

การเปลี่ยนแปลงดัชนีความสมบูรณ์และภาวะเจริญพันธุ์ของหอยตะไครม
กรามขาว (*Crassostrea belcheri*, Sowerby 1871) และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม
ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

VARIATION OF CONDITION INDEX AND MATURITY OF TROPICAL
OYSTER, *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871) AND ENVIRONMENTAL
CONDITIONS IN THE BANDON BAY, SURATTHANI PROVINCE



เลขหมู่.....132336
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี...1.7.ก.ค. 2557

b. 12619649
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ KMITL-2014-AG-M-081-157 อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**VARIATION OF CONDITION INDEX AND MATURITY OF TROPICAL
OYSTER, *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871) AND ENVIRONMENTAL
CONDITIONS IN THE BANDON BAY, SURATTHANI PROVINCE**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FISHERIES SCIENCE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับคนที่ลงทะเบียนที่ **KMITL-2014-AG-M-081-157** มอนูญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2014

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เช่าเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การเปลี่ยนแปลงดัชนีความสมบูรณ์และภาวะเจริญพันธุ์ของหอยตะไคร่โครมครามขาว (*Crassostrea belcheri* Sowerby 1871) และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Variation of Condition Index and Maturity of Tropical Oyster, *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871) and Environmental Conditions in the Bandon Bay, Suratthani Province

นักศึกษา นางสาวทวิรัตน์ คาบเงิน

รหัสประจำตัว 52641005

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การประมง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ	
ผศ.ดร.พงษ์เทพ วิไลพันธ์	
รศ.ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ	
ผศ.ดร.อัจฉรี เรืองเดช	
ดร.อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปีที่สอบ 25 เมษายน 2557

สถานที่สอบ ห้องประชุม A 209 (ชั้น 2 ตึกเจ้าคุณทหาร)

คณบดีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ระบุชื่อเป็นการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปลี่ยนแปลงดัชนีความสมบูรณ์และภาวะเจริญพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาว (<i>Crassostrea belcheri</i> , Sowerby 1871) และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
นักศึกษา	นางสาวทวิรัตน์ ดาบเงิน
รหัสประจำตัว	52641005
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การประมง
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร. อนุรักษ์ เจริญพรนิพัทธ์

บทคัดย่อ

หอยตะไกรกรมขาว (*Crassostrea belcheri*) หรือหอยนางรมพันธุ์ใหญ่เป็นหอยที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากที่สุดของตลาดในประเทศ พบเลี้ยงกันมากในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในปัจจุบันพื้นที่การเลี้ยงหอยได้ขยายพื้นที่มากขึ้น รวมทั้งปัญหาน้ำเสียที่ระบายจากกิจกรรมต่าง ๆ โดยรอบอ่าว ทำให้คุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนเสื่อมโทรมลง อาจส่งผลให้ผลผลิตและคุณภาพของหอยตะไกรกรมขาวลดลง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาดัชนีความสมบูรณ์และภาวะเจริญพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาว และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง โดยดำเนินการศึกษาระยะยาวที่บริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาว ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ผลการศึกษาพบว่า ความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 มีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยตะไกรกรมขาวดีที่สุด ค่าดัชนีความสมบูรณ์เฉลี่ยของหอยตะไกรกรมขาวในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 มีค่าสูงที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 192.82 ± 15.33 และในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีค่าต่ำที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 120.47 ± 21.96 องค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาวพบว่า ไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นที่พบมากที่สุด ในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาว คิดเป็นร้อยละ 86.53 ปริมาณของอาหารที่พบในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 มากที่สุด และพบน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 โดยพบจำนวนหอยตะไกรกรมขาวเพศเมียมากกว่าเพศผู้ คิดเป็นร้อยละ 65.83 และ 32.50 ตามลำดับ มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:2.03 อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของหอยตะไกรกรมขาวในรอบปีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบหอยตะไกรกรมขาวที่มีเพศแฝง (มีทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียในตัวเดียวกัน) คิดเป็นร้อยละ 1.67 หอยตะไกรกรมขาวมีระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียทั้งหมด 4 ระยะ คือ 1) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ยังไม่เจริญ (immature stage), 2) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์กำลังเจริญ (maturation stage), 3) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (mature or ripe stage) และ 4) ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ (spawned or spermiated stage) หอยตะไกรกรมขาวมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี โดยพบหอยตะไกรกรมขาวเพศผู้และเพศเมียมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเจริญเต็มที่มากที่สุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 66.67 และ 90.00 ตามลำดับ และพบน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 20.00 และ 6.67 ตามลำดับและหอยตะไกรกรมขาวเพศผู้อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 50.00 และไม่พบหอยเพศผู้ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 และหอยตะไกรกรมขาวเพศเมียอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 73.33 และไม่พบหอยเพศเมียอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 สำหรับคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอน อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาว ยกเว้นความเค็มของน้ำในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งความเค็มของน้ำเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตดัชนีความสมบูรณ์ การกินอาหาร และการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาวมากที่สุด ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการและพัฒนาการเลี้ยงหอยนางรมตลอดจนสามารถวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยนางรมเพื่อการค้าในอ่าวบ้านดอนและพื้นที่เลี้ยงหอยอื่น ๆ ในเขตรือน้อย่างยั่งยืนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Variation of condition index and maturity of tropical oyster, <i>Crassostrea belcheri</i> (Sowerby, 1871) and environmental conditions in the Bandon Bay, Suratthani Province
Student	Miss. Thawinan Dabngoen
Student ID.	52641005
Degree	Master of Science
Program	Fisheries Science
Year	2014
Thesis Advisor	Dr. Ananya Jarernpornnipat

ABSTRACT

Tropical oyster or white-scar oyster (*Crassostrea belcheri*) is one of the most popular mollusk production for domestic consumption. It has been mainly cultured area in the Bandon Bay, Suratthani Province. Recently, the expansion of shellfish cultured areas and waste water discharge from the various activities have caused deterioration of water quality that might decrease mollusk production and quality. This study aimed to investigate the condition index and maturity of *C. belcheri* and their related environmental conditions in the Bandon Bay. The sampling was carried out during December 2010 to October 2011 every two month. The environmental parameters were analyzed and correlated to condition index. The results showed that oyster shell lengths were significantly correlated with the wet and dry meat weight ($p < 0.05$). The best allometric relationships between shell length with the wet and dry meat weight in April 2011. The seasonal variation of oyster condition index was significant difference ($p < 0.05$). The mean condition index of oyster was highest in April 2011 (192.82 ± 15.33), whereas condition index was lowest in December 2010 (120.47 ± 21.96). The stomach content was composed of phytoplankton, mostly diatoms (86.53%). The highest frequencies in stomach content were recorded in June 2011, while the lowest of stomach content in December 2010. The sex ratio of *C. belcheri* was 1:2.03 (male:female), the difference was not significant (Chi-square, $p > 0.05$), and hermaphrodites were observed (1.67%). The reproductive cycle of *C. belcheri* was classified into four stages: 1) immature; 2) maturation; 3) mature and 4) spawned (females) or spermiated (males). The oysters could develop the reproductive cell throughout the year. The highest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

frequencies of mature males and females were recorded in April 2011 (66.67% and 90.00%, respectively), while the lowest of mature males and females in December 2010 (20.00% and 6.67%, respectively). The highest frequencies of spermiated males were recorded in October 2011 (50.00%), while no spermiated males were recorded in April 2011. The highest frequencies of spawned females were recorded in December 2010 (73.33%), while no spawned females were recorded in February 2011. Water quality conditions in the Bandon Bay are suitable for the oyster aquaculture, except the water salinity in December 2010. The water salinity was environmental factor affecting the growth, condition index, feeding and reproductive development of the oyster. These findings are applicable to the management and development oyster aquaculture system, and planning to the commercial harvest within Bandon Bay and other tropical regions.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ดร.อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์ ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รวมถึงให้ความรู้ ความช่วยเหลือ และคำแนะนำ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. พงษ์เทพ วิไลพันธ์ ที่กรุณาให้เกียรติเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ภายนอกในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำ รวมถึงการตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ รศ.ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ ผศ.ดร. อัจฉรี เรืองเดช กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณสุริยศักดิ์ วงศ์ทองแก้ว ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการจัดหาตัวอย่างหอยตะไคร้กรมกรามขาวเพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนคอยอำนวยความสะดวกในเรื่องของการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์

ขอขอบคุณเจ้าของแหล่งข้อมูล งานวิจัยหรือบทความทุก ๆ บทความ ที่ข้าพเจ้าได้นำมาใช้ประกอบเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุดของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รวมทั้งหน่วยงานทุก ๆ หน่วยงาน ที่อำนวยความสะดวกในการค้นคว้าหาข้อมูล

ขอขอบคุณพี่ปริญญาโท คุณสิทธิชัย ลางกุลานนท์ คุณสุจิตรา สมัครามัญ และเพื่อน ๆ น้อง ๆ หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษาแนะนำ และช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ผู้ที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้าอย่างดีมาโดยตลอด รวมถึงการส่งเสริมในด้านการศึกษา จนทำให้ข้าพเจ้ามีอนาคตที่ดีในวันนี้ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ทิวินทร์ ดาบเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ชีวิตวิทยาของหอยนางรม.....	4
2.1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยนางรม.....	4
2.1.2 ชนิดของหอยนางรมที่พบในประเทศไทย.....	5
2.1.3 แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจายของหอยนางรม.....	8
2.2 การเจริญเติบโตของหอยนางรม.....	9
2.2.1 วงจรชีวิตของหอยนางรม.....	9
2.2.2 รูปแบบการเจริญเติบโตของหอยนางรม.....	11
2.2.3 การกินอาหารและอัตราการกรองอาหารของหอยนางรม.....	14
2.2.4 อาหารของหอยนางรม.....	19
2.2.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม.....	20
2.3 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรม (Condition Index, CI).....	27
2.4 ภาวะเจริญพันธุ์ของหอยนางรม.....	29
2.4.1 การสืบพันธุ์ของหอยนางรม.....	29
2.4.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการสืบพันธุ์ของหอยนางรม.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	35
3.1 สถานที่ศึกษา.....	35
3.2 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโต และดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่ กรมขาว.....	36
3.2.1 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไคร่กรมขาว.....	36
3.2.2 การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมขาว.....	37
3.3 การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไคร่ กรมขาว.....	37
3.4 การศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไคร่ กรมขาว.....	38
3.4.1 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไคร่กรมขาว.....	38
3.4.2 ระยะเวลาพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไคร่กรมขาว.....	38
3.5 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่ กรมขาว.....	39
3.5.1 คุณภาพน้ำ.....	39
3.5.2 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์.....	41
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	41
3.7 สถานที่ทำการวิจัย.....	42
3.8 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	42
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	43
4.1 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไคร่กรมขาว.....	43
4.2 การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมขาว.....	46
4.3 การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไคร่ กรมขาว.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 การศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรม กรมขาว.....	53
4.4.1 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรมกรมขาว.....	53
4.4.2 ระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรมกรมขาว.....	54
4.5 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรม กรมขาว.....	60
4.5.1 คุณภาพน้ำ.....	60
4.5.2 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนในอ่าว บ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี.....	66
บทที่ 5 วิจัยผลการศึกษา.....	73
5.1 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไกรมกรมขาว.....	73
5.2 การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรมขาว.....	73
5.3 การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรม กรมขาว.....	76
5.4 การศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรม กรมขาว.....	77
5.4.1 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรมกรมขาว.....	77
5.4.2 ระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรมกรมขาว.....	78
5.5 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรม กรมขาว.....	80
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	85
6.1 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไกรมกรมขาว.....	85
6.2 การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรมขาว.....	85
6.3 การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรม กรมขาว.....	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.4 การศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรม	
กรมขาว.....	86
6.4.1 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรมกรมขาว.....	86
6.4.2 ระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรมกรมขาว.....	86
6.5 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรม	
กรมขาว.....	87
บรรณานุกรม.....	88
ภาคผนวก.....	96
ประวัติผู้เขียน.....	106



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การแพร่กระจายและการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในสกุล <i>Crassostrea</i> ในบริเวณแถบเขตร้อน.....	9
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย และมวลชีวภาพของหอย (allometric relationship) เมื่อ W_{ww} , W_{dw} และ W_{afdW} คือ น้ำหนักเนื้อหอยสด, น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง และน้ำหนักเนื้อหอยแห้งปราศจากเด้า ตามลำดับ A และ B คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ผันแปรตามสถานที่ที่แตกต่างกันในแนวปะการังบริเวณ Galveston Bay, Texas, USA โดย A มีค่าอยู่ในช่วง 27.229-60.170 และ B มีค่าอยู่ในช่วง 29.408-46.390 ตามลำดับ.....	12
2.3	ช่วงความเค็มและอุณหภูมิของหอยนางรมชนิดต่าง ๆ ที่พบในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน.....	24
4.1	ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	46
4.2	องค์ประกอบชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาวบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	49
4.3	เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมขาวบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	54
4.4	ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาวเพศผู้ บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	58
4.5	ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาวเพศเมีย บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	59
4.6	องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร) บริเวณฟาร์มหอยตะไกรกรมขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.7	องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของเพลงก็ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลิตร) บริเวณฟาร์มหอยตะไกรกรมขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	71
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวกับ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาวระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	72



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและอวัยวะภายในของหอยนางรม (<i>C. gigas</i>).....	5
2.2	ลักษณะด้านในเปลือกซ้ายและด้านนอกเปลือกขวาของหอยนางรมชนิดต่างๆ เมื่อ (ก) คือ หอยนางรมปากจีบ (<i>Saccostrea</i> sp.) (ข) คือ หอยตะโกรมกรามขาว (<i>Crassostrea belcheri</i>) และ (ค) คือ หอยตะโกรมกรามดำ (<i>Crassostrea iredalei</i>).....	7
2.3	วงจรชีวิตของหอยนางรม (<i>C. gigas</i>).....	10
2.4	การเจริญเติบโตของหอยนางรมพันธุ์ <i>C. virginica</i> เมื่อ A) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย (mm) กับน้ำหนักเนื้อหอยสด (g), B) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย (mm) กับน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง (g), C) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย (mm) กับน้ำหนักเนื้อหอยแห้งปราศจากเถ้า (g) และ D) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง (g) กับน้ำหนักเนื้อหอยสด (g), สมการคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย และมวลชีวภาพของหอย และค่า r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient).....	13
2.5	กลไกการกรองอาหารของหอยนางรม.....	15
2.6	การติดตั้งระบบการทดลองสำหรับประเมินอัตราการกรองในหอยสองฝาโดยวิธีทางตรง.....	17
2.7	การลดลงในความเข้มข้นของเซลล์สำหรับระหว่างทำการทดลองวัดอัตราการจับและอัตราการกรองในหอยแมลงภู่มะพร้าว (<i>Mytilus edulis</i>) บริเวณลูกศร แสดงการเพิ่มขึ้นของอนุภาคสารแขวนลอยสำหรับ ในขณะที่ slope ของเส้น แสดงถึงอัตราการกรอง.....	18
2.8	ชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะหอยนางรมพันธุ์ <i>C. gigas</i>	20
2.9	การเปลี่ยนแปลงรายเดือนของค่าดัชนีความสมบูรณ์และน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยนางรมพันธุ์ <i>C. gigas</i> ในประเทศออสเตรเลีย.....	29
2.10	ระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของหอยนางรมพันธุ์ <i>C. gasar</i>	32
3.1	แผนที่แสดงพื้นที่อ่าวบ้านดอน และฟาร์มเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาว ใน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดของหอยตะไกรกรมขาว (allometric relationship) ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	44
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยตะไกรกรมขาว (allometric relationship) ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	45
4.3	ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554...	47
4.4	องค์ประกอบชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาว บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	51
4.5	ร้อยละความถี่ของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาว บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	53
4.6	ระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของหอยตะไกรกรมขาว บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	56
4.7	หอยตะไกรกรมขาวเพศแฝงที่มีทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียในตัวเดียวกัน บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี.....	57
4.8	ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาวเพศผู้ บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	58
4.9	ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาวเพศเมีย บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.10	คุณภาพน้ำบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะโกรมครามขาว เมื่อ A – ความลึก, B – ความโปร่งแสง, C - ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ, D – อุณหภูมิ, E – ความเค็ม, F – ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และ G – ความเป็นกรดเบส (pH) ของน้ำ.....	63
4.11	ปริมาณไนเตรท และออร์โธฟอสเฟตในน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะโกรมครามขาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	65
4.12	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะโกรมครามขาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	66
4.13	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณฟาร์มหอยตะโกรมครามขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554.....	72

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*) เป็นหอยนางรมที่พบอาศัยในเขตร้อน (tropical oyster) เป็นหอยสองฝาที่จัดเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินที่อาศัยอยู่บนพื้นท้องทะเล (epifauna) แพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามบริเวณปากแม่น้ำ เป็นสัตว์น้ำที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้าง (euryhaline) (Angell, 1986; Yoosukh, 2000) การเพาะเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยเริ่มขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2485 โดยหอยตะโกรมกรามขาวเป็นหอยนางรมชนิดหนึ่งที่มีการเพาะเลี้ยงมาก มีความต้องการทั้งตลาดในประเทศและตลาดต่างประเทศ เนื่องจากมีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เป็นหอยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากชนิดหนึ่งในประเทศไทย โดยมีแหล่งเพาะเลี้ยงหลักอยู่ในบริเวณพื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (บรรจง เทียนสังข์ศรี, 2543; Songsaeng *et al.* 2010; Thupila *et al.* 2011) เป็นอ่าวขนาดใหญ่บนฝั่งทะเลอ่าวไทยด้านตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่ประมาณ 480 ตารางกิโลเมตร บริเวณตั้งแต่แหลมชุย อำเภอไชยา ทางทิศเหนือ จนถึงปากน้ำท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ ทางทิศใต้ ลักษณะชายฝั่งทะเลตลอดทั้งอ่าวมีความลาดชันน้อย เป็นบริเวณน้ำตื้น หาดโคลนขนาดใหญ่ และมีป่าชายเลนขึ้นตลอดแนวชายฝั่ง มีแม่น้ำตาปีและลำคลองต่าง ๆ 18 คลอง ที่นำน้ำท่าปริมาณมากไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนตลอดทั้งปี ทำให้ระดับความเค็มของน้ำในอ่าวไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ยังนำพาตะกอน รวมทั้งปริมาณสารอาหารที่ถูกพัดพามากับน้ำท่าไหลลงสู่อ่าว ซึ่งปริมาณน้ำท่าและแร่ธาตุอาหารเหล่านี้จะส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชที่เป็นผู้ผลิตขั้นต้นที่สำคัญในห่วงโซ่อาหารมีการผลิตสูง ทำให้อ่าวบ้านดอนมีความอุดมสมบูรณ์ เหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งวางไข่ตามธรรมชาติ การอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน และเป็นแหล่งอาหารของหอยหลายชนิด เช่น หอยนางรม หอยแครง หอยแมลงภู่ หอยลาย รวมถึงปูทะเล และกุ้งทะเล เป็นต้น ทั้งยังเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงหอยบริเวณชายฝั่งที่มีคุณภาพอีกด้วย (Wattayakorn *et al.* 2001; Jarempornnipat *et al.* 2003; ประดิษฐ์ชนชื่นชอบ และ สุพากร แก้วอักษร, 2548)

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงหอยในอ่าวบ้านดอนได้หันมานิยมเลี้ยงหอยแครงกันมากขึ้น เนื่องจากได้ผลตอบแทนที่เร็วและมากกว่า แต่เนื่องจากความเป็นเอกลักษณ์ของหอยตะโกรมกรามขาวที่บริเวณอ่าวบ้านดอน จึงมีชาวบ้านไปทำการเพาะเลี้ยงจำนวนมาก ทำให้เกิดการจัดการแบ่งพื้นที่ของเกษตรกรในลักษณะที่เป็นฟาร์มหอยและเพื่อเพิ่มผลผลิตหอย โดยพื้นที่ในการเลี้ยงหอยนางรมระหว่างปี พ.ศ. 2546 ถึง พ.ศ. 2552 มีพื้นที่เลี้ยงประมาณ 3,610-4,142 ไร่ ปริมาณหอยนางรมที่จับได้ไม่ต่ำกว่าครึ่งตัน อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จากฟาร์มเลี้ยงมีปริมาณมากกว่า 14,000 ตัน ในปี พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2552 และมีมูลค่าสุทธิ 190 - 222 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2553) แม้ว่าอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ชื่อว่าเป็นแหล่งที่มีการเลี้ยงหอยนางรมพันธุ์ตะโกรมกรามขาวมากที่สุดจังหวัดหนึ่ง เนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศที่เอื้อต่อการดำรงชีวิตของหอย และมีอาหารอุดมสมบูรณ์ แต่ปัจจุบันสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนเปลี่ยนแปลงไป อันเป็นผลมาจากน้ำเสียที่ระบายจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม การทำเกษตรกรรม และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณโดยรอบอ่าวบ้านดอนที่ปล่อยลงสู่อ่าว ทำให้คุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนเสื่อมโทรมลง ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อการเพาะเลี้ยงหอย ถ้ำแหล่งเลี้ยงหอยอยู่ใกล้บริเวณดังกล่าว อาจจะทำให้หอยตายได้ (บรรจง เทียนส่งรัมย์, 2543; Jarempornipat *et al.* 2003) ในขณะเดียวกัน ปัญหาการฟุ้งกระจายของตะกอนในระหว่างที่มีการเก็บผลผลิตหอยแครง เนื่องจากการเก็บผลผลิตหอยแครงจะใช้วิธีคราดเอาตัวหอยแครงซึ่งจมอยู่ใต้โคลนเลนขึ้นมา ขณะที่คราดจะเกิดการฟุ้งกระจายของตะกอน ทำให้น้ำทะเลขุ่น เมื่อหอยนางรมเปิดเปลือกให้น้ำผ่านเข้าเพื่อกรองอาหารจากน้ำ ตะกอนและโคลนเลนที่ติดเข้าไปจะทำให้ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำลง เนื่องจากอนุภาคตะกอนไปอุดซี่เหงือก มีผลทำให้หอยเจริญเติบโตช้า หรืออาจทำให้หอยนางรมตายในที่สุด (กรมประมง, 2540; Jarempornipat *et al.* 2003) นอกจากนี้ ภัยธรรมชาติก็มีส่วนทำให้หอยนางรมในแหล่งเพาะเลี้ยงตายครั้งละมาก ๆ ดังจะเห็นได้จากเมื่อปี พ.ศ. 2539 ได้เกิดฝนตกหนักทั่วบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานี เกิดอุทกภัยในทุกอำเภอ น้ำจืดจำนวนมากไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานกว่า 1 เดือน เป็นเหตุให้น้ำทะเลมีระดับความเค็มต่ำติดต่อกันเป็นเวลานาน ส่งผลให้หอยที่เลี้ยงในอ่าวบ้านดอนรวมทั้งหอยตะโกรมตายทั้งหมดคิดเป็นมูลค่าความเสียหายถึง 869.9 ล้านบาท (อนุวัฒน์ รัตนโชติ และ กฤตพล ยงวิเศษสรชัย, 2543) ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ (2546) รายงานว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะเลี้ยงหอยทุกชนิดต้องอาศัยความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ซึ่งมีการใช้ดัชนีทางชีวภาพในการวัดการตอบสนองของสัตว์ทะเล เช่น หอย ต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกันอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่จะศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะต่าง ๆ ของหอยนางรม เช่น ปริมาณคาร์บอน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน น้ำหนักเปียกและน้ำหนักแห้งของเนื้อหอยนางรมสด และการวัดขนาดต่าง ๆ ของเปลือกหอยนางรม (Austin and Haven, 1993) นอกจากนี้ยังมีการใช้หอยนางรมในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมกันอย่างแพร่หลาย ปัจจัยทางสรีรวิทยาบางปัจจัย เช่น การวางไข่ และการเจริญเติบโต สามารถบ่งชี้ถึงมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมได้ ในขณะเดียวกันมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมนี้ก็จะสามารถส่งผลกระทบต่อปัจจัยทางสรีรวิทยาเหล่านี้เช่นกัน ซึ่งดัชนีความสมบูรณ์ (Condition Index) ของหอยเป็นค่าที่ใช้ในการประเมินคุณภาพเนื้อหอยและผลผลิตของหอยที่ได้จากการเพาะเลี้ยง โดยดัชนีความสมบูรณ์ของหอยอาจจะได้รับผลกระทบจากปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ และกิจกรรมภายในร่างกายช่วง

เอกลีกรวมเป็นเอกสารหนึ่งฉบับที่ปรึกษาทางวิชาการซึ่งมีเนื้อหาสาระที่สอดคล้องกับเนื้อหาในร่างกฎกระทรวง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างที่วางไข่ได้ (Rebello *et al.* 2005) ดังนั้น การศึกษารังนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโต ดัชนีความสมบูรณ์ และภาวะเจริญพันธุ์ของหอยนางรมพันธุ์ตะโกรมครามขาว (*C. belcheri*) รวมทั้งปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะโกรมครามขาว เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการและพัฒนาการเลี้ยงหอยนางรม ตลอดจนสามารถวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยนางรมเพื่อการค้าในอ่าวบ้านดอน และพื้นที่เลี้ยงหอยอื่นๆ ในเขตร้อนอย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะโกรมครามขาว (*Crassostrea belcheri*)
- 1.2.2 เพื่อศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะโกรมครามขาว (*Crassostrea belcheri*)
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะโกรมครามขาว (*Crassostrea belcheri*)
- 1.2.4 เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะโกรมครามขาว (*Crassostrea belcheri*)

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการและพัฒนาการเลี้ยงหอยนางรมในอ่าวบ้านดอนและพื้นที่เลี้ยงหอยอื่นๆ ในเขตร้อนอย่างยั่งยืนต่อไป
- 1.3.2 สามารถนำข้อมูลค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะโกรมครามขาวในรอบปีไปวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยตะโกรมครามขาวเพื่อการค้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีวิตวิทยาของหอยนางรม

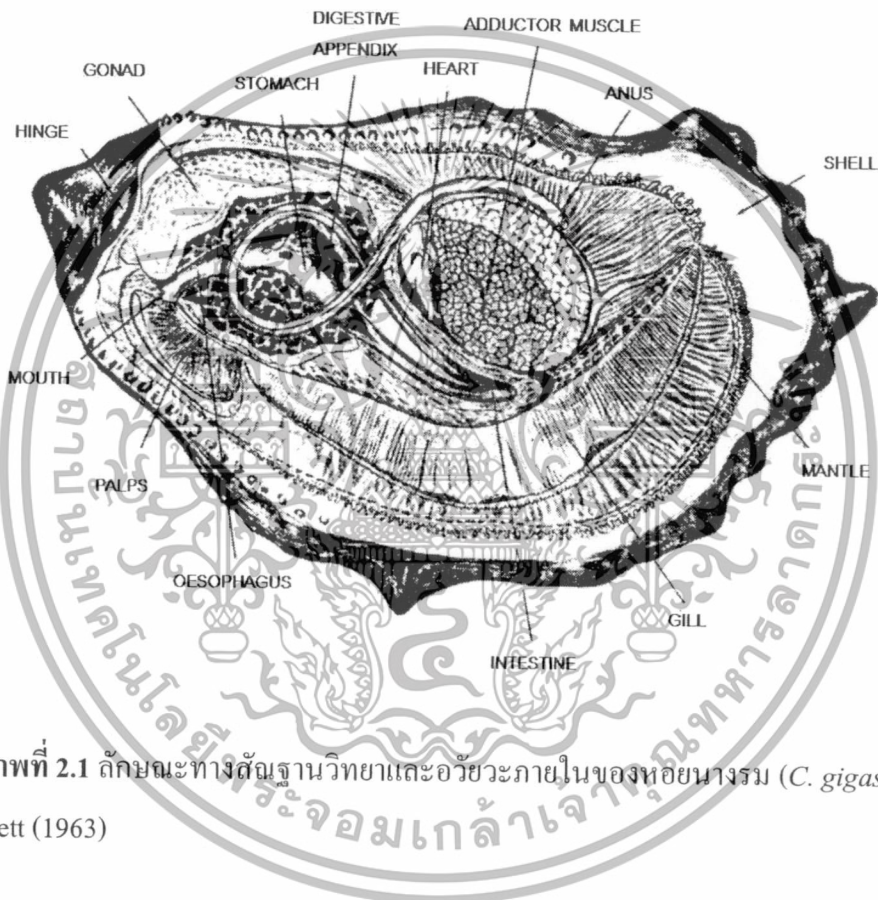
2.1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหอยนางรม

หอยนางรมเป็นหอยสองฝาในครอบครัว Ostreoidae จัดเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินที่อาศัยอยู่บนพื้นท้องทะเล (epifauna) มีลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ แต่องค์ประกอบภายในตัวของหอยนางรมจะเหมือนกัน และสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

2.1.1.1 เปลือก (shell) หอยนางรมเป็นหอยสองฝาที่มีเปลือกทั้งสองข้างมีขนาดไม่เท่ากัน เปลือกด้านซ้ายเป็นเปลือกหอยที่อยู่ด้านล่างติดกับวัตถุต่าง ๆ เป็นเปลือกที่มีขนาดใหญ่มีลักษณะเป็นถ้วย ส่วนเปลือกด้านขวาของหอยซึ่งเป็นเปลือกด้านบนจะมีลักษณะแบนเรียบและมีขนาดเล็กกว่า เปลือกหอยนางรมทั้งสองเชื่อมติดกันด้วยบานพับ ลักษณะเปลือกหอยนางรมส่วนมากมีรูปร่างยาวรีหรือค่อนข้างกลมอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะของพื้นที่ เช่น ก้อนหิน เสาหิน หน้าผา ซากปะการัง เปลือกหอยที่ตายแล้วหรือตามลำต้นและรากของไม้ป่าชายเลน หรือหอยนางรมที่มีการเจริญเติบโตในบริเวณที่มีระดับความเค็มต่ำจะมีเปลือกที่อ่อน ไม่แข็ง ส่วนหอยนางรมที่เจริญเติบโตในบริเวณที่มีระดับความเค็มสูง เปลือกของหอยนางรมจะแข็งแต่เปราะมากกว่าในบริเวณที่มีระดับความเค็มต่ำ เปลือกด้านบนอกมีสีต่างกันไปโดยอาจมีสีขาวคล้ำ สีเทา สีม่วง ด้านในของเปลือกมักมีสีขาวนูนหรืออาจมีสีอื่นปะปนบ้าง บางชนิดเป็นเงามัน รูปร่างลักษณะของเปลือกหอยนางรมแม้จะเป็นชนิดเดียวกันอาจพบลักษณะภายนอกที่ต่างกัน เช่น ถ้าหอยเจริญเติบโตแบบเดี่ยว ๆ บนพื้นที่ค่อนข้างนุ่ม เปลือกหอยจะมีลักษณะยาวรีและค่อนข้างเรียบ ถ้าหอยเจริญเติบโตบนพื้นแข็ง เปลือกมักจะมีลักษณะขรุขระไม่เป็นทรง เปลือกด้านซ้ายจะลึกลง โดยเฉพาะถ้าเจริญเติบโตร่วมกับหอยตัวอื่น ๆ เปลือกของหอยนางรมประกอบด้วยสารประกอบหลัก 3 ชนิด คือ calcite, aragonite และ conchiolin องค์ประกอบหลักของเปลือกประกอบด้วยผลึกของแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ ส่วนชั้นนอกสุดของเปลือกจะเป็นสารพวก conchiolin มากที่สุด ซึ่งเป็นชั้นที่บางและหลุดออกได้ง่าย (เผด็จศักดิ์ และคณะ. 2546; อรณูช ปรางทอง. 2546; Yoosukh. 2000)

2.1.1.2 ตัวหอย (body) อยู่ภายในเปลือกประกอบด้วยลำตัวของหอยมีเนื้อเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้มตัวทั้งสองข้าง เรียกว่า แผ่นเนื้อแมนเทิล (mantle) มีลักษณะเป็นแผ่นบางแผ่คลุมถึงช่องปากและ labial palp ลักษณะขอบของแมนเทิลและลักษณะของ labial palp ใช้จำแนกชนิดของหอยนางรมได้ โดยเฉพาะลักษณะของเส้นหนวด (cilia) ความยาวของเส้นหนวดและลักษณะการเรียงตัว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเส้นหวนคบนขอบแผ่นเนื้อแมนเทิล เหยือกเป็นอวัยวะที่ใช้กรองอาหารมีอยู่ 2 คู่ หรือ 4 แถว นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการหายใจและช่วยในการจับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย บริเวณกึ่งกลางลำตัวมีกล้ามเนื้อยึดเปลือก (adductor muscle) ซึ่งทำหน้าที่ปิดเปิดเปลือกบังคับให้เปลือกเปิดอ้ามากน้อยตามต้องการ ส่วนถัดเข้าไปเป็นลำตัวที่เป็นที่รวมอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งอยู่รวมภายใน ได้แก่ ระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาท ระบบหมุนเวียนโลหิต และระบบสืบพันธุ์ อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะเห็นเป็นเนื้อสีขาวปกคลุมกระเพาะอาหาร (ภาพที่ 2.1) (เผด็จศึกดี และคณะ. 2546; อรุณช ปรางทอง. 2546; Barrett. 1963)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและอวัยวะภายในของหอยนางรม (*C. gigas*)

ที่มา : Barrett (1963)

2.1.2 ชนิดของหอยนางรมที่พบในประเทศไทย

หอยนางรมที่พบในน่านน้ำไทยมีประมาณ 15 ชนิด โดยจำแนกได้เป็น 2 วงศ์ 7 สกุล จากการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกหอยเป็นหลัก ได้แก่ วงศ์ Ostreidae ชนิดที่พบคือ *Planostrea pestigris* (Hanley, 1846), *Ostrea* sp., *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871), *Crassostrea lugubris* (Sowerby, 1871), *Saccostrea cucullata* (Born, 1778), *Saccostrea mordax* (Gould, 1850), *Saccostrea echinata* (Quoy & Gaimard, 1835), *Lopha cristagalli* (Linne, 1758), *Dendostrea folium* (Linne, 1758), *Dendostrea* sp. และหอยนางรมอีก 3 ชนิดที่ไม่สามารถแยกได้

ชัดเจนคือ *Saccostrea* spp. และ วงศ์ Gryphaeidae ชนิดที่พบคือ *Hyotissa hyotis* (Linne, 1758) และเอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยูตเห็นไปเซบระเยช่นด้านทการค้ำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hyotissa numisma (Lamarck, 1818) (Yoosukh. 2000) ซึ่งหอยนางรมที่พบในประเทศไทยที่มีมูลค่าในเชิงพาณิชย์มี 3 ชนิด (บรรจง เทียนสงรัสมิ. 2543; Thupila et al. 2011) คือ

2.1.2.1 หอยตะโกรมครามดำ (*Crassostrea iredalei* or *Saccostrea lugubris*) เป็นหอยนางรมที่มีขนาดใหญ่ ขอบเปลือกมีลักษณะเฉียง ด้านในของเปลือกมีสีค่อนข้างขาว ไม่มีสันหรือปมที่ด้านในของขอบเปลือก รอยกล้ำมเนื้อยึดเปลือกคล้ายรูปไต และมีสีน้ำตาลเข้มหรือดำ แผ่นรอบขอบเปลือกแคบ บริเวณของที่ยึดเปลือกไม่กว้าง หอยตะโกรมครามดำนิยมเลี้ยงกันตามบริเวณปากแม่น้ำในทางภาคตะวันออกของอ่าวไทยที่จังหวัดชลบุรี จันทบุรี และตราด พบชุกชุมที่บริเวณปากแม่น้ำตาปี นิยมเลี้ยงที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ นครศรีธรรมราช และสงขลา ส่วนฝั่งทะเลอันดามันพบได้ที่จังหวัดระนองและพังงา (ภาพที่ 2.2) (Yoosukh. 2000)

2.1.2.2 หอยตะโกรมครามขาว (*Crassostrea belcheri*) เป็นหอยนางรมขนาดใหญ่ ขอบเปลือกไม่เป็นรอยหยัก ด้านในของเปลือกมีสีขาวขุ่น ไม่มีสันหรือปมที่ด้านในของขอบเปลือก รอยกล้ำมเนื้อยึดเปลือกเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว แผ่นรอบขอบเปลือกแคบ หอยตะโกรมครามขาวแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามบริเวณปากแม่น้ำ นิยมเลี้ยงกันตามบริเวณปากแม่น้ำ พบชุกชุมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี บริเวณปากแม่น้ำตาปี คลองท่าทอง อำเภอพุมเรียง เกาะปราบ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ และจังหวัดสงขลา พบที่คลองนาทับ อำเภอจะนะ ส่วนทางฝั่งทะเลอันดามันพบได้ที่จังหวัดระนอง พังงา กระบี่ และตรัง นอกจากนี้ยังพบในแหล่งเลี้ยงที่จังหวัดจันทบุรีอีกด้วย (ภาพที่ 2.2) (บรรจง เทียนสงรัสมิ. 2543; Angell. 1986; Yoosukh. 2000)

2.1.2.3 หอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata* or *S. commercialis*) เป็นหอยนางรมขนาดเล็กไปจนถึงขนาดปานกลาง ขอบเปลือกมีรอยหยักที่ไม่สม่ำเสมอ เปลือกซ้ายโค้งเป็นรูปถ้วย เปลือกด้านขวาแบน มีแผ่นเก็ลต์ตามขอบเปลือก ด้านในของเปลือกมีสีขาวคล้ำ ตามขอบเปลือกมีสีเข้ม รอยกล้ำมเนื้อยึดเปลือกคล้ายรูปไต และส่วนมากมีเส้นสีน้ำตาลเข้มพาดตามแนวนอน หอยนางรมปากจีบพบในเขตน้ำตื้นที่อยู่ระหว่างน้ำขึ้นน้ำลงทั้งในทะเล น้ำกร่อยและบริเวณป่าชายเลน พบกระจายทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน พบชุกชุมที่จังหวัดชลบุรี ระยอง ตราด จันทบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร ส่วนทางฝั่งทะเลอันดามันพบได้ที่จังหวัดระนอง ตรัง กระบี่ และสตูล (ภาพที่ 2.2) (บรรจง เทียนสงรัสมิ. 2543; Yoosukh. 2000; Sanpanich. 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 ลักษณะด้านในเปลือกซ้ายและด้านนอกเปลือกขวาของหอยนางรมชนิดต่าง ๆ เมื่อ (ก) คือ หอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea* sp.) (ข) คือ หอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*) และ (ค) คือ หอยตะโกรมกรามดำ (*Crassostrea iredalei*)

ที่มา : เพลิมศักดิ์ และคณะ (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจายของหอยนางรม

หอยนางรมอาศัยอยู่ทั้งในน้ำกร่อยและทะเล ตามบริเวณชายฝั่ง บริเวณที่ตื้น อ่าว และปากแม่น้ำ แพร่กระจายทั่วไปในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนที่ละติจูด 64°N ถึง 44°S (Klinbunga *et al.* 2003; Klinbunga *et al.* 2005) ซึ่งหอยนางรมที่พบทั่วโลกมีประมาณ 200 species แต่มีเพียงไม่ถึง 12 ชนิดที่มีความสำคัญเชิงพาณิชย์ (Dore. 1991)

หอยตะโกรมครามขาว (*Crassostrea belcheri*) เป็นหอยนางรมเขตร้อนพันธุ์ใหญ่ที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว พบอาศัยในบริเวณทะเลจีนใต้ ตั้งแต่ประเทศฟิลิปปินส์ เวียดนาม ประเทศมาเลเซียในรัฐซาบะห์ (Sabah) และรัฐซาราวัก (Sarawak) และประเทศอินโดนีเซียบริเวณเกาะชวา (Java Island) และเกาะสุมาตรา (Sumatra Island) (ตารางที่ 2.1) (Angell. 1986) สำหรับประเทศไทย หอยตะโกรมครามขาวแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามบริเวณปากแม่น้ำ และนิยมเลี้ยงกันตามบริเวณปากแม่น้ำ พบชุกชุมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี บริเวณปากแม่น้ำตาปี คลองท่าทอง อำเภอพุมเรียง เกาะปราบ อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ และจังหวัดสงขลา พบที่คลองนาทับ อำเภोजะนะ ส่วนทางฝั่งทะเลอันดามันพบได้ที่จังหวัดระนอง พังงา กระบี่ และตรัง นอกจากนี้ยังพบในแหล่งเลี้ยงที่จังหวัดจันทบุรีอีกด้วย (บรรจง เทียนสงรัสมิ. 2543; Angell. 1986; Yoosukh. 2000)

ตารางที่ 2.1 การแพร่กระจายและการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในสกุล *Crassostrea* ในบริเวณแถบเขตร้อน

ชนิดหอยนางรม	การแพร่กระจาย
<i>C. virginica</i>	บริเวณชายฝั่งของทวีปอเมริกาใต้ตั้งแต่ประเทศเม็กซิโกไปจนถึงประเทศเวเนซุเอลา
<i>C. rhizophorae</i>	บริเวณมหาสมุทรแอตแลนติก หมู่เกาะเวสต์ อินดีส์ (West Indies) ประเทศเวเนซุเอลาไปจนถึงประเทศบราซิล
<i>C. paraibanensis</i>	บริเวณตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิล
<i>C. brasiliiana</i>	บริเวณประเทศบราซิล
<i>C. corteziensis</i>	บริเวณอ่าวแคลิฟอร์เนียของประเทศเม็กซิโก ไปจนถึงอ่าวปานามาของประเทศปานามา
<i>C. fischeri</i>	บริเวณรัฐบาฮาแคลิฟอร์เนีย (Baja California) ของประเทศเม็กซิโก ไปจนถึงประเทศเอกวาดอร์
<i>C. columbiensis</i>	บริเวณรัฐบาฮาแคลิฟอร์เนีย (Baja California) ของประเทศเม็กซิโก ไปจนถึงประเทศชิลี
<i>C. gasar</i>	บริเวณประเทศเซเนกัล ไปจนถึงประเทศแองโกลา
<i>C. madrasensis</i>	บริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศอินเดีย ไปจนถึงชายฝั่งทะเลจีนใต้
<i>C. ariahensis</i>	บริเวณภาคใต้ของประเทศญี่ปุ่น ไปจนถึงประเทศปาเกีสถาน
<i>C. gryphoides</i>	บริเวณชายฝั่งตะวันตกของประเทศอินเดีย
<i>C. tulipa</i>	บริเวณประเทศเซเนกัล ไปจนถึงประเทศแองโกลา
<i>C. iredalei</i>	บริเวณประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศมาเลเซีย และประเทศไทย
<i>C. belcheri</i>	บริเวณชายฝั่งทะเลจีนใต้

ที่มา : ดัดแปลงจาก Angell (1986)

2.2 การเจริญเติบโตของหอยนางรม

2.2.1 วงจรชีวิตของหอยนางรม

หอยนางรมเมื่อมีความสมบูรณ์เพศ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความเค็มหรือสารเคมีบางชนิดจะกระตุ้นให้หอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่แหล่งน้ำและผสมกันภายนอก เมื่อไข่และน้ำเชื้อผสมกันจะมีการแบ่งตัวและพัฒนาเป็นลูกหอยวัยอ่อนระยะ trochophore และพัฒนาเป็นระยะ veliger ภายใน 2 วัน ตัวอ่อนระยะ veliger มีความยาวประมาณ 70-300 ไมโครเมตร ซึ่งการค้ำไข่และการพัฒนาตัวอ่อนในระยะ trochophore และ veliger นี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำและระดับออกซิเจนในน้ำ อย่างไรก็ตามมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถว่ายน้ำได้และหาอาหารจากน้ำด้วยขนรอบเชลล์ (velum) ดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอน ตัวอ่อนระยะ veliger ระยะแรกเรียกว่า D-veliger หรือ straight-hinged veliger ตัวอ่อนระยะ veliger ยังคงพัฒนาผ่านระยะ veliconcha ไปสู่ระยะ pediveliger ซึ่งตัวอ่อนระยะนี้มีการพัฒนาจุดรับแสง (eye spot) และเท้าขึ้นมา แต่வில்จะเริ่มเสื่อมลงทำให้ความสามารถในการว่ายน้ำลดลง จากนั้นตัวอ่อนสามารถลงเกาะวัสดุหรือบนพื้นผิวที่เหมาะสม และผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) กลายเป็นหอยนางรมวัยเก็ล็ด (spat) แต่หอยนางรมส่วนใหญ่จะผ่านช่วงชีวิตในระยะนี้ได้ยาก เนื่องจากการแก่งแย่งอาหาร ผู้ล่า โรค และสิ่งแวดล้อม หลังจากการผสมกันประมาณ 3 สัปดาห์ หอยนางรมวัยเก็ล็ดก็จะเจริญเติบโตต่อไปเป็นหอยนางรมตัวเต็มวัย (ภาพที่ 2.3) (Dehon, 2008; Troost, 2010)



ภาพที่ 2.3 วงจรชีวิตของหอยนางรม (*C. gigas*)

ที่มา : Troost (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 รูปแบบการเจริญเติบโตของหอยนางรม

การเจริญเติบโตของหอยสองฝา มักจะอธิบายในลักษณะการเพิ่มขึ้นของขนาดของหอย ได้แก่ ความกว้าง ความยาว หรือความสูง อัตราการเจริญเติบโตสามารถวัดได้ 2 แบบ คือ ขนาดใดขนาดหนึ่งของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่สัมพันธ์กับอายุ (absolute growth) หรือตัวแปรของขนาดหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอื่น (allometric growth) ในการหาความสัมพันธ์มักจะใช้ความยาวเปลือกเป็นตัวบ่งบอกถึงขนาดของหอย เนื่องจากสามารถวัดผลได้ง่ายกว่า หาความสัมพันธ์กับน้ำหนักของเนื้อหอย ซึ่งหอยสองฝาส่วนใหญ่จะพบว่า การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเปลือกและน้ำหนักเนื้อหอยมีลักษณะที่เป็นอิสระต่อกัน (Gosling, 2003)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยหรือมวลชีวภาพของหอย (allometric relationship) เพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดการเจริญเติบโตของหอย สามารถหาได้จากสมการ (Pollack *et al.* 2011; Nevins, 2013) ดังนี้

$$L = aW^b$$

หรือจากสมการ (El-Sayed *et al.* 2011)

$$W = aL^b$$

เมื่อ

L = ความยาวของเปลือกหอย

W = น้ำหนักเนื้อหอยสดหรือน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง

a และ b = ค่าคงที่ที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอย

สมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย และมวลชีวภาพของหอยจากการศึกษาในหอยนางรมพันธุ์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2 (Pollack *et al.* 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

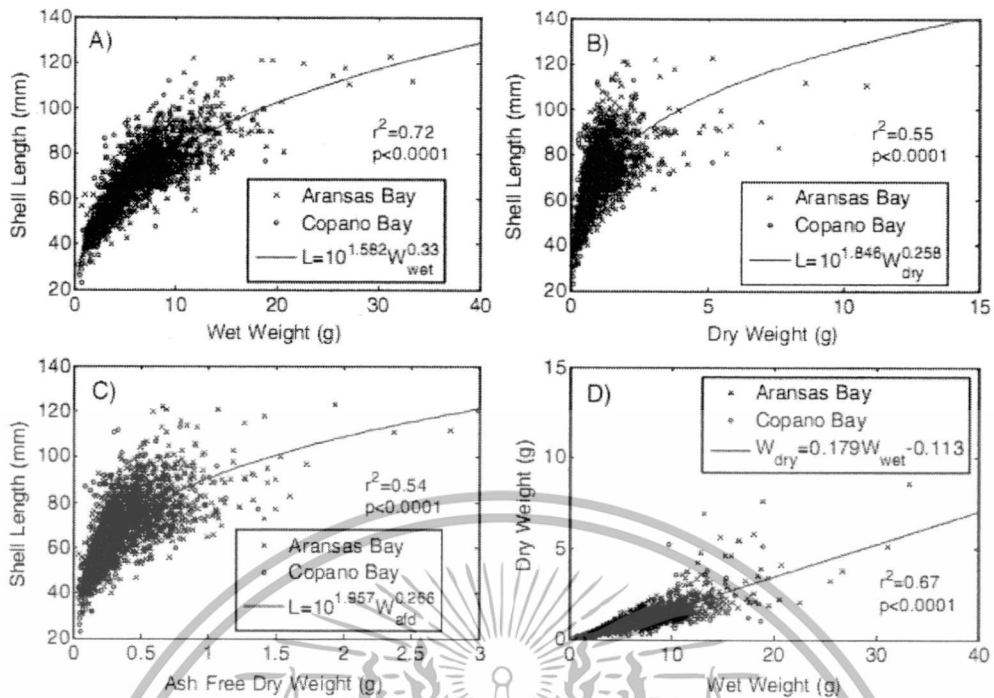
ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย และมวลชีวภาพของหอย (allometric relationship) เมื่อ W_{ww} , W_{dw} และ W_{afd} คือ น้ำหนักเนื้อหอยสด, น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง และน้ำหนักเนื้อหอยแห้งปราศจากเถ้า ตามลำดับ A และ B คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ผันแปรตามสถานที่ที่แตกต่างกันในแนวปะการังบริเวณ Galveston Bay, Texas, USA โดย A มีค่าอยู่ในช่วง 27.229-60.170 และ B มีค่าอยู่ในช่วง 29.408-46.390 ตามลำดับ

a	Bivalve species	Sites
$L = 10^{1.582} W_{ww}^{0.330}$	<i>Crassostrea virginica</i>	Mission-Aransas Bay,
$L = 10^{1.846} W_{dw}^{0.258}$	(Eastern oyster)	Texas, USA
$L = 10^{1.957} W_{afd}^{0.266}$		
$L = A \log W_{ww} + B$		Galveston Bay, Texas, USA
$L = 10^{1.645} W_{ww}^{0.340}$	<i>Crassostrea gigas</i>	Seto Inland Sea, Japan
$L = 10^{1.892} W_{dw}^{0.291}$	(Pacific oyster)	
$L = 10^{1.598} W_{ww}^{0.231}$		Kamakman Bay, South Korea
$L = 10^{1.753} W_{dw}^{0.161}$		
$L = 19.97 \ln W_{ww} + 29.21$		

ที่มา : ดัดแปลงจาก Pollack *et al.* (2011)

Pollack *et al.* (2011) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย และมวลชีวภาพของหอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* ใน Mission Bay และ Aransas Bay โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสด น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง และน้ำหนักเนื้อหอยแห้งปราศจากเถ้า จากการศึกษพบว่า ความยาวของเปลือกหอยมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเนื้อหอยต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในหอยที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวเปลือกต่อหน่วยน้ำหนักสูงกว่าหอยที่มีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 2.4) และในหอยนางรมพันธุ์ *Pinctada margaritifera* มีความสัมพันธ์กันอย่างมากระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอย (El-Sayed *et al.* 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 การเจริญเติบโตของหอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* (เมื่อ A) คือความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย (mm) กับน้ำหนักเนื้อหอยสด (g), B) คือความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย (mm) กับน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง (g), C) คือความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย (mm) กับน้ำหนักเนื้อหอยแห้งปราศจากเถ้า (g) และ D) คือความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง (g) กับน้ำหนักเนื้อหอยสด (g), สมการคือ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย และมวลชีวภาพของหอย และ ค่า r^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)

ที่มา : Pollack *et al.* (2011)

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อในหอยนางรมจะช่วยให้การกำหนดผลผลิตและแปดตัวแปรหนึ่งให้กลายเป็นอีกตัวแปรหนึ่ง ซึ่งความยาว ความกว้าง และความสูงของเปลือกหอยจะง่ายต่อการวัดผลและสามารถแปลงไปเป็นน้ำหนักได้ การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของเปลือกและลำตัวหอยเป็นพื้นฐานในการเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศและการผลิตประชากรหอยนางรม (Nagi *et al.* 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

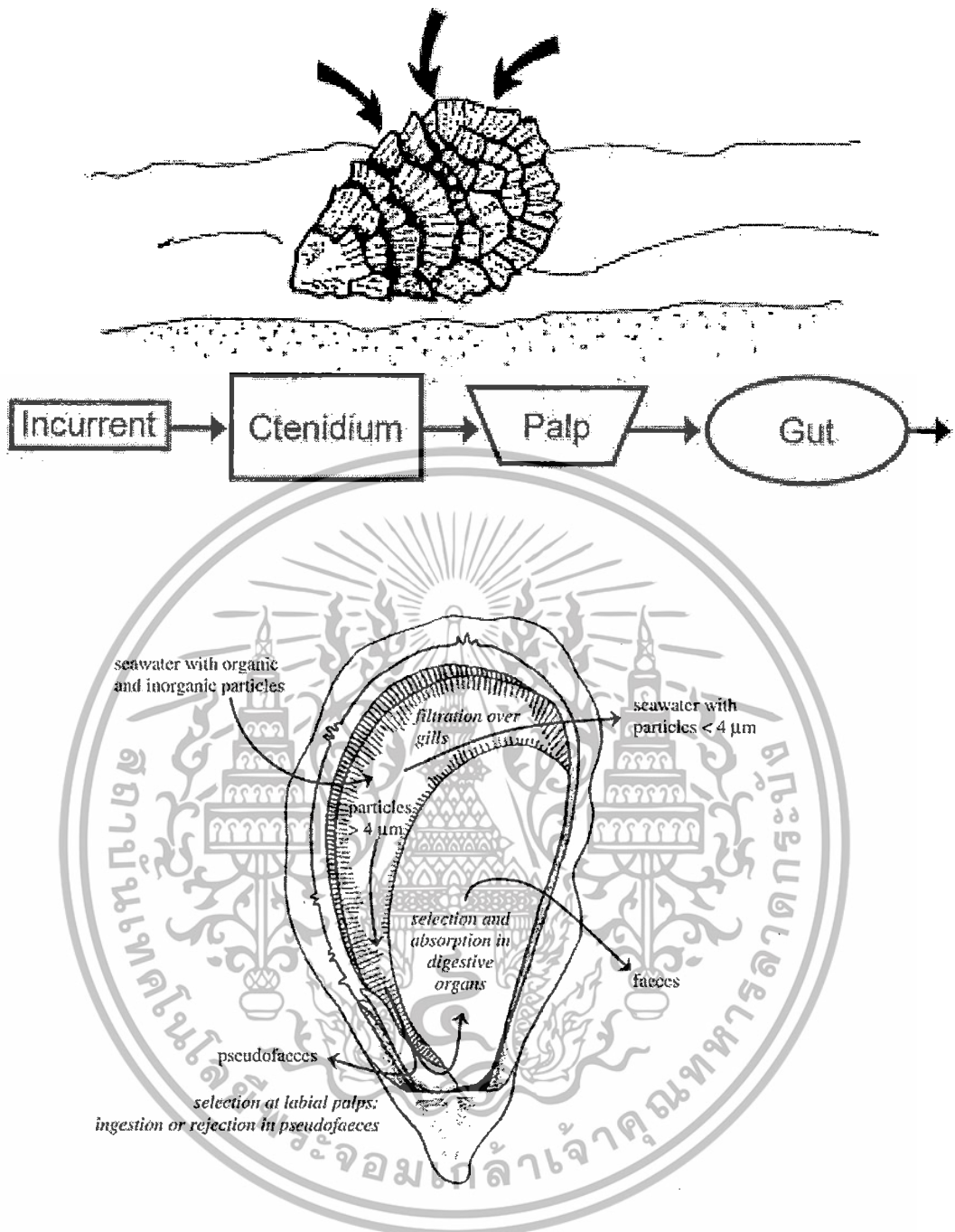
2.2.3 การกินอาหารและอัตราการกรองอาหารของหอยนางรม

2.2.3.1 การกินอาหารของหอยนางรม

หอยนางรมกินอาหารโดยการกรอง กลไกการกรองกินอาหารของหอยจะใช้ซีเลีย (cilia) โบกพัดเอามวลน้ำที่อยู่รอบตัวหอยไหลผ่านทางช่องน้ำเข้า (inhalant current) เข้าสู่ภายในช่องแมนเทิล (mantle cavity) ซึ่งมีทิศทางการไหลของน้ำแน่นอน ไหลผ่านเข้าไปที่เหงือก (ctenidium) ซึ่งประกอบไปด้วยซีเลียเป็นจำนวนมากคอยโบกพัดและดักจับอนุภาคอาหารและหายใจ น้ำที่ไหลผ่านกลไกการกรองแล้วจะไหลออกสู่ภายนอกตัวหอยทางช่องน้ำออก (exhalant current) เมื่อกลและอนุภาคต่าง ๆ ที่เหงือกรวบรวมได้จะถูกซีเลียโบกพัดส่งผ่านไปยังอวัยวะคัดเลือกอาหารที่เรียกว่า labial palps ขนาดอนุภาคของอาหารที่กรองได้หากไม่เหมาะสมก็จะถูก labial palps คัดแยกและส่งกลับออกสู่ภายนอกทางด้านหน้า เรียกว่า อูจจาระเทียม (pseudofeces) ส่วนอนุภาคของอาหารที่มีขนาดเหมาะสมก็จะถูกส่งเข้าสู่ปากเป็นอาหารของหอยต่อไป ตำแหน่งในการย่อยอนุภาคอาหารเกิดขึ้นในกระเพาะอาหารและลำไส้ (ภาพที่ 2.5) (เอกพล อ่วมนุช. 2542; Troost. 2010)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 กลไกการกรองอาหารของหอยนางรม

ที่มา : Ward and Shumway (2004) และ Troost (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 อัตราการกรองอาหารของหอยนางรม

อัตราการกรอง (filtration rate) หรืออัตราการสูบน้ำ (pumping rate) หมายถึง ปริมาตรของน้ำที่ไหลผ่านเหงือกต่อหน่วยของเวลา (Gosling, 2003; Järegren and Altin, 2006) ในขณะที่อัตราการขจัด (clearance rate) หมายถึง ปริมาตรของน้ำนั้นที่ทำให้อนุภาคใสอย่างสมบูรณ์ต่อหน่วยของเวลา เมื่ออนุภาคทั้งหมดถูกทำให้ใสโดยเหงือก โดยอัตราการขจัดมีลักษณะเช่นเดียวกับอัตราการกรอง (Gosling, 2003)

อัตราการกรองและอัตราการขจัดในหอยสองฝาจะถูกควบคุมอย่างอิสระซึ่งกันและกัน ซึ่งสามารถเข้าใจได้อย่างสมบูรณ์จากมุมมองของการทำงานของเหงือกในการกินอาหารและการหายใจ หอยสองฝามีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงขนาดของ gill ostia และ gill itself และเปลี่ยนแปลงความถี่การหายใจ (beat frequency) และรูปแบบของ lateral cirri และ frontal cirri เพื่อรองรับความเข้มข้นของอนุภาคที่แตกต่างกันในน้ำที่เข้ามาได้ อย่างไรก็ตาม ventilation current ที่เกิดขึ้นจาก lateral cilia ไม่ได้รับผลกระทบจากความเข้มข้นของอนุภาค ดังนั้นการแลกเปลี่ยนก๊าซจึงไม่เสียหาย โดยทั่วไปบริเวณพื้นผิวของแมนเทิลถือว่าเป็นบริเวณที่มีบทบาทสำคัญในการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Gosling, 2003)

อัตราการกรองในหอยสองฝาสามารถตรวจสอบได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยวิธีทางตรง (direct method) จะประสบความสำเร็จมากที่สุดเมื่อนำไปใช้กับสัตว์ทดลองนั้นโดยตรง เมื่อ inhalant current และ exhalant current สามารถแยกได้อย่างง่าย การติดตั้งระบบการทดลองสำหรับประเมินวิธีทางตรงแสดงดังภาพที่ 2.6 โดยการนำหอยสองฝาใส่ลงในถังน้ำที่แบ่งออกเป็นบริเวณของ C_1 และ C_2 โดยการใช้เยื่อบาง (membrane) รองรับในส่วนของตัวหอยสองฝาดอกเป็นแนวยาวและเพื่อแยกส่วนของช่องน้ำเข้า (inhalant siphon) และช่องน้ำออก (exhalant siphon) ตัวที่เชื่อมต่อบริเวณของ C_1 และ C_2 (Shunt) จะถูกปิดในช่วงเริ่มต้นของการทดลอง จากนั้นสัตว์ทดลองก็จะสูบน้ำจากบริเวณของ C_1 ไปยัง C_2 ระดับน้ำในบริเวณ C_2 จะถูกตรวจสอบด้วยแสงเลเซอร์ที่กระทบกับกระจกที่ผูกติดกับลูกปิงปอง กระจกจะสะท้อนแสงเลเซอร์ลงบนสเกลซึ่งมีระยะทางจากกระจกประมาณ 8 เมตร โดยมุมหักเหที่ปรากฏบนสเกลทุก 1 เซนติเมตร จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในบริเวณ C_2 เท่ากับ 0.1 มิลลิเมตร (Gosling, 2003)

วิธีทางอ้อม (indirect method) จะใช้ในการตรวจสอบอัตราการขจัด (clearance rate) โดยนำหอยสองฝาวางในน้ำที่ทราบปริมาณที่มีอนุภาคแขวนลอยอยู่ในระยะเวลาที่กำหนดไว้ โดยปกติ อนุภาคนั้นมักจะใช้เซลล์ของสาหร่าย พงอินทรีย์และอนินทรีย์ หรือแบคทีเรีย ผลจากการกรองคือ การลดลงในความเข้มข้นของอนุภาคเมื่อเวลาผ่านไป และอัตราการขจัดตรวจสอบได้จากการลดลงในความเข้มข้นของอนุภาคสาหร่ายแบบ exponential ตามช่วงเวลา โดยใช้สมการ (Gosling, 2003) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Cl = (V/nt)\ln(C_0/C_1)$$

เมื่อ

Cl = Clearance rate

C_0 = ความเข้มข้นของอนุภาคเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

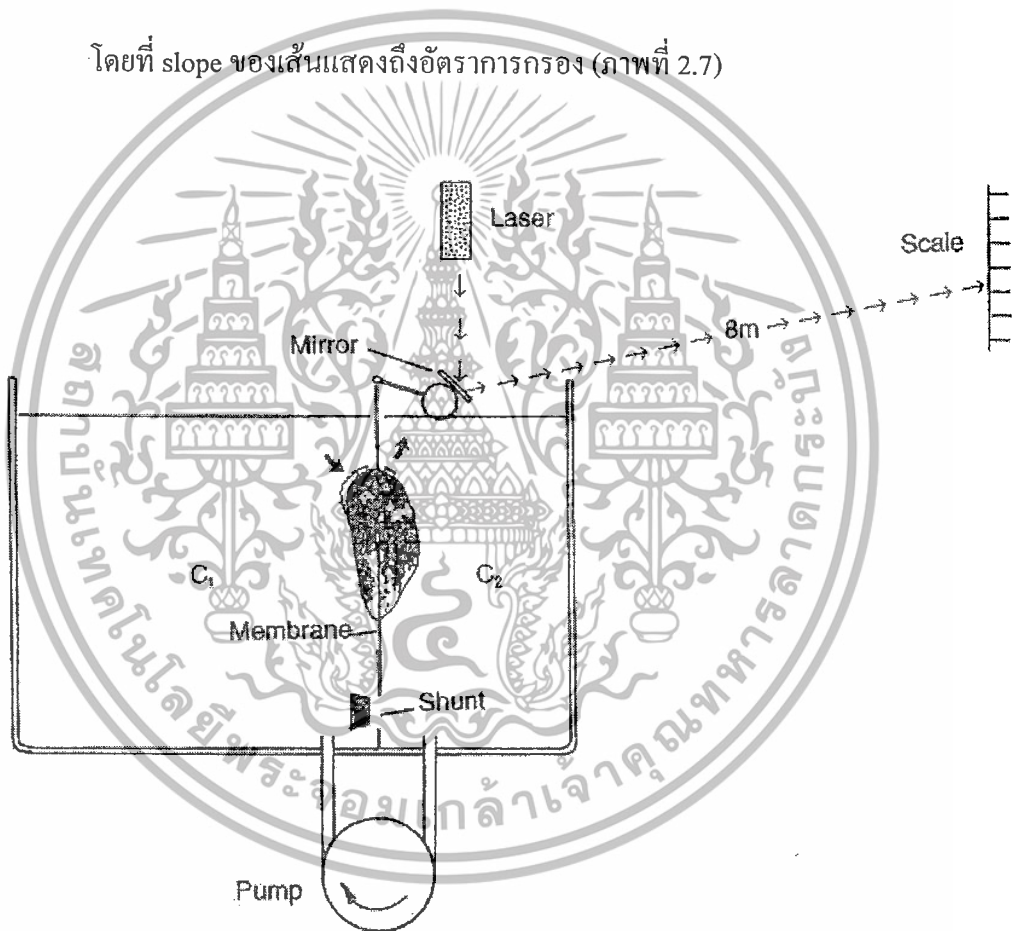
C_1 = ความเข้มข้นของอนุภาคเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

V = ปริมาตรของน้ำที่ใช้ทดลอง

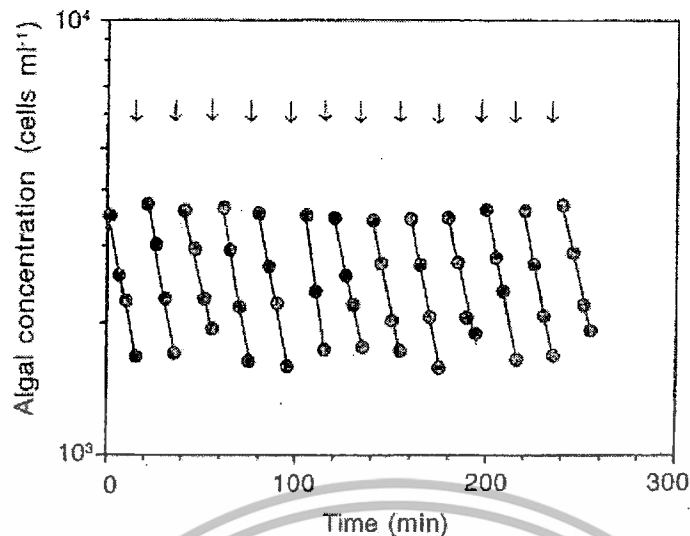
t = เวลาที่ใช้ในการทดลอง

n = จำนวนของสัตว์ทดลอง

โดยที่ slope ของเส้นแสดงถึงอัตราการกรอง (ภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.6 การติดตั้งระบบการทดลองสำหรับประเมินอัตราการกรองในหอยสองฝาโดยวิธีทางตรง
ที่มา : Gosling (2003)



ภาพที่ 2.7 การลดลงในความเข้มข้นของเซลล์สาหร่ายระหว่างทำการทดลองวัดอัตราการกำจัดและอัตราการกรองในหอยแมลงภู (Mytilus edulis) บริเวณลูกศรแสดงการเพิ่มขึ้นของอนุภาคสารแขวนลอยสาหร่าย ในขณะที่ slope ของเส้นแสดงถึงอัตราการกรอง
ที่มา : Gosling (2003)

การทดลองในระบบปิด (closed system) มีข้อเสียหลายประการ ตัวอย่างเช่น การสะสมของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการขับถ่าย การลดลงในความเข้มข้นของออกซิเจน การลดลงในความเข้มข้นของอนุภาค ซึ่งทั้งหมดนี้จะต้องมีระดับการเปลี่ยนแปลงที่มากพอที่จะทำให้พฤติกรรมการกรองอาหารของหอยสองฝาเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยใช้ระบบน้ำไหลผ่านตลอด (flow-through system) เมื่อสัตว์ทดลองถูกเก็บไว้ในบริเวณที่มีการไหลผ่านของอนุภาคสารแขวนลอยตลอดเวลาในอัตราคงที่ น้ำจะถูกสูบผ่านบริเวณที่มีสัตว์ทดลองด้วยความเร็วสูงเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ และความเข้มข้นของอนุภาคสารแขวนลอยในน้ำที่ไหลเข้ามาจะถูกเก็บรักษาไว้อย่างคงที่ (Gosling, 2003)

การประเมินอัตราการกำจัดไม่สามารถที่จะทำการทดลองในภาคสนามที่ปราศจากการรบกวนของหอยสองฝาได้ อย่างไรก็ตาม การประเมินอัตราการกำจัดสามารถวัดได้จากการรวบรวมโดยตรงจากการทับถมทางชีวภาพ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่ายต่อการทดลองและพบว่าประสบความสำเร็จในการศึกษาภาคสนามหลายๆ การศึกษา (Gosling, 2003) ดังสูตรต่อไปนี้

$$Cl = \frac{\text{(สารอินทรีย์ที่ได้จากการขับถ่ายของสัตว์ คือ อุจจาระจริงและอุจจาระเทียม)}}{\text{(สารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำทะเล)}}$$

เมื่อ $Cl = \text{Clearance rate}$
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 อาหารของหอยนางรม

หอยสองฝาที่กินอาหารโดยการกรองจะกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร นอกจากนี้ยังรวมถึงอนุภาคอื่น ๆ ที่แขวนลอยในน้ำที่มีขนาดใหญ่พอที่เหงือกสามารถเก็บรักษาไว้ได้ และอนุภาคที่ไม่ได้มีขนาดใหญ่จนเกินไป เช่น อนุภาคของอินทรีย์สารที่ย่อยสลายแล้ว หรือแพลงก์ตอนสัตว์บางชนิด (Troost, 2010) หอยสองฝาส่วนใหญ่จะมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 ไมโครเมตร ได้ 100% และจะมีประสิทธิภาพในการในการเก็บรักษาอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ไมโครเมตร ได้แค่ 50% (Gosling, 2003)

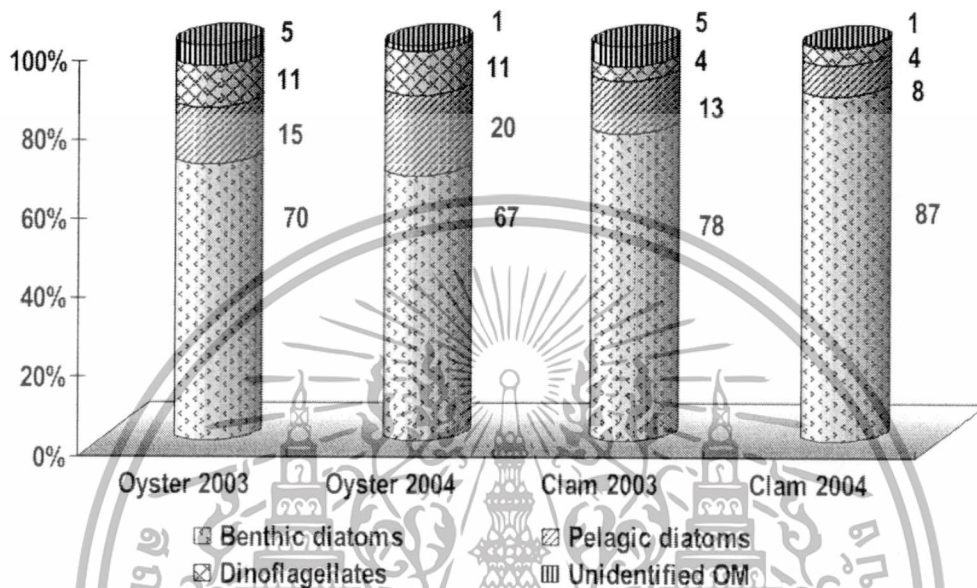
จากการรายงานของ Banks *et al.* (2007) กล่าวว่า หอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* กรองกินแพลงก์ตอนพืชและอนุภาคของซากพืชซากสัตว์ (suspended detritus) เป็นอาหาร ขนาดของอาหารที่กินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 1-30 ไมโครเมตร และจากการศึกษาของ Kasim and Mukai (2009) ที่ศึกษาชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* บริเวณปากแม่น้ำ Akkeshi-ko เมือง Hokkaido ประเทศญี่ปุ่น พบว่า ไดอะตอมที่อาศัยตามพื้นท้องน้ำ (benthic diatom) เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด ในกระเพาะอาหารของหอยนางรม คิดเป็น 70% และ 67% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด ในปี ค.ศ. 2003 และ ค.ศ. 2004 ตามลำดับ ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Cocconeis scutellum*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia* sp. และ *Paralia sulcata* รองลงมาคือ กลุ่มไดอะตอมที่อาศัยตามผิวน้ำ (pelagic diatom) ที่พบมากที่สุดคือ *Thalassiosira* sp. กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellate) และอินทรีย์วัตถุที่ไม่สามารถจำแนกได้ ตามลำดับ (ภาพที่ 2.8)

Loret *et al.* (2000) ได้ทำการศึกษากระเพาะอาหารของหอยนางรมมุก *Pinctada margaritifera* ในทะเลสาบ Takapoto ประเทศฝรั่งเศส พบว่า ในกระเพาะอาหารของหอยประกอบด้วยสาหร่ายชนิดเด่น 6 กลุ่ม ได้แก่ (1) Chlorophytes ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Chlamydomonas* sp., (2) Prasinophytes ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Nephroselmis* sp., (3) Prymnesiophytes ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Cricosphaera* sp., (4) Cryptophytes ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Leucocryptos* sp., (5) Diatoms ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Navicula* sp., *Nitzschia* sp. และ (6) Dinoflagellate ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Gymnodinium* sp., *Oxytoxum* sp., *Prorocentrum scalpellum*, *Prorocentrum* sp. โดยขนาดของแพลงก์ตอนที่กินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 6-50 ไมโครเมตร นอกจากนี้ยังพบแพลงก์ตอนสัตว์ในกระเพาะอาหารของหอยนางรมมุกอีกด้วย ได้แก่ ตัวอ่อนหอยสองฝา ไข่ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โคลิฟอคและโปรโตซัวขนาดเล็ก

อย่างไรก็ตาม หอยนางรมที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันย่อมจะได้รับชนิดของอาหารและความอุดมสมบูรณ์ของอาหารที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับถิ่นที่อยู่อาศัย ฤดูกาล อุณหภูมิ กระแสน้ำ คลื่นลม สัตว์และพืชพันธุ์ในบริเวณนั้น ซึ่งการศึกษาหลาย ๆ การศึกษา ได้แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตามสถานที่และฤดูกาลในปริมาณและคุณภาพของอนุภาคสารแขวนลอยในแหล่งน้ำชายฝั่ง ตัวอย่างเช่น การประเมินปริมาณอนุภาคสารแขวนลอยโดยปกติแตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ น้อยกว่า 3 จนมากกว่า 100 น้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อมิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่ง 50-80% โดยมวล อาจจะเป็นอินทรีย์สาร ถึงแม้จะมีความแปรปรวนเกิดขึ้น แต่หอยสองฝาที่ค่อนข้างที่จะรักษาอัตรา ของการจัดการอาหารให้คงที่ได้โดยการปรับการขดเชยต่าง ๆ (เอกพล อ่วมนุช. 2542; Gosling. 2003)



ภาพที่ 2.8 ชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas*

ที่มา : Kasim and Mukai (2009)

2.2.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม

หอยนางรมเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดอยู่กับที่ (sessile) ดังนั้นหอยนางรมจึงต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของสิ่งแวดล้อมทางน้ำทะเลอย่างต่อเนื่อง (Gagnaire *et al.* 2006; Rodrick. 2008) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม มีดังนี้

2.2.5.1 น้ำขึ้นน้ำลง (tide)

น้ำขึ้นน้ำลง เป็นการเปลี่ยนแปลงของระดับของผิวน้ำทะเลในแนวตั้ง เกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีต่อโลก และเปลี่ยนแปลงทุก ๆ วัน แตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิประเทศ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2551) การเกิดน้ำขึ้นและน้ำลงในแต่ละวัน มีความแตกต่างกัน ช่วงเวลาที่สิ่งมีชีวิตอยู่ใต้น้ำและอยู่บนน้ำในแต่ละวันจึงไม่เท่ากัน นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในดินและในน้ำ ซึ่งจะส่งผลถึงช่วงเวลาการหายใจและช่วงเวลาการหากินของสัตว์ในบริเวณนั้นด้วย ซึ่งสัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงส่วนใหญ่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถหาอาหารได้เมื่ออยู่ใต้น้ำ (สนธิ อักษรแก้ว. 2542; กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2551) โดยหอยที่มีเวลาอยู่ในน้ำนานจะเจริญเติบโตเร็ว มีเปลือกบาง ส่วนหอยที่มีเวลาอยู่ในน้ำน้อยจะเจริญเติบโตช้าและมีเปลือกหนา (กรมประมง. 2540) Gosling (2003) ได้รายงานว่าย หอยสองฝาแต่ละชนิดมีความทนทานในการสัมผัสกับอากาศแตกต่างกัน ซึ่งหอยสองฝาสส่วนมากที่มีระดับในการสัมผัสกับอากาศประมาณ 50 % พบว่าการเจริญเติบโตเป็นศูนย์ (zero growth) เนื่องจากต้องใช้พลังงานในขบวนการเมตาบอลิซึมในระหว่างสัมผัสกับอากาศมากกว่าที่จะใช้ในช่วงระยะเวลาการกินอาหาร โดยหอยสองฝาจะปิดเปลือกสนิทขณะใต้น้ำ

การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่กินอาหาร โดยการกรองกินอนุภาคสารแขวนลอยอยู่ในน้ำมีความสัมพันธ์กับการหมุนเวียนของน้ำ เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำมีผลต่อปริมาณการพัดพาเอาอนุภาคต่าง ๆ ที่เป็นอาหาร ที่ผ่านสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ดังนั้นการกรองสำหรับเซลล์เดียวและอนุภาคสารแขวนลอยต่าง ๆ ของหอยสองฝายขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำ อัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมที่ไหลผ่านระบบอนุบาลจะมีผลต่อการกินอาหาร ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของลูกหอยที่มีขนาดเล็ก จากการศึกษาของธำรง พัฒนะทอง และ สุวัจน์ ธีธัญรส (2554) ได้ทำการศึกษาผลของอัตราการไหลของน้ำ (water flow rate) ต่อการอนุบาลลูกหอยตะไคร่โครมครามขาวในระยะหลังลงเกาะ พบว่า ค่าอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามระดับอัตราการไหลของน้ำที่เพิ่มขึ้น อัตราการไหลของน้ำที่เพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มปริมาณอาหารให้ไหลผ่านลูกหอยมากขึ้น ทำให้ลูกหอยมีโอกาสในการกรองอาหาร ได้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้อัตราการไหลที่เพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการกรอง (clearance rate) เพิ่มสูงขึ้น

2.2.5.2 ความเค็ม (salinity)

หอยนางรมเป็นหอยที่เกิดตามธรรมชาติ มักเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีในบริเวณที่เป็นน้ำกร่อย หอยนางรมและหอยสองฝานชนิดอื่น ๆ จัดเป็นพวกที่ของเหลวภายในร่างกายจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของเกลือแร่ที่ละลายในน้ำภายนอก (osmoconformers) (Gagnaire *et al.* 2006; Rodrick. 2008)

Angell (1986) ได้รายงานช่วงความเค็มที่เหมาะสมของหอยนางรมชนิดต่าง ๆ ที่พบในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนดังแสดงในตารางที่ 2.3 จิตติมา อายุตะกะ (2544) กล่าวว่า สัตว์แต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อความเค็มต่างกันออกไปตามความสามารถในการรักษาสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในร่างกาย กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้างจัดเป็นพวก euryhaline ในทางตรงกันข้ามสิ่งมีชีวิตที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้เพียงช่วงแคบ จัดเป็นพวก stenohaline ซึ่งหอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้าง (Barrett. 1963; Tanyaros *et al.* 2008; La Peyre *et al.* 2009; Kennedy. n.d)

ตั้งแต่ 5-40 ส่วนในพันส่วน ถึงแม้จะมีการรายงานว่ายหอยนางรมอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเค็มต่ำ แต่การณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า 3.5 ส่วนในพันส่วน เป็นเวลา 5 เดือนติดต่อกัน (La Peyre *et al.* 2009) แต่หอยนางรมจะเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำที่มีความเค็มประมาณ 15-30 ส่วนในพันส่วน ถ้าน้ำมีความเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต อัตราการกรองอาหารจากน้ำจะช้าลง ทำให้หอยเจริญเติบโตช้าลงไปด้วย (กรมประมง. 2540)

เอกพล อ่วมนุษ (2542) ได้ศึกษาผลของความเค็มที่มีต่ออัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาว (*C. belcheri*) จากการทดลองที่ระดับความเค็ม 4 ระดับ คือ 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพันส่วน พบว่า อัตราการกรองต่ำสุดที่ความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน และอัตราการกรองสูงสุดที่ความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน สรุปได้ว่าเมื่อความเค็มเปลี่ยนแปลงไป อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็จะเป็นผลให้อัตราการกรองของหอยตะโกรมกรามขาวลดลง ในสภาวะความเค็มเปลี่ยนแปลงไปหอยนางรมจะปิดฝาเปลือกสนิทแน่นดำรงชีวิตภายในเปลือกนั้น โดยการใช้พลังงานต่ำ หายใจด้วยแมนเทิล ทำให้หอยสามารถทนอยู่ได้เป็นเวลาหลายวัน แต่เนื่องจากหอยปิดฝาเปลือก ส่งผลให้การกินอาหารลดลง การเจริญเติบโตของหอยจึงมักจะลดลง โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความเค็มต่ำ (La Peyre *et al.* 2009) สอดคล้องกับการรายงานของ Angell (1986) กล่าวว่า หอยนางรมพันธุ์ *C. rhizophorae* ในแถบทะเล Caribbean มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงซึ่งเป็นผลมาจากการรुक้าของน้ำจืด นอกจากนี้ การศึกษาของอนุวัฒน์ รัตนโชติ และ กฤตพล ยังวนิชเศรษฐ (2543) ถึงสาเหตุการตายอย่างมากในปลายปี 2539 ของหอยตะโกรมในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าได้เกิดฝนตกหนักทั่วบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นผลทำให้เกิดอุทกภัยในทุกอำเภอ น้ำจืดจำนวนมากไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลาานกว่า 1 เดือน เป็นเหตุให้น้ำทะเลมีค่าความเค็มต่ำติดต่อกันเป็นเวลานาน ส่งผลให้หอยแครง และหอยแมลงภู่ รวมทั้งหอยตะโกรม ในแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอนตายทั้งหมด

นอกจากนี้ Tan and Wong (1996) ได้ศึกษาผลของความเค็มต่อ การเจริญเติบโตของลูกหอยวัยอ่อน การอยู่รอด และการลงเกาะของหอยนางรมพันธุ์ตะโกรมกรามขาว (*C. belcheri*) โดยทำการศึกษาที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน คือ 0, 6, 12, 18, 24 และ 30 ส่วนในพันส่วน พบว่า ตัวอ่อนระยะ D-larvae สามารถมีชีวิตรอดไปจนถึงระยะการลงเกาะได้ตั้งแต่ระดับความเค็ม 12-30 ส่วนในพันส่วน โดยที่ระดับความเค็ม 12-24 ส่วนในพันส่วน มีอัตราการรอดดีที่สุด และระดับความเค็มที่เหมาะสมในการลงเกาะของลูกหอยคือ 12-18 ส่วนในพันส่วน ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Devakie and Ali (2000) ที่ศึกษาในหอยนางรมพันธุ์ตะโกรมกรามดำ (*C. iredalei*) พบว่าที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพันส่วน และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการลงเกาะของลูกหอยวัยอ่อน ซึ่งมีอัตราการลงเกาะสูงที่สุด ($31.4 \pm 3.4\%$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.3 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรมอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส (กรมประมง. 2540) ซึ่ง Angell (1986) ได้รายงานถึงช่วงอุณหภูมิของหอยนางรมชนิดต่าง ๆ ที่พบในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนดังแสดงในตารางที่ 2.3

Angell (1986) ได้รายงานว่าการศึกษาในประเทศฮ่องกงได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นศึกษาระยะเวลาการเจริญเติบโตของหอยอย่างรวดเร็ว ซึ่งถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในภายหลัง โดยการเจริญเติบโตของหอยสูงสุดเกิดขึ้นในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ที่มีความเค็มสูงที่สุด (20-28 ส่วนในพันส่วน) และอุณหภูมิต่ำที่สุด (15-16 องศาเซลเซียส) แต่อุณหภูมิก็เริ่มเพิ่มขึ้นในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ และในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนและสิงหาคมเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง 26-31 องศาเซลเซียส จะมีการเจริญเติบโตของหอยเกิดขึ้นน้อยหรือไม่มีการเจริญเติบโตเลย

Kennedy (n.d) รายงานว่า กิจกรรมของซีเลียในหอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* มีอัตราการปัมน้ำสูงสุดสำหรับการหายใจและการกินอาหารที่อุณหภูมิประมาณ 24-26 องศาเซลเซียส โดยปกติกิจกรรมของซีเลียจะเล็กระบบเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส และการกินอาหารของหอยอาจจะหยุดลงถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 6-7 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังได้รายงานอีกว่า ในบริเวณแม่น้ำ Bidford ประเทศแคนาดา อุณหภูมิส่งผลต่ออัตราการพัฒนาตัวอ่อนของหอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* โดยตัวอ่อนมีความยาวถึง 365 ไมโครเมตร ต้องใช้เวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 26 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และใช้เวลา 24 วัน ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส และจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ Long Island Sound พบว่าการเจริญเติบโตของตัวอ่อนหอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* สูงสุดที่อุณหภูมิระหว่าง 30 และ 32.5 องศาเซลเซียส และความเค็มระหว่าง 10 และ 27.5 ส่วนในพันส่วน และตัวอ่อนถึงระยะลงเกาะภายในเวลา 10-12 วัน ที่อุณหภูมิ 30-32.5 องศาเซลเซียส และ 36-40 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

หอยนางรมในสกุล *Crassostrea* มีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนมีอิทธิพลน้อยมากต่อชีววิทยาของหอยสองฝา (Devakie and Ali. 2000) อย่างไรก็ตาม การควบคุมการทดลองภายในห้องปฏิบัติการจะต้องตรวจสอบผลของสารอาหาร อุณหภูมิ และความเค็มร่วมกัน (Angell. 1986) ดังการทดลองของ Devakie and Ali (2000) ที่ได้ทำการศึกษาผลร่วมกันของความเค็มและอุณหภูมิต่ออัตราการลงเกาะของตัวอ่อนหอยนางรมพันธุ์ *C. iredalei* โดยทำการศึกษาที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน 6 ระดับ คือ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพันส่วน และที่ระดับอุณหภูมิแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 24, 27, 30, 33 และ 36 องศาเซลเซียส จากการศึกษาพบว่า ที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพันส่วน และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการลงเกาะของลูกหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับห้องสมุดของมหาวิทยาลัยบูรพา และอยู่ภายใต้การคุ้มครองลิขสิทธิ์ของหอสมุดแห่งชาติ ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหอสมุดแห่งชาติ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัยอ่อน ซึ่งมีอัตราการลงเกาะสูงที่สุดคือ $31.4 \pm 3.4\%$ และพบว่ามียอดอัตราการลงเกาะเฉลี่ย 14-24% ที่ระดับความเค็มระหว่าง 15-25 ส่วนในพันส่วน และอุณหภูมิระหว่าง 27-33 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.3 ช่วงความเค็มและอุณหภูมิของหอยนางรมชนิดต่าง ๆ ที่พบในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน

ชนิดของหอยนางรม	ความเค็ม (ppt)	อุณหภูมิ (°C)
<i>S. cucullata</i>		
ศรีลังกา	9-27	26-32
มาดากัสการ์	30-35	24-32
อินโดนีเซีย	30-34	28-30
<i>C. rhizophorae</i>		
คิวบา	22-40	18-34
เวเนซุเอลา	37-39	27-30
เปอร์โตริโก	11-35	24-27
โคลัมเบีย	15-30	27-33
เกาะ St. Croix สหรัฐอเมริกา	34-37	25-32
<i>C. virginica</i>		
เม็กซิโก	3-12	20-30
เกาะฮาวาย	22-32	21-27
<i>S. lugubris (C. iredalei)</i>		
ประเทศไทย	1-30	27-31
ฟิลิปปินส์	26-36	24-41
<i>S. echinata</i>		
อินโดนีเซีย	16-30	27-31
เกาะกวม สหรัฐอเมริกา	30-35	29
ฟิลิปปินส์	26-36	24-41
<i>C. gasar</i>		
ไนจีเรีย	20-30	25-30
<i>C. parabainensis</i>		
บราซิล	3-23	24-30
<i>C. gryphoides</i>		
อินเดีย	3-40	19-33

ที่มา: ดัดแปลงจาก Angell (1986) การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ) ช่วงความเค็มและอุณหภูมิของหอยนางรมชนิดต่าง ๆ ที่พบในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน

ชนิดของหอยนางรม	ความเค็ม (ppt)	อุณหภูมิ (°C)
<i>C. madrasensis</i>		
อินเดีย	0-41	26-31
<i>C. gigas</i>		
ฮ่องกง	2-32	11-31
อิสราเอล	41	12-34
ฟิจิ	26-36	24-31
เกาะฮาวาย	31-36	22-28
<i>C. belcheri</i>		
มาเลเซีย	22-28	27-31

ที่มา : ดัดแปลงจาก Angell (1986)

2.2.5.4 ความขุ่น (turbidity)

ปัญหาการฟุ้งกระจายของดินตะกอนในระหว่างที่มีการเก็บผลผลิตหอยแครง เนื่องจากการเก็บผลผลิตหอยแครงจะใช้วิธีการเอาตัวหอยแครงซึ่งจมอยู่ใต้โคลนเลนขึ้นมา ขณะที่คราดจะทำให้ น้ำทะเลขุ่นเพราะมีโคลนเลนผสมเข้าไปด้วย เมื่อหอยนางรมอ้าปากให้น้ำผ่านเข้าเพื่อกรองอาหารจากน้ำ ตะกอนและโคลนเลนที่ติดเข้าไปทำให้หอยนางรมตายได้ นอกจากนี้ยังทำให้ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำลง มีผลทำให้หอยเจริญเติบโตช้า (กรมประมง. 2540; Jarernpornnipat *et al.* 2003)

นอกจากนี้การทับถมของดินตะกอนในบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรม ทำให้พื้นที่เลี้ยงหอยนางรมตื้นเขินขึ้น บรรจง เทียนสงรัสมิ (2543) ได้รายงานว่าการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย ร้อยละ 90 ทำการเลี้ยงหอยในบริเวณที่ตื้นชายฝั่ง ตามปากแม่น้ำ หรือในอ่าวที่มีแม่น้ำไหลนำโคลนตะกอนจากแม่น้ำออกสู่ทะเล ในหน้าฤดูมรสุม คลื่นและลม ก็จะทำให้พัดเอาทรายหรือโคลนมาทับถม ตะกอนเหล่านี้เป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้แหล่งเลี้ยงหอยนางรมตื้นเขิน กลบหรือเกาะตัวหอย ทำให้หอยไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนได้และไม่สามารถที่จะขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้จนตายในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.5 ปริมาณและคุณภาพของอาหาร

ในกรณีของหอยสองฝาหรือสัตว์น้ำที่กินอาหารโดยการกรอง ความเข้มข้นของอาหารทั้งปริมาณและคุณภาพจะมีอิทธิพลในการเพิ่มหรือลดอัตราการกรอง และจะส่งผลไปสู่การเจริญเติบโต หากความเข้มข้นของอาหารน้อยจะมีผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงหรือไม่เจริญเติบโต ในทางตรงกันข้ามหากความเข้มข้นของอาหารมากขึ้นก็จะมีผลให้การได้รับพลังงานจากอาหารเพิ่มมากขึ้น การเจริญเติบโตทั้งร่างกาย และระบบสืบพันธุ์ก็จะมีอัตราการเจริญเพิ่มสูงขึ้น (เอกพล อ่วมนุษ. 2542)

Devakie and Ali (2000) ได้ทำการศึกษาผลของชนิดและความหนาแน่นของอาหารต่ออัตราการลงเกาะของตัวอ่อนหอยนางรมพันธุ์ *C. iredalei* โดยใช้ชนิดของสาหร่ายที่แตกต่างกัน คือ *Isochrysis galbana* และ *Chaetoceros calcitrans* และสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดผสมกัน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน คือ 0, 25, 50, 75, 100 และ 125×10^3 เซลล์ต่อมิลลิลิตร พบว่าที่ระดับความหนาแน่นของสาหร่าย 100×10^3 เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนหอยนางรมสูงสุดเท่ากับ 23.1-25.8% เมื่อไม่คำนึงถึงชนิดของสาหร่าย และที่ระดับความหนาแน่น 125×10^3 เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีอัตราการลงเกาะเท่ากับ 6.6-17.0% ในขณะที่ระดับความหนาแน่นของสาหร่ายที่ต่ำกว่าคือ $25-50 \times 10^3$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร มีอัตราการลงเกาะน้อยกว่า 13% และเมื่อพิจารณาชนิดของสาหร่ายโดยไม่คำนึงถึงระดับความหนาแน่นของสาหร่าย พบว่า การให้สาหร่ายทั้งสองชนิดร่วมกันมีอัตราการลงเกาะสูงสุดเท่ากับ 11.3% และการให้สาหร่ายชนิด *C. calcitrans* มีอัตราการลงเกาะน้อยกว่า ประมาณ 9.5% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนหอยนางรมที่ให้สาหร่ายชนิด *I. galbana*

Wiltshire et al. (2008) ได้ทำการศึกษาผลของอาหารต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ภายใต้สภาวะความเค็มสูง (≥ 35 ส่วนในพันส่วน) โดยให้อาหารที่มีความหนาแน่นของสาหร่ายแตกต่างกัน พบว่า ตัวอ่อนหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ที่ให้อาหารในอัตราสูง (100,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) มีการเจริญเติบโตสูงสุด และพบว่า อัตราการตายของตัวอ่อนที่ให้อาหารในอัตราที่ต่ำ (1,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และไม่ให้อาหารมีมากกว่าในกลุ่มที่ให้อาหารในอัตราที่สูง โดยมีอัตราการรอดน้อยกว่า 1% ในขณะที่กลุ่มที่ให้อาหารในอัตราที่สูงมีอัตราการรอด 18% จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การให้อาหารในอัตราที่สูงมีส่วนช่วยในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนหอยนางรม ซึ่งคุณภาพของอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการกำหนดการเจริญเติบโตและการรอดของตัวอ่อนหอยนางรมและความเข้มข้นของสาหร่ายที่แตกต่างกันส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Rico-Villia et al. (2009) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของความหนาแน่นของอาหารต่อการกินอาหาร การเจริญเติบโต และการลงเกาะของตัวอ่อนหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* โดยให้อาหารที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกัน พบว่า การกินอาหารและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนหอยนางรมเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของอาหารเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตาม ความเพียงพอของแพลงก์ตอนพืชที่มากขึ้นก็จะนำไปสู่การเจริญเติบโตได้เร็วขึ้นและอัตราการรอดที่ดีกว่า ดังนั้น ความแตกต่างของแพลงก์ตอนพืชในภาคสนามมีผลอย่างมากต่อจำนวนของหอยนางรมที่จะมีชีวิตรอดไปจนถึงระยะการลงเกาะได้สำเร็จ (Wiltshire *et al.* 2008)

2.3 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรม (Condition Index, CI)

ดัชนีความสมบูรณ์ (Condition Index) คือ ค่าที่ใช้ในการประเมินคุณภาพเนื้อหอยและผลผลิตของหอยที่ได้จากการเพาะเลี้ยง (Rebello *et al.* 2005) หรือค่าที่ใช้วัดความสมบูรณ์หรือความอ้วนของหอย (กรมประมง. 2540) สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้ (Hand and Nell. 1999)

$$\text{ดัชนีความสมบูรณ์} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง} \times 1,000}{\text{น้ำหนักเนื้อหอยกับเปลือกหอย} - \text{น้ำหนักเปลือกหอย}}$$

น้ำหนักเนื้อหอยแห้งคิดจากน้ำหนักเนื้อหอยที่ซั่งหลังจากการอบให้แห้งในตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (Hand and Nell. 1999)

หรืออาจจะคำนวณจากสูตร (กรมประมง. 2540)

$$\text{ดัชนีความสมบูรณ์} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง} \times 1,000}{\text{ปริมาตรภายในเปลือกหอย}}$$

หรืออาจจะคำนวณจากสูตร (กรมประมง. 2540)

$$\text{ดัชนีความสมบูรณ์} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหอยเปียก} \times 1,000}{(\text{ความหนาของเปลือกหอย})^3}$$

น้ำหนักเนื้อหอยแห้งคิดจากน้ำหนักเนื้อหอยที่ซั่งหลังจากการอบให้แห้งในตู้อบ (oven) ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง ปริมาตรภายในเปลือกหอยได้จากผลลบของปริมาตรหอยทั้งหมด (เนื้อหอยกับเปลือก) และปริมาตรเปลือกหอย วัดปริมาตรหอยทั้งหมดและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเปลือกหอยโดยการแทนที่น้ำ ปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่แสดงถึงปริมาณหอยทั้งหมดและ ปริมาตรเปลือกหอย ตามลำดับ ถ้าค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมมากกว่า 150 แสดงว่าหอย อ้วนสมบูรณ์มาก ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 71-149 แสดงว่าหอยอ้วนสมบูรณ์ปานกลาง และมีค่าน้อยกว่า 70 แสดงว่าหอยผอม (กรมประมง. 2540)

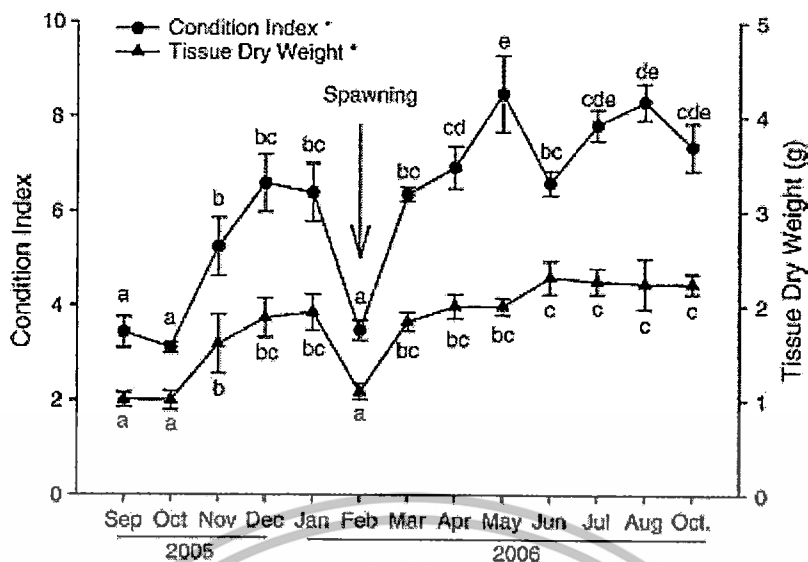
หรืออาจจะคำนวณจากสูตร (Li *et al.* 2009)

$$\text{ดัชนีความสมบูรณ์} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักเนื้อหอยกับเปลือกหอย} - \text{น้ำหนักเปลือกหอย}}$$

น้ำหนักเนื้อหอยแห้งคือน้ำหนักเนื้อหอยที่ซั่งหลังจากการอบให้แห้งในตู้อบ (oven) ที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

จากการศึกษาของธีรยา ช้วยสุรินทร์ และคณะ (2549) พบว่า หอยตะไกรกรมขาว (*C. belcheri*) ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงที่หอยตะไกรกรมมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะ เจริญเติบโตเต็มที่ที่เป็นส่วนใหญ่ และบางส่วนอยู่ในระยะเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ และมีค่าต่ำสุด ในช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคมของปีถัดไป ส่วนในเดือนอื่น ๆ คือเดือนสิงหาคมถึงเดือน พฤศจิกายน มีค่าดัชนีความสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ แต่สามารถพบระยะพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ในระยะเจริญเต็มที่ และระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วนได้ จึงเป็นไปได้ว่าค่าดัชนีความ สมบูรณ์ของหอยตะไกรกรม ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ แต่จากการรายงานของ Angell (1986) กล่าวว่า ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมเพิ่มขึ้นในระหว่างเซลล์สืบพันธุ์อยู่ใน ระยะเจริญเต็มที่ และลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากที่วางไข่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Li *et al.* (2009) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ในประเทศออสเตรเลีย พบว่า ค่าดัชนีความสมบูรณ์และน้ำหนักของหอยนางรม มีค่าเพิ่มขึ้นตลอด ปี ซึ่งค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยลดลงหลังจากที่วางไข่ แต่จะเพิ่มขึ้นหลังจากนั้นภายใน 1 เดือน (ภาพที่ 2.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 การเปลี่ยนแปลงรายเดือนของค่าดัชนีความสมบูรณ์และน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ในประเทศออสเตรเลีย

ที่มา : Li *et al.* (2009)

2.4 ภาวะเจริญพันธุ์ของหอยนางรม

2.4.1 การสืบพันธุ์ของหอยนางรม

2.4.1.1 การจำแนกเพศของหอยนางรม

Paixão *et al.* (2013) กล่าวว่า โดยทั่วไปหอยนางรมในสกุล *Crassostrea* จะมีเพศผู้และเพศเมียแยกกัน (dioecious) และเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่มีการปฏิสนธิภายนอก ในบางกรณีพบหอยที่มีทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียในตัวเดียวกัน และสามารถเปลี่ยนเพศได้ (Protandic hermaphrodite) เช่น หอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* (Dehon, 2008) หอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* (Lavoie, 2009) หอยนางรมพันธุ์ *C. gasar* (Paixão *et al.* 2013) ซึ่งหอยนางรมที่สามารถเปลี่ยนเพศได้มักจะเป็นเพศผู้ในช่วงระยะแรก ลักษณะสำคัญของการเปลี่ยนเพศและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนเพศยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ซึ่งการศึกษาหลาย ๆ การศึกษาได้เสนอแนะว่า ปัจจัยต่าง ๆ ประกอบด้วย อัตราส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมีย อุณหภูมิ ความเครียดทางโภชนาการ และความเครียดทางสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อาจจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงเพศ Lavoie (2009) รายงานว่า หอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* เป็นหอยนางรมที่ปล่อยไข่ได้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากสามารถสร้างอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ถึง 50% ของปริมาตรลำตัว และมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ ถ้าอาหารลดน้อยลงจะพบว่าเป็นเพศผู้มาก ในทางตรงกันข้ามถ้ามีอาหารอุดมสมบูรณ์จะพบว่าหอยนางรมจะเป็นเพศเมียมากกว่า ความแตกต่างระหว่างเพศไม่สามารถใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะภายนอกของเปลือกหอยในการกำหนดเพศของหอยได้ เปลือกนอกมักมีรูปร่างลักษณะไม่แน่นอน เมื่อแกะออกจะพบส่วนลำตัวหอย ซึ่งอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีลักษณะเป็นสีขาว แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศได้อย่างเด่นชัด จึงต้องศึกษาโดยใช้เทคนิคทางด้านเนื้อเยื่อวิทยา (histological analysis) เพื่อให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศได้อย่างชัดเจน (Paixão *et al.* 2013)

2.4.1.2 ระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยนางรม

การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ และเพศเมีย (gametes) เรียกว่า Gametogenesis การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เรียกว่า Oogenesis และการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ เรียกว่า Spermatogenesis (ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และคณะ. 2549)

จากการศึกษาของ Paixão *et al.* (2013) ได้จำแนกระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของหอยนางรมพันธุ์ *C. gasar* สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ (ภาพที่ 2.10) ดังนี้

1) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ยังไม่เจริญ (immature stage) เป็นระยะเริ่มต้น ในเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ pre-vitellogenic oocyte อยู่ในถุงไข่ (follicle) พบ oocyte บางส่วนอยู่ในระยะ vitellogenesis ไซโตพลาสซึมมีการรวมตัวกันอย่างหนาแน่นเป็น basophilic cell นิวคลีโอล (nucleoli) และนิวคลีไอ (nuclei) ตั้งเด่นชัดเห็นได้ชัดเจน ในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะมีเนื้อเยื่ออัมพา (testicular parenchyma) เห็นได้ชัดจากท่อน้ำเชื้อ (spermatic tubule) มีรูปแบบและรูปร่างที่ผิดปกติ เซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia อยู่ติดกับผนังท่อน้ำเชื้อ

2) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์กำลังเจริญ (maturation stage) ในเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะพบถุงไข่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น และพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ pre-vitellogenic oocyte และพบ oocyte อยู่ในระยะ vitellogenesis มีจำนวนหนาแน่นมาก นอกจากนี้ยังพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ vitellogenic oocyte บ้าง ซึ่งเห็นได้ชัดจากที่นิวเคลียสและไซโตพลาสซึมติดสีเข้ม ส่วนในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะพบท่อน้ำเชื้อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น ซึ่งภายในมีเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia, spermatocyte, spermatid และ spermatozoid อยู่

3) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (mature or ripe stage) ในเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะพบถุงไข่เต็มไปด้วยเซลล์สืบพันธุ์ระยะ vitellogenic oocyte หรือ mature oocyte จำนวนมาก และยังพบ oocyte อยู่ในระยะ vitellogenesis อีกด้วย ส่วนในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะพบท่อน้ำเชื้อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่กว้างขึ้น พบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatozoid หนาแน่นมาก แต่ยังสามารถพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia บางส่วนอยู่ติดกับผนังท่อน้ำเชื้อ

4) ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ (spawned or spermiated stage) ในเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะเห็นช่องว่างตรงกลาง (lumen) ที่อยู่ในถุงไข่ได้ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจาก

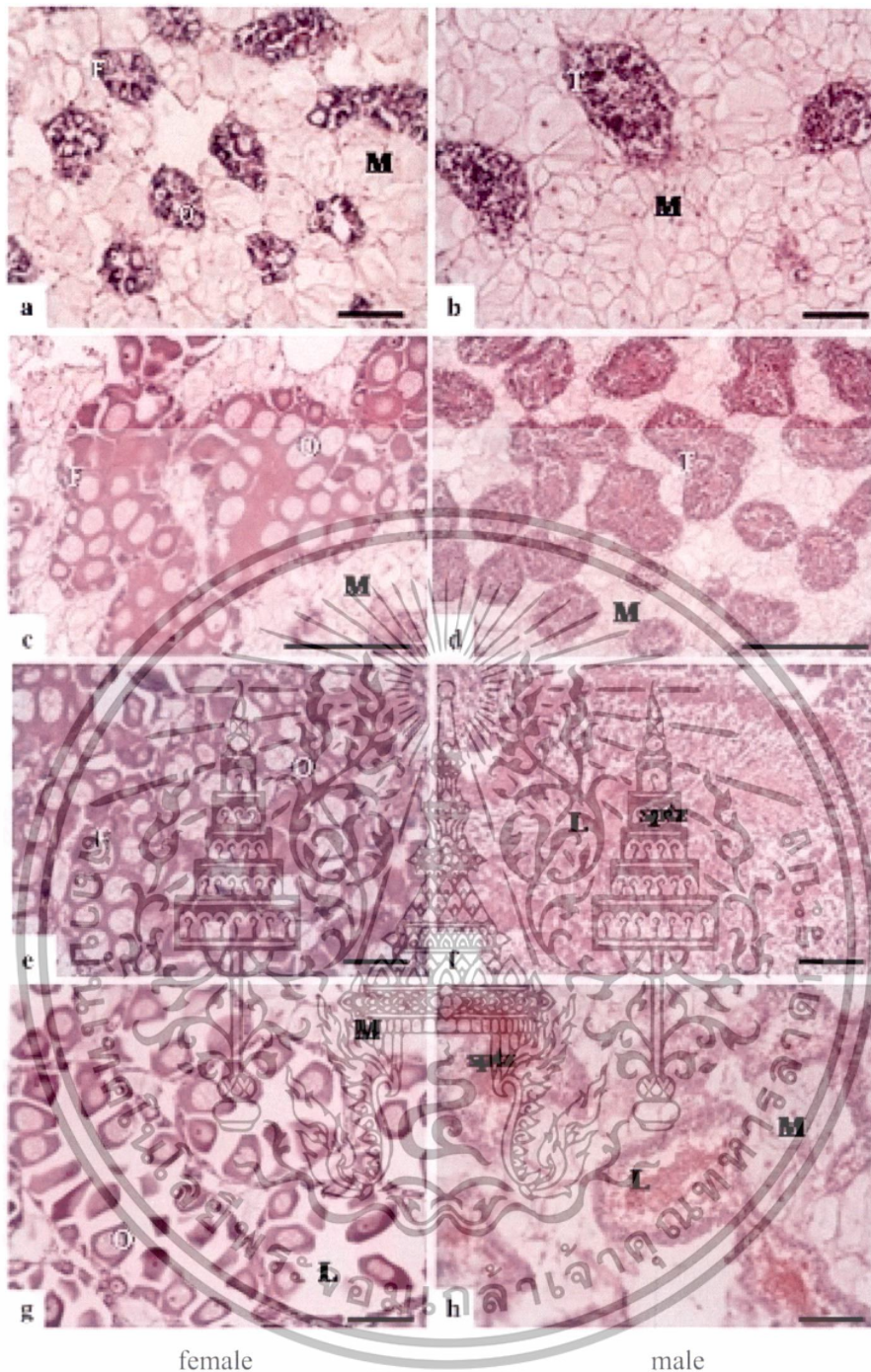
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือที่สงวนลิขสิทธิ์ในนามของศูนย์พัฒนาและส่งเสริมประมงพื้นบ้านภาคใต้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ มีเซลล์สืบพันธุ์ระยะ pre-vitellogenic oocyte และ oocyte อยู่ในระยะ vitellogenesis ในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะพบที่อวัยวะที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง และเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatozoid ในช่องว่างตรงกลางมีจำนวนน้อยลง

หอยนางรมในธรรมชาติพบมีความสมบูรณ์เพศและผสมพันธุ์ได้เกือบตลอดทั้งปี ยกเว้นในช่วงฤดูฝนที่น้ำมีความเค็มต่ำหรือในช่วงที่หอยพอมหลังฤดูวางไข่ รัชฎา ขาวหนูนา (2537) ได้ศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของหอยตะโกรมครามขาว (*C. belcheri*) ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าหอยตะโกรมครามขาวสามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี ช่วงเวลาที่หอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดมี 2 ช่วง ช่วงแรกระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน และช่วงที่สองระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน สอดคล้องกับการศึกษาของ ชีรยา ช่วยสุรินทร์ และคณะ (2549) พบว่าหอยตะโกรมครามขาว (*C. belcheri*) ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี แต่หอยตะโกรมส่วนใหญ่สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์และปล่อยสู่ธรรมชาติในช่วงระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน

การศึกษาของรัชฎา ขาวหนูนา (2537) พบว่าหอยตะโกรมครามขาวที่ศึกษาในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีความยาวระหว่าง 4.45-14.36 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เซลล์สืบพันธุ์มีการพัฒนาแล้ว หอยนางรมที่สามารถสืบพันธุ์ได้มักมีอายุตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป และความอุดมสมบูรณ์ของลูกพันธุ์ขึ้นอยู่กับขนาดของพ่อแม่พันธุ์ด้วย เช่น หอยที่มีอายุ 2 ปี สามารถปล่อยเซลล์ไข่ได้มากกว่าหอยนางรมที่มีอายุ 1 ปี โดยทั่วไปหอยนางรมเพศเมียสามารถปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้หลายสิบล้านฟอง ถ้าหอยนางรมมีขนาดเนื้อประมาณ 50 กรัม สามารถปล่อยเซลล์ไข่ได้เป็นล้านฟอง และปริมาณสเปิร์มของเพศผู้พบปริมาณมากกว่าปริมาณไข่ของเพศเมีย (ชีรยา ช่วยสุรินทร์ และคณะ. 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 ระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของหอยนางรมพันธุ์ *C. gasar*

a - immature female; b - immature male; c - maturation female; d - maturation male

e - mature female; f - mature male; g - spawned female; h - spawned male

M - mantle; F - follicle; T - spermatogenic tubule; L - lumen; O - oocyte

และ Spt - sperm ภาพ a-b, e-h ขนาดสเกล — = 5 ไมโครเมตร

และภาพ c-d ขนาดสเกล — = 10 ไมโครเมตร

ที่มา : Paixao *et al.* (2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการสืบพันธุ์ของหอยนางรม

2.4.2.1 ความเค็ม

Tan and Wong (1996) ได้ศึกษาผลของความเค็มต่อการพัฒนาของเซลล์ไข่ของหอยนางรมพันธุ์ตะไกรกรมขาว (*C. belcheri*) โดยทำการศึกษาที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน คือ 0, 6, 12, 18, 24 และ 30 ส่วนในพันส่วน พบว่า เซลล์ไข่สามารถพัฒนาไปสู่ตัวอ่อนระยะ D-larvae ได้ตั้งแต่ระดับความเค็ม 12-30 ส่วนในพันส่วน แต่ระดับความเค็มที่เหมาะสมคือ 24-30 ส่วนในพันส่วน ซึ่งใกล้เคียงกับการรายงานของ Angell (1986) ที่รายงานว่า ระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการพัฒนาของไข่หอยนางรมพันธุ์ *C. gryphoides* คือ 22.3 ส่วนในพันส่วน ภายใต้การทดลองในห้องปฏิบัติการ และการวางไข่ตามธรรมชาติของหอยนางรมชนิดนี้จะไม่เริ่มจนกว่าจะถึงที่ระดับความเค็มดังกล่าว นอกจากนี้ในบริเวณ Bombay ประเทศอินเดีย หอยนางรมพันธุ์ *C. gryphoides* จะวางไข่มากที่สุดที่ระดับความเค็มระหว่าง 13.2-28.8 ส่วนในพันส่วน

Paixão et al. (2013) ศึกษาผลของความเค็มและปริมาณน้ำฝนต่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยนางรมพันธุ์ *C. gasar* บริเวณปากแม่น้ำ Amazonian โดยศึกษา 4 ช่วงเวลา คือ ช่วงฤดูร้อน ช่วงการเปลี่ยนจากฤดูร้อนเป็นฤดูฝน ช่วงฤดูฝน และช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูร้อน พบว่า ความเค็มและปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยนางรมชนิดนี้ โดยในช่วงฤดูฝน และช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูร้อน (ความเค็มต่ำและปริมาณน้ำฝนมาก) จะพบระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (ระยะ 3) เป็นจำนวนมาก และพบระยะที่เซลล์สืบพันธุ์กำลังเจริญบางส่วน ในขณะที่ช่วงฤดูร้อน และช่วงการเปลี่ยนจากฤดูร้อนเป็นฤดูฝน (ความเค็มสูงและปริมาณน้ำฝนน้อย) จะพบระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ยังไม่เจริญและระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ การที่พบระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ในช่วงฤดูฝน และช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูร้อนมากนั้น อาจจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของอินทรีย์วัตถุในน้ำที่มีปริมาณมากในช่วงเวลานี้ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งอาหารหลักให้กับหอยนางรมพันธุ์ *C. gasar* และสารอาหารเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ เนื่องจากจะต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมากในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

2.4.2.2 อุณหภูมิ

Angell (1986) ได้รายงานว่า การศึกษาในประเทศฮ่องกงได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับความสมบูรณ์เพศของหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นศึกษาความสมบูรณ์เพศและการวางไข่ของหอยนางรม ซึ่งถูกกระตุ้นจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในภายหลัง โดยเปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์อยู่ในระดับต่ำมากซึ่งเกิดขึ้นในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ที่มีความเค็มสูงที่สุด (20-28 ส่วนในพันส่วน) และอุณหภูมิต่ำที่สุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(15-16 องศาเซลเซียส) แต่อุณหภูมิก็เริ่มเพิ่มขึ้นในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ กิจกรรมของอวัยวะสืบพันธุ์เพิ่มขึ้นและสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม การวางไข่เกิดขึ้นครั้งแรกในเดือนพฤษภาคมเมื่ออุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ประมาณ 24 องศาเซลเซียส และการวางไข่ของหอยนางรมชนิดนี้ใน Deep Bay สูงสุดในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนและสิงหาคมเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วง 26-31 องศาเซลเซียส ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Rodríguez-Jaramillo et al. (2008) ที่ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยนางรมพันธุ์ *C. corteziensis* พบว่า หอยมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเจริญเต็มที่ซึ่งเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส และจะวางไข่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงกว่า 27 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับหอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* ที่ต้องการอุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส เพื่อการวางไข่ (Banks et al. 2007)

2.4.2.3 ปริมาณและคุณภาพของอาหาร

ความเพียงพอของอาหารเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อระยะเวลาที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ ความดกของไข่ คุณภาพและปริมาณของไข่ (Delaporte et al. 2006) Fournier et al. (2012) ศึกษาผลของความหนาแน่นของแพลงก์ตอนต่อการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการวางไข่ของหอยนางรมพันธุ์ *P. margaritifera* พบว่า อัตราการสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอน และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้หอยวางไข่ ในขณะที่หอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ที่กินสาหร่ายในอัตราส่วน 12% ของน้ำหนักแห้งหอยนางรมในน้ำหนักแห้งสาหร่ายต่อวัน มีความพยายามในการสืบพันธุ์ (reproductive effort) มากที่สุด เมื่อเทียบกับหอยที่กินสาหร่ายในอัตราส่วน 4% (Delaporte et al. 2006)

Moullac et al. (2013) ศึกษาการกินอาหารของหอยนางรมพันธุ์ *P. margaritifera* ในระหว่างการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ โดยให้หอยกินสาหร่าย 2 ชนิดผสมกันคือ *Isochrysis galbana* และ *Chaetoceros gracilis* ที่ความเข้มข้น 0.5, 7 และ 18 เซลล์ต่อไมโครลิตร พบว่า หอยที่กินสาหร่ายที่ความเข้มข้น 18 เซลล์ต่อไมโครลิตร จะมีดัชนีการพัฒนารังไข่สูงกว่าที่ความเข้มข้นอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเซลล์สืบพันธุ์จะลดลงจนกระทั่งยุติลงเมื่อหอยได้กินอาหารไม่เพียงพอหรือได้รับอาหารน้อยไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 สถานที่ศึกษา

อ่าวบ้านคอน ตั้งอยู่ที่พิกัดระหว่างละติจูดที่ 9 องศา 10 ลิปดาเหนือ ถึงละติจูดที่ 9 องศา 40 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 99 องศา 20 ลิปดาตะวันออก ถึงลองจิจูดที่ 99 องศา 60 ลิปดาตะวันออก บนชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 480 ตารางกิโลเมตร ตั้งแต่บริเวณแหลมชุย อำเภอไชยา จนถึงแหลมคุ้งหมอ อำเภอกาญจนดิษฐ์ ลักษณะชายฝั่งทะเลตลอดทั้งอ่าวมีความลาดชันน้อย เป็นบริเวณน้ำตื้นความลึกเฉลี่ย 2.9 เมตร เป็นหาดโคลนขนาดใหญ่ขยายออกตามแนวชายฝั่งไปประมาณ 2 กิโลเมตรจากชายฝั่ง และมีป่าชายเลนขึ้นตลอดแนวชายฝั่ง ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มต้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน เป็นช่วงที่มีฝนตกน้อยและอัตราการระเหยของน้ำสูง สำหรับฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม เป็นช่วงที่มีฝนตกชุกมากและอัตราการระเหยของน้ำน้อย ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสมชนิดน้ำครึ่ง (semi-diurnal tide) (Wattayakorn *et al.* 2001; Jarernpornpipat *et al.* 2003)

ศึกษาบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยนางรมพันธุ์ตะโกรมกรามขาว ในอ่าวบ้านคอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยกำหนดพิกัดจุดเก็บตัวอย่างหอยตะโกรมกรามขาวและคุณภาพน้ำจำนวน 10 จุด (ภาพที่ 3.1) ด้วยเครื่องมือบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ยี่ห้อ Garmin รุ่น GPSMAP 76S ดำเนินการเก็บตัวอย่างหอยตะโกรมกรามขาวและตัวอย่างน้ำทุกสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$L = aW^b$$

เมื่อ L = ความยาวของเปลือกหอย (เซนติเมตร)
 W = น้ำหนักเนื้อหอยสดหรือน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง (กรัม)
 a และ b = ค่าคงที่ที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอย

3.2.2 การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

คำนวณค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว (Condition Index, CI) (Hand and Nell, 1999) ดังนี้

$$\text{ดัชนีความสมบูรณ์} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง (กรัม)} \times 1,000}{\text{น้ำหนักเนื้อหอยกับเปลือกหอย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเปลือกหอย (กรัม)}}$$

ถ้าค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาวมากกว่า 150 แสดงว่าหอยอ้วนสมบูรณ์มาก ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 71-149 แสดงว่าหอยอ้วนสมบูรณ์ปานกลาง และมีค่าน้อยกว่า 70 แสดงว่าหอยผอม (กรมประมง, 2540)

3.3 การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมกรามขาว

สุ่มเก็บตัวอย่างหอยตะไกรกรมกรามขาวทั้งสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 บริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรามขาวจำนวน 10 ฟาร์ม ฟาร์มละ 2 ตัว เป็นจำนวน 20 ตัว มาวัดขนาดความกว้าง ความยาว และชั่งน้ำหนักรวมทั้งเปลือก และแกะเอาเฉพาะเนื้อหอย ชั่งน้ำหนักเนื้อหอยสด จัดบันทึกข้อมูลหอยแต่ละตัว เก็บรักษาเนื้อเยื่อหอยในสารละลายนิวทรอลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (neutral buffer formalin) ความเข้มข้น 10% จากนั้นนำชิ้นเนื้อที่เก็บรักษาไว้ไปดำเนินการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา (histology) โดยตัดบริเวณส่วนที่เป็นกระเพาะอาหารซึ่งอยู่บริเวณกึ่งกลางลำตัวหอย จะสังเกตเห็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่มีลักษณะเป็นเนื้อสีขาวปกคลุมกระเพาะอาหารไว้ นำตัวอย่างของกระเพาะอาหารที่ได้มาผ่านขั้นตอนการขจัดน้ำภายในเนื้อเยื่อและแทรกพาราฟิน และการย้อมสีตัวอย่างด้วยเทคนิคการย้อมสี haematoxylin และ eosin (H&E) ตามวิธีการของ Humason (1979) เมื่อได้สไลด์ที่ย้อมสีแล้ว จำแนกชนิดของอาหารที่พบใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเพาะของหอยตะไกรกรมกรามขาวด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงยี่ห้อ Olympus ที่กำลังขยาย 40X และ 100X สำหรับชนิดของแพลงก์ตอนที่พบในกระเพาะอาหาร นำไปจำแนกสกุล (genus) ตามวิธีของลัดดา วงศ์รัตน์ (2542; 2543)

3.4 การศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

สุ่มเก็บตัวอย่างหอยตะไกรกรมกรามขาวทั้งสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 บริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรามขาวจำนวน 10 ฟาร์ม ฟาร์มละ 2 ตัว เป็นจำนวน 20 ตัว มาวัดขนาดความกว้าง ความยาว และชั่งน้ำหนักรวมทั้งเปลือก และแกะเอาเฉพาะเนื้อหอย ชั่งน้ำหนักเนื้อหอยสด จัดบันทึกข้อมูลหอยแต่ละตัว เก็บรักษาเนื้อเยื่อหอยในสารละลายนิวทรัลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (neutral buffer formalin) ความเข้มข้น 10% จากนั้นนำชิ้นเนื้อที่เก็บรักษาไว้ไปดำเนินการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา (histology) เพื่อจำแนกเพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมกรามขาว และระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

3.4.1 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมกรามขาว

นำชิ้นเนื้อที่เก็บรักษาในสารละลายนิวทรัลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลินความเข้มข้น 10% มาตัดเฉพาะบริเวณส่วนของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่มีลักษณะเป็นเนื้อสีขาวปกคลุมกระเพาะอาหาร และถ้าใส่ไว้ นำตัวอย่างของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้มาผ่านขั้นตอนการย้อมสีภายในเนื้อเยื่อและแทรกพาราฟิน และการย้อมสีตัวอย่างด้วยเทคนิคการย้อมสี haematoxylin และ eosin (H&E) ตามวิธีการของ Humason (1979) เมื่อได้สไลด์ที่ย้อมสีแล้ว นำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงยี่ห้อ Olympus ที่กำลังขยาย 20X จากนั้นนำมาแยกอัตราส่วนเพศ โดยแบ่งเป็นหอยตะไกรกรมกรามขาวเพศผู้และเพศเมีย คำนวณหาอัตราส่วนเพศ และทดสอบอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียทางสถิติด้วยวิธี Chi-square test โดยมีสมมติฐานว่า อัตราส่วนของเพศผู้ต่อเพศเมีย คือ 1 : 1

3.4.2 ระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

ตรวจสอบระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมียของหอยตะไกรกรมกรามขาว จำแนกตามวิธีของ Paixão *et al.* (2013) ซึ่งแบ่งระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ยังไม่เจริญ (immature stage) เป็นระยะเริ่มต้น เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ pre-vitellogenic oocyte อยู่ภายในถุงไข่ (follicle) พบ oocyte บางส่วนอยู่ในระยะ vitellogenesis ไซโทพลาสซึมมีการรวมตัวกันอย่างหนาแน่นเป็น basophilic cell นิวคลีโอล (nucleoli) และนิวคลีไอ (nuclei) จะเห็นได้ชัดเจน ส่วนในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเยื่ออัมตะ (testicular parenchyma) เห็นได้ชัดจากที่ท่อน้ำเชื้อ (spermatic tubule) มีรูปแบบและรูปร่างที่ผิดปกติ เซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia อยู่ติดกับผนังท่อน้ำเชื้อ

2) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์กำลังเจริญ (maturation stage) เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะพบถุงไข่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น และพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ pre-vitellogenic oocyte และพบ oocyte อยู่ในระยะ vitellogenesis มีจำนวนหนาแน่นมาก นอกจากนี้ยังพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ vitellogenic oocyte บ้าง ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากที่นิวเคลียสและไซโตพลาสมซึมติดสีเข้ม ส่วนในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะพบท่อน้ำเชื้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น ซึ่งภายในมีเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia, spermatocyte, spermatid และ spermatozoid อยู่

3) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (mature or ripe stage) เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะพบถุงไข่เต็มไปด้วยเซลล์สืบพันธุ์ระยะ vitellogenic oocyte หรือ mature oocyte จำนวนมาก และยังพบ oocyte อยู่ในระยะ vitellogenesis อีกด้วย ส่วนในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะพบท่อน้ำเชื้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่กว้างขึ้น พบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatozoid หนาแน่นมาก แต่ยังสามารถพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia บางส่วนอยู่ติดกับผนังท่อน้ำเชื้อ

4) ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ (spawned or spermiated stage) เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะเห็นช่องว่างตรงกลาง (lumen) ที่อยู่ภายในถุงไข่ได้ชัดเจนมากขึ้น เนื่องจากการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ มีเซลล์สืบพันธุ์ระยะ pre-vitellogenic oocyte และ oocyte อยู่ในระยะ vitellogenesis ส่วนในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะพบท่อน้ำเชื้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง และเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatozoid ในช่องว่างตรงกลางมีจำนวนน้อยลง

3.5 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว

3.5.1 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำบางประการที่ตรวจวัดในพื้นที่ที่ทำการศึกษ ได้แก่ ความลึก ความโปร่งแสง อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความเป็นกรดเบส (pH) ของน้ำ ส่วนคุณภาพน้ำที่ต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน และปริมาณออร์โธฟอสเฟต โดยเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงที่น้ำขึ้น เก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวดเก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร นำตัวอย่างน้ำไปเก็บรักษาในถังน้ำแข็ง เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5.1.1 ความลึก (depth) วัดด้วยเครื่องมือวัดความลึกของน้ำ (portable sonar system meter) ยี่ห้อ HawkEye รุ่น H22PX โดยวัดในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทันที มีหน่วยวัดเป็นเมตร (m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.2 ความโปร่งแสง (transparency) วัดด้วยเครื่องมือวัดความโปร่งแสง (secchi disc) โดยวัดในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทันที มีหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร (cm)

3.5.1.3 อุณหภูมิ (temperature) วัดด้วย DO meter ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 9146 โดยวัดในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทันที มีหน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

3.5.1.4 ความเค็ม (salinity) วัดด้วยเครื่องวัดความเค็มชนิดหักเหแสง (salinity refractometer) รุ่น FG-201 โดยวัดในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทันที มีหน่วยวัดเป็นส่วนในพัน ส่วน (ppt, ‰)

3.5.1.5 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen, DO) วัดด้วย DO meter ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 9146 โดยวัดในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทันที มีหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L)

3.5.1.6 ความเป็นกรดเบส (pH) ของน้ำ วัดด้วย pH meter ยี่ห้อ Hanna รุ่น HI 98128 โดยวัดในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทันที

3.5.1.7 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ (total suspended solids, TSS) โดยอบกระดาษกรอง Whatman GF/C ขนาดตา 0.45 ไมครอน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วไปใส่ในโถดูดความชื้น (dessicator) นำไปชั่งน้ำหนักจุดบันทึก แล้วกรองตัวอย่างน้ำผ่านกระดาษกรอง จากนั้นนำกระดาษกรองไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง แล้วไปใส่ในโถดูดความชื้น นำไปชั่งน้ำหนัก จุดบันทึก นำค่าที่ได้ไปคำนวณปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ มีหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) (Strickland and Parsons. 1972)

3.5.1.8 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) วิเคราะห์ด้วยวิธี Cadmium reduction method ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphate) วิเคราะห์ด้วยวิธี Ascorbic acid-single reagent method โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ Thermo scientific รุ่น Genesys 10S VIS ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร สำหรับวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน และที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร สำหรับวิเคราะห์ปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) (Strickland and Parsons. 1972)

3.5.1.9 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll-a) ใช้ถังตวงน้ำทะเลปริมาตร 30 ลิตร ผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 25 ไมครอน ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางปากถุง 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างน้ำที่กรองได้ในขวดเก็บตัวอย่าง นำไปเก็บรักษาในถังน้ำแข็งเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Trichromatic method โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ Jasco รุ่น V-630 ที่ความยาวคลื่น 630, 645, 663 และ 750 นาโนเมตร มีหน่วยวัดเป็นไมโครกรัมต่อลิตร ($\mu\text{g/L}$) (Strickland and Parsons. 1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในช่วงที่น้ำขึ้น โดยใช้ถังตวงน้ำทะเล ปริมาตร 30 ลิตร ผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 25 ไมครอน สำหรับเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช และขนาดตา 60 ไมครอน สำหรับเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางปากถุง 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนที่กรองได้ในขวดเก็บตัวอย่าง และรักษาสภาพด้วยน้ำยาฟอร์มาลินความเข้มข้น 4% นำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ โดยเขย่าให้แพลงก์ตอนในขวดเก็บตัวอย่างกระจายทั่วกัน แล้วใช้ dropper ดูดตัวอย่างใส่ลงใน Sedgwick-Rafter counting cell ขนาดความจุ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วนำไปจำแนกสกุล (genus) และนับจำนวนตามวิธีของลัดดา วงศ์รัตน์ (2542; 2543) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงยี่ห้อ Olympus นำมาคำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณแพลงก์ตอนแต่ละสกุลในน้ำ 1 ลิตร ตามสมการ ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชหรือแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลิตร)} = (AB/C) \times 1000$$

- เมื่อ
- A = ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชหรือแพลงก์ตอนสัตว์ที่นับได้โดยใช้สไลด์นับแพลงก์ตอน (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)
 - B = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่างหลังจากการกรองผ่านถุงแพลงก์ตอน (มิลลิลิตร)
 - C = ปริมาตรน้ำที่กรองผ่านถุงแพลงก์ตอน (มิลลิลิตร)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่โครมครามขาว คุณภาพน้ำและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple ranges test รวมทั้งวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่โครมครามขาว โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม SPSS for Window version 16.0

3.7 สถานที่ทำการวิจัย

3.7.1 ฟาร์มเพาะเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรวมขาวในอำเภอบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัด สุราษฎร์ธานี

3.7.2 ห้องปฏิบัติการหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และ ประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.8 ระยะเวลาดำเนินงาน

ดำเนินการเป็นระยะเวลานาน 12 เดือน ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

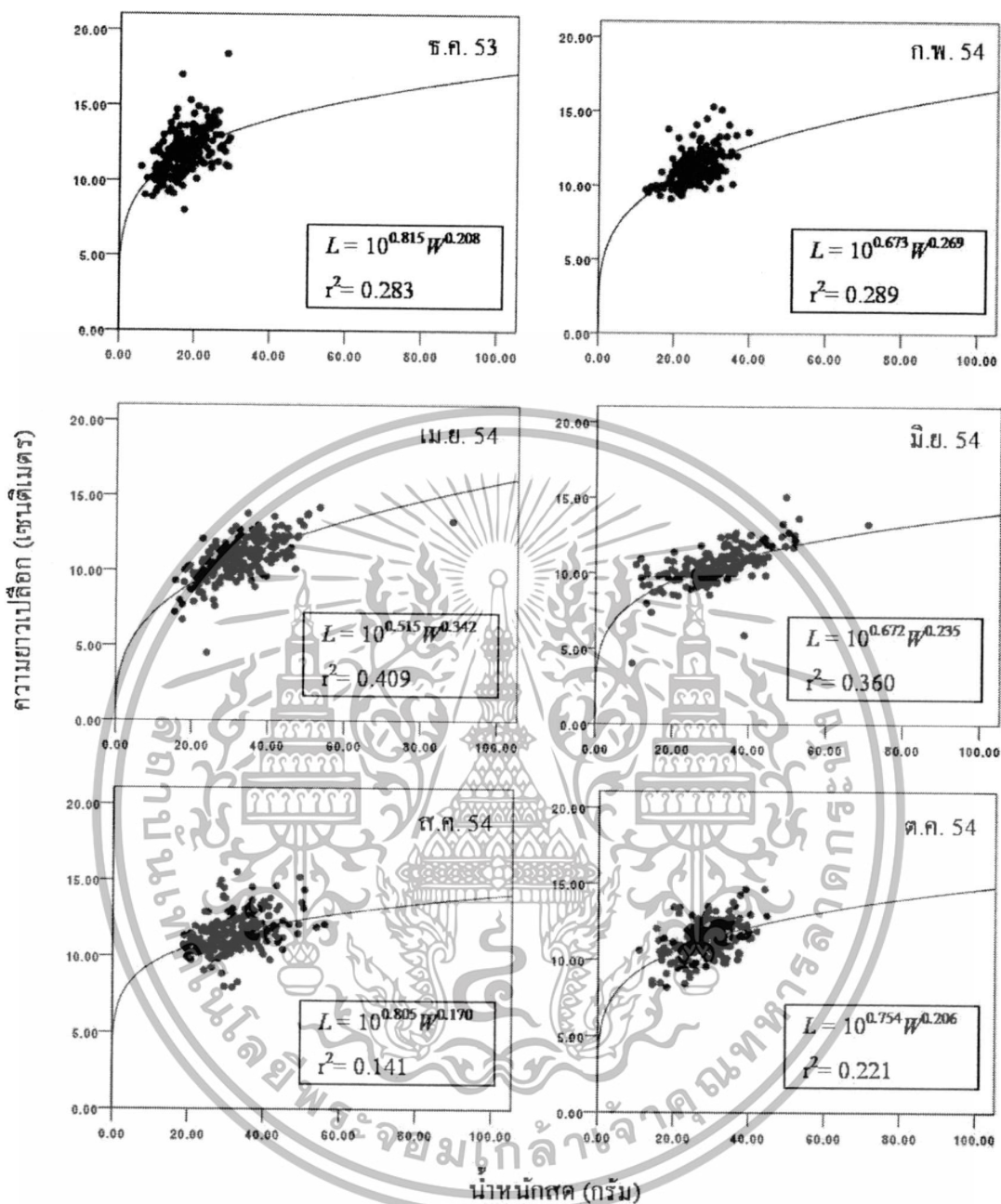
บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไกรมกราคมขาว

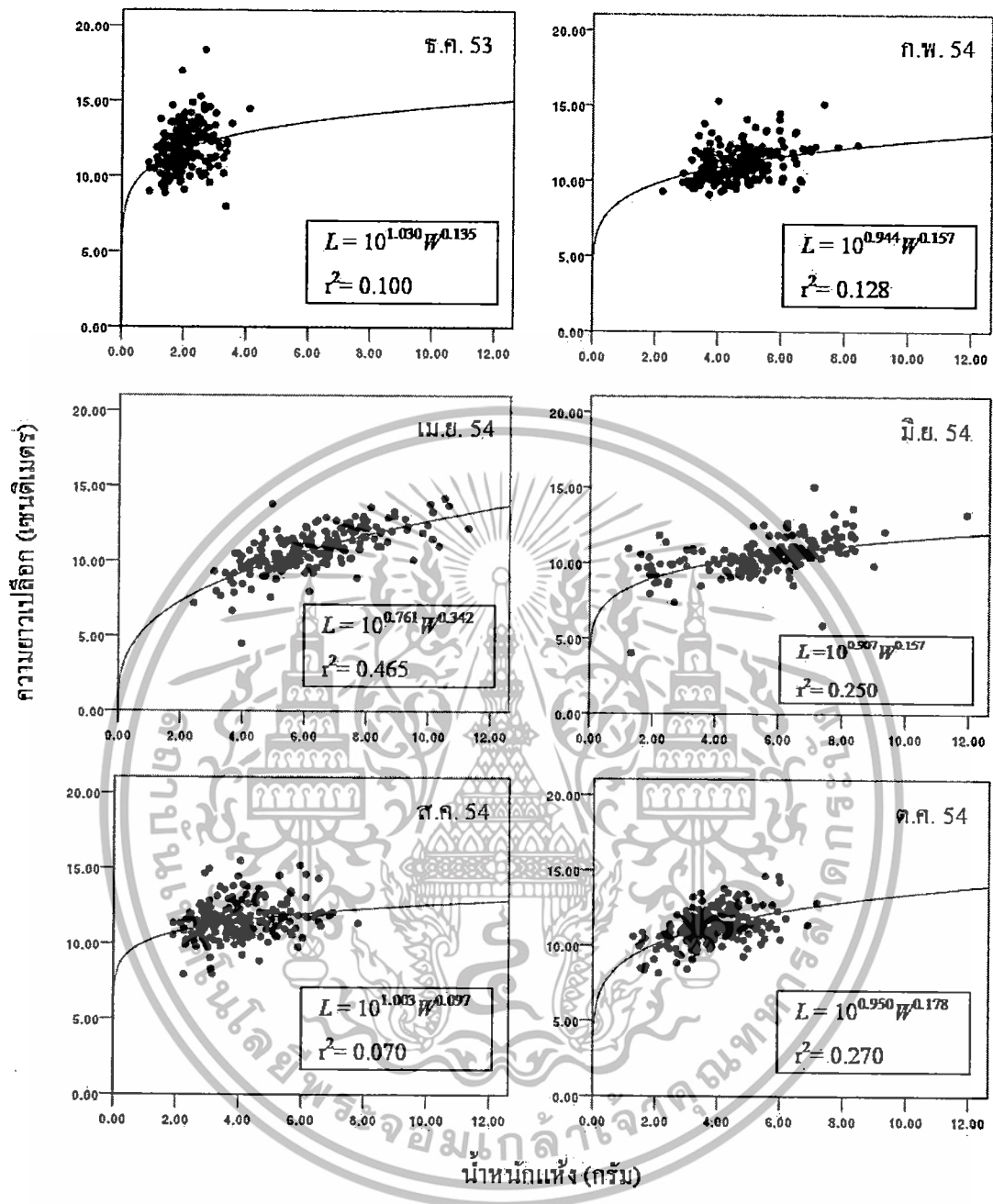
การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไกรมกราคมขาวโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย กับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยตะไกรมกราคมขาว (allometric relationship) ที่สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย กับน้ำหนักเนื้อหอยสด พบว่า เดือนเมษายน พ.ศ. 2554 มีความสัมพันธ์ดีที่สุด ($r^2 = 0.409$) รองลงมาคือ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ($r^2 = 0.360$) เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ($r^2 = 0.289$) เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ($r^2 = 0.283$) เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ($r^2 = 0.221$) และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 ($r^2 = 0.141$) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) สำหรับการหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย กับน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง พบว่า เดือนเมษายน พ.ศ. 2554 มีความสัมพันธ์ดีที่สุด ($r^2 = 0.465$) รองลงมาคือ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ($r^2 = 0.270$) เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ($r^2 = 0.250$) เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ($r^2 = 0.128$) เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ($r^2 = 0.100$) และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 ($r^2 = 0.070$) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของปลีอกของปลาช่อนกับน้ำหนักเนื้อของปลาช่อน
 ตะโกกรมกรามขาว (allometric relationship) ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือน
 ตุลาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอย
ตะไกรกรมขาว (allometric relationship) ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือน
ตุลาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

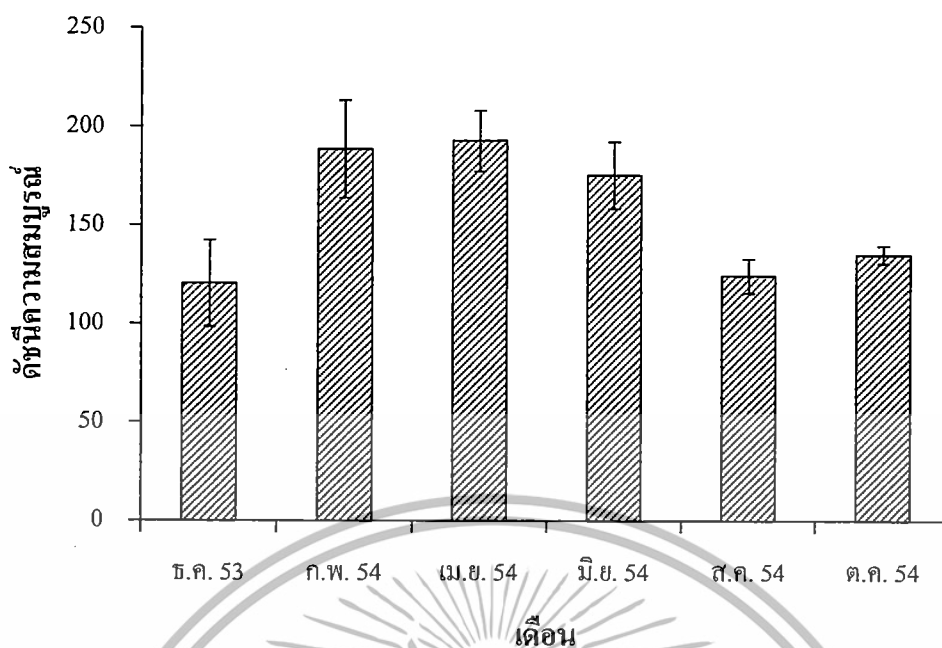
การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาวที่สุ่มเก็บตัวอย่างทุกสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ค่าเฉลี่ยดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาวในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยหอยตะไกรกรมกรามขาวมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยในเดือนเมษายนมีค่าสูงที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 192.82 ± 15.33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหอยตะไกรกรมกรามขาวมีความสมบูรณ์อย่างยิ่ง รองลงมาคือ เดือนกุมภาพันธ์และเดือนมิถุนายน ซึ่งมีค่าดัชนีความสมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 188.66 ± 24.76 และ 175.39 ± 16.92 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าหอยตะไกรกรมกรามขาวมีความสมบูรณ์มาก ส่วนค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาวในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 เดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 มีค่าค่อนข้างต่ำ โดยในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีค่าดัชนีความสมบูรณ์ต่ำที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 120.47 ± 21.96 แสดงให้เห็นว่าหอยตะไกรกรมกรามขาวมีความสมบูรณ์ปานกลาง (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.3)

ตารางที่ 4.1 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาวบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เดือน/ปี	ดัชนีความสมบูรณ์ (CI)
ธันวาคม พ.ศ. 2553	120.47 ± 21.96^c
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554	188.66 ± 24.76^{ab}
เมษายน พ.ศ. 2554	192.82 ± 15.33^a
มิถุนายน พ.ศ. 2554	175.39 ± 16.92^b
สิงหาคม พ.ศ. 2554	124.24 ± 8.72^c
ตุลาคม พ.ศ. 2554	135.07 ± 4.54^c

หมายเหตุ : ตัวอักษร a, b และ c ที่อยู่ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวบริเวณอำเภอบ้านคอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

4.3 การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาว

การศึกษากลับประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาวที่สุ่มเก็บตัวอย่างทุกสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 โดยการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา พบว่า ในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาวประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 27 สกุล จาก 3 ดิวิชัน ได้แก่ Division Bacillariophyta (ไดอะตอม) จำนวน 23 สกุล Division Dinophyta (ไดโนแฟลกเจลเลต) จำนวน 2 สกุล ชนิดที่พบ ได้แก่ *Ceratium* spp. และ *Dinophysis* sp. และ Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) จำนวน 2 สกุล ชนิดที่พบ ได้แก่ *Haematococcus* sp. และ *Trachelomonas* sp. และแพลงก์ตอนสัตว์จำนวน 2 ไฟลัม ได้แก่ Phylum Ciliophora ชนิดที่พบ ได้แก่ *Codonella* sp. และ Phylum Mollusca ชนิดที่พบ ได้แก่ ตัวอ่อนของหอยฝาเดียว นอกจากนี้ยังพบโครงสร้างที่ไม่สามารถจำแนกได้จำนวน 2 กลุ่ม (ตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.4)

ผลการศึกษา พบว่า ไดอะตอมเป็นกลุ่มที่พบบมากที่สุดทั้งจำนวนสกุลและความถี่ที่พบ คิดเป็นร้อยละ 86.53 ของจำนวนอาหารที่พบทั้งหมด ชนิดที่พบบ่อย ได้แก่ *Cyclotella* sp. คิดเป็นร้อยละ 19.79 รองลงมาคือ *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp., *Coscinodiscus* spp., *Nitzschia* sp. และ *Rhizosolenia* sp. คิดเป็นร้อยละ 13.32, 9.94, 9.80, 7.19 และ 6.52 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบ

เอกสารที่คิดเป็นร้อยละ 1.19 ของจำนวนอาหารที่พบทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างที่ไม่สามารถจำแนกได้จำนวน 2 กลุ่ม มีจำนวนรวมกันคิดเป็นร้อยละ 9.85 ส่วนชนิดของอาหารที่สามารถพบได้ตลอดการศึกษา ได้แก่ *Cyclotella* sp., *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp., *Coscinodiscus* spp., *Nitzschia* sp., *Rhizosolenia* sp., *Ditylum* sp., *Chaetoceros* spp., *Pleurosigma* sp., *Navicula* sp., *Amphora* sp., Gastropod Larvae และ Unidentified 2 ตามลำดับ โดยในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 พบจำนวนของอาหารน้อยที่สุด และพบมากที่สุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.5)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาว บริเวณอ่าวบ้านคอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2554

ไฟลัม	กลุ่ม	เดือน/ปี						รวม	คิด เป็น %
		ธ.ค. 53	ก.พ. 54	เม.ย. 54	มิ.ย. 54	ส.ค. 54	ต.ค. 54		
Bacillariophyta	<i>Actinophychus</i> sp.	1		2				3	0.14
	<i>Amphora</i> sp.	1	1	3	3	5	4	17	0.82
	<i>Chaetoceros</i> spp.	17	22	25	8	16	9	97	4.68
	<i>Cocconeis</i> sp.			2	1	4		7	0.34
	<i>Coscinodiscus</i> spp.	8	15	9	5	14	152	203	9.80
	<i>Cyclotella</i> sp.	23	34	40	173	75	65	410	19.79
	<i>Diatoma</i> sp.			3				3	0.14
	<i>Diphoneis</i> sp.		1				1	2	0.10
	<i>Ditylum</i> sp.	18	25	33	20	11	10	117	5.65
	<i>Eucampia</i> sp.			6				6	0.29
	<i>Gyrosigma</i> sp.		2		3			5	0.24
	<i>Hemidiscus</i> sp.			5	4	8	2	19	0.92
	<i>Melosira</i> sp.		2	2				4	0.19
	<i>Navicula</i> sp.	2	3	6	7	4	8	30	1.45
	<i>Nitzschia</i> sp.	10	24	39	19	36	21	149	7.19
	<i>Paralia</i> sp.			4	2			6	0.29
	<i>Pleurosigma</i> sp.	5	3	11	6	8	20	53	2.56
	<i>Rhizosolenia</i> sp.	6	28	49	15	4	33	135	6.52
	<i>Surirella</i> sp.				8	2	2	12	0.58
	<i>Thalassionema</i> sp.	14	35	40	20	80	87	276	13.32
<i>Thalassiosira</i> sp.	12	18	24	19	127	6	206	9.94	
<i>Thalassiothrix</i> sp.		12	18				30	1.45	
<i>Triceratium</i> sp.			2			1	3	0.14	
Dinophyta	<i>Ceratium</i> spp.	2	7	4			1	14	0.68
	<i>Dinophysis</i> sp.		1		1		2	4	0.19
Chlorophyta	<i>Haematococcus</i> sp.	8		7		2		17	0.82
	<i>Trachelomonas</i> sp.			25				25	1.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

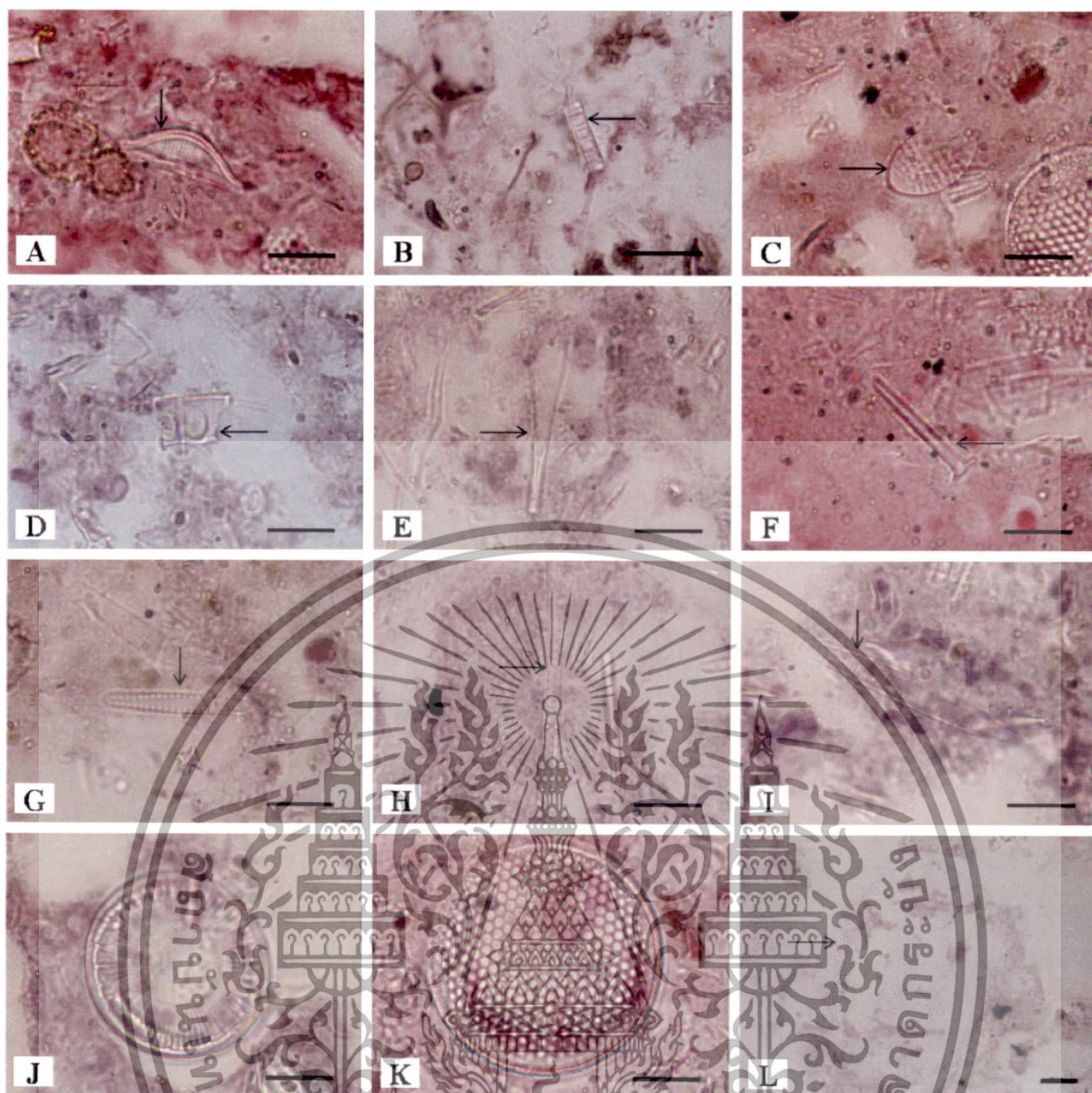
ตารางที่ 4.2 (ต่อ) องค์ประกอบชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมกรามขาว บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

ไฟล์้ม	กลุ่ม	เดือนปี						รวม	คิด เป็น %
		ธ.ค.	ก.พ.	เม.ย.	มิ.ย.	ส.ค.	ต.ค.		
		53	54	54	54	54	54		
Ciliophora	<i>Codonella</i> sp.		3	2				5	0.24
Mollusca	Gastropod	2	1	2	3	1	1	10	0.48
	Larvae								
	Unidentified 1				78			78	3.76
	Unidentified 2	5	10	13	66	12	20	126	6.08
	รวมทั้งหมด	134	247	376	461	409	445	2072	100.00

หมายเหตุ : จำนวนแพลงก์ตอนที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมกรามขาวในแต่ละเดือน แสดงเป็นความถี่ของอาหารที่พบ (เซลล์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 องค์ประกอบชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรทรมกรามขาว บริเวณ
อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม
พ.ศ. 2554

A - *Amphora* sp.; B - *Chaetoceros* sp.; C - *Cocconeis* sp., D - *Eucampia* sp.;

E - *Rhizosolenia* sp.; F - process ของ *Ditylum* sp.; G - *Thalassionema* sp.

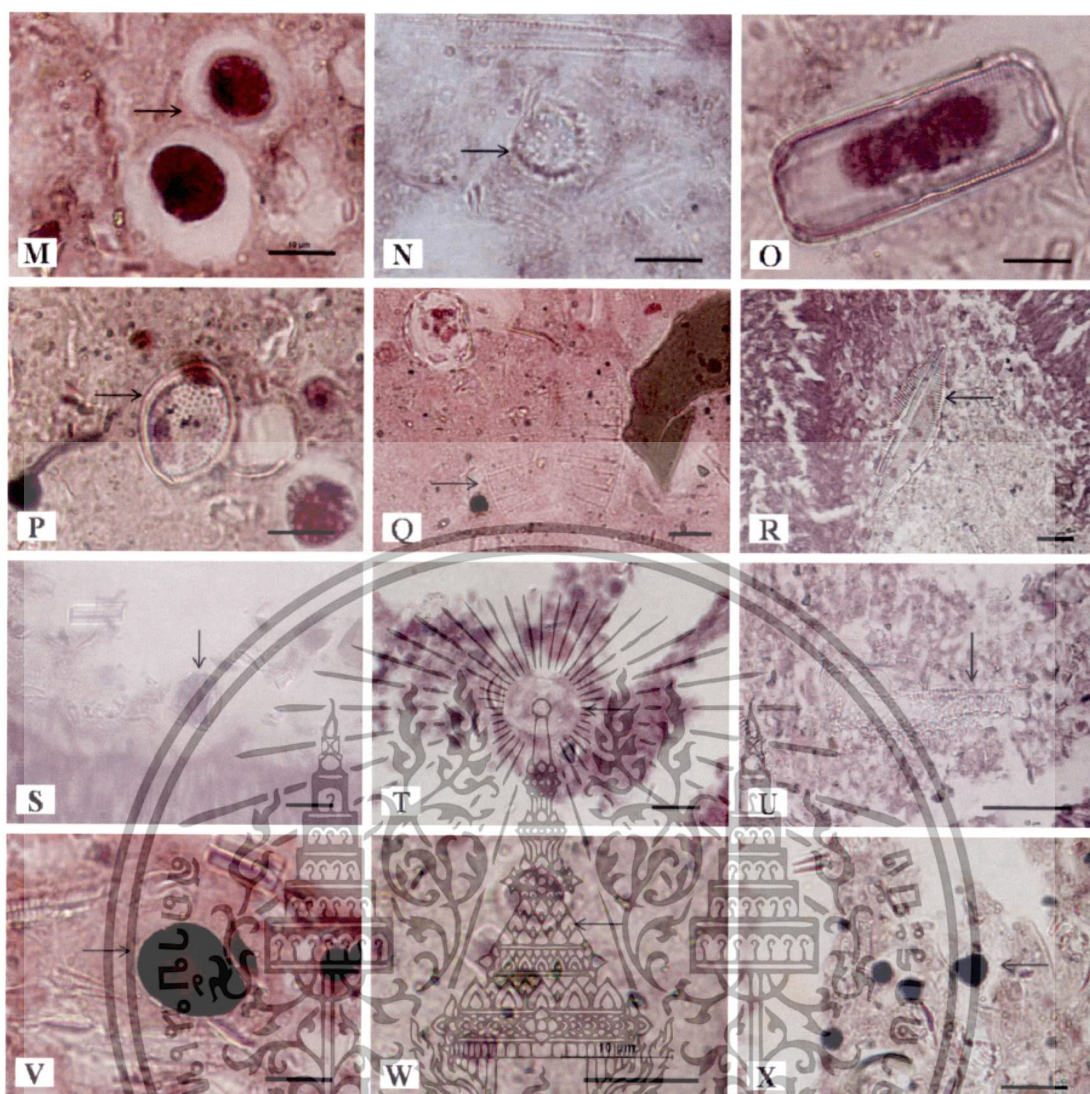
H - *Thalassiothrix* sp.; I - *Nitzschia* sp.; J - *Cyclotella* sp.; K - *Thalassiosira* sp. และ

L - *Coscinodiscus* spp.

ภาพ A-K ขนาดสเกล — = 10 ไมโครเมตร กำลังขยาย 100X

ภาพ L ขนาดสเกล — = 20 ไมโครเมตร กำลังขยาย 40X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 (ต่อ) องค์ประกอบชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไคร้กรมกรามขาว บริเวณอำเภอน่านคอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

M - *Haematococcus* sp.; N - *Trachelomonas* sp.; O - *Diatoma* sp.,

P - *Hemidiscus* sp.; Q - *Surirella* sp.; R - *Navicula* sp.; S - *Paralia* sp.

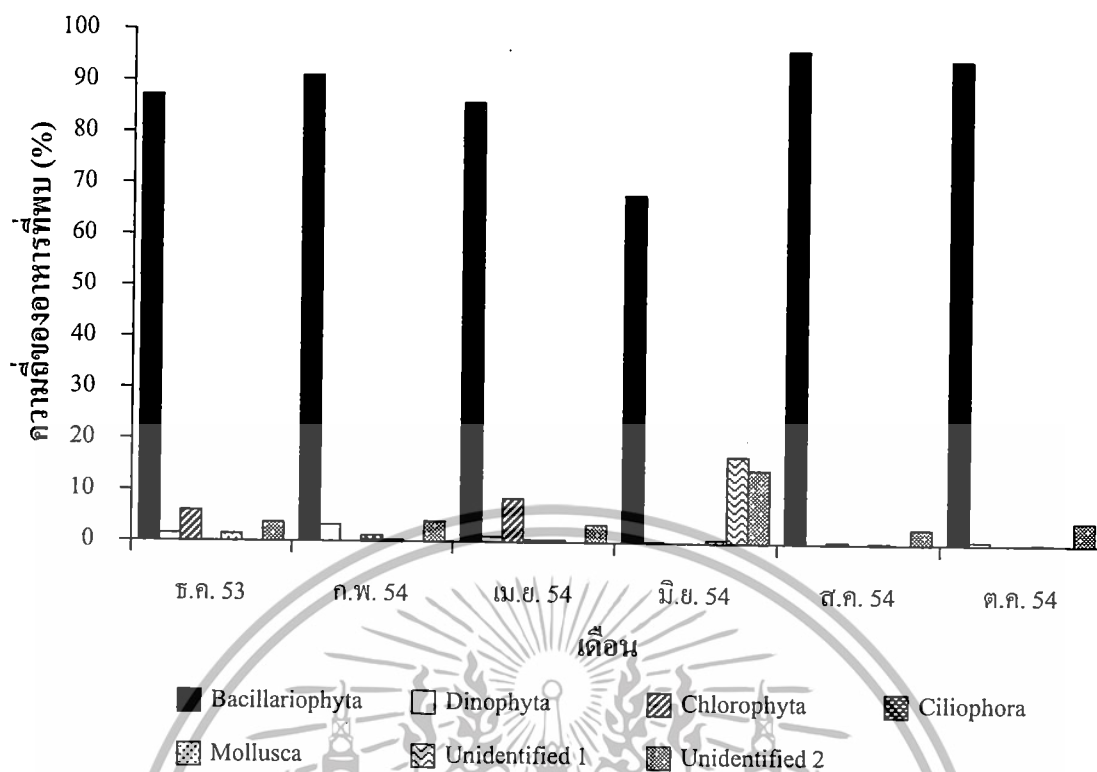
T - *Dinophysis* sp.; U - *Triceratium* sp.; V - ตัวอ่อนหอยฝาเดียว;

W - Unidentified 1, X - Unidentified 2

ภาพ M-P และ W ขนาดสเกล — = 10 ไมโครเมตร กำลังขยาย 100X

ภาพ Q-V และ X ขนาดสเกล — = 20 ไมโครเมตร กำลังขยาย 40X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ร้อยละความถี่ของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมกรามขาวบริเวณ อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

4.4 การศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

4.4.1 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมกรามขาว

เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมกรามขาว ที่สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 รวมทั้งหมด 120 ตัว โดยศึกษา ลักษณะของเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา พบว่า หอยตะไกรกรมกรามขาวมีความ ยาวของเปลือกกระหว่าง 8.10-14.00 เซนติเมตร ความยาวของเปลือกเฉลี่ย 11.24±1.27 เซนติเมตร มี น้ำหนักทั้งเปลือกกระหว่าง 117.07-573.79 กรัม น้ำหนักทั้งเปลือกเฉลี่ย 293.91±74.55 กรัม เป็นหอย เพศผู้ 39 ตัว หอยเพศเมีย 79 ตัว และหอยที่มีเพศแฝง 2 ตัว (มีทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียใน ตัวเดียวกัน ดังภาพที่ 4.7) คิดเป็นร้อยละ 32.50, 65.83 และ 1.67 ตามลำดับ มีอัตราส่วนเพศเท่ากับ 1:2.03:0.05 เมื่อทดสอบค่าอัตราส่วนเพศระหว่างเพศผู้และเพศเมียด้วยวิธี Chi-square test (χ^2) ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของหอยตะไกรกรมกรามขาวในรอบปีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนใหญ่ในแต่ละเดือนจะพบหอยตะไกรกรมกรามขาวเพศเมียมากกว่าเพศผู้ และเมื่อทำการวิเคราะห์อัตราส่วนเพศของหอยที่สุ่มเก็บตัวอย่างทุก

ไม่ว่าการณ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองเดือนระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า อัตราส่วนเพศของ หอยตะไกรกรมกรามขาวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมกรามขาวบริเวณอ่าวบ้านคอน จังหวัด

สุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เดือน/ปี	จำนวนตัว		รวม (ตัว)	อัตราส่วนเพศ เพศผู้ : เพศเมีย	Chi-square (χ^2)
	เพศผู้	เพศเมีย			
ธันวาคม 2553	5	15	20	1:3.00	0.59
กุมภาพันธ์ 2554	6	14	20	1:2.33	0.08
เมษายน 2554	9	10	19	1:1.11	1.76
มิถุนายน 2554	8	11	19	1:1.38	0.70
สิงหาคม 2554	7	13	20	1:1.86	0.03
ตุลาคม 2554	4	16	20	1:4.00	1.54
รวม	39	79	118	1:2.03	4.71

4.4.2 ระยะเวลาพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

การศึกษาระยะเวลาพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาวเพศผู้และเพศเมีย ที่สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า หอยตะไกรกรมกรามขาวมีระยะเวลาพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ 1) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ยังไม่เจริญ (immature stage), 2) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์กำลังเจริญ (maturation stage), 3) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (mature or ripe stage) และ 4) ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ (spawned or spermiated stage) ดังนี้

1) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ยังไม่เจริญ (immature stage) เป็นระยะเริ่มต้น เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียจะเริ่มมีการสร้างถุงไข่ (follicle) เกิดขึ้นในอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แต่มีขนาดเล็ก ระหว่างถุงไข่พบเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) จำนวนมาก บนผนังของถุงไข่บางถุงไข่ จะมีการสร้าง oocyte ขึ้น 1-2 เซลล์ แต่มีขนาดเล็ก เรียกว่า young oocyte (ภาพที่ 4.6 A) ส่วนเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้จะเริ่มมีการสร้างท่อน้ำเชื้อ (spermatic tubule) เกิดขึ้นในอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ แต่มีขนาดเล็ก และพบเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) จำนวนมากอยู่ระหว่างท่อน้ำเชื้อ และพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia อยู่ติดกับผนังท่อน้ำเชื้อ (ภาพที่ 4.6 B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

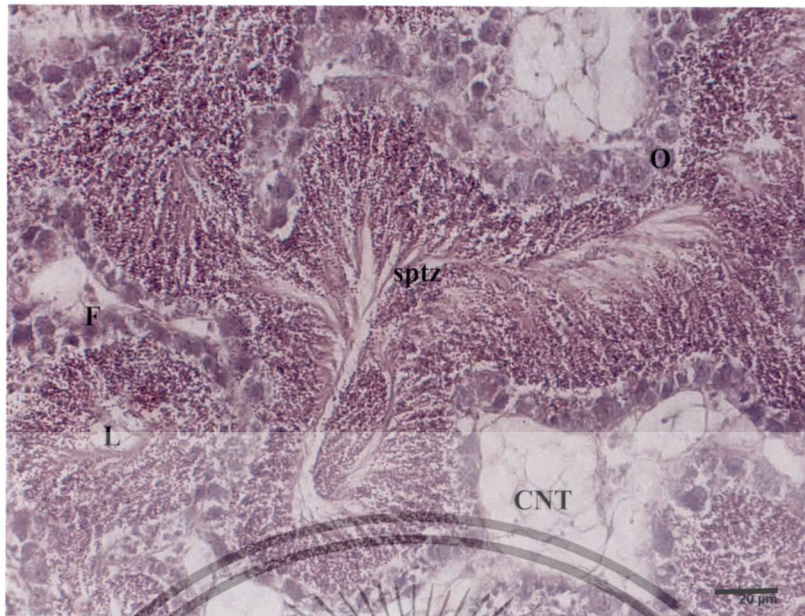
2) ระยะเวลาที่เซลล์สืบพันธุ์กำลังเจริญ (maturation stage) ในเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย พบว่า ไข่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น ผนังของไข่หนา ภายในไข่พบ young oocyte เป็นจำนวนมาก บางเซลล์ของ oocyte ยังไม่พบนิวเคลียสชัดเจน จะพบเป็น oocyte ที่ติดสีเข้มของ Haematoxylin และยังพบ mature oocyte บ้าง ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากที่นิวเคลียสติดสีเข้ม (ภาพที่ 4.6 C) ส่วนเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้พบที่อ่น้ำเชื้อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น ซึ่งภายในมีเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia, spermatocyte, spermatid และ spermatozoid อยู่ (ภาพที่ 4.6 D)

3) ระยะเวลาที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (mature or ripe stage) ในเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียพบ ไข่ขยายใหญ่ ผนังของไข่บาง และเต็มไปด้วยเซลล์สืบพันธุ์ระยะ vitellogenic oocyte หรือ mature oocyte จำนวนมาก เซลล์ของ oocyte สามารถเห็นนิวเคลียสได้ชัดเจน และยังสามารถพบ young oocyte อีกด้วย (ภาพที่ 4.6 E) ส่วนเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้พบที่อ่น้ำเชื้อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่กว้างขึ้น พบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatozoid หนาแน่นมากอยู่ในช่องกลางของท่อ น้ำเชื้อ แต่ยังสามารถพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatogonia บางส่วนอยู่ติดกับผนังท่อ น้ำเชื้อ (ภาพที่ 4.6 F)

4) ระยะเวลาปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ (spawned or spermiated stage) เป็นระยะที่ เซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมียถูกปล่อยออกไปจากท่อ น้ำเชื้อหรือไข่บ้างแล้ว ในเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียพบว่าผนังของไข่แตกออก เห็นช่องว่างตรงกลาง (lumen) ที่อยู่ภายในไข่ได้ ชัดเจนมากขึ้น และอาจพบ mature oocyte หลงเหลืออยู่แต่พบในปริมาณน้อย (ภาพที่ 4.6 G) ส่วน ในเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้พบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatozoid ที่อยู่ภายในช่องกลางของท่อ น้ำเชื้อถูก ปล่อยออกไป ทำให้ท่อ น้ำเชื้อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลดลง ช่องว่างตรงกลาง (lumen) ที่อยู่ ภายในท่อ น้ำเชื้อเห็นได้ชัดเจน และพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะ spermatozoid ในช่องว่างตรงกลางมี จำนวนน้อยลง (ภาพที่ 4.6 H)

การศึกษาครั้งนี้ยังพบหอยตะไกรกรมกรามขาวที่มีเพศแฝง คือ มีทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และ เพศเมียในตัวเดียวกัน (protandic hermaphrodite) โดยบริเวณผนังของไข่เต็มไปด้วย young oocyte และ mature oocyte ปะปนกันอยู่ และช่องว่างตรงกลางที่อยู่ภายในไข่จะพบเซลล์สืบพันธุ์ ระยะ spermatozoid อยู่ตรงกลาง (ภาพที่ 4.7) ซึ่งพบในเดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 1.67 ของหอยตะไกรกรมกรามขาวที่สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งหมด โดยหอยตะไกรกรมกรามขาว ที่มีเพศแฝงที่พบในการศึกษานี้ไม่ส่งผลกระทบต่อการคำนวณอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย หรือระยะ การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมียของหอยตะไกรกรมกรามขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 หอยตะไกรมกรามขาวเพศผู้ที่มีทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียในตัวเดียวกัน บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

CNT – connective tissue; F – follicles; L – lumen; O – oocytes และ
Sptz – spermatozooids ขนาดสเกล $\text{---} = 50 \mu\text{m}$ ไมโครเมตร. กิ่งตั้งขยาย 20X

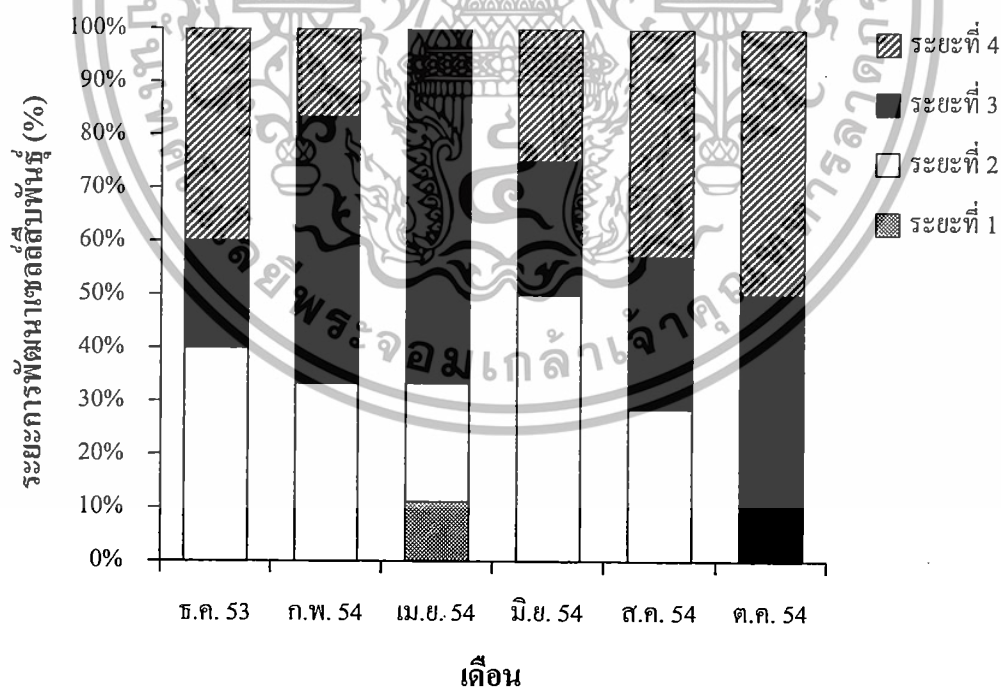
การศึกษาค้นพบว่า หอยตะไกรมกรามขาวเพศผู้และเพศเมียมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเจริญเต็มที่ (mature or ripe stage) และระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ (spawned or spermiated stage) ได้ตลอดทั้งปี แต่จะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน โดยพบหอยตะไกรมกรามขาวเพศผู้มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเจริญเต็มที่ทุกเดือนที่ทำการศึกษาค้นคว้า เดือนที่พบหอยอยู่ในระยะเจริญเต็มที่มากที่สุดคือ เดือนเมษายน พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 66.67 รองลงมาคือ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 50.00 เท่ากัน และพบน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 20.00 และมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาคือ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 42.86 และ 40.00 ตามลำดับ ส่วนเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ไม่พบหอยเพศผู้อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (ตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.8) สำหรับหอยตะไกรมกรามขาวเพศเมียมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเจริญเต็มที่มากที่สุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 90.00 รองลงมาคือ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 64.29 และ 63.64 ตามลำดับ และพบน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 6.67 และมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 73.33 รองลงมาคือ เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 56.25 และ 53.85 ตามลำดับ ส่วนเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ไม่พบหอยเพศเมียอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (ตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.9)

ตารางที่ 4.4 ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาวเพศผู้ บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เดือน/ปี	ระยะที่ 1		ระยะที่ 2		ระยะที่ 3		ระยะที่ 4		รวม จำนวน (ตัว)
	immature		maturation		mature		spawned		
	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	
ธันวาคม 2553	0	0.00	2	40.00	1	20.00	2	40.00	5
กุมภาพันธ์ 2554	0	0.00	2	33.33	3	50.00	1	16.67	6
เมษายน 2554	1	11.11	2	22.22	6	66.67	0	0.00	9
มิถุนายน 2554	0	0.00	4	50.00	2	25.00	2	25.00	8
สิงหาคม 2554	0	0.00	2	28.57	2	28.57	3	42.86	7
ตุลาคม 2554	0	0.00	0	0.00	2	50.00	2	50.00	4
รวม	1		12		16		10		39

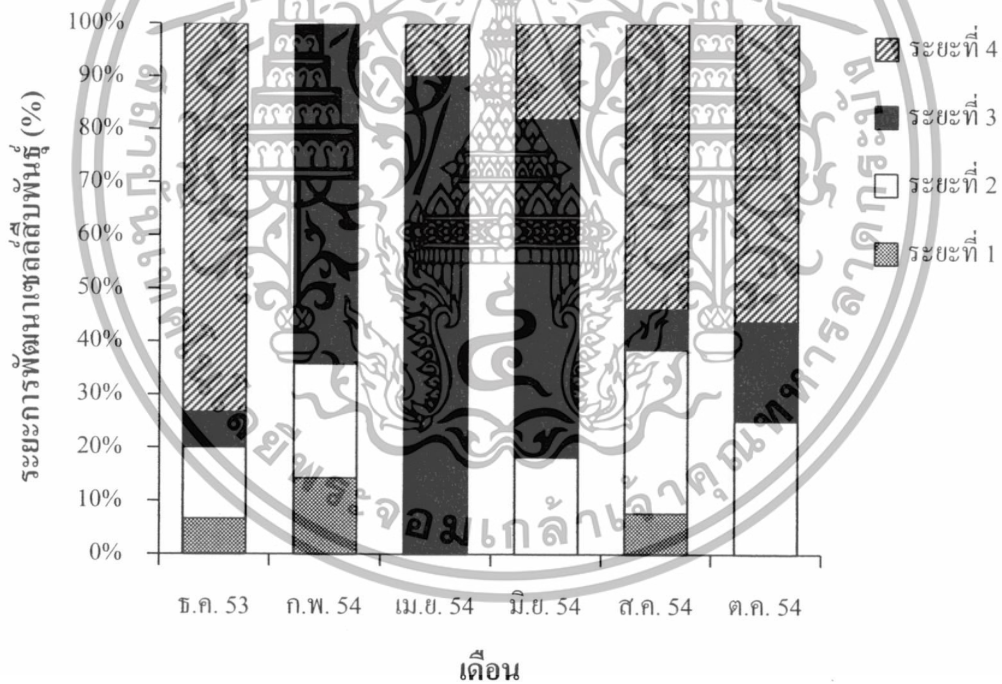


ภาพที่ 4.8 ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาวเพศผู้ บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ระยะการพัฒนาลูกตัวอ่อนของหอยตะไกรกรมขาวเพศเมีย บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เดือน/ปี	ระยะที่ 1		ระยะที่ 2		ระยะที่ 3		ระยะที่ 4		รวม จำนวน (ตัว)
	immature		maturation		mature		spawned		
	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	
ธันวาคม 2553	1	6.67	2	13.33	1	6.67	11	73.33	15
กุมภาพันธ์ 2554	2	14.29	3	21.43	9	64.29	0	0.00	14
เมษายน 2554	0	0.00	0	0.00	9	90.00	1	10.00	10
มิถุนายน 2554	0	0.00	2	18.18	7	63.64	2	18.18	11
สิงหาคม 2554	1	7.69	4	30.77	1	7.69	7	53.85	13
ตุลาคม 2554	0	0.00	4	25.00	3	18.75	9	56.25	16
รวม	4		15		30		30		79



ภาพที่ 4.9 ระยะการพัฒนาลูกตัวอ่อนของหอยตะไกรกรมขาวเพศเมีย บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว

4.5.1 คุณภาพน้ำ

4.5.1.1 ความลึก ความโปร่งแสง ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด อุณหภูมิ ความเต็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความเป็นกรดเบส (pH) ของน้ำทะเล

ผลการศึกษาลักษณะของน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไคร่กรมกรามขาว ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $123.75 \pm 21.96 - 255.60 \pm 36.72$ เซนติเมตร ซึ่งความลึกของน้ำทะเลในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าต่ำในช่วงต้นปี พ.ศ. 2554 ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมิถุนายน หลังจากนั้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงปลายปี และมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคม (ภาพที่ 4.10 A) เมื่อนำค่าความลึกของน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว พบว่า ความลึกของน้ำทะเลแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.633 (ตารางที่ 4.8) กล่าวคือ เมื่อความลึกของน้ำทะเลเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาวลดลง

ความโปร่งแสงของน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไคร่กรมกรามขาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำตลอดระยะเวลาในการศึกษา โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $57.25 \pm 33.18 - 106.30 \pm 19.16$ เซนติเมตร ซึ่งความโปร่งแสงของน้ำทะเลในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยต่ำสุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 และสูงสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 4.10 B) เมื่อนำค่าความโปร่งแสงของน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว พบว่า ความโปร่งแสงของน้ำทะเลไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว (ตารางที่ 4.8)

ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ (TSS) บริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไคร่กรมกรามขาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $35.00 \pm 10.61 - 65.57 \pm 22.03$ มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 และสูงสุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 4.10 C) เมื่อนำปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว พบว่า ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว (ตารางที่ 4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิของน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรามขาวระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $29.08 \pm 1.49 - 33.91 \pm 0.52$ องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิของน้ำทะเลในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 แล้วเพิ่มขึ้นตามลำดับจนมีค่าสูงสุดในเดือน เมษายน พ.ศ. 2554 หลังจากนั้นก็มีค่าลดลงในเดือนมิถุนายน และเพิ่มขึ้นในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งมีความผันแปรตามฤดูกาล (ภาพที่ 4.10 D) เมื่อนำค่าอุณหภูมิของน้ำทะเลมาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ทะเลแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.361 (ตารางที่ 4.8) กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มขึ้นในระดับที่เหมาะสมจะมีผลทำให้ค่าดัชนีความสมบูรณ์ ของหอยตะไกรกรมกรามขาวเพิ่มขึ้นด้วย

ความเค็มของน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรามขาวระหว่างเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีความผันแปรตามฤดูกาล โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ ในช่วง $14.75 \pm 1.26 - 22.50 \pm 3.34$ ส่วนในพันส่วน ซึ่งความเค็มของน้ำทะเลในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 แล้วเพิ่มขึ้น ตามลำดับจนมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 4.10 E) เมื่อนำค่าความเค็มของน้ำทะเล มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว พบว่า ความ เค็มของน้ำทะเลแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกร มกรามขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.313 (ตาราง ที่ 4.8) กล่าวคือ เมื่อความเค็มของน้ำทะเลเพิ่มขึ้นในระดับที่เหมาะสมจะมีผลทำให้ค่าดัชนีความ สมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาวเพิ่มขึ้นด้วย

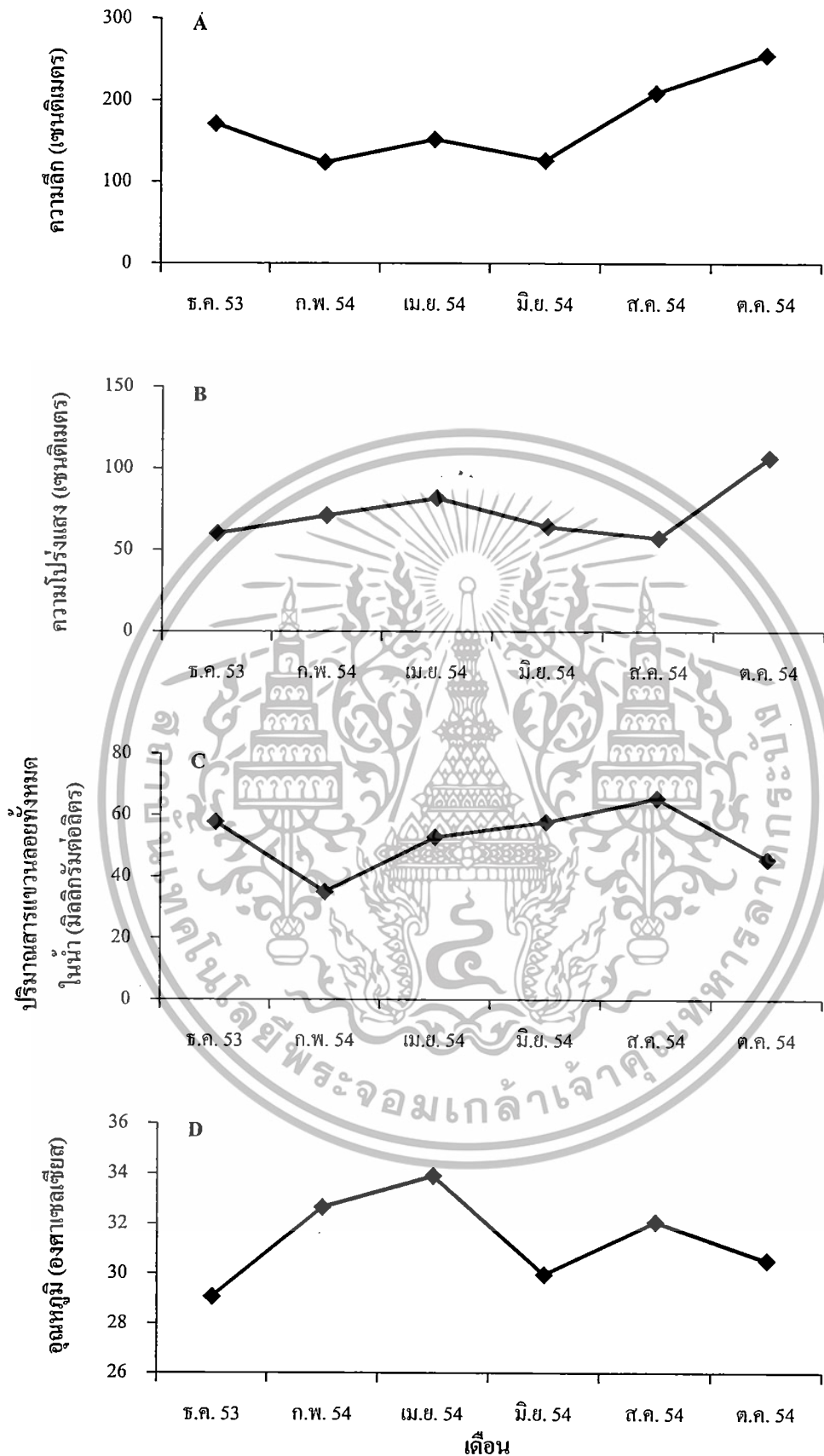
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรามขาว ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $5.76 \pm 1.10 - 6.98 \pm 0.49$ มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในรอบปีมีความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าสูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2554 โดยมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และมีค่าต่ำในช่วงปลายปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2554 โดยต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 4.10 F) เมื่อนำปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว พบว่า ปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว (ตารางที่ 4.8)

ความเป็นกรดเบส (pH) ของน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรามขาว ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง

7.25±0.26-8.24±0.11 ซึ่งความเป็นกรดเบสของน้ำทะเลในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าสูงในช่วงปลายปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2554 ประมาณเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม โดยมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 4.10 G) เมื่อนำความเป็นกรดเบสของน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว พบว่า ความเป็นกรดเบสของน้ำทะเลไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว (ตารางที่ 4.8)

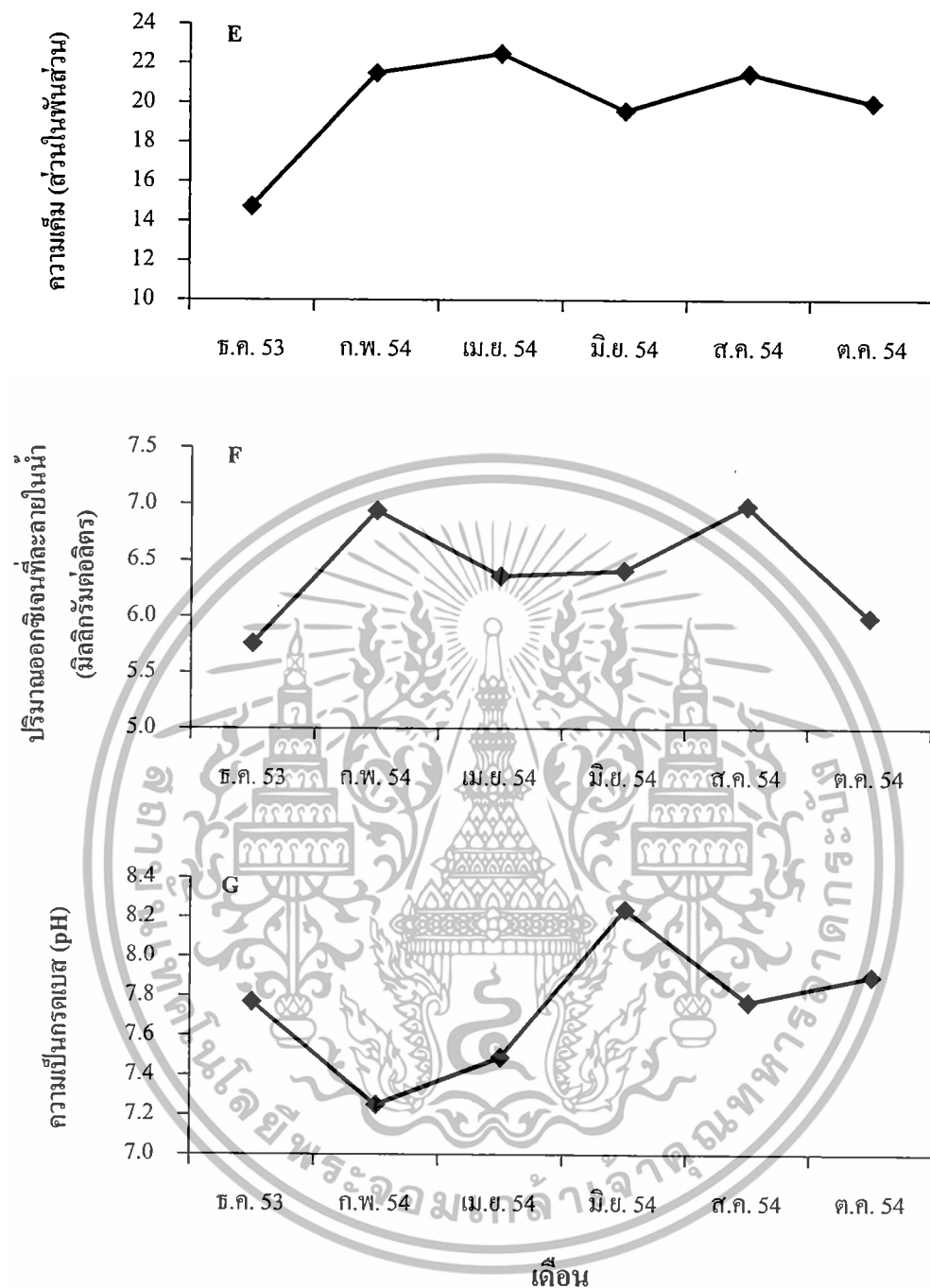


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 คุณภาพน้ำบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาว เมื่อ A – ความลึก, B – ความโปร่งแสง, C – ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ และ D – อุณหภูมิของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อประโยชน์ของเกษตรกรและผู้ประกอบการในท้องถิ่น โดยไม่หวังกำไร หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



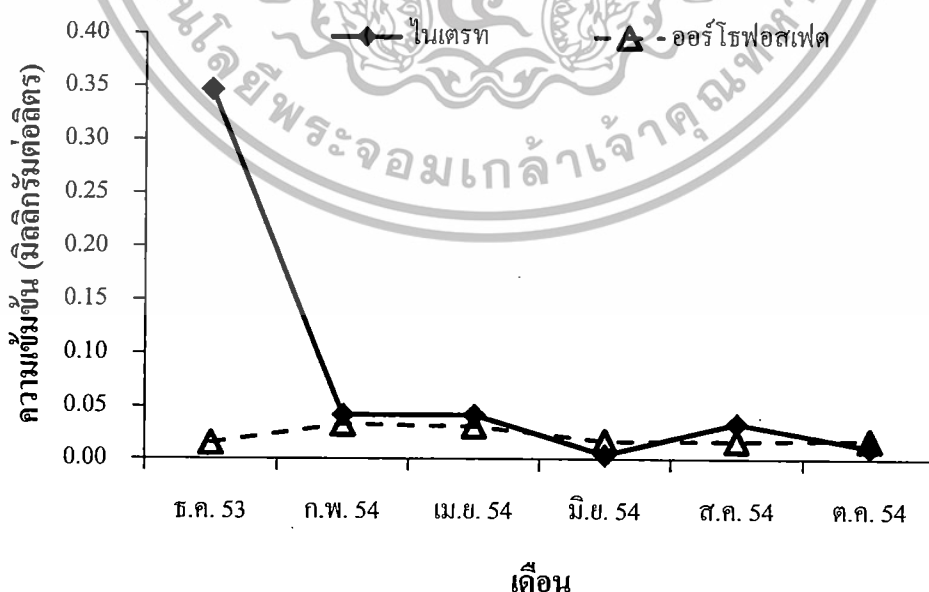
ภาพที่ 4.10 (ต่อ) คุณภาพน้ำบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาว เมื่อ E – ความเค็ม, F – ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และ G – ความเป็นกรดเบส (pH) ของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.2 ปริมาณไนเตรท ($\text{NO}_3\text{-N}$) และปริมาณออร์โทฟอสเฟตในน้ำทะเล (SRP)

ปริมาณไนเตรทในน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไคร่โครมครามขาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.004 ± 0.004 - 0.347 ± 0.046 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณไนเตรทในน้ำทะเลในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าต่ำสุดตลอดระยะเวลาการศึกษา ยกเว้นปริมาณไนเตรทในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดถึง 0.347 ± 0.046 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.11) เมื่อนำปริมาณไนเตรทในน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่โครมครามขาว พบว่า ไนเตรทในน้ำทะเลไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่โครมครามขาว (ตารางที่ 4.8)

ปริมาณออร์โทฟอสเฟตในน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไคร่โครมครามขาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.015 ± 0.001 - 0.033 ± 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณออร์โทฟอสเฟตในน้ำทะเลในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 (ภาพที่ 4.11) เมื่อนำปริมาณออร์โทฟอสเฟตในน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่โครมครามขาว พบว่า ออร์โทฟอสเฟตในน้ำทะเลแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่โครมครามขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.583 (ตารางที่ 4.8) กล่าวคือ เมื่อออร์โทฟอสเฟตในน้ำทะเลเพิ่มขึ้นในระดับที่เหมาะสมจะมีผลทำให้ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่โครมครามขาวเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 4.11 ปริมาณไนเตรท และออร์โทฟอสเฟตในน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอย

ตะไคร่โครมครามขาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

52 สกุล Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) จำนวน 12 สกุล Division Dinophyta (ไดโนแฟลคเจลเลต) จำนวน 7 สกุล Division Cyanobacteria (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) จำนวน 6 สกุล และ Division Euglenophyta (ยูกลีโนยด์) จำนวน 2 สกุล (ตารางที่ 4.6) ซึ่งความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในรอบปีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชต่ำสุด เฉลี่ยเท่ากับ 370.67 ± 109.54 เซลล์ต่อลิตร และสูงสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 เฉลี่ยเท่ากับ $26,328.07 \pm 28,835.00$ เซลล์ต่อลิตร (ภาพที่ 4.13) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชสกุลที่มีความหนาแน่นมากตลอดการศึกษา ได้แก่ *Skeletonema* sp., *Oscillatoria* spp., *Ceratium* spp., *Anabena* sp., *Pleurosigma* sp., *Coscinodiscus* spp., *Chaetoceros* spp., *Cylindrospermopsis* sp. และ *Rhizosolenia* sp. ตามลำดับ ส่วนแพลงก์ตอนพืชสกุลที่มีการแพร่กระจายทั่วไปและตรวจพบตลอดการศึกษา ได้แก่ *Ceratium* spp., *Pleurosigma* sp., *Coscinodiscus* spp., *Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia* sp., *Thalassionema* sp., *Odontella* sp., *Thalassiothrix* sp., *Ditylum* sp. และ *Bacteriastrum* spp. ตามลำดับ

สำหรับแพลงก์ตอนสัตว์พบทั้งหมด 25 กลุ่ม จาก 9 ไฟลัม ได้แก่ Phylum Arthropoda จำนวน 10 กลุ่ม Phylum Ciliophora จำนวน 4 กลุ่ม Phylum Rotifera จำนวน 3 กลุ่ม Phylum Mollusca จำนวน 3 กลุ่ม Phylum Cnidaria จำนวน 1 กลุ่ม Phylum Ctenophora จำนวน 1 กลุ่ม Phylum Annelida จำนวน 1 กลุ่ม Phylum Chaetognatha จำนวน 1 กลุ่ม และ Phylum Urochordata จำนวน 1 กลุ่ม (ตารางที่ 4.7) ซึ่งความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ต่ำสุด เฉลี่ยเท่ากับ 184.00 ± 31.53 เซลล์ต่อลิตร และสูงสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 เฉลี่ยเท่ากับ $3,348.97 \pm 2,394.55$ เซลล์ต่อลิตร (ภาพที่ 4.13) ซึ่งแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่มีความหนาแน่นมากตลอดการศึกษา ได้แก่ Cyclopoid nauplius และ Copepod ตามลำดับ ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่มีการแพร่กระจายทั่วไปและตรวจพบตลอดการศึกษา ได้แก่ Copepod, Larvacean, *Codonella* sp. และ *Tiniinnopsis* sp. ตามลำดับ

เมื่อนำความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร) บริเวณฟาร์ม
หอยตะไกรกรมกรามขาวในอำเภอบ้านคอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม
พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

ดิวิชัน	สกุล	เดือน/ปี					
		ธ.ค. 53	ก.พ. 54	เม.ย. 54	มิ.ย. 54	ส.ค. 54	ต.ค. 54
Cyanobacteria	<i>Anabena</i> sp.				1519.40	168.53	1,873.08
	<i>Cylindrospermopsis</i> sp.						2,055.45
	<i>Merismopedia</i> sp.						17.40
	<i>Oscillatoria</i> spp.			3530.40	6992.0	1836.00	1,860.35
	<i>Richellia</i> sp.					0.67	452.28
	<i>Spirulina</i> sp.				8.00	8.00	5.47
	Euglenophyta	<i>Euglena</i> sp.					1.07
	<i>Lepocinclis</i> sp.			0.13			
Bacillariophyta	<i>Actinophyechus</i> sp.	7.33	71.00		1.07		
	<i>Amphipleuro</i> sp.						2.40
	<i>Amphora</i> sp.	2.67	2.67		0.93		
	<i>Aulacoseira</i> sp.	6.67	9.33	38.67			
	<i>Bacillaria</i> sp.				39.33	146.67	2.00
	<i>Bacteriastrum</i> spp.	5.00	6.00	8.27	5.47	24.60	0.27
	<i>Cerataulina</i> sp.		1.33				
	<i>Chaetoceros</i> spp.	29.33	139.33	2113.47	23.20	85.80	5.80
	<i>Coscinodiscus</i> spp.	22.67	126.33	29.60	72.00	36.87	2,224.24
	<i>Cyclotella</i> sp.	2.00	1.33		6.13		
	<i>Cylindrotheca</i> sp.	1.33	1.33	0.67		941.33	6.63
	<i>Cymbella</i> sp.	1.33	0.67				
	<i>Diatoma</i> sp.	2.00	1.67	31.73			
	<i>Diphoneis</i> sp.	5.67	7.67				
	<i>Ditylum</i> sp.	1.67	1.00	24.00	8.60	0.80	160.24
	<i>Entomoneis</i> sp.		0.67				0.13
	<i>Eucampia</i> sp.				8.87	2.07	48.14
	<i>Eunotia</i> sp.	1.33	1.00				
	<i>Fragilaria</i> sp.	2.00	2.00			1.73	312.43
<i>Fragilariopsis</i> sp.				2.27			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร) บริเวณ
ฟาร์มหอยตะไกรกรมขาวในอำเภอบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือน
ธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

คิวชั้น	สกุล	เดือน/ปี					
		ธ.ค. 53	ก.พ. 54	เม.ย. 54	มิ.ย. 54	ส.ค. 54	ต.ค. 54
Bacillariophyta	<i>Frustulia</i> sp.	1.67	0.67	0.27			
	<i>Guinardia</i> sp.						2.27
	<i>Gyrosigma</i> sp.	4.33	7.00				8.33
	<i>Hemiaulus</i> sp.	3.67	4.67				
	<i>Hemidiscus</i> sp.				7.27		
	<i>Lagerheimai</i> sp.			1.33			
	<i>Lauderia</i> sp.			1.47		1.80	5.68
	<i>Mastoglora</i> sp.	1.67	0.67		2.67		
	<i>Melosira</i> sp.	2.00	3.67				
	<i>Navicula</i> sp.	3.33	5.33				
	<i>Nitzschia</i> sp.	7.00	36.33		49.27	107.60	12.77
	<i>Odontella</i> sp.	1.67	9.33	172.93	723.67	21.93	63.63
	<i>Paralia</i> sp.				1.60	1.87	
	<i>Pinnularia</i> sp.				0.13	0.13	
	<i>Pleurosigma</i> sp.	13.00	45.33	400.40	1017.40	1,281.13	21.76
	<i>Podosira</i> sp.		1.00				
	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.			29.73	0.53	30.87	8.60
	<i>Pseudosolenia</i> sp.			977.07	14.33	4.73	15.69
	<i>Rhizosolenia</i> sp.	6.00	28.00	1396.13	8.07	8.33	187.36
	<i>Rhopalodia</i> sp.					0.27	
	<i>Skeletonema</i> sp.	116.67	634.33		21.73	10,142.27	10,416.37
	<i>Stauroneis</i> sp.						0.13
	<i>Stellarina</i> sp.		1.00				40.95
	<i>Striatella</i> sp.				1.27		
	<i>Surirella</i> sp.				60.20		
	<i>Synedra</i> sp.				44.40		
	<i>Tabellaria</i> sp.			0.67		0.20	
<i>Thalassionema</i> sp.	9.33	98.67	36.40	24.93	0.93	925.64	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช (เซลล์ต่อลิตร) บริเวณ
ฟาร์มหอยตะไคร่กรมกรามขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือน
ธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

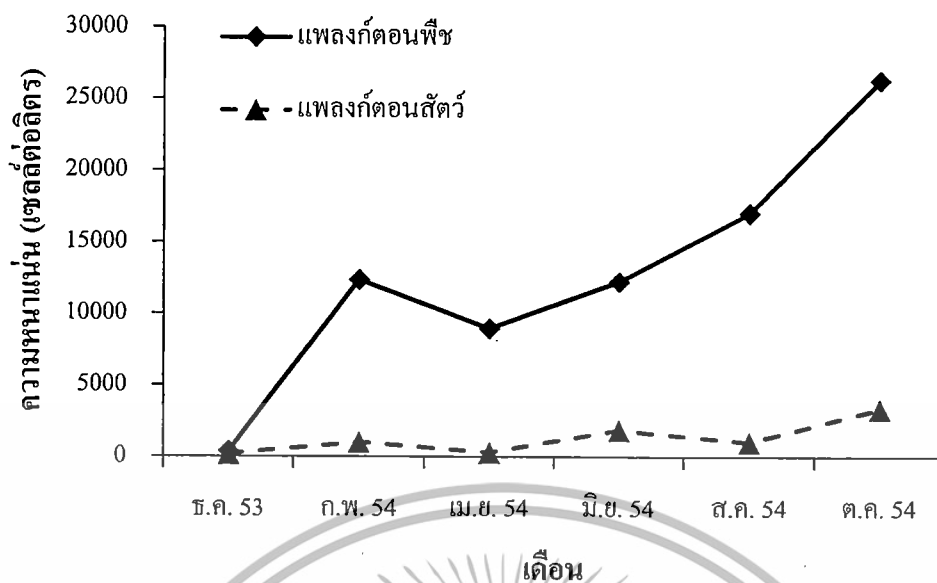
ดิวิชัน	สกุล	เดือน/ปี					
		ธ.ค. 53	ก.พ. 54	เม.ย. 54	มิ.ย. 54	ส.ค. 54	ต.ค. 54
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira</i> sp.				196.93		
	<i>Thalassiothrix</i> sp.	6.67	15	124.27	17.07	3.73	144.86
	<i>Triceratium</i> sp.			0.40	0.33	1.33	
	<i>Trigonium</i> sp.			1.20	0.20		
Dinophyta	<i>Ceratium</i> spp.	96.33	11,083.33	17.33	1.87	25.67	143.52
	<i>Dinophysis</i> sp.	2.00	1.67		3.87	131.20	1,289.06
	<i>Gymnodinium</i> sp.	1.33	3.33				
	<i>Noctiluca</i> spp.				8.47	2.07	98.18
	<i>Peridinium</i> spp.				36.60	107.67	41.87
	<i>Prorocentrum</i> sp.				1.33	15.27	
	<i>Protoperidium</i> sp.	1.33	2.00		1007.73	1,893.53	3,874.45
Chlorophyta	<i>Actinastrum</i> sp.					0.80	
	<i>Chlorella</i> sp.				79.40		
	<i>Closterium</i> sp.		1.33				
	<i>Eudorina</i> sp.		1.00				
	<i>Golenkinia</i> sp.				0.20		
	<i>Haematococcus</i> sp.			1.33			
	<i>Micractinium</i> sp.				0.13		
	<i>Pandorina</i> sp.		2.00				
	<i>Pediastrum</i> sp.			4.67		2.93	
	<i>Scenedesmus</i> sp.	1.00	6.33	7.87		0.53	2.67
	<i>Trachelomonas</i> sp.				234.73		
	<i>Ulothrix</i> sp.					0.80	
	รวม		370.67	12,365.33	8,958.40	12,245.60	17,044.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์ต่อลิตร) บริเวณ
ฟาร์มหอยตะไคร่กรมการขาวในอำเภอบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือน
ธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคมพ.ศ. 2554

ไฟลัม	กลุ่ม	เดือน/ปี					
		ธ.ค. 53	ก.พ. 54	เม.ย. 54	มิ.ย. 54	ส.ค. 54	ต.ค. 54
Ciliophora	<i>Codonella</i> sp.	9.00	10.00	8.40	127.13	0.13	175.68
	<i>Codonellopsis</i> sp.	16.33	18.33		33.27	3.47	12.95
	<i>Favella</i> sp.						7.35
	<i>Tintinnopsis</i> sp.	12.33	14.00	25.07	64.33	166.33	26.74
Cnidaria	Hydrozoa	0.67	1.67				
Ctenophora	<i>Mnemiopsis leidyi</i> (Agassiz)				0.13		
Rotifera	<i>Brachionus</i> sp.			0.40	74.13		71.07
	Rotifer	0.67	0.33				
	<i>Trichocerca</i> sp.						0.13
Annelida	Polychaete larva				6.13	18.20	16.92
Mollusca	Bivalvia larvae			9.87	10.87	2.80	496.36
	Gastropod Larvae			12.53	6.20	3.47	8.31
	Veliger larva	2.33	7.00				
Arthropoda	<i>Bosminopsis</i> sp.	0.67	0.67				
	Brachyuran larva	0.67	1.33				
	Copepod	136.67	935.33	83.47	449.47	269.33	737.78
	Cirripede nauplius				105.93	21.80	32.79
	Cyclopoid nauplius			136.00	856.87	513.67	1,380.23
	<i>Daphnia</i> sp.	1.00	0.67				
	<i>Harpacticoid</i> <i>nauplius</i>						114.20
	<i>Natantia</i> sp.	2.00	2.00	0.13			
	<i>Moina</i> sp.	0.33	0.33		8.27		0.27
	Shrimp larvae					0.13	
Chaetognatha	Arrow worm			3.60	0.33	0.27	0.37
Urochordata	Larvacean	1.33	13.67	17.20	106.13	11.13	267.84
	รวม	184.00	1,005.33	296.67	1,849.20	1,010.73	3,348.97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพีชและแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

ตารางที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ดัชนีความสมบูรณ์
ความลึก	-0.633**
ความโปร่งแสง	0.037
ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ	-0.052
อุณหภูมิ	0.361*
ความเค็ม	0.313*
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	-0.018
ความเป็นกรดเบส	-0.177
ไนเตรท	-0.247
ออร์โทฟอสเฟต	0.583**
คลอโรฟิลล์เอ	-0.435**
แพลงก์ตอนพีช	-0.201
แพลงก์ตอนสัตว์	-0.110

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือทรัพย์สินทางปัญญาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

5.1 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไกรมกรามขาว

ผลการศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไกรมกรามขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยตะไกรมกรามขาว (allometric relationship) พบว่า ความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Pollack *et al.* (2011) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอย และมวลชีวภาพของหอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* ใน Mission Bay และ Aransas Bay โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสด น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง และน้ำหนักเนื้อหอยแห้งปราศจากเปลือก พบว่า ความยาวของเปลือกหอยมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเนื้อหอยต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในหอยที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของความยาวเปลือกต่อหน่วยน้ำหนักสูงกว่าหอยที่มีขนาดใหญ่ และในหอยนางรมพันธุ์ *Pinctada margaritifera* มีความสัมพันธ์กันอย่างมากระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอย (El-Sayed *et al.* 2011) และผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยตะไกรมกรามขาวดีกว่าเดือนอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ที่สูงที่สุด ซึ่งค่าดัชนีความสมบูรณ์เป็นค่าที่ใช้วัดความสมบูรณ์หรือความอ้วนของหอย (กรมประมง. 2540) จึงทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยในเดือนเมษายนดีที่สุด

5.2 การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาว

ผลการศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรมกรามขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า หอยตะไกรมกรามขาวมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยในเดือนเมษายนมีค่าสูงที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 192.82 ± 15.33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหอยตะไกรมกรามขาวมีความสมบูรณ์อย่างยิ่ง และในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีค่าดัชนีความสมบูรณ์ต่ำที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 120.47 ± 21.96 แสดงให้เห็นว่าหอยตะไกรมกรามขาวมีความสมบูรณ์ปานกลาง กรมประมง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2540) ได้รายงานว่ ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมมากกว่า 150 แสดงว่าหอยอ้วนสมบูรณ์มาก ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 71-149 แสดงว่าหอยอ้วนสมบูรณ์ปานกลาง และมีค่าน้อยกว่า 70 แสดงว่าหอยผอม ค่าดัชนีความสมบูรณ์ (Condition Index) เป็นค่าที่ใช้ในการประเมินคุณภาพเนื้อหอยและผลผลิตของหอยที่ได้จากการเพาะเลี้ยง (Rebello *et al.* 2005) หรือค่าที่ใช้วัดความสมบูรณ์หรือความอ้วนของหอย (กรมประมง. 2540)

ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยมีความสัมพันธ์กับระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอย เนื่องจากในระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่นั้นพบว่า อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยมีปริมาตรเพิ่มขึ้น มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียจำนวนมาก พร้อมทั้งจะสืบพันธุ์วางไข่ได้ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า หอยตะไกรกรมกรวมขามีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 ซึ่งตรงกับช่วงที่หอยตะไกรกรมกรวมขามีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญเต็มที่ เป็นส่วนใหญ่ โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 มีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงสุด เท่ากับ 192.82 ± 15.33 ซึ่งหอยตะไกรกรมกรวมขาเพศผู้และเพศเมียอยู่ในระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่สูงถึงร้อยละ 66.67 และ 90.00 ตามลำดับ และค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 เดือนสิงหาคมและตุลาคม พ.ศ. 2554 มีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งหอยตะไกรกรมกรวมขาเพศผู้และเพศเมียอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่เป็นส่วนใหญ่ โดยหอยเพศผู้อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 สูงถึงร้อยละ 50.00 ส่วนเพศเมียอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 สูงถึงร้อยละ 73.33 Angell (1986) ได้รายงานว่ ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมเพิ่มขึ้นในระหว่างเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญเต็มที่ และลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากที่ปล่อยไข่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Li *et al.* (2009) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ในประเทศออสเตรเลีย พบว่ ค่าดัชนีความสมบูรณ์และน้ำหนักของหอยนางรม มีค่าเพิ่มขึ้นตลอดปี ซึ่งค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยลดลงหลังจากที่ปล่อยไข่ แต่จะเพิ่มขึ้นหลังจากนั้นภายใน 1 เดือน และจากการศึกษาของ Rebello *et al.* (2005) ที่ศึกษาในหอยนางรมพันธุ์ *C. rhizophorae* ในประเทศบราซิล ก็พบว่า ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยลดลงหลังจากที่ปล่อยไข่เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ ปริมาณของ ไกลโคเจน ไขมัน และ โปรตีนที่เก็บสะสมในช่วงของการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ พบว่ มีปริมาณสูงในช่วงที่เซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะเจริญเต็มที่ และลดลงหลังจากที่ปล่อยไข่ (Angell. 1986; Dridi *et al.* 2007) ซึ่งองค์ประกอบเนื้อของหอยนางรมมีน้ำเป็นองค์ประกอบร้อยละ 77-83 ไขมันร้อยละ 1-3 โปรตีนร้อยละ 9-13 ให้พลังงาน 3-4 กิโลจูลต่อกรัม และมีไกลโคเจนร้อยละ 1-5 แต่บางครั้งอาจพบสูงถึงร้อยละ 10 (www.fao.org/wairdocs อ้างโดย ชีรยา ช่วยสุรินทร์ และคณะ. 2549) โดยหอยแต่ละตัวจะมีการเก็บสะสมปริมาณของไกลโคเจน ไขมัน และ โปรตีนแตกต่างกัน และแตกต่างกันในหอยแต่ละชนิด (Dridi *et al.* 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะเดียวกัน การที่ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีค่าต่ำที่สุด อาจจะเนื่องมาจากในเดือนธันวาคม ความเค็มของน้ำทะเลเฉลี่ยต่ำมากประมาณ 14.75 ± 1.26 ส่วนในพันส่วน เนื่องจากในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนจนถึงต้นเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีฝนตกชุกมาก โดยวัดได้ 664.70 มิลลิเมตร และ 278.40 มิลลิเมตร ในเดือนพฤศจิกายนและ ธันวาคม พ.ศ. 2553 ตามลำดับ ที่สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุราษฎร์ธานี (กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553) ทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่หลายอำเภอของจังหวัดสุราษฎร์ธานี น้ำจืดปริมาณมากไหลลงมาตามแม่น้ำตาปีและลำคลองต่าง ๆ ลงสู่อ่าวบ้านดอน ประกอบกับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในอ่าวบ้านดอนเป็นจำนวนมาก เป็นสาเหตุทำให้ความเค็มของน้ำทะเลในอ่าวและบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาวลดลง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มของน้ำทะเลกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาวก็พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $r = 0.313$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเค็มของน้ำทะเลลดต่ำลง ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยก็ลดต่ำลงด้วย ซึ่งหอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้างตั้งแต่ 5-40 ส่วนในพันส่วน ถึงแม้จะมีการรายงานว่าหอยนางรมสามารถอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีความเค็มต่ำกว่า 3.5 ส่วนในพันส่วน เป็นเวลา 5 เดือนติดต่อกัน (La Peyre *et al.* 2009) แต่หอยนางรมจะเจริญเติบโตได้ดีในแหล่งน้ำที่มีความเค็มประมาณ 15-30 ส่วนในพันส่วน ถ้าน้ำมีความเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้จะมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโต อัตราการกรองอาหารจากน้ำจะช้าลง ทำให้หอยเจริญเติบโตช้าลงไปด้วย (กรมประมง. 2540) เอกพล อ่วมนุช (2542) ได้ศึกษาผลของความเค็มที่มีต่ออัตราการกรองของหอยตะไกรกรมขาว (*C. balcheri*) จากการทดลองที่ระดับความเค็ม 4 ระดับ คือ 15, 20, 25 และ 30 ส่วนในพันส่วน พบว่า อัตราการกรองต่ำสุดที่ความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน และอัตราการกรองสูงสุดที่ความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน สรุปได้ว่าเมื่อความเค็มเปลี่ยนแปลงไป อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็จะเป็นผลให้อัตราการกรองของหอยตะไกรกรมขาวลดลง ในสภาวะความเค็มเปลี่ยนแปลงไปหอยนางรมจะปิดฝาเปลือกสนิทแน่นดำรงชีวิตภายในเปลือกนั้น โดยการใช้จ่ายพลังงานต่ำ หายใจด้วยแมนเทิล ทำให้หอยสามารถทนอยู่ได้เป็นเวลานาน แต่เนื่องจากหอยปิดฝาเปลือก ส่งผลให้การกินอาหารลดลง การเจริญเติบโตของหอยมักจะลดลง โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความเค็มต่ำ (La Peyre *et al.* 2009) สอดคล้องกับการรายงานของ Angell (1986) ได้รายงานว่า หอยนางรมพันธุ์ *Crassostrea rhizophorae* ในแถบทะเลแคริบเบียนมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงซึ่งเป็นผลมาจากการรुक้าของน้ำจืด ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ปริมาณอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาวในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีปริมาณน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่า เมื่อน้ำทะเลมีระดับความเค็มไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของหอย จึงทำให้หอยกรองอาหารจากน้ำช้าลง ปริมาณอาหารที่พบในกระเพาะอาหารจึงน้อยลงซึ่งอาจจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต ทำให้หอยตะไกรกรมขาวในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีค่าดัชนีความสมบูรณ์ต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่าค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยมีความสัมพันธ์ใน

ทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำทะเลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $r = 0.361$) แสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิของน้ำทะเลลดต่ำลง ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยก็ลดต่ำลงด้วย อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิของน้ำไม่ค่อยเป็นปัญหาเนื่องจากหอยนางรมในสกุล *Crassostrea* มีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนมีอิทธิพลน้อยมากต่อชีววิทยาของหอยสองฝา (Devakie and Ali. 2000) อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรมอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส (กรมประมง. 2540) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้

5.3 การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไกร

กรมขาว

หอยตะไกรกรมขาวเป็นหอยสองฝาที่กินอาหาร โดยการกรอง ผลการศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 โดยศึกษาจากการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา พบว่า ไดอะตอมเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดในการเพาะอาหารของหอยตะไกรกรมขาว ชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Cyclotella* sp., *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp., *Coscinodiscus* spp., *Nitzschia* sp. และ *Rhizosolenia* sp. รองลงมาคือ Unidentified 2 และ Unidentified 1 สำหรับสีเขียว ชนิดที่พบได้แก่ *Trachelomonas* sp. และ *Haematococcus* sp. ไดโนแฟลกเจลเลต ชนิดที่พบได้แก่ *Ceratium* spp. และ *Dinophysis* sp. กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ ชนิดที่พบได้แก่ ตัวอ่อนของหอยฝาเดียว และ *Codonella* sp. ตามลำดับ สอดคล้องกับ Troost (2010) รายงานว่า หอยสองฝาที่กินอาหารโดยการกรองจะกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร นอกจากนี้ยังรวมถึงอนุภาคอื่น ๆ ที่แขวนลอยในน้ำที่มีขนาดใหญ่พอที่เหงือกสามารถเก็บรักษาไว้ได้ และอนุภาคที่ไม่ได้มีขนาดใหญ่จนเกินไป เช่น อนุภาคของอินทรีย์สารที่ย่อยสลายแล้ว หรือแพลงก์ตอนสัตว์บางชนิด สอดคล้องกับการศึกษาของ Banks et al. (2007) รายงานว่า หอยนางรมพันธุ์ *C. virginica* กินแพลงก์ตอนพืชและอนุภาคของซากพืชซากสัตว์ (suspended detritus) เป็นอาหาร ขนาดของอาหารที่กินมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 1-30 ไมโครเมตร และจากการศึกษาของ Kasim and Mukai (2009) ที่ศึกษาชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* บริเวณปากแม่น้ำ Akkeshi-ko เมือง Hokhaido ประเทศญี่ปุ่น พบว่า ไดอะตอมที่อาศัยตามพื้นท้องน้ำ (benthic diatom) เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดในการเพาะอาหารของหอยนางรม คิดเป็นร้อยละ 70 และ 67 ของจำนวนเซลล์ทั้งหมด ในปี ค.ศ. 2003 และ ค.ศ. 2004 ตามลำดับ ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Cocconeis scutellum*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia* sp. และ *Paralia sulcata* รองลงมาคือ กลุ่มไดอะตอมที่อาศัยตามผิวน้ำ (pelagic diatom) ที่พบมากที่สุดคือ *Thalassiosira* sp. กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต (dinoflagellate) และอินทรีย์วัตถุที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถจำแนกได้ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม หอยนางรมที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันย่อมจะได้รับชนิดของอาหารและความอุดมสมบูรณ์ของอาหารที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 พบอาหารในกระเพาะของหอยตะไกรกรมขาวน้อยที่สุด อาจจะเป็นเนื่องจากความเค็มของน้ำทะเลเฉลี่ยต่ำมากประมาณ 14.75 ± 1.26 ส่วนในพันส่วน จึงทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของหอย เอกพล อ่วมนุช (2542) ได้ศึกษาผลของความเค็มที่มีต่ออัตราการการกรองของหอยตะไกรกรมขาว (*C. belcheri*) จากการทดลองพบว่า อัตราการกรองต่ำสุดที่ความเค็ม 15 ส่วนในพันส่วน และอัตราการกรองสูงสุดที่ความเค็ม 25 ส่วนในพันส่วน ในสภาวะความเค็มเปลี่ยนแปลงไปหอยนางรมจะปิดฝาเปลือกสนิทแน่นดำรงชีวิตภายในเปลือกนั้น โดยการให้พลังงานต่ำ หายใจด้วยแมนเทิล ทำให้หอยสามารถทนอยู่ได้เป็นเวลาหลายวัน แต่เนื่องจากหอยปิดฝาเปลือก ส่งผลให้การกินอาหารลดลง การเจริญเติบโตของหอยจึงมักจะลดลง โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความเค็มต่ำ (La Peyre *et al.* 2009)

5.4 การศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมขาว

5.4.1 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมขาว

ความแตกต่างระหว่างเพศของหอยตะไกรกรมขาวไม่สามารถใช้ลักษณะภายนอกของเปลือกหอยในการกำหนดเพศของหอยได้ เปลือกนอกมักมีรูปร่างลักษณะไม่แน่นอน เมื่อเปิดฝาเปลือกออกจะพบส่วนลำตัวหอย ซึ่งห่อหุ้มด้วยแมนเทิล อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีลักษณะเป็นสีขาวบนผนังแมนเทิล แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศได้อย่างเด่นชัด จึงต้องศึกษาโดยใช้เทคนิคทางด้านเนื้อเยื่อวิทยา (histological analysis) เพื่อให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศได้อย่างชัดเจนจากลักษณะของเซลล์สืบพันธุ์ ผลการศึกษาหอยตะไกรกรมขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบจำนวนหอยตะไกรกรมขาวเพศเมียมากกว่าเพศผู้ โดยมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:2.03 แต่อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของหอยตะไกรกรมขาวในรอบปีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ด้วยวิธี Chi-square test (χ^2) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นอกจากนี้ยังพบหอยตะไกรกรมขาวที่มีเพศแฝง (มีทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียในตัวเดียวกัน) อีกด้วย คิดเป็นร้อยละ 1.67 สอดคล้องกับการศึกษาของ Paixão *et al.* (2013) ได้ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของหอยนางรมพันธุ์ *C. gasar* พบว่า อัตราส่วนของเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1.1 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และพบหอยที่มีเพศแฝงร้อยละ 0.5 โดยทั่วไปจะพบหอยที่มีเพศแฝงเป็นจำนวนน้อยตั้งแต่ร้อยละ 0.3-1.6 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหอยแต่ละชนิด (Angell. 1986) หอยนางรมในสกุล *Crassostrea* จะมีเพศผู้และเพศเมียแยกกัน (dioecious) และเป็น การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่มีการปฏิสนธิภายนอก ในบางกรณีพบหอยที่มีทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

spermiated stage) ได้ตลอดทั้งปี แต่จะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน โดยพบหอยตะไคร่โครมกรามขาวเพศผู้และเพศเมียมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเจริญเต็มที่สูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 เดือนที่พบหอยเพศผู้และเพศเมียอยู่ในระยะเจริญเต็มที่มากที่สุดคือ เดือนเมษายน พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 66.67 และ 90.00 ตามลำดับ และพบน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 20.00 และ 6.67 ตามลำดับ หอยตะไคร่โครมกรามขาวเพศผู้และเพศเมียมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่สูงในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 เดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 โดยหอยตะไคร่โครมกรามขาวเพศผู้อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่มากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 50.00 และหอยเพศเมียอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่มากที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 73.33 นอกจากนี้ยังพบว่าในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 หอยตะไคร่โครมกรามขาวเพศผู้และเพศเมียมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์คิดเป็นร้อยละ 25.00 และ 18.18 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับเดือนกุมภาพันธ์และเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 พบว่าหอยตะไคร่โครมกรามขาวเพศผู้และเพศเมียอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากกว่า แสดงให้เห็นว่าหอยตะไคร่โครมกรามขาวน่าจะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคมเป็นส่วนใหญ่ แต่หอยตะไคร่โครมกรามขาวจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ใกล้เคียงกับการศึกษาของธีรยา ช่วยสุรินทร์ และคณะ (2549) พบว่า พบว่าหอยตะไคร่โครมกรามขาว (*C. belcheri*) ในอำเภอบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี แต่หอยตะไคร่โครมส่วนใหญ่สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์และปล่อยสู่ธรรมชาติในช่วงระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวตรงกับฤดูฝนของอำเภอบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี (Jarempornnipat *et al.* 2003) และมีระดับความเค็มของน้ำทะเลต่ำกว่าช่วงอื่น ๆ เช่นเดียวกับหอยตะไคร่โครมกรามขาว (*C. belcheri*) ในประเทศมาเลเซียจะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ในช่วงฤดูฝน และอยู่ในระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ในช่วงฤดูร้อน เมื่อความเค็มของน้ำมีแนวโน้มที่สูงขึ้น (Angell 1986) Pechenik *et al.* (2007) ได้รายงานว่า ความเค็มของน้ำน่าจะมีความสำคัญในการควบคุมวงจรการสืบพันธุ์ ความสำเร็จในการปฏิสนธิ และการพัฒนาตัวอ่อนในช่วงระยะแรกของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบริเวณชายฝั่งและมีการสืบพันธุ์ที่มีการปฏิสนธิภายนอก นอกจากนี้ปริมาณของอาหารก็อาจจะเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้หอยมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่มากขึ้น ซึ่งอาหารที่สำคัญของหอยตะไคร่โครมกรามขาว คือ แพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะกลุ่มไดอะตอม ซึ่งพบมากในการศึกษานี้ ได้แก่ *Cyclotella* sp., *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp., *Coscinodiscus* spp., *Nitzschia* sp. และ *Rhizosolenia* sp. เป็นต้น โดยในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในน้ำทะเลและที่พบในกระเพาะอาหารของหอยตะไคร่โครมกรามขาวมีปริมาณมากกว่าเดือนอื่น ๆ ซึ่งเหมาะสมที่จะเป็นอาหารให้กับลูกหอยตะไคร่โครมกรามขาว

ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับการศึกษาของ Fournier *et al.* (2012) ที่ศึกษาผลของความหนาแน่นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลงก็ต่อหน้าการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการวางไข่ของหอยนางรมพันธุ์ *P. margaritifera* พบว่า อัตราการสร้างเซลล์สืบพันธุ์มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของเพลงก็ต่อหน้า และความหนาแน่นของเพลงก็ต่อหน้าเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้หอยปล่อยไข่ ในขณะที่หอยนางรมพันธุ์ *C. gigas* ที่กินสาหร่ายในอัตราส่วน 12% ของน้ำหนักแห้งหอยนางรมต่อน้ำหนักแห้งสาหร่ายต่อวัน มีความพยายามในการสืบพันธุ์ (reproductive effort) มากที่สุด เมื่อเทียบกับหอยที่กินสาหร่ายในอัตราส่วน 4% (Delaporte *et al.* 2006) ซึ่งความเพียงพอของอาหารจะส่งผลต่อการเริ่มต้นในการวางไข่ (Li *et al.* 2006) ดังนั้น ความแตกต่างของเพลงก็ต่อหน้าพืชในภาคสนามมีผลอย่างมากต่อจำนวนของหอยนางรมที่จะมีชีวิตรอดไปจนถึงระยะการลงเกาะได้สำเร็จ (Wiltshire *et al.* 2008)

หอยแต่ละชนิดมีระยะการพัฒนาระยะการเติบโตของเซลล์สืบพันธุ์ และช่วงเวลาของการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่แตกต่างกัน ชูตินันท์ ศรีสัมพันธ์ (2544) ศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของหอยแครง (*Anadara granosa* L.) จากบริเวณเมืองใหม่ จังหวัดชลบุรี พบว่า หอยแครงมีการสืบพันธุ์ปล่อยไข่ตลอดปี โดยพบหอยแครงอยู่ในระยะที่เซลล์สืบพันธุ์สุก 2 ช่วง คือ เดือนกันยายนถึงเดือนมกราคม และอีกช่วงหนึ่งคือ ช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ส่วนช่วงเวลาของการวางไข่จะพบ 2 ช่วงคือ ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม กับช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม สุขใจ รัตนยุวกร และคณะ (2552) ศึกษาพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์และวงจรสืบพันธุ์ของหอยตลับขาว (*Meretrix casta* Gmelin, 1791) บริเวณหาดแหลมกัตัด จังหวัดตราด พบว่า อวัยวะสืบพันธุ์ของหอยตลับขาวอยู่ในระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน และมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน

5.5 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

ผลการศึกษายปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรามขาว ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีความผันแปรตามฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความเค็ม ซึ่งมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 เฉลี่ยเท่ากับ 14.75 ± 1.26 ส่วนในพันส่วน แล้วเพิ่มขึ้นตามลำดับจนมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 เฉลี่ยเท่ากับ 22.50 ± 3.34 ส่วนในพันส่วน ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณอ่าวบ้านดอนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเริ่มต้นในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มต้นเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยแบ่งเป็น 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน เป็นช่วงที่มีฝนตกน้อยและอัตราการระเหยของน้ำสูง สำหรับฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม เป็นช่วงที่มีฝนตกชุกมากและอัตราการระเหยของน้ำน้อย (Wattayakorn *et al.* 2001; Jarernpompnepat *et al.* 2003) จากการรายงานข้อมูลฝน

จากสถานีตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา (2553) พบว่า พื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีฝนตกต่อเนื่อง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนจนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 หลังจากที่มีฝนตกค่อนข้างมากในช่วงต้นเดือนพฤศจิกายน ปริมาณฝนได้ลดลงในช่วงระยะเวลาหนึ่งและกลับมามีฝนมากอีกครั้งช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนจนถึงต้นเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 โดยวัดได้ 664.70 มิลลิเมตร และ 278.40 มิลลิเมตร ในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม พ.ศ. 2553 ตามลำดับ ที่สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุราษฎร์ธานี (กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553) ทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่หลายอำเภอของจังหวัดสุราษฎร์ธานี น้ำจืดปริมาณมากไหลลงมาตามแม่น้ำตาปีและลำคลองต่าง ๆ ลงสู่อ่าวบ้านดอน ประกอบกับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในอ่าวบ้านดอนเป็นจำนวนมาก เป็นสาเหตุทำให้ความเค็มของน้ำทะเลในอ่าวและบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะไคร้กรมกรามขาวลดลง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเค็มของน้ำกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร้กรมกรามขาวก็พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $r = 0.313$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเค็มของน้ำลดต่ำลง ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยก็ลดต่ำลงด้วย กรมประมง (2540) ได้รายงานช่วงของความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรมไว้คือ ประมาณ 15-30 ส่วนในพันส่วน ถ้าน้ำมีความเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต อัตราการกรองอาหารจากน้ำจะช้าลง ทำให้หอยเจริญเติบโตช้าลงไปด้วย

อุณหภูมิของน้ำทะเลมีความผันแปรตามฤดูกาลเช่นเดียวกัน โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 เฉลี่ยเท่ากับ 29.08 ± 1.49 องศาเซลเซียส และสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 เฉลี่ยเท่ากับ 33.91 ± 0.52 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิของน้ำทะเลแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร้กรมกรามขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $r = 0.361$) กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มขึ้นในระดับที่เหมาะสมจะมีผลทำให้ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร้กรมกรามขาวเพิ่มขึ้นด้วย โดยอุณหภูมิของน้ำที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรมอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส (กรมประมง, 2540) ถึงแม้ว่าอุณหภูมิในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 จะสูงถึง 33.91 ± 0.52 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิของน้ำไม่ค่อยเป็นปัญหาเนื่องจากหอยนางรมในสกุล *Crassostrea* มีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ดี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนมีอิทธิพลน้อยมากต่อชีววิทยาของหอยสองฝา (Devakie and Ali, 2000)

ในขณะเดียวกัน น้ำท่าปริมาณมากที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนในช่วงฤดูฝนยังส่งผลกระทบต่อความโปร่งแสง และปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ เนื่องจากน้ำท่าจะนำพาตะกอนจากแม่น้ำและลำคลองต่าง ๆ ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน ทำให้ความโปร่งแสงของน้ำในช่วงนี้มีค่าต่ำ และปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำมีปริมาณมาก จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าความโปร่งแสงและปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยตะไคร้กรมกรามขาว โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 57.25 ± 33.18 - 106.30 ± 19.16 เซนติเมตร และ 35.00 ± 10.61 - 65.57 ± 22.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าน้ำทะเลมีความโปร่งแสงน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่า

น้ำมีปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่นมากเกินไป ตะกอนและโคลนเลนจะเข้าไปอุดซี่เหงือก ทำให้หอยไม่สามารถแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนได้และไม่สามารถที่จะจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกได้จนตายในที่สุด นอกจากนี้ยังทำให้ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำลง มีผลทำให้หอย เจริญเติบโตช้า (กรมประมง, 2540; Jarempornipat *et al.* 2003) ซึ่งความโปร่งแสงและปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดคือน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรอยู่ในช่วงระหว่าง 30-60 เซนติเมตร และ 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาว ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.76 ± 1.10 - 6.98 ± 0.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาว คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2549) ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สำหรับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยกำหนดให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว

ความเป็นกรดเบสของน้ำทะเลบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไกรกรมขาว ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 7.25 ± 0.26 - 8.24 ± 0.11 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2549) ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สำหรับค่าความเป็นกรดเบส โดยกำหนดให้มีค่าระหว่าง 7.0-8.5 เมื่อนำความเป็นกรดเบสของน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว พบว่า ความเป็นกรดเบสของน้ำทะเลไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมขาว

ปริมาณไนเตรทในน้ำทะเลจากการศึกษา พบว่า มีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีปริมาณไนเตรทมากกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากอิทธิพลของน้ำท่าที่ระบายน้ำจืด ของเสีย แร่ธาตุอาหาร และตะกอน ลงมาตามแม่น้ำลำคลองออกสู่ชายฝั่งอ่าวบ้านดอนเป็นจำนวนมากในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนจนถึงต้นเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีฝนตกชุกมาก โดยวัดได้ 664.70 มิลลิเมตร และ 278.40 มิลลิเมตร ในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม พ.ศ. 2553 ตามลำดับ ที่สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุราษฎร์ธานี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553) จึงทำให้ปริมาณของไนเตรทในเดือนนี้มีค่าสูงถึง 0.347 ± 0.149 มิลลิกรัมต่อลิตร กรมประมง (2551) รายงานว่า แหล่งน้ำโดยทั่วไปมีความเข้มข้นของไนเตรทประมาณ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่แหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากชุมชนหรือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นจำนวนมากอาจมีไนเตรทสูงถึง 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(2549) ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สำหรับค่าไนเตรท โดยกำหนดให้มีค่าน้อยกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของไนเตรทมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ โดยจะไปลดประสิทธิภาพในการส่งออกซิเจนของเลือดและทำลายเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำ (Lawson, 1995) แต่เมื่อนำปริมาณไนเตรทในน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว พบว่า ปริมาณไนเตรทในน้ำทะเลไม่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว จึงไม่ส่งผลกระทบต่อการศึกษาเจริญเติบโตของหอย

ปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ในช่วง $0.015 \pm 0.001 - 0.033 \pm 0.006$ มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งตลอดการศึกษาที่มีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ชีรยา ช่วยสุรินทร์ และประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ (2546) รายงานว่า หากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีปริมาณฟอสเฟตสูงเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าแหล่งน้ำนั้นมีอาหารธรรมชาติมากเกินไป และแหล่งน้ำที่มีปัญหาหากลากจะจะมีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่า 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำทะเลมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$, $r = 0.583$) อย่างไรก็ตาม ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำไม่ได้มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เพียงแต่เป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับพืชและแพลงก์ตอนพืชที่จะนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสง

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอก่อนข้างต่ำตลอดระยะเวลาการศึกษา โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.061 \pm 0.040 - 1.146 \pm 0.355$ ไมโครกรัมต่อลิตร เมื่อนำปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำทะเลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาว พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำทะเลมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$, $r = 0.435$) กล่าวคือ เมื่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำทะเลเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร่กรมกรามขาวลดลง อย่างไรก็ตาม ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอที่เพิ่มขึ้นไม่ได้มีความเป็นพิษต่อหอย แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์เอเป็นรงควัตถุที่สำคัญสำหรับการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช สามารถแสดงถึงมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำได้ ซึ่งพบว่าปริมาณของคลอโรฟิลล์เอแสดงความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแพลงก์ตอนพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$, $r = 0.597$)

การศึกษาชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะไคร่กรมกรามขาวในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบว่า ไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลักที่พบมากในการศึกษานี้ สอดคล้องกับการศึกษาของสุมนา ขจรวัฒนากุล (2548) พบว่า มีไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหลัก ทั้งในด้านจำนวนสกุลงและความหนาแน่นของประชากร ไดอะตอมเป็นแพลงก์ตอนพืชที่สำคัญที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทะเล เนื่องจากมีจำนวนมากที่สุดและแพร่กระจายทั่วน้ำนํ้า เกือบทั้งหมดมีประโยชน์ โดยเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์น้ำทั่วไป โดยเฉพาะลูกสัตว์น้ำขนาดเล็ก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1 การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไคร้กรมกรามขาว

การศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหอยตะไคร้กรมกรามขาวโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งของหอยตะไคร้กรมกรามขาว (allometric relationship) พบว่า ความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสดและน้ำหนักเนื้อหอยแห้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 มีความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเปลือกหอยกับน้ำหนักเนื้อหอยสด ($L = 10^{0.515} W^{0.342}$, $r^2 = 0.409$) และน้ำหนักเนื้อหอยแห้ง ($L = 10^{0.761} W^{0.342}$, $r^2 = 0.465$) ของหอยตะไคร้กรมกรามขาวที่ดีที่สุด

6.2 การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร้กรมกรามขาว

หอยตะไคร้กรมกรามขาวมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2554 โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 มีค่าสูงที่สุด แสดงให้เห็นว่าหอยตะไคร้กรมกรามขาวมีความสมบูรณ์อย่างยิ่ง และในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 มีค่าต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าหอยตะไคร้กรมกรามขาวมีความสมบูรณ์ปานกลาง ซึ่งดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร้กรมกรามขาวในรอบปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไคร้กรมกรามขาวในรอบปี ทำให้สามารถวางแผนการเก็บเกี่ยวผลผลิตหอยตะไคร้กรมกรามขาวเพื่อการค้าได้ โดยเลือกช่วงที่หอยมีความสมบูรณ์สูงหรือหอยอ้วนที่สุดได้

6.3 การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไคร้กรมกรามขาว

การศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะอาหารของหอยตะไคร้กรมกรามขาว พบไดอะตอมเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดในการเพาะอาหารของหอยตะไคร้กรมกรามขาว ชนิดที่พบมากที่สุดได้แก่ *Cyclotella* sp., *Thalassionema* sp., *Thalassiosira* sp., *Coscinodiscus* spp., *Nitzschia* sp. และ *Rhizosolenia* sp. รองลงมาคือ Unidentified 2 และ Unidentified 1 สาหร่ายสีเขียว ชนิดที่พบได้แก่ *Trachelomonas* sp. และ *Haematococcus* sp. ไดโนแฟลกเจลเลต ชนิดที่พบได้แก่ *Ceratium* spp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ *Dinophysis* sp. กลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ ชนิดที่พบได้แก่ ตัวอ่อนของหอยฝาดเดียว และ *Codonella* sp. ตามลำดับ

6.4 การศึกษาการพัฒนาของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

6.4.1 เพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมกรามขาว

การศึกษาเพศและอัตราส่วนเพศของหอยตะไกรกรมกรามขาว บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบจำนวนหอยตะไกรกรมกรามขาวเพศเมียมากกว่าเพศผู้ คิดเป็นร้อยละ 65.83 และ 32.50 ตามลำดับ โดยมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:2.03 อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของหอยตะไกรกรมกรามขาวในรอบปีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ยังพบหอยตะไกรกรมกรามขาวที่มีเพศแฝง (มีทั้งเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียในตัวเดียวกัน) อีกด้วย คิดเป็นร้อยละ 1.67

6.4.2 ระยะเวลาการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

การศึกษาระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้และเพศเมียของหอยตะไกรกรมกรามขาวที่ลุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสองเดือน ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 พบหอยตะไกรกรมกรามขาวมีระยะเวลาการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด 4 ระยะ คือ 1) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ยังไม่เจริญ (immature stage), 2) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์กำลังเจริญ (maturation stage), 3) ระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่ (mature or ripe stage) และ 4) ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ (spawned or spermiated stage) และหอยตะไกรกรมกรามขาวมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเจริญเต็มที่ (mature or ripe stage) และระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่ (spawned or spermiated stage) ได้ตลอดทั้งปี โดยพบหอยตะไกรกรมกรามขาวเพศผู้และเพศเมียมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะเจริญเต็มที่มากที่สุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 66.67 และ 90.00 ตามลำดับ และพบน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 20.00 และ 6.67 ตามลำดับและหอยตะไกรกรมกรามขาวเพศผู้อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่มากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 50.00 และไม่พบหอยเพศผู้ที่อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หรือปล่อยไข่มากที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 คิดเป็นร้อยละ 73.33 และไม่พบหอยเพศเมียอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาว

สำหรับคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอน อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงหอยตะไกรกรมกรามขาว ยกเว้นความเค็มของน้ำในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งความเค็มของน้ำเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ดัชนีความสมบูรณ์ การกินอาหาร และการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตะไกรกรมกรามขาวมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาและติดตามประเมินสถานการณ์และสถานภาพคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนอย่างต่อเนื่อง
2. เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์ ควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่ง. 2551. ระบบนิเวศหาดหิน และหาดทราย จังหวัดชุมพร. กรุงเทพฯ : แอปเปิ้ลอาร์ท.
- กรมประมง. 2540. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยตะไคร้มะเข็ญ. โครงการพัฒนาการผลิตหอยตะไคร้มะเข็ญ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมประมง. 2551. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรุงเทพฯ : กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมประมง. 2555. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง. [Online]. แหล่งที่มา: www.fisheries.go.th/it-stat/.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2553. ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา. [Online]. แหล่งที่มา : <http://www.tmd.go.th/province.php?StationNumber=48551>.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2549. กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล. กรุงเทพฯ : ราชกิจจานุเบกษา.
- จิตติมา อายุตตะกะ. 2544. การศึกษาเบื้องต้นประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์. 2544. “วงสืบพันธุ์ของหอยแครง *Anadara granosa* L. จากบริเวณเมืองใหม่ จังหวัดชลบุรี.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.
- ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ. 2546. “การแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี.” เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2546. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.
- ธีรยา ช่วยสุรินทร์, ณัฐพงศ์ ต้นสาดี และศิระ ธนาพล. 2549. “ฤดูกาลความสมบูรณ์เพศของหอยตะไคร้มะเข็ญในแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี.” เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 21 หน้า.
- ธีรารักษ์ พัฒนะทอง และสุวัจน์ ธีรยุทธ. 2554. “ผลอัตราการไหลของน้ำและความหนาแน่นต่อการอนุบาลลูกหอยตะไคร้มะเข็ญ *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871) ระยะวัยเกื้อก ในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด.” วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 3(1): 17-28.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจง เทียนส่งรัมย์. 2543. “สถานะภาพการเลี้ยงหอยนางรมของประเทศไทย.” หน้า 1-18.

Mollusk Research In Asia. Thailand Research Fund (TRF.), Thailand.

ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ และสุภาพร แก้วอักษร. 2548. “การปนเปื้อนของยาออกซีเตตราซัยคลิน ออกโซลินิกแอซิด และคลอแรมฟินิคอลในหอยตะไกรและหอยแครงบริเวณแหล่งเลี้ยง อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี.” เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนา ประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี. 18 หน้า.

เผด็จศักดิ์ จาระยพันธ์ุ, บรรจง เทียนส่งรัมย์, วันทนา อยู่สุข, ณีฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, สมภพ รุ่งสุภา, สมบัติ อินทร์คง, เอนก โสภณ, ชลธยา ทรงรูป, พรเทพ พรธรรมรักษ์, กนกอร วงษ์กำแพง และ อานุกาพ พานิชผล. 2546. คู่มือการเพาะและอนุบาลหอยนางรมสำหรับการเลี้ยง. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัชฎา ขาวหนูนา. 2537. “วงจรสืบพันธุ์ของหอยตะไกร *Crassostrea belcheri* (Sowerby) ใน อ่าวบ้านดอน สุราษฎร์ธานี.” เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2537. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ชายฝั่ง สุราษฎร์ธานี, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 11 หน้า.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แผลงก่อกอนพีช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. แผลงก่อกอนสัตว์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สนิท อักษรแก้ว. 2542. ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2553. เอกสารส่วนตัวติดต่อโดยตรง.

สุขใจ รัตนยุวกร, ศิริวรรณ แว่วสวัสดิ์, บัญญา นิลเกิด และเกษนทร เถลิมวัฒน์. 2552. “พัฒนาการ ของเซลล์สืบพันธุ์และวงจรสืบพันธุ์ของหอยดัลบขาว *Meretrix casta* Gmelin, 1791 บริเวณ หาดแหลมกลัด จังหวัดตราด.” วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 41(1): 75-90.

สุนนา ขจรวัฒนากุล. 2548. ปราบกฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, กรมทรัพยากร ทางทะเลและชายฝั่ง, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 30 หน้า.

อนุวัฒน์ รัตนโชติ และกฤตพล ยังวนิชเศรษฐ. 2543. “ประเด็นการตายอย่างมากในปลายปี พ.ศ. 2539 ของหอยตะไกร อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี.” หน้า 45-51. **Mollusk Research In Asia.** Thailand Research Fund (TRF.), Thailand.

อรนุช ปรางทอง. 2546. “การสกัดสารยับยั้งเชื้อแบคทีเรียจากน้ำเลือดของหอยตะไกรกรมขาว *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871) และหอยตะไกรกรมดำ *Crassostrea iredalei* (Faustino, 1932).” วิทยานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทาง ทะเล) สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกพล อ่วมนุษ. 2542. “การพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยตะไคร่ *Crassostrea belcheri*.” วิทยานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

Angell, C.L. 1986. **The Biology and Culture of Tropical Oysters.** ICLARM Studies and Reviews 13, 42 p. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines.

Austin, H. and Haven, D.S. 1993. “The relationship between trends in a condition index of the American Oyster, *Crassostrea virginica*, and environmental parameter in Three Virginia Estuaries.” *Estuaries*. 16 (2): 362-374.

Banks, P., Berrigan, M., Choudhury, A., Craig, L., Diaz, D., Kern, F., King, J., Marshall, M., Robinson, L., Steimle, F., Takaes, R. and Wikfors, G. 2007. “Status review of the eastern oyster (*Crassostrea virginica*).” Report to the National Marine Fisheries Service, Northeast Regional Office. February 16, 2007. NOAA Tech. Memo. NMFS F/SPO-88. 105 p.

Barrett, E.M. 1963. Fish Bulletin 123. The California Oyster Industry. 103 p.

Byron, C., Link, J., Costa-Pierce, B. and Bengtson, D. 2011. “Calculating ecological carrying capacity of shellfish aquaculture using mass-balance modeling: Narragansett Bay, Rhode Island.” *Ecological Modelling*. 222: 1743–1755.

Dehon, D.D. 2008. “Investigating the use of bioengineered oyster reefs as a method of shoreline protection and carbon storage.” A Thesis Submitted to the Graduate Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Biological and Agricultural Engineering. 57 p.

Delaporte, M., Soudant, P., Lambert, C., Moal, J., Pouvreau, S. and Samaina, J.F. 2006. “Impact of food availability on energy storage and defense related hemocyte parameters of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* during an experimental reproductive cycle.” *Aquaculture*. 254(1-4): 571-582.

Devakie, M.N. and Ali, A.B. 2000. “Salinity–temperature and nutritional effects on the setting rate of larvae of the tropical oyster, *Crassostrea iredalei* (Faustino).” *Aquaculture*. 184: 105-114.

Dore, I. 1991. **Shellfish: a guide to oysters, mussels, scallops, clams and similar products for the commercial user.** New York: Van Nostrand Reinhold. 240 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Dridi, S., Romdhane, M.S. and Elcafisi, M'hamed. 2007. "Seasonal variation in weight and biochemical composition of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in relation to the gametogenic cycle and environmental conditions of the Bizert lagoon, Tunisia." **Aquaculture**. 263: 238-248.
- El-Sayed, A.E.H., Razek, F.A.A., Abou-Zaid, M.M. and Taha, S.M. 2011. "Measures allometric growth of Black-lip Pearl Oyster *Pinctada margaritifera* (Linnaeus, 1758) Red Sea, Egypt." **International Journal of Zoological Research**. 7(2): 201-211.
- Fournier, J., Levesque, E., Pouvreau, S., Pennec, M.L. and Moullac, G.L. 2012. "Influence of plankton concentration on gametogenesis and spawning of the black lip pearl oyster *Pinctada margaritifera* in Ahe atoll lagoon (Tuamotu archipelago, French polynesia)." **Marine Pollution Bulletin**. 65: 463-470.
- Gagnaire, B., Frouin, H., Moreau, K., Thomas-Guyon, H. and Renault, T. 2006. "Effects of temperature and salinity on haemocyte activities of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg)." **Fish & Shellfish Immunology**. 20: 536-547.
- Gosling, E. 2003. **Bivalve Molluscs Biology, Ecology and Culture**. FishingNews Books Blackwell. Publishing Editorial Offices. 443 p.
- Guo, X., Hedgecock, D., Hershberger, W.K., Cooper, K. and Allen, S.K. 1998. "Genetic determinants of protandric sex in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* Thunberg." **Evolution**. 52:394-402.
- Hand, R.E. and Nell, J.A. 1999. "Studies on triploid oysters in Australia XII. Gonad discolouration and meat condition of diploid and triploid Sydney rock oysters (*Saccostrea commercialis*) in five estuaries in New South Wales, Australia." **Aquaculture**. 171: 181-194.
- Humason, G.L. 1979. **Animal Tissue Techniques**. W.H. freeman and company, San francisco. 661 p.
- Jarenpornnipat, A., Pedersen, O., Jensen, K.R., Boromthanarat, S., Vongvisessomjai, S. and Choncheanchob, P. 2003. "Sustainable management of shellfish resources in Bandon Bay, Gulf of Thailand." **Journal of Coastal Conservation**. 9: 135-146.
- Jarnegren, J. and Altin, D. 2006. "Filtration and respiration of the deep living bivalve *Acesta excavate* (J.C. Fabricius, 1779) (Bivalvia; Limidae)." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 334: 122-129.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Kasim, Ma'ruf. and Mukai, H. 2009. "Food sources of the oyster (*Crassostrea gigas*) and the clam (*Ruditapes philippinarum*) in the Akkeshi-ko estuary." *Plankton and Benthos Research*; ISSN:1880-8247. 4 (3): 104-114.
- Kennedy, V.S. N.D. "Eastern Oyster *Crassostrea virginica*." University of Maryland, Center for Environmental and Estuarine Studies, Horn Point Environmental Laboratory, Cambridge, Maryland. 3: 1-20.
- Klinbunga, S., Khamnamtong, N., Tassanakajon, A., Puanglarp, N., Jarayabhand, P. and Yoosukh, W. 2003. "Molecular genetic identification tools for three commercially cultured oysters (*Crassostrea belcheri*, *Crassostrea iredalei*, and *Saccostrea cucullata*) in Thailand." *Marine Biotechnology*. 5: 27-36.
- Klinbunga, S., Khamnamtong, B., Puanglarp, N., Jarayabhand, P., Yoosukh, W. and Menasveta, P. 2005. "Molecular taxonomy of Cupped Oysters (*Crassostrea*, *Saccostrea*, and *Striostrea*) in Thailand based on COI, 16S, and 18S rDNA polymorphism." *Marine Biotechnology*. 7: 306-317.
- La Peyre, M.K., Gossman, B. and La Peyre, J.F. 2009. "Defining Optimal Freshwater Flow for Oyster Production: Effects of Freshet Rate and Magnitude of Change and Duration on Eastern Oysters and *Perkinsus marinus* Infection." *Estuaries and Coasts*. 32: 522-534.
- Lavoie, R.E. 2009. "Oyster Culture in North America: History, Present and Future." *Oyster Research Institute News*. 24: 14-21.
- Lawson, T. B. 1995. *Fundamentals of Aquaculture Engineering*. Chapman & Hall, New York. 355 pp.
- Li, Q., Liu, W., Shirasu, K., Chen, W. and Jiang, S. 2006. "Reproductive cycle and biochemical composition of the Zhe oyster *Crassostrea plicatula* Gmelin in an eastern coastal bay of China." *Aquaculture*. 261: 752-759.
- Li, Y., Qin, J.G., Li, X. and Benkendorff, K. 2009. "Monthly variation of condition index, energy reserves and antibacterial activity in Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, in Stansbury (South Australia)." *Aquaculture*. 286: 64-71.
- Loret, P., Pastoureaud, A., Bacher, C. and Delesalle, B. 2000. "Phytoplankton composition and selective feeding of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* in the Takapoto lagoon (Tuamotu Archipelago, French Polynesia): in situ study using optical microscopy and HPLC pigment analysis." *Marine Ecology Progress Series Mar Ecol Prog Ser*. 199: 55-67.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Lorio, W.J. and Malone, S. 1994. The Cultivation of American Oysters (*Crassostrea virginica*) SRAC Publication. 432: 1-8.
- McKindsey, C.W., Thetmeyer, H., Landry, T. and Silvert, W. 2006. "Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management." **Aquaculture**. 261: 451-462.
- Moullac, G.L., Soyeux, C., Sham-Kouaa, M., Levy, P., Moriceau, J., Vonaua, V., Maihotaa, M. and Cochard, J.C. 2013. "Feeding the pearl oyster *Pinctada margaritifera* during reproductive Conditioning." **Aquaculture Research**. 44(3): 404-411.
- Nagi, H.M., Shenai-Tirodkar, P.S. and Jagtap, T.G. 2011. "Dimensional relationship in *Crassostrea madrasensis* (Preston) and *C. gryphoides* (Schlotheim) in mangrove ecosystem." **Indian Journal of Geo-Marine Sciences**. 40(4): 559-566.
- Nevins, J.A. 2013. "Characterizing the Unfished Oyster Reef Community of Sabine Lake Estuary Relative to Surrounding Marsh Edge and Nonvegetated Bottom Habitats." A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science in Fishery and Mariculture. Texas A&M University-Corpus Christi. 370 p.
- Paixão, L., Ferreira, M.A., Nunes, Z., Fonseca-Sizo, F. and Rocha, R. 2013. "Effects of salinity and rainfall on the reproductive biology of the mangrove oyster (*Crassostrea gasar*): Implications for the collection of broodstock oysters." **Aquaculture**. 380-383: 6-12.
- Park, J.J., Kim, H., Kang, S.W., An, C.M., Lee, Sung-Ho., Gye, M.C. and Lee, J.S. 2012. "Sex ratio and sex reversal in two-year-old class of oyster, *Crassostrea gigas* (Bivalvia: Ostreidae)." **Development and Reproduction**. 16 (4): 385-388.
- Pechenik, J.A., Pearse, J.S. and Qian, Pei-Yuan. 2007. "Effects of salinity on spawning and early development of the tube-building polychaete *Hydroides elegans* in Hong Kong: Not just the sperm's fault?" **Biological Bulletin**. 212: 151-160.
- Pollack, J.B., Kim, Hae-Cheol., Morgan, E.K. and Montagna, P.A. 2011. "Role of flood disturbance in natural oyster (*Crassostrea virginica*) population maintenance in an estuary in South Texas, USA." **Estuaries and Coasts**. 34: 187-197.
- Rebelo, M. F., Amaral, M. C. R. and Pfelffer, W. C. 2005. "Oyster condition index in *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) from a heavy-metal polluted coastal lagoon." **Brazil Journal Biological** 65 (2): 345-351.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Rico-Villa, B., Pouvreau, S. and Robert, R. 2009. "Influence of food density and temperature on ingestion, growth and settlement of Pacific oyster larvae, *Crassostrea gigas*." **Aquaculture**. 287(3-4): 395-401.
- Rodríguez-Jaramillo, C., Hurtado, M. A., Romero-Vivas, E., Ramírez, J. L., Manzano, M. and Palacios, E. 2008. "Gonadal Development and Histochemistry of the Tropical Oyster, *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) during an annual reproductive cycle." **Journal of Shellfish Research**. 27(5):1129-1141.
- Sanpanich, K. 2011. "Marine bivalves occurring on the east coast of the Gulf of Thailand." **Science Asia**. 37: 195-204.
- Santerre, C., Sourdain, P., Marc, N., Mingant, C., Robert, R. and Martinez, Anne-Sophie. 2013. "Oyster sex determination is influenced by temperature - First clues in spat during first gonadic differentiation and gametogenesis." **Comparative Biochemistry and Physiology**. 165: 61-69.
- Songsang, S., Sophanodora, P., Kaewsrithong, J. and Ohshima, T. 2010. "Quality changes in oyster (*Crassostrea belcheri*) during frozen storage as affected by freezing and antioxidant." **Food Chemistry**. 123: 286-290.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. 1972. **A practical handbook of sea water analysis**. Bull. 167 (Second edition). Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
- Tan, S.-H. and Wong, T.-M. 1996. "Effect of salinity on hatching, larval growth, survival and settling in the tropical oyster *Crassostrea belcheri* (Sowerby)." **Aquaculture**. 145: 129-139.
- Tanyaros, S. Anan, K. and Kitt, L.D. 2008. "Nursing and Grow-Out of Hatchery-Reared Big Oyster (*Crassostrea belcheri* Sowerby 1871) in the Intertidal Mangrove Area." **Kasetsart J.** 42: 495-502.
- Thupila, N., Ratana-arporn, P. and Wilaipun, P. 2011. "Radiation resistances and decontamination of common pathogenic bacteria contaminated in white scar oyster (*Crassostrea belcheri*) in Thailand." **Radiation Physics and Chemistry**. 80: 828-832.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Troost, K. 2010. "Causes and effects of a highly successful marine invasion: Case-study of the introduced Pacific oyster *Crassostrea gigas* in continental NW European estuaries." **Journal of Sea Research**. 64: 145–165.
- Ward, J.E. and Shumway, S.E. 2004. "Separating the grain from the chaff: particle selection in suspension- and deposit-feeding bivalves." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 300: 83-130.
- Wattayakorn, G., Prapong, P. and Noichareon, P., 2001. "Biogeochemical budgets and processes in Bandon Bay, Suratthani, Thailand." **Journal of Sea Research**. 46: 133-142.
- Wiltshire, K.H., Bryars, S. and Li, X. 2008. "Effects of feed supply on Pacific oyster larvae grown at high salinity." Prepared for PIRSA Marine Biosecurity. South Australian Research and Development Institute (Aquatic Sciences), Adelaide, 15 p. SARDI Aquatic Science Publication Number F2008/000662-1, SARDI Research Report Series Number 294.
- Yoosukh, W., 2000. "Taxonomic account of oysters in Thailand. In: Tiensongrasmee B., Tedengren M., Jarayabhand P., Tandavanitj N., Popongviwat A., Nujsawat A., Soisodsri S (eds)." **Mollusk Research In Asia**. Thailand Research Fund (TRF.), Thailand. p. 81-86.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ก.1 ขนาดความกว้างของหอยตะไกรมกราวขาวบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัด
สุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

สถานี	เดือน					
	ธันวาคม 2553	กุมภาพันธ์ 2554	เมษายน 2554	มิถุนายน 2554	สิงหาคม 2554	ตุลาคม 2554
F1	7.55	7.32	8.70	7.66	8.20	8.32
F2	7.89	7.80	8.37	7.97	8.20	8.19
F3	8.23	7.49	7.47	7.95	8.34	8.13
F4	7.84	7.78	8.25	7.99	8.56	8.13
F5	8.07	7.50	8.76	7.89	8.42	8.08
F6	7.67	7.86	7.45	7.96	9.13	7.75
F7	7.36	7.52	7.18	8.19	8.49	8.26
F8	8.73	7.97	7.96	8.12	8.13	8.44
F9	8.01	7.60	8.34	7.84	8.27	8.13
F10	7.99	7.68	8.84	8.08	8.36	8.03
เฉลี่ย	7.93	7.65	8.13	7.97	8.41	8.15
SD	0.38	0.20	0.59	0.15	0.29	0.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ก.2 ขนาดความยาวของหอยตะไกรมกราวขาวบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัด
สุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

เดือน

สถานี	เดือน					
	ธันวาคม 2553	กุมภาพันธ์ 2554	เมษายน 2554	มิถุนายน 2554	สิงหาคม 2554	ตุลาคม 2554
F1	10.41	10.94	11.27	10.49	11.25	11.07
F2	11.13	10.78	11.33	10.89	11.12	11.21
F3	12.36	10.93	9.50	10.53	11.63	11.35
F4	12.10	11.26	11.20	10.24	11.21	11.34
F5	12.26	12.07	11.39	10.64	11.66	11.16
F6	10.93	11.46	10.21	10.61	11.35	11.37
F7	10.95	10.87	9.77	10.51	11.79	11.47
F8	13.06	11.20	9.74	10.46	11.84	11.19
F9	12.64	11.46	11.41	10.27	11.58	11.31
F10	12.11	11.03	11.66	10.53	11.98	11.55
เฉลี่ย	11.79	11.20	10.75	10.52	11.54	11.30
SD	0.87	0.39	0.84	0.18	0.29	0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ก.3 แสดงค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไครมกราวชาวบริเวณอ่าวบ้านดอน
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.
2554

สถานี	เดือน					
	ธันวาคม 2553	กุมภาพันธ์ 2554	เมษายน 2554	มิถุนายน 2554	สิงหาคม 2554	ตุลาคม 2554
F1	152.48	158.93	205.04	150.24	124.17	132.50
F2	117.01	220.66	207.46	176.42	136.06	134.61
F3	119.58	202.65	179.90	157.17	127.36	130.07
F4	100.12	140.95	196.43	152.03	136.14	130.65
F5	107.63	218.04	203.27	185.39	131.30	139.67
F6	158.10	203.57	185.38	193.04	115.58	130.09
F7	121.16	185.84	197.54	183.81	126.47	140.88
F8	130.47	182.89	156.79	187.87	114.78	135.55
F9	111.15	185.31	202.03	172.16	112.70	142.38
F10	86.97	187.80	194.32	195.80	117.84	134.27
เฉลี่ย	120.47	188.66	192.82	175.39	124.24	135.07
SD	21.96	24.76	15.33	16.92	8.72	4.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ ก.4 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบริเวณฟาร์มหอยตะไกรมกราวขาวในอำเภอบ้านดอน
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.
2554

สถานี	เดือน					
	ธันวาคม 2553	กุมภาพันธ์ 2554	เมษายน 2554	มิถุนายน 2554	สิงหาคม 2554	ตุลาคม 2554
Dept (cm)	171.00±20.20	123.75±21.96	152.00±14.27	126.20±18.91	209.10±16.87	255.60±36.72
Temp (°C)	29.08±1.49	32.65±0.10	33.91±0.52	29.97±1.32	32.08±0.35	30.54±0.45
Trasp (cm)	60.00±20.46	71.00±19.37	81.65±13.76	64.25±30.07	57.25±33.18	106.3±19.16
TSS (mg/L)	57.75±4.57	35.00±10.61	52.81±12.01	57.79±19.94	65.57±22.03	45.68±21.76
Salinity (ppt)	14.75±1.26	21.50±1.00	22.50±3.34	19.6±2.91	21.5±2.55	20±2.05
DO (mg/L)	5.76±1.10	6.94±0.36	6.36±0.82	6.41±0.85	6.98±0.49	5.99±0.43
pH	7.77±0.32	7.25±0.26	7.49±0.30	8.24±0.11	7.77±0.13	7.90±0.28
NO ₃ (mg/L)	0.347±0.046	0.042±0.016	0.042±0.030	0.004±0.004	0.034±0.015	0.011±0.008
SRP (mg/L)	0.015±0.001	0.033±0.006	0.031±0.006	0.017±0.004	0.017±0.004	0.018±0.003
Chlo- <i>a</i> (µg/L)	0.061±0.040	0.148±0.077	0.414±0.138	0.119±0.127	0.630±0.233	1.146±0.355

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบางประการ

1.1 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ (total suspended solids, TSS) วิเคราะห์ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972) มีหน่วยวัดเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) ดังนี้

1) อบกระดาษกรอง Whatman GF/C ขนาดตา 0.45 ไมครอน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วไปใส่ในโถดูดความชื้น (dessicator) นำไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึก (1)

2) กรองตัวอย่างน้ำ 200 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษกรองที่อบและชั่งน้ำหนักแล้ว

3) อบกระดาษกรองที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง แล้วไปใส่ในโถดูดความชื้น นำไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึก (2) แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ ตามสูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{[\text{น้ำหนักสารแขวนลอยทั้งหมดกับน้ำหนักกระดาษกรอง} - \text{น้ำหนักกระดาษกรอง}] \times 1000}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

1.2 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{-N}$) วิเคราะห์ด้วยวิธี Cadmium reduction method ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972) มีหน่วยวัดเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L)

1) ตวงตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman GF/C ขนาดตา 0.45 ไมครอน แล้วมา 50 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร

2) เติม buffer I 5 มิลลิลิตร เขย่าด้วย vortex

3) นำไปผ่าน cd column โดย 25 มิลลิลิตรแรกให้ทิ้งไป และเก็บ 25 มิลลิลิตรหลังไว้วิเคราะห์

4) เติม sulfanilamide 2 มิลลิลิตร เขย่าด้วย vortex (ทิ้งไว้นาน 2 นาที ไม่เกิน 8 นาที)

5) เติม N-1-(naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride (NNED) 2 มิลลิลิตร เขย่าด้วย vortex ทิ้งไว้นาน 10 นาที ไม่เกิน 2 ชั่วโมง

6) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

1.3 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphate) วิเคราะห์ด้วยวิธี Ascorbic acid-single reagent method ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972) มีหน่วยวัดเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L)

1) ตวงตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman GF/C ขนาดตา 0.45 ไมครอน แล้วมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เติม Phenolphthalein 1 หยด (ถ้าเป็นสีชมพูให้เติม Conc. H_2SO_4 1 หยด หรือเติม H_2SO_4 5 N 1 หยด

3) เติม combine reagent 1.6 มิลลิลิตร เขย่าด้วย vortex ทิ้งไว้ 10 นาที ไม่เกิน 30 นาที

4) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร

1.4 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll-a)

1) กรองตัวอย่างน้ำปริมาตร 30 มิลลิลิตร มาตรฐานด้วยกระดาษกรอง GF/C ขนาดตา 0.45 ไมครอน

2) นำกระดาษกรองไปใส่ใน Tissue grinder หรือโกรงบด แล้วเติมอะซิโตนความเข้มข้น 90 เปอร์เซ็นต์ ทีละน้อยลงในภาชนะที่บดจนถึงปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วบดกระดาษกรองให้ละเอียด

3) ถ่ายตัวอย่างทั้งหมดใส่ในหลอดเซนติพีทส์ขนาด 15 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอด หุ้มด้วยกระดาษฟรอยด์และสกัดทิ้งไว้เป็นเวลา 6-24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $4^{\circ}C$

4) นำตัวอย่างทั้งหมดไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องแยกตะกอน (Centrifuge) ที่ความเร็ว 3500 รอบ นาน 10 นาที ค่อย ๆ ดูดสารละลายด้านบนออกมาวัดค่าการดูดกลืนแสง ระวังอย่ารบกวนตะกอนด้านล่าง

5) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630, 645, 663 และ 750 นาโนเมตร บันทึกผล (1)

6) หยด 1 N HCL จำนวน 1 หยด นำกลับไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630, 645, 663 และ 750 นาโนเมตร บันทึกผล (2) แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ตามสูตร ดังนี้

$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ } (\mu\text{g/L}) = \frac{(11.64(\text{Abs.663}) - 2.16 (\text{Abs.645}) + 0.1(\text{Abs.630})) \times \text{EF}}{\text{VL}}$$

เมื่อ F = Dilution factor

E = ปริมาตรอะซิโตนที่ใช้ในการสกัด (มิลลิลิตร)

V = ปริมาตรน้ำที่ใช้กรอง (ลิตร)

L = ความกว้างของเซลล์ที่ใช้วัด (เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อ

2.1 การจัดนำภายในเนื้อเยื่อและแทรกพาราฟิน

นำเนื้อเยื่อหอยในสารละลายนิวทรัลบัฟเฟอร์ฟอร์มาลิน (neutral buffer formalin) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มาแช่น้ำโดยให้น้ำไหลผ่านอย่างช้า ๆ นาน 2-4 ชั่วโมง และนำชิ้นตัวอย่างเนื้อเยื่อใส่ในตลับใส่เนื้อเยื่อ และทำชิ้นเนื้อให้แห้งโดยการดึงน้ำออกจากเซลล์ (Dehydration) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) แช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง
- 2) แช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง
- 3) แช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง
- 4) แช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง
- 5) แช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)
- 6) แช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง (ครั้งที่ 2)
- 7) แช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 ชั่วโมง (ครั้งที่ 3)
- 8) แช่ตัวอย่างใน xylene (ครั้งที่ 1) นาน 1 ชั่วโมง
- 9) แช่ตัวอย่างใน xylene (ครั้งที่ 2) นาน 1 ชั่วโมง
- 10) แช่ตัวอย่างใน melted paraffin (ครั้งที่ 1) นาน 1 ชั่วโมง
- 11) แช่ตัวอย่างใน melted paraffin (ครั้งที่ 2) นาน 1 ชั่วโมง
- 12) อัดบล็อกด้วยพาราฟินอีกครั้ง โดยนำตัวอย่างใส่ใน mold เดิมพาราฟินจนเต็ม ทิ้งไว้ให้

เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนนำไปใส่ในช่องแช่แข็ง เมื่อเย็นจนได้ที่แกะตัวอย่างออกจาก mold จะได้แท่งพาราฟินที่มีเนื้อเยื่อหอยแทรกอยู่ เพื่อนำไปตัดตามขวางแบบ Serial section ต่อไป

2.2 การย้อมสีตัวอย่าง

นำแท่งพาราฟินที่มีเนื้อเยื่อหอยแทรกอยู่ ไปทำการตัดด้วยเครื่องไมโครโทม ที่ความหนา 4-5 ไมโครเมตร และวางบนแผ่นสไลด์ นำแผ่นสไลด์ที่ได้ไปย้อมสีตามขั้นตอนของเทคนิคการย้อมสี haematoxylin และ eosin (H&E) ดังต่อไปนี้

- | | |
|---|--------|
| 1) แช่ xylene I | 3 นาที |
| 2) แช่ xylene II | 3 นาที |
| 3) แช่แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (ครั้งที่ 1) | 2 นาที |
| 4) แช่แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (ครั้งที่ 2) | 2 นาที |
| 5) แช่แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ | 2 นาที |
| 6) แช่แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ | 2 นาที |

- | | |
|----------------------------|--------|
| 7) ให้น้ำไหลผ่านอย่างช้า ๆ | 5 นาที |
|----------------------------|--------|

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาตจากสำนักงาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) แชน์ haematoxylin	3 นาที
9) ให้น้ำไหลผ่านอย่างช้า ๆ	5 นาที
10) แชน์ในน้ำที่เติมแอมโมเนีย 2-3 หยด	3 นาที
11) ให้น้ำไหลผ่านอย่างช้า ๆ	5 นาที
12) แชน์แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์	2 นาที
13) แชน์แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์	2 นาที
14) แชน์ eosin	6 นาที
15) แชน์แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์	1 นาที
16) แชน์แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (ครั้งที่ 1)	2 นาที
17) แชน์แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (ครั้งที่ 2)	2 นาที
18) แชน์แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (ครั้งที่ 3)	2 นาที
19) แชน์ xylene I	3 นาที
20) แชน์ xylene II	3 นาที
21) แชน์ xylene III	3 นาที
22) ปิดกระจกสไลด์	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวทวิรัตน์ ดาบเงิน
 วัน เดือน ปีเกิด 29 พฤษภาคม 2529 ที่สุพรรณบุรี
 ที่อยู่ 93/1 หมู่ 4 ตำบลบ้านแหลม อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี 72150
 ประวัติการศึกษา 2551 วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

พ.ศ. 2557

ทวิรัตน์ ดาบเงิน และ อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์. 2557. “การเปลี่ยนแปลง
 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตะไครมครามขาว (*Crassostrea belcheri*)
 และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในรอบปี บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัด
 สุราษฎร์ธานี.” วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. ปีที่ 32. ฉบับที่ 1.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้