ผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการเติบโต และการรอดตายของหอยหวาน *Babylonia areolata* วัยอ่อน

นายธรรมรัตน์ วาจาสัตย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF BREWER'S YEAST AND *BACILLUS* STRAIN S11 SUPPLEMENTATION ON GROWTH AND SURVIVAL OF EARLY STAGE SPOTTED BABYLON, *Babylonia areolata*

Mr. Thammarat Vajasut

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science
Department of Marine Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการเติบโต และการรอดตายของหอยหวาน *Babylonia areolata* วัยอ่อน
โดย	นาย ธรรมรัตน์ วาจาสัตย์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรุษา กฤษณะพันธุ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธรรมรัตน์ วาจาสัตย์: ผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการเติบโตและการรอดตายของหอยหวาน *Babylonia areolata* วัยอ่อน. (EFFECTS OF BREWER'S YEAST AND *BACILLUS* STRAIN S11 SUPPLEMENTATION ON GROWTH AND SURVIVAL OF EARLY STAGE SPOTTED BABYLON *Babylonia areolata*) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: อ. ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์, 72 หน้า.

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ในอาหารเพื่ออนุบาลลูกหอยหวาน *Babylonia areolata* วัยอ่อนให้มีการเติบโต และการรอดชีวิตสูงขึ้น โดยเริ่มต้นการทดลองแรกในหอยหวานวัยอ่อน (veliger larvae) ใช้ระดับความหนาแน่น 300 ตัวต่อลิตร ให้แพลงก์ตอนพืช คีโตเซอรอสผสมกับไอโซไคซิสเป็นอาหารเสริมด้วยบริวเวอร์ยีสต์ ที่ 4 ระดับ (0, 0.1, 0.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์) และบาซิลัส สายพันธุ์ S11ที่ 2 ระดับ (0 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์) ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะวัยอ่อนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ทุกระดับ แต่อัตราการรอดสุดท้ายของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และทั้งเสริม / ไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการรอดของหอยหวานระยะวัยอ่อน สำหรับอัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในชุดการทดลองที่เสริมด้วยบาซิลัส สายพันธุ์ S11 และอัตราการรอดสุดท้ายของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และทั้งเสริม / ไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างการเสริมบริเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่ออัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักและอัตราการรอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต ธรรมรัตน์ วาจาสัตย์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

#5072297323 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEYWORDS : *Babylonia areolata* / brewer's yeast / *bacillus* / growth / survival

THAMMARAT VAJASUT : EFFECTS OF BREWER'S YEAST AND *BACILLUS* STRAIN S11 SUPPLEMENTATION ON GROWTH AND SURVIVAL OF EARLY STAGE SPOTTED BABYLON *Babylonia areolata*. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMKIAT PIYATIRATITIVORAKUL, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: NILNAJ CHAITANAWISUTI, Ph.D., 72 pp.

An experiment was performed to determine the effect of brewer's yeast and *Bacillus* strain S11 supplementation on growth and survival of early stage spotted Babylon *(Babylonia areolata)*. Hatchery of veliger larvae and settled juvenile fed phytoplankton (*Chaetoceros* sp. and *Isochrysis* sp.) and artificial diet, respectively supplemented with four level of brewer's yeast (0, 0.1, 0.5 and 1.0 percent) and two levels of *Bacillus* strain S11 (0 and 0.1 percent). Results showed that there were no significant difference in specific growth rate among larvae fed natural diet supplemented with all levels of brewer's yeast and *Bacillus* strain S11 but larvae fed natural diets supplemented with all levels of brewer's yeast and *Bacillus* strain S11 had significant different and interactions with final survival rates. However, there was no significant difference in specific growth rates of settled juveniles fed moist diets supplemented with all levels of brewer's yeast but not for those supplemented of *Bacillus* strain S11. There were significant differences and interactions in final survival rates of settled juveniles fed moist diets supplemented with all levels of brewer's yeast and *Bacillus* strain S11.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : MARINE SCIENCE ..... Student's Signature .....

Field of Study : MARINE SCIENCE ..... Advisor's Signature .....

Academic Year : 2010 ..... Co-Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล ที่คอยแนะนำ และเอาใจใส่ด้วยดีมาตลอด เสนอแนะงานวิจัยต่างๆ เพื่อศึกษาปรับใช้จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี อีกทั้งช่วยตรวจทาน แก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณอาจารย์ ที่ปรึกษาร่วม ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ ที่ให้คำแนะนำ และเอาใจใส่ ตลอดถึงเสนอแนะงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสนับสนุนลูกพันธุ์ อุปกรณ์สำหรับงานวิจัย รวมทั้งช่วยตรวจทานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง รองศาสตราจารย์ ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรุษา กฤษณะพันธุ์ สำหรับคำแนะนำต่างๆ ในการทำวิจัย และร่วมเป็นประธาน และกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ ที่ให้คำแนะนำและความอนุเคราะห์เชื้อบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการฝ่ายเทคนิค โรงงานเบียร์ไทย 1991 จำกัด (มหาชน) อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ บริวเวอร์ยีสต์ ขอขอบคุณคุณเสรี ดอนเหนือ และคุณอิงอร ทองคำดี ที่ให้ความช่วยเหลือ และเสนอแนะแนวทางการปฏิบัติงานวิจัยที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณ บัญฑิตวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุน ทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ ในครั้งนี้ ขอขอบคุณ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการแพลงก์ตอนพืชทะเล 730 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และหน่วยปฏิบัติการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มเพาะและเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร ตำบลหาดเจ้าสำราญ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ สถานที่ และเครื่องมือทำวิจัย

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่อยู่เคียงข้างกันเสมอมา รวมทั้งเอาใจใส่ ตลอดถึงกำลังใจ และความห่วงใยต่อสุขภาพ และสนุบสนุนกำลังทรัพย์เรื่อยมาจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นิสิตปริญญาโท และพี่ๆ ปริญญาเอก ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่จบไปแล้ว และกำลังศึกษาอยู่ ที่คอยช่วยเหลือแนะนำ และให้กำลังใจในทุกๆ เรื่องอย่างดีตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ..... ฉ

สารบัญ..... ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 ชีววิทยาของหอยหวาน..... 4

2.2 อาหาร และความต้องการสารอาหาร..... 6

2.3 ยีสต์ (Yeast)..... 7

2.4 โปรไบโอติก (Probiotic)..... 9

3 วิธีดำเนินการวิจัย…..... 15

3.1 สถานที่วิจัย…..... 15

3.2 การวางแผนการทดลอง…..... 15

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 24

4.1 ผลของอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธ์ S11 ต่อหอยหวาน ระยะวัยอ่อน..... 24

4.2 ผลของอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธ์ S11 ต่อหอยหวาน ระยะลงพื้น..... 25

4.3 คุณภาพน้ำทะเล..... 26

5 อภิปรายผล สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ..... 39

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายการอ้างอิง……..……...……..... 45
ภาคผนวก ก…….……..……. 52
ภาคผนวก ข…….……..……. 58
ภาคผนวก ค…….……..……. 59
ภาคผนวก ง…….……..……. 60
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2-1 องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์เบียร์แห้ง……..……..…. 11

2-2 ปริมาณวิตามินบีในยีสต์.....……..……...…….... 11

2-3 ปริมาณกรด อะมิโนในยีสต์.....……...……. 12

2-4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมโปรไบโอติกในสัตวน้ำ…… 13

2-5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมยีสต์ในสัตวน้ำ…….. 14

3-1 ส่วนประกอบของอาหารผสมที่ใช้เลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้น...…… 23

4-1 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารผสมที่ใช้เลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้นทั้ง 8 สูตร….. 24

4-2 พารามิเตอร์การเติบโต และอัตรารอดของหอยหวานระยะวัยอ่อน ที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติทั้ง 8 สูตร..... 29

4-3 การเติบโตโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน.....……... 31

4-4 การเติบโตโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน 33

4-5 พารามิเตอร์การเติบโต และอัตรารอดของหอยหวานระยะลงพื้น ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 8 สูตร.....……... 35

4-6 อัตราการรอดของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน……. 36

4-7 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงหอยหวานระยะวัยอ่อนด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 12 วัน..... 37

4-8 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้นด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน..... 38

ง.1 ความยาวเปลือกเฉลี่ย และน้ำหนักเฉลี่ย ของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ เมื่อ เริ่มต้น..... 60

ง.2 ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่เวลา 15 วัน..... 63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ง.3 ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่เวลา 30 วัน..... 66
ง.4 ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่เวลา 45 วัน..... 69

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
3-1	หน่วยทดลองเลี้ยงหอยหวานวัยอ่อน ด้วยอาหารสูตรต่างๆ.....	21
3-2	หน่วยทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้นด้วยอาหารสูตรต่างๆ.....…….……..	21
3-3	การฝึกการกินอาหารผสมของลูกหอยระยะลงพื้นก่อนเริ่มการทดลอง……...……	22
3-4	แพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารลูกหอยระยะวัยอ่อน.....	22
4-1	การเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 12 วัน……	28
4-2	การเติบโตโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน……..	30
4-3	การเติบโตโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน	32
4-4	อัตราการรอดของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน.....	34

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หอยหวานเป็นหอยทะเลฝาเดียวที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยหอยหวานเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศในภูมิภาคเอเชีย ได้แก่ ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ฮ่องกง ไต้หวัน และญี่ปุ่น แต่ปัจจุบันการทำประมงหอยหวานจากธรรมชาติมีปริมาณการจับลดลงอย่างต่อเนื่อง เพราะการใช้ทรัพยากรประมงอย่างเกินขอบเขต รวมถึงชาวประมงนิยมจับหอยหวานขนาดใหญ่ (พ่อแม่พันธุ์) เพื่อจำหน่ายแก่ตลาดและผู้บริโภค ปัจจุบันพบว่าปริมาณหอยหวานไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคการเพาะและเลี้ยงหอยหวานจึงเข้ามามีบทบาทในการเพิ่มผลผลิตหอยหวานเชิงการค้า การลดปริมาณการจับหอยหวานจากธรรมชาติ และการฟื้นฟูทรัพยากรหอยหวานในธรรมชาติ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาอาชีพการเพาะและเลี้ยงหอยหวานขึ้นในประเทศไทย 3 รูปแบบคือ 1) โรงเพาะฟักผลิตลูกหอยระยะวัยรุ่นเพื่อการจำหน่าย (Hatchery production) 2) ฟาร์มเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดหรือการขุนหอยเนื้อ (Growing out operation) และ 3) การเลี้ยงหอยหวานแบบครบวงจร (ฟาร์มที่ผลิตลูกพันธุ์หอยหวานและนำมาเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดเอง) แต่อย่างไรก็ตาม ฟาร์มเพาะฟักหอยหวานได้ประสบปัญหาหลักคือ ลูกหอยมีอัตราการเติบโตช้า มีอัตราการตายสูง และมีกำลังการผลิตลูกพันธุ์หอยหวานต่ำ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวนี้ได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อฟาร์มเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาด กล่าวคือ ลูกพันธุ์หอยหวานมีราคาสูง (0.3 – 0.5 บาทต่อตัว) ซึ่งทำให้ฟาร์มเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดมีต้นทุนผันแปรค่าลูกพันธุ์หอยหวานที่สูงมาก ประมาณ 50% ของต้นทุนทั้งหมดต่อรอบการผลิต รวมถึงกำลังการผลิตหอยหวานที่เป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ ต่อเนื่อง และทันต่อปริมาณความต้องการของฟาร์มเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาด (Chaitanawisuti et al. 2002)

ปัญหาที่พบในการอนุบาลลูกหอยวัยอ่อนระยะวัยอ่อนในโรงเพาะฟัก คืออัตราการรอดตายของลูกหอยวัยอ่อนถึงลูกหอยระยะลงพื้นต่ำ (เฉลี่ย 1.8% (0.5-4.8%) ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคการอนุบาลลูกหอยระยะดังกล่าวจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างเร่งด่วนต่อความสำเร็จของฟาร์มเพาะฟักหอยหวานในเชิงพาณิชย์ กล่าวคือ เมื่อลูกหอยมีการฟักออกจากฝักไข่กลายเป็นลูกหอยระยะวัยอ่อน (Veliger) จะมีการดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนสัตว์ และกรองกินแพลงก์ตอนพืชในมวลน้ำเป็นอาหาร โดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ *Chaetoceros* sp., *Tetraselmis* sp. และ *Chlorella*

sp. ซึ่งการอนุบาลลูกหอยระยะนี้จำเป็นต้องผลิตแพลงก์ตอนพืชให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกหอยตลอดระยะเวลาการอนุบาลนานถึง 14 วัน และจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อให้น้ำมีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอย สำหรับการอนุบาลลูกหอยระยะลงพื้นถึงลูกหอยขนาดจำหน่าย (หอยเซน) ใช้ระยะเวลาการอนุบาลนานประมาณ 45 – 60 วัน โดยลูกหอยระยะนี้ดำรงชีพแบบคืบคลานบนพื้นและผนังบ่อ และเป็นสัตว์กินเนื้อเป็นอาหาร (กินซากสัตว์ที่ตายแล้ว) ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรใช้เนื้อปลาข้างเหลืองหรืออาร์ทีเมียขนาดเต็มวัยเป็นอาหาร ดังนั้นการพัฒนาเทคนิคการอนุบาลลูกหอยระยะวัยอ่อนและระยะลงพื้นให้มีอัตราการเติบโตสูง (ระยะเวลาการอนุบาลสั้นลง) และมีอัตราการตายต่ำลง (มีกำลังการผลิตสูงขึ้น) จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อโรงเพาะฟักหอยหวานเชิงพาณิชย์ ซึ่งจะส่งผลดีโดยตรงต่อฟาร์มเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาด (ราคาลูกพันธุ์หอยหวานต่ำลง)

อาหารนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการเติบโตและการตายของสัตว์น้ำนานาชนิด อาทิ คุณภาพของอาหาร คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ความเพียงพอของอาหาร แร่ธาตุ และสารอาหารที่จำเป็น ฯลฯ Douillet and Landon (1994) ได้ทดลองเสริมแบคทีเรียโปรไบโอติกสายพันธ์ CA2 ร่วมกับแพลงก์ตอนพืช เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ใช้แพลงก์ตอนพืชอย่างเดียว พบว่าชุดทดลองที่เสริม แบคทีเรียโปรไบโอติก สายพันธ์ CA2 มีการเติบโต และอัตรารอดสูงกว่าชุดควบคุม ชัชรียา เชยชม (2552) ได้ทดลองเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และนิวคลีโอไทด์ในอาหารผสมเพื่อเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่น ผลการทดลองพบว่า อาหารผสมที่เสริมบริวเวอร์ยีสต์ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ มีการเติบโตที่สูงขึ้น และมีความต้านทานต่อเชื้อวิบริโอสูงขึ้น นอกจากนี้ อรนุช พฤษศรี (2551) ได้ศึกษาผลของวิตามินซีต่อการเติบโตและความแข็งแรงของลูกหอยหวานระยะลงพื้น โดยอาหารที่ใช้ประกอบด้วย อาหารธรรมชาติ (เนื้อปลาข้างเหลือง) และอาหารผสมแบบกึ่งเปียก โดยอาหารแต่ละประเภทจะเสริมด้วยวิตามินซี (ascorbyl-2-polyphosphate; APP) ต่างกัน 5 ระดับ ผลการศึกษาพบว่า ระดับวิตามินซีในอาหารมีผลต่อการเติบโตของหอยหวานระยะลงพื้น โดยหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมวิตามินซี 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการเติบโตโดยความยาวเปลือกและน้ำหนักสูงกว่าอาหารทดลองสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และลูกหอยที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมมีการเติบโตสูงกว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติที่ทุกระดับการเสริมวิตามินซีเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจเกี่ยวกับการพัฒนาอาหารของลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนและระยะลงพื้นด้วยการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ระดับต่างๆ เพื่อให้ลูกหอยหวานทั้งสองระยะมีอัตราการเติบโตและการรอดตายที่สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อ การเติบโตและการรอดตายของลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน (veliger larvae) และระยะลงพื้น (settled juvenile)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ต่างกัน 4 ระดับ (0, 0.1, 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์) และการเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ (0, 0.1 เปอร์เซ็นต์) ผสมกับบริวเวอร์ยีสต์ทุกระดับต่อการเติบโตและการรอดตายของลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน (veliger larvae) และระยะลงพื้น (settled juvenile)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ทราบการเสริมสารอาหารที่สำคัญและทำให้ลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนและระยะลงเกาะมีอัตราการเติบโตและการรอดตายที่สูงขึ้น
- ทำให้สามารถลดระยะเวลาการอนุบาลของลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนและระยะลงเกาะให้สั้นลงและมีกำลังการผลิตลูกพันธุ์หอยหวานสูงขึ้น
- สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประยุกต์ใช้งานในเชิงพาณิชย์เพื่อโรงเพาะฟักมีกำลังการผลิตลูกพันธุ์หอยหวานสูงขึ้นและลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีววิทยาของหอยหวานแท้

หอยหวานแท้มี ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Babylonia areolata* Link, 1807 สามารถจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ดังนี้ อยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Mollusca) คลาสแกสโทรโพดา (Gastropoda) แฟมิลี่บัคซินิดี (Buccinidae) สกุล *Babylonia* และชนิด *Babylonia areolata* หอยหวานแท้เป็นหอยทะเลฝาเดียว มีเปลือกค่อนข้างหนา ผิวเรียบ เปลือกมีพื้นสีขาวและมีแต้มสี่เหลี่ยมสีน้ำตาลดำขนาดใหญ่เรียงเป็น 3 แถวบนวงลำตัว โดยบริเวณปลายสุดของส่วนเปลือกจะแหลม ขดเป็นเกลียว และมีร่องที่ไม่ลึกมาก ฝาปิด (operculum) เป็นรูปทรงไข่ที่สามารถปิดช่องเปิดลำตัวได้สนิท มีลำตัวนิ่มใช้เท้า (muscular foot) ในการเคลื่อนที่หรือคลานฝังตัว หอยหวานมีหนวด 1 คู่ และมีตา 1 คู่ ตาของหอยหวานใช้สำหรับรับรู้เกี่ยวกับแสงสว่างเท่านั้น หอยหวานแท้อาศัยอยู่บริเวณพื้นทะเลที่เป็นทราย หรือทรายปนโคลน ที่ระดับความลึกประมาณ 5 – 20 เมตร หอยหวานแพร่กระจายจากมหาสมุทรอินเดียฝั่งตะวันออกของอินโดนีเซียตอนใต้ มาเลเซีย ไทย กัมพูชา เวียดนาม ถึงไต้หวัน โดยประเทศไทยพบหอยหวานกระจายอยู่ทั่วไป ในจังหวัดบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย ได้แก่ ระยอง จันทบุรี ตราด เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช (นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์, 2545) หอยหวานเป็นสัตว์ที่มีเพศแยก (dioecious) คือ เพศผู้และเพศเมียไม่ได้อยู่ในตัวเดียวกัน เพศผู้จะพบอวัยวะเพศ (penis) เป็นติ่งแบน (leaflet shape) ยื่นออกมาบริเวณใต้โคนหนวดด้านขวา ในเพศเมียจะไม่พบติ่งแบน แต่จะพบรูเปิดด้านใต้ของเท้าเพื่อใช้ในการปล่อยฝักไข่ การผสมพันธุ์เกิดขึ้นโดยการจับคู่ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย เมื่อไข่ได้รับการผสมในท่อนำไข่ และถูกห่อหุ้มด้วยฝักไข่แล้วจะถูกปล่อยออกสู่ภายนอกร่างกาย เป็นฝัก(egg capsule) และตัวอ่อนจะเจริญอยู่ภายในฝักไข่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้อย่างชัดเจนซึ่งจะแขวนลอยอยู่ในของเหลวใสๆ ภายในฝักไข่ หลังจากนั้นลูกหอยวัยอ่อน (newly-hatched veliger larvae) จึงฟักออกจากฝักไข่ทางช่องเปิดและล่องลอยอยู่ในมวลน้ำภายในเวลาประมาณ 4 - 5 วันหลังการวางไข่ โดยมีอัตราการฝักไข่เฉลี่ย 95% (92.0 – 98.0%) ลูกหอยหวานระยะนี้มีลักษณะสำคัญ คือมีกลุ่มขนขนาดใหญ่จำนวน 2 อันใช้ในการโบกพัดอาหารเข้าสู่ช่องปาก และใช้ในการเคลื่อนที่ในมวลน้ำ โดยลูกหอยระยะนี้เจริญเข้าสู่ลูกหอยระยะลงพื้น (settled juveniles) ภายในเวลาเฉลี่ย 12 – 14 วันหลังฝักจากไข่ สำหรับลูกหอยระยะลงพื้นมีความยาวเฉลี่ย 1,500 ไมครอน (1,200 – 1,800 ไมครอน) มีเปลือกและรูปร่างสมบูรณ์เหมือนพ่อแม่ ลูกหอยในระยะลงพื้นสามารถเจริญโดยมี

ความยาวเปลือก ประมาณ 0.5 เซนติเมตร ภายใน 15 – 30 วัน และสามารถเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (first maturity)ได้ที่ความยาวเปลือก 3.6 เซนติเมตร หรืออายุประมาณ 6 เดือน หลังจากวางไข่ (นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์, 2545) พฤติกรรมการกินอาหารของหอยหวานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบตามช่วงชีวิตคือ ลูกหอยหวานวัยอ่อนเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน (plankton) ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำกินอาหารด้วยการกรอง (filter feeder) สำหรับลูกหอยหวานตั้งแต่ระยะลงพื้นจนถึงระยะตัวเต็มวัยเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีวิตบนพื้นทะเล โดยกินซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหารทั้งในสภาพสดและไม่สด หอยหวานมีการกินอาหารแบบกลุ่มก้อน โดยหอยหวานมีต่อมน้ำลายสำหรับสร้างน้ำย่อย และส่งออกมาทางงวงยาวที่เรียกว่า proboscis เพื่อย่อยอาหารภายนอกร่างกายแล้วจึงดูดเข้าไปภายในร่างกาย โดยงวงนี้สามารถยืดยาวได้ประมาณ 8 – 10 เซนติเมตร ระบบทางเดินอาหารของหอยหวานประกอบด้วยปาก หลอดอาหาร กระเพาะ ลำไส้ และทวารหนัก

ลูกหอยระยะวัยอ่อนมีการดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน (planktonic larvae) และมีลักษณะการเคลื่อนเข้าหาแสง (positive phototactic) ดังนั้นลูกหอยส่วนใหญ่จึงล่องลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ หรือกลางน้ำของบ่ออนุบาล หอยหวานวัยอ่อนจะกินสาหร่ายเซลล์เดียวเป็นอาหาร ซึ่งได้แก่ แพลงก์ตอนพืชเซลล์เดี่ยวเช่น *Isochrysis galbana*, *Cheatoceros calcitrans*, *Tetraselmis* sp. และ *Chlorella* sp. รวมถึงไดอะตอมชนิดต่างๆ เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูงซึ่งจะส่งผลต่อพัฒนาการ อัตราการเติบโต และอัตรารอดของลูกหอย (Enright *et al.,* 1986) โดยจะต้องเพาะเลี้ยงแพงก์ตอนพืชเหล่านี้ให้ได้ปริมาณมากพอและมีคุณภาพดี ปริมาณอาหารที่ใช้ขึ้นอยู่กับจำนวนลูกหอย อาหารต้องมีปริมาณเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไปเพราะถ้าปริมาณอาหารน้อยไปก็จะไม่เพียงพอต่อการเติบโตของลูกหอย แต่ถ้าปริมาณอาหารมากเกินไปอาจจะยังมีผลยับยั้งอัตรากรองกินอาหารของลูกหอยและทำให้ลูกหอยเกิดการชะงักการเติบโต (นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์, 2545) โดยหลักการให้อาหารลูกหอยจะให้หลายครั้งในปริมาณน้อย เมื่อลูกหอยกรองกินอาหารไปส่วนหนึ่งแล้วจึงค่อยเพิ่มให้อีกเป็นระยะๆ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความชำนาญจากการสังเกตสีน้ำในการอนุบาลลูกหอย และสีของลูกหอยที่เข้มขึ้น นอกจากนี้การเลี้ยงด้วยสาหร่ายเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ การเสริมด้วยอาร์ทีเมียในวันที่ 10 ของการอนุบาลในระยะ veliger (ก่อนลงพื้น) สามารถเพิ่มอัตรารอดให้สูงขึ้น (ลือชัย ดรุณชู และฐิติมา ทองศรีพงษ์, 2546) การให้อาหารแก่ลูกหอย วันละ 2 ครั้ง เช้า – เย็น โดยการทำความสะอาดผนัง และพื้นถังอนุบาลลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน พร้อมเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเล ประมาณสองในสามของปริมาณน้ำทั้งหมดด้วยวิธีการลักน้ำเป็นประจำทุกวันๆละ 1 ครั้ง ผ่านผ้ากรองขนาด 5 ไมครอน เมื่อลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนพัฒนาเข้าสู่ลูกหอยระยะลงพื้น (settled juvenile) จึงทำการเก็บรวบรวมลูกหอยไปเลี้ยงต่อ

ในถังเลี้ยงลูกหอยระยะเต็มวัย (nursery tank) ระบบน้ำทะเลไหลผ่านตลอด โดยผนังถังเลี้ยงออกแบบเป็นพิเศษด้วยการใช้ระบบน้ำฉีดเป็นฝอยบริเวณถังบ่อ เพื่อไม่ให้ลูกหอยขึ้นมาแห้งตายบริเวณขอบบ่อ พื้นบ่อปกคลุมด้วยทรายละเอียดมีความหนาประมาณ 0.2 เซนติเมตร และควรให้อาหารในวันแรกที่ลูกหอยเริ่มลงพื้น

2.2 อาหาร และความต้องการสารอาหาร

สารอาหารที่สัตว์น้ำต้องการ แบ่งได้เป็น สารอาหารหลัก ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน สารอาหารรอง ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และอื่นๆ โดยสารอาหารเหล่านี้จะต้องเพียงพอกับความต้องการในเชิงปริมาณและคุณค่าทางโภชนาการ เพราะสารอาหารคือ สิ่งที่สัตว์น้ำกินแล้วถูกดูดซึมขนส่งไปยังเซลล์ต่างๆ และได้ใช้ประโยชน์ในการเติบโต ให้พลังงานและช่วยควบคุมการทำงานของกระบวนการต่างๆในร่างกาย ทำให้สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย และการขยายพันธุ์

-โปรตีน เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญมากต่อการเติบโตและเสริมสร้างอวัยวะ ฮอร์โมน และสารพันธุกรรม โดยความต้องการโปรตีนเพื่อการเติบโตจากการวิจัยของขนิษฐา แสงงาม (2540) พบว่าหอยหวานต้องการโปรตีนระดับ 40% ซึ่งหอยหวานที่ได้รับโปรตีนระดับสูงจะมีอัตราการเติบโตสัมพัทธ์สูงกว่าระดับโปรตีนต่ำ ในขณะที่งานวิจัยของ Zhou *et al.* (2007a) ลูกหอยมีอัตราการเติบโตดีที่สุดที่ระดับโปรตีน 43% และสุกัญญา จันทร์งาม (2550) พบว่าสัดส่วนโปรตีนต่อไขมัน เท่ากับ 36:10 ทำให้ลูกหอยมีอัตราการเติบโตดีทั้งน้ำหนักและความยาวเปลือก รวมถึงการศึกษาของ ชิดชนก รอดเรือง (2551) พบว่าหอยหวานมีการเติบโตสูงสุดเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 38.4 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 4.08 กิโลแคลอรีต่อกรัม

-ไขมัน เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายในฐานะเป็นแหล่งพลังงาน เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ และเป็นสารต้นกำเนิดของฮอร์โมน ที่สำคัญหลายชนิด

-คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานที่สัตว์น้ำสามารถนำไปใช้ได้ทันที และเก็บสะสมไว้ในรูปไขมันเพื่อเป็นพลังงานสำรอง

-เกลือแร่และวิตามิน เป็นสิ่งจำเป็นต่อสัตว์น้ำทุกชนิด เกลือแร่เป็นกลุ่มสารอาหารที่ควบคุมกิจกรรมในร่างกายของสัตว์น้ำ มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับขบวนการชีวเคมีในร่างกายของสัตว์น้ำ ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบของเหลวภายในตัวสัตว์น้ำ เกลือแร่ที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม แมงกานีส ทองแดง เหล็ก ส่วนวิตามินที่จำเป็นต่อสัตว์น้ำได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบีรวม วิตามินซี วิตามินดี วิตามินเค วิตามินอี กรดแพน

โทธินิค ไนอาซีน ไบโอติน เป็นต้น ซึ่งสัตว์น้ำมีความต้องการเกลือแร่และวิตามินไม่มากนัก แต่ถ้าขาดสารอาหารเหล่านี้จะมีผลต่อการเติบโต การสืบพันธุ์และขบวนการต่างๆทางชีวเคมีของร่างกาย

อาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำมีใช้ทั้ง อาหารธรรมชาติ (Fresh feeds) และ อาหารที่จัดเตรียมขึ้น (Artificial feeds) ซึ่งอาหารธรรมชาติ ประกอบด้วยปลา หมึก รวมถึงสัตว์ทะเลอื่นๆ การใช้อาหารธรรมชาติมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความสมดุลทางโภชนาการ จะมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลรวมถึงการเก็บรักษาหลังการจับได้ ซึ่งทำให้คุณค่าทางโภชนาการมีความผันแปรไป นอกจากนี้อาจทำให้มีการแพร่กระจายของโรค โดยอาหารสดทำให้น้ำเสียง่ายเนื่องจาก เศษเนื้อ เมือก เลือด และสารอินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบ รวมถึงเศษอาหารที่เหลือจากการกิน ทำให้คุณภาพน้ำลดลง จึงมีการสร้างอาหารสำเร็จรูปเพื่อทดแทนอาหารธรรมชาติ โดยอาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารที่ผู้เลี้ยงจัดทำหรือจัดหาให้สัตว์น้ำกินโดยมีเป้าหมายหลักเพื่อเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำให้สูงขึ้นพร้อมกับลดระยะเวลาการเลี้ยงให้สั้นลง ซึ่งอาจอยู่ในรูปของอาหารผสม หรืออาหารแห้ง โดยอาหารผสมจะมีส่วนประกอบวัตถุดิบอาหารเพื่อให้ได้คุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน มีลักษณะเป็นผง มีความชื้นประมาณ 20-40 % ซึ่งจะผ่านการบด ฆ่าเชื้อ เสริมวิตามินรวม แร่ธาตุรวม และน้ำมันปลา ผสมรวมกันเป็นเนื้อเดียว ส่วนอาหารแห้งมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะสะดวกในการแพร่กระจายอาหาร การเก็บรักษา การจัดการ การใช้งาน และมีคุณภาพสม่ำเสมอ อาหารแห้งมีความชื้นไม่เกิน 10% เพื่อป้องกันการเติบโตของแบคทีเรีย ในกระบวนการผลิตอาหารแห้งส่วนใหญ่จะอัดเม็ดเพื่อให้คงตัวอยู่ในน้ำได้นาน โดยมีทั้งแบบอาหารเม็ดจมน้ำ และอาหารเม็ดลอยน้ำ

2.3 ยีสต์ (Yeast)

ยีสต์ เป็นจุลินทรีย์ที่กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ อยู่ในกลุ่มของ รา ที่ส่วนใหญ่มีการดำรงชีวิตแบบเป็นเซลล์เดี่ยว อยู่ในชั้น แอสโคไมซีส (Class Ascoimycetes) ยีสต์เป็นเซลล์เดี่ยว ไม่มีคลอโรฟิลล์และออร์กาเนลที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีลักษณะใส ไม่มีสี แต่เมื่อเลี้ยงบนอาหารจะมีสีขาว ยีสต์บางชนิดมีเม็ดสีภายในเซลล์ ทำให้สีของโคโลนีแตกต่างกันออก ไปขึ้นอยู่กับเม็ดสีที่มีอยู่ เช่น เหลือง ชมพู ส้ม เป็นต้น ยีสต์มีรูปร่างหลายแบบ คือ กลม (spherical) รี (ellipsoidal) หรือรูปไข่ (oval) สามเหลี่ยม (triangular) รีแล้วปลายด้วยหนึ่งแหลม (boat) รูปร่างแบบมะนาวฝรั่ง (apiculate) ฟลาสก์ (flash) เป็นต้น ขนาดของเซลล์ยีสต์มีรูปร่างผันแปร บางชนิดมีความยาวของเซลล์ 2-3 ไมโครเมตร ในขณะที่บางชนิดยาว 20-50 ไมโครเมตร ส่วนความกว้างของเซลล์ผันแปรน้อยกว่า คือ ระหว่าง 1-10 ไมโครเมตร (Phaff et al., 1978) สำหรับ S. *cerevisiae* เซลล์มีรูปร่างรี มีความกว้างของเซลล์ 1-7

ไมโครเมตร และยาว 5-10 ไมโครเมตร ยีสต์ต้องการอุณหภูมิในช่วง 25-40 องศาเซลเซียส ทนสภาพความเป็นกรดได้สูง คือ pH 3.5 ยีสต์เป็นพวกที่สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจนซึ่งเป็นกระบวน การทางชีวเคมีที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมการหมัก (Campbell and Duffus, 1998) ยีสต์ส่วนใหญ่เพิ่มจำนวนแบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ (budding) มีน้อยชนิดที่มีการเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งเซลล์แบบฟิสชัน (fission) ยีสต์หลายชนิดสามารถเลี้ยงโดยใช้ของเสียที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นการลดมลภาวะ และผลผลิตยีสต์ที่ได้สามารถเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เนื่องจากยีสต์ประกอบด้วยไนโตรเจนประมาณร้อยละ 7-9 ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของโปรตีน (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2539) ยีสต์ที่นิยมใช้เป็นอาหาร ได้แก่ Candida utilis (torula yeast), *S. cerevisiae S. fragilis* และ *S. carlsbergensis* (brewer's yeast) (Dabbah, 1970) ยีสต์มีโปรตีนประมาณร้อยละ 40-60 ของน้ำหนักแห้ง (ตารางที่ 2-1) ในปริมาณนี้มีไนโตรเจนบางส่วนเป็นองค์ประกอบของสารที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร ซึ่งได้แก่ เพียวรีน พิริมิดีน และอื่นๆ (Synder, 1970) กรดอะมิโนของยีสต์มีลักษณะเด่น คือ มีไลซีนสูงแต่มีเมทไธโอนีนต่ำ (Reed and Peppler, 1973) นอกจากยีสต์จะเป็นแหล่งโปรตีนแล้ว ยังเป็นแหล่งของวิตามิน โดนเฉพาะวิตามินบีที่มีมาก คือ ไธอามีน ไรโบเฟลวิน และไนอาซิน (ตารางที่ 2-2) นอกจากนี้ยังมีไพริดอกซิน กรดพาราอะมิโนเบนโซอิก กรดแพนโทเทนิก และไบโอติน (peppler, 1986)

บริวเวอร์ยีสต์ (Brewer's yeast) เป็นยีสต์ที่ใช้ในการผลิตเบียร์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตเบียร์ เนื่องจากเซลล์ยีสต์ที่ผ่านการบ่มเพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะการหมักจะอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์มากมาย ได้แก่ กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (ตารางที่ 2-3) เกลือแร่ และวิตามิน นอกจากนี้ยังจัดเป็นแหล่งของวิตามินบีรวม ประกอบด้วย วิตามินบี 6 (pyridoxin) วิตามินบี 9 (folic acid) และไบโอติน (biotin) (วรัญญา พรเจริญ, 2549) การใช้ยีสต์เป็นแหล่งอาหารมีข้อจำกัดอยู่ที่ผนังเซลล์ของยีสต์ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอ็นไซม์ภายในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ชั้นสูง ดังนั้นการที่จะได้รับคุณค่าทางอาหารจากการบริโภคยีสต์จะต้องทำให้ยีสต์ตาย เพื่อให้สารต่างๆ ภายในเซลล์ไหลออกมาภายนอกเซลล์จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ (Synder, 1970) สำหรับการใช้ประโยชน์จากบริวเวอร์ยีสต์ สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร หรือสารปรุงรสอาหารในการผลิตสารสกัดจากยีสต์ (yeast extract) ซึ่งจะให้คุณลักษณะของกลิ่นรสที่พิเศษให้กับอาหารและองค์ประกอบของสารอาหารที่อยู่ในเซลล์ยีสต์สามารถนำมาใช้ประโยชน์กับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ คือ ใช้เป็นแหล่งโปรตีนที่เรียกว่า พรีไบโอติก (prebiotic) ให้กับสัตว์เลี้ยง(ตารางที่ 2-5)โดยใช้เป็นสารกระตุ้น

ภูมิคุ้มกันของสัตว์ (Reed and Nagodawithana, 1991) ช่วยให้สัตว์มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรงและมีภูมิคุ้มกันโรคสูงขึ้น (Rengpipat *et al.,* 1998)

2.4 โปรไบโอติก (Probiotic)

คำว่า โปรไบโอติก ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกในรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของ Lilly และ Stillwell ในปี ค.ศ. 1965 กล่าวถึงสารที่จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งขับออกมาและช่วยกระตุ้นการเจริญเติบ โตของจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการทำงานที่ตรงกันข้ามกับการทำงานของยาปฏิชีวนะ (antibiotic) ที่จะทำลายจุลินทรีย์เกือบทุกชนิด ในปี ค.ศ. 1974 Parker ได้ให้คำจำกัดความว่า โปรไบโอติก คือสิ่งมีชีวิตและสารที่มีผลต่อสมดุลในลำไส้ Fuller ในปี ค.ศ. 1989 อธิบายคำว่า โปรไบโอติก คืออาหารเสริมซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตสามารถก่อประโยชน์ต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิต โดยการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย จนในที่สุดปี ค.ศ. 1992 Havenaar และ Veid ได้ขยายคำจำกัดความของ Probiotic ว่า จะต้องประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีชีวิตซึ่งอาจมีเพียงชนิดเดียวหรือเป็นส่วนผสมของจุลินทรีย์หลายชนิด ที่สามารถไปปรับปรุงคุณสมบัติของจุลินทรีย์ดั้งเดิมที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์นั้น โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจอยู่ในรูปของเซลล์แห้งจากขบวนการระเหิดแห้ง (freeze-dried cells) หรืออยู่ในรูปผลิตภัณฑ์หมักซึ่งนอกจากไปส่งเสริมการเจริญเติบโตแล้ว ยังทำให้คนและสัตว์มีสุขภาพดีขึ้นด้วย และ Probiotic ไม่ได้จำกัดการใช้เฉพาะในทางเดินอาหารเท่านั้น ยังอาจไปมีผลต่อระบบอื่น ๆ เช่น ทางเดินหายใจส่วนต้น หรือระบบปัสสาวะ และระบบสืบพันธุ์ Fuller (1989) รายงานหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นโปรไบโอติกดังนี้

1.เป็นจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ก่อโรค เป็นสายพันธุ์ที่มีความจำเพาะต่อเซลล์เจ้าบ้าน สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะที่เป็นกรดสูง เช่น ในกระเพาะอาหาร และสามารถทนต่อเกลือน้ำดีที่มีความเข้มข้นสูง เนื่องจากบริเวณลำไส้เล็กเป็นบริเวณที่มีการหลั่งน้ำดีจากตับอ่อน

2.สามารถเจริญเพิ่มจำนวนและมีเมแทบอลิซึมในระบบทางเดินอาหารได้

3. สามารถแข่งขันเข้ายึดเกาะกับจุลินทรีย์ก่อโรคในบริเวณเยื่อบุทางเดินอาหารได้

4. ผลิตกรดอินทรีย์ และสารต่อต้านจุลชีพซึ่งมีผลลดจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรค

5. เพาะเลี้ยงได้ง่าย เจริญเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วและมีอัตราการรอดชีวิตสูงเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน

6.มีผลกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสัตว์ ทำให้สัตว์มีการสร้างแอนติบอดีมากขึ้น

7. ในกรณีที่ใช้ร่วมกับสารปฏิชีวนะเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดียิ่งขึ้น ควรมีสมบัติต่อสารปฏิชีวนะที่ผสมในอาหารสัตว์ด้วย

สำหรับการใช้ใช้โปรไบโอติกในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ(ตารางที่ 2-4) จันทสิงห์ ดวงบ้านเซ่า (2544) ได้ทดลองเสริมแบคทีเรียสายพันธุ์ *Bacillus* S11 ลงในอาหารเลี้ยงกุ้ง พบว่ากุ้งมีอัตราการเติบโตสูงกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้เสริมแบคทีเรีย นอกจากนี้การเสริมโปรไบโอติกแบคทีเรียสายพันธุ์ *Bacillus* S11ในบ่อเลี้ยงกุ้ง ยังทำให้กุ้งกุลาดำมีอัตราการรอดสูงกว่าการไม่เติมแบคทีเรีย และการเติมแบคทีเรียชนิด *Bacillus subtilis* และ *Bacillus firmus* ร่วมด้วยในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิดในบ่อดิน พบว่าสามารถลดค่าบีโอดี แอมโมเนียทั้งหมด ไนไตรต์ ไนเตรต ออโธฟอสเฟต และสารอินทรีย์ในตะกอนดินลงได้ แสดงว่าการใช้แบคทีเรียควบคุมคุณภาพน้ำร่วมกับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิด ส่งผลให้น้ำมีคุณภาพเหมาะสมต่อการเติบโตของกุ้ง ดังนั้นแบคทีเรียสายพันธุ์ *Bacillus* S11, *Bacillus subtilis* และ *Bacillus firmus* สามารถใช้ร่วมกันในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยไม่ส่งผลกระทบในเชิงลบต่อกุ้ง Douillet และ Langdon (1994) ทดลอง นำแบคทีเรีย สายพันธ์ CA2 ปริมาณ 105 เซลล์ ต่อ มิลลิลิตร ให้ร่วมกับการใช้สาหร่ายเป็นอาหาร ในหอยนางรม *(Crassostrea gigas.)* ระยะวัยอ่อน พบว่า ในกลุ่มที่มีการใช้ แบคทีเรีย สายพันธ์ CA2 มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า Tawwab *et al.* (2008) ทำการศึกษาปริมาณของ bakers' yeast ที่ระดับ 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 และ5.0 กรัมยีสต์/กิโลกรัม ต่อการเจริญเติบโตของลูกปลานิลระยะวัยอ่อน ซึ่งใช้เวลาในการเลี้ยง 12 สัปดาห์ พบว่า ที่ระดับ 1.0 กรัมยีสต์/กิโลกรัม ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลระยะวัยอ่อนดีที่สุด Flores *et al.* (2003) ทดลองเสริม แบคทีเรีย *Streptococcus faecium, Lactobacillus acidophilus* และยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งเป็นโปรไบโอติกที่ขายตามท้องตลาด ในระดับ ปริมาณ 0.1% ต่อการเจริญของปลานิล พบว่าการเสริมยีสต์ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลดีที่สุด นอกจากนี้ ศิริเพ็ญ สังข์ชัย (2546) รายงานการใช้ *Bacillus* P11 ผสมในอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำเป็นระยะเวลา 100 วัน พบว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Bacillus* P11 สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตดีกว่ากุ้งกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และ วรรนิภา เพี้ยนภักตร์ (2539) ศึกษาการใช้โปรไบโอติกเสริมในอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำโดยใช้แบคทีเรีย *Bacillus* S11 ที่แยกได้จากลำไส้กุ้งกุลาดำที่มีสุขภาพดีและมีสมบัติเป็นโปรไบโอติก ผสมในอาหารเลี้ยงกุ้งเป็นเวลา 100 วัน พบว่า กุ้งกุลาดำที่ได้รับอาหารที่ผสม *Bacillus* S11 จะมีการเจริญเติบโต อัตรารอดชีวิต และความต้านทานต่อโรคสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับอาหารที่ผสม *Bacillus* S11 อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่2-1 องค์ประกอบทางเคมีของยีสต์เบียร์แห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	% (dry matter)
โปรตีน	48
คาร์โบไฮเดรต	36
เถ้า	8
ไขมัน	1
ความชื้น	7

ที่มา : Thornton (1992)

ตารางที่ 2-2 ปริมาณวิตามินบีในยีสต์

วิตามิน	ยีสต์แห้ง (ug/g)
ไทอามีน (บี1)	120
ไรโบฟลาวิน	40
ไนอาซิน	300
ไพริดอกซิน (บี6)	28
กรดแพนโทธินิค	70
ไบโอติน	1.3
กรดโฟลิค	13
วิตามินบี12	0.001

ที่มา : Reed and Nagodathana (1991)

ตารางที่ 2-3 ปริมาณกรดอะมิโนในยีสต์

กรดอะมิโน	ปริมาณ (ร้อยละของยีสต์โปรตีน)				
	S. Cerevisiae [a]	*S. Cerevisiae* [b]	*K. Marxianus* [c]	*C. Rugosa* [d]	*C. utilis* [e]
Alanine	9.1	-	-	7.6	5.5
Arginine	-	5.0	-	4.7	5.4
Aspartic acid	-	-	-	10.4	8.8
Cysteine	1.8	1.6	-	1.3	0.4
Glutamic acid	21.0	-	-	15.4	14.6
Glycine	5.8	-	-	5.4	4.5
Histidine	3.5	4.0	2.1	2.2	2.1
Isoleucine*	5.8	5.5	4.0	4.4	4.5
Leucine*	9.0	7.9	6.1	7.7	7.1
Lysine*	9.4	8.2	6.9	7.4	6.6
Methionine*	-	2.5	1.9	1.7	1.4
Phenylalanine*	-	4.5	2.8	3.7	4.1
Proline	5.5	-	-	9.4	3.4
Serine	5.6	-	-	5.4	4.7
Threonine*	5.8	4.8	5.8	5.4	5.5
Tryptophan*	1.2	1.2.	1.4	-	1.2
Tyrisine	5.4	5.0	2.4	3.7	3.3
Valine*	7.4	5.5	5.4	4.7	5.7

* กรดอะมิโนจะเป็น

a: Reed and Nagodawithanna (1991)

b: Reed and Peppler (1973)

c: Bernstein and Plantz (1997)

d: Lee and Lee (1996)

e: Amoco Food Co. (1985)

ตารางที่ 2-4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมโปรไบโอติกในสัตว์น้ำ

Species of bacteria Target organism Reference	Target organism	Reference
Vibrio alginolyticus	Shrimp (*Penaeus vannamei*)	Garriques and Arevalo, 1995; Zherdmant et al., 1997
*T. utilis (*PM-4)	Shrimp (*Penaeus monodon)*	Maeda and Liao, 1991.
V. harveyi, *Pseudomonas* sp., *Nitrobacter* sp.,	Shrimp (*P. monodon* and *P. penicillatus)*	Anonymous, 1991
Nitrosomonas sp. and *Bacillus* sp.		
Roseobacter sp. (BS107).	Scallop (*Pecten maximus)*	Ruiz-Ponte *et al*., 1999
Aeromonas media	Oyster	Gibson *et al*., 1998
Alteromonas sp.	Oyster (*Crassostrea gigas*)	Douillet and Langdon, 1994
Lactobacillus acidophilus	Oyster	Subhash and Lipton, 2007
Vibrio sp.	Chilean scallop (*Argopecten purpuratus)*	Riquelme *et al.*, 1997
Bacillus (S11)	Shrimp (*Penaeus monodon*)	Rengpipat *et al*.,1998; จันทสิงห์ ดวงบ้านเซ่า (2544)
Lactobacillus sp. and Yeast	Oyster (*Crassostrea corteziensis*)	Campa-Córdova *et al*., 2009

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมยีสต์ในสัตว์น้ำ

Type	Target organism	Reference
Brewer's yeast	*Babylonia areolata*	ชัชรียา เชยชม, 2551
Brewer's yeast	Fish (*Oreochromis niloticus*)	ธัชนนท์ พุ่มโภคัย, 2551
Brewer's yeast	Fish (*Morone chrysops M. saxatilis*)	Li *et al*., 2004
Baker's yeast	Fish (*Oreochromis niloticus*)	Abdel-Tawwab *et al*., 2008

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่วิจัย (Study site)

การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินงานที่ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

3.2 การวางแผนการทดลอง (Experimental designs)

ได้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ อาหารเสริมบริเวอร์ยีสต์ (Brewer's yeast) จำนวน 4 ระดับ (0, 0.1, 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์) และอาหารเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 (*Bacillus* S11) จำนวน 2 ระดับ (0, 0.1 เปอร์เซ็นต์) โดยการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 8 ชุดการทดลอง (Treatments) และชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (Replications) เพื่อศึกษาผลของการเสริมบริเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อ การเติบโตและการรอดตายของหอยหวานระยะวัยอ่อนและระยะลงพื้น

3.3 หน่วยทดลอง (Rearing system)

การทดลองในครั้งนี้ได้ใช้หน่วยทดลอง 2 แบบในการเลี้ยงลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนและระยะลงพื้นคือ

<u>หน่วยทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะวัยอ่อน</u>

ใช้ขวดโหลพลาสติกรูปทรงกระบอกแบบโปร่งแสงที่มีฝาปิด โดยขวดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.5 เซนติเมตร และความสูง 21 เซนติเมตร (รูปที่ 3-1) โดยน้ำทะเลที่ใช้เป็นน้ำทะเลผ่านการกรองด้วยถุงกรองแบบละเอียดขนาด 1.0 ไมครอนและผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน (ให้อากาศต่อเนื่องเป็นเวลา 3 วัน หรือจนกว่าคลอรีนจะสลายตัวหมด) หลังจากนั้นเติมน้ำทะเลลงในขวดประมาณ 1.0 ลิตร และให้อากาศแบบฟองอากาศระดับแรงปานกลางโดยการใช้ หัวทราย (Air stone) จำนวน 1 หัวต่อขวด โดยทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำทั้งหมดในขวดทดลองเป็นประจำทุก 2 วัน ทำความสะอาดภายในขวดโหลทดลองเป็นประจำทุก 4 วัน และทำการควบคุมคุณภาพน้ำทะเลให้มีความเค็มอยู่ในช่วง 30±2 ส่วนในพันส่วน และอุณหภูมิประมาณ 28-30 องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาการทดลอง

หน่วยทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้น

ใช้ตู้อะคริลิคขนาด 100.0×30.0×20.0 เซนติเมตร และแบ่งออกเป็นบ่อทดลองย่อยขนาด 10.0×15.0×20.0 เซนติเมตร จำนวน 10 ใบ โดยอ่างทดลองย่อยแต่ละใบมีพื้นที่ก้นบ่อประมาณ 15.0 ตารางเซนติเมตร (รูปที่ 3-2) โดยน้ำทะเลที่ใช้เป็นน้ำทะเลผ่านการกรองด้วยถุงกรองแบบละเอียดขนาด 1.0 ไมครอนและผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน (ให้อากาศต่อเนื่องเป็นเวลา 3 วัน หรือจนกว่าคลอรีนจะสลายตัวหมด) หลังจากนั้นเติมน้ำทะเลลงในอ่างทดลองที่ระดับความลึกประมาณ 15.0 เซนติเมตร และให้อากาศแบบฟองอากาศระดับแรงปานกลางโดยการใช้ หัวทราย (Air stone) จำนวน 1 หัวต่ออ่างทดลอง แต่ละตู้ทดลองมีท่อน้ำออก (out let) 1 ท่อ ต่อกับข้องอที่บุด้วยผ้ากรอง (plankton net) เพื่อป้องกันลูกหอยเดินออกไปตามท่อน้ำออก โดยพื้นของบ่อทดลองย่อยแต่ละใบปูด้วยทรายละเอียดมีความหนาประมาณ 0.3 เซนติเมตร โดยทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์เป็นประจำทุก 3 วัน และทำความสะอาดทรายและอ่างทดลองเป็นประจำทุก 7 วัน

3.4 สัตว์ทดลอง (Experimental animals)

หอยหวานระยะวัยอ่อน (Veliger larvae)

นำฝักไข่จากหน่วยปฏิบัติการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มเพาะและเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร จังหวัดเพชรบุรี มาทำการเพาะฟักในห้องปฏิบัติการจนกระทั่งลูกหอยระยะวัยอ่อนฟักออกจากถุงฝักไข่ หลังจากนั้นจึงทำการอนุบาลลูกหอยจนมีอายุ 3 วันเพื่อใช้ในการทดลอง ทั้งนี้เพื่อให้ลูกหอยแข็งแรงและมีเปลือกที่แข็งแรงพอที่จะคัดขนาดและเคลื่อนย้าย หลังจากนั้นจึงทำการคัดเลือกลูกหอยที่มีสภาพแข็งแรง (โดยสังเกตจากลูกหอยจะเคลื่อนที่เข้าหาแสงบริเวณผิวน้ำเป็นจำนวนมากเมื่อนำหัวทรายขึ้นจากน้ำ) โดยการศึกษาในครั้งนี้ใช้ความหนาแน่นของลูกหอยระยะวัยอ่อนแบบบาง (low stocking density) เท่ากับ 300 ตัวต่อลิตร (ยุวดี อัณฑสูตร, 2550) ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ความหนาแน่นมีผลกระทบต่อการเติบโตและการตายของลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน

หอยหวานระยะลงพื้น (Early juveniles)

หอยหวานระยะลงพื้นที่ใช้นำมาจากหน่วยปฏิบัติการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มเพาะและเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดเพชรบุรี โดยการศึกษาในครั้งนี้ใช้ลูกหอยหวานที่มีอายุประมาณ 7 วันภายหลังการลงเกาะ ทั้งนี้เพื่อให้ลูกหอยมีเปลือกที่แข็งแรงและง่ายต่อการคัดขนาดและเคลื่อนย้าย โดยลูกหอยที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดมาจากชุดการผลิตเดียวกัน (crop) และคัดขนาดให้มีความยาวเริ่มต้น (initial shell length) ใกล้เคียงกันมากที่สุด คือ ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 0.24 ± 0.01 เซนติเมตร และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.01 กรัม โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ความหนาแน่นของลูกหอยแบบบาง (low stocking density) เท่ากับ

2,640 ตัวต่อตารางเมตร หรือ 40 ตัวต่ออ่างทดลอง หลังจากนั้นจึงทำการฝึกให้ลูกหอยมีการปรับตัวและยอมรับการกินอาหารผสมเป็นอย่างดีประมาณ 7 วัน (รูปที่ 3-3)

3.5 อาหารทดลอง (Experimental foods)

<u>อาหารลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน</u>

การศึกษาในครั้งนี้ใช้อาหารธรรมชาติ คือ แพลงค์ตอนพืชเซลล์เดียว (*Chaetoceros* sp. และ *Isochrysis* sp.) เป็นอาหารของลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน โดยการนำหัวเชื้อสาหร่ายบริสุทธิ์ (starter) จากห้องปฏิบัติการของศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล มาขยายต่อในน้ำทะเลที่มีความเค็มประมาณ 28 – 30 ส่วนในพันส่วน ผ่านการกรองตะกอนกำจัดสิ่งมีชีวิตต่างๆ และฆ่าเชื้อโรค จากนั้นนำน้ำทะเลที่เตรียมไว้มาผสมกับสูตรอาหาร ซึ่งใช้สูตรอาหาร Conway Medium (ลัดดา, 2543) อัตราส่วน 1 มล. /น้ำทะเล 1 ลิตร โดยเริ่มต้นขยายพันธุ์แพลงก์ตอนพืชในภาชนะขนาดเล็กแล้วนำหัวเชื้อบริสุทธิ์มาเติมลงในน้ำเลี้ยง ปริมาตรของหัวเชื้อที่ใช้ไม่ควรน้อยกว่า 10%ของปริมาตรน้ำเลี้ยง หลังจากนั้นปิดปากขวดด้วยจุกสำลีแล้วนำไปวางใต้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ (เพื่อให้ได้แสงสว่างที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช) และให้อากาศผ่านทางหลอดแก้วลงไปในน้ำเลี้ยง (เพื่อให้เซลล์กระจายขึ้นมารับแสงได้อย่างทั่วถึงและไม่ตกตะกอนที่ก้นภาชนะ) ซึ่งช่วยให้แพลงก์ตอนเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนเซลล์ได้เร็วขึ้นแล้วเพิ่มปริมาตรน้ำจากหัวเชื้อที่มีอยู่ ขยายเป็น 100, 250 และ 1000 มิลลิลิตร หลังจากนั้นขยายเพิ่มเป็น 5 ลิตร และ10 ลิตร ในโหลแก้ว (รูปที่ 3-4) ซึ่งการเพาะขยายแพลงก์ตอนพืชนั้นสามารถเพิ่มปริมาตรน้ำได้ประมาณ 5 – 10 เท่าของปริมาตรหัวเชื้อเดิม

การศึกษาในครั้งนี้ใช้แพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียว *Chaetoceros* sp. และ *Isochrysis* sp. ที่ความหนาแน่นประมาณ $1.8 \times 10^5 – 3.2 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และใช้อัตราส่วน 1:1 และทำการเสริมด้วยยบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ความเข้มข้นต่างกัน 8 ระดับดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1: บริวเวอร์ยีสต์ 0 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 2: บริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 3: บริวเวอร์ยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 4: บริวเวอร์ยีสต์ 1.0 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 5: บริวเวอร์ยีสต์ 0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัสสายพันธุ์ S11 0.1 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 6: บริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัสสายพันธุ์ S11 0.1 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 7: บริวเวอร์ยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัสสายพันธุ์ S11 0.1 เปอร์เซ็นต์
ชุดการทดลองที่ 8: บริวเวอร์ยีสต์ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัสสายพันธุ์ S11 0.1 เปอร์เซ็นต์

<u>อาหารของลูกหอยหวานระยะลงพื้น</u>

การศึกษาในครั้งนี้ใช้อาหารผสมที่มีระดับโปรตีนประมาณ 40 เปอร์เซนต์ และไขมัน 10 เปอร์เซนต์ (ชัชรียา เชยชม, 2551) โดยการใช้ปลาป่น, กุ้งป่น และกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งของโปรตีน น้ำมันปลาทูน่าเป็นแหล่งของไขมัน และแป้งสาลีเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรท นอกจากนี้อาหารผสมนี้จะใช้วิตามินรวมและแร่ธาตุรวมเป็นสารปริมาณน้อย ใช้เซลลูโลสเป็นตัวปรับสูตรอาหาร และวีทกลูเตนเป็นตัวประสานอาหาร (binder) (ตารางที่ 3-1) โดยการนำวัตถุดิบมาผสมกันตามสูตรต่างๆ และผสมกับน้ำในปริมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักอาหารเพื่อให้อาหารมีสภาพกึ่งเปียกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส

การศึกษาในครั้งนี้ใช้อาหารผสมที่เสริมด้วยบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ความเข้มข้นต่างกัน 8 ระดับดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1: บริวเวอร์ยีสต์ 0 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 2: บริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3: บริวเวอร์ยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4: บริวเวอร์ยีสต์ 1.0 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 5: บริวเวอร์ยีสต์ 0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัสสายพันธุ์ S11 0.1 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 6: บริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัสสายพันธุ์ S11 0.1 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 7: บริวเวอร์ยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัสสายพันธุ์ S11 0.1 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 8: บริวเวอร์ยีสต์ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัสสายพันธุ์ S11 0.1 เปอร์เซ็นต์

ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ proximate analysis (AOAC, 1990 และ AOAC, 1995) ดังนี้ ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี kjeldahl ปริมาณไขมัน ด้วยวิธี Ether extract ปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบความร้อน (hot air oven) ปริมาณเถ้าด้วยวิธี muffle furnace combustion ปริมาณเยื่อใยด้วยวิธี acid detergent และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรท [% คาร์โบไฮเดรต = 100-(โปรตีน+ไขมัน+เถ้า+ไฟเบอร์+ความชื้น)]

3.6 การเตรียมอาหารเสริม (Preparation of supplementary diets)

***<u>Bacillus</u>* <u>สายพันธุ์ S11</u>** ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวทริปติกซอย บนเครื่องเขย่า ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นแยกเซลล์โดยการปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (สมบัติ รักประทานพร, 2542)

นำเซลล์สดที่แยก ได้ ผสมกับนมพร่องมันเนย แช่แข็งที่ -80 องศาเซลเซียส และนำเข้าเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง เพื่อเก็บรักษาคุณภาพเชื้อในสภาพแห้ง สำหรับทดลอง และตรวจนับจำนวนเชื้อโดยวิธี total plate counts

<u>บริวเวอร์ยีสต์</u> (Brewers yeast)

การศึกษาในครั้งนี้ใช้บริวเวอร์ยีสต์ที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากกระบวนการผลิตเบียร์ และเป็นยีสต์ที่ตายแล้วเนื่องจากกระบวนการผ่านความร้อนจากการทำแห้ง ซึ่งมีลักษณะเป็นผงละเอียดขนาดเล็กและมีสีน้ำตาล เมื่อละลายน้ำจะมีลักษณะเป็นสารแขวนลอย ซึ่งเซลล์ยีสต์จะมีขนาดประมาณ 5 - 10 ไมครอน

3.7 การเลี้ยงสัตว์ทดลอง (Rearing methods)

<u>การเลี้ยงลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน</u>

การศึกษาในครั้งนี้ให้อาหารแก่ลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนวันละ 2 มื้อในเวลาเช้า (09:00 น.) และเย็น (17:00 น.) โดยการให้แพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียว (*Chaetoceros* sp. และ *Isochrysis* sp.) ที่มีความหนาแน่นของเซลล์เท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุดตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยทำการบันทึกการตายของลูกหอยเป็นประจำทุกวันและทำการสุ่มลูกหอยจากอ่างทดลองแต่ละใบจำนวน 15 ตัว (n = 15) เป็นประจำทุก 4 วัน เพื่อวัดความยาวเปลือก (Total shell length) ของลูกหอยภายใต้กล้องขยายเป็นรายตัว

<u>การเลี้ยงลูกหอยหวาน ระยะลงพื้น</u>

การศึกษาในครั้งนี้ให้อาหารแก่ลูกหอยระยะลงพื้นวันละ 2 มื้อในเวลาเช้า (09:00 น.) และเย็น (17:00 น.) โดยการปั้นอาหารผสมให้เป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร และให้อาหารแก่ลูกหอยแบบให้กินอาหารจนอิ่ม (apparent satiation feeding) เมื่อลูกหอยหยุดกินอาหารจะทำการเก็บอาหารที่เหลือออกจากอ่างทดลองทันที โดยการใช้หลอดหยด (dropper) ขนาดใหญ่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการเน่าเสียของน้ำในอ่างทดลอง โดยทำการบันทึกการตายของลูกหอยเป็นประจำทุกวันและทำการสุ่มลูกหอยจากอ่างทดลองแต่ละใบจำนวน 20 ตัว (n = 20) เป็นประจำทุก 15 วันเพื่อวัดความยาวเปลือก (Total shell length) ด้วยการใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ และชั่งน้ำหนัก (Total body weight) ของลูกหอยด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่งเป็นรายตัว

การวิเคราะห์ข้อมูล

อัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนัก (Specific growth rate) (%วัน$^{-1}$)

$$= 100\times \frac{[\ln(\text{น้ำหนักสุดท้าย, กรัม}) - (\ln(\text{น้ำหนักเริ่มต้น, กรัม})]}{(\text{ระยะเวลาเลี้ยง, วัน})}$$

อัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาว (Specific growth rate) (%วัน$^{-1}$)

$$= 100\times \frac{[\ln(\text{ความยาวเปลือกสุดท้าย, ซม.}) - (\ln(\text{ความยาวเปลือกเริ่มต้น, ซม.})]}{(\text{ระยะเวลาเลี้ยง, วัน})}$$

อัตราการรอดตาย (final survival)(%)

$$= \frac{(\text{จำนวนหอยเริ่มต้น} - \text{จำนวนหอยสุดท้าย})}{\text{จำนวนหอยเริ่มต้น}} \times 100$$

3.8 การตรวจคุณภาพน้ำ (Water monitoring)

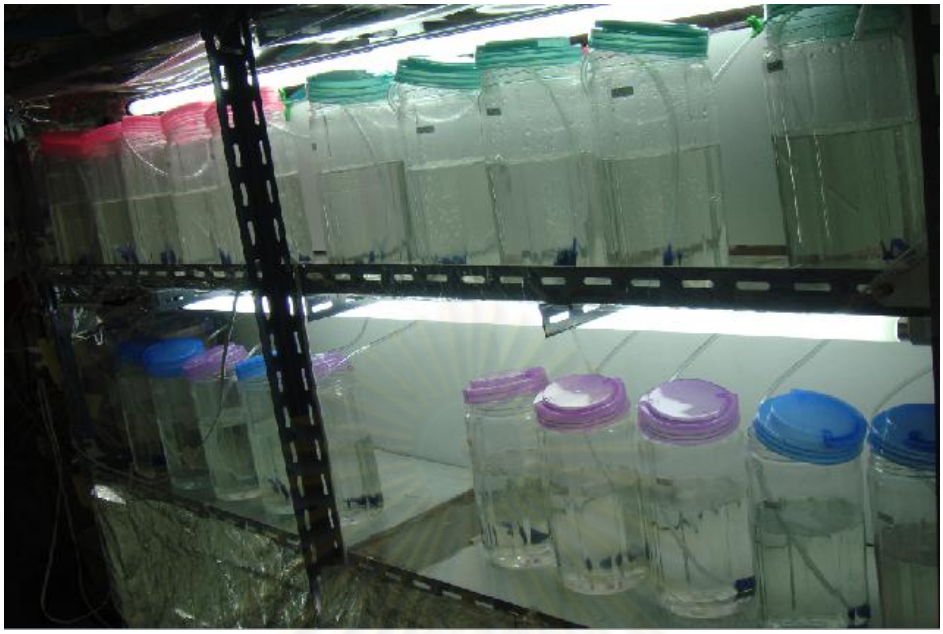
ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในอ่างทดลองแต่ละใบโดยการวัดและเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกครั้ง ดังนี้

- วัดอุณหภูมิ โดยเทอร์โมมิเตอร์ แบบปรอท
- วัดความเค็มโดยใช้ Salino-refractometer ยี่ห้อ Milwaukee รุ่น MR 100 ATC
- วัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยใช้ pH meter
- วัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ โดยใช้ DO meter ยี่ห้อ YSI รุ่น 55 Yellow Springs Instrument USA
- ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ความเป็นกรดด่าง (pH) อัลคาไลน์ โดยใช้ชุดตรวจสอบ คุณภาพน้ำ (test kit) AQUA-VBC ของคณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

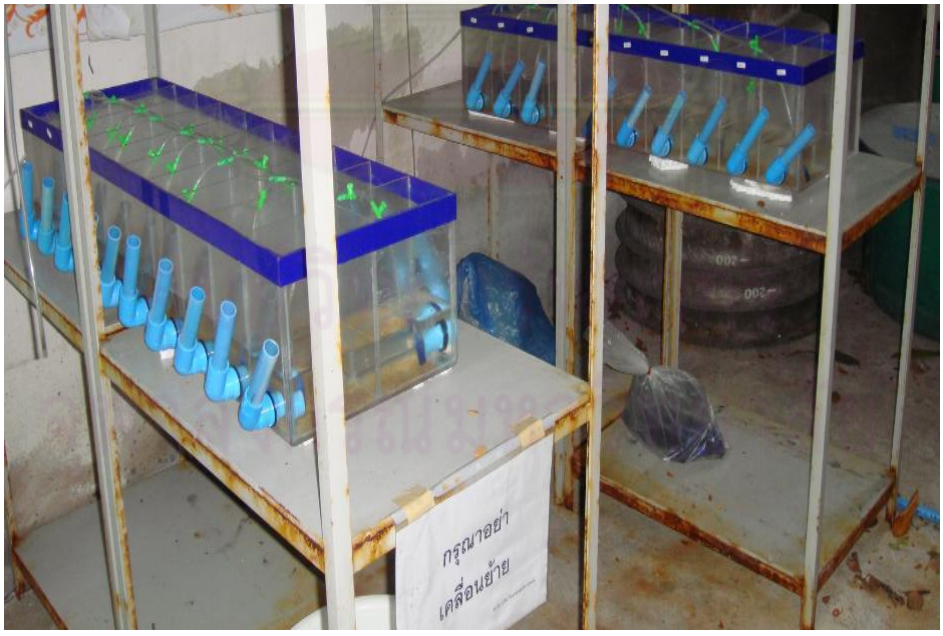
4. บันทึกค่าความยาวเปลือกด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์, ชั่งน้ำหนักลูกหอย และอัตรารอด ทุก 2 สัปดาห์

3.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistical analysis)

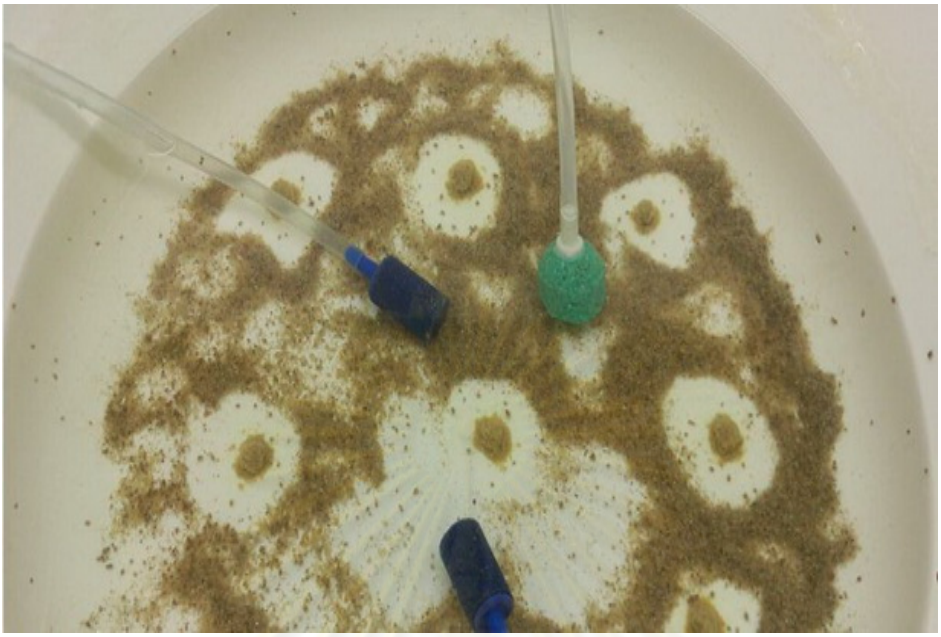
จากข้อมูลการเติบโตและการตายของลูกหอยที่ได้ นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกสองทาง (two-way analysis of variances) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



รูปที่3-1 หน่วยทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะวัยอ่อน ด้วยอาหารสูตรต่างๆ



รูปที่3-2 หน่วยทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้นด้วยอาหารสูตรต่างๆ



รูปที่3-3 การฝึกการกินอาหารผสมของลูกหอยระยะลงพื้นก่อนเริ่มการทดลอง

รูปที่3-4 แพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารลูกหอยระยะวัยอ่อน

ตารางที่3-1 ส่วนประกอบของอาหารผสมที่ใช้เลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้น

องค์ประกอบ (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม)	Treatment							
	Yeast 0%	**Yeast 0.1%**	**Yeast 0.5%**	**Yeast 1%**	**Mix 0%**	**Mix 0.1%**	**Mix 0.5%**	**Mix 1%**
ปลาป่น	41	41	41	41	41	41	41	41
กุ้งป่น	3	3	3	3	3	3	3	3
กากถั่วเหลือง	20	20	20	20	20	20	20	20
แป้งสาลี	17	17	17	17	17	17	17	17
น้ำมันปลาทูน่า	7	7	7	7	7	7	7	7
วีทกลูเตน[1]	7	7	7	7	7	7	7	6.9
วิตามินรวม[2]	2	2	2	2	2	2	2	2
แร่ธาตุรวม[3]	2	2	2	2	2	2	2	2
เซลลูโลส	1	0.9	0.5	0	0.9	0.8	0.4	0
บาซิลัส สายพันธุ์ S11	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1
บริวเวอร์ยีสต์	0	0.1	0.5	1	0	0.1	0.5	1
คุณค่าทางโภชนาการ								
โปรตีน	40.72	40.57	39.93	40.79	39.82	40.85	41.08	40.35
ไขมัน	10.35	10.29	9.74	10.23	9.81	9.87	10.30	10.58
คาร์โบไฮเดรท	3.27	3.32	3.34	3.34	3.25	3.30	3.26	3.37
เถ้า	14.72	14.84	14.78	14.90	14.49	14.69	14.79	14.74

1.วีทกลูเตน ใช้เป็นตัวประสานอาหาร

2.วิตามินรวม 1 กิโลกรัมประกอบด้วย วิตามินเอ 107 IU วิตามินดี 106 IU วิตามินอี 0.01% วิตามินเค3 0.001% วิตามินบี 1 0.0005% วิตามินบี6 0.01% ดีแอทเมธไธโอนิน 0.016% และเสริมวิตามินซี 2500 มิลลิกรัม

3.แร่ธาตุรวม ประกอบด้วย แคลเซียม 14.7% ฟอสฟอรัส 14.7% แมงกานีส 1.0% ทองแดง 0.36% เหล็ก 0.20% ไอโอดีน 0.10% โคบอลท์ 0.10% และซีลีเนียม 0.006%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลของอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธ์ S11 ต่อหอยหวานระยะวัยอ่อน

การเติบโตโดยความยาวเปลือก

การเติบโตโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับเป็นเวลา 12 วันได้แสดงในรูปที่ 4-1 ผลการศึกษาพบว่า ความยาวเปลือกสุดท้าย (Final shell length) ความยาวเปลือกที่เพิ่มขึ้น (length increment) และอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือก (specific growth rate) ของหอยหวานระยะวัยอ่อนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ระหว่างชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ทุกระดับ (ตารางที่ 4-2) โดยอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับและไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีค่าในช่วง 6.37 – 6.80 %ต่อวัน สำหรับอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับและเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับมีค่าในช่วง 6.47 – 6.77 %ต่อวัน

การรอด

อัตราการรอดสุดท้าย (final survival) ของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับเป็นเวลา 12 วัน ได้แสดงในตารางที่ 4-2 ผลการศึกษาพบว่า อัตราการรอดสุดท้ายของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริม / ไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบปฏิสัมพันธ์ (interactions) ระหว่างการเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการรอดของหอยหวานระยะวัยอ่อน ($p<0.05$) (ตารางที่ 4-2) โดยหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการรอดสูงสุด (66.87 ± 6.17 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ อาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 (64.67 ± 11.58 เปอร์เซ็นต์) และอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (59.78 ± 14.36 เปอร์เซ็นต์) สำหรับหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ระดับ 1.0

เปอร์เซ็นต์ ทั้งที่เสริมและไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11มีอัตราการรอดต่ำสุดคือ 8.67 เปอร์เซ็นต์ และ 4.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.2 ผลของอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธ์ S11 ต่อหอยหวาน ระยะลงพื้น

การเติบโตโดยความยาวเปลือก

การเติบโตโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับเป็นเวลา 45 วันได้แสดงในรูปที่ 4-2 และตารางที่ 4-3 ผลการศึกษาพบว่า ความยาวเปลือกสุดท้าย (Final shell length) ความยาวเปลือกที่เพิ่มขึ้น (length increment) และอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือก (specific growth rate) ของหอยหวานระยะวัยอ่อนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 (P<0.05) (ตารางที่ 4-5) โดยพบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่ออัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือก โดยอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีค่าสูงสุด (2.92 % ต่อวัน) รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0 เปอร์เซ็นต์ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (2.82 %ต่อวัน) สำหรับชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกต่ำที่สุด (2.45 %ต่อวัน) รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 (2.56 %ต่อวัน), ชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (2.57 %ต่อวัน) (ตารางที่ 4-5)

การเติบโตโดยน้ำหนัก

การเติบโตโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับเป็นเวลา 45 วันได้แสดงในรูปที่ 4-3 และตารางที่ 4-4 ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักสุดท้าย (Final weight) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain) และอัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนัก (specific growth rate) ของหอยหวานระยะลงพื้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ (P<0.05) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในชุดการทดลองที่เสริมด้วยบาซิลัส สายพันธุ์ S11 (P>0.05) (ตารางที่ 4-5) โดยพบ

ปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างการเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่ออัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนัก โดยทั้งชุดการทดลองที่ไม่เสริม และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุด (5.23 และ 5.36 %ต่อวันตามลำดับ) รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งไม่เสริมและเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักต่ำที่สุด (4.66 และ 4.56 %ต่อวัน ตามลดับ) (ตารางที่ 4-5)

การรอด

อัตราการรอดสุดท้าย (final survival) ของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับเป็นเวลา 45 วัน ได้แสดงในรูปที่ 4-4 และตารางที่ 4-6 ผลการศึกษาพบว่า อัตราการรอดสุดท้ายของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริม / ไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบปฏิสัมพันธ์ (interactions) ระหว่างการเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการรอดของหอยหวานระยะลงพื้น ($p<0.05$) (ตารางที่ 4-5) โดยอัตราการรอดของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ทุกระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (20.8 – 24.2 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่าหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมด้วยบริวเวอร์ยีสต์เพียงอย่างเดียว (12.5 – 15.8 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการรอดสูงสุด (24.2 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ อาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (22.5 เปอร์เซ็นต์) และอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0 และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (21.7 และ 20.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สำหรับหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ทุกระดับ แต่ไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีอัตราการรอดต่ำในช่วง 12.5 – 15.8 เปอร์เซ็นต์

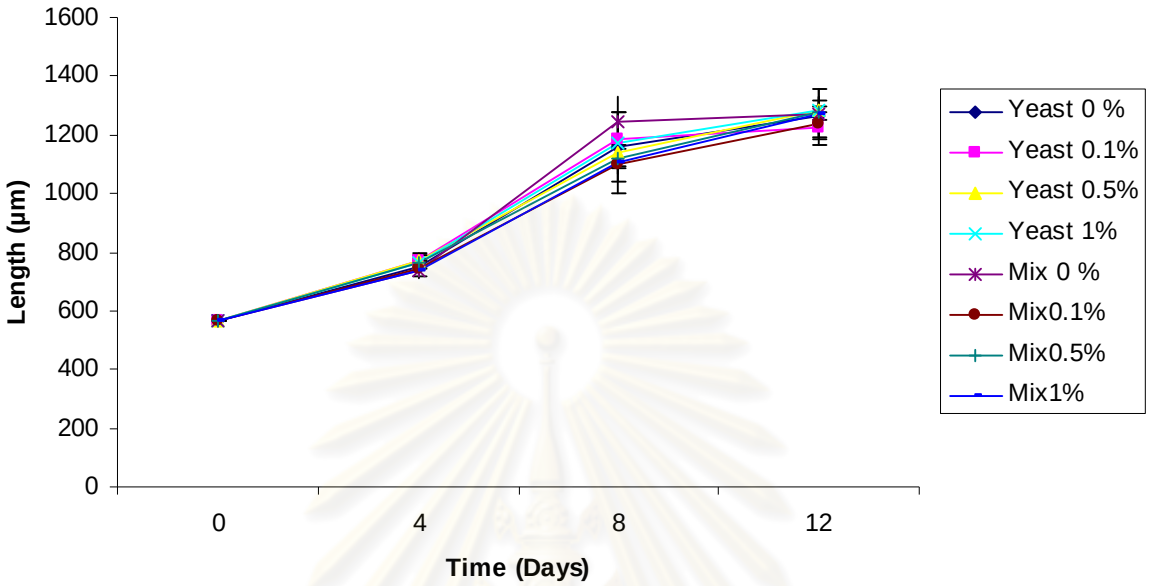
4.3 คุณภาพน้ำทะเล

คุณภาพน้ำทะเลในอ่างทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะวัยอ่อนด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับเป็นเวลา 45 วันได้แสดงในตารางที่ 4-7 ผลการศึกษา

พบว่า คุณภาพน้ำทะเลเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยอุณหภูมิน้ำมีค่าในช่วง 27.0 – 30.0 องศาเซลเซียส ความเค็ม 30.1 – 32.0 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด-ด่าง 6.7 – 7.8 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ3.4 -5.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 0 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน 0.0 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำทะเลเหล่านี้อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยและเหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวานระยะวัยอ่อน

สำหรับคุณภาพน้ำทะเลในอ่างทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้นด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับเป็นเวลา 45 วันได้แสดงในตารางที่ 4-8 ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำทะเลเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยอุณหภูมิน้ำมีค่าในช่วง 27 - 30 องศาเซลเซียส ความเค็ม 31.4 - 33.4 ส่วนในพันส่วน ความเป็นกรด-ด่าง 7.1-7.9 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 4.8 – 5.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 0 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน 0.0 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพารามิเตอร์คุณภาพน้ำทะเลเหล่านี้อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยและเหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวานระยะลงพื้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-1 การเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 12 วัน

หมายเหตุ

Mix 0% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0%, Mix 0.1% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0.1%, Mix 0.5% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0.5%, Mix 1% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 1%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

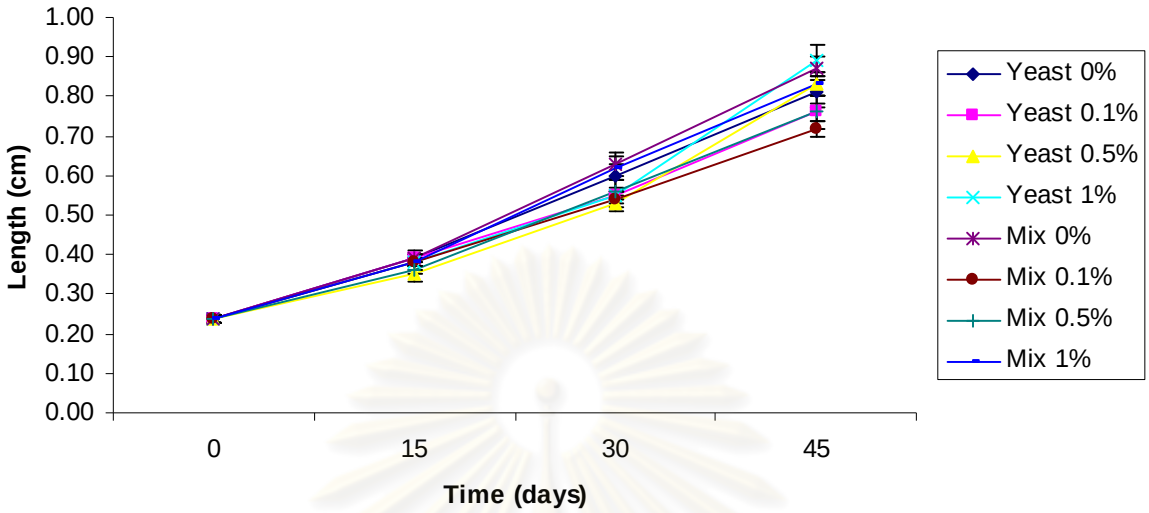
ตารางที่ 4-2 พารามิเตอร์การเติบโตและอัตรารอดของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 2 ระดับ เป็นเวลา 12 วัน

Bacillus	**Yeast**	**Initial length (µm)**	**Final shell length (µm)**	**Length increment (µm)**	**Specific growth rate (%/day)**	**Final survival rate (%)**
0%	0	568 ± 10.12	1265 ± 63.13	696 ± 63.13	6.66 ± 0.4	56.33 ± 6.11[a]
	0.1%	568 ± 10.12	1222 ± 58.03	654 ± 58.03	6.70 ± 0.4	64.67 ± 11.58[b]
	0.5%	568 ± 10.12	1286 ± 34.00	718 ± 34.00	6.37 ± 0.2	45.33 ± 12.66[c]
	1.0%	568 ± 10.12	1281 ± 46.23	713 ± 46.23	6.80 ± 0.3	4.00 ± 2.00[d]
0.1%	0	568 ± 10.12	1272 ± 82.63	703 ± 82.63	6.77 ± 0.5	66.83 ± 6.17[e]
	0.1%	568 ± 10.12	1266 ± 37.15	698 ± 37.15	6.67 ± 0.2	59.78 ± 14.36[f]
	0.5%	568 ± 10.12	1236 ± 52.46	668 ± 52.46	6.47 ± 0.4	49.67 ± 4.25[g]
	1.0%	568 ± 10.12	1269 ± 44.6	700 ± 44.60	6.69 ± 0.3	8.67 ± 3.06[h]

หมายเหตุ

อักษรตัวยก ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-2 การเติบโตโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน

หมายเหตุ

Mix 0% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0%, Mix 0.1% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0.1%, Mix 0.5% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0.5%, Mix 1% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 1%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

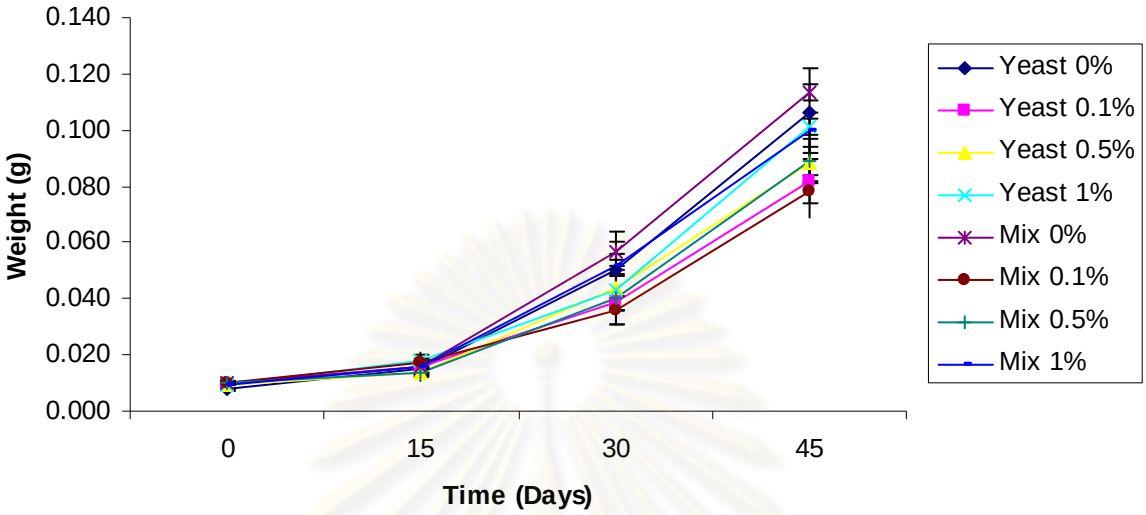
ตารางที่ 4-3 การเติบโตโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน

Bacillus	**Yeast**	**Time (Day)**			
		0	**15**	**30**	**45**
0%	0%	0.24 ± 0.1	0.39 ± 0.01	0.60 ± 0.03	0.81 ± 0.04[c]
	0.1%	0.24 ± 0.1	0.39 ± 0.01	0.55 ± 0.01	0.76 ± 0.02[b]
	0.5%	0.24 ± 0.1	0.35 ± 0.02	0.53 ± 0.02	0.83 ± 0.03[d]
	1.0%	0.24 ± 0.1	0.38 ± 0.01	0.55 ± 0.01	0.89 ± 0.04[e]
0.1%	0%	0.24 ± 0.1	0.39 ± 0.02	0.63 ± 0.03	0.87 ± 0.03[e]
	0.1%	0.24 ± 0.1	0.37 ± 0.01	0.54 ± 0.02	0.72 ± 0.02[a]
	0.5%	0.24 ± 0.1	0.36 ± 0.01	0.58 ± 0.03	0.76 ± 0.04[b]
	1.0%	0.24 ± 0.1	0.38 ± 0.02	0.61 ± 0.03	0.83 ± 0.03[d]

หมายเหตุ

อักษรตัวยก ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-3 การเติบโตโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน

หมายเหตุ

Mix 0% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0%, Mix 0.1% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0.1%, Mix 0.5% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0.5%, Mix 1% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 1%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

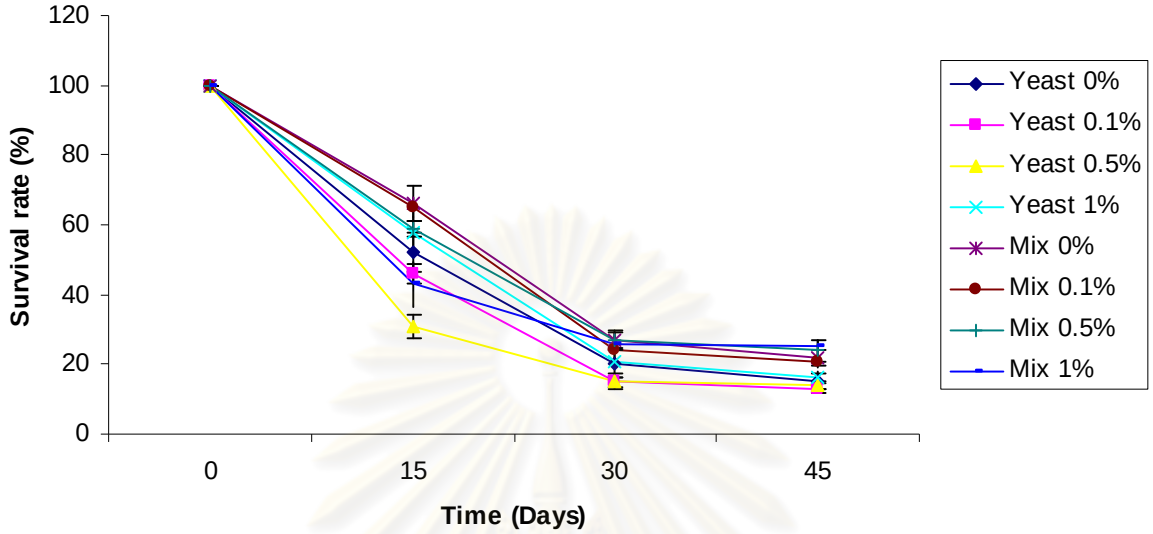
ตารางที่ 4-4 การเติบโตโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน

Bacillus	**Yeast**	**Time (day)**			
		0	**15**	**30**	**45**
0%	0%	0.01 ± 0.001	0.016 ± 0.002	0.050 ± 0.014	0.106 ± 0.016[e]
	0.1%	0.01 ± 0.001	0.016 ± 0.005	0.039 ± 0.003	0.082 ± 0.013[b]
	0.5%	0.01 ± 0.001	0.014 ± 0.002	0.044 ± 0.008	0.088 ± 0.004[c]
	1.0%	0.01 ± 0.001	0.020 ± 0.002	0.044 ± 0.007	0.101 ± 0.028[d]
0.1%	0%	0.01 ± 0.001	0.017 ± 0.002	0.057 ± 0.028	0.114 ± 0.026[f]
	0.1%	0.01 ± 0.001	0.017 ± 0.002	0.037 ± 0.005	0.078 ± 0.004[a]
	0.5%	0.01 ± 0.001	0.014 ± 0.001	0.040 ± 0.009	0.089 ± 0.008[c]
	1.0%	0.01 ± 0.001	0.016 ± 0.002	0.052 ± 0.004	0.100 ± 0.006[d]

หมายเหตุ

อักษรตัวยก ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-4 อัตราการรอดของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน

หมายเหตุ

Mix 0% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0%, Mix 0.1% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0.1%, Mix 0.5% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 0.5%, Mix 1% = *Bacillus* 0.1% + Brewer's yeast 1%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-5 พารามิเตอร์การเติบโตและอัตรารอดของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน

Bacillus	Yeast	Initial length (cm)	Initial body weight (g)	Final shell length (cm)	Final body weight (g)	Length increment (cm)	Body weight gain (g)	Specific growth rate (%/day)	Specific growth rate (%/day)	Final survival rate (%)
0%	0%	0.24 ± 0.01	0.01 ± 0.001	0.81 ± 0.04^{c}	0.106 ± 0.016^{e}	0.57 ± 0.04^{c}	0.096 ± 0.02^{d}	2.71 ± 0.11^{c}	5.23 ± 0.32^{e}	15.0 ± 4.3^{b}
	0.1%	0.24 ± 0.01	0.01 ± 0.001	0.76 ± 0.02^{b}	0.082 ± 0.013^{b}	0.52 ± 0.03^{b}	0.072 ± 0.01^{b}	2.56 ± 0.08^{b}	4.66 ± 0.33^{b}	12.5 ± 2.5^{a}
	0.5%	0.24 ± 0.01	0.01 ± 0.001	0.83 ± 0.03^{d}	0.088 ± 0.004^{c}	0.60 ± 0.06^{c}	0.078 ± 0.04^{b}	2.77± 0.16^{c}	4.83 ± 0.11^{c}	14.2 ± 1.4^{b}
	1.0%	0.24 ± 0.01	0.01 ± 0.001	0.89 ± 0.04^{e}	0.101 ± 0.028^{d}	0.65 ± 0.02^{d}	0.091 ± 0.03^{c}	2.92 ± 0.06^{e}	5.09 ± 0.63^{d}	15.8 ± 2.9^{c}
0.1%	0%	0.24 ± 0.01	0.01 ± 0.001	0.87 ± 0.03^{e}	0.114 ± 0.026^{f}	0.63 ± 0.04^{e}	0.104 ± 0.26^{e}	2.82 ± 0.11^{d}	5.36 ± 0.50^{f}	21.7 ± 3.8^{e}
	0.1%	0.24 ± 0.01	0.01 ± 0.001	0.72 ± 0.02^{a}	0.078 ± 0.004^{a}	0.48 ± 0.03^{a}	0.068 ± 0.04^{a}	2.45 ± 0.09^{a}	4.56 ± 0.11^{a}	20.8 ± 3.8^{d}
	0.5%	0.24 ± 0.01	0.01 ± 0.001	0.76 ± 0.04^{b}	0.089 ± 0.008^{c}	0.52 ± 0.03^{b}	0.079 ± 0.07^{b}	2.57 ± 0.09^{b}	4.86 ± 0.18^{c}	22.5 ± 7.5^{e}
	1.0%	0.24 ± 0.01	0.01 ± 0.001	0.83 ± 0.03^{d}	0.100 ± 0.006^{d}	0.59 ± 0.01^{c}	0.090 ± 0.07^{c}	2.75 ± 0.04^{c}	5.12 ± 0.14^{d}	24.2 ± 2.9^{f}

หมายเหตุ

อักษรตัวยก ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-6 อัตราการรอดของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน

Bacillus	**Yeast**	**Time (day)**			
		0	**15**	**30**	**45**
0%	0%	100	51.7 ± 9.5^{bc}	20.0 ± 6.6^{ab}	15.0 ± 4.3^{abc}
	0.1%	100	45.8 ± 5.2^{bc}	15.0 ± 4.3^{a}	12.5 ± 2.5^{a}
	0.5%	100	30.8 ± 5.8^{a}	15.0 ± 2.5^{a}	14.2 ± 1.4^{ab}
	1.0%	100	58.3 ± 7.6^{cd}	20.8 ± 1.4^{ab}	15.8 ± 2.9^{abc}
0.1%	0%	100	66.7 ± 8.8^{d}	26.7 ± 3.8^{b}	21.7 ± 3.8^{bcd}
	0.1%	100	65.8 ± 5.2^{d}	24.2 ± 5.2^{b}	20.8 ± 3.8^{bcd}
	0.5%	100	59.2 ± 3.8^{cd}	27.5 ± 4.3^{b}	22.5 ± 7.5^{cd}
	1.0%	100	43.3 ± 11.3^{ab}	25.8 ± 3.8^{b}	24.2 ± 2.9^{d}

หมายเหตุ

อักษรตัวยก ที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-7 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงหอยหวานระยะวัยอ่อนด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 12 วัน

Bacillus	**Yeast**	**pH**	**DO (mg/L)**	**Salinity (ppt)**	**Ammonia (mg/l)**	**Nitrite (mg/l)**	**Temperature (˚C)**	**Alkalinity (ppm$CaCO_3$)**
0%	0%	7.5 ± 0.1	4.2 ± 0.9	30.8 ± 0.7	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	29 ± 0.3	115 ± 5
	0.1%	7.4 ± 0.1	4.1 ± 0.6	31.0 ± 0.6	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	29 ± 0.5	115 ± 5
	0.5%	7.5 ± 0.1	3.9 ± 0.3	31.0 ± 1.0	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	28 ± 0.4	115 ± 5
	1.0%	7.3 ± 0.1	3.7 ± 0.3	31.3 ± 0.6	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.2	29 ± 0.7	115 ± 5
0.1%	0%	7.5 ± 0.3	4.0 ± 0.7	31.3 ± 0.5	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	29 ± 0.7	115 ± 5
	0.1%	7.5 ± 0.1	4.1 ± 0.7	31.4 ± 0.3	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.2	29 ± 0.7	115 ± 5
	0.5%	7.6 ± 0.1	3.8 ± 0.3	31.2 ± 0.3	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	29 ± 0.7	115 ± 5
	1.0%	7.5 ± 0.1	3.7 ± 0.2	31.4 ± 0.6	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	28 ± 0.7	115 ± 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-8 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้นด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 2 ระดับ เป็นเวลา 45 วัน

Bacillus	**Yeast**	**pH**	**DO (mg/L)**	**Salinity (ppt)**	**Ammonia (mg/l)**	**Nitrite (mg/l)**	**Temperature (˚C)**	**Alkalinity ($ppmCaCO_3$)**
0%	0%	7.7 ± 0.2	5.1 ± 0.2	32.6 ± 0.6	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.2	28 ± 0.7	110 ± 5
	0.1%	7.6 ± 0.2	5.2 ± 0.2	32.7 ± 0.8	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.2	28 ± 1.0	113 ± 3
	0.5%	7.5 ± 0.2	5.1 ± 0.3	32.6 ± 0.6	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	28 ± 0.8	113 ± 3
	1.0%	7.4 ± 0.2	5.1 ± 0.2	32.7 ± 0.3	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.2	28 ± 0.8	110 ± 5
0.1%	0%	7.4 ± 0.2	5.1 ± 0.2	32.7 ± 0.4	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.2	29 ± 1.2	108 ± 8
	0.1%	7.5 ± 0.2	5.0 ± 0.2	32.8 ± 0.3	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	29 ± 1.0	113 ± 3
	0.5%	7.6 ± 0.2	5.0 ± 0.2	32.9 ± 0.5	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2	29 ± 1.2	112 ± 3
	1.0%	7.5 ± 0.2	5.1 ± 0.2	32.7 ± 0.2	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.2	29 ± 1.1	107 ± 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

อภิปรายผล สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการทดลอง

จากการทดลองอนุบาลหอยหวานระยะวัยอ่อนด้วย *Isochrysis* sp. ผสมกับ *Chaetoceros* sp. ในอัตราส่วน 1:1 ได้อัตรารอดเท่ากับ 56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 พบว่า อัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือก (specific growth rate) ของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับและไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 สำหรับอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับและเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1% โดยหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการรอดสูงสุด รองลงมาคือ อาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 สำหรับหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ระดับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งเสริมและไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11มีอัตราการรอดต่ำสุด ซึ่งสูงกว่าการศึกษาของธานินทร์ สิงหะไกรวรรณ (2539) อนุบาลหอยหวานวัยอ่อน veliger larvae ด้วยแพลงก์ตอนพืช *Isochrysis* sp. พบว่า ลูกหอยมีอัตรารอดเมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะลงพื้น 1.4 เปอร์เซ็นต์ นิพนธ์ ศิริพันธ์ และจรัญ วงษ์วิวัฒนาวุฒิ (2543) ทดลองอนุบาล หอยหวานวัยอ่อน veliger larvae ด้วยแพลงก์ตอนพืช *Chaetoceros* sp. อย่างเดียวจนถึงระยะลงพื้นมีอัตรารอดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.62 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าการใช้แพลงก์ตอนพืช ชนิดเดียวนั้น มีผลต่ออัตรารอดของหอยหวานวัยอ่อนเมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะลงพื้น ปริญญา สุทธินนท์ และสมพิศ แย้มเกษม (2549) อนุบาลหอยหวานที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัวต่อลิตร ให้แพลงก์ตอนพืช *Chaetoceros* sp. และ *Tetraselmis* sp. เป็นอาหารร่วมกัน พบว่า ลูกหอยหวานระยะลงพื้นมีอัตรารอดสูงสุด เท่ากับ 19.33 เปอร์เซ็นต์ และงานวิจัยของ Poomtong and Nhongmeesub (1996) ได้ทำการอนุบาลลูกหอยหวานวัยอ่อน veliger larvae ด้วยความหนาแน่น 500 ตัว/ลิตร ในถังขนาด 500 ลิตรโดยใช้แพลงก์ตอน 2 ชนิด ได้แก่ *Isochrysis* sp. ร่วมกับ *Chaetoceros* sp. เป็นอาหาร ในอัตราส่วน 1:1 ได้อัตรารอดของลูกหอยจนถึง ระยะลงพื้นเฉลี่ย เท่ากับ 13.8 เปอร์เซ็นต์

จากการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Webb and Chu (1983) ที่กล่าวว่าแพลงก์ตอนพืชที่มากกว่า 1 ชนิดร่วมกันทำให้ได้คุณค่าทางอาหารที่สูงขึ้นกว่าการให้แพลงก์ตอนเพียงพืชชนิดเดียว และส่งผลต่ออัตรารอด เมื่อลูกหอยพัฒนาเข้าสู่ระยะลงพื้นได้ Payne and Rippingale (2000) ศึกษาชนิด

ของอาหารต่อการเพาะเลี้ยงโคพีพอด ชนิด *Gladioferens imparipes* พบว่าแพลงก์ตอนชนิด *Isochrysis* sp. มีผลต่อการเติบโตสูงที่สุด รองลงมาคือ *Chaetoceros* sp., *Dunaliella tertiolecta*, *Nannochloropsis oculata* และ yeast ตามลำดับ ลือชัย ดรุณชู และฐิติมา ทองศรีพงษ์ (2546) ทดลองเลี้ยงหอยหวานวัยอ่อน ระยะว่ายน้ำ ด้วยความหนาแน่น 1,500 ตัว ต่อน้ำ 24 ลิตร อนุบาลด้วยแพลงก์ตอนพืช และไรน้ำเค็มร่วมกัน ได้อัตรารอดของหอยหวานวัยอ่อน เมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะ เท่ากับ 28.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการทดลองดังที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการเสริมสิ่งต่างๆนอกเหนือไปจากการใช้แพลงก์ตอนอย่างเดียวนั้น อัตรารอดที่ได้ยังน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองที่เสริมบริวเวอร์ยีสต์ กับบาซิลัส สายพันธุ์ S11 และจากการศึกษาของยุวดี อัณฑสูตร (2550) ทดลองเลี้ยงหอยหวานวัยอ่อน ที่ความหนาแน่น 330 ตัว/ลิตร ให้แพลงก์ตอนพืช *Amphora* sp.และ *Isochrysis* sp. เป็นอาหารมีอัตรารอดเท่ากับ 13.9 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเปลี่ยนภาชนะที่ใช้ในการทดลอง โดยจากเดิมใช้ ภาชนะปริมาตร 15 ลิตร เปลี่ยนเป็นภาชนะปริมาตร 100 ลิตรที่ใหญ่ขึ้น ส่งผลต่ออัตรารอดที่ลดลง เนื่องจากปัญหา การดูแลและการจัดการที่ได้ทำยากกว่า ภาชนะที่มีขนาดเล็ก ซึ่งจากรายงานของ Shieh and Liu (1999) พบว่า อิทธิพลของความหนาแน่นของหอยหวานวัยอ่อน ระยะว่ายน้ำ ยังส่งผลต่ออัตราการรอด และการพัฒนาเปลี่ยนรูปร่างของหอยสกุล *Babylonia* อีกด้วย Douillet และLangdon (1994) ได้ทดลอง นำแบคทีเรียโปรไบโอติก สายพันธ์ CA2 เสริมที่ระดับปริมาณ 10^4, 10^5, 10^6 และ 10^7 ร่วมกับแพลงก์ตอนพืช เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ใช้แพลงก์ตอนพืช อย่างเดียว เป็นอาหาร ในหอยนางรม *(Crassostrea gigas.)* ระยะวัยอ่อน พบว่า ในกลุ่มที่มีการใช้ แบคทีเรียโปรไบโอติก สายพันธ์ CA2 ที่ระดับ10^5 ให้การเติบโตและอัตรารอดดีที่สุด และที่ระดับ10^7 ให้การเติบโต และอัตรารอดน้อยที่สุด ซึ่งจากงานวิจัยฉบับดังกล่าว สามารถบ่งบอกถึง การใช้แบคทีเรียโปรไบโอติกในระดับที่เหมาะสมจะไปกระตุ้นให้เกิดการเติบโต และอัตรารอดที่สูงขึ้น แต่ถ้าใช้ในระดับที่มากเกินไปก็จะส่งผลเสียต่อการเติบโตและการอัตรารอดของสัตว์ทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ระดับ 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีอัตรารอดของลูกหอยหวานวัยอ่อน เมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะ มีอัตรารอดต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่เสริมในระดับที่น้อยกว่า สาเหตุ อาจเกิดจาก ระดับของอาหารที่เสริมส่งผลต่อการเติบโตของจุลินทรีย์บริเวณพื้นผิวของภาชนะ ทำให้เกิดเมือก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการล่องลอยอยู่ในมวลน้ำของหอยหวานวัยอ่อน อีกทั้งยังส่งผลต่อคุณภาพน้ำ ขณะทดลอง แต่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ และเพิ่มปริมาณน้ำที่เปลี่ยนในแต่ละครั้ง จาก 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 80 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ต่ออัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกและน้ำหนัก และอัตราการรอด โดยอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และไม่

เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีค่าสูงสุด และชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกต่ำที่สุด โดยทั้งชุดการทดลองที่ไม่เสริม และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุด และชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งไม่เสริมและเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักต่ำที่สุด โดยอัตราการรอดของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ทุกระดับและเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงกว่าหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมด้วยบริวเวอร์ยีสต์เพียงอย่างเดียว โดยหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการรอดสูงสุดและหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ทุกระดับ แต่ไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีอัตราการรอดต่ำในช่วง 12.5 – 15.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงหอยหวาน เช่น การศึกษาของ บังอร ศรีมุกดาและคณะ (2548) อนุบาลหอยหวานวัยอ่อน จนถึงระยะลงพื้น อายุ 60 วัน ให้อาร์ทีเมียเต็มวัยแช่แข็ง และปลาสดเป็นอาหาร ได้อัตรารอดตั้งแต่ 8.59 – 11.20 เปอร์เซ็นต์ นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์ (2545) อนุบาลหอยหวานวัยอ่อน ระยะลงพื้นถึงระยะวัยรุ่น ความยาวเปลือก 0.5 เซนติเมตร มีอัตรารอดอยู่ในช่วง 4.8 – 21.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตรารอดที่ได้ยังอยู่ในช่วงกว้าง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอัตรารอดสูงสุด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่ เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 กับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 พบว่าอัตรารอดมีความแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่า การเสริมแบคทีเรียที่มีประโยชน์ สามารถสร้างความต้านทานต่อสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมให้การรอดของหอยหวานวัยอ่อนสูงขึ้น ชัชรียา เชยชม (2551) เสริมบริวเวอร์ยีสต์ และนิวคลีโอไทด์ที่ระดับต่างๆ พบว่าไม่มีผลต่ออัตรารอดของหอยหวานระยะวัยรุ่น เนื่องจากลูกหอยที่ใช้ทดลองมีความยาวเปลือก 0.5 เซนติเมตรขึ้นไปซึ่งเป็นระยะที่มีความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมได้ดี และระบบน้ำที่ใช้เป็นแบบไหลผ่านตลอด ส่งผลดีต่อคุณภาพน้ำขณะทดลอง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของอาหารเสริมในสัตว์น้ำชนิดอื่น ได้แก่ การวิจัยของ ธัชนนท์ พุ่มโภคัย (2551) ศึกษาผลของ บริวเวอร์ยีสต์ และนิวคลีโอไทด์ในอาหารเลี้ยง ปลากะพงขาว พบว่า บริวเวอร์ยีสต์ที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ ให้อัตรารอดของปลากะพงขาว เมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม จันทสิงห์ ดวงบ้านเซ่า (2544) ได้ทดลองเสริมแบคทีเรีย *Bacillus* สายพันธุ์ S11 ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิดในบ่อดิน พบว่ากุ้งกุลาดำในชุดทดลองที่เติมแบคทีเรีย *Bacillus* สายพันธุ์ S11 มีอัตราการรอดสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย *Bacillus* สายพันธุ์ S11

อาหารเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของสัตว์น้ำ และมีการพัฒนาอาหารให้เหมาะสมต่อความต้องการของสัตว์น้ำ เพื่อการเติบโตที่สูงขึ้น และง่ายต่อการนำไปใช้ ตลอดจนถึงการเก็บรักษาเพื่อประหยัดเวลา และต้นทุนในการผลิตของเกษตรกร ซึ่งอาหารสำเร็จรูป ได้รับการยอมรับและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย สำหรับการเพาะและเลี้ยงหอยหวานเดิมนั้นเกษตรใช้อาหารธรรมชาติ ได้แก่ แพลงก์ ตอนพืช เลี้ยงหอยหวานวัยอ่อนและปลาเป็ดเลี้ยงหอยหวานระยะลงพื้น แต่เนื่องจากคุณภาพของอาหารนั้นไม่มีความแน่นอนจึงได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาสูตรอาหารเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อหอยหวาน จากการศึกษาของ ขนิษฐา แสงงาม (2541) ศึกษาผลของโปรตีน ต่อการเติบโตของหอยหวาน พบว่า ที่ระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ หอยหวานมีการเติบโตสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ Zhou *et al*. (2007) พบว่าระดับโปรตีนในอาหารสำเร็จรูป 43 เปอร์เซ็นต์ให้การเติบโตของหอยหวานดีที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ สุกัญญา จันทร์งาม (2550) ศึกษาระดับโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวานคือ 36 25 และ10 ตามลำดับ จากการทดลองผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการเติบโตของหอยหวานวัยอ่อน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าความยาวเปลือกเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองอยู่ในช่วง 1241 – 1286 ไมครอน ซึ่งใกล้เคียงกับนิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์ (2545) อนุบาลหอยหวานวันอ่อนด้วยแพลงก์ตอนพืชอย่างเดียว พบว่าเมื่อหอยหวานพัฒนาเข้าสู่ระยะลงพื้น ได้ค่าความยาวเปลือกเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,200 – 1,500 ไมครอน และจากการศึกษาของ Subhash และLipton (2007) ทดลองเสริมแบคทีเรียโปรไบโอติก *Lactobacillus acidophilus* เลี้ยง pearl oyster วัยอ่อน ร่วมกับ แพลงก์ตอนพืช *Chaetoceros* sp. พบว่า การเสริมแบคทีเรียโปรไบโอติก สามารถส่งเสริมการเติบโต ของ pearl oyster วัยอ่อน ได้สูงขึ้นกว่าชุดควบคุมที่เลี้ยงด้วยแพลงก์ตอนพืช *Chaetoceros* sp. อย่างเดียว

การทดลองผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการเติบโต ของหอยหวานระยะลงพื้น ได้ใช้สูตรอาหาร (ชัชรียา เชยชม, 2551) ที่มีระดับของโปรตีน เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ชุดการทดลองที่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ผสมกับบริวเวอร์ยีสต์ที่ระดับปริมาณ 0 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดเมื่ออายุ 45 วัน และการเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ย พบว่าชุดทดลอง 4 ที่เสริมบริวเวอร์ยีสต์อย่างเดียว ที่ระดับปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยสูงสุดเมื่ออายุ 45 วัน ชัชรียา เชยชม (2551) ศึกษาผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และนิวคลีโอไทด์ที่ระดับต่างๆในหอยหวานระยะวัยรุ่น เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 วัน พบว่าบริวเวอร์ยีสต์ที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยในหอยหวานขนาดตลาดสูงกว่าชุดควบคุม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลของการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ และแบคทีเรียโปรไบโอติกต่อการเติบโตในสัตว์น้ำชนิดอื่น ได้แก่ ธัชนนท์ พุ่มโภคัย (2551) ศึกษาผลของ บริวเวอร์ยีสต์ และนิวคลีโอ

ไทด์ในอาหารเลี้ยง ปลากะพง พบว่า บริวเวอร์ยีสต์ ที่ระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์สามารถส่งเสริมให้การเติบโตของปลากะพงสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม งานวิจัยของ Lara-Flores *et al.* (2003) ใช้แบคทีเรีย *Streptococcus faecium, Lactobacillus acidophilus* และยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเสริม ต่อการเติบโตของปลานิล พบว่าชุดทดลองที่เสริมยีสต์ มีการเติบโตสูงกว่าทุกกลุ่มการทดลอง และการศึกษาของ Abdel-Tawwab *et al.* (2008) ที่เสริมยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในอาหารที่ระดับ 0, 0.25, 0.5, 1, 2 และ 5 กรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เลี้ยงปลานิล พบว่ายีสต์ที่ระดับปริมาณ 1 - 5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สามารถส่งเสริมให้ปลานิลมีการเติบโตที่ดี

5.2 สรุปผลการทดลอง

ผลของชนิดและระดับของบริวเวอร์ยีสต์กับบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการเติบโตและการรอดตายของหอยหวานระยะวัยอ่อนและระยะลงพื้นในครั้งนี้สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. หอยหวานระยะวัยอ่อน

อัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือก (specific growth rate) ของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับและไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีค่าในช่วง 6.37 – 6.80 %ต่อวัน สำหรับอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 4 ระดับและเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1% มีค่าในช่วง 6.47 – 6.77 %ต่อวัน

หอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการรอดสูงสุด (66.87 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ อาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 (64.67 เปอร์เซ็นต์) สำหรับหอยหวานระยะวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ระดับ 1.0 เปอร์เซ็นต์ทั้งเสริมและไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11มีอัตราการรอดต่ำสุดคือ 8.67 และ4.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

2. หอยหวานระยะลงพื้น

การเสริมบริวเวอร์ยีสต์และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีปฏิสัมพันธ์ต่ออัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกและน้ำหนัก และอัตราการรอด โดยอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกของ

หอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีค่าสูงสุด (2.92 %ต่อวัน) และชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกต่ำที่สุด (2.45 %ต่อวัน) โดยทั้งชุดการทดลองที่ไม่เสริม และเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงสุด (5.23 และ 5.36 %ต่อวันตามลำดับ) และชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งไม่เสริมและเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักต่ำที่สุด (4.66 และ 4.56 %ต่อวัน ตามลดับ)

อัตราการรอดของหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ทุกระดับและเสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (20.8 – 24.2 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่าหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมด้วยบริวเวอร์ยีสต์เพียงอย่างเดียว (12.5 – 15.8 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการรอดสูงสุด (24.2 เปอร์เซ็นต์) และหอยหวานระยะลงพื้นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมบริวเวอร์ยีสต์ที่ทุกระดับ แต่ไม่เสริมบาซิลัส สายพันธุ์ S11 มีอัตราการรอดต่ำในช่วง 12.5 – 15.8 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาบริวเวอร์ยีสต์ในระดับที่ลดลง เพื่อหาความเหมาะสมต่อการเติบโต และการรอดของหอยหวานระยะวัยอ่อน

2. ควรศึกษาถึงชนิดของโปรไบโอติกและระดับที่เหมาะสมต่อการเติบโต และการรอดของหอยหวานระยะวัยอ่อน และระยะลงพื้น

3. ควรมีการหาโปรไบโอติกจากสัตว์ทดลอง และนำมาหาระดับที่เหมาะสมต่อการเติบโต และการรอดตายของหอยหวานระยะวัยอ่อน และระยะลงพื้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ขนิษฐา แสงงาม. 2540. ผลของโปรตีน และไขมันในอาหารกึ่งสำเร็จรูปที่มีต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน *Babylonia areolata.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จันทสิงห์ ดวงบ้านเซ่า. 2544. การใช้แบคทีเรียเพื่อจัดการคุณภาพน้ำ และปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ระบบปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธัชนนท์ พุ่มโภคัย. 2551. ผลของบริวเวอร์ยีสต์ และนิวคลีโอไทด์ในอาหารต่อการเติบโต และการรอดของปลากะพงขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธานินทร สิงหะไกรวรรณ. 2539. การศึกษาชีววิทยาบางประการของหอยหวานในบ่อเลี้ยงเพื่อการผลิตพันธุ์สำหรับปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 57. ศูนย์พัฒนาการประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. กองประมงทะเล. กรมประมง. 42 หน้า.

นิพนธ์ ศิริพันธ์ และจรัญ วงษ์วิวัฒนาวุฒิ. 2543. การเพาะฟักหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807.) สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งรวมกับสำนักวิชาการ. กรมประมง. กระทรวงเกษตร และสหกรณ์. 46 หน้า.

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2545. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยหวานหลักการและแนวปฏิบัติ. ลำดับที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บังอร ศรีมุกดา, สุรชาต ฉวีภักดิ์ และวริษฐา หนูปิ่น. 2548. การผลิตลูกหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) เชิงพาณิชย์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 24/2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี, สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 34 หน้า

ปริญญา สุทธินนท์ และสมพิศ แย้มเกษม. 2549. การอนุบาลลูกหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) จากระยะวัยอ่อนถึงระยะลงพื้นด้วยอาหารมีชีวติชนิดต่างๆ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 24/2549. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 34 หน้า

พงษ์เทพ วิไลพันธ์. 2546. แบคเทอริโอซินจากแบคทีเรียกรดแลคติค ในอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารอาหารสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 173-180.

พวงพง โชติกไกร. 2541. ยีสต์ที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร. จุลชีววิทยาอาหารและนม, กรุงเทพฯ: แสงจันทร์การพิมพ์. หน้า 43-57.

ชัชรียา เชยชม. 2551. ผลของบริเวอร์ยีสต์และนิวคลีโอไทด์ในอาหารต่อการเติบโตและอัตรารอดของหอยหวาน *Babylonia areolata*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยุวดี อัณฑสูตร. 2550. การเลี้ยงหอยหวาน (*Babylonia areolata*) วัยอ่อนโดยใช้ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดที่มีระบบผลิตสาหร่ายแบบกึ่งต่อเนื่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. คู่มือการเลี้ยงแพลงค์ตอน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 127 หน้า

ลือชัย ดรุณชู และฐิติมา ทองศรีพงษ์. 2546. การอนุบาลหอยหวานระยะวิลิเจอร์ที่เสริมไรน้ำเค็ม. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการประจำปี 2546. 15 หน้า

วรรนิภา เพี้ยนภักตร์. 2539. การใช้แบคทีเรียเป็นโพรไบโอติกเสริมในอาหากุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรัญญา พรเจริญ. 2549. การผลิตกลูแคนจากกากยีสต์หมักแอลกอฮอล์และสมบัติเชิงหน้าที่ของกลูแคน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล เมตตา องค์สกุล และ ผกาพรรณ สิงห์ชัย . 2539. ผลการยับยั้งของ *Lactobacillus* spp. จากนมเปรี้ยวพร้อมดื่มที่มีต่อ *Staphylococus aureus* , *Salmonella typhimurium* และ *Escherichia coli* เมื่อเพาะเลี้ยงร่วมกัน. ว. สงขลานครินทร์ 18: 301-305.

ศิริเพ็น สังข์ชัย. 2546. โพรไบโอติกแบคทีเรียสำหรับเสริมในอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เพื่อป้องกัน *Vibrio harveyi*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมบัติ รักประทานพร. 2542. การเสริมภูมิคุ้มกันโรคในกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* ด้วย *Bacillus* สายพันธุ์ S11. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุกัญญา จันทร์งาม. 2550. ผลของโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตต่อการเติบโต และการรอดของหอยหวาน *Babylonia areolata*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หน่วยปฏิบัติการ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะฟัก และเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ชีววิทยาของหอยหวาน.[ออนไลน์], 2551. แหล่งที่มา: http://www.cubabylonia.com [2553, มกราคม 9]

อรนุช พฤษศรี. 2552. ผลของวิตามินซีต่อการเติบโต การรอดตาย และความทนทานต่อความเค็มต่ำของลูกหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะลงเกาะวิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Abdel-Tawwab, M., A.M. Abdel-Rahman and N.E.M. Ismael. 2008. Evaluation of commercial live bakers yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged *in situ* with *Aeromonas hydrophila*. Aqua culture, 280: 185-189.

Anonymous, 1991. Disease control in the hatchery by microbiological techniques. Asian Shrimp News 8, 4, 4th quarter.

Bernstein, S. and Plantz, P.E. 1997. Production of yeast from whey. Food Eng. 49(11): 74-75.

Campbell, I. and Duffus, J.H. 1998. Yeast a practical approach. Printing Ltd, Oxford, England.

Campa-Córdova, A.I., H. González-Ocampo, A. Luna-González, J.M. Mazón-Suástegui, and F. Ascencio. 2009. Growth, survival, and superoxide dismutase activity in juvenile *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951) treated with probiotics. Hidrobiologica. 19(2):151-157

Chaitanawisuti, N., Kritsanapuntu, S. and Natsukari, Y. 2002. Economic analysis of a pilot Commercial production for spotted Babylon, *Babylonia areolata,* of marketable sizes using a flow-through culture system in Thailand. Journal of Aquaculture Research. 33. 1265-1272.

Dabbah, R. 1970. Protein from microorganisms. Food Technol. 25:659.

Douillet, P.A. and Langdon, C.J. 1994. Use of a probiotic for the culture of larvae of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg). Aquaculture. 119: 25-40

Enringht, C.T., Newkrik, G.F., Craigie, J.S. and Castell, J.D. 1986. Growth of juvenile *Ostrea edulis* L. fed *Cheatoceros gracilis* Schutt of varied chemical composition. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 96: 15-26

Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals. J. Appl. Bacteriol. 66: 165-378

Gibson, L.F., Woodworth, J., George, A.M., 1998. Probiotic activity of *Aeromonas media* on the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, when challenged with *Vibrio tubiashii*. Aquaculture 169, 111–120.

Garriques, D., Arevalo, G., 1995. An evaluation of the production and use of a live bacterial isolate to manipulate the microbial flora in the commercial production of *Penaeus Ĺannamei* postlarvae in Ecuador. In: Browdy, C.L., Hopkins, J.S. (Eds.), Swimming Through Troubled Water. Proceedings of the special session on shrimp farming, Aquaculture '95. World Aquaculture Society, Baton Rouge, pp. 53–59.

Havenaar, R. & Huis in't Veld, J.H.J. (1992) Probiotics: a general view. In: The Lactic Acid Bacteria, Vol. 1: The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease (Wood, B.J.B., ed.), pp. 209–224. Chapman & Hall, New York, NY.

Lara-Flores M., Olvera-Novoa M.A., Guzman-Mendez B.E. and W. Lopez-Madrid, 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 216:193-201.

Lee, K. and Lee, Y. 1996. Continuous process for yeast biomass production from sugar beet stillage by a novel strain of *Candida rugosa* and protein profile of the yeast. J.Chem.Tech.Biotechnol. 66: 344-354

Li P., Lewis D.H. and Gatlin D.M. III. 2004. Dietary oligonucleotide influences immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops×M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection, Fish Shellfish Immunol. 16 pp. 561–569.

Lilly, D.M. and Stillwell, R.H. 1965. Probiotics: growth promoting factors produced by microorganisms. Scince. 147: 744-748

Maeda, M., Liao, I.C., 1991. Effect of bacterial population on the growth of a prawn larva, *Penaeus monodon*. Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. 21, 25–29.

Parker, R.B. 1974. Probiotics, the other half of the antibiotic story. Anim. Nutr. Health. 29: 4-8

Payne M.F. and Rippingale R.J. (2000). Evaluation of diets for culture of the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. Aquaculture. 187:85-96

Peppler, H.J. 1986. Single cell protein I. Massachusetts: The MIT Press. 242 pp.

Phaff, H.I., Miller, M.W., and Marak, E. 1978. The Life of Yeast. 2nd edition Harvard University Press, Cambridge.

Poomtong, T. and J. Nhongmeesub. 1996. Spawning, Larval and juvenile Rearing of Babylon snail under Laboratory condition. Phuket Marine Biological Canter Special Publication 16 (1996): 137–142.

Reed, G. and Nagodowithana, T.W. 1991. Yeast Technology. 2nd ed. New York: Van nostrand Reinhold.

Reed, G., and H. J. Peppler. 1973. Yeast technology. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Conn.

Rengpipat, S., Phianphak, W., Piyatiratitivorakul, S., and Menasveta, P. 1998. Effect of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *penaeus monodon*. Aquaculture 167: 301-313

Ringo, E., Gatesoupe, F.J. 1998. Lactic acid bacteria in fish: a review. Aquaculture 160: 177-203

Ruiz-Ponte, C., Samain, J.F., Sa´nchez, J.L., Nicolas, J.L., 1999. The benefit of a *Roseobacter* species on the survival of scallop larvae. Mar. Biotechnol. 1, 52–59.

Shanmugarai, T. And Ayyakkannu, K. 1997. Culture of *Babylonia spirata* (L.) (Neogastropoda: Buccinidae). Phuket marine Biological Canter Special Publications 17: 225-8

Shieh, H-Y., Liu, L-L. 1999. Positive effects of large concentration in culture on the development of the lecithotrophic larvae of *Babylonia formasae* (Sowerby) (Prosobranchai: Buccinidae). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 241:97-105

Snyder, H. E. 1970. Microbial sources of protein. Advances in Food Research, 18.

Subhash S.K. & Lipton A.P. 2007. Effects of a probiotic bacterium, *Lactobacillus acidophilus*, on the growth and survival of pearl oyster (*Pinctada margaritifera*) spat. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 59. 201–205.

Thornton, J. 1992. Brewers' yeast extract. A survey of the types available to the food processor. International food Ingredients 2. 40-3.

Webb, K.L., and Chu. 1983. Phytoplankton as a food source for bivalve larvae. In: Pruder, G.D., Langdon, C. and Conklin, D (end.), Biochemical and physiology approaches to shellfish nutrition. Proceedings of the second international conference on aquaculture nutrition. Louisiana State University Press, Baton Rouge. 272-291

Zherdmant, M.T., San Miguel, L., Serrano, J., Donoso, E., Miahle, E., 1997. Estudio y utilizacion de probioticos en el Ecuador. Panorama Acuicola 2, 28.

Zhou J.B., Zhou Q.C., Chi S.Y., Yang Q.H., and Liu C.W. 2007a. Optimal dietary protein requirement for juvenile ivory shell, *Babylonia areolate*. Aquaculture. 270. 186-192.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

1.การวิเคราะห์ความชื้น โดยใช้ตู้อบความร้อน (hot air oven) (ตามวิธีการของ AOAC, 1985)

1.นำขวดชั่งเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.ชั่งและบันทึกน้ำหนักของขวดชั่งโดยละเอียด

3.ชั่งตัวอย่างใส่ขวดชั่งประมาณ 2 กรัม โดยบันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด

4.นำตัวอย่างเข้าตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

5.นำตัวอย่างที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกน้ำหนักของตัวอย่าง

6.ทำซ้ำตามข้อ 1 ถึง 5 จนกระทั่งน้ำหนักที่ได้คงที่ โดยน้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของความชื้น

คำนวณ % ความชื้นด้วยสมการ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{(a - b) \times 100}{w}$$

เมื่อ a = น้ำหนักของอาหารก่อนอบแห้ง

b = น้ำหนักของอาหารหลังอบแห้ง

w = น้ำหนักของอาหารก่อนอบ

2.การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ด้วยวิธี muffle furnace combustion (ตามวิธีการของ AOAC, 1985)

1.ชั่งตัวอย่างอาหาร 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ

2.นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จนเถ้ามีสีขาว

3.นำเข้าโถอบแห้ง เพื่อให้ดูดความชื้น และเมื่อตัวอย่างอาหารเย็นดีแล้ว นำออกชั่งทันที

คำนวณ % เถ้าจากสมการ

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{(b - a) \times 100}{w}$$

เมื่อ a = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ

b = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบกับน้ำหนักของเถ้าหลังการเผา

w = น้ำหนักของอาหารก่อนเผา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.การวิเคราะห์หาโปรตีน ด้วยวิธี kjeldahl (ตามวิธีการของ AOAC, 1985)

สารเคมี

1.กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้น 93-98 %

2.สารเร่งรวม (catalyst mixture)

ชั่งคอบเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 7 กรัม กับโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100 กรัม ผสมให้เข้ากัน

3.โซเดียมไฮดรอกไซด์ 45 % (NaOH)

โดยละลาย 450 กรัม ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดเกล็ด ในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

4.สารละลายกรดเกลือ 0.1 นอร์มอล

ละลายกรดเกลือ 9 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

5.กรดบอริค (H_3BO_3) 4 %

ต้มน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ให้ร้อนแล้วใส่ผงกรดบอริคลงไป 4 กรัม ต้มจนละลายหมด ทิ้งไว้จนสารเย็นแล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 มิลลิลิตร

6.อินดิเคเตอร์ผสมระหว่าง เมทธิลเรด และเมทธิลีนบลู

ละลายเมทธิลเรด 0.2 กรัม ในแอลกอฮอล์ 95% ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร และละลายเมทธิลีนบลู 0.2 กรัมในแอลกอฮอล์ 95% ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำสารละลายเมทธิลเรด 2 ส่วน ผสมกับสารละลายเมทธิลีนบลู 1 ส่วน เขย่าให้เข้ากัน

7.เมทิลออเรนซ์ อินดิเคเตอร์ (methyl orange indicator)

ละลายเมทิลออเรนซ์ 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

8.สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 0.1 นอร์มอล

อบโซเดียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิ 260-270 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั่งสารมา 1.325 กรัม เติมน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิลิตร

วิธีการ

ขั้นตอนการย่อย (digestion)

1.ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักประมาณ 0.3 กรัม โดยชั่งด้วยกระดาษกรองที่ปราศจากสารไนโตรเจน แล้วใส่ในขวดแก้ววิเคราะห์โปรตีน

2.เติมสารเร่งรวม 3 กรัม เพื่อเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อย

3.เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร

4.นำไปย่อยด้วยชุดเครื่องย่อยโปรตีน ที่อุณหภูมิ 375 องศาเซลเซียส กระทั่งสารละลายในขวดแก้ววิเคราะห์โปรตีนใส ทิ้งไว้ให้เย็น

ขั้นตอนการกลั่น

1.เมื่อสารละลายเย็นดีแล้ว จึงเติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 20 มิลลิลิตร

2.ใส่ลูกแก้ว 2 ลูก เพื่อป้องกันการกระแทกของสารละลาย

3.ต่อขวดแก้วโปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่นที่มีขวดปากแคบวัดปริมาตร ซึ่งมีกรดบอริคอยู่ 40 มิลลิลิตร โดยให้ปลายของหลอดแก้วที่ต่อจากกระบอกแก้วควบแน่นจุ่มอยู่ในกรดบอริค เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในขวดแก้ววิเคราะห์อย่างช้าๆ จนกระทั่งสารละลายมีสีดำ

4.ใส่อินดิเคเตอร์ในกรดบอริค 2-3 หยด

5.ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโมเนียออกมาแล้วทำการกลั่นต่อไปอีก 10 นาที แล้วล้างปลายเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น นำขวดปากแคบวัดปริมาตรออกจากเครื่องกลั่น

ขั้นตอนการไตเตรท (titration)

1.นำไปไตเตรทด้วยกรดเกลือมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดยุติ (end point) โดยใช้อินดิเคเตอร์รวม สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอ่อน

2.จดปริมาตรของกรดเกลือไว้เพื่อคำนวณต่อไป

การคำนวณ

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{1.4 \times (V_1 - V_2) \times N \times 6.25}{W}$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรของกรดมาตรฐานที่ใช้ไตเตรทตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบ

N = ความเข้มข้นของกรดเป็นนอร์มอล

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

การตรวจหาความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน

ดูดสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 40 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เติมเมทิลออเรนซ์ อินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ทำการไตเตรทด้วยสารละลายกรดเกลือ 0.1 นอร์มอล คำนวณความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือโดยใช้สูตร

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

4. การวิเคราะห์หาไขมัน ด้วยวิธี Ether extract (ใช้เครื่อง Sotex system HT6)

สารเคมี

1.สารละลายคลอโรฟอร์ม (chloroform)

2.เมธานอล (methanol)

วิธีการ

1.อบถ้วยพร้อมลูกแก้ว ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.อบตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

3.ชั่งน้ำหนักถ้วยพร้อมลูกแก้ว (W_1)

4.ชั่งตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่กระดาษกรองประมาณ 1-2 กรัม (W_2) ห่อให้มิดชิดใส่ลงในไส้กรอง (thimble) ที่เตรียมไว้ นำไปใส่เข้าเครื่อง Sotex system HT6

5.นำถ้วยพร้อมลูกแก้วที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้วมาเติมคลอโรฟอร์ม: เมทานอล ในอัตราส่วน 2:1 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร แล้วใส่เข้าเครื่องให้เรียบร้อย

6.เปิดเครื่อง ปรับอุณหภูมิไปที่ 160 องศาเซลเซียส เปิดน้ำเข้าเครื่อง เปิดวาล์ว เลื่อนปุ่มไปที่ boiling ต้มให้เดือด 30 นาที

7.เลื่อนปุ่มไปที่ rinsing เพื่อล้างตัวอย่าง 20 นาที

8.เปิดวาล์ว เปิดสวิทซ์อากาศ เลื่อนปุ่มไปที่ evaporation เพื่อให้สารระเหยออกไป 5 นาที

9.ปิดเครื่อง อากาศและน้ำ แล้วเลื่อนปุ่ม evaporation กลับที่เดิม นำถ้วยออกจากเครื่อง แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน

10.นำถ้วยออกมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก (W_3)

การคำนวณหา % ไขมัน

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(W_3 - W_1) \times 100}{W_2}$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักถ้วยพร้อมลูกแก้ว

W_2 = น้ำหนักตัวอย่าง

W_3 = น้ำหนักถ้วยพร้อมลูกแก้วและไขมันหลังอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย ด้วยวิธี acid detergent (AOAC, 1995)

1.นำตัวอย่างที่สกัดไขมันออกแล้ว (ทราบน้ำหนักอย่างละเอียด) มาใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร

2.เติม 1.25% Sulfuric acid จนถึงระดับ 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ ต้มให้สารละลายเดือดตลอดเวลานาน 30 นาที

3.หลังจากส่วนผสมเดือดแล้ว ต้มต่อไปอีก 30 นาที (ขณะต้มให้เปิดวาล์วด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง close)

4.เปิดวาล์วไปที่ตำแหน่ง vacuum และกดสวิตซ์ vacuum เพื่อระบาย Sulfuric acid ออก

5.กรองตัวอย่างที่ถูกย่อยด้วยกรดผ่านกรวยบุชเนอร์ที่รองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์กรด

6.เติมสารละลาย 1.25% Potassium hydroxide ที่ทำให้ร้อนลงไป 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ ต้มให้สารละลายเดือดตลอดเวลานาน 30 นาที

7.หลังจากส่วนผสมเดือดแล้ว ต้มต่อไปอีก 30 นาที (ขณะต้มให้เปิดวาล์วด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง close)

8.กรองตัวอย่างที่ถูกย่อยด้วยด่างผ่านกรวยบุชเนอร์ที่รองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์ด่าง

9.ละลายตัวอย่างกากที่ติดกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่นที่ร้อน แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ที่ทราบน้ำหนักแน่นนอน ล้างกากที่ได้ด้วย ethanol ปริมาตร 25 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้ง

10.ทำให้แห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ ค่าที่ได้จะเป็นค่าน้ำหนักของเส้นใยหยาบรวมกับน้ำหนักเถ้า

11.ทิ้งให้เย็นใน desiccators เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักจะได้เป็นน้ำหนักก่อนเผา

12.นำ crucible สำหรับวิเคราะห์เยื่อใยไปเผาในเตาเผาความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นลงในโหลดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก นำตัวอย่างใส่ crucible

13.เผา crucible พร้อมตัวอย่างที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าเป็นสีขาว

14.ทิ้งให้เย็นใน desiccators เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักจะได้เป็นน้ำหนักหลังเผา

การคำนวณหาปริมาณเยื่อใย

$$\% \text{ เยื่อใย} = \frac{(b - a) \times 100}{w}$$

เมื่อ a คือ น้ำหนัก crucible รวมกับน้ำหนักเยื่อใยและเถ้าก่อนเผา

b คือ น้ำหนัก crucible รวมกับน้ำหนักเถ้าหลังเผา

w คือ น้ำหนักของตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

-อาหารแข็ง ทริปติกซอย (Trypiic soy agar, TSA)

ทริปโตน (Tryptone)	17.0	กรัม
ผงสกัดถั่วเหลือง (Soytone)	3.0	กรัม
เดกซ์โตส (Dextrose)	2.5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (Nacl)	5.0	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K2HOP4)	2.5	กรัม
วุ้นผง	15.0	กรัม
น้ำกรั่น	1000.0	มล.
ปรับ พีเอช เป็น 7.3 ± 0.2		

- อาหารเหลวทริปติกซอย (Tryptic soy broth, TSB)

ทริปโตน (Tryptone)	17.0	กรัม
ผงสกัดถั่วเหลือง (Soytone)	3.0	กรัม
เดกซ์โตส (Dextrose)	2.5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (Nacl)	5.0	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K2HOP4)	2.5	กรัม
น้ำกรั่น	1000.0	มล.
ปรับ พีเอช เป็น 7.3 ± 0.2		

- อาหารแข็งนิวเตรียนท์ (Nutrient agar, NA)

เปปโตน (Peptone)	5.0	กรัม
ผงสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)	3.0	กรัม
วุ้นผง	15.0	กรัม
น้ำกรั่น	1,000.0	กรัม
ปรับ พีเอช เป็น 6.8 – 7.0		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

อาหารเลี้ยงแพลงค์ตอนที่ใช้ในการทดลอง

สูตรอาหารของคอนเวย์ หรือวัลเน (Conway Medium or Walne Medium)

ก. สารละลายส่วนที่ 1

- โซเดียมไนเตรท (NaNO3) 100.0 กรัม
- เกลือไดโซเดียมอีดีทีเอ (Na2EDTA) 45.0 กรัม
- กรดบอริค (H3BO3) 33.6 กรัม
- โมโนโซเดียมไดไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต 2-ไฮเดรต(NaH2.PO4.6H2O) 20.0 กรัม
- เฟอร์ริคคลอไรด์ 6-ไฮเดรต (FeCl3.6H2O) 1.3 กรัม
- แมงกานีสคลอไรด์ 4-ไฮเดรต (MnCl2.4H2O) 0.36 กรัม
- ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร

ข. สารละลายส่วนที่ 2

- วิตามินบี 1 (Thimine) 1 มิลลิกรัม
- วิตามินบี 12 (Cyannocobalamine) 200 มิลลิกรัม
- ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร

ค. สารละลายส่วนที่ 3

- ซิงค์คลอไรด์ (ZnCl2) 2.1 กรัม
- โคบอลท์คลอไรด์ 6-ไฮเดรต (CoCl4.6H2O) 2.0 กรัม
- แอมโมเนียโมลิบเดท 4-ไฮเดรต [(NH4) 6Mo7O24.4H2O] 0.9 กรัม
- คอปเปอร์ซัลเฟต 5-ไฮเดรต (CuSO4.5H2O) 2.0 กรัม
- ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร

ในกรณีที่สารละลายที่เตรียมได้มีตะกอนให้เติมกรดเกลือ (HCI) ลงไปเล็กน้อย หรือจนกว่าตะกอนจะละลายหมด

ง. สารละลายส่วนที่ 4

- โซเดียมเมตาซิลิเกต 9-ไฮเดรต (Na2SiO3.9H2O) 15 กรัม
- ละลายในน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร

วิธีเตรียมอาหาร

นำสารละลายส่วนที่ 1, 2, 3 และ 4 มา 1 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงไดอะตอม ปริมาตร 1 ลิตร ปรับพีเอช ให้อยู่ในช่วง 6.5 – 6.8 โดยใช้กรดเกลือ 10 เปอร์เซ็นต์

ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง.1 ความยาวเปลือกเฉลี่ย และน้ำหนักเฉลี่ย ของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ เมื่อ เริ่มต้น ซ้ำที่ 1

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	BS11	Mix 1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.23	0.25	0.25	0.27	0.26	0.22	0.25	0.24
2	0.27	0.24	0.24	0.22	0.24	0.23	0.24	0.26
3	0.22	0.25	0.26	0.23	0.22	0.27	0.26	0.26
4	0.23	0.24	0.26	0.27	0.25	0.26	0.26	0.25
5	0.27	0.26	0.25	0.26	0.25	0.24	0.25	0.23
6	0.26	0.26	0.23	0.24	0.24	0.22	0.23	0.24
7	0.24	0.25	0.24	0.22	0.25	0.25	0.26	0.24
8	0.22	0.23	0.24	0.25	0.23	0.25	0.24	0.22
9	0.25	0.24	0.22	0.25	0.24	0.24	0.22	0.23
10	0.25	0.24	0.23	0.24	0.24	0.25	0.25	0.27
11	0.24	0.22	0.27	0.25	0.22	0.24	0.25	0.22
12	0.25	0.23	0.22	0.24	0.22	0.26	0.24	0.23
13	0.24	0.27	0.23	0.26	0.23	0.26	0.26	0.27
14	0.26	0.22	0.27	0.26	0.27	0.25	0.25	0.26
15	0.26	0.23	0.26	0.25	0.26	0.23	0.23	0.24
16	0.25	0.27	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24	0.22
17	0.23	0.26	0.22	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25
18	0.24	0.24	0.25	0.24	0.22	0.22	0.22	0.25
19	0.24	0.22	0.25	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24
20	0.22	0.25	0.24	0.23	0.27	0.27	0.27	0.25
ความยาวเฉลี่ย	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
น้ำหนักรวม	0.3640	0.4039	0.3140	0.2840	0.4534	0.3455	0.4267	0.3940
น้ำหนักเฉลี่ย	0.009	0.010	0.008	0.007	0.011	0.009	0.011	0.010

ความยาวเปลือกเฉลี่ย และน้ำหนักเฉลี่ย ของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ เมื่อ เริ่มต้น ซ้ำที่ 2

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.23	0.25	0.25	0.27	0.26	0.22	0.25	0.24
2	0.27	0.24	0.24	0.22	0.24	0.23	0.24	0.26
3	0.22	0.25	0.26	0.23	0.22	0.27	0.26	0.26
4	0.23	0.24	0.26	0.27	0.25	0.26	0.26	0.25
5	0.27	0.26	0.25	0.26	0.25	0.24	0.25	0.23
6	0.26	0.26	0.23	0.24	0.24	0.22	0.23	0.24
7	0.24	0.25	0.24	0.22	0.25	0.25	0.26	0.24
8	0.22	0.23	0.24	0.25	0.23	0.25	0.24	0.22
9	0.25	0.24	0.22	0.25	0.24	0.24	0.22	0.23
10	0.25	0.24	0.23	0.24	0.24	0.25	0.25	0.27
11	0.24	0.22	0.27	0.25	0.22	0.24	0.25	0.22
12	0.25	0.23	0.22	0.24	0.22	0.26	0.24	0.23
13	0.24	0.27	0.23	0.26	0.23	0.26	0.26	0.27
14	0.26	0.22	0.27	0.26	0.27	0.25	0.25	0.26
15	0.26	0.23	0.26	0.25	0.26	0.23	0.23	0.24
16	0.25	0.27	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24	0.22
17	0.23	0.26	0.22	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25
18	0.24	0.24	0.25	0.24	0.22	0.22	0.22	0.25
19	0.24	0.22	0.25	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24
20	0.22	0.25	0.24	0.23	0.27	0.27	0.27	0.25
ความยาวเฉลี่ย	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
น้ำหนักรวม	0.3506	0.3526	0.3532	0.4102	0.3772	0.4028	0.3940	0.3320
น้ำหนักเฉลี่ย	0.009	0.009	0.009	0.010	0.009	0.010	0.010	0.008

ความยาวเปลือกเฉลี่ย และน้ำหนักเฉลี่ย ของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ เมื่อ เริ่มต้น ซ้ำที่ 3

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	BS11	Mix 1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.23	0.25	0.25	0.27	0.26	0.22	0.25	0.24
2	0.27	0.24	0.24	0.22	0.24	0.23	0.24	0.26
3	0.22	0.25	0.26	0.23	0.22	0.27	0.26	0.26
4	0.23	0.24	0.26	0.27	0.25	0.26	0.26	0.25
5	0.27	0.26	0.25	0.26	0.25	0.24	0.25	0.23
6	0.26	0.26	0.23	0.24	0.24	0.22	0.23	0.24
7	0.24	0.25	0.24	0.22	0.25	0.25	0.26	0.24
8	0.22	0.23	0.24	0.25	0.23	0.25	0.24	0.22
9	0.25	0.24	0.22	0.25	0.24	0.24	0.22	0.23
10	0.25	0.24	0.23	0.24	0.24	0.25	0.25	0.27
11	0.24	0.22	0.27	0.25	0.22	0.24	0.25	0.22
12	0.25	0.23	0.22	0.24	0.22	0.26	0.24	0.23
13	0.24	0.27	0.23	0.26	0.23	0.26	0.26	0.27
14	0.26	0.22	0.27	0.26	0.27	0.25	0.25	0.26
15	0.26	0.23	0.26	0.25	0.26	0.23	0.23	0.24
16	0.25	0.27	0.24	0.23	0.24	0.24	0.24	0.22
17	0.23	0.26	0.22	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25
18	0.24	0.24	0.25	0.24	0.22	0.22	0.22	0.25
19	0.24	0.22	0.25	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24
20	0.22	0.25	0.24	0.23	0.27	0.27	0.27	0.25
ความยาวเฉลี่ย	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
น้ำหนักรวม	0.3261	0.3146	0.4122	0.4310	0.4260	0.4232	0.4057	0.3976
น้ำหนักเฉลี่ย	0.008	0.008	0.010	0.011	0.011	0.011	0.010	0.010

ตารางที่ ง.2 ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 15 วัน ซ้ำที่ 1

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.53	0.43	0.36	0.37	0.47	0.45	0.49	0.29
2	0.36	0.37	0.40	0.28	0.27	0.44	0.39	0.30
3	0.35	0.29	0.30	0.29	0.45	0.30	0.29	0.36
4	0.47	0.39	0.41	0.41	0.47	0.30	0.33	0.30
5	0.35	0.55	0.25	0.47	0.49	0.31	0.32	0.30
6	0.33	0.38	0.35	0.40	0.38	0.31	0.35	0.68
7	0.38	0.34	0.35	0.41	0.43	0.40	0.50	0.50
8	0.41	0.33	0.50	0.45	0.28	0.41	0.41	0.33
9	0.42	0.48	0.34	0.38	0.38	0.48	0.29	0.32
10	0.53	0.42	0.32	0.37	0.30	0.37	0.34	0.34
11	0.37	0.43	0.29	0.27	0.38	0.50	0.32	0.32
12	0.58	0.35	0.27	0.35	0.37	0.40	0.41	0.40
13	0.44	0.35	0.41	0.33	0.47	0.39	0.32	0.39
14	0.34	0.37	0.33	0.36	0.52	0.39	0.37	0.47
15	0.36	0.47	0.37	0.37	0.38	0.31	0.40	0.32
16	0.47	0.40		0.45	0.38	0.40	0.41	0.37
17	0.38	0.34		0.38	0.30	0.41	0.29	0.30
18	0.47	0.33		0.35	0.38	0.37	0.34	
19	0.35	0.48		0.33	0.47	0.44	0.41	
20	0.33	0.39		0.40	0.49	0.30	0.49	
ความยาวเฉลี่ย	0.41	0.39	0.35	0.37	0.40	0.38	0.37	0.37
น้ำหนักรวม	0.4381	0.4500	0.1677	0.3641	0.4775	0.3469	0.3494	0.2364
น้ำหนักเฉลี่ย	0.018	0.024	0.011	0.018	0.018	0.014	0.014	0.014

ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 15 วัน ซ้ำที่ 2

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.55	0.35	0.49	0.36	0.42	0.48	0.39	0.55
2	0.36	0.31	0.27	0.42	0.45	0.51	0.41	0.33
3	0.42	0.45	0.39	0.45	0.36	0.34	0.34	0.38
4	0.36	0.36	0.37	0.40	0.50	0.30	0.39	0.30
5	0.34	0.42	0.28	0.37	0.35	0.30	0.40	0.44
6	0.45	0.43	0.40	0.38	0.53	0.30	0.43	0.27
7	0.43	0.31	0.30	0.38	0.41	0.33	0.32	0.37
8	0.44	0.34	0.29	0.43	0.48	0.50	0.36	0.40
9	0.30	0.38	0.34	0.45	0.34	0.32	0.37	0.40
10	0.29	0.38	0.38	0.48	0.32	0.44	0.38	0.33
11	0.30	0.38	0.30	0.43	0.35	0.47	0.30	0.37
12	0.28	0.42		0.30	0.33	0.40	0.36	0.36
13	0.47	0.47		0.40	0.46	0.31	0.30	0.38
14	0.42	0.36		0.34	0.42	0.38	0.28	0.40
15	0.32	0.36		0.34	0.37	0.29	0.30	0.33
16	0.36	0.38		0.45	0.48	0.28	0.43	0.33
17	0.34	0.43		0.48	0.34	0.44	0.32	0.37
18	0.45	0.34		0.37	0.32	0.47	0.36	0.37
19		0.36		0.38	0.33	0.38	0.39	0.40
20				0.30	0.46	0.29	0.30	0.27
ความยาวเฉลี่ย	0.38	0.38	0.34	0.39	0.40	0.37	0.35	0.37
น้ำหนักรวม	0.2812	0.3154	0.145	0.4882	0.3870	0.4999	0.3214	0.3270
น้ำหนักเฉลี่ย	0.016	0.016	0.013	0.019	0.017	0.019	0.015	0.015

ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 15 วัน ซ้ำที่ 3

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.39	0.53	0.44	0.50	0.36	0.54	0.58	0.39
2	0.35	0.37	0.28	0.41	0.50	0.41	0.41	0.30
3	0.34	0.33	0.35	0.31	0.39	0.50	0.29	0.28
4	0.41	0.37	0.40	0.47	0.45	0.39	0.33	0.37
5	0.40	0.32	0.38	0.47	0.28	0.30	0.27	0.37
6	0.36	0.46	0.36	0.31	0.37	0.28	0.28	0.35
7	0.36	0.34	0.40	0.41	0.37	0.27	0.42	0.33
8	0.35	0.45	0.34	0.35	0.34	0.45	0.29	0.53
9	0.42	0.35	0.38	0.48	0.35	0.48	0.55	0.47
10	0.34	0.36	0.38	0.34	0.34	0.34	0.28	0.36
11	0.38	0.37	0.35	0.32	0.43	0.30	0.58	0.52
12	0.34	0.32		0.32	0.34	0.35	0.31	0.40
13	0.37	0.46		0.29	0.42	0.36	0.35	0.39
14	0.35	0.45		0.35	0.29	0.39	0.30	
15	0.38	0.32		0.35	0.33	0.41	0.33	
16	0.41	0.46		0.40	0.34	0.38	0.35	
17	0.40			0.30	0.43	0.28	0.25	
18	0.36			0.34	0.34	0.35	0.33	
19	0.34			0.32	0.42	0.36	0.42	
20				0.35	0.34	0.41	0.27	
ความยาวเฉลี่ย	0.37	0.39	0.37	0.37	0.37	0.38	0.36	0.39
น้ำหนักรวม	0.2400	0.1295	0.1898	0.5918	0.4482	0.4660	0.3331	0.2352
น้ำหนักเฉลี่ย	0.013	0.008	0.017	0.025	0.015	0.017	0.014	0.018

ตารางที่ ง.3 ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 30 วัน ซ้ำที่ 1

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.57	0.68	0.62	0.69	0.43	0.55	0.56	0.78
2	0.76	0.64	0.56	0.90	0.63	0.73	0.59	0.67
3	0.50	0.48	0.67	0.61	0.67	0.51	0.43	0.58
4	0.74	0.45	0.43	0.63	0.74	0.45	0.45	0.70
5	0.52	0.56	0.47	0.50	0.74	0.52	0.61	0.67
6	0.68	0.49		0.40	0.57	0.41	0.51	0.90
7	0.77	0.50		0.48	0.92	0.62	0.57	0.54
8	0.53	0.70		0.31	0.84	0.63	0.36	0.60
9	0.42				0.63	0.44	0.50	0.41
10	0.62				0.58		0.54	
11	0.88				0.79			
12					0.65			
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
ความยาวเฉลี่ย	0.63	0.56	0.55	0.56	0.68	0.54	0.51	0.65
น้ำหนักรวม	0.6658	0.3269	0.1880	0.3812	0.8005	0.3962	0.0942	0.4573
น้ำหนักเฉลี่ย	0.061	0.089	0.041	0.047	0.048	0.400	0.031	0.051

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 30 วัน ซ้ำที่ 2

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.73	0.70	0.75	0.56	0.53	0.61	0.62	0.72
2	0.57	0.55	0.76	0.55	0.44	0.67	0.65	0.68
3	0.82	0.48	0.47	0.52	0.78	0.33	0.61	0.67
4	0.55	0.45	0.41	0.46	0.61	0.50	0.67	0.70
5	0.81	0.49	0.40	0.56	0.78	0.56	0.36	0.48
6	0.42		0.54	0.50	0.52	0.58	0.50	0.68
7	0.37			0.63	0.67	0.47	0.54	0.68
8				0.55	0.90	0.53	0.46	0.66
9				0.42	0.56	0.42	0.67	0.69
10						0.62	0.74	0.60
11						0.72		0.60
12						0.45		0.61
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
ความยาวเฉลี่ย	0.61	0.53	0.55	0.53	0.64	0.54	0.58	0.65
น้ำหนักรวม	0.3876	0.2018	0.2970	0.3556	0.4556	0.3386	0.4619	0.1126
น้ำหนักเฉลี่ย	0.055	0.040	0.050	0.036	0.038	0.031	0.042	0.056

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 30 วัน ซ้ำที่ 3

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.45	0.43	0.37	0.51	0.45	0.76	0.90	0.76
2	0.63	0.68	0.63	0.50	0.69	0.49	0.62	0.75
3	0.70	0.60	0.47	0.50	0.55	0.54	0.42	0.80
4	0.38	0.65	0.40	0.64	0.63	0.52	0.65	0.50
5	0.56	0.39	0.55	0.51	0.67	0.31	0.32	0.54
6	0.55	0.68	0.45	0.50	0.62	0.63	0.52	0.56
7		0.64	0.70	0.46	0.34	0.37	0.58	0.47
8		0.55		0.79	0.67	0.68	0.66	0.48
9		0.58			0.33		0.63	0.36
10					0.55		0.74	0.39
11					0.75			
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
ความยาวเฉลี่ย	0.54	0.58	0.51	0.55	0.57	0.53	0.60	0.56
น้ำหนักรวม	0.2112	0.1807	0.2767	1.0293	0.4943	0.3107	0.4775	0.4934
น้ำหนักเฉลี่ย	0.035	0.036	0.035	0.047	0.045	0.039	0.048	0.049

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.4 ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 45 วัน ซ้ำที่ 1

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	1.15	0.85	0.98	0.78	0.97	0.86	0.83	0.77
2	0.40	0.84	1.10	0.95	1.16	0.74	0.79	0.74
3	0.76	0.73	0.76	0.91	0.71	0.70	0.58	0.96
4	0.95	0.64	0.61	1.08	0.84	0.57	0.57	0.88
5	0.90	0.75	0.78	0.73	0.96	0.83	0.94	0.78
6	1.00	0.88			0.94	0.78	0.83	0.87
7	0.85				0.87	0.67	0.84	0.86
8	0.84				0.77	0.65	0.67	0.63
9					0.93		0.79	0.83
10							0.62	
11							0.67	
12							0.83	
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
ความยาวเฉลี่ย	0.86	0.78	0.84	0.89	0.90	0.72	0.75	0.81
น้ำหนักรวม	0.7800	0.8681	0.4522	0.768	1.2652	0.3710	0.5180	0.7650
น้ำหนักเฉลี่ย	0.098	0.096	0.090	0.128	0.141	0.074	0.086	0.096

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 45 วัน ซ้ำที่ 2

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.90	0.86	1.02	1.08	0.77	0.78	0.76	0.74
2	1.05	0.59	0.87	0.92	0.61	0.67	0.84	0.48
3	0.65	0.75	1.01	0.62	0.73	0.65	0.68	1.05
4	0.75	0.73	0.75	0.70	1.02	1.00	0.88	1.00
5	0.67		0.96	1.01	0.96	0.97	0.97	0.87
6			0.74	0.94	1.02	0.75	0.84	0.90
7				0.86	1.01	0.56	0.67	0.83
8						0.77	0.75	0.85
9						0.70	0.82	0.95
10						0.68		0.68
11								0.85
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
ความยาวเฉลี่ย	0.80	0.73	0.89	0.87	0.87	0.75	0.80	0.83
น้ำหนักรวม	0.8670	0.6572	0.5445	0.6197	0.8840	0.7772	0.5045	1.1855
น้ำหนักเฉลี่ย	0.124	0.073	0.091	0.103	0.111	0.078	0.084	0.108

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความยาวเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ ที่ เวลา 45 วัน ซ้ำที่ 3

จำนวน	Control	Yeast 0.1%	Yeast 0.5%	Yeast 1%	BS11	Mix 0.1%	Mix 0.5%	Mix 1%
1	0.95	0.83	0.80	1.08	0.96	0.75	0.55	0.70
2	0.85	0.69	0.78	0.93	0.94	0.66	0.88	0.68
3	0.65	0.90	0.65	0.70	0.87	0.76	0.97	0.90
4	0.75	0.58	0.75	0.91	0.77	0.74	0.83	1.00
5	0.72	0.84	0.72	1.18	0.73	0.68	0.58	0.83
6			0.95	0.83	1.02	0.70	0.47	0.88
7				0.82	0.77	0.57	0.94	0.83
8					0.61		0.75	0.85
9					0.84			0.85
10					0.77			
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
ความยาวเฉลี่ย	0.78	0.77	0.77	0.92	0.83	0.69	0.75	0.83
น้ำหนักรวม	0.7642	0.7627	0.4984	1.4588	0.7154	0.5741	0.4897	0.9753
น้ำหนักเฉลี่ย	0.096	0.076	0.083	0.073	0.089	0.082	0.098	0.098

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธรรมรัตน์ วาจาสัตย์ เกิดเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน 2527 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาชั้น มัธยมศึกษาที่โรงเรียนสตรีทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปีการศึกษา 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาผลิตกรรมชีวภาพ คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต ที่ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 ที่ผ่านมามีการนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการดังต่อไปนี้

- นำเสนอผลงาน แบบโปสเตอร์ เรื่อง ผลของการเสริมโปรไบโอติกในอาหารต่อการเจริญและการรอดตายของหอยหวานระยะวัยรุ่นในบ่อเลี้ยงระบบน้ำทะเลหมุนเวียนแบบกึ่งปิด. การประชุมวิชาการ และเสนอผลงานวิจัย เรื่องการวิจัยและพัฒนาเพื่อการเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจรของประเทศไทย ครั้งที่ 1 โรงแรมไดมอนด์พลาซ่า อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี วันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551.

- นำเสนอผลงาน แบบบรรยาย เรื่อง ผลของการเสริมยีสต์ และบาซิลัส สายพันธุ์ S11 ต่อการเติบโตและการรอดตายของหอยหวาน *Babylonia areolata* วัยอ่อน. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล 2553 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพทะเลไทย: อุปสรรคและโอกาส ณ โรงแรมรอยัลซิตี้ ภูเก็ต ระหว่างวันที่ 28-30 มิถุนายน 2553

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย