ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง อัตราการกรองของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว

Clearance Rate of Broodstock Oysters, *Crassostrea belcheri*

ชื่อนักศึกษา สินีนาฏ อินทรศร **รหัส** 40044287

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(อาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(อาจารย์นงนุช เลาหวิสุทธิ์)

รักษาการหัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 31 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18788

T099464

ปัญหาพิเศษ
เรื่อง

อัตราการกรองของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว

Clearance Rate of Broodstock Oysters, *Crassostrea belcheri*

โดย
นายสินีนาฏ อินทรศร รหัส 40044287

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร

Department of Fisheries Science
Faculty of Agriculture Technology

ป พ.
ส7330
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99464
วัน.เดือน.ปี.....

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Chaokuntaharn Lardkrabang
Bangkok 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

อัตราการกรองของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว

Clearance Rate of Broodstock Oysters, *Crassostrea belcheri*

ศึกษาอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*) ด้วยการให้สาหร่ายเซลล์เดียว 2 ชนิด ได้แก่ *Chaetoceros* sp. และ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่นของสาหร่ายเซลล์เดียวต่าง ๆ โดยให้ *Chaetoceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{6} \pm 7.00x10^{3}$ และ $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวมีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 0.023 ± 0.008 และ 0.042 ± 0.004 เซลล์/นาที ตามลำดับ เมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^{6} \pm 1.19x10^{3}$ และ $3.73x10^{7} \pm 1.19x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร หอยตะโกรมกรามขาวมีอัตราการกรองเฉลี่ยทั้งหมด 0.040 ± 0.003 และ 0.029 ± 0.007 เซลล์/นาที ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงอัตราการขับถ่ายแอมโมเนีย และอัตราการหายใจโดยให้ *Chaetoceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $2.70x10^{6} \pm 1.40x10^{3}$ และ $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร พบว่า อัตราการหายใจของหอยตะโกรมกรามขาวมีค่าเฉลี่ย 0.434 ± 0.136 และ 0.466 ± 0.184 มิลลิกรัม/ลิตร/ชั่วโมง ตามลำดับ และอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ย 0.765 ± 0.33 และ 0.303 ± 0.304 มิลลิกรัม/ลิตร/ชั่วโมง ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดจนเอาใจใส่ดูแลจนให้ปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมถึงอาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ และอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์และเทคนิคต่าง ๆ ตลอดจนให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำปัญหาพิเศษ

ขอขอบคุณ คุณภาวิณี เทพาสิทธิ์ และ คุณกาญจนา ชัยมงคล ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดเวลาที่ทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณ คุณชรินทร์ อยู่โพธิ์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและจัดทำอุปกรณ์สำหรับทดลอง ขอขอบคุณ คุณสัจเทพ สุขแก้ว ที่คอยให้คำปรึกษาในด้านเทคนิคต่าง ๆ ในการจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยช่วยส่งแรงกายและแรงใจเป็นอย่างดีเสมอมา

นางสาวสินีนาฏ อินทรศร

30 เมษายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
สารบัญภาพ	iv
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การสำรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	10
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	15
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	21
บรรณานุกรม	22
ภาคผนวก	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetcceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^6 \pm 7.00x10^3$ เซลล์/มิลลิลิตร 16

4.2 อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetcceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^7 \pm 7.00x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร 16

4.3 อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^6 \pm 1.19x10^3$ เซลล์/ มิลลิลิตร 17

4.4 อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^7 \pm 1.19x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร..... 17

4.5 ค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetoceros* sp. 19

4.5 ค่าเฉลี่ยอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetoceros* sp. 20

ตารางผนวกที่

1 ผลการเปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อชนิด และระดับความหนาแน่นของสาหร่ายเซลล์เดียวต่าง ๆ กัน 25

2 ผลการวิเคราะห์ โดย F-test และ t-Test เปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetcceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^6 \pm 7.00x10^3$ เซลล์/มิลลิลิตร ระหว่างชุดทดลองกับControl 26

3 ผลการวิเคราะห์ โดย F-test และ t-Test เปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetcceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^7 \pm 7.00x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ระหว่างชุดทดลองกับControl 27

4 ผลการวิเคราะห์ โดย F-test และ t-Test เปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^6 \pm 1.19x10^3$ เซลล์/มิลลิลิตร ระหว่างชุดทดลองกับControl 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ หน้า

5 ผลการวิเคราะห์ โดย F-test และ t-Test เปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรม กรามขาวเมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^{7} \pm 1.19x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร ระหว่างชุดทดลองกับControl 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 แผนการทดลองอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาว..... 12

3.2 แผนการทดลองอัตราการหายใจและอัตราการขับถ่ายแอมโมเนีย
ของหอยตะโกรมกรามขาว..... 13

ภาพผนวกที่

1 หน่วยการทดลองในการศึกษาอัตราการกรองของพ่อแม่พันธุ์
หอยตะโกรมกรามขาว..... 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

หอยตะโกรมกรามขาวเป็นหอยนางรมชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเนื้อหอยมีรสชาติดี และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่จากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมชายฝั่งและการเกิดมลภาวะในแหล่งน้ำซึ่งล้วนส่งผลกระทบทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของหอยตะโกรมกรามขาวในธรรมชาติ ดังนั้นการศึกษาพื้นฐานทางด้านสรีรวิทยาจึงเป็นประโยชน์ต่อการจัดการในการเพาะเลี้ยง และเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตหอยตะโกรมกรามขาวให้เพียงพอต่อการบริโภครวมถึงเพื่อชดเชยให้กับธรรมชาติ

หอยตะโกรมกรามขาวมีพฤติกรรมการดำรงชีพด้วยการกรองแพลงก์ตอนที่อยู่ในมวลน้ำ ดังนั้นปริมาณและชนิดของแพลงก์ตอนที่อยู่ในมวลน้ำจึงมีความสัมพันธ์กับอัตราการกรอง ซึ่งมีผลต่ออัตราการรอดชีวิต และการเติบโตของหอยตะโกรมกรามขาว สำหรับการเพาะเลี้ยงและการขุนพ่อแม่พันธุ์ อาหารนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่สุด มักจะประสบปัญหาเนื่องจากว่าไม่ทราบว่าควรให้อาหารชนิดไหน ปริมาณมากน้อยเพียงใดจึงจะเหมาะสมต่อหอย ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาถึงปริมาณอาหารที่เหมาะสมต่อการกรองของหอย โดยได้ทำการศึกษาในหอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*) ซึ่งผลที่ได้จะเป็นพื้นฐานในการที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเติบโตของหอยตะโกรมกรามขาวที่เป็นพ่อแม่พันธุ์ต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์

(1) ศึกษาอัตราการกรองของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวในชนิดและระดับความหนาแน่นของสาหร่ายเซลล์เดียวต่างกัน (*Chaetoceros* sp., *Isochrysis* sp.)

(2) ศึกษาอัตราการหายใจและอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetoceros* sp. ในระดับความหนาแน่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การสำรวจเอกสาร

หอยตะโกรมกรามขาวเป็นหอยสองฝาที่มีลักษณะการกินอาหารโดยการกรอง ไม่มีท่อน้ำ (siphon) เข้าออก กลไกการกรองกินอาหารของหอยจะใช้ซิเลีย (cilia) โบกพัดเอามวลน้ำเข้าไปสู่ภายในช่องแมนเทิล (mantle) ทิศทางการไหลของน้ำเข้าทาง inhalent current ส่งผ่านไปยังเหงือก บริเวณเหงือกมีซิเลีย (cilia) จำนวนมากสำหรับโบกพัดจับอาหารและหายใจ น้ำที่ไหลผ่านกลไกการกรองแล้วจะออกสู่ภายนอกตัวหอยทาง exhalent current สำหรับอนุภาคที่รวบรวมได้จะถูกซิเลีย (cilia) โบกพัดส่งผ่านไปยังอวัยวะคัดเลือกอาหารที่เรียกว่า labial palp ซึ่งเป็นสามเหลี่ยมแผ่นบาง ๆ อยู่เป็นคู่บริเวณช่องปาก อนุภาคที่มีขนาดไม่เหมาะสมจะถูก labial palp ส่งกลับไปทางด้านหน้าซึ่งเรียกว่า อุจจาระเทียม (pseudofeces) ส่วนอนุภาคของอาหารที่มีขนาดเหมาะสมก็จะถูกส่งเข้าสู่ปากเป็นอาหารของหอยต่อไป (เอกพล อ่วมนุช, 2542 อ้างตาม Purchon, 1977)

2.1 อัตราการกรอง

2.1.1 อัตราการกรอง (Clearance rate ; Filtration rate)

อัตราการกรองหมายถึงอัตราของอาหารที่เป็นอนุภาคแขวนลอยในน้ำที่ทราบปริมาตรที่ถูกทำให้ใสโดยสัตว์ทดลองต่อหน่วยเวลา (ปิยวรรณ ไหมละเอียด, 2539 ; Bayne et al ., 1985)

ปิยวรรณ ไหมละเอียด (2539) ได้ทำการศึกษาการตอบสนองต่อตะกอนแขวนลอยของหอยเจาะปะการัง หอยมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารแขวนลอย โดยการเปลี่ยนแปลงอัตราการกรองเมื่อความเข้มข้นสารแขวนลอยเพิ่มมากขึ้น อัตราการกรองก็จะเพิ่มสูงขึ้น แต่เมื่อความเข้มข้นสารแขวนลอยเพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง อัตราการกรองก็จะลดลง และหอยจะหยุดกรองโดยปิดฝาแน่น

Haure et al. (1998) ศึกษาผลกระทบของอุณหภูมิต่อการกรองและการใช้ออกซิเจนของ *Ostrea edulis* โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันตั้งแต่ 10 °C ถึง 30 °C พบว่า การกรองและการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องจากหอยได้รับออกซิเจนจากการแลกเปลี่ยนก๊าซบริเวณเนื้อเยื่อเหงือก ในขณะที่หอยทำการกรอง ดังนั้นอัตราการกรองจึงเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นไปด้วย (เอกพล อ่วมนุช, 2542)

เอกพล อ่วมนุช (2542) ศึกษาถึงผลของความเค็มต่ออัตราการกรองในหอยตะโกรมกรามขาว โดยได้ทำการทดลองที่ความเค็ม 4 ระดับ คือ 15, 20, 25 และ 30 ppt โดยในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะใช้สไลด์นับเม็ดเลือด นับเซลล์สาหร่ายเพื่อหาค่าอัตราการกรอง พบว่าอัตรากรองต่ำสุดที่ความเค็ม 15 ppt และอัตราการกรองสูงสุดที่ความเค็ม 25 ppt สรุปได้ว่าเมื่อความเค็มเปลี่ยนแปลงไปจะเป็นผลให้อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวลดลง ผลจากการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยวรรณ ไหมละเอียด (2539) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโตของหอยเจาะปะการังชนิดต่าง ๆ พบว่า *Lithophaga malaccana* และ *Spengleria mytioidae* เติบโตสูงสุดที่ความเค็ม 32 ppt เนื่องจากหอยเจาะปะการังเป็นสัตว์ที่ดำรงชีวิตในช่วงความเค็มแคบ ความเค็มที่ใกล้เคียงกันทำให้ได้ค่าขอบเขตการเติบโตมีค่าสูงสุด และเมื่อความเค็มลดลงกะทันหัน จึงมีผลทำให้อัตราการกรองและอัตราการหายใจลดต่ำลง

Cahalan et al. (1989) ศึกษาความเร็วของน้ำที่ไหลร่วมกับความเข้มข้นอนุภาคของอาหารที่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของ *Argopecten irrudians* ผลการศึกษา พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของ *Argopecten irrudians* ลดลงเมื่อความเร็วในการไหลเพิ่มขึ้น ซึ่งความเร็วในการไหลของน้ำไปส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของอาหารทำให้อาหารมีความเข้มข้นลดลง อัตราการกรองจึงลดลง ในธรรมชาติความเข้มข้นของอาหารทั้งปริมาณและคุณภาพตลอดจนสารแขวนลอยในมวลน้ำจะมีความแตกต่างกันในแต่ละแหล่ง ในกรณีของหอยสองฝาหรือสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ที่กินอาหารโดยการกรอง ความเข้มข้นของอาหารรวมทั้งปริมาณและคุณภาพของอาหารจะมีอิทธิพลในการเพิ่มหรือลดอัตรากรอง และส่งผลไปสู่การเจริญเติบโต หากความเข้มข้นอาหารน้อยทำให้อัตราการเติบโตลดลง หรือไม่เจริญเติบโต ในทางตรงกันข้าม หากความเข้มข้นอาหารมากขึ้นก็จะมีผลให้การได้รับพลังงานจากอาหารเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการเติบโตทั้งร่างกาย และระบบสืบพันธุ์

Newell and Jordan (1983) ทำการศึกษาเกี่ยวกับชนิดและการกินอาหารของหอยตะโกรม *Crassostrea virginica* พบว่าในธรรมชาติหอยตะโกรมสามารถกินอาหารได้ทั้งอาหารชนิดที่เป็นสาหร่ายเซลล์เดียว อินทรีย์สารที่แขวนลอยมากับมวลน้ำ (particulate organic matter ; POM) และสารแขวนลอยที่เป็นอนินทรีย์ต่าง ๆ (particulate inorganic matter ; PIM) โดยหอยเลือกกินตามขนาดอนุภาคอาหารที่เหมาะสมมากกว่าคุณภาพของอนุภาค อาหารที่ไม่เหมาะสมจะถูกคัดแยกออกไปเป็นอุจจาระเทียมขับออกสู่ภายนอกทางด้านหน้าต่อไป ในเรื่องของสารอินทรีย์มีผู้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการกิน PIM ที่ปะปนมากับมวลน้ำ พบว่าหากเพิ่ม clay minerals ให้เป็นอาหารในหอยสองฝาบางชนิด เช่น หอยแมลงภู่จะช่วยเพิ่มอัตราการเติบโตขึ้นได้

Pechenik et al. (1990) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโต การพัฒนาลักษณะภายนอก และความยาวของตัวอ่อน *Mytilus edulis* L. โดยให้ *Isochrysis galbana*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระดับความเข้มข้น $0.5x10^4$ และ $30x10^4$ cells.ml^{-1} ที่อุณหภูมิ 12 ถึง 16 องศาเซลเซียส พบว่าหอยมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของ *Isochrysis galbana* และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ Pouvreau et al. (1999) ได้ทำการศึกษาถึงโครงสร้างของเหงือกในหอยนางรม *Pinctada margaritifera* จำนวน 68 ตัว ที่มีขนาดความยาวตั้งแต่ 32-120 มิลลิเมตร เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวเหงือกทั้งหมด (Gill area, GA) กับน้ำหนักแห้ง (W in gram) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ผิวเหงือกกันน้ำหนักแห้งของเนื้อเยื่อผลการศึกษาพบว่าใน *P.margaritifera* น้ำหนักเหงือก (GW) มีประมาณ 30 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักเนื้อเยื่อทั้งหมด และส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ผิวเหงือกและอัตราการกรองเพิ่มสูงขึ้นเมื่อพื้นที่ผิวเหงือกเป็นไปตามความสัมพันธ์ Isometric จากสูตรตามสมการที่ 1 (Newell, 1979)

$$CR = aW^{b} \qquad (1)$$

เมื่อ

CR = อัตราการกรองสูงสุด

W = น้ำหนักของเนื้อเยื่อ

a = ค่าคงที่

b = Weigh exponent (มีค่าทางทฤษฎี 0.67)

2.1.2 การศึกษาอัตราการกรองสามารถประเมินได้ด้วยวิธีต่าง ๆดังนี้

(1) อัตราการกรองสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องตรวจการลดลงในความเข้มข้นของอนุภาคสาหร่าย ที่เรียกว่า Electronic Counter (เช่น Coulter Counter) ซึ่งสามารถคำนวณตามสูตรดังนี้ (Cranford et al., 1990 อ้างตาม Marine et al ., 1986)

$$F = \frac{V}{t} \ln \frac{C_0}{C_1} \qquad (2)$$

เมื่อ

F = อัตราการกรอง (ลิตร/ชั่วโมง)

V = ปริมาตรของน้ำใน chamber (ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

t = เวลาในการทำการทดลอง (ชั่วโมง)

C_0 = ความเข้มข้นเซลล์เมื่อเริ่มการทดลองในภาชนะทดลอง (chamber) ที่มีสัตว์ทดลอง (เซลล์/ลิตร)

C_1 = ความเข้มข้นเซลล์เมื่อสิ้นสุดการทดลองใน ภาชนะทดลอง (chamber) ที่มีสัตว์ทดลอง (เซลล์/ลิตร)

(2) การกรองคำนวณได้จากความแตกต่างในความเข้มข้นของอนุภาคระหว่าง inflowingwater กับ outflowing water ด้วยเครื่องมือวัดอัตราการไหลผ่านของน้ำ (flow rate though) โดยสามารถคำนวณตามสูตรได้ดังนี้ (Pouveau et al., 1999 อ้างตาม hildreth and Crisp, 1976)

$$CR = \frac{F(C_1 - C_2)}{C_0} \qquad (3)$$

เมื่อ

CR = อัตราการกรอง (ลิตร/ชั่วโมง)

F = อัตราการไหลของน้ำผ่าน chamber (ลิตร / ชั่วโมง)

C_1 = ความเข้มข้นของอนุภาคใน inflowing water

C_2 = ความเข้มข้นของอนุภาคใน outflowing water

C_0 = ความเข้มข้นของอนุภาคที่ถูกวัดในทันที เมื่อเริ่มทดลอง

(3) คำนวณได้จากผลรวมของจำนวนอนินทรีย์สารหรืออนุภาคที่ไม่สามารถย่อยได้ (indigestible material) ใน biodepsite ที่สร้างขึ้นต่อหน่วยเวลา (อุจจาระและอุจจาระเทียม)

(4) ทำการหา biomass ปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้จากการนำน้ำใน respiration chamber ก่อนและหลังทำการทดลองไปวัดหาค่าการดูดกลืนแสงโดย spectrophotometer milton roy แล้วนำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณเซลล์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งได้จากการนับตัวอย่างสาหร่ายเข้มข้นที่นำไปผสมกับน้ำทะเลกรองในอัตราส่วนต่าง ๆกัน ในสไลด์นับเม็ดเลือด (heamacytometer) (ปิยวรรณ ไหมละเอียยด, 2539) และอัตราการกรองสามารถทำการคำนวณตามสูตร (Cahalan ,1989) สมการที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$CR = \frac{V[\ln(C_i) - \ln(C_f)]}{W} \qquad (4)$$

เมื่อ

CR = อัตราการกรอง

V = ปริมาตรน้ำในภาชนะทดลอง (chamber) (ลิตร)

C_i = ความเข้มข้นของเซลล์สาหร่ายเมื่อเริ่มการทดลอง (เซลล์/ลิตร)

C_f = ความเข้มข้นของเซลล์สาหร่ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เซลล์/ลิตร)

W = น้ำหนักของสัตว์ทดลอง

หรือจากสูตร ตามสมการที่ 5

$$CR = \frac{V \ln(C_0 / C_t)}{t} \qquad (5)$$

เมื่อ

CR = อัตราการกรอง

V = ปริมาตรของน้ำใน chamber (ลิตร)

t = เวลาที่ใช้ในการทดลอง (ชั่วโมง)

C_o= ความเข้มข้นของเซลล์สาหร่ายเมื่อเริ่มทำการทดลอง (เซลล์/ลิตร)

C_t = ความเข้มข้นของเซลล์สาหร่ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เซลล์/ลิตร)

นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณตามสูตรดังนี้ (ปิยวรรณ ไหมละเอียด, 2539 อ้างตาม Tedengren et.al, 1990) ตามสมการที่ 6

$$clearancerate\,(l * h - 1gdw - 1) = \frac{\ln[\ln C_0 - C_1) - (\ln C_0 - \ln C_g) * V]}{t * gdw} \qquad (6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

C_0 = ความเข้มข้นเซลล์เมื่อเริ่มทำการทดลองในภาชนะทดลอง (chamber) ที่มีสัตว์ทดลอง(เซลล์/ลิตร)

C_1 = ความเข้มข้นเซลล์เมื่อสิ้นสุดการทดลองในภาชนะทดลอง (chamber) ที่มีสัตว์ทดลอง(เซลล์/ลิตร)

C_g = ความเข้มข้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองในภาชนะทดลอง (chamber) ที่ไม่มีสัตว์ทดลอง(เซลล์/ลิตร)

V = ปริมาตรในการทดลอง (ลิตร)

t = เวลาในการทำการทดลอง (ชั่วโมง)

2.2 ประสิทธิภาพการดูดซึม (Absorption efficiency)

คือประสิทธิภาพในการดูดซึมสารอินทรีย์จากการย่อยอาหาร ซึ่งค่าประสิทธิภาพการดูดซึมนี้จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการกรอง ซึ่งการหาค่าตอบสนองต่าง ๆ นี้ เพื่อนำไปประกอบเป็นส่วนของขอบเขตการเจริญเติบโต โดยสามารถคำนวณได้ตามสูตรของ Conover (1996) (เอกพล อ่วมนุช, 2542)

$$AE = \frac{(F - E)}{(1 - E)F} \qquad (7)$$

เมื่อ

F = อัตราส่วนน้ำหนักแห้งในอาหาร

E = อัตราส่วนน้ำหนักแห้งในอุจจาระ

2.3 ขอบเขตการเติบโต (Scope for growth : SFG) หรืองบประมาณพลังงาน (energy budget)

ขอบเขตการเติบโต คือการประเมินศักยภาพในการเติบโตและการสืบพันธุ์ของสัตว์ทดลอง สามารถแยกทำได้เป็นแต่ละส่วน และสามารถใช้ในการประเมินผลกระทบของมลภาวะที่มีต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพทางชีววิทยา สามารถวัดสภาวะของพลังงานในสัตว์ได้ทันที สามารถติดตามกลไกของความเป็นพิษและส่วนประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตได้ นอกจากนี้ยังบอกถึงผลกระทบโดยรวมเนื่องจากการสะสมของสารปนเปื้อนด้วย

ค่า SFG เขียนอยู่ในรูปของสมการพลังงานโดยการแปลงค่าต่าง ๆ จากการวัดในห้องปฏิบัติการ ให้เป็นสมการสมดุลพลังงาน (energy equivalent) ค่าที่เป็นบวกหมายความถึงสัตว์จะมีพลังงานสะสมเพื่อใช้ในการเติบโต และจะมีค่าเป็นลบเมื่อสัตว์ใช้พลังงานที่สะสมนั้นในการซ่อมแซมและรักษาสภาพร่างกายให้ดำเนินต่อไปได้ (ปิยวรรณ ไหมละเอียด, 2539) พลังงานที่หอยได้รับจากการย่อยสลายอาหาร ซึ่งได้รับจากการกรองกินอาหารจากธรรมชาติ ซึ่งอธิบายได้โดยใช้สมดุลพลังงานของ Winberg (1960) (เอกพล อ่วมนุช, 2542)

$$P = A - (R + U) \qquad (8)$$

หรืออาจเขียนได้ในรูป

$$C - F = A = R + U + P \qquad (9)$$

โดยที่

C = พลังงานจากอาหารที่ได้รับเข้ามา

F = พลังงานที่สูญเสียไปในอุจจาระ

P = พลังงานในการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

A = พลังงานที่ดูดซึมได้จากอาหาร (clearance rate * absorption efficiency)

R = พลังงานที่ใช้ในการหายใจ

U = พลังงานที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียออกมา

2.4 การหายใจ (Respiration)

การหายใจเป็นกระบวนการทางชีวเคมีอย่างหนึ่งที่แสดงถึงสภาวะการใช้พลังงานของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ พลังงานที่เกิดขึ้นได้จากปฏิกิริยาทางเคมีแบบใช้ออกซิเจน (aerobic metabolism) โดยการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส (glucose) โดยปฏิกิริยาไกลโคไลซีส (glycolysis) ซึ่งพลังงานที่สร้างได้จากการเผาผลาญสารอาหารภายในร่างกายถูกใช้ไปในกระบวนการหายใจ การสร้างเนื้อเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การขับถ่ายของเสียและสูญเสียไปกับอุจจาระตลอดจนการรักษาสมดุลย์อุณหภูมิของร่างกาย ในกรณีของสัตว์ที่มีการควบคุมอุณหภูมิร่างกาย (homoiotherm) (Windows, 1985)

2.5 การขับถ่ายแอมโมเนีย (ammonia excretion)

แอมโมเนีย คือสารประกอบไนโตรเจนซึ่งเกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของสัตว์และการย่อยสลายอินทรีย์สารกลุ่มโปรตีน ตามปกติสัตว์น้ำขับถ่ายของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของแอมโมเนีย 80-90% และประมาณ 5-10% เป็น amino - N (เอกพล อ่วมนุช, 2542 อ้างตาม Livingstone, Windows, Fieth, 1979.) ซึ่งในแหล่งน้ำนั้นแอมโมเนียจะมีอยู่ได้ในสองรูปแบบ คือ แอมโมเนียที่ไม่เป็นพิษหรือที่อยู่ในรูปประจุ NH_4^+ (Ionized ammonia) และแอมโมเนียที่เป็นพิษหรือแอมโมเนียที่อยู่ในรูปไม่มีประจุ NH_3 (un - Ionized ammonia) โดยมีสมดุลเคมีดังนี้

$$NH_4^+ + H_2O \longrightarrow NH_3 + H_3O^+$$

หรือ

$$NH_4^+ \longrightarrow NH_3 + H^+$$

แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาต่างๆ ภายในร่างกายสัตว์น้ำจะถูกกำจัดออกสู่ภายนอกร่างกายโดยกระบวนการขับถ่าย อัตราการขับแอมโมเนียจะมีความสัมพันธ์กับสภาวะสมดุลย์ของพลังงานในร่างกายด้วยเสมอ (Windows, 1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 หอยตะโกรมกรามขาวพ่อแม่พันธุ์

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียว

(1) หลอดทดลอง

(2) Plate

(3) Lope สำหรับเขี่ยเชื้อ, ตะเกียงแอลกอฮอล์

(4) Agar

(5) ขวดคาร์บอยขนาด 1 ลิตร

3.1.3 สารเคมีสำหรับเตรียมเป็นอาหารเลี้ยงสาหร่าย

3.1.4 Autocave (หม้อนึ่งความดัน)

3.1.5 สาหร่ายเซลล์เดียว ได้แก่ *Isochrysis* sp., *Chaetoceros* sp.

3.1.6 น้ำทะเลกรอง ความเค็ม 28 ส่วนในพันส่วน

3.1.7 สารเคมีสำหรับเตรียมน้ำทะเล ได้แก่ EDTA, คลอรีน

3.1.8 หัวทราย

3.1.9 ภาชนะทดลอง (Chamber) ขนาด 2 ลิตร

3.1.10 กล้องจุลทรรศน์

3.1.11 สไลด์นับเม็ดเลือด (Haemacytometer), Sedwice - Rafter Counting Chamber

3.1.12 ที่นับสาหร่าย

3.1.13 เครื่องวัดออกซิเจน YSI model 5739

3.1.14 Spectophotometer

3.1.15 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาแอมโมเนีย

3.1.16 ขวดแบรนด์สำหรับใช้เก็บน้ำตัวอย่าง

3.1.17 อุปกรณ์เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการ

3.2.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำหอยตะโกรมกรามขาวซึ่งได้จากการเลี้ยงไว้ภายในโรงเพาะเลี้ยงด้วยระบบปิดโดยใช้น้ำทะเลกรองที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบคทีเรียและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่ความเค็ม 28 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิห้อง โดยนำมาทำการปรับสภาพ (acclimate) ภายในภาชนะทดลอง (Chamber)1ตัว/Chamber เป็นจำนวน 30 ตัว ที่ปริมาตรน้ำ 1.5 ลิตร เป็นเวลานาน 2 สัปดาห์ โดยให้อากาศเบา ๆ (ภาพผนวกที่ 1)

3.2.2 การศึกษาอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวที่ชนิดและระดับความหนาแน่นสาหร่ายเซลล์เดียวต่าง ๆ กัน (Clearance Rate)

ออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) โดยแบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ ชุดที่ 1 ให้สาหร่ายเซลล์เดียว *Chaetoceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{6} \pm 7.00x10^{3}$ และ $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร ชุดที่ 2 ให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^{6} \pm 1.19x10^{3}$ และ $3.73x10^{7} \pm 1.19x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร แก่หอยตะโกรมกรามขาวแต่ละภาชนะทดลอง (chamber) โดยนับจำนวนสาหร่ายก่อนนำไปผสมน้ำทะเลให้หอยตะโกรมกรามขาวด้วยสไลด์นับเม็ดเลือด (haemacytometer) จับเวลา 30 นาที หลังจากให้สาหร่ายแก่หอยตะโกรมกรามขาว และในภาชนะที่ไม่มีหอยจะเป็นตัวควบคุมเมื่อครบเวลาที่กำหนด ทำการเก็บน้ำในภาชนะทดลอง (chamber) มาตรวจนับจำนวน เซลล์สาหร่ายด้วยสไลด์นับเม็ดเลือด(haemacytometer) ทุกครั้งที่ทำการทดลองในแต่ละระดับและแต่ละชนิดของสาหร่ายต้องมีการเปลี่ยนน้ำทุกครั้ง (ภาพที่ 3.1)

3.2.3 การศึกษาอัตราการหายใจ และอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียที่ระดับของสาหร่ายเซลล์เดียวต่าง ๆ กัน

(1) **การศึกษาอัตราการหายใจ (Respiration Rate)**

บรรจุน้ำทะเลกรองที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงในภาชนะทดลองปริมาตร 1.5 ลิตร ใส่หอยตะโกรมกรามขาวภาชนะละ 1 ตัว ทั้งหมด 30 ภาชนะทดลอง และมีภาชนะที่ไม่ใส่หอยตะโกรมกรามขาวเพื่อเป็นตัวควบคุม นำแต่ละภาชนะทดลองลงปิดผนึกใต้ผิวน้ำ ไล่อากาศออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนหมด ใส่สาหร่ายเซลล์เดียว (*Chaetoceros* sp.) ที่ระดับความหนาแน่น $2.70x10^6 \pm 1.40x10^3$ และ $1.35x10^7 \pm 7.00x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร จากนั้นจับเวลาเป็นเวลา 3 ชั่งโมง จึงทำการเขย่าภาชนะเพื่อให้น้ำในภาชนะผสมเข้าด้วยกันดีแล้วทำการวัดออกซิเจนโดยเครื่องวัดออกซิเจน (ภาพที่ 3.2)

(2) **การศึกษาอัตราการขับถ่ายแอมโมเนีย** (Excretion Rate)

บรรจุน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วลงในภาชนะทดลองขนาด 1.5 ลิตร ใส่หอยตะโกรมกรามขาวลงภาชนะละ 1 ตัว จำนวน 30 ตัว และภาชนะที่ไม่ใส่หอยตะโกรมกรามขาวเพื่อเป็นตัวควบคุม นำลงปิดผนึกใต้ผิวน้ำ โดยทำการไล่อากาศออกจนหมด ใส่สาหร่ายเซลล์เดียว (*Chaetoceros* sp.) ที่ระดับความหนาแน่น $2.70x10^6 \pm 1.40x10^3$ และ $1.35x10^7 \pm 7.00x10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร ลงแต่ละภาชนะทดลอง (chamber) จากนั้นจับเวลานาน 3 ชั่วโมง จึงทำการเขย่าภาชนะเพื่อให้น้ำภายในภาชนะผสมเข้ากันดี เก็บตัวอย่างน้ำภายในภาชนะนั้นมาตรวจวัดแอมโมเนีย โดยวิธีไตรเตรตตามวิธี Phenol – hypochlorite method (Strickl and Parson, 1972) (ภาพที่ 3.2)

ชนิดของสาหร่าย	ระดับความหนาแน่น (เซลล์/มิลลิลิตร)	จำนวนซ้ำ
Chaetoceros sp.	$1.35x10^6 \pm 7.00x10^3$	30
	$1.35x10^7 \pm 7.00x10^4$	30
Isochrysis sp.	$3.73x10^6 \pm 1.19x10^3$	30
	$3.73x10^7 \pm 1.19x10^4$	30

ภาพที่ 3.1 แผนการทดลองอัตราการกรองของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของสาหร่าย	ระดับความหนาแน่น (เซลล์/มิลลิลิตร)	จำนวนซ้ำ
Chaetoceros sp.	$2.70 \times 10^6 \pm 1.40 \times 10^3$	30
	$1.35 \times 10^7 \pm 7.00 \times 10^4$	30

ภาพที่ 3.2 แผนการทดลองอัตราการหายใจและอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว

3.3 การบันทึกข้อมูล

3.3.1 การศึกษาอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวที่ชนิดและระดับความหนาแน่นของสาหร่ายเซลล์เดียวต่าง ๆ กัน

(1) จำนวนสาหร่ายเซลล์เดียว (*Chaetoceros* sp., *Isochrysis* sp.) เมื่อเริ่มต้นทดลอง

(2) จำนวนสาหร่ายเซลล์เดียว (*Chaetoceros* sp., *Isochrysis* sp.) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

(3) คำนวณอัตราการกรองตามสมการที่ 10

$$C = \frac{[C_0 - C_t]}{C_0} x \frac{V}{t} \qquad (10)$$

เมื่อ

C = Clearance rate

C_0 = ความหนาแน่นเซลล์สาหร่ายที่เตรียมไว้เมื่อเริ่มแรก (เซลล์/มิลลิลิตร)

C_t = ความหนาแน่นเซลล์สาหร่ายที่เหลือหลังผ่านการกรอง (เซลล์/มิลลิลิตร)

V = ปริมาตรน้ำทะเลที่ใช้ทดลอง (1.5 ลิตร)

t= เวลาที่ใช้ในการทดลองมีหน่วยเป็นนาที (30 นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การศึกษาอัตราการหายใจ

(1) ปริมาณออกซิเจนในน้ำเมื่อเริ่มต้นทดลอง (มิลลิกรัม/ลิตร)

(2) ปริมาณออกซิเจนในน้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิกรัม/ลิตร)

(3) คำนวณอัตราการหายใจตามสูตรดังนี้

$$OC = \frac{Ot_1 - Ot_2}{t_1 - t_2} xV \qquad (11)$$

เมื่อ

OC คือ อัตราการบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัม/ชั่วโมง)

Ot_1 คือ ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่เวลา t_1 (มิลลิกรัม/ลิตร)

Ot_2 คือ ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่เวลา t_2 (มิลลิกรัม/ลิตร)

t คือ หน่วยเวลา (ชั่วโมง) ที่ใช้ในการทดลอง (3 ชั่วโมง)

V คือ ปริมาตรของ respiration chamber (ลิตร)

3.3.3 การศึกษาอัตราการขับถ่ายแอมโมเนีย

(1) บันทึกค่า Absorbance ในน้ำเมื่อเริ่มทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) การศึกษาอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวที่ชนิด และระดับของสาหร่ายเซลล์เดียวต่างกัน เป็นการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) และใช้โปรแกรม Data Analysis ในส่วนการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดย F-Test และ t-Test : Two-sample Assuming Equal Variance

(2) การศึกษาอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียและอัตราการหายใจ ใช้โปรแกรม Data Analysis เพื่อหาค่าเฉลี่ยและ Standard Error

3.5 สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการศึกษาที่โรงเพาะเลี้ยงของภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง อาคารเจ้าคุณฯ เริ่มทดลองเดือนกุมภาพันธ์ 2544 ถึง เดือนเมษายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 ผลการศึกษาอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวที่ชนิดและระดับความหนาแน่นของสาหร่ายเซลล์เดียวต่างๆ กัน

จากการทดลองอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวโดยให้สาหร่ายเซลล์เดียว *Chaetoceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{6} \pm 7.00x10^{3}$ และ $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/ มิลลิลิตร พบว่า หอยมีอัตราการกรองเฉลี่ยทั้งหมด 0.023 ± 0.008 และ 0.042 ± 0.004 เซลล์/นาที ตามลำดับ ดังในตารางที่ 4.1 และ 4.2 เมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^{6} \pm 1.19x10^{3}$ และ $3.73x10^{7} \pm 1.19x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร หอยมีอัตราการกรองเฉลี่ยทั้งหมด 0.040 ± 0.003 และ 0.029 ± 0.007 เซลล์/นาที ตามลำดับ ดังในตารางที่ 4.3 และ 4.4 และผลการเปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวในตารางผนวกที่ 1

ตารางที่ 4.1 อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetcceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{6} \pm 7.00x10^{3}$ เซลล์/มิลลิลิตร

ชุดที่	ซ้ำที่	ค่าเฉลี่ย	Control
1	1	0.024 ± 0.008	0.005
	2	0.021 ± 0.008	0.011
	3	0.024 ± 0.008	0.008
	เฉลี่ยทั้งหมด	0.023 ± 0.008^{a}	0.010^{b}

เมื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดย F-Test และ t-Test : Two – sample Assuming Equal Variance อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetcceros* sp.ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{6} \pm 7.00x10^{3}$เซลล์/ มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับ Control พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในตารางผนวกที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetcceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร

ชุดที่	ซ้ำที่	ค่าเฉลี่ย	Control
2	1	0.043 ± 0.004	0.018
	2	0.042 ± 0.004	0.012
	3	0.042 ± 0.003	0.006
	เฉลี่ยทั้งหมด	0.042 ± 0.004^{a}	0.010^{b}

เมื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดย F-Test และ t-Test : Two – sample Assuming Equal Variance อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetcceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/ มิลลิลิตรเปรียบเทียบกับ Control พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในตารางผนวกที่ 3

ตารางที่ 4.3 อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^{6} \pm 1.19x10^{3}$ เซลล์/ มิลลิลิตร

ชุดที่	ซ้ำที่	ค่าเฉลี่ย	Control
3	1	0.041 ± 0.003	0.022
	2	0.040 ± 0.003	0.001
	3	0.040 ± 0.004	0.002
	เฉลี่ยทั้งหมด	0.040 ± 0.004^{a}	0.002^{b}

เมื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดย F-Test และ t-Test : Two – sample Assuming Equal Variance อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^{6} \pm 1.19x10^{3}$ เซลล์/ มิลลิลิตรเปรียบเทียบกับ Control พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในตารางผนวกที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73x10^{7} \pm 1.19x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร

ชุดที่	ซ้ำที่	ค่าเฉลี่ย	Control
	1	0.027 ± 0.008	0.005
4	2	0.029 ± 0.007	0.025
	3	0.028 ± 0.007	0.005
	เฉลี่ยทั้งหมด	0.029 ± 0.007 [a]	0.015 [a]

เมื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดย F-Test และ t-Test : Two – sample Assuming Equal Variance อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับ $3.73x10^{7} \pm 1.19x10^{4}$ เซลล์/ มิลลิลิตรเปรียบเทียบกับ Control พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในตารางผนวกที่ 5

หอยตะโกรมกรามขาวมีอัตราการกรองที่เพิ่มสูงขึ้น เมื่อให้ *Chaetoceros* sp. ในระดับที่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อให้ *Isochrysis* sp. ในระดับที่เพิ่มขึ้น หอยกลับมีอัตราการกรองที่ลดลง ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ชนิดและปริมาณของสาหร่ายเซลล์เดียวต่างมีผลต่ออัตราการกรอง โดยเมื่อให้สาหร่ายเซลล์เดียวชนิดที่เหมาะสมจะทำให้หอยมีอัตราการกรองที่สูงขึ้น อย่างเช่นในการทดลองนี้ หอยสามารถกรอง *Chaetoceros* sp. ได้ดีกว่า *Isochrysis* sp. เนื่องจากเซลล์ของ *Chaetoceros* sp. มีขนาดใหญ่กว่า *Isochrysis* sp. ดังนั้นจึงเหมาะสมต่อพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว ในขณะที่ สุภาพ ไพรพนาพงศ์ (2543) พบว่าหอยนางรมตามธรรมชาติจะมีการเติบโตสูงเมื่อแหล่งน้ำมีปริมาณ *Chaetoceros* sp. ที่สูง Newell and Jordan (1983) ทำการศึกษาเกี่ยวกับชนิดและการกินอาหารของหอยตะโกรม *Crassostrea virginica* พบว่าในธรรมชาติหอยตะโกรมสามารถกินอาหารได้ทั้งอาหารชนิดที่เป็นสาหร่ายเซลล์เดียว อินทรีย์สารที่แขวนลอยมากับมวลน้ำ โดยหอยเลือกกินตามขนาดอนุภาคอาหารที่เหมาะสมมากกว่าคุณภาพของอนุภาค อาหารที่ไม่เหมาะสมจะถูกคัดแยกออกไปเป็นอุจจาระเทียมขับออกสู่ภายนอกทางด้านหน้าต่อไป

จากการทดลองนอกจากอัตราการกรองจะขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคของอาหารแล้ว การที่ให้ *Isochrysis* sp.ในปริมาณที่มากขึ้น แล้วพบว่าหอยมีอัตราการกรองที่ลดลงอาจเป็นผลมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99464

เกิดการผิดพลาดจากการนับเซลล์สาหร่ายในระหว่างที่ทำการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากเซลล์ของสาหร่ายมีขนาดเล็กมากในการนับเซลล์สาหร่ายจึงเกิดการผิดพลาดได้ง่าย

ในการเพาะพันธุ์ลูกหอยแต่ละครั้งนั้นต้องอาศัยพ่อแม่พันธุ์ที่มีเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะสมบูรณ์ซึ่งอาจได้มาจากในฟาร์มกุ้งหรือจากทะเลในธรรมชาติเข้ามาใช้ในโรงเพาะฟักยังไม่มีผู้ใดขุนพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวภายในห้องปฏิบัติการหรือโรงเพาะฟักในระบบปิดจนหอยสมบูรณ์เพศสามารถใช้ผสมพันธุ์ได้สำเร็จ จากปัญหาการเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวที่เกิดขึ้นและเรื่องอิทธิพลของอาหารซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญทำให้หอยเจริญและพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ได้สมบูรณ์เร็วขึ้น

4.2 ผลการศึกษาอัตราการหายใจ และอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetoceros* sp.ที่ระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน

(1) ผลการศึกษาอัตราการหายใจ

ผลการศึกษาอัตราการหายใจของหอยตะโกรมกรามขาวโดยให้ *Chaetoceros* sp. ที่ระดับ $2.70x10^{6} \pm 1.40x10^{3}$ และ $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร พบว่า หอยตะโกรมกรามขาวมีอัตราการหายใจโดยเฉลี่ย 0.027 ± 0.008 และ 0.029 ± 0.007 มิลลิกรัม/ลิตร/ชั่วโมง ตามลำดับ ดังในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetoceros* sp.

ระดับสาหร่ายเซลล์เดียว (เซลล์/มิลลิลิตร)	ค่าเฉลี่ย	Control
$2.70x10^{6} \pm 1.40x10^{3}$	0.434 ± 0.136	0.06
$1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$	0.446 ± 0.184	0.15

ผลของอัตราการหายใจเมื่อให้ *Chaetoceros* sp. ในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ พบว่าที่ระดับความหนาแน่น *Chaetoceros* sp. $2.70x10^{6} \pm 1.40x10^{3}$ และ $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร หอยมีอัตราการหายใจเฉลี่ย 0.434 ± 0.136 และ 0.446 ± 0.184 มิลลิกรัม/ลิตร/ชั่วโมง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอัตราการหายใจของหอยตะโกรมกรามขาวไม่แตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างกัน เนื่องจากเป็นผลมาจากการเกิดอุจจาระเทียมในหอย หรือในระหว่างที่ทำการทดลองหอยเกิดความเครียดทำให้ไม่มีการกรองอาหาร หรือ มีอัตราการกรองลดลง เนื่องจากอัตราการหายใจและอัตราการกรองต่างมีความสัมพันธ์กัน การกรองนั้นมีกลไกที่เกี่ยวกับเหงือกและขนซึ่งพบอยู่ทั่วไปบนเหงือกทำหน้าที่โบกพัดมวลน้ำให้ไหลผ่านเหงือก เหงือกจะกรองอนุภาคต่าง ๆ ที่ปนมากับมวลน้ำซึ่งจะถูกคัดแยกและส่งเข้าปากเป็นอาหารต่อไป ส่วนออกซิเจนนั้นได้มาจากการแลกเปลี่ยนบริเวณเหงือกขณะที่หอยทำการกรองนั่นเอง ดังนั้นถึงแม้จะให้อาหารในปริมาณที่มากขึ้นเมื่ออัตราการกรองลดลง อัตราการหายใจก็ลดลงตามไปด้วย (ปิยวรรณ ไหมละเอียด, 2539; เอกพล อ่วมนุช, 2542)

(2) **ผลการศึกษาอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยตะโกรมกรามขาว**

ศึกษาอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยตะโกรมกรามขาวโดยให้ *Chaetoceros* sp. ที่ความหนาแน่น $2.70x10^{6} \pm 1.40x10^{3}$ และ $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร พบว่า หอยตะโกรมกรามขาวมีอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียโดยเฉลี่ย 0.765 ± 0.333 และ 0.303 ± 0.304 มิลลิกรัม/ลิตร/ชั่วโมง ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อให้ *Chaetoceros* sp.

ระดับสาหร่ายเซลล์เดียว (เซลล์/มิลลิลิตร)	ค่าเฉลี่ย	Control
$2.70x10^{6} \pm 1.40x10^{3}$	0.765 ± 0.333	0.000
$1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$	0.303 ± 0.304	0.000

ผลการทดลองอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียเมื่อให้ *Chaetoceros sp.* ที่ระดับความหนาแน่นของ *Chaetoceros sp.* $2.70x10^{6} \pm 1.40x10^{3}$ และ$1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร พบว่า มีอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียเฉลี่ย 0.765 ± 0.333 และ 0.303 ± 0.304 มิลลิกรัม/ลิตร/ชั่วโมง ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อให้สาหร่ายในระดับที่สูงขึ้น แต่กลับมีอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียลดลง เนื่องจากการที่หอยมีกิจกรรมมากขึ้นทั้งการกรองและการหายใจ หอยย่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการพลังงานมาใช้ในกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น ทำให้หอยจำเป็นต้องเพิ่มปฏิกิริยาการเผาผลาญสารอาหารมากยิ่งขึ้นเพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้อย่างเพียงพอ แต่สารอาหารที่หอยใช้ในการย่อยสลายเพื่อให้ได้พลังงานเป็นอันดับแรก ได้แก่ ไกโคเจน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง ไม่ใช่โปรตีน ดังนั้นเมื่อเกิดปฏิกิริยาเผาผลาญจึงไม่เกิดของเสียในรูปของแอมโมเนีย จึงพบว่าอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียลดลง สำหรับ *Chaetoceros sp.* ที่ระดับความหนาแน่น $2.70 \times 10^{6} \pm 1.40 \times 10^{3}$ เซลล์/มิลลิลิตร หอยมีอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียสูงกว่าที่ระดับความหนาแน่น $1.35 \times 10^{7} \pm 7.00 \times 10^{4}$ เซลล์ /มิลลิลิตร อาจเป็นผลมาจากในระหว่างที่ทดลองหอยมีความเครียด ทำให้อัตราการกรองลดลง อัตราการหายใจลดลง การที่หอยทำกิจกรรมน้อยลงทั้งการกรองและการหายใจ ทำให้หอยมีปฏิกิริยาการเผาผลาญสารอาหารน้อยลง ดังนั้นจึงเกิดของเสียในรูปแอมโมเนียมากขึ้น แอมโมเนียเป็นของเสียรูปหนึ่งที่สัตว์ขับถ่ายออกจากร่างกายซึ่งแอมโมเนียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่เกิดจากขบวนการย่อยสลายโปรตีนของสัตว์ ตามปกติหอยสองฝาขับถ่ายของเสียมาในรูปของแอมโมเนียมากถึง 80-90% และในรูปของ amino-N (amino nitrogen) อีก 5-10% ขับถ่ายออกมาจากไต และต่อมเพริคาร์เดียล ซึ่งเรียกว่า Keber's Organ (pericardial gland) โดยหอยสองฝามีการควบคุมปริมาณไอออน (ionicregulation)โดยมีการปรับความเข้มข้นของสารประกอบในน้ำเลือดและของเหลวในร่างกายตลอดเวลา ทำให้มีการแลกเปลี่ยนของเสียกับสิ่งแวดล้อมภายนอกตลอดเวลา (เอกพล อ่วมนุช, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18788

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

(1) เมื่อให้ *Chaetoceros* sp. หอยตะโกรมกรามขาวมีอัตราการกรองสูงสุดที่ระดับความหนาแน่นสาหร่าย $1.35 \times 10^7 \pm 7.00 \times 10^4$ เซลล์/มิลลิลิตร และเมื่อให้ *Isochrysis* sp. หอยมีอัตราการกรองสูงสุดที่ระดับความหนาแน่นสาหร่าย $3.73 \times 10^6 \pm 7.00 \times 10^3$ เซลล์/มิลลิลิตร

(2) เมื่อให้ *Chaetoceros* sp. ในระดับความหนาแน่นที่สูงขึ้น หอยตะโกรมกรามขาวมีอัตราการหายใจสูงขึ้น และมีอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียลดลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

(1) ควรมีการเพิ่มระดับความหนาแน่นของ *Chaetoceros* sp. ให้มากขึ้น เนื่องจากระดับความหนาแน่นที่ได้ทดลองนั้นหอยตะโกรมกรามขาวยังคงมีอัตรากรองที่สูง

(2) ควรมีการศึกษาถึงชนิด และปริมาณของสาหร่ายเซลล์เดียวชนิดต่าง ๆ ที่มีความเหมาะสมต่อหอยตะโกรมกรามขาว เพื่อที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงและขุนพ่อแม่พันธุ์ให้มีการเจริญและพัฒนาการดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บรรณานุกรม

ปิยวรรณี ไหมละเอียด.2539.การตอบสนองทางสรีรวิทยาของหอยเจาะปะการังต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอย ความเค็ม และปริมาณทองแดง . วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพ ไพรพนาพงศ์.2543.การทดลองเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*) ด้วยวิธีต่าง ๆ ในอ่าวเขายั่ว จังหวัดระนอง .Mollusk Research in Asia,2000 : 23-24.

เอกพล อ่วมนุช. 2542.การพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri* . วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Bayne, B.L., A. J. S. Hawkins and E. Navarro.1987. Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia : Mollusca) in mixture of silt and algal cells at low concemtrations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 111 : 1-2.

Cahalan , J.A.,Scott E. Siddall and Mark W. Luckenbach. 1989. Effect of flow velocity, food concentration and particle flux on growth rate of juvenile bay scallops *Argopecten irradians*. . J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 129 : 45-60.

Cranford, P.J. and Jonathan Grant. 1990. Particle clearance and absorbtion of phytoplankton and detritus by the the sea scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 105 : 105-121.

Haure, J.,C. Penisson, S. Bougrier and J.P. Baud. 1998 .Influence of temperature on clearance and oxygen consumption rates of the flat oyster *Ostrea edulis* : determination of allometric coefficient. Aquaculture, 196 : 211- 224.

Newell, R.I.E, and Jordan, S.J.1983. Preferential ingestion of organic material by The American oyster Crassostrea virginica. Mar.Ecol. Prog. Ser .,13(2),81-A

Pechenik, J.A., Linda S.E., John W. and Brian L.B.1990.The influence of food concentration and temperature on growth and morphological differntiation of blue mussel *Mytilus edulis* L. larvae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 136 : 47-64 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pouvreau, S., Gerard J. and Dominique B. 1999. Filtration by the pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, under condition of loe seston load and small particle size in a tropical lagoon habitat .Aquaculture, 176 : 295- 314.Wildish, D.J. and M.P. Miyares. 1990. Filtration rate of blue mussels as a function of flow velocity : preliminary experiments. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 142 : 213- 219 .

Strickland, J.D.H.,and Parsons, T.R.1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis., Bulletin 167 (2 nd ed). Fisheries Research Board of Canada Ottawa.

Windows, J. Fieth, J.R., and Worrall, C.M.1985. Relation ship between seston, available food and feeding activity in the common mussel, *Mytilus edulis*, Mar. Biol, 50,195-207.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ผลการเปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวเมื่อชนิดและระดับความหนาแน่นของสาหร่ายเซลล์เดียวต่าง ๆ กัน

ANOVA

Source of Vari	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Density	0.0024703	1	0	9.4482644	0.0023026	3.8718326
Type	0.001352783	1	0	5.174049	0.023614	3.8718326
Interactio	0.014954343	1	0	57.196537	4.575E-13	3.8718326
Within	0.080528259	308	0			
Total	0.099305684	311				

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะโดย F-Test และ t-Test เปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาว เมื่อให้ *Chaetoceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{6} \pm 7.00x10^{3}$ เซลล์/มิลลิลิตร ระหว่างชุดทดลองกับControl

F-Test Two-Sample for Variances

ค่าเฉลี่ย	*Control*	
Mean	0.023	0.008
Variance	3E-06	0.000009
Observations	3	3
df	2	2
F	0.333333333	
P(F<=f) one-tail	0.25	
F Critical one-tail	0.052631677	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

ค่าเฉลี่ย	*Control*
Mean	0.023	0.008
Variance	3E-06	9E-06
Observations	3	3
Pooled Variance	6E-06	
Hypothesized Mean D	0	
df	4	
t Stat	7.5	
P(T<=t) one-tail	0.00084544	
t Critical one-tail	2.13184649	
P(T<=t) two-tail	0.00169087	
t Critical two-tail	2.77645086	

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะโดย F-Test และ t-Test เปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาว เมื่อให้ *Chaetoceros* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $1.35x10^{7} \pm 7.00x10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร ระหว่างชุดทดลองกับControl

F-Test Two-Sample for Variances

	ค่าเฉลี่ย	*Control*
Mean	0.042333333	0.012
Variance	3.33333E-07	0.000036
Observations	3	3
df	2	2
F	0.009259259	
P(F<=f) one-tail	0.009174312	
F Critical one-tail	0.052631677	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ค่าเฉลี่ย	*Control*
Mean	0.04233333	0.012
Variance	3.3333E-07	3.6E-05
Observations	3	3
Pooled Variance	1.8167E-05	
Hypothesized Mean D	0	
df	4	
t Stat	8.7162192	
P(T<=t) one-tail	0.00047712	
t Critical one-tail	2.13184649	
P(T<=t) two-tail	0.00095424	
t Critical two-tail	2.77645086	

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะโดย F-Test และ t-Test เปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาว เมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73 \times 10^{6} \pm 1.19 \times 10^{3}$ เซลล์/มิลลิลิตร ระหว่างชุดทดลองกับ Control

F-Test Two-Sample for Variances

	ค่าเฉลี่ย	*Control*
Mean	0.040333333	0.0083333
Variance	3.33333E-07	0.0001403
Observations	3	3
df	2	2
F	0.002375297	
P(F<=f) one-tail	0.002369668	
F Critical one-tail	0.052631677	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	ค่าเฉลี่ย	*Control*
Mean	0.04033333	0.00833
Variance	3.3333E-07	0.00014
Observations	3	3
Pooled Variance	7.0333E-05	
Hypothesized Mean D	0	
df	4	
t Stat	4.67320688	
P(T<=t) one-tail	0.0047478	
t Critical one-tail	2.13184649	
P(T<=t) two-tail	0.00949561	
t Critical two-tail	2.77645086	

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะโดย F-Test และ t-Test เปรียบเทียบอัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาว เมื่อให้ *Isochrysis* sp. ที่ระดับความหนาแน่น $3.73 \times 10^{7} \pm 1.19 \times 10^{4}$ เซลล์/มิลลิลิตร ระหว่างชุดทดลองกับ Control

F-Test Two-Sample for Variances

	ค่าเฉลี่ย	*Control*
Mean	0.028	0.0116667
Variance	1E-06	0.0001333
Observations	3	3
df	2	2
F	0.0075	
P(F<=f) one-tail	0.007444169	
F Critical one-tail	0.052631677	

t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances

	ค่าเฉลี่ย	*Control*
Mean	0.028	0.01167
Variance	1E-06	0.00013
Observations	3	3
Hypothesized Mean D	0	
df	2	
t Stat	2.44086386	
P(T<=t) one-tail	0.06737003	
t Critical one-tail	2.91998731	
P(T<=t) two-tail	0.13474005	
t Critical two-tail	4.30265573	

ภาพผนวกที่ 1 หน่วยการทดลองในการศึกษาอัตราการกรองของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. การเตรียมอาหาร

การทดลองนี้เลือกใช้สาหร่ายเซลล์เดียว *Isochrysis* sp. และ *Chaetoceros* sp. เนื่องจากเป็นสาหร่ายที่เหมาะสมต่อหอยสองฝา เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง การเพาะเลี้ยงแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

(1) การเลี้ยงภายในห้องปฏิบัติการ ทำโดยการนำ *Isochrysis* sp. และ *Chaetoceros* sp.มาเพาะเลี้ยงในอาหารวุ้น เมื่อเจริญเติบโตจนได้กลุ่มเซลล์ (colony) ที่มีขนาดใหญ่จนสามารถตรวจและเก็บกลุ่มเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ จึงเลือกเก็บกลุ่มเซลล์ที่ไม่มีการปนเปื้อนไปเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีความเค็มอยู่ในช่วง 25-28 ส่วนในพันส่วน ให้อาหารตามสูตร Conway (Conway's medium) ที่ความเข้มแสง 3,500 ลักซ์ อุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส เลี้ยงไว้ในหลอดทดลองขนาด 5 มิลลิลิตร นับจำนวนเซลล์ด้วยสไลด์นับเม็ดเลือด เมื่อได้จำนวนเซลล์เข้มข้นประมาณ $2x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร จึงนำไปขยายลงเลี้ยงในขวดแก้วรูปชมพู่ เลี้ยงจนได้ความเข้มข้นดังกล่าวจึงขยายลงในขวดแก้วขนาด 1 ลิตร ที่สะอาดแล้วจึงนำไปเลี้ยงขยายต่อภายนอกห้องปฏิบัติการ

(2) การเพาะเลี้ยง *Isochrysis* sp. และ *Chaetoceros* sp. ภายนอกห้องปฏิบัติการ สามารถทำได้โดยการนำหัวเชื้อ *Isochrysis* sp. และ *Chaetoceros* sp.ที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการมาเลี้ยงขยายในโหลแก้วขนาดความจุ 10 ลิตร ความเค็ม 25-28 ส่วนในพันส่วน โดยใช้สูตรอาหาร Conway 10 มิลลิลิตรต่อน้ำทะเล 10 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. วิธีการวิเคราะห์แอมโมเนียในน้ำตัวอย่าง (Strickland and Parson, 1972)

วัดได้ในช่วงความเข้มข้น 0.1 – 10 (ppm)

หลักการ

น้ำทะเลจะถูกตรึงใน Alkaline citrate medium ด้วย Sodium hypochlorite และ Phenol ให้อยู่ในรูปของ Sodium nitroprusside จะได้เป็นสารละลายสีฟ้า (idophenol formed)

อุปกรณ์

Flask 125 มิลลิลิตร 3 ชุด

น้ำกลั่น

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำทะเลโดยใช้ขวดแก้วหรือ Polyethylene และควรวิเคราะห์ภายใน 1 – 2 ชั่วโมง ถ้าเก็บไว้นานกว่านี้ควรแช่เย็นไว้แต่ไม่ควรเก็บไว้หลายวัน

Reagent

1.De-ionized water

นำน้ำกลั่นมาไล่แอมโมเนียออกโดยผ่านคอลัมน์ที่บรรจุเรซิน (cation exchange resin) ยาวประมาณ 30 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 – 2 เซนติเมตร

2.Phenol solution

ละลาย ผง Crystaline analytical reagent grade phenol 20 กรัม ใน Ethyl alcohol 95% V/V 200มิลลิลิตร

3.Sodium niprusside solution

ละลาย Sodium niprusside 1.0 กรัมในน้ำกลั่น De-ionized 200 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชา (สามารถเก็บไว้ได้นาน 1 เดือน)

4.Alkaline reagent

ละลาย Sodium citrate 100 กรัม Sodium hydroxide (Al grade) 5 กรัม ในน้ำกลั่น De-ionized 500 มิลลิลิตร

*ใช้ได้ตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.Sodium hypochlorite solution

- นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ตามวิธี ข้อ 1 – 3
- คำนวณค่าที่แท้จริงจากค่า F

$$F = \frac{3.0}{Es - Eb}$$

เมื่อ

Es = ค่าเฉลี่ยที่ได้จาก standard

Eb = ค่าเฉลี่ยที่ได้จาก blanks

ค่า F ที่ถูกต้อง ต้องได้ใกล้เคียงกับ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้