว่า "แอมโมเนีย" และสามารถส่งผลในรูปสารพิษต่อสัตว์น้ำในระบบการเลี้ยงที่จำกัดได้ การคงรูปของแอมโมเนียจะขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิ ซึ่งอยู่ในรูปแบบระหว่างอันไอออไนซ์กับไอออไนซ์ ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะพิจารณาในรูปอันไอออไนซ์เป็นส่วนมาก แอมโมเนียจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างเนื้อเยื่อ, รูปแบบเซลล์, สารเคมีในระบบเลือด, ออสโมเรกูเลชั่น, ความต้านทานโรค, การเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ (Harris et al., 1998)

การศึกษาด้านความเค็มในการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ

การเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อให้เจริญเติบโตได้ดีนั้น ต้องอาศัยปัจจัย หลายๆ อย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ความเค็มของน้ำ ปริมาณแร่ธาตุ ความหนาแน่นในการเลี้ยง และอาหารที่ให้แก่หอยเป๋าฮื้อ ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการเมทาบอลิซึม ถ้าอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมย่อมส่งผลให้กระบวนการทำงานต่างๆ ในร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านความเค็มซึ่งส่งผลต่อกระบวนการเมทาบอลิซึม เป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้สามารถประเมินถึงความเค็มที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหอยเป๋าฮื้อ เพื่อให้การทำงานของกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกายเป็นไปอย่างปกติ ทำให้หอยเป๋าฮื้อมีสุขภาพที่ดี และมีการเจริญเติบโตที่ดีด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตู้เลี้ยง
2. Refractometer
3. ถุงกรอง
4. ขวดแก้วปริมาตร 200 มิลลิลิตร
5. กะละมังพลาสติก
6. เทอร์โมมิเตอร์
7. กระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร
8. หลอดทดลองและชั้นวาง
9. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Vortex)
10. ไมโครปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร และ 10 มิลลิลิตร
11. เครื่อง Spectrophotometer รุ่น Spectonic 401
12. 2 ppm Ammonium chloride
13. Phenol reagent
14. Sodium nitroprusside reagent
15. Alkaline stock solution
16. Hypochlorite stock
17. 5% Sulfuric acid

วิธีการทดลอง

1. ขั้นตอนเตรียมการทดลอง

1.1 เตรียมตู้เลี้ยง โดยใช้ตู้กระจกขนาด 51*32*32 เซนติเมตร มีปริมาตรความจุ 52 ลิตรจำนวน 4 ใบ เชื่อมต่อระบบของน้ำที่ใช้เลี้ยงในแต่ละตู้ด้วยท่อพีวีซี ระบบหมุนเวียนน้ำเป็นแบบปิดน้ำจะผ่านตัวกรองนอกตู้

1.2 เตรียมน้ำที่ใช้เลี้ยง โดยใช้น้ำทะเลจากระบบของการเลี้ยงเพรียงทรายที่มีความเค็ม 35 ppt นำมาผสมกับน้ำจืดจนได้ความเค็มอยู่ที่ระดับ 34 ppt นำใส่ในตู้เลี้ยง ให้อากาศทุกตู้ (น้ำทะเลที่ใช้ต้องผ่านการกรองด้วยถุงกรองทุกครั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 ระบบการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ

1.3 ระบบบำบัด ระบบการเลี้ยงเป็นระบบหมุนเวียนแบบปิดโดยต่อท่อพีวีซีจากแต่ละตู้เข้ากับเครื่องกรองซึ่งมี Biofilter อยู่ภายใน และมีการใช้สาหร่ายช่วยในระบบบำบัด โดยจัดตู้กระจก 1 ตู้สำหรับเลี้ยงสาหร่าย (ภาพที่ 2)

1.4 การปรับสภาพหอยเป๋าฮื้อ หอยเป๋าฮื้อที่ใช้ในการทดลองมาจากหน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเพาะและเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อไทย สถาบันวิจัยทรัพยากรสัตว์น้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความยาวเปลือกเฉลี่ย 2 เซนติเมตร จำนวน 45 ตัว นำมาปรับสภาพกับน้ำทะเลที่เตรียมไว้ในตู้เลี้ยงดังข้อ 1.2 ให้อาหารวันละ 1 มื้อ

1.5 มีการเติมน้ำบางส่วนและดูดตะกอนเศษอาหารทุกวัน โดยใช้น้ำทะเลจากระบบของการเลี้ยงเพรียงทราย เตรียมให้ได้ระดับความเค็มที่ต้องการ ซึ่งเปลี่ยนในอัตรา 37% ของปริมาตรน้ำทั้งหมด (น้ำในทุกตู้รวมกัน) จากนั้นนำน้ำที่ถ่ายเทออกมาไปบำบัดในระบบการเลี้ยงเพรียงทรายต่อไป

1.6 วิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงอาทิตย์ละ 2 ครั้ง โดยวิเคราะห์หาค่าต่อไปนี้

1.6.1 แอมโมเนีย

1.6.2 ไนไตรท์

1.6.3 ไนเตรท

1.6.4 อัลคาลินิตี้

ระบบการทดลอง ทำการปรับความเค็มของน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อในตู้เลี้ยง โดยปรับความเค็มเพิ่มขึ้นหรือลดลง วันละ 1 ppt จากความเค็มเดิม ในการทดลองนี้จะทดลองที่ความเค็ม 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35 ppt เมื่อปรับให้อยู่ในระดับความเค็มที่ต้องการได้แล้ว จะทำการพักเพื่อให้หอยเป๋าฮื้อได้ปรับตัวก่อนเก็บผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนการทดลอง ดำเนินการทดลองตามวิธีของFarias et al.(2003) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 นำขวดแก้วที่ใช้ใส่น้ำตัวอย่างจำนวน 16 ใบ แช่ในสารละลายกรดซัลฟูริก 5% เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง เพื่อกำจัดไนโตรเจนอิสระที่ผิวขวดแก้ว จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นนำไปผึ่งให้แห้ง

2.2 เตรียมน้ำตัวอย่างตามระดับความเค็มที่กำหนดในแต่ละชุดการทดลอง (25, 30 และ 35 ppt) ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าที่ได้ทำการปรับในระบบการเลี้ยง ใส่ในขวดแก้วใบละ 200 มิลลิลิตร ปิดปากขวดด้วยกระดาษฟอล์ย (ภาพที่ 3)

2.3 นำไปแช่ในกะละมังพลาสติกที่ใส่น้ำในตู้เลี้ยง (ภาพที่ 3) เพื่อปรับอุณหภูมิให้เท่ากัน โดยการทดลองนี้มีการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ ซึ่งแต่ละชุดของระดับความเค็มจะมีอุณหภูมิอยู่ที่ 29±0.5 °c

2.4 สุ่มตัวอย่างหอยเป๋าฮื้อจำนวน 15 ตัว ใส่ในขวดแก้วใบละ 1 ตัว โดยมีชุดควบคุมจำนวน 1 ใบ จับเวลาจนครบครึ่งชั่วโมง

2.5 ดูดน้ำตัวอย่างจากขวดแก้วมา 10 มิลลิลิตร ใบละ 3 ซ้ำ ใส่หลอดทดลอง (ภาพที่ 3)

2.6 นำไปวิเคราะห์หาค่าแอมโมเนีย ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972)

2.7 นำตัวอย่างหอยเป๋าฮื้อไปวัดความยาวเปลือก ชั่งน้ำหนัก เก็บข้อมูล โดยอัตราการขับแอมโมเนียที่ได้มาจากการลบกันระหว่างชุดตัวอย่างกับชุดควบคุม นำค่าที่ได้มาทำการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียต่อน้ำหนักแห้ง

2.8 ทำการทดลองซ้ำหลังจากทำการปรับระดับความเค็มได้ตามที่กำหนด (25, 30 และ 35 ppt)

ภาพที่ 3 การเก็บผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลอัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ ทำโดยสุ่มตัวอย่างหอยเป๋าฮื้อจำนวน 15 ตัว นำมาใส่ในภาชนะที่มีน้ำตัวอย่าง ซึ่งความเค็มในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35 ppt วิเคราะห์หาแอมโมเนียตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972) อัตราการขับแอมโมเนียที่ได้มาจากการลบกันระหว่างชุดตัวอย่างกับชุดควบคุม นำค่าที่ได้มาทำการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียต่อน้ำหนักแห้ง

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

กุมภาพันธ์-มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อวิเคราะห์อัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ โดยทำการทดลองที่ความเค็ม 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35 ppt ทำการสุ่มตัวอย่างระดับละ 15 ตัว ได้ผลการศึกษาดังนี้

1. อัตราการขับแอมโมเนีย

จากการวิเคราะห์หาอัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อที่ความเค็ม 3 ระดับ พบว่า ที่ความเค็ม 30 ppt มีค่าเท่ากับ 1.31±0.74 mg l^{-1} day^{-1}.g dry $weight^{-1}$ ซึ่งได้ค่าในระดับต่ำ และจะมีอัตราการขับแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 2.03±0.40 และ 3.07±0.70 mg l^{-1} day^{-1}.g dry $weight^{-1}$ เมื่อความเค็มอยู่ที่ 25 และ 35 ppt ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

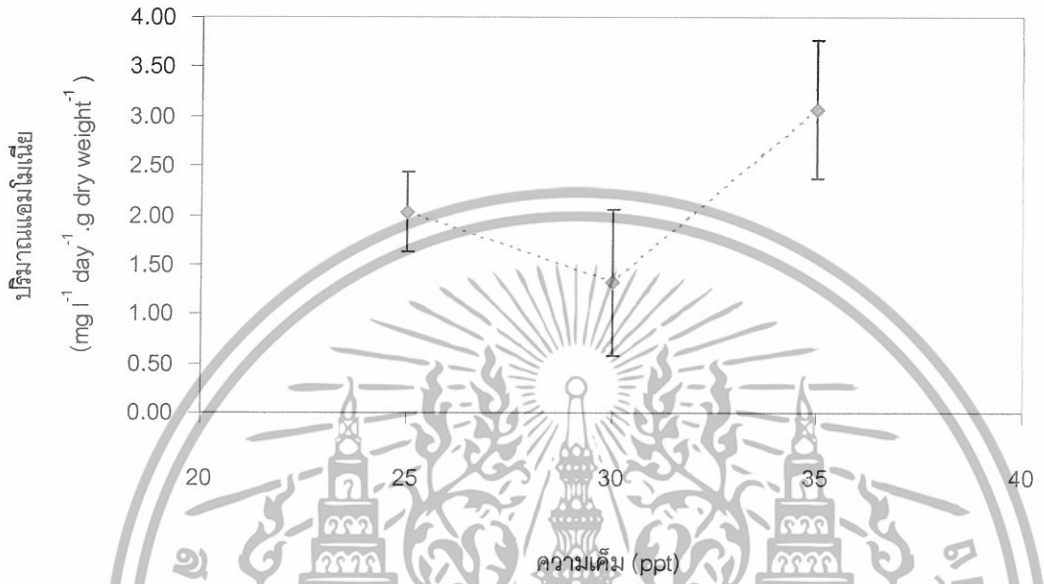
ตารางที่ 1 แสดงอัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อในความเค็มต่างกัน 3 ระดับ

ความเค็ม (ppt)	ความยาวเปลือก (มิลลิเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	n	อัตราการขับแอมโมเนีย (mg l^{-1} day^{-1}.g dry $weight^{-1}$)
25	23.45 ± 0.79	2.59 ± 0.38	15	2.03 ± 0.40[a]
30	20.92 ± 0.92	2.18 ± 0.05	15	1.31 ± 0.74[b]
35	21.28 ± 0.79	1.61 ± 0.19	15	3.07 ± 0.70[c]

หมายเหตุ อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองพบว่าที่ความเค็ม 30 ppt อัตราการขับแอมโมเนียจะมีค่าน้อย และเมื่อเพิ่มระดับความเค็มที่ 35 ppt หรือลดระดับความเค็มที่ 25 ppt ค่าที่ได้นั้นจะเพิ่มสูงขึ้น โดยที่ความเค็ม 35 ppt จะมีอัตราการขับแอมโมเนียสูงสุด รองลงมาคือความเค็ม 25 ppt (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มกับอัตราการขับแอมโมเนีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

จากผลการทดลองเมื่อนำอัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อในความเค็มต่างๆ กัน 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35 ppt พบว่า อัตราการขับแอมโมเนียในแต่ละระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติระหว่างความเค็มกับอัตราการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อ

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*
Between Groups	15.6074	2	7.80372	19.6525	5.40E-06
Within Groups	10.7213	27	0.39709		
Total	26.3288	29			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองผลของความเค็มต่อการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ย 2 เซนติเมตร ที่ช่วงความเค็ม 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35 ppt พบว่าอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียมีการเปลี่ยนแปลง โดยที่ความเค็ม 30 ppt จะมีอัตราการขับแอมโมเนียในระดับต่ำเมื่อเทียบกับที่ความเค็ม 25 และ 35 ppt โดยจะมีอัตราการขับแอมโมเนียสูงสุดที่ความเค็ม 35 ppt (ภาพที่ 4) เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าในแต่ละระดับความเค็ม อัตราการขับแอมโมเนียมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) และเมื่อเทียบกับการทดลองของ Chen and Chen(1997) ซึ่งวัดอัตราการขับแอมโมเนียของลูกกุ้ง *Penaeus japonicus* ที่ความเค็ม 18, 26 และ 34 ppt การทดลองของ Jiang(2000) ซึ่งวัดอัตราการขับแอมโมเนียของลูกกุ้ง *Litopenaeus vannamei* ที่ความเค็ม 10, 25 และ 40 ppt และการทดลองของ Lemos et al.(2001) ซึ่งวัดอัตราการขับแอมโมเนียของลูกกุ้ง *Farfantepenaeus paulensis* ที่ความเค็ม 5, 15, 25 และ 34 ppt พบว่าเมื่อความเค็มไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตโดยปกติ อัตราการขับแอมโมเนียจะเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ทั้งนี้อัตราการขับแอมโมเนียจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการทำงานของระบบภายในร่างกาย ที่จะต้องปรับสมดุลและรักษาให้คงที่ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ โดยเฉพาะความเค็มซึ่งถือเป็นปัจจัยเบื้องต้นประการหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองแสดงให้เห็นถึงผลของความเค็มต่อการขับแอมโมเนียของหอยเป๋าฮื้อชนิด *Haliotis asinina* ที่มีขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ย 2 เซนติเมตร ในความเค็มต่างกัน 3 ระดับคือ ที่ความเค็ม 25, 30 และ 35 ppt มีอัตราการขับแอมโมเนียเฉลี่ย 2.03±0.40, 1.31±0.74 และ 3.07±0.70 mg l^{-1} day^{-1} .g dry $weight^{-1}$ ตามลำดับ ที่ความเค็ม 30 ppt จะมีอัตราการขับแอมโมเนียในระดับต่ำ และมีอัตราสูงที่ความเค็ม 35 ppt รองลงมาคือ ที่ความเค็ม 25 ppt หากนำผลการทดลองที่ได้ไปพัฒนาในระบบการเลี้ยง ทำให้เราสามารถประเมินอัตราการขับแอมโมเนียทั้งหมดภายในระบบเลี้ยง เพื่อการออกแบบระบบการเลี้ยงสำหรับใช้จัดการต่อคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงได้ดี และมีระบบบำบัดที่เพียงพอต่อการกำจัดปริมาณของเสียที่หอยเป๋าฮื้อขับออกมาในรูปของแอมโมเนียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อในระบบปิดได้โดยใช้น้ำทะเลหมุนเวียนภายในฟาร์ม และจะเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตหอยเป๋าฮื้อในเชิงพาณิชย์ รวมทั้งส่งเสริมให้เกษตรกรผู้ที่สนใจการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ แต่มีที่ตั้งไม่เหมาะสมก็สามารถเพาะเลี้ยงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

พิพิธภัณฑ์ชลทัศนสถาน. ไม่ปรากฏปี. โซนสัตว์เศรษฐกิจ มิตรของสิ่งแวดล้อม. สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ. http://www.arri.chula.ac.th/Cholatassathan/cholatassathan.htm.

อรุณี สมมณี. 2547. หอยเป๋าฮื้อ. มิถุนายน 2547. http://www.nicaonline.com/articles3/site/view_article.asp?idarticle=130

Chen, J.C. and K.W. Chen. 1997. Oxygen uptake and ammonia-N excretion of juvenile *Penaeus japonicus* during depuration following one-day exposure to different concentrations of saponin at different salinity levels. Aquaculture. 156:77-83.

Cheng, W., I.S. Hsiao., and J.C. Chen. 2004. Effect of ammonia on the immune response of Taiwan abalone *Haliotis diversicolor supertexta* and its susceptibility to *Vibrio parahaemolyticus*. Fish & Shellfish Immunology. 17:193-202

Farias, A., Z.G. Esquivel, and M.T. Viana. 2003. Physiological energetics of the green abalone, *Haliotis fulgens*, fed on a balanced diet. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 289:263-276.

Harris, J.O., G.B. Maguire, S. Edwards, and S.M. Hindrum. 1998. Effect of ammonia on the growth rate and oxygen consumption of juvenile greenlip abalone, *Haliotis laevigata* Donovan. Aquaculture. 160:259-272.

Jiang, D.H., A.L. Lawrence, W.H. Neill, and H. Gong. 2000. Effects of temperature and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 253:193-209.

Lemos, D., V.N. Phan, and G. Alvarez. 2001. Growth, oxygen consumption, ammonia-N excretion, biochemical composition and energy content of *Farfantepenaeus paulensis* Perez-Farfante (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) early postlarvae in different salinities. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 261:55-74.

Rosas, C., E. Martinez, G. Gaxiola, R. Brito, A. Sanchez, and L.A. Soto. 1999. The effect of dissolved oxygen and salinity on oxygen consumption. Ammonia excretion and osmotic pressure of *Penaeus setiferus* (Linnaeus) juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 234:41-57.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

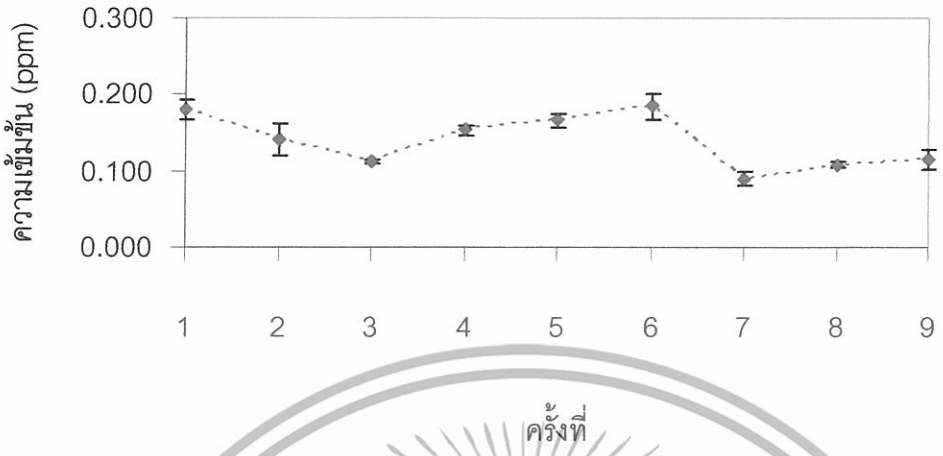
Rosas, C., G. Cuzon, G. Gaxiola, C. Pascual, G. Taboada, L. Arena, and A.van Wormhoudt. 2002. An energetic and conceptual model of the physiological role of dietary carbohydrates and salinity on *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 268:47-67.

Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. A Parctical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries research board of Canada. pp. 87-89.

99197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

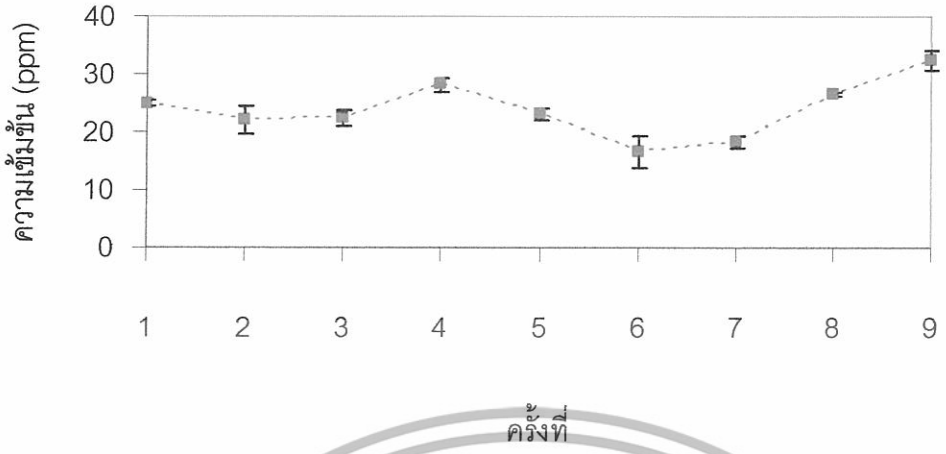
ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของแอมโมเนียในระบบเลี้ยง

ภาพผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของไนไตรท์ในระบบเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของไนเตรทในระบบเลี้ยง

ภาพผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของอัลคาลินิตี้ในระบบเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้