ปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมในอาหารต่อการเติบโต และอัตรารอดของหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะวัยรุ่น

นางสาวเดือนนภา เอ่งฉ้วน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OPTIMAL TUNA OIL AND ASTAXANTHIN FOR GROWTH AND SURVIVAL OF JUVENILE SPOTTED BABYLON *Babylonia areolata*

Miss Deuannapha Angchuan

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	ปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมในอาหารต่อการเติบโต และอัตรารอดของหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะวัยรุ่น
โดย	นางสาวเดือนนภา เอ่งฉ้วน
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 เลิศวิทยาประสิทธิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิรุษา กฤษณะพันธุ์)

เดือนนภา เอ่งฉ้วน : ปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมในอาหารต่อการเติบโตและอัตรารอดของหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะวัยรุ่น (OPTIMAL TUNA OIL AND ASTAXANTHIN FOR GROWTH AND SURVIVAL OF JUVENILE SPOTTED BABYLON *Babylonia areolata*) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: อ.ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์, 105 หน้า.

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินในการเลี้ยงหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะวัยรุ่น เพื่อการเติบโต และอัตรารอดสูงสุด โดยใช้อาหารสำเร็จรูปที่มีสัดส่วนน้ำมันปลาทูน่า (TO) 4 ระดับคือ 7, 5, 3 และ 1 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม และมีแอสตาแซนทิน (AS) 4 ระดับ คือ 0, 100, 200 และ 500 ส่วนในล้านส่วน รวม 16 สูตรอาหาร ทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นในระบบหมุนเวียนน้ำแบบกึ่งปิด โดยใช้หอยขนาดความยาวเปลือกเริ่มต้นเฉลี่ย 0.5±0.01 เซนติเมตร จำนวน 30 ตัวต่อหน่วยทดลอง หน่วยทดลองละ 3 ซ้ำ เป็นเวลา 120 วัน ในตะกร้าขนาด 16x14x19 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผลการศึกษาพบว่า เมื่อทดลองครบ 120 วัน ลูกหอยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 (TO7:AS100) ซึ่งมีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 7 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม และระดับแอสตาแซนทิน 100 ส่วนในล้านส่วน มีการเติบโตโดยความยาวเปลือก และการเติบโตโดยน้ำหนักสูงกว่าอาหารทดลองสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ดีที่สุด โดยอาหารทุกสูตรเมื่อสิ้นสุดการศึกษาให้อัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ พบระดับแอสตาแซนทินในเนื้อหอยหวานหลังทดลองให้อาหารทั้ง 16 สูตร เพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นในอาหาร

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต เดือนนภา เอ่งฉ้วน

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

5072274923 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEYWORDS : Astaxanthin/ Tuna oil/ *Babylonia areolata*

DEUANNAPHA ANGCHUAN: OPTIMAL TUNA OIL AND ASTAXANTHIN FOR GROWTH AND SURVIVAL OF JUVENILE SPOTTED BABYLON *Babylonia areolata*

ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMKIAT PIYATIRATITIVORAKUL, Ph.D.

CO-ADVISOR: NILNAJ CHAITHANAVISUTI, Ph.D., 105 pp.

Optimal tuna oil and astaxanthin for growth and survival of juvenile spotted babylon, *Babylonia areolata* were determined. The experimental diets consisted of 4 levels of tuna oil (TO) 7, 5, 3 and 1 g/100 g diet and 4 levels of astaxanthin (AS) 0, 100, 200 and 500 ppm. Total diet treatments were 16 formulas. Initial juveniles spotted babylon average shell length of 0.5± 0.01 cm were fed the experimental diets for 120 days. Thirty spotted babylon were reared in a 16x14x19 cm plastic basket raised in a closed recirculating water system. Three replications of each experimental diet were conducted. The result indicated that at 120 days babylon fed diet formula 2 (TO7:AS100) tuna oil 7 g/100 g diet and astaxanthin 100 ppm. showed the best average shell length, weight was significantly higher than those fed on other diet ($P<0.05$) and specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR). At the end of the experiment, all diet treatments showed 100 % survival of the snail. The level of astaxanthin in babylon increased significantly related to astaxanthin concentrations in the diet.

Department : Marine Science Student's Signature : .....

Field of Study : Marine Science Advisor's Signature : .....

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

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และธนาคารกสิกรไทยที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือเอาใจใส่ ให้กำลังใจทั้งการเรียน และการทำวิจัย รวมทั้งการแนะนำเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และช่วยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ และขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร.นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ ที่ให้คำแนะนำในเรื่องการเลี้ยง การสนับสนุนลูกพันธุ์หอยหวานจากหน่วยปฏิบัติการวิจัย และถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มเพาะและเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร (RU หอยหวาน) จังหวัดเพชรบุรี รวมทั้งการช่วยตรวจทานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.เจริญ นิติธรรมยง รองศาสตราจารย์ ดร.ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ และผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร. ศิรุษา กฤษณะพันธุ์ สำหรับคำแนะนำต่างๆ ในการทำวิจัย และร่วมเป็นประธานและกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

งานวิจัยนี้ศึกษาที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา ตำบลอ่างศิลา อำเภอเมืองฯ จังหวัดชลบุรี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือขณะทำการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณเสรี ดอนเหนือ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการจัดซื้อวัตถุดิบ และให้คำแนะนำในการทำอาหารทดลอง รวมถึงพี่ๆ เพื่อนๆ ทุกคนในศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ทั้งที่จบการศึกษาไปแล้ว และที่ยังศึกษาอยู่ ที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ และอยู่เป็นเพื่อนในเวลาทำวิจัยทั้งใน และนอกสถานที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นางสาวอรนุช พฤษศรี นางนิศาชล ฤาแก้วมา และนางสาวปริยภัทร ภัทรธำรง และขอบคุณสัตว์ทดลองทุกๆ ตัวที่เสียสละชีวิตเพื่อการศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่คอยให้ทั้งกำลังใจ เอาใจใส่ และห่วงใยสุขภาพตลอดเวลา ตลอดจนให้กำลังกาย และกำลังทรัพย์เรื่อยมา จนจบการศึกษา และขอขอบคุณครอบครัวธีระพุทธรักษา ที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือเหมือนทำวิทยานิพนธ์นี้ไปด้วยกัน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฐ

บทที่

1 บทนำ..... 1

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 18

3.1 สถานที่วิจัย..... 18

3.2 การวางแผนการทดลอง..... 18

3.3 หน่วยทดลองและระบบเลี้ยง..... 19

3.4 สัตว์ทดลอง..... 23

3.5 การเตรียมอาหารทดลอง..... 25

3.6 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง..... 27

3.7 การเก็บข้อมูล ประเมินผล และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 28

4 ผลการศึกษา..... 30

4.1 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสำเร็จรูป และเนื้อหอยหวานหลังการทดลอง..... 30

4.2 ปริมาณแอสตาแซนทินในอาหารสำเร็จรูป และในเนื้อหอยหวานหลังการทดลอง..... 31

4.3 ผลของปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวาน..... 33

4.4 ผลของน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตรารอด..... 40

4.5 ลักษณะของสีเปลือก..... 40

4.6 คุณภาพน้ำทะเล 43

สารบัญ (ต่อ)

5 อภิปรายผลการวิจัย..... 44
6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 51
รายการอ้างอิง…… 54
ภาคผนวก…….. 59
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพอาหาร……..…… 60
ภาคผนวก ข ข้อมูลจากการทดลอง…… 67
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 103
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์…… 105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	รายงานการศึกษาการใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นถึงขนาดตลาด…….	17
3-1	องค์ประกอบของอาหารทดลองสูตรที่ 1-สูตรที่ 16…….……	26
4-1	คุณค่าทางโภชนาการเฉลี่ย (mean ±SE; เปอร์เซ็นต์) ของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลอง……..	30
4-2	คุณค่าทางโภชนาการเฉลี่ย (mean ±SE; เปอร์เซ็นต์) ของเนื้อหอยหวานหลังการทดลอง……...	31
4-3	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอสตาแซนทิน (mean ±SE; มิลลิกรัมกรัม) ในอาหารสำเร็จรูปและในเนื้อหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปแต่ละสูตร ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ……..	32
4-4	อัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกเฉลี่ย (mean ±SE; เซนติเมตร)……	35
4-5	อัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักเฉลี่ย (mean ±SE; กรัม)……...	38
4-6	ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวเปลือกของหอยหวานที่กินอาหารทดลองสูตรต่างๆ…….	39
4-7	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) อัตารอด และอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR)……..	41
4-8	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทะเล (mean ±SE) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ค่าเฉลี่ยจากการวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 3 ซ้ำ……	43
5-1	เปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างการศึกษาในครั้งนี้กับรายงานการศึกษาการใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นถึงขนาด	49
ภาคผนวก ข 1	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 1……	67
ภาคผนวก ข 2	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 2……	68
ภาคผนวก ข 3	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 3……	69
ภาคผนวก ข 4	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 4……	70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ภาคผนวก ข 5	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 5.....	71
ภาคผนวก ข 6	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 6.....	72
ภาคผนวก ข 7	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 7.....	73
ภาคผนวก ข 8	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 8.....	74
ภาคผนวก ข 9	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 9.....	75
ภาคผนวก ข 10	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 10.....	76
ภาคผนวก ข 11	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 11.....	77
ภาคผนวก ข 12	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 12.....	78
ภาคผนวก ข 13	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 13.....	79
ภาคผนวก ข 14	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 14.....	80
ภาคผนวก ข 15	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 15.....	81
ภาคผนวก ข 16	ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 16.....	82
ภาคผนวก ข 17	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 1.....	83
ภาคผนวก ข 18	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 2.....	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ภาคผนวก ข 19	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 3…….	85
ภาคผนวก ข 20	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 4…….	86
ภาคผนวก ข 21	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 5…….	87
ภาคผนวก ข 22	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 6…….	88
ภาคผนวก ข 23	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 7…….	89
ภาคผนวก ข 24	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 8…….	90
ภาคผนวก ข 25	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 9…….	91
ภาคผนวก ข 26	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 10……	92
ภาคผนวก ข 27	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 11……	93
ภาคผนวก ข 28	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 12……	94
ภาคผนวก ข 29	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 13……	95
ภาคผนวก ข 30	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 14……	96
ภาคผนวก ข 31	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 15……	97
ภาคผนวก ข 32	ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 16……	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ภาคผนวก ข 33	การเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ย (mean ±SE; เซนติเมตร) ของหอยหวานแต่ละชุดการทดลอง…….	99
ภาคผนวก ข 34	การเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ย (mean ±SE; กรัม) ของหอยหวานแต่ละชุดการทดลอง…….	100
ภาคผนวก ข 35	ค่าคุณภาพน้ำทะเลตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจากการวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง …….....	101
ภาคผนวก ข 36	ค่าคุณภาพน้ำทะเลตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจากการวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง …….....	102
ภาคผนวก ค 1	เปรียบเทียบการเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ.....	103
ภาคผนวก ค 2	เปรียบเทียบการเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยของลูกหอยที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ....	104

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2-1	แสดง proboscis ของหอยหวาน……	4
2-2	ระบบทางเดินอาหารของหอยหวาน……..	4
2-3	สูตรโครงสร้างของแอสตาแซนทิน 3, 3'-dihydroxy-4, 4'-diketo- β –carotene…	10
2-4	โครงสร้างแอสตาแซนทินทั้ง 3 อนุพันธ์ (3S,3'S, 3R, 3'S, 3R, 3'R)…….	11
3-1	ตะกร้าที่ใช้เป็นหน่วยทดลอง……	20
3-2	ระบบหมุนเวียนน้ำแบบกึ่งปิดที่ใช้ในการทดลอง…….	21
3-3	ระบบที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงจะใช้ระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด……...	22
3-4	ถังเพาะเลี้ยงจะมีลักษณะเป็นท่อวางแนวนอน มีช่องเปิด 6 ช่อง……..	22
3-5	ลักษณะการวางตะกร้าไว้ในช่องเปิดของถังเพาะเลี้ยง ช่องละ 1 ตะกร้า……..	23
3-6	การคัดเลือกหอยที่ใช้ในการทดลองโดยจะใช้ลูกหอยในรอบการผลิตเดียวกัน…	24
3-7	การวัดการเติบโตของหอยหวาน (ก) วัดความยาวเปลือก (ข) ชั่งน้ำหนัก…….	24
3-8	การทำอาหาร ก. ผสมน้ำลงในอาหาร ข. อาหารที่ผสมน้ำ ค. อัดแท่งอาหาร ง. ลักษณะแท่งอาหาร……	27
4-1	ความยาวเปลือกเฉลี่ย (mean ±SE; เซนติเมตร) ของหอยหวานระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีสัดส่วนน้ำมันปลาทูน่าและแอสตาแซนทินต่างกัน เป็นเวลา 16 สัปดาห์……	34
4-2	น้ำหนักเฉลี่ย (mean ±SE; กรัม) ของหอยหวานระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีสัดส่วนน้ำมันปลาทูน่าและแอสตาแซนทินต่างกัน เป็นเวลา 16 สัปดาห์……..	37
4-3	ลักษณะสีเปลือกของหอยหวานที่มีความแตกต่างกันในแต่ละความเข้มข้นของแอสตาแซนทิน …….	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หอยหวานหรือหอยตุ๊กแก เป็นหอยทะเลเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ปัจจุบันพบว่าปริมาณหอยหวานที่จับได้จากแหล่งทำการประมงลดต่ำลง หอยหวานที่จับได้มีขนาดเล็กลง ในขณะที่ความต้องการของตลาดกลับเพิ่มสูงขึ้น (นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์และศิรุยา กฤษณะพันธุ์, 2545) โดยสาเหตุสำคัญของการลดลงของผลผลิตหอยหวานนั้นเกิดจากการทำประมงหอยหวานเกินกำลังการผลิตของธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง มีผลให้เกิดการขาดแคลน พ่อแม่พันธุ์หอยหวานในธรรมชาติเพื่อนำมาทำการเพาะเลี้ยง ซึ่งในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์นั้นประสบความสำเร็จในระดับหนึ่ง แต่ยังพบปัญหาที่สำคัญ คือ อัตราการรอดตายของลูกหอยระยะลงพื้นค่อนข้างต่ำ และการเติบโตช้า รวมทั้งปัญหาพ่อแม่พันธุ์ที่หายากทำให้การเพาะเลี้ยงหอยหวานมีปัญหาเรื่องลูกพันธุ์ ด้วยเหตุนี้การศึกษาเพื่อเพิ่มอัตรารอดของลูกพันธุ์หอยให้สูงขึ้นจึงมีความสำคัญยิ่ง

ปัจจุบันเกษตรกรใช้เนื้อปลาข้างเหลือง และปลาเป็ดเป็นอาหารในการเลี้ยงหอยหวาน เนื่องจากไม่มีความยุ่งยากในการจัดเตรียม แต่ในบางฤดูกาล เช่นในฤดูมรสุมจะหาซื้อปลาเป็ดได้ยาก มีราคาแพง ความสดของปลาไม่ตงที่ และไม่สามารถควบคุมคุณค่าทางโภชนาการที่แน่นอนของเนื้อปลาได้ นอกจากนั้นยังมีค่าใช้จ่ายในการจัดการ และค่าใช้จ่ายในการแช่แข็ง ทำให้มีค่าใช้จ่ายรวมที่เพิ่มขึ้น ส่วนระบบน้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานในปัจจุบันจะใช้ระบบน้ำทะเลไหลผ่านตลอด (flow-through seawater system) และระบบน้ำทะเลหมุนเวียน (recirculating seawater system) ซึ่งมีลักษณะเป็นระบบปิด (นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์, 2548) ระบบทั้ง 2 แบบนี้มีทั้งข้อดี และข้อเสีย คือ ระบบน้ำทะเลแบบไหลผ่านตลอดจะทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำทะเล และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าในการสูบน้ำ ส่วนระบบน้ำทะเลแบบหมุนเวียนแบบปิดเมื่อทำการเลี้ยงหอยหวานเป็นเวลานานจะทำให้ลูกหอยเกิดความผิดปกติของเปลือก คือ สีเปลือกจะจางกว่าปกติ ผิวเปลือกชั้นนอกลอกออกทำให้เปลือกบางขึ้น (ทศพล สังข์ศิรินทร์, 2550) ด้วยเหตุนี้การพัฒนาอาหารสำเร็จรูปที่มีการเสริมสารอาหารที่สำคัญจึงมีความจำเป็นต่อการเติบโต และการรอดตายของหอยหวานเป็นอย่างยิ่ง โดยการวิจัยครั้งนี้ทำการเสริมน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินในอาหารสำเร็จรูปในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งน้ำมันปลาทูน่ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวจำพวกโอเมก้า 3 คือ กรดดีโคซาเฮกซาโนอิกเฮกซาโน หรือ DHA (Docosahexaenoic acid) และกรดไอโคซาแพนทาอิโนอิก หรือ EPA (Eicosapentaenric acid) ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัวนี้สามารถใช้เสริมภูมิคุ้มกัน และเป็น

อาหารเสริมสุขภาพสัตว์น้ำ มีบทบาทสำคัญต่อการเติบโต และอัตราการรอดของสัตว์น้ำวัยอ่อน (มะลิ บุณยรัตผลิน 2531) ส่วนแอสตาแซนทินสามารถเพิ่มสีสันให้แก่สัตว์น้ำได้ (Lucien-Brun and Vidal, 2006) การเสริมน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินในอาหารสำเร็จรูปเพื่อนำมาใช้ในการเลี้ยงหอยหวานจึงเป็นอีกทางหนึ่งในการเพิ่มอัตราการเติบโต และอัตรารอดของหอยหวานให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตของหอยหวานให้ตอบสนองต่อความต้องการของตลาด สามารถฟื้นฟูทรัพยากรหอยหวานในธรรมชาติเพื่อการประมงอย่างยั่งยืน รวมทั้งยังสามารถเพิ่มสีสันให้แก่เปลือกหอยหวานได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินต่อการเติบโต และการรอดตายของหอยหวานระยะวัยรุ่น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาอาหารสำเร็จรูปที่เหมาะสมสำหรับหอยหวานระยะวัยรุ่น โดยใช้อาหารทดลอง 16 สูตร ที่มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่าต่างกัน 4 ระดับ (7, 5, 3, และ 1 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) และระดับแอสตาแซนทินต่างกัน 4 ระดับ (0, 100, 200 และ 500 ส่วนในล้านส่วน) ต่อการเติบโต การแลกเนื้อ และการรอดตายของหอยหวาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้อาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยหวาน สามารถเพิ่มอัตราการเติบโต และการรอดตายของหอยหวานระยะวัยรุ่นถึงขนาดตลาด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีววิทยาของหอยหวาน

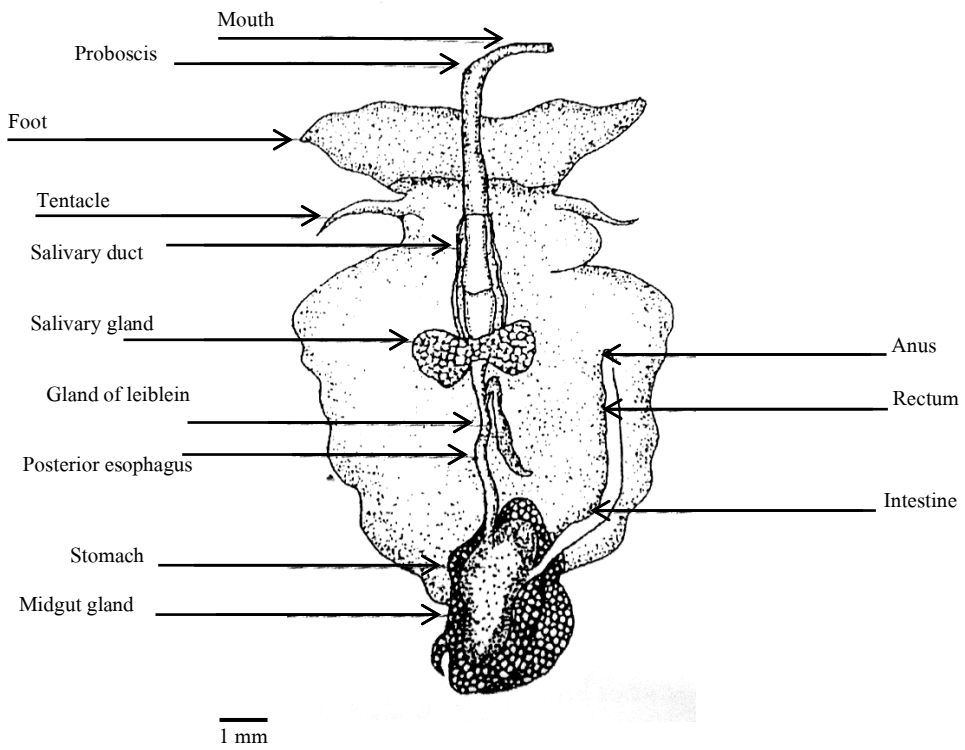
หอยหวานมีชื่อสามัญว่าหอยตุ๊กแก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Babylonia areolata* หอยหวานอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Mollusca) ชั้นแกสโทรโพดา (Gastropoda) วงศ์บัคซินิดี (Buccinidae) หอยหวานเป็นหอยทะเลฝาเดียวมีเปลือกค่อนข้างหนา ผิวเรียบ เปลือกมีพื้นสีขาวและมีแต้มสี่เหลี่ยมสีน้ำตาลดำขนาดใหญ่เรียงเป็น 3 แถวบนวงลำตัว บริเวณปลายสุดของส่วนเปลือกจะแหลม ขดเป็นเกลียว และมีร่องที่ไม่ลึกมากนัก ฝาปิด (operculum) เป็นรูปทรงไข่ที่สามารถปิดช่องเปิดลำตัวได้อย่างสนิท หอยหวานมีหนวด 1 คู่ และมีตา 1 คู่ อาศัยอยู่บริเวณพื้นทะเลที่เป็นทรายหรือทรายปนโคลนที่ระดับความลึกประมาณ 5 – 20 เมตร ความเค็มประมาณ 28-35 ส่วนในล้านส่วน หอยหวานกระจายอยู่ทั่วไปบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย ได้แก่ ระยอง จันทบุรี ตราด เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช หอยหวานจะวางไข่เป็นฝัก ไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว (fertilized eggs) จะพัฒนาเป็นลูกหอยระยะพัฒนาที่เรียกว่า trocophore ภายในเวลา 24 ชั่วโมงหลังการวางไข่ ลูกหอยระยะนี้จะเจริญอยู่ภายในฝักไข่เป็นเวลาประมาณ 4-5 วันหลังจากวางไข่ หลังจากนั้นลูกหอยระยะวัยอ่อนที่เรียกว่า veliger จะฟักออกจากฝักไข่และดำรงชีพแบบแพลงก์ตอนล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ โดยลูกหอยระยะวัยอ่อนสามารถเจริญเข้าสู่ลูกหอยระยะลงเกาะ (settled juveniles) ภายในเวลาประมาณ 14 – 16 วันลูกหอยระยะนี้มีเปลือกและรูปร่างสมบูรณ์เหมือนพ่อแม่ทุกประการและดำรงชีพด้วยการคืบคลานบนพื้นทะเล โดยหอยหวานสามารถเข้าสู่ระยะพร้อมที่จะผสมพันธุ์ (first maturity) ได้ที่ความยาวเปลือกประมาณ 3.6 เซนติเมตรหรืออายุประมาณ 6 เดือนหลังจากวางไข่

2.2 อาหาร และการกินอาหาร

พฤติกรรมการกินอาหารของหอยหวานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบตามช่วงชีวิตคือ ลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน (plankton) ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำกินอาหารด้วยการกรอง (filter feeder) โดยลูกหอยมีอวัยวะคล้ายแปรงเป็นวงที่เรียกว่า velum สำหรับโบกพัดน้ำทะเลเข้าสู่ช่องปาก และกรองกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร สำหรับลูกหอยหวานตั้งแต่ระยะลงเกาะจนถึงระยะตัวเต็มวัยเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีวิตบนพื้นทะเล โดยกินซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหารทั้งในสภาพสด และไม่สด หอยหวานมีการกินอาหารแบบกลุ่มก้อนโดยหอยหวานมี

ต่อมน้ำลายสำหรับสร้างน้ำย่อย และส่งออกมาทางงวงยาวที่เรียกว่า proboscis **(รูปที่ 2-1)** เพื่อย่อยอาหารภายนอกร่างกายแล้วจึงดูดเข้าไปภายในร่างกาย โดยงวงนี้สามารถยืดยาวได้ประมาณ 8 – 10 เซนติเมตร ระบบทางเดินอาหารของหอยหวานประกอบด้วยปาก หลอดอาหาร กระเพาะ ลำไส้ และทวารหนัก (นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์และศิรุยา กฤษณะพันธุ์, 2545) ดัง**รูปที่ 2-2**

รูปที่ 2-1 รูปแสดง proboscis ของหอยหวาน (ที่มา: หน่วยปฏิบัติการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะฟักและเลี้ยงหอยหวานเชิงพานิชย์แบบครบวงจร, 2551: ออนไลน์)



รูปที่ 2-2 ระบบทางเดินอาหารของหอยหวาน
(นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุยา กฤษณะพันธุ์, 2545)

2.3 ความต้องการสารอาหาร

อาหารคือสิ่งที่สัตว์น้ำกินแล้วเกิดประโยชน์ต่อร่างกาย อาหารที่สัตว์น้ำกิน หลังจากถูกย่อยเป็นสารอาหารมีขนาดโมเลกุลเล็กลงจะถูกดูดซึมขนส่งไปยังเซลล์ต่างๆ เพื่อให้สัตว์น้ำได้ใช้ประโยชน์ โดยช่วยสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้พลังงานและช่วยควบคุมให้การปฏิบัติงานของกระบวนการต่างๆในร่างกายดำเนินไปตามหน้าที่ แล้วส่งผลให้สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิต มีการเติบโตและสืบพันธุ์ได้อย่างปกติ (เวียง เชื้อโพธิ์หัก, 2542)

สารอาหารที่สัตว์น้ำต้องการ แบ่งออกเป็น สารอาหารหลัก ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน สารอาหารรอง ได้แก่ วิตามิน แร่ธาตุ และอื่นๆ โดยที่

- โปรตีน มีความสำคัญมากต่อการเติบโต เสริมสร้างอวัยวะ ฮอร์โมน และสารพันธุกรรม โดยมากความต้องการโปรตีนเพื่อการเติบโตของปลากินเนื้อส่วนใหญ่ต้องการโปรตีนเพื่อการเติบโตสูงประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ปลากินพืช, ปลากินทั้งพืชและเนื้อต้องการโปรตีนประมาณ 20-25% และ 25-35% ตามลำดับ (วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2536; Wilson, 2002) การศึกษาของ Zhou *et al*. (2007) และ Ke *et al*. (2007) พบว่า ระดับโปรตีนที่เหมาะสมในการเติบโตของ juvenile ivory shell (*Babylonia areolata*) ควรอยู่ในระดับ 36.47-43.10% การศึกษาของ ชิดชนก รอดเรือง (2551) พบว่าหอยหวานมีการเติบโตสูงสุดเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 38.4 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 4.08 กิโลแคลอรีต่อกรัมโปรตีนเป็นอินทรีย์สารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญนอกเหนือไปจากคาร์บอนไฮโดรเจนและออกซิเจน และยังมีฟอสฟอรัส, เหล็ก และซัลเฟอร์อยู่บ้างเล็กน้อย หน่วยย่อยสุดของโปรตีนมีขนาดของโมเลกุลเล็กที่สุดเรียกว่า กรดอะมิโน (amino acid) อาหารที่มีโปรตีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกย่อยและเปลี่ยนให้กลายเป็นกรดอะมิโน จากนั้นจะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงนำกรดอะมิโนเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย โปรตีนเป็นสารอาหารที่สำคัญยิ่งอย่างหนึ่งในการเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นสัตว์จึงจำเป็นต้องได้รับโปรตีนอย่างเพียงพอตลอดเวลา นอกจากนี้โปรตีนยังเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญในการให้พลังงานคือ โปรตีน 1 กรัม ให้พลังงาน 4-5.65 กิโลแคลอรี (เวียง เชื้อโพธิ์หัก, 2542; วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2541) โปรตีนทำหน้าที่หลายอย่างในร่างกายที่สำคัญ ได้แก่

1. เป็นองค์ประกอบของเซลล์ทุกชนิดในร่างกายของสัตว์ โดยเฉพาะเซลล์กล้ามเนื้อ กระดูก ฟัน เกล็ด ผิวหนังและเลือด ปกติเซลล์ในร่างกายจะต้องมีการเสื่อมสลายและจำเป็นต้องได้รับโปรตีนมาซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่จะทำงานได้ตามปกติตลอดเวลา โปรตีนจึงทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของร่างกายหรือสร้างความเจริญเติบโตให้ร่างกายโดยตรง

2. โปรตีนในเลือดทำหน้าที่ที่สำคัญ เช่น

2.1 รักษาสมดุลของความดันออสโมติก ทำให้ของเหลวภายในและนอกเซลล์อยู่ในภาวะสมดุลซึ่งเป็นสภาวะปกติ ในสภาวะที่โปรตีนในเลือดลดต่ำลงกว่าปกติ ความดันออสโมติกจะลดต่ำลงด้วย ทำให้ของเหลวซึมเข้าไปภายในเซลล์ เซลล์จึงเกิดอาการบวม ถ้าโปรตีนในเลือดเพิ่มสูงขึ้นจนเป็นปกติ ความดันออสโมติกจะกลับสู่ภาวะสมดุล ของเหลวที่คั่งค้างอยู่ในเซลล์จะถูกขับออกภายนอกทำให้อาการบวมหายไป

2.2 ควบคุมความเป็นกรด-เบสในเลือดและในเซลล์ให้อยู่ในภาวะปกติ คือมีค่าความเป็นกรด-เบสอยู่ในช่วงที่เหมาะสม การที่โปรตีนมีส่วนสำคัญในการรักษาความเป็นกรด-เบสให้อยู่ในช่วงดังกล่าว ทำให้การทำงานของเซลล์ต่างๆ ในร่างกายเป็นไปตามปกติ

2.3 ให้ภูมิคุ้มกัน เพื่อป้องกันการเกิดโรค จากแอนติบอดีซึ่งเป็นโปรตีนที่ร่างกายสร้างขึ้นจากโปรตีนในอาหาร

2.4 เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และฮอร์โมนซึ่งมีบทบาทสำคัญในการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์อาหาร เช่นการย่อย การดูดซึมและกระบวนการเมแทบอลิซึม โดยเอนไซม์ทำหน้าที่เป็นตัวเร่ง ส่วนฮอร์โมนทำหน้าที่ควบคุมปฏิกิริยาต่างๆ (เวียง เชื้อโพธิ์หัก, 2542)

ความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำ ขึ้นอยู่กับ

1) ชนิดของสัตว์น้ำ ซึ่งแต่ละชนิดจะมีความต้องการโปรตีนในระดับที่แตกต่างกันไป เช่น กุ้งต้องการโปรตีนที่ระดับ 40% ปลาต้องการระดับโปรตีนอยู่ในช่วง25 – 35% เป็นต้น

2) ขนาดหรืออายุของสัตว์น้ำ ในสัตว์น้ำวัยอ่อนจะมีความต้องการโปรตีนในระดับที่สูงกว่าในตัวเต็มวัยหรือที่มีขนาดใหญ่กว่า

3) อุณหภูมิของน้ำ มีแนวโน้มความต้องการโปรตีนสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น (วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2541 และ Lupatsch and Kissil, 2005)

4) ระดับพลังงานในอาหาร อาหารที่มีพลังงานมากทำให้สัตว์น้ำกินอาหารลดลง เนื่องจากเมื่อได้รับพลังงานเพียงพอต่อความต้องการแล้ว สัตว์น้ำก็จะหยุดกินอาหาร ดังนั้นอาหารจึงควรมีสัดส่วนโปรตีนต่อพลังงานที่เหมาะสมจะทำให้สัตว์น้ำเติบโตเร็วที่สุด

- ไขมัน เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูง เป็นองค์ประกอบของเยื่อเซลล์ เป็นแหล่งพลังงานและแหล่งสะสมพลังงานของร่างกาย เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันไม่ให้ร่างกายสูญเสียความร้อน ป้องกันความหนาวเย็นจากภายนอก ป้องกันไม่ให้สารที่ละลายในไขมัน เช่นฮอร์โมนและวิตามิน ซึมออกไปนอกเซลล์ ป้องกันน้ำจากภายนอกไม่ให้ซึมเข้าสู่เซลล์ และเป็นสารต้นกำเนิดของฮอร์โมนที่สำคัญหลายชนิด ในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ ไขมันเป็นสารอาหารที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงอย่างหนึ่ง การศึกษาของ สุกัญญา จันทร์งาม (2550) พบว่าระดับ

โปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมันที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวานคือ 36, 25 และ 10 ตามลำดับ สัตว์น้ำใช้ไขมันเป็นแหล่งของพลังงานมากกว่าการใช้เป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น โดยเฉพาะพวกที่กินเนื้อ ซึ่งใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ และสัตว์น้ำจะใช้โปรตีนบางส่วนเป็นแหล่งของพลังงานแทน ซึ่งค่าพลังงานที่ถูกย่อยได้ (digestible energy: DE) แปรผันตรงกับค่าโปรตีนที่ถูกย่อยได้ (digestible protein: DP) (Lupatsch and Kissil, 2005) ดังการศึกษาของ Wang et al. (2006) แสดงให้เห็นสัดส่วนโปรตีนต่อพลังงานที่เหมาะสมในอาหารของปลาจวด (cuneate drum, *Nibea miichthioides*) โดยให้อาหารที่ประกอบด้วยพลังงานและโปรตีนในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าระดับพลังงานที่ถูกย่อยได้ เพิ่มขึ้นเมื่อระดับโปรตีนที่ถูกย่อยได้ เพิ่มขึ้น ซึ่งสัดส่วนโปรตีนต่อพลังงานที่เหมาะสมต่อการเติบโตของปลาจวดชนิดนี้คือ 40% DP ต่อ 16 MJ kg^{-1}

การเติมไขมันในอาหารจะช่วยทำให้การใช้โปรตีนของปลาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2541) ดังการศึกษาของ Gomez *et al.* (2003) ที่แสดงถึงผลของสัดส่วนโปรตีนต่อพลังงานในอาหารต่อการเติบโตของหอยเป๋าฮื้อระยะวัยรุ่น โดยให้อาหารที่มีสัดส่วนโปรตีนต่อพลังงานแตกต่างกัน 5 ระดับ พบว่าในระดับที่มีโปรตีนประมาณ 40% เติมไขมัน 6.75% ให้ประสิทธิภาพการนำโปรตีนไปใช้สูงกว่าระดับที่มีโปรตีนประมาณ 44% ที่เติมไขมัน 6.6% เช่นเดียวกับการรายงานของ สุพิศ ทองรอด (2534) รายงานว่าไขมันมีความสำคัญรองจากโปรตีน โดยเป็นแหล่งให้พลังแก่สัตว์น้ำได้ถึง 8-9 กิโลแคลอรีต่อไขมัน 1 กรัม การเพิ่มไขมันลงไปในอาหารจึงก่อผลดีต่อเนื่องในการช่วยประหยัดโปรตีนในอาหารไม่ให้ถูกเผาผลาญเป็นพลังงานทำให้สัตว์น้ำสามารถใช้โปรตีนที่กินเข้าไปเพื่อการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ไขมันยังมีประโยชน์ในการเป็นสื่อนำวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และเค ประโยชน์ที่สำคัญอีกประการของไขมัน คือ การเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น ซึ่งเป็นกรดไขมันที่สัตว์น้ำไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองภายในร่างกายได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่กินเข้าไป และไขมันยังเป็นแหล่งฟอสโฟลิปิด และเป็นสื่อนำกรดไขมันชนิดอื่นๆจากลำไส้ไปยังตับ และส่วนอื่นๆของร่างกายอีกด้วย

- คาร์โบไฮเดรต เป็นสารอาหารที่ให้พลังงานที่สัตว์น้ำสามารถนำไปใช้ได้ทันที และเก็บสะสมไว้ในรูปไขมันเพื่อเป็นพลังงานทดลอง การศึกษาของ สุกัญญา จันทร์งาม (2550) พบว่าคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวานคือ 25 เปอร์เซ็นต์

- เกลือแร่และวิตามิน เป็นสิ่งจำเป็นต่อสัตว์น้ำทุกชนิด เกลือแร่เป็นกลุ่มสารอาหารที่ควบคุมกิจกรรมในร่างกายของสัตว์น้ำ มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับขบวนการชีวเคมีในร่างกายของสัตว์น้ำ ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ระบบของเหลวภายในตัวสัตว์น้ำ เกลือแร่ที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม แมงกานีส ทองแดง เหล็ก ส่วนวิตามินที่จำเป็นต่อสัตว์น้ำได้แก่ วิตามินเอ บีรวม ซี ดี เค อี กรดแพนโทธินิค ไนอาซีน

ไบโอติน เป็นต้น ซึ่งสัตว์น้ำมีความต้องการเกลือแร่และวิตามินไม่มากนัก แต่ถ้าขาดสารอาหารเหล่านี้จะมีผลต่อการเติบโต การสืบพันธุ์และขบวนการต่างๆทางชีวเคมีของร่างกาย

- น้ำ เป็นส่วนประกอบสำคัญในเซลล์ของร่างกาย ช่วยในการขนส่งสารอาหารและออกซิเจน ช่วยในการขับถ่าย ลำเลียงของเสียตั้งแต่ระดับเซลล์จนถึงอวัยวะ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆในร่างกาย (เวียง เชื้อโพธิ์หัก, 2542 และวุฒิพร พรหมขุนทอง, 2541)

สารอาหารทุกประเภทร่วมกันทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายให้เป็นปกติ โดยที่โปรตีน เกลือแร่และน้ำช่วยสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย (เวียง เชื้อโพธิ์หัก, 2542 และวุฒิพร พรหมขุนทอง, 2541)

ดังนั้นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาความต้องการอาหารของสัตว์น้ำที่ต้องการเลี้ยงเนื่องจากอาหารเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเติบโต อัตรารอด โรค และความคุ้มทุน **(ตารางที่ 2-1)**

2.4 น้ำมันปลาทูน่า (Tuna oil) และน้ำมันข้าวโพด (Corn oil)

ไขมันจัดเป็นสารอาหารที่มีบทบาทสำคัญทั้งในแง่พลังงาน และเป็นโครงสร้างของร่างกาย ตลอดจนช่วยให้ระบบการทำงานในร่างกายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในสัตว์น้ำนั้นพบว่ามีความต้องการกรดไขมันทั้งในกลุ่มไลโนเลนิค หรือโอเมก้า-3 และไลโนเลอิค หรือโอเมก้า-6 ในอาหาร โดยสัดส่วนอาจแตกต่างกันขึ้นกับสภาพแวดล้อม และชนิดของสัตว์น้ำ สัตว์ทะเลหรือสัตว์เขตหนาว มีแนวโน้มความต้องการกรดไขมันกลุ่ม n-3 ต่อ n-6 ในสัดส่วนที่สูงกว่าสัตว์น้ำจืดหรือสัตว์เขตอบอุ่น (Castell *et al*., 1972) โดยสัตว์น้ำในเขตน้ำจืดหรืออบอุ่นนั้นอาจต้องการเฉพาะ n-6 (Kanazawa *et al*., 1980) หรือทั้ง n-3 และ n-6 (Takeuchi and Watanabe, 1977) จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่ากรดไขมันกลุ่ม n-3 มีความสำคัญเนื่องจากมีผลต่อความไม่อิ่มตัวของไขมัน อันเป็นปัจจัยที่มีผลต่อระดับความหนืดของของเหลวในร่างกาย อย่างไรก็ตามการให้อาหารซึ่งมีทั้ง n-3 และ n-6 มีผลดีต่อการเจริญเติบโต โดย n-3 มีแนวโน้มสำคัญกว่า n-6 (Trider and Castell, 1980) กรดไขมันจำเป็นที่ร่างกายสร้างไม่ได้ และต้องกินเข้าไปเท่านั้นมีอยู่ 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายจุด อาจเรียกง่ายๆว่ากลุ่มโอเมก้า-3 และกลุ่มโอเมก้า-6 ซึ่งน้ำมันปลาทูน่าเป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า-3 ไขมันกลุ่มนี้ร่างกายต้องการเอาไปทำโครงสร้างของสมอง และระบบประสาท ส่วนกรดไขมันโอเมก้า-6 แหล่งของกรดไขมันจะมาจากพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำมันข้าวโพด เป็นต้น (วิสัย วงศ์สายปิ่น, 2545) โดยมีการทดลองศึกษาอัตราส่วนระหว่างกรดไขมันโอเมก้า-3 และโอเมก้า-6 ที่เหมาะสมในอาหารต่อการเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ และศึกษาผลของน้ำมันพืช และน้ำมันปลาในอาหารสำเร็จรูปต่อการเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia aerolata* Link, 1807) (มนทกานติ ท้ามติ้น และคณะ, 2547; เพ็ญศรี เมืองเยาว์, 2551)

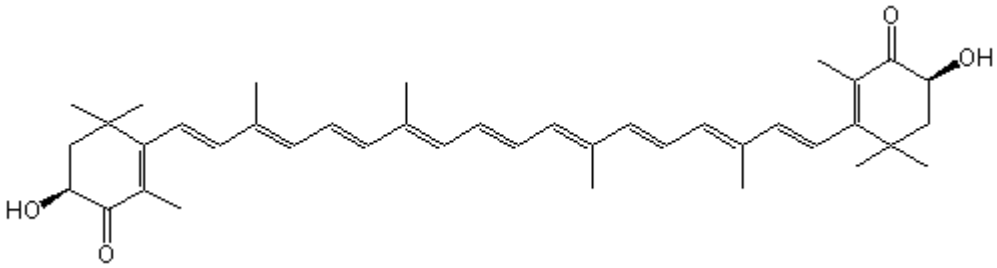
น้ำมันปลาทูน่า (Tuna oil) เป็นส่วนหนึ่งของไขมันที่สกัดจากส่วนหัว และส่วนเนื้อของปลาทูน่า ซึ่งเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นในกลุ่มโอเมก้า-3 (อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และคณะ, 2549) ซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเด่นๆ 2 ชนิด ได้แก่ กรดดีโคซาเฮกซาอีโนอิก หรือ DHA (Decoxahexaenoic Acid) และกรดไอโคซาเพนทาอีโนอิก หรือ EPA (Eicosapentaenoic Acid) สุพิศ ทองรอด (2534) มะลิ บุณยรัตผลิน (2531) รายงานว่าชนิด และปริมาณของกรดไขมันเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเติบโตของสัตว์น้ำ ซึ่งสัตว์น้ำเป็นสัตว์เลือดเย็นมีความสามารถในการย่อย และนำกรดไขมันชนิดอิ่มตัวไปใช้ได้ต่ำ โดยในอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำมักมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจึงนิยมใช้น้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น นำน้ำมันปลาทูน่ามาเป็นส่วนผสมในอาหารสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการอนุบาลหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) (เพ็ญศรี เมืองเยาว์ และคณะ, 2551)

ปัจจุบันมนุษย์ได้ทราบ และเข้าใจถึงความสำคัญของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Highly Unsaturated Fatty Acid, HUFA) โดยเฉพาะกลุ่มโอเมก้า-3 ซึ่งประกอบไปด้วย DHA (Decoxahexaenoic Acid) และ EPA (Eicosapentaenoic Acid) เนื่องจากเป็นสารที่มีความสำคัญต่อสุขภาพ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางเภสัชศาสตร์ เช่น อีพีเอช่วยลดระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือด ทำให้การจับตัวของเกล็ดเลือดลดลง ป้องกันการอุดตันของหลอดเลือด หรือลดความรุนแรงของโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูง โรคข้ออักเสบ ปวดศรีษะแบบไมเกรน ส่วนดีเอชเอนั้นปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้นเพราะมีความสำคัญต่อระบบประสาท ดีเอชเอสะสมมากบริเวณสมอง เรตินาของดวงตา และพบว่าในน้ำนมมารดามีดีเอชเอสูงเช่นกัน จึงเชื่อกันว่าดีเอชเอมีผลต่อการพัฒนาสมอง และการมองเห็นของทารก ทำให้เห็นได้ว่ากรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 สามารถถ่ายทอดหรือส่งต่อไปตามห่วงโซ่อาหารได้ แต่เนื่องจากร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 ขึ้นเองได้จำเป็นต้องได้รับจากการบริโภคอาหารที่มีกรดไขมันดังกล่าว ถ้าขาดไปอาจก่อให้เกิดโรคหรืออาการผิดปกติ (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล,2542) จึงเรียกได้ว่าเป็นกรดไขมันจำเป็น (essential fatty acid) แหล่งผลิตกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า-3 ในทางการค้าส่วนใหญ่ได้มาจากน้ำมันปลา (Fish oil)

น้ำมันข้าวโพด (Corn oil) เป็นน้ำมันพืชไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนกลุ่มโอเมก้า-6 ซึ่งได้จากเอ็มบริโอของข้าวโพด ในการผลิตต้องแยกเอ็มบริโอออกจากเมล็ดโดยการนึ่ง และบดก่อน แล้วจึงนำเอ็มบริโอมาบีบ หรือสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลาย น้ำมันข้าวโพดมีกรดไขมันจำเป็นสำหรับร่างกาย คือ กรดลิโนเลอิก ในปริมาณสูง ใช้มากในการทอดอาหาร และทำมาการีน กรดไขมันโอเมก้า-6 เป็นกรดไขมันที่เอาไปใช้เป็นโครงสร้างของเซลล์ในร่างกาย และสร้างฮอร์โมนที่ช่วยลดการอักเสบของร่างกาย หากขาดกรดไขมันโอเมก้า-6 มักจะเกิดโรคผิวหนัง ถ้าเป็นเด็กก็อาจจะไม่โต และมีระบบภูมิคุ้มกันไม่ดี (วิสัย วงศ์สายปิ่น, 2545)

2.5 แอสตาแซนทิน (Astaxanthin)

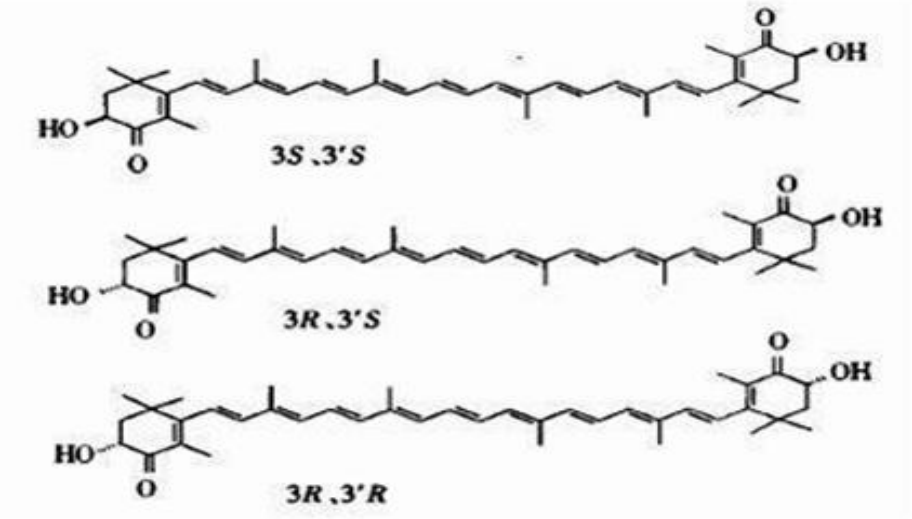
แอสตาแซนทินเป็นรงควัตถุสีจำพวก ketocarotenoid หรือ secondary carotenoid ชนิดหนึ่ง มีลักษณะทางโมเลกุล 3, 3'-dihydroxy-4, 4'-diketo-β-carotene ดังแสดงใน**รูปที่ 2-3** โครงสร้างพื้นฐานเกิดจากไอโซพีนอยด์มาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว โดยบริเวณปลายทั้งสองข้างจะมีวงของคาร์บอน Ionone ring มาเกาะ ในส่วนของวง Ionone ring จะมีการเพิ่มหมู่ hydroxyl (OH-) หรือ ester (COOR) เข้าไปข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองด้าน ทำให้ได้แอสตาแซนทินทั้งหมด 3 อนุพันธ์ดัง **รูปที่ 2-4**



COMMON NAME: Astaxanthin/ (3S, 3'S)-Astaxanthin

FORMULA: $C_{40}H_{52}O_4$ **MOL.WT** (average) : 596.838

รูปที่ 2-3 สูตรโครงสร้างของแอสตาแซนทิน 3, 3'-dihydroxy-4, 4'-diketo- β -carotene (ที่มา: Japanese Conference on the Biochemistry of Lipids (JCBL), 2007: ออนไลน์)



รูปที่ 2-4 โครงสร้างแอสตาแซนทินทั้ง 3 อนุพันธ์ (3S,3'S, 3R, 3'S, 3R, 3'R)
(ที่มา: Jingzhou Natural Astaxanthin Inc, 2008: ออนไลน์)

2.5.1 แหล่งที่สามารถพบแอสตาแซนทิน

แคโรทีนอยด์เป็นสารธรรมชาติ ได้แก่ แคโรทีน (Carotene) ลูทีน (Lutein) ซีแซนทีน (Zeaxanthin) ไลโคพีน (Lycopene) และแอสตาแซนทิน (Astaxanthin) ที่สามารถพบอยู่ทั่วไปในพืชผักผลไม้ที่มีสีส้มแดง เช่น แครอท มะเขือเทศ มะละกอ เป็นต้น แหล่งจุลชีพต่างๆ เช่น *Heamatococcus* sp. , *Peniophora* sp., *Monascus* sp. และ *Phaffia rhodozyma* แอสตาแซนทินเป็นแคโรทีนอยด์หลักที่พบในครัสเตเชียน เช่นในกุ้ง และปูมีสารสี แอสตาแซนทินซึ่งทำให้กุ้ง และปูมีสีส้มเมื่อโดนความร้อนเนื่องจากโปรตีนที่ชื่อว่า "ครัสตาไซยานิน" (crustacyanin) มีการจับกันเป็นคู่ เมื่อมีการเผาจะทำให้สารดังกล่าวสลายตัวจึงเห็นกุ้งและปูเป็นสีส้มแดง

นอกจากนี้ยังมีแอสตาแซนทินสังเคราะห์ โดย F.Hoffman Roche ชาวสวิตเซอร์แลนด์เป็นบุคคลแรกที่ทำการสังเคราะห์ tran-astaxanthin ซึ่งมีชื่อทางการค้าว่า Carophyll pink ซึ่งมีแอสตาแซนทินอยู่ 8% แอสตาแซนทินสังเคราะห์เป็นแหล่งหลักที่ใช้ในอาหาร สารตั้งต้นที่สำคัญในการสังเคราะห์แอสตาแซนทิน คือ (S)-3-acetooxy-4-oxo-β-ionone ซึ่งได้มาจาก asymmetric hydrolysis ของ (R)-terpene alcohol acetates จากสิ่งมีชีวิตต่างๆ

2.5.2 การใช้ประโยชน์ของแอสตาแซนทิน

แอสตาแซนทินเป็นสารสีจำพวกแคโรทีนอยด์ ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสารแคโรทีนอยด์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ในเชิงการแพทย์ และถูกจัดว่าเป็นสารที่ช่วยต่อต้านการเกิด หรือยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง (Matthews-Roth,1991; Krinski,1991) Miki (1991) รายงานว่าสารแคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในกระบวนการเมตบอลิซึมของร่างกาย ซึ่งอนุมูลอิสระนี้เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดมะเร็ง และตั้งสมญานามของสารแคโรทีนอยด์นี้ว่าเป็นสารที่ “Supervitamin E activity” เช่นเดียวกับการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแอสตาแซนทินที่สกัดจาก *Phaffia rhodozyma* โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร พบว่าฤทธิ์ของแอสตาแซนทินในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ DPPH ดีกว่าวิตามินอี (พัชรินทร์ วรชื่นและคณะ, 2552)

การใช้สารแอสตาแซนทินเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกัน Verthac *et al*. (1995) ทำการทดลองในปลา rainbow trout โดยการให้อาหารที่มีแอสตาแซนทินตั้งแต่ 0, 50 และ 400 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 5 เดือน พบว่าหลังจากให้อาหารดังกล่าวไป 2 เดือน ผลทางภูมิต้านทานเริ่มแสดงให้เห็นในปลาที่กินอาหารที่เสริมด้วยแอสตาแซนทิน 400 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม กล่าวคือมี phagocytotic cells สูงกว่าอีกกลุ่มที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ เมื่อครบ 5 เดือน non-specific immune response อื่นๆ เช่น lymphocyte proliferation และ natural killer activity รวมทั้ง phagocytotic cells ก็สูงกว่าในปลาที่ไม่ได้รับแอสตาแซนทิน ทั้งนี้โดยที่ระดับของแอสตาแซนทิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ก็สามารถกระตุ้นการสร้างภูมิต้านทานได้แล้ว ดังการศึกษาของทิพย์วรรณ ปริพัฒนานนท์และคณะ(2541) ทำการทดลองเพื่อหาอัตราที่เหมาะสมของแอสตาแซนทินต่อการเร่งสีในปลาเงินปลาทอง อัตราที่ใช้คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นอกจากจะพบว่าแอสตาแซนทินในปริมาณ 37-40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม จะสามารถกระตุ้นการเกิดสีได้ดีที่สุดแล้วยังพบว่าอัตราการตายของปลาตลอดการทดลอง ยังลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อในอาหารมีแอสตาแซนทินตั้งแต่ 25 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ขึ้นไป

การใช้แอสตาแซนทินในการเพิ่มสีสันแก่สัตว์น้ำ มีการใช้กันแพร่หลายในการผลิตปลาแซลมอน เพื่อกระตุ้นให้เนื้อปลาที่เลี้ยงมีสีชมพูเหมือนปลาแซลมอนที่พบในธรรมชาติ การเพิ่มสีในปลาการ์ตูนส้มขาว (*Amphiprion ocellaris*) พบว่าปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับอาหารเสริมแอสตาแซนทิน 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยความเข้มสีลำตัว (Chroma) สูงกว่าปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับอาหารทดลองพื้นฐานที่ไม่เสริมแอสตาแซนทินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ฤทัย โลทะกะ, 2551) เช่นเดียวกับการศึกษาของนงลักษณ์ สำราญราษฎร์ (2551) ศึกษาการใช้แอสตาแซนทินสังเคราะห์ผสมในอาหารในปลาการ์ตูนส้มขาว ซึ่งเป็นแหล่งแอสตาแซนทินในรูปอิสระ เพื่อปรับปรุงสีบริเวณผิวหนังของปลาหลังจากให้อาหารทดลองในช่วง 8-10 สัปดาห์ พบว่ามีการสะสมแคโรทีนอยด์ในผิวหนังและเนื้อในปลาที่รับอาหารเสริมแอสตาแซนทิน

อย่างน้อย 50 ส่วนในล้านส่วน การใช้แอสตาแซนทินในการเพิ่มสีปลาหมอทะเล, *Epinephelus lanceolatus*, Bloch, 1790 ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองสูตรพื้นฐานและที่เสริมแอสตาแซนทิน 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมแอสตาแซนทิน 200 และ 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้บริเวณครีบ ลำตัว และจุดบนลำตัวจะมีสีเหลืองมากกว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรพื้นฐานที่เสริมแอสตาแซนทิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และอาหารทดลองสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ (ทวี จินดามัยกุล และคณะ,2550) การใช้แอสตาแซนทินในการเพิ่มสีปลากระแหโดยใช้อาหารเม็ดสูตรพื้นฐาน และอาหารเม็ดสูตรพื้นฐานเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 25, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า การเสริมแอสตาแซนทินในอาหาร มีผลทำให้สีครีบหางของปลากระแหมีสีแดงเข้มขึ้นตามระดับ ของแอสตาแซนทินที่เสริม การเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้ครีบหางปลากระแหมีสีแดงเข้มขึ้นมากที่สุดและมากกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 25 และ 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดาราวรรณ ยุทธยงค์และคณะ,2547) การเพิ่มสีในกุ้งโดยใช้ natural alfalfa ความเข้มข้น 4-8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นแคโรทีนอยด์จากธรรมชาติ พบว่ากุ้งจะมีสีแดงเข้มขึ้นหลังจากทำการต้มแล้ว(Lucien-Brun and Vidal, 2006) เช่นเดียวกับการศึกษาของ นนทวิทย์ อารีย์ชนและคณะ (2549) โดยทำการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* Fabricius ด้วยอาหารผสมแอสตาแซนทินจากยีสต์ *Phaffia rhodozyma* ที่มีแอสตาแซนทินในอาหารเท่ากับ 0, 39.00, 78.65 และ161.60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 90 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแอสตาแซนทินจากยีสต์ *P. rhodozyma* ทุกกลุ่มการทดลองมีความเข้มของสีส้มอมแดงหลังการต้มเป็นเวลา 5 นาทีสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติ โดยความเข้มของสีเป็นไปตามระดับของแอสตาแซนทินในอาหาร การผสมแอสตาแซนทินในอาหารสัตว์ปีกที่ให้ไข่ เช่น เป็ด ไก่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้แอสตาแซนทินเป็นสีผสมอาหารที่ใช้บริโภคในมนุษย์ได้ เช่น ผสมในปูอัดให้มีสีแดงน่ารับประทาน

การใช้แอสตาแซนทินเพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น เพื่อกระตุ้นการผสมพันธุ์ (รุ่งจิตร ยอดดี, 2547) การวางไข่ เพิ่มคุณภาพของไข่ ตลอดจนเพิ่มอัตรารอดในสัตว์น้ำ เช่น การเพิ่มอัตรารอดในกุ้ง (สรวงสุดา สุภาสัย, 2547)

2.6 อาหารสำเร็จรูป

อาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำมีการใช้ทั้ง อาหารธรรมชาติ (Natural feeds) และ อาหารที่จัดเตรียมขึ้น (Artificial feeds) อาหารธรรมชาติ คืออาหารที่มีอยู่แล้วหรือเกิดขึ้นได้เองในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น กลุ่มแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และกลุ่มสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น ลูกปลา ลูกกุ้ง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปลาสดหรือแช่แข็ง สับหรือบด หรืออาจใช้หมึก รวมถึงสัตว์ทะเลอื่นๆ ข้อดีของอาหารธรรมชาติ คือหาง่าย แต่อาหารธรรมชาติก็มีข้อเสีย คือ คุณภาพและราคาจะขึ้นอยู่กับฤดูกาล และไม่สามารถควบคุมคุณค่าสารอาหารได้ตามต้องการ และอาจทำให้มีการแพร่กระจายของโรคสัตว์น้ำได้ การใช้อาหารธรรมชาติถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายในการจัดหาจะต่ำแต่จะมีค่าใช้จ่ายในการแช่แข็ง ค่าแรงในการจัดการทำให้ค่าใช้จ่ายรวมในการใช้อาหารธรรมชาติเพิ่มขึ้น จึงมีการสร้างอาหารเพื่อนำมาทดแทนอาหารธรรมชาติ อาหารที่จัดเตรียมขึ้นหรืออาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารที่ผู้เลี้ยงจัดทำหรือจัดหาให้สัตว์น้ำกิน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำให้สูงขึ้นพร้อมกับลดระยะเวลาการเลี้ยงให้สั้นลง 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

อาหารสัตว์ในสมัยโบราณมีคุณภาพไม่ดีเพราะใช้วัตถุดิบไม่สะอาด มีคุณภาพต่ำ ทำให้สัตว์โตช้า วัตถุดิบที่ใช้ก็มีน้อยอย่าง ไม่มีการเติมสารเสริมพวกโปรตีน วิตามินและแร่ธาตุจึงทำให้สูตรอาหารไม่สมดุล สัตว์ที่เลี้ยงจึงได้รับอาหารไม่ครบถ้วนตามความต้องการ (วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2541) ต่อมามีการพัฒนาการศึกษาในด้านการผลิตอาหารมากขึ้น เช่น การคัดเลือกวัตถุดิบให้มีคุณภาพที่ดี การพัฒนากระบวนการผลิตอาหารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งการศึกษาความต้องการสารอาหารของสัตว์น้ำแต่ละชนิด เป็นต้น จากการศึกษาสิ่งเหล่านี้ทำให้ได้อาหารตามลักษณะที่ต้องการ โดยที่มีลักษณะของอาหารดังนี้

1. เป็นอาหารที่มีคุณภาพดี มีโภชนะที่ย่อยได้สูง และเป็นอาหารที่ผลิตเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์น้ำแต่ละชนิดได้ตามวัตถุประสงค์

2. เป็นอาหารที่ได้ผ่านการสร้างสูตรอาหารที่มีคุณค่าอาหารสมดุล เหมาะสำหรับความต้องการของสัตว์น้ำ โดยใช้วัตถุดิบหลายอย่าง

3. ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี รู้ส่วนประกอบที่แน่นอนที่จะสามารถคำนวณหาโภชนะแต่ละอย่างในอาหารผสมได้

4. มีอาหารเสริมพวกกรดอะมิโน วิตามิน แร่ธาตุรวมทั้งยาปฏิชีวนะหลายชนิดเพื่อเร่งการเติบโต และป้องกันโรคของสัตว์ได้

5. อาหารเหล่านี้สามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรม มีให้เลือกใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ ได้แก่ อาหารสำหรับปลากินพืช ปลากินเนื้อ อาหารสำหรับปลาวัยอ่อนหรือปลาที่โตเต็มวัย อาหารสำหรับเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น

6. มีการควบคุมคุณภาพอย่างใกล้ชิดโดยมีนักวิชาการอาหารสัตว์น้ำ มีการคำนวณสูตรอาหารต่างๆ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

2.7 ปริมาณการให้อาหาร

การให้อาหารแบบเกินพอ (Over feeding) เป็นวิธีการที่ใช้กันโดยทั่วไปแต่ไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากอาหารส่วนเกินจะทำให้น้ำเสีย และอาหารที่เปียกน้ำแล้วจะเสียสภาพธรรมชาติของอาหารไป และเมื่ออาหารอยู่ในน้ำก็เก็บออกได้ยาก วิธีการให้อาหารแบบนี้จะทำให้ค่า FCR มีค่าสูง แต่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนจะมีการให้อาหารแบบเกินพอเล็กน้อย จากการศึกษาความถี่ของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน โดยใช้หอยหวานเริ่มต้นขนาด 1.19±0.06 เซนติเมตร ของสมพิศ แย้มเกษม และศรัญญา เกตุมณี (2551) พบว่าความถี่ในการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง และวันละ 1 ครั้ง ให้ผลการเจริญเติบโตทั้งด้านความยาว ความกว้าง และน้ำหนักดีกว่าความถี่ในการให้อาหาร 2 วันต่อครั้ง โดยให้อาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

การให้อาหารแบบให้กินจนอิ่ม (Satiation feeding) ปริมาณอาหารสำหรับการให้อาหารแบบนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนอาหารที่สัตว์กินเข้าไป การให้อาหารแบบนี้เพื่อต้องการของเสียที่เกิดจากอาหารส่วนเกิน แต่การสังเกตช่วงเวลาที่สัตว์กินอาหารอิ่มทำได้ยาก ถ้ามีการให้อาหารวันละหลายครั้งปริมาณอาหารที่สัตว์กินอิ่มในแต่ละช่วงเวลาของวันจะมีปริมาณไม่เท่ากัน ความแปรผันของปริมาณอาหารที่สัตว์กินเกิดจากขนาดของสัตว์น้ำ เทคนิคการตรวจสอบ และอุณหภูมิของน้ำ วิธีการให้อาหารแบบนี้เหมาะสำหรับสัตว์กินเนื้อ จะทำให้สัตว์มีการย่อยและการเติบโตสูง

การให้อาหารแบบจำกัด (Limiting feeding) ปริมาณอาหารที่ใช้โดยวิธีนี้จะประมาณจากจำนวนอาหารที่ทำให้สัตว์มีการเติบโตได้สูงสุด โดยทั่วไปในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะต้องทราบอัตราการเติบโตสูงสุดของสัตว์น้ำชนิดต่างๆ ในแต่ละช่วงอายุ เพื่อมาคำนวณหาปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำควรได้รับ วิธีการให้อาหารแบบนี้เป็นการป้องกันอาหารเหลือซึ่งจะทำให้น้ำเสีย

ในธรรมชาติสัตว์น้ำจะได้รับอาหารที่เหมาะสมผ่านห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศที่มันดำรงอยู่ แต่ในการเลี้ยงสัตว์น้ำการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารที่ให้เป็นหลัก กล่าวคือต้องมีปริมาณอาหารที่เพียงพอกับความต้องการและมีคุณภาพดี มีสารอาหารที่เหมาะสมกับความต้องการของสัตวน้ำแต่ละชนิด อันจะส่งผลให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตดี การเลี้ยงจึง

จะประสบผลสำเร็จได้ อาหารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความต้องการสารอาหารของสัตว์น้ำเพื่อจะสามารถผลิตอาหารที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำนั้นได้ หอยหวานเป็นสัตว์ทะเลที่ต้องการแร่ธาตุและสารอาหารเพื่อนำไปใช้ในการดำรงชีวิต สารอาหารประเภทโปรตีนมีความสำคัญในการเติบโต สร้างเซลล์ใหม่เพื่อซ่อมแซมอวัยวะที่สึกหรอ และองค์ประกอบที่มีความสำคัญในอาหารสัตว์น้ำ คือไขมัน ซึ่งเป็นองค์ประกอบในการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ ฮอร์โมน และเอนไซม์ และเป็นแหล่งพลังงาน ดังนั้นอาหารของหอยหวานจึงต้องมีระดับของสารอาหารที่เพียงพอกับความต้องการของหอยหวาน จากการวิจัยของขนิษฐา แสงงาม (2540) พบว่าหอยหวานต้องการโปรตีนระดับ 40% ซึ่งหอยหวานที่ได้รับโปรตีนระดับสูงจะมีอัตราการเติบโตสัมพัทธ์สูงกว่าระดับโปรตีนต่ำ ในขณะที่งานวิจัยของ Zhou *et al*. (2007) ลูกหอยมีอัตราการเติบโตดีที่สุดที่ระดับโปรตีน 43% และสุกัญญา จันทร์งาม (2550) พบว่าสัดส่วนโปรตีนต่อไขมันเท่ากับ 36: 10 ทำให้ลูกหอยมีอัตราการเติบโตดีทั้งน้ำหนัก และความยาวเปลือก

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเติบโตและการรอดตายของหอยหวานวัยอ่อน ปัจจุบันเกษตรกรใช้เนื้อปลาข้างเหลืองหรืออาร์ทีเมียตัวเต็มวัยเป็นอาหารของลูกหอยระยะลงเกาะ ซึ่งพบอัตราการตายสูงและมีการเติบโตช้า ด้วยเหตุนี้การพัฒนาอาหารสำเร็จรูปที่มีการเสริมสารอาหารที่สำคัญจึงมีความจำเป็นต่อการเติบโต และการรอดตายของลูกหอยหวานเป็นอย่างยิ่ง โดยการวิจัยครั้งนี้ทำการเสริมแอสตาแซนทิน และน้ำมันปลาทูน่าในอาหารสำเร็จรูปด้วยสัดส่วนที่แตกต่างกัน ซึ่งแอสตาแซนทินเป็นสารจำพวกแคโรทีนอยด์ (carotenoid) มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มภูมิต้านทานโรคแก่หอยหวานวัยอ่อน อีกทั้งสามารถเพิ่มสีสันให้แก่เปลือกหอยได้อีกด้วย ส่วนน้ำมันปลาทูน่ามีกรดไขมันไม่อิ่มตัวจำพวกโอเมก้า 3 เช่น Docosahexaenoic acid (DHA) และEicosapentaenoic Acid (EPA) ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัว DHA นี้สามารถใช้เสริมภูมิคุ้มกัน และเป็นอาหารเสริมสุขภาพสัตว์น้ำ มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของสัตว์น้ำวัยอ่อน การเสริมสารแอสตาแซนทิน และน้ำมันปลาทูน่าในอาหารสำเร็จรูปมาใช้ในการอนุบาลลูกหอยหวานวัยอ่อนจึงเป็นอีกทางหนึ่งในการเพิ่มอัตราการเติบโต และอัตรารอดของลูกหอยหวานให้สูงขึ้น เพื่อเพิ่มผลผลิตของหอยหวานให้ตอบสนองต่อความต้องการของตลาด รวมถึงสามารถฟื้นฟูทรัพยากรหอยหวานในธรรมชาติเพื่อการประมงอย่างยั่งยืน

ตารางที่ 2-1 รายงานการศึกษาการใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นถึงขนาดตลาด

ผู้วิจัย	ขนิษฐา แสงงาม	ทศพล สังข์ศิรินทร์	สุกัญญา จันทร์งาม	ชัชรียา เชยชม	ชิดชนก รอดเรือง	Zhou *et al*.	Zhou *et al*.
ปีที่ศึกษา	2540	2550	2550	2551	2551	2007	2007
ระดับโปรตีน (%)	40	35.08	36	40.34	38.4	45	43
ระดับไขมัน (%)	10	10	10	9.33	10	7.69	6.54
แหล่งโปรตีน	ปลาป่น และกากถั่วเหลืองป่น	ปลาป่น และกากถั่วเหลืองป่น	ปลาป่น, กุ้งป่นและกากถั่วเหลือง	ปลาป่น, กุ้งป่นและกากถั่วเหลือง	ปลาป่น, กุ้งป่นและกากถั่วเหลือง	Fish meal, casein and gelatin	Fish meal, casein and gelatin
แหล่งไขมัน	น้ำมันปลา	น้ำมันปลาทูน่า	น้ำมันปลาทูน่า	น้ำมันปลาทูน่า	น้ำมันปลาทูน่า	Pollock liver oil	Fish oil
ระดับแอสตาแซนทิน (ppm.)	-	-	-	-	-	-	-
ผลการศึกษา	หอยหวานที่เลี้ยงให้การเติบโตด้านความยาวเปลือก 0.61 ซม. ต่อเดือน และน้ำหนัก 0.84 กรัมต่อเดือน	หอยหวานที่เลี้ยงให้การเติบโตด้านความยาวเปลือก 0.49 ซม.ต่อเดือน และน้ำหนัก 0.34 กรัมต่อเดือน	หอยหวานที่เลี้ยงให้การเติบโตด้านความยาวเปลือก 0.25 ซม. ต่อเดือน และน้ำหนัก 0.34 กรัมต่อเดือน	หอยหวานที่เลี้ยงให้การเติบโตด้านความยาวเปลือก 0.64 ซม.ต่อเดือน และน้ำหนัก 0.9 กรัมต่อเดือน	หอยหวานที่เลี้ยงให้การเติบโตด้านความยาวเปลือก 0.6 ซม. ต่อเดือน และน้ำหนัก 0.7 กรัมต่อเดือน	หอยหวานที่เลี้ยงให้การเติบโตด้านความยาวเปลือก 0.7 ซม. ต่อเดือน และน้ำหนัก 0.27 กรัมต่อเดือน	หอยหวานที่เลี้ยงให้การเติบโตน้ำหนัก 0.36 กรัมต่อเดือน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่วิจัย

งานทดลองนี้ทำการศึกษาที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตำบลอ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) ที่เป็น 4x4 factorials (ภัทรสินี ภัทรโกศล, 2550) โดยอาหารทดลองที่ใช้มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่าและน้ำมันข้าวโพด 4 ระดับ (7:0, 5:2, 3:4 และ 1:6 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) และมีปริมาณแอสตาแซนทิน 4 ระดับ (0, 100, 200 และ 500 ส่วนในล้านส่วน) ได้ชุดการทดลองตามอาหารทดลองเป็น 16 สูตร ทำซ้ำการทดลองชุดละ 3 ซ้ำ โดยทดลองเป็นเวลา 120 วัน

ชุดทดลองที่ 1 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 7:0 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 0 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 2 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 7:0 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 100 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 3 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 7:0 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 200 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 4 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 7:0 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 500 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 5 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 5:2 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 0 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 6 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 5:2 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 100 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 7 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 5:2 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 200 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 8 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 5:2 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 500 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 9 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 3:4 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 0 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 10 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 3:4 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 100 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 11 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 3:4 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 200 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 12 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 3:4 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 500 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 13 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 1:6 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 0 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 14 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 1:6 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 100 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 15 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 1:6 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 200 (ส่วนในล้านส่วน)

ชุดทดลองที่ 16 น้ำมันปลาทูน่า: น้ำมันข้าวโพด 1:6 (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) +แอสตาแซนทิน 500 (ส่วนในล้านส่วน)

3.3 หน่วยทดลอง และระบบเลี้ยง

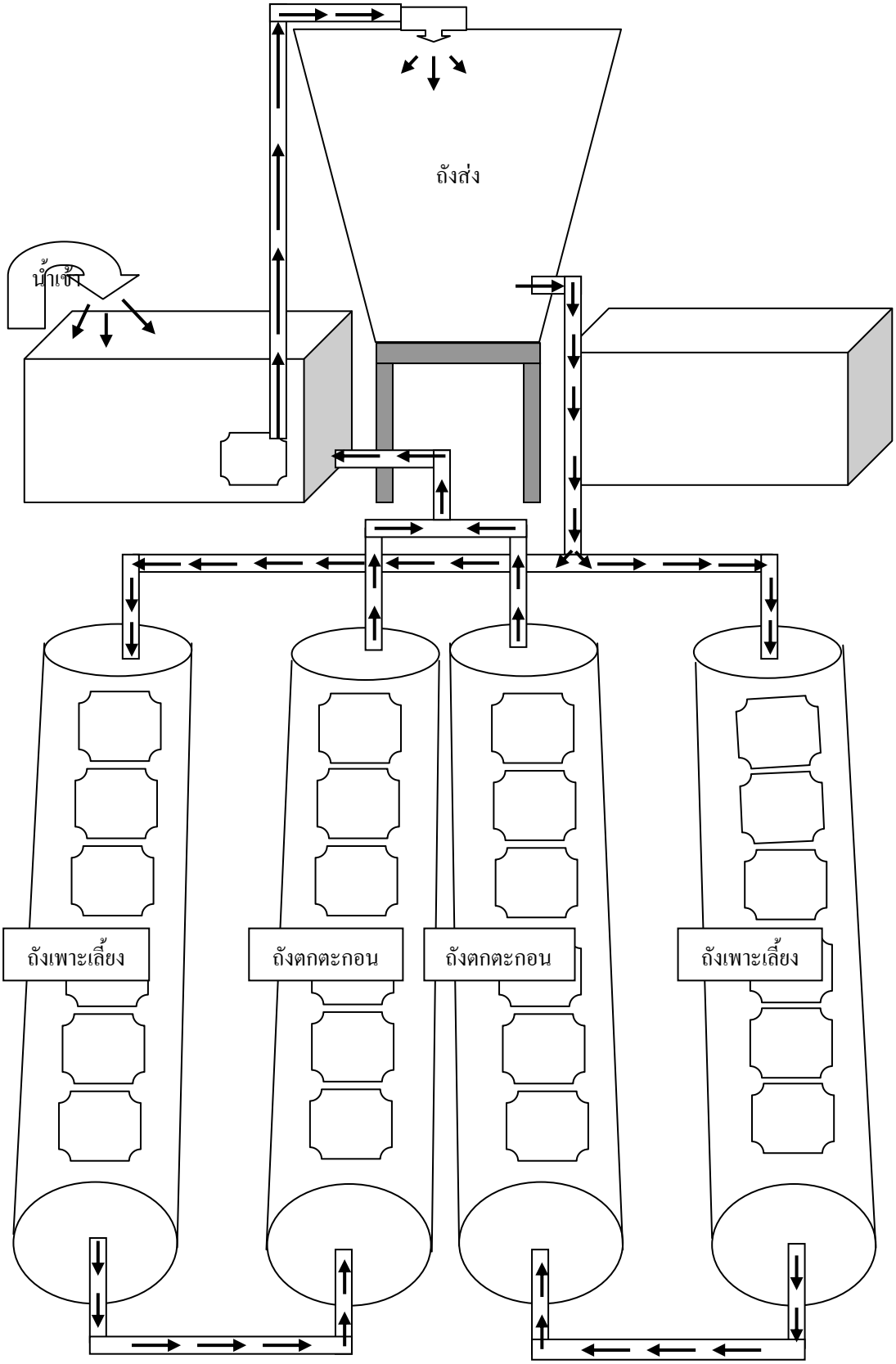
3.3.1 หน่วยทดลอง

การทดลองเลี้ยงหอยหวานด้วยสูตรอาหารต่างๆ ใช้หน่วยทดลองเป็นตะกร้าที่มีฝาเปิดด้านบน ขนาดกว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร และสูง 19 เซนติเมตร โดยรองพื้นของตะกร้าด้วยทรายละเอียดหนาประมาณ 1 เซนติเมตร และปรับความหนาของทรายให้หนาขึ้นทุก 30 วันเพื่อการฝังตัวของหอยหวาน **(รูปที่ 3-1)**

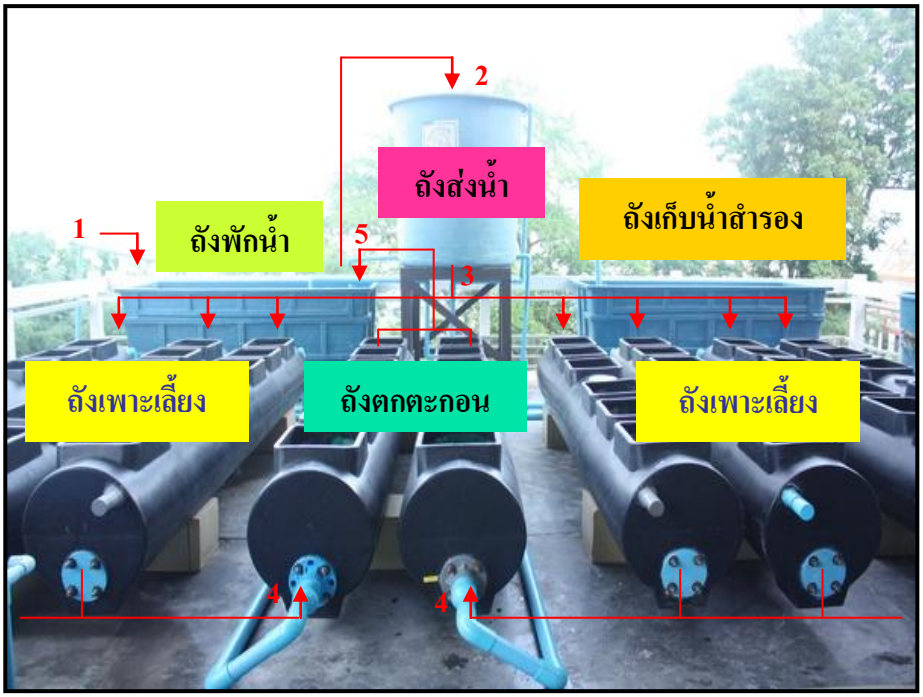
รูปที่ 3-1 ตะกร้าที่ใช้เป็นหน่วยทดลอง

3.3.2 ระบบเลี้ยง

ระบบที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงหอยหวานด้วยสูตรอาหารต่างๆจะใช้ระบบหมุนเวียนน้ำแบบกึ่งปิดโดยน้ำทะเลที่ใช้เป็นน้ำทะเลธรรมชาติ ความเค็มประมาณ 28 – 30 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิ 28-29 องศาเซลเซียส โดยจะสูบน้ำทะเลผ่านถุงกรองละเอียดเข้าถังพักน้ำแล้วสูบขึ้นไปที่ถังส่งน้ำ ด้านบน ในถังส่งน้ำนี้จะมีใยกรองเพื่อทำการกรองน้ำ และมีเปลือกหอยนางรมที่ล้างสะอาดแล้วอยู่ภายในถัง จากนั้นน้ำจะถูกส่งลงมายังถังเพาะเลี้ยง เมื่อน้ำผ่านเข้าระบบเลี้ยงแล้วจะถูกส่งเข้าถังตกตะกอนก่อนจะกลับเข้าถังพักน้ำเพื่อหมุนเวียนกลับระบบอีกครั้ง **(รูปที่ 3-2 และ รูปที่ 3-3)** ถังเพาะเลี้ยงจะมีลักษณะเป็นท่อวางแนวนอน มีช่องเปิด 6 ช่อง จำนวน 7 ถัง ความยาว 3 เมตร มีรัศมีหน้าตัด 0.3 เมตร ปริมาตรต่อ 1 ถัง คิดเป็น 848 ลิตร ภายในมีท่อสำหรับฉีดน้ำเพื่อให้ถังเพาะเลี้ยงมีความชื้นตลอดเวลา และมีทรายเทียมรองอยู่ที่พื้นถังเพื่อดักตะกอน ให้อากาศอย่างเพียงพอตลอดเวลา ดังแสดงใน**รูปที่ 3-4** วางตะกร้าไว้ในช่องเปิดของถังเพาะเลี้ยงช่องละ1 ตะกร้า **(รูปที่ 3-5)** และทำการกลับหน้าทรายในตะกร้าเพื่อให้ทรายด้านล่างได้รับออกซิเจน และกำจัดของเสียทุก 7 วัน ก่อนให้อาหาร ทำการล้างถังเพาะเลี้ยง และตะกร้าเลี้ยงหอยหวาน และเปลี่ยนทรายใหม่ทุก 30 วัน ทำการเปิดระบบเพื่อทดสอบความเรียบร้อยเป็นเวลา 15 วัน ก่อนเริ่มการทดลอง

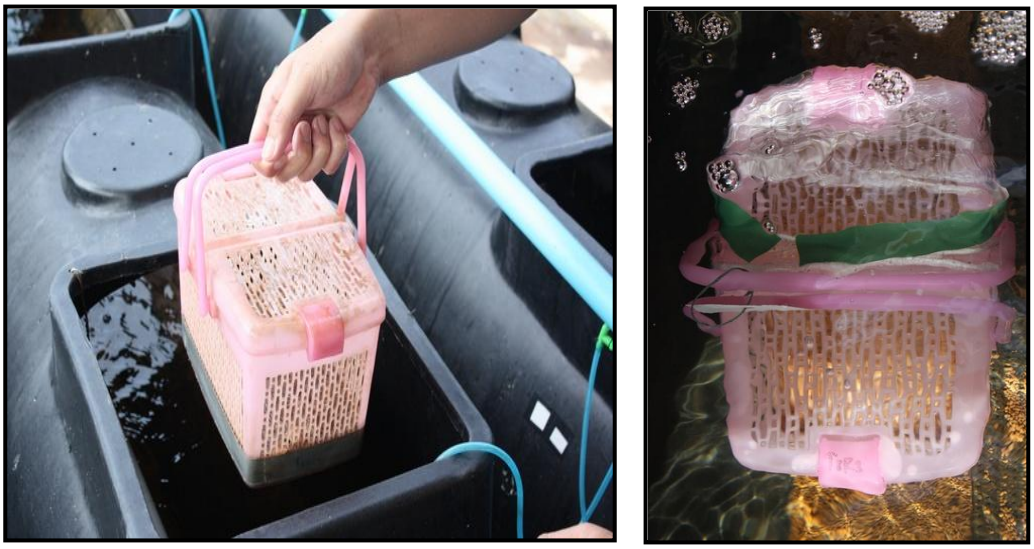


รูปที่ 3-2 ระบบหมุนเวียนน้ำแบบกึ่งปิดที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3-3 ระบบที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงจะใช้ระบบหมุนเวียนน้ำแบบกึ่งปิด

รูปที่ 3-4 ถังเพาะเลี้ยงจะมีลักษณะเป็นท่อวางแนวนอน มีช่องเปิด 6 ช่อง



รูปที่ 3-5 ลักษณะการวางตะกร้าไว้ในช่องเปิดของถังเพาะเลี้ยง ช่องละ 1 ตะกร้า

นอกจากนี้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลในถังเลี้ยงทุก 7 วัน โดยวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ คือ

- วัดความเค็ม อุณหภูมิน้ำทะเล และความเป็นกรดด่าง (pH) โดยใช้ Multi prove ยี่ห้อ YSI รุ่น 55 Yellow Springs Instrument USA

- ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ อัลคาไลน์ โดยใช้ชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำ (test kit) AQUA-VBC ของคณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 สัตว์ทดลอง

ใช้ลูกหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะลงพื้นอายุประมาณ 45 วันหลังการลงพื้น เพื่อให้ลูกหอยมีเปลือกที่แข็งแรง และง่ายต่อการวัดขนาดความยาวเปลือก จากหน่วยปฏิบัติการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มเพาะ และเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร (RUหอยหวาน) จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1,440 ตัว โดยลูกหอยที่ใช้ทั้งหมดมาจากชุดการผลิตเดียวกัน (crop) (**รูปที่ 3-6**) และนำมาฝึกให้กินอาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นคัดขนาดให้มีความยาวเริ่มต้น (initial shell length) ใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 0.5 ± 0.01 เซนติเมตร น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.04±0.01 กรัม ใช้ลูกหอยในการทดลองสูตรอาหารทั้งหมด 16 ชุดการทดลองจำนวน 30 ตัวต่อหน่วยทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ เลี้ยงในตะกร้าที่เตรียมไว้ ในระหว่างการเลี้ยงให้อาหารคิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และปรับน้ำหนักอาหารทุก 30

วัน โดยจะให้อาหารวันละ 1 มื้อ คือช่วงเช้าเวลาประมาณ 09.00 น. และเก็บอาหารที่เหลือออก หลังจากที่ลูกหอยกินอิ่ม เก็บเศษอาหารที่เหลือทุกวัน บันทึกการเติบโตโดยการวัดความยาวเปลือก และชั่งน้ำหนักลูกหอยทุก 30 วัน(**รูปที่ 3-7**)

รูปที่ 3-6 การคัดเลือกหอยที่ใช้ในการทดลองโดยจะใช้ลูกหอยในรอบการผลิตเดียวกัน

(ก) (ข)

รูปที่ 3-7 การวัดการเติบโตของหอยหวาน (ก) วัดความยาวเปลือก (ข) ชั่งน้ำหนัก

3.5 การเตรียมอาหารทดลอง

การเตรียมอาหารสำเร็จรูป

อาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารผสมแบบกึ่งเปียก มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซนต์ และไขมัน 10 เปอร์เซนต์ ดัดแปลงจาก ชัชรียา เชยชม (2551) อาหารทดลองที่ใช้มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่าและน้ำมันข้าวโพด 4 ระดับ (7:0, 5:2, 3:4 และ 1:6 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) และมีปริมาณแอสตาแซนทิน 4 ระดับ (0, 100, 200 และ 500 ส่วนในล้านส่วน) ได้ชุดการทดลองตามอาหารทดลองเป็น 16 สูตร วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหาร ได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง และกุ้งป่นเป็นแหล่งโปรตีน ใช้แป้งสาลีเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต วิตามินรวม และแร่ธาตุรวม และใช้เซลลูโลส (cellulose) เป็นตัวเยื่อใย (fiber) โดยมี วีทกลูเตน (wheat gluten) เป็นสารประสานอาหาร (binder) ใช้ตะแกรงร่อนวัตถุดิบและชั่งน้ำหนักตามสัดส่วนของวัตถุดิบในแต่ละชุดอาหารทดลอง แสดงใน**ตารางที่ 3-1** ผสมวัตถุดิบที่ใช้ในปริมาณมากเข้าด้วยกันก่อนผสมวัตถุดิบที่ใช้ปริมาณน้อย อย่างวิตามินรวม แร่ธาตุรวม และแอสตาแซนทิน จากนั้นผสมน้ำ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหารเพื่อให้เกิดความคงตัว นำไปอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแท่งชนิดอัดด้วยมือโดยใช้รูปแบบอาหารแบบแท่งหยัก (ชิดชนก รอดเรือง, 2551) ดังแสดงใน**รูปที่ 3-8** แล้วจึงผึ่งลมในที่มืด อากาศถ่ายเทสะดวก เพื่อป้องกันการสลายตัวของสารแอสตาแซนทิน เก็บใส่กล่องพลาสติกรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาใช้ในการเลี้ยงต่อไป

ตารางที่ 3-1 องค์ประกอบของอาหารทดลอง

องค์ประกอบ	ปริมาณ (กรัม/100 กรัมของอาหาร)										
	ปลาป่น	กากถั่วเหลือง	กุ้งป่น	แป้งสาลี	วีทกลูเตน	วิตามินรวม[a]	แร่ธาตุรวม[b]	เซลลูโลส	น้ำมันปลาทูน่า	น้ำมันข้าวโพด	แอสตาแซนทิน[c]
สูตรที่ 1	41	19	3	17	7	2	2	2	7	0	0
สูตรที่ 2	41	19	3	17	7	2	2	1.875	7	0	0.0125
สูตรที่ 3	41	19	3	17	7	2	2	1.75	7	0	0.025
สูตรที่ 4	41	19	3	17	7	2	2	1.375	7	0	0.0625
สูตรที่ 5	41	19	3	17	7	2	2	2	5	2	0
สูตรที่ 6	41	19	3	17	7	2	2	1.875	5	2	0.0125
สูตรที่ 7	41	19	3	17	7	2	2	1.75	5	2	0.025
สูตรที่ 8	41	19	3	17	7	2	2	1.375	5	2	0.0625
สูตรที่ 9	41	19	3	17	7	2	2	2	3	4	0
สูตรที่ 10	41	19	3	17	7	2	2	1.875	3	4	0.0125
สูตรที่ 11	41	19	3	17	7	2	2	1.75	3	4	0.025
สูตรที่ 12	41	19	3	17	7	2	2	1.375	3	4	0.0625
สูตรที่ 13	41	19	3	17	7	2	2	2	1	6	0
สูตรที่ 14	41	19	3	17	7	2	2	1.875	1	6	0.0125
สูตรที่ 15	41	19	3	17	7	2	2	1.75	1	6	0.025
สูตรที่ 16	41	19	3	17	7	2	2	1.375	1	6	0.0625

[a]Vitamin premix (mg kg^{-1} or IU): vitamin A, 10000000 IU; vitamin D3, 1000000 IU; vitamin E, 10000 mg kg^{-1}; vitamin K3, 1000 mg kg^{-1}; vitamin B1, 500 mg kg^{-1}; vitamin B2, 5000 mg kg^{-1}; vitamin B6, 1500 mg kg^{-1}; vitamin C, 10000 mg kg^{-1}; folate, 1000 mg kg^{-1}; dealmethionine, 16038 mg kg^{-1}

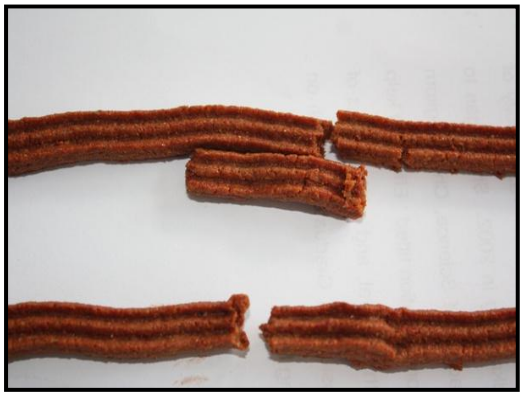
[b]Mineral premix (mg kg^{-1}): Ca, 147 g kg^{-1}; P, 147 g kg^{-1}; Fe, 2010 mg kg^{-1}; Cu, 3621 mg kg^{-1}; Zn, 6424 mg kg^{-1}; Mn, 10062 mg kg^{-1}; Co, 105 mg kg^{-1}; I, 1000 mg kg^{-1}; Se, 60 mg kg^{-1}

[c]Carophyll pink 8% Roche®

ก.

ข.

ค.



ง.

รูปที่ 3-8 การทำอาหาร ก. ผสมน้ำลงในอาหาร ข. อาหารที่ผสมน้ำ
ค. อัดแท่งอาหาร ง. ลักษณะแท่งอาหาร

3.6 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง

ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารโดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบ proximate analysis (AOAC, 1990 และ AOAC, 1995) ดังนี้ ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี kjeldahl ปริมาณไขมันด้วยวิธี Ether extract ปริมาณความชื้น โดยใช้ตู้อบความร้อน (hot air oven) ปริมาณเถ้าด้วยวิธี muffle furnace combustion ปริมาณเยื่อใยด้วยวิธี acid detergent และทำการวิเคราะห์ปริมาณแอสตาแซนทินในอาหารสำเร็จรูป และปริมาณแอสตาแซนทินในเนื้อหอยหวานด้วยวิธี high performance liquid chromatography (HPLC) (Weber, 1990) **(ดังแสดงในภาคผนวก ก.)**

3.7 การเก็บข้อมูล ประเมินผล และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.7.1 การเก็บข้อมูล และประเมินผล ทำการเก็บข้อมูลการเติบโตโดยการชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวเปลือก นับจำนวนลูกหอยเพื่อวัดอัตรารอด ทุก 30 วัน เพื่อนำข้อมูลไปประเมินการเติบโตโดยวัดจากความยาวเปลือกที่เพิ่มขึ้น (Shell length increase) และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain) อัตราการเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio: FCR) และประเมินผลอัตรารอด (Survival rate) จากจำนวนลูกหอยที่เหลือ โดยค่าต่างๆ คำนวณจากสมการดังนี้

1. วัดความยาวเปลือกโดยใช้โดยใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ ชั่งน้ำหนักลูกหอยด้วย เครื่องชั่งละเอียด ทุก 30 วัน และคำนวณอัตราการเติบโตของลูกหอย ตามวิธีการของ Tan *et al*. (2000) ดังนี้

อัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนัก (specific growth rate) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

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

อัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาว (specific growth rate) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

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

2. นับจำนวนลูกหอยในแต่ละหน่วยทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง และคำนวณอัตราการรอดตายของลูกหอยในแต่ละหน่วยทดลอง

$$\text{อัตราการรอดตาย (final survival)(\%)} = \frac{(\text{จำนวนหอยเริ่มต้น} - \text{จำนวนหอยสุดท้าย})\times 100}{\text{จำนวนหอยเริ่มต้น}}$$

3. คำนวณอัตราการแลกเนื้อ (feed conversion ratio) ของลูกหอยในแต่ละหน่วยทดลอง ตามวิธีการของ Yang *et al*. (2005) ดังนี้

$$\text{อัตราการแลกเนื้อ (FCR)} = \frac{(\text{น้ำหนักอาหารที่หอยกิน, กรัม})}{(\text{น้ำหนักหอยที่เพิ่มขึ้น, กรัม})}$$

4. นำข้อมูลที่ได้มาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก และความยาวเปลือก (ธนิษฐา ทรรพนันทน์, 2543) โดยการหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก และความยาวเปลือก (สามารถ เดชสถิตย์, 2551) ดังนี้ $\log W = a+b(\log L)$

โดยที่

W = น้ำหนัก (กรัม)

a = ค่าคงที่

L = ความยาวเปลือก (เซนติเมตร)

B = อัตราการเติบโต

3.7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) ที่เป็น 4x4 factorials โดยอาหารทดลองที่ใช้มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และน้ำมันข้าวโพด 4 ระดับ (7:0, 5:2, 3:4 และ 1:6 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) และมีปริมาณแอสตาแซนทิน 4 ระดับ (0, 100, 200 และ 500 ส่วนในล้านส่วน) ได้ชุดการทดลองตามอาหารทดลองเป็น 16 สูตรใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA แบบสองทาง (two - way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์สถิติ โดยใช้ข้อมูลความยาวเปลือก น้ำหนัก อัตราการเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอด เพื่อเปรียบเทียบหาปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมที่สุดในการอนุบาลหอยหวานระยะวัยรุ่น

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสำเร็จรูป และเนื้อหอยหวานหลังการทดลอง

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง โดยวิธี proximate analysis พบว่าอาหารสำเร็จรูปมีระดับโปรตีน และไขมันมีค่าใกล้เคียงกับสูตรอาหารที่กำหนด โดยอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองระดับโปรตีนร้อยละ 40 มีค่าโปรตีนร้อยละ 40.04±0.01 ระดับไขมันร้อยละ 10 มีค่าไขมันร้อยละ 10.38±0.01 มีค่าเยื่อใยร้อยละ 2.21±0.01 ความชื้นร้อยละ 13.25±0.01 และเถ้าร้อยละ 14.29±0.01 **(ตารางที่ 4-1)** และจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหอยหวานหลังการทดลอง โดยวิธี proximate analysis พบว่าเนื้อหอยหวานมีระดับโปรตีนร้อยละ 61.52±0.05 ไขมันร้อยละ 5.36±0.01 และความชื้นร้อยละ 8.29±0.01 (**ตารางที่ 4-2)**

ตารางที่ 4-1 คุณค่าทางโภชนาการเฉลี่ย (mean ±SE; เปอร์เซ็นต์) ของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลอง (ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการของอาหารสำเร็จรูปจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ)

อาหารสำเร็จรูป	คุณค่าทางโภชนาการ (%)				
(น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด(กรัมต่ออาหาร 100 กรัม);แอสตาแซนทิน(ส่วนในล้านส่วน))	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	ความชื้น	เถ้า
1(7:0; 0)	40.03±0.01	10.40±0.05	2.18±0.01	13.29±0.01	14.21±0.01
2(7:0; 100)	40.05±0.02	10.34±0.02	2.14±0.01	13.22±0.01	14.35±0.01
3(7:0; 200)	40.07±0.02	10.44±0.02	2.26±0.01	13.27±0.01	14.30±0.01
4(7:0; 500)	39.98±0.01	10.42±0.02	2.19±0.02	13.20±0.02	14.29±0.02
5(5:2; 0)	40.11±0.02	10.35±0.02	2.22±0.02	13.19±0.02	14.26±0.02
6(5:2; 100)	39.97±0.01	10.45±0.02	2.17±0.02	13.24±0.02	14.31±0.02
7(5:2; 200)	39.98±0.01	10.35±0.01	2.25±0.01	13.18±0.01	14.22±0.01
8(5:2; 500)	40.09±0.01	10.36±0.02	2.21±0.01	13.26±0.01	14.29±0.01
9(3:4; 0)	40.07±0.01	10.39±0.01	2.17±0.01	13.28±0.01	14.26±0.01
10(3:4; 100)	39.99±0.03	10.39±0.01	2.23±0.02	13.18±0.01	14.33±0.03
11(3:4; 200)	39.97±0.01	10.35±0.02	2.21±0.01	13.28±0.02	14.27±0.01
12(3:4; 500)	40.01±0.01	10.45±0.02	2.25±0.01	13.21±0.02	14.32±0.02
13(1:6; 0)	40.09±0.01	10.39±0.01	2.19±0.03	13.26±0.01	14.27±0.01
14(1:6; 100)	40.13±0.01	10.34±0.02	2.20±0.03	13.29±0.01	14.30±0.01
15(1:6; 200)	40.01±0.01	10.36±0.01	2.18±0.01	13.31±0.01	14.28±0.01
16(1:6; 500)	40.09±0.02	10.34±0.02	2.24±0.01	13.33±0.01	14.33±0.01

ตารางที่ 4-2 คุณค่าทางโภชนาการเฉลี่ย (mean ±SE; เปอร์เซ็นต์) ของเนื้อหอยหวานหลังการทดลอง (ค่าเฉลี่ยคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหอยหวานหลังการทดลองจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ)

เนื้อหอยหวาน	**คุณค่าทางโภชนาการ (%)**		
(น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด(กรัมต่ออาหาร 100 กรัม);แอสตาแซนทิน(ส่วนในล้านส่วน))	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น
1(7:0; 0)	61.32±0.02	5.36±0.03	8.31±0.02
2(7:0; 100)	61.66±0.01	5.39±0.01	8.26±0.01
3(7:0; 200)	61.36±0.01	5.39±0.01	8.29±0.01
4(7:0; 500)	61.72±0.02	5.35±0.03	8.30±0.01
5(5:2; 0)	61.65±0.01	5.39±0.01	8.27±0.01
6(5:2; 100)	61.80±0.02	5.34±0.03	8.32±0.02
7(5:2; 200)	61.38±0.01	5.38±0.02	8.27±0.01
8(5:2; 500)	61.71±0.01	5.38±0.02	8.30±0.01
9(3:4; 0)	61.48±0.01	5.36±0.04	8.30±0.02
10(3:4; 100)	61.32±0.02	5.27±0.03	8.27±0.02
11(3:4; 200)	61.57±0.02	5.37±0.01	8.32±0.01
12(3:4; 500)	61.71±0.01	5.30±0.04	8.30±0.01
13(1:6; 0)	61.39±0.01	5.37±0.02	8.26±0.01
14(1:6; 100)	61.29±0.01	5.36±0.03	8.31±0.02
15(1:6; 200)	61.29±0.01	5.36±0.03	8.30±.02
16(1:6; 500)	61.64±0.03	5.38±0.01	8.29±0.01

4.2 ปริมาณแอสตาแซนทินในอาหารสำเร็จรูปและในเนื้อหอยหวานหลังการทดลอง

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอสตาแซนทินในอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลอง และในเนื้อหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปแต่ละสูตร ด้วยวิธี HPLC พบว่าระดับแอสตาแซนทินที่วิเคราะห์ได้ในอาหารมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณของแอสตาแซนทินที่เติมลงในอาหารดังแสดงใน**ตารางที่ 4-3**

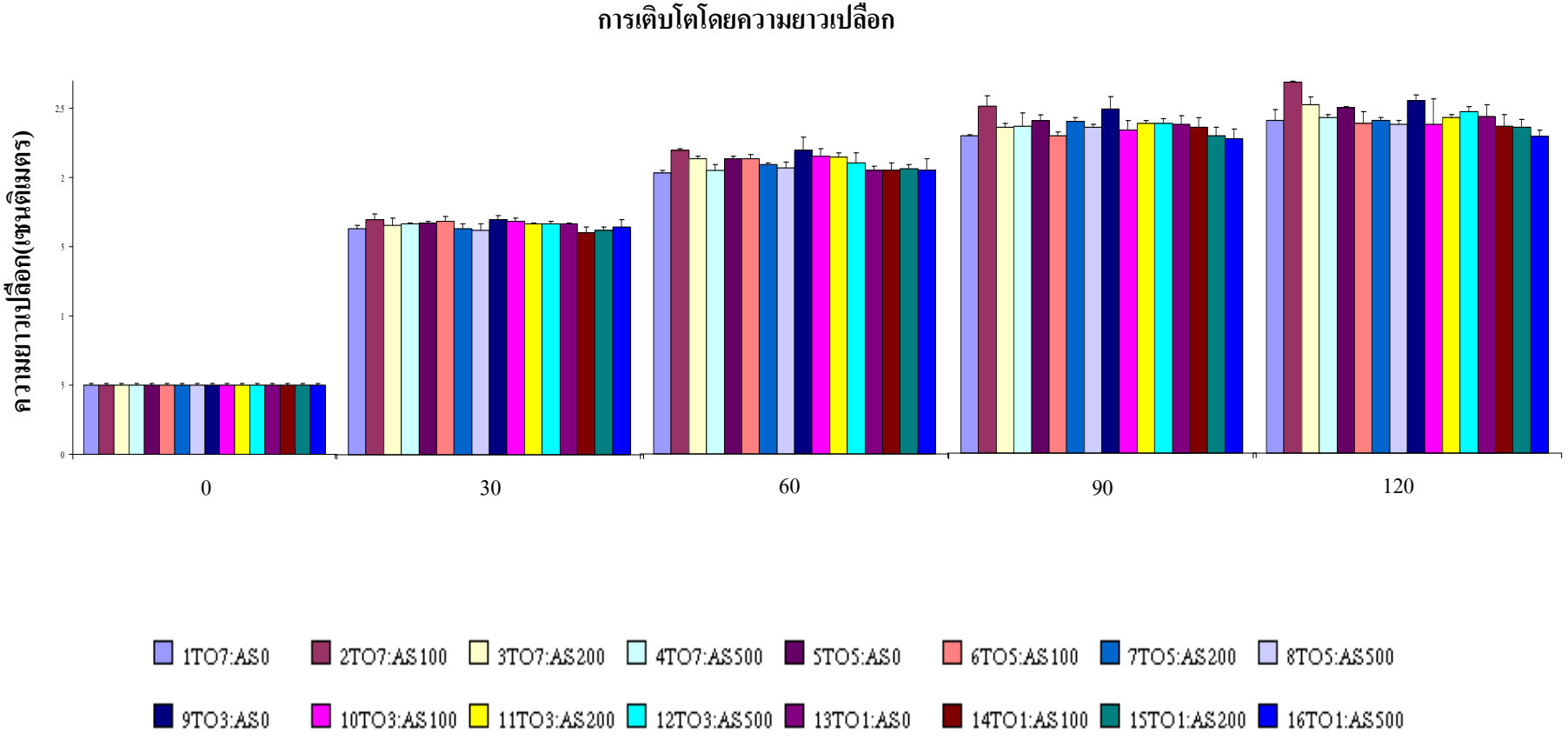
ตารางที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอสตาแซนทิน (mean ±SE; มิลลิกรัม) ในอาหารสำเร็จรูป และในเนื้อหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปแต่ละสูตร ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลอง (น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด (กรัมต่ออาหาร 100กรัม);แอสตาแซนทิน(ส่วนในล้านส่วน))	**แอสตาแซนทินที่เติมลงในอาหาร** (มก. /อาหาร 1 กก.)	**แอสตาแซนทินที่วิเคราะห์ได้ในอาหาร** (มก. /อาหาร 1 กก.)	**แอสตาแซนทินที่วิเคราะห์ได้ในเนื้อหอยหวาน** (มก. /อาหาร 1 กก.)
1 (7:0; 0)	0	0.00±0.00	0.75±0.08
2 (7:0; 100)	100	14.42±0.04	1.37±0.04
3 (7:0; 200)	200	60.50±0.03	3.87±0.04
4 (7:0; 500)	500	149.25±0.13	12.27±0.12
5 (5:2; 0)	0	0.00±0.00	0.75±0.08
6 (5:2; 100)	100	14.40±0.03	1.32±0.07
7 (5:2; 200)	200	60.53±0.06	3.87±0.04
8 (5:2; 500)	500	149.33±0.04	12.23±0.10
9 (3:4; 0)	0	0.00±0.00	0.75±0.06
10 (3:4; 100)	100	14.40±0.03	1.33±0.06
11 (3:4; 200)	200	60.60±0.08	3.82±0.07
12 (3:4; 500)	500	149.27±0.07	12.20±0.09
13 (1:6; 0)	0	0.00±0.00	0.70±0.09
14 (1:6; 100)	100	14.32±0.09	1.38±0.04
15 (1:6; 200)	200	60.62±0.12	3.85±0.03
16 (1:6; 500)	500	149.23±0.10	12.27±0.13

4.3 ผลของปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวาน

4.3.1 การเติบโตโดยความยาวเปลือก

การเติบโตโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า (TO) 4 ระดับ และแอสตาแซนทิน (AS) 4 ระดับ เป็นเวลา 120 วัน **แสดงในรูปที่ 4-1 (ตารางที่ 1 ภาคผนวก ข.)** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า อัตราการเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยของหอยหวานระยะวัยรุ่นทั้ง 16 ชุดการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) **แสดงในตารางที่ 4-4** โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าอาหารสูตรที่ 2 (TO7:AS100) ซึ่งมีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 7 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 100 ส่วนในล้านส่วน ให้ค่าการเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยดีที่สุดเท่ากับ 2.61±0.01 เซนติเมตร และมีอัตราการเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.19±0.01 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน มีความแตกต่างทางสถิติกับอาหารทุกสูตรอาหาร ส่วนลูกหอยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 6 (TO5:AS100) ซึ่งมีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 5 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 100 ส่วนในล้านส่วน โดยความยาวเปลือกเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 2.22±0.08 เซนติเมตร และมีอัตราการเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.01±0.02 เปอร์เซนต์ต่อวัน แต่ไม่มีความแตกต่างกับชุดการทดลองอาหารสูตรที่ 7, 8, 10, 14, 15, และ 16 (1.05±0.02 – 1.06±0.02 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)



รูปที่ 4-1 ความยาวเปลือกเฉลี่ย (mean ±SE; เซนติเมตร) ของหอยหวานระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีสัดส่วนน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินต่างกัน เป็นเวลา 120 วัน

หมายเหตุ : ตัวอักษร TO แทนน้ำมันปลาทูน่า, ตัวอักษร AS แทนแอสตาแซนทิน

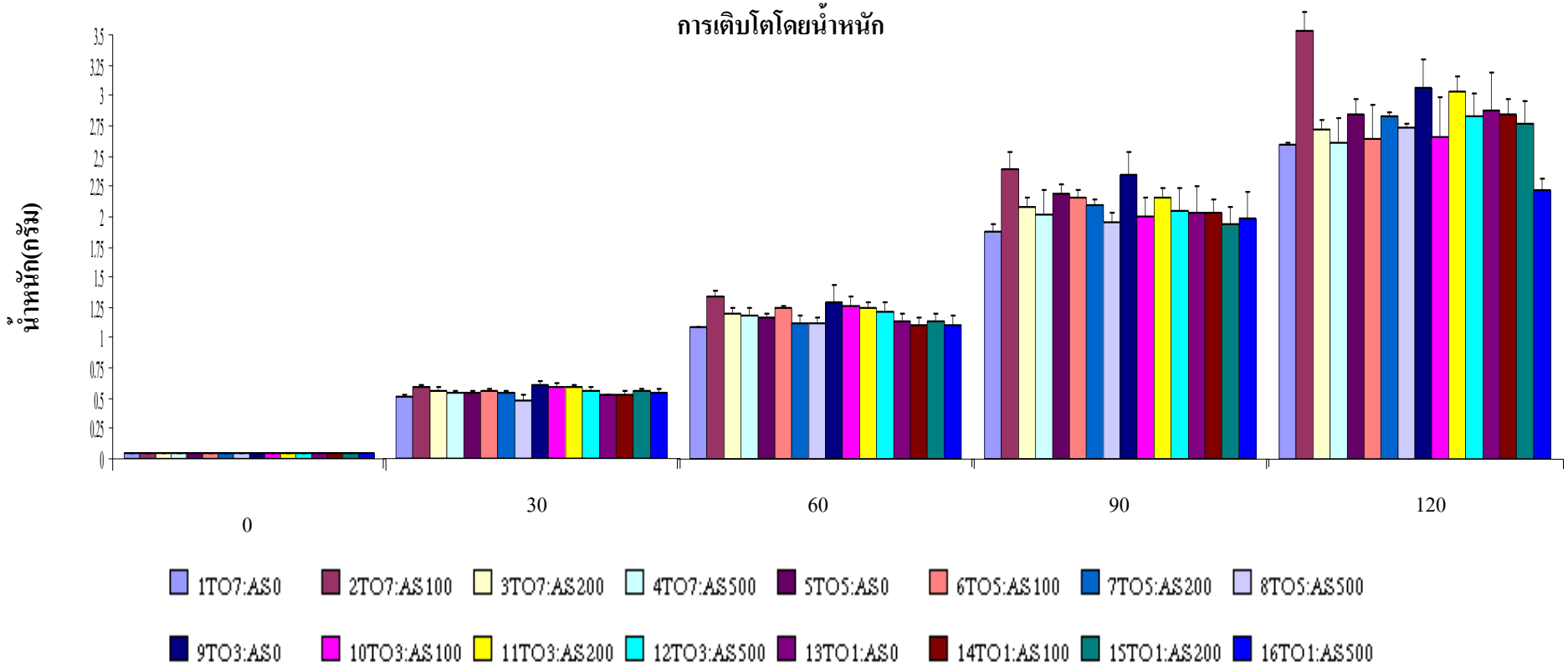
ตารางที่ 4-4 อัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกเฉลี่ย (mean ±SE; เซนติเมตร)

ชุดการทดลอง (น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด(กรัมต่ออาหาร 100กรัม);แอสตาแซนทิน (ส่วนในล้านส่วน))	**ความยาวเปลือกเริ่มต้น** (เซนติเมตร)	**ความยาวเปลือกสุดท้าย** (เซนติเมตร)	**ความยาวเปลือกที่เพิ่มขึ้น** (เซนติเมตร)	**อัตราการเติบโตจำเพาะโดยความยาวเปลือกเฉลี่ย** (% ต่อวัน)
1 (7:0; 0)	0.5	2.34±0.04	1.84±0.03	$1.07^{c,d,e}$±0.02
2 (7:0; 100)	0.5	2.61±0.03	2.11±0.04	1.19^{a}±0.01
3 (7:0; 200)	0.5	2.45±0.04	1.95±0.04	$1.12^{b,c}$±0.02
4 (7:0; 500)	0.5	2.36±0.03	1.86±0.03	$1.08^{c,d,e}$±0.02
5 (5:2; 0)	0.5	2.43±0.04	1.93±0.04	$1.12^{b,c}$±0.01
6 (5:2; 100)	0.5	2.22±0.02	1.72±0.03	1.01^{f}±0.02
7 (5:2; 200)	0.5	2.32±0.04	1.82±0.04	$1.06^{d,e,f}$±0.02
8 (5:2; 500)	0.5	2.31±0.04	1.81±0.04	$1.06^{d,e,f}$±0.01
9 (3:4; 0)	0.5	2.48±0.03	1.98±0.04	1.13^{b}±0.01
10 (3:4; 100)	0.5	2.31±0.03	1.81±0.03	$1.05^{d,e,f}$±0.02
11 (3:4; 200)	0.5	2.36±0.04	1.86±0.03	$1.08^{c,d,e}$±0.01
12 (3:4; 500)	0.5	2.40±0.02	1.90±0.04	$1.10^{b,c,d}$±0.01
13 (1:6; 0)	0.5	2.37±0.04	1.87±0.04	$1.09^{b,c,d,e}$±0.02
14 (1:6; 100)	0.5	2.30±0.04	1.80±0.03	$1.05^{d,e,f}$±0.01
15 (1:6; 200)	0.5	2.29±0.03	1.79±0.04	$1.05^{e,f}$±0.02
16 (1:6; 500)	0.5	2.23±0.04	1.73±0.03	1.05^{f}±0.02

หมายเหตุ ตัวกลางเลขคณิตที่มีตัวอักษรยกที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (*p>0.05*)

4.3.2 การเติบโตโดยน้ำหนัก

การเติบโตโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารอาหารสำเร็จรูปที่มีสัดส่วนน้ำมันปลาทูน่า (TO) 4 ระดับและเสริมแอสตาแซนทิน (AS) 4 ระดับ เป็นเวลา 120 วัน **แสดงในรูปที่ 4-2 (ตารางที่ 2 ภาคผนวก ข.)** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า อัตราการเติบโตโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะวัยรุ่นทั้ง 16 ชุดการทดลอง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) **แสดงในตารางที่ 4-5** โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า อาหารสูตรที่ 2 (TO7:AS100) ซึ่งมีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 7 กรัม และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 100 ส่วนในล้านส่วน มีค่าการเติบโตโดยน้ำหนักดีที่สุดเท่ากับ 3.04±0.14 กรัม และมีอัตราการเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.53±0.03 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน มีความแตกต่างทางสถิติกับอาหารทุกสูตรอาหาร และอาหารสูตรที่ 16 (TO1:AS500) ซึ่งมีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 1 กรัม และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 500 ส่วนในล้านส่วน มีค่าการเติบโตโดยน้ำหนักต่ำที่สุดเท่ากับ 1.92±0.07 กรัม มีอัตราการเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 3.14±0.03 เปอร์เซ็นต์ต่อวันและมีความแตกต่างทางสถิติกับทุกสูตรอาหาร



รูปที่ 4-2 น้ำหนักเฉลี่ย (mean ±SE; กรัม) ของหอยหวานระยะวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีสัดส่วนน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินต่างกัน เป็นเวลา 120 วัน

หมายเหตุ : ตัวอักษร TO แทนน้ำมันปลาทูน่า, ตัวอักษร AS แทนแอสตาแซนทิน

ตารางที่ 4-5 อัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักเฉลี่ย (mean ±SE; กรัม)

ชุดการทดลอง (น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด(กรัมต่ออาหาร 100กรัม);แอสตาแซนทิน (ส่วนในล้านส่วน))	**น้ำหนักเริ่มต้น** (กรัม)	**น้ำหนักสุดท้าย** (กรัม)	**น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น** (กรัม)	**อัตราการเติบโตจำเพาะโดยน้ำหนักเฉลี่ย** (% ต่อวัน)
1 (7:0; 0)	0.04	2.23±0.04	2.19±0.03	3.28^{c}±0.03
2 (7:0; 100)	0.04	3.04±0.03	3.00±0.03	3.53^{a}±0.03
3 (7:0; 200)	0.04	2.34±0.04	2.30±0.04	$3.31^{b,c}$±0.04
4 (7:0; 500)	0.04	2.24±0.04	2.20±0.02	3.28^{c}±0.04
5 (5:2; 0)	0.04	2.45±0.03	2.4±0.04	$3.36^{b,c}$±0.03
6 (5:2; 100)	0.04	2.27±0.03	2.23±0.03	3.28^{c}±0.04
7 (5:2; 200)	0.04	2.44±0.04	2.40±0.03	$3.35^{b,c}$±0.03
8 (5:2; 500)	0.04	2.35±0.03	2.31±0.04	$3.33^{b,c}$±0.03
9 (3:4; 0)	0.04	2.63±0.04	2.59±0.04	3.41^{b}±0.03
10 (3:4; 100)	0.04	2.30±0.04	2.26±0.03	3.30^{c}±0.04
11 (3:4; 200)	0.04	2.62±0.04	2.58±0.04	3.41^{b}±0.03
12 (3:4; 500)	0.04	2.44±0.03	2.40±0.03	$3.36^{b,c}$±0.03
13 (1:6; 0)	0.04	2.48±0.04	2.44±0.04	$3.37^{b,c}$±0.03
14 (1:6; 100)	0.04	2.45±0.02	2.41±0.03	$3.37^{b,c}$±0.03
15 (1:6; 200)	0.04	2.39±0.04	2.35±0.04	$3.33^{b,c}$±0.04
16 (1:6; 500)	0.04	1.92±0.03	1.88±0.02	3.14^{d}±0.03

<u>หมายเหตุ</u> ตัวกลางเลขคณิตที่มีตัวอักษรยกที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (*p>0.05*)

4.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก และความยาวเปลือก

จากผลการทดลอง เมื่อเลี้ยงหอยหวานด้วยอาหารทดลองสูตรต่างๆเป็นเวลา 120 วัน พบว่าน้ำหนัก และความยาวเปลือกของหอยหวานมีความสัมพันธ์กันดังแสดงใน**ตารางที่ 4-6**

ตารางที่ 4-6 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวเปลือกของหอยหวานที่กินอาหารทดลองสูตรต่างๆ

ชุดการทดลอง (น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม); แอสตาแซนทิน(ส่วนในล้านส่วน))	**ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักต่อความยาวเปลือก**	
	$W = AL^b$	r^2
1 (7:0; 0)	$W_{(1)} = -0.8530L_{(1)}^{1.1201}$	0.6650
2 (7:0; 100)	$W_{(2)} = -5.0128L_{(2)}^{3.0840}$	0.6965
3 (7:0; 200)	$W_{(3)} = -2.4163L_{(3)}^{1.9418}$	0.7046
4 (7:0; 500)	$W_{(4)} = -2.7837L_{(4)}^{2.1300}$	0.6758
5 (5:2; 0)	$W_{(5)} = -4.0227L_{(5)}^{2.6575}$	0.7099
6 (5:2; 100)	$W_{(6)} = -3.4267L_{(6)}^{2.5674}$	0.8309
7 (5:2; 200)	$W_{(7)} = -3.2493L_{(7)}^{2.4495}$	0.7825
8 (5:2; 500)	$W_{(8)} = -2.7253L_{(8)}^{2.1935}$	0.7012
9 (3:4; 0)	$W_{(9)} = -4.2884L_{(9)}^{2.7964}$	0.7942
10 (3:4; 100)	$W_{(10)} = -2.4366L_{(10)}^{2.0468}$	0.8194
11 (3:4; 200)	$W_{(11)} = -3.7783L_{(11)}^{2.7131}$	0.6859
12 (3:4; 500)	$W_{(12)} = -3.2639L_{(12)}^{2.3720}$	0.6552
13 (1:6; 0)	$W_{(13)} = -3.1713L_{(13)}^{2.3802}$	0.7179
14 (1:6; 100)	$W_{(14)} = -2.8159L_{(AC500)}^{2.2920}$	0.6672
15 (1:6; 200)	$W_{(15)} = -3.7135L_{(14)}^{2.6706}$	0.7518
16 (1:6; 500)	$W_{(16)} = -2.7481L_{(15)}^{2.0954}$	0.7968

หมายเหตุ : W = น้ำหนัก (กรัม)

A = ค่าคงที่

L = ความยาวเปลือก (เซนติเมตร)

b = อัตราการเติบโต

r^2 = สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

4.4 ผลของปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตรารอด

จากผลการศึกษาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อทั้ง 16 ชุดการทดลอง พบว่าอาหารสูตรที่ 2 (TO7:AS100) ซึ่งมีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 7 กรัม และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 100 ส่วนในล้านส่วน มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด คือ 4.23±0.16 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับอาหารสูตรที่ 3, 4, 6, 10 และ16 (5.02±0.23 – 5.88±0.36) **(ตารางที่ 4-7)**

ผลการศึกษาอัตรารอด ทั้ง 16 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ **(ตารางที่ 4-7)**

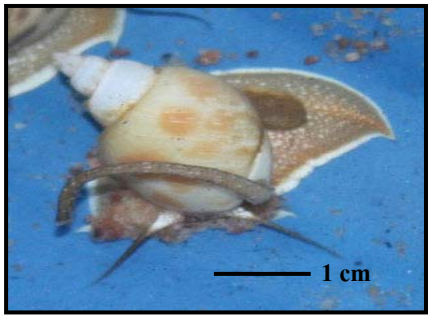
4.5 ลักษณะของสีเปลือก

จากผลการสังเกตเพิ่มเติมจากการทดลองพบว่าความเข้มข้นของแอสตาแซนทินที่เพิ่มขึ้นในอาหารทดลองมีผลทำให้ลักษณะสีเปลือกของหอยหวานมีความแตกต่างกัน โดยหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จรูปที่มีความเข้มข้นของแอสตาแซนทินที่เพิ่มขึ้นทำให้สีเปลือกของหอยหวานเข้มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของแอสตาแซนทินที่เพิ่มขึ้นดัง**รูปที่ 4-3**

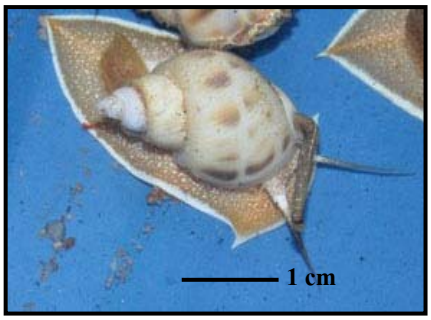
ตารางที่ 4-7 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตรารอด (Survival rate)

ชุดการทดลอง (น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด (กรัมต่ออาหาร 100 กรัม); แอสตาแซนทิน(ส่วนในล้านส่วน))	**อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)**	**อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)**
1 (7:0; 0)	$4.65^{b,c,d,e}$±0.21	100
2 (7:0; 100)	4.23^{e}±0.16	100
3 (7:0; 200)	$5.03^{b,c,d}$±0.25	100
4 (7:0; 500)	$5.02^{b,c,d}$±0.23	100
5 (5:2; 0)	$4.64^{b,c,d,e}$±0.19	100
6 (5:2; 100)	$5.33^{a,b}$±0.25	100
7 (5:2; 200)	$4.57^{c,d,e}$±0.19	100
8 (5:2; 500)	$4.43^{d,e}$±0.19	100
9 (3:4; 0)	$4.77^{b,c,d,e}$±0.20	100
10 (3:4; 100)	$5.24^{a,b,c}$±0.30	100
11 (3:4; 200)	$4.49^{d,e}$±0.19	100
12 (3:4; 500)	$4.60^{b,c,d,e}$±0.20	100
13 (1:6; 0)	$4.35^{d,e}$±0.17	100
14 (1:6; 100)	$4.39^{d,e}$±0.2	100
15 (1:6; 200)	$4.61^{b,c,d,e}$±0.22	100
16 (1:6; 500)	5.88^{a}±0.36	100

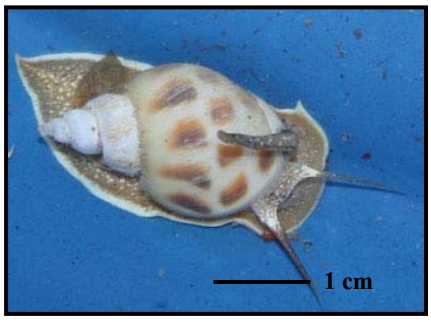
หมายเหตุ ตัวกลางเลขคณิตที่มีตัวอักษรยกที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)



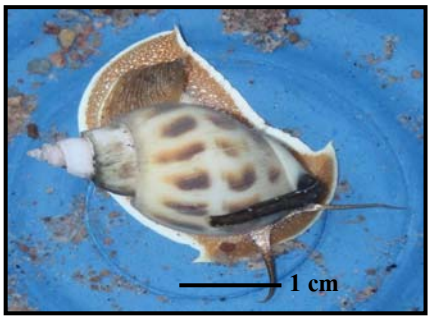
แอสตาแซนทิน 0 ส่วนในล้านส่วน



แอสตาแซนทิน 100 ส่วนในล้านส่วน



แอสตาแซนทิน 200 ส่วนในล้านส่วน



แอสตาแซนทิน 500 ส่วนในล้านส่วน

รูปที่ 4-3 ลักษณะสีเปลือกของหอยหวานที่มีความแตกต่างกันในแต่ละความเข้มข้นของแอสตาแซนทิน

4.6 คุณภาพน้ำทะเล

คุณภาพน้ำในถังเลี้ยงด้วยการเลี้ยงระบบน้ำทะเลหมุนเวียนแบบกึ่งปิด ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำมีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยหวาน ซึ่งจากการตรวจวัดคุณภาพน้ำตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองโดยทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุก 7 วัน ดัง**แสดงในตารางที่ 3 ภาคผนวก ข.** โดยมีค่าเฉลี่ยดังแสดงใน**ตารางที่ 10** คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก เนื่องจากมีการให้ออกซิเจนอย่างเพียงพอ น้ำมีการหมุนเวียนตลอดเวลา และมวลน้ำมีขนาดใหญ่ ส่งผลไปยังปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวาน

ตารางที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทะเล (mean ±SE) ในถังเลี้ยงตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน ค่าเฉลี่ยจากการวัดทุก 7 วัน

พารามิเตอร์	**วัน**				
	0	**30**	**60**	**90**	**120**
อุณหภูมิน้ำ (°C)	29.80±0.02	29.30±0.21	29.70±0.10	28.73±0.11	28.70±0.12
ความเค็ม (psu)	28.70±0.01	29.28±0.17	29.95±0.03	30.40±0.12	30.90±0.07
แอมโมเนีย (NH_4-N) (mg/l)	0.25±0.00	0.25±0.00	0.25±0.00	0.25±0.00	0.25±0.00
อัลคาไลนิตี้ (mg/l)	120±0.00	120.0±0.00	115.0±2.24	97.50±1.94	90±0.00
ไนไตรท์ (mg/l)	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00
ความเป็นกรด-ด่าง	8.15±0.01	8.11±0.01	7.99±0.00	7.74±0.08	7.43±0.04

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

อาหาร

อาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงหอยหวาน เป็นแหล่งพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีวิต การเติบโต และการเจริญพันธุ์ ช่วยให้กระบวนการต่างๆ ของการดำรงชีวิตดำเนินไปด้วยดี ซึ่งอาหารควรประกอบด้วยสารอาหารหลักครบทั้ง 5 หมู่ ในปริมาณ และรายละเอียดของสารอาหารที่แตกต่างกันไปตามความต้องการของชนิดสัตว์น้ำที่เลี้ยง ปัจจุบันอาหารที่ใช้เลี้ยงหอยหวานนิยมใช้ปลาสดเป็นอาหาร ซึ่งมีข้อจำกัดหลายประการ คือ คุณภาพ และราคาจะขึ้นอยู่กับฤดูกาล และไม่สามารถควบคุมคุณค่าสารอาหารได้ตามต้องการ อาจมีโปรตีนสูง แต่ขาดวิตามิน และถ้าปลาที่ใช้ไม่สด โปรตีนบางส่วนจะถูกย่อยสลายไป เกิดสารที่ก่อปัญหาต่อสุขภาพ เช่น Histamine ไขมันบางส่วนจะเกิดการหืน และวิตามินบางตัว เช่น วิตามิน บี เอ เค ดี อี และ ซี จะเสื่อมลง นอกจากนี้ยังทำให้น้ำเสียและเกิดโรคได้ง่าย (นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และ ศิรุษา กฤษณะพันธุ์, 2545) อาหารสำเร็จรูปสามารถแก้ไขปัญหาข้างต้นได้โดยสามารถสร้างสูตรอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการให้เหมาะสมกับความต้องการของหอยหวาน โดยการให้อาหารผสมจะทำให้หอยหวานได้รับอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสมดุลตามความต้องการอย่างสม่ำเสมอจึงมีผลให้การเติบโตและกระบวนการต่างๆเป็นไปตามปกติ ดังการศึกษาของ ขนิษฐา แสงงาม (2541) พบว่าหอยหวานมีการเติบโตสูงเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 40 % เปรียบเทียบกับอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 25 % Zhou *et al.* (2007) และKe *et al.* (2007) พบว่า ระดับโปรตีน 43% ให้การเติบโตของ juvenile ivory shell (*Babylonia areolata*) ดีที่สุด สุกัญญา จันทร์งาม (2550) พบว่าระดับโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวานคือ 36, 25 และ 10 ตามลำดับ และ ชิดชนก รอดเรือง (2551) พบว่าหอยหวานมีการเติบโตสูงสุดเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีน 38.4 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 4.08 กิโลแคลอรีต่อกรัม จากที่กล่าวมาข้างต้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้อาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ (ชัชรียา เชยชม, 2551) ซึ่งเมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการแล้วมีโปรตีน 40.04 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 10.38 เปอร์เซ็นต์ จัดเตรียมให้เป็นอาหารสำเร็จรูปโดยใช้รูปแบบอาหารแบบแท่งหยักเนื่องจากหอยหวานมีการกินอาหารโดยใช้งวง (proboscis) เจาะไปในเนื้ออาหารเพื่อปล่อยน้ำย่อยออกมา แล้วดูดอาหารที่ย่อยเบื้องต้นกลับเข้าสู่ลำตัว (นิลนาจ และศิรุษา, 2545) การคงสภาพของอาหารสำเร็จรูปขณะที่อาหารอยู่ในน้ำ จึงมีความสำคัญ ดังนั้นการทดลองนี้จึง

เลือกทำอาหารสำเร็จรูปให้มีรูปร่างแบบแท่งหยักซึ่งอาหารจะมีการคงสภาพได้ถึง 99 เปอร์เซ็นต์ (ชิดชนก รอดเรือง, 2551)

ระดับน้ำมันปลาทูน่า

ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูง ในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ ไขมันเป็นสารอาหารที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงอย่างหนึ่ง การเติมไขมันในอาหารจะช่วยทำให้การใช้โปรตีนของปลาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2541) น้ำมันปลาทูน่า (Tuna oil) เป็นส่วนหนึ่งของไขมันที่สกัดจากส่วนหัว และส่วนเนื้อของปลาทูน่า ซึ่งเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นในกลุ่มโอเมก้า-3 (อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุลและคณะ, 2549) ซึ่งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเด่นๆ 2 ชนิด ได้แก่ กรดดีโคซาเฮกซาอีโนอิก หรือ DHA (Decoxahexaenoic Acid) และกรดไอโคซาเพนทาอีโนอิก หรือ EPA (Eicosapentaenoic Acid) สุพิศ ทองรอด (2534) มะลิ บุณยรัตผลิน(2531) รายงานว่าชนิดและปริมาณของกรดไขมันเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเติบโตของสัตว์น้ำซึ่งสัตว์น้ำเป็นสัตว์เลือดเย็นมีความสามารถในการย่อยและนำกรดไขมันชนิดอิ่มตัวไปใช้ได้ต่ำโดยในอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำมักมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจึงนิยมใช้น้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น นำน้ำมันปลาทูน่ามาเป็นส่วนผสมในอาหารสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการอนุบาลหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) (เพ็ญศรี เมืองเยาว์ และคณะ, 2551) โดยเติมในปริมาณ 7 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม ซึ่งเมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการแล้วจะให้ไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ (ชัชรียา เชยชม, 2551) เช่นเดียวกับการทดลองในครั้งนี้ซึ่งเติมน้ำมันปลาทูน่าที่ระดับ 7 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการแล้วได้ไขมัน 10.38±0.02 เปอร์เซ็นต์

ระดับแอสตาแซนทิน

แอสตาแซนทินเป็นสารสีจำพวกแคโรทีนอยด์ ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสารแคโรทีนอยด์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ในเชิงการแพทย์ และถูกจัดว่าเป็นสารที่ช่วยต่อต้านการเกิด หรือยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง (Matthews-Roth, 1991; Krinski,1991) Miki (1991) รายงานว่าสารแคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในกระบวนการเมตบอลิซึมของร่างกาย ซึ่งอนุมูลอิสระนี้เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดมะเร็ง และเรียกสารแคโรทีนอยด์นี้ว่าเป็นสารที่ “Supervitamin E activity” เช่นเดียวกับการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแอสตาแซนทินที่สกัดจาก Phaffia rhodozyma โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร พบว่าฤทธิ์ของแอสตาแซนทินในการกำจัดสารอนุมูลอิสระ DPPH ดีกว่าวิตามินอี (พัชรินทร์ วรชื่นและคณะ, 2552)

การใช้สารแอสตาแซนทินเพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกัน Verthac *et al*. (1995) ทำการทดลองในปลา rainbow trout โดยการให้อาหารที่มีแอสตาแซนทินตั้งแต่ 0, 50 และ 400 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1

กิโลกรัม เป็นเวลา 5 เดือน พบว่าหลังจากให้อาหารดังกล่าวไป 2 เดือน ผลทางภูมิต้านทานเริ่มแสดงให้เห็นในปลาที่กินอาหารที่เสริมด้วยแอสตาแซนทิน 400 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม กล่าวคือมี phagocytotic cells สูงกว่าอีกกลุ่มที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ เมื่อครบ 5 เดือน non-specific immune response อื่นๆ เช่น lymphocyte proliferation และ natural killer activity รวมทั้ง phagocytotic cells ก็สูงกว่าในปลาที่ไม่ได้รับแอสตาแซนทิน

การใช้แอสตาแซนทินในการเพิ่มสีสันแก่สัตว์น้ำ มีการใช้กันแพร่หลายในการผลิตปลาแซลมอน เพื่อกระตุ้นให้เนื้อปลาที่เลี้ยงมีสีชมพูเหมือนปลาแซลมอนที่พบในธรรมชาติ การเพิ่มสีในปลาการ์ตูนส้มขาว (*Amphiprion ocellaris*) พบว่าปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับอาหารเสริมแอสตาแซนทิน 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยความเข้มสีลำตัว (Chroma) สูงกว่าปลาการ์ตูนส้มขาวที่ได้รับอาหารทดลองพื้นฐานที่ไม่เสริมแอสตาแซนทินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ฤทัย โลทะกะ, 2551) การใช้แอสตาแซนทินในการเพิ่มสีปลาหมอทะเล, *Epinephelus lanceolatus*, Bloch, 1790 ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองสูตรพื้นฐานและที่เสริมแอสตาแซนทิน 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมแอสตาแซนทิน 200 และ 300 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้บริเวณครีบ ลำตัว และจุดบนลำตัวจะมีสีเหลืองมากกว่าปลาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรพื้นฐานที่เสริมแอสตาแซนทิน 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และอาหารทดลองสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ(ทวี จินดามัยกุล และคณะ,2550) การใช้แอสตาแซนทินในการเพิ่มสีปลากระแหโดยใช้อาหารเม็ดสูตรพื้นฐาน และอาหารเม็ดสูตรพื้นฐานเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 25, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า การเสริมแอสตาแซนทินในอาหารมีผลทำให้สีครีบหางของปลากระแหมีสีแดงเข้มขึ้นตามระดับ ของแอสตาแซนทินที่เสริม การเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้ครีบหางปลากระแหมีสีแดงเข้มขึ้นมากที่สุด และมากกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดเสริมแอสตาแซนทินที่ระดับ 25 และ 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดาราวรรณ ยุทธยงค์และคณะ,2547) จากการศึกษาการใช้แอสตาแซนทินในด้านต่างๆ ในการทดลองนี้จึงเลือกใช้ระดับแอสตาแซนทินที่ความเข้มข้น 0, 100, 200 และ 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของอาหารที่ใช้เลี้ยงได้ โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อคิดได้จากค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อหนึ่งหน่วยอาหาร เพื่อให้ทราบว่าสัตว์มีความสามารถในการเปลี่ยนอาหารที่กินให้เป็นเนื้อหรือน้ำหนักได้มากน้อยเพียงไร โดยอาหารที่มีประสิทธิภาพดีจะให้ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างที่เป็นองค์ประกอบของอาหาร เช่น คุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงความชื้นของอาหารแต่ละชนิดด้วย

(วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2536) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสูตรอาหารที่ 2 (TO7:AS100) ซึ่งมีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 7 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 100 ส่วนในพันส่วนให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด คือ 4.23±0.16 ในน้ำมันปลาทูน่าประกอบไปด้วยกรดไขมันจำเป็นในกลุ่มโอเมก้า-3 (อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และคณะ, 2549) มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเด่นๆ 2 ชนิด ได้แก่ กรดดีโคซาเฮกซาอีโนอิก หรือ DHA (Decoxahexaenoic Acid) และกรดไอโคซาเพนทาอีโนอิก หรือ EPA (Eicosapentaenoic Acid) ซึ่งกรดไขมันไม่อิ่มตัว DHA และ EPA นี้สามารถใช้เสริมภูมิคุ้มกันและเป็นอาหารเสริมสุขภาพสัตว์น้ำ มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของสัตว์น้ำวัยอ่อน สุพิศ ทองรอด (2534) มะลิ บุณยรัตผลิน (2531) รายงานว่าชนิดและปริมาณของกรดไขมันเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเติบโตของสัตว์น้ำ ซึ่งสัตว์น้ำเป็นสัตว์เลือดเย็นมีความสามารถในการย่อยและนำกรดไขมันชนิดอิ่มตัวไปใช้ได้ต่ำ โดยในอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำมักมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นอาหารสัตว์น้ำที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงเป็นองค์ประกอบจึงช่วยให้สัตว์น้ำมีการเติบโตได้ดี การศึกษาของ Rinchard *et al*. (2007) พบว่าอาหารที่มีกรดไขมันให้ผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตในปลา rainboe trout นอกจากนี้การเติมไขมันในอาหารจะช่วยทำให้การใช้โปรตีนของปลาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2541) เช่นเดียวกับการรายงานของ สุพิศ ทองรอด (2534) รายงานว่าไขมันมีความสำคัญรองจากโปรตีน โดยเป็นแหล่งให้พลังแก่สัตว์น้ำได้ถึง 8-9 กิโลแคลอรีต่อไขมัน 1 กรัม การเพิ่มไขมันลงไปในอาหารจึงก่อผลดีต่อเนื่องในการช่วยประหยัดโปรตีนในอาหารไม่ให้ถูกเผาผลาญเป็นพลังงานทำให้สัตว์น้ำสามารถใช้โปรตีนที่กินเข้าไปเพื่อการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่

แอสตาแซนทินเป็นสารสีจำพวกแคโรทีนอยด์ ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสารแคโรทีนอยด์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ในเชิงการแพทย์ และถูกจัดว่าเป็นสารที่ช่วยต่อต้านการเกิด หรือยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง (Matthews-Roth, 1991; Krinski, 1991) Miki (1991) รายงานว่าสารแคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในกระบวนการเมตบอลิซึมของร่างกาย ซึ่งอนุมูลอิสระนี้เป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดมะเร็ง มีการนำแอสตาแซนทินมาใช้ในด้านต่างๆ กันอย่างแพร่หลาย การศึกษาในครั้งนี้พบว่าสูตรอาหารที่ 2 มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่าอย่างเดียว และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 100 ส่วนในพันส่วนให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด คือ 4.23±0.16 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับอาหารสูตรที่ 3, 4, 6, 10 และ 16 แต่ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของแต่ละสูตรอาหารให้ค่าไม่แตกต่างกันมากนักในการทดลองนี้ แอสตาแซนทินจึงไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยหวาน การศึกษาของ ทวี จินดามัยกุล และคณะ(2550) พบว่าการเสริมแอสตาแซนทินในอาหารปลาหมอทะเล *Epinephelus lanceolatus*, Bloch, 1790 ไม่มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เช่นเดียวกับการศึกษาของ ดาราวรรณ ยุทธยงค์ และคณะ(2547) ทำการทดลองผสมแอสตาแซนทิน

ในอาหารเลี้ยงปลากระแห พบว่าการเสริมแอสตาแซนทินผสมในอาหารไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราแลกเนื้อของปลากระแห การศึกษาอาหารผสมแอสตาแซนทินที่ใช้เลี้ยงปลานิลแดง ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กันในอาหารไม่มีผลทำให้ปลานิลสีแดงมีน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาแตกต่างกัน (ชลธิชา โชติสิทธิพงษ์, 2541)

อัตรารอด

จากการศึกษาปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และระดับแอสตาแซนทินที่เหมาะสมในการอนุบาลหอยหวานระยะวัยรุ่นครั้งนี้ พบว่าอัตรารอด ทั้ง 16 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 120 วัน พบอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอาหารที่ใช้ในการทดลองทุกสูตรอาหารมีระดับไขมันร้อยละ 10 ซึ่งเหมาะสมต่อการเติบโตและการรอดตายของหอยหวานเช่นเดียวกับการศึกษาของสุกัญญา จันทร์งาม (2550) พบว่าระดับไขมันที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวานคือ ร้อยละ 10 (ชัชรียา เชยชม, 2551) ส่วนระดับแอสตาแซนทินที่เสริมในอาหารทุกระดับให้ผลการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ทุกสูตรอาหาร เนื่องจากแอสตาแซนทินเป็นสารสีจำพวกแคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในกระบวนการเมตบอลิซึมของร่างกายมีการนำมาใช้เพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกัน จากการศึกษาของ Verthac *et al*. (1995) พบว่าหลังจากให้อาหารที่มีแอสตาแซนทินตั้งแต่ 0, 50 และ 400 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 5 เดือน ในปลา rainbow trout พบว่าผลทางภูมิต้านทานเริ่มแสดงให้เห็นในปลาที่กินอาหารที่เสริมด้วยแอสตาแซนทิน 400 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม กล่าวคือมี phagocytotic cells สูงกว่าอีกกลุ่มที่เหลืออย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้โดยที่ระดับของแอสตาแซนทิน 50 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ก็สามารถกระตุ้นการสร้างภูมิต้านทานได้แล้ว การศึกษาของทิพย์วรรณ ปริพัฒนานนท์ และคณะ(2541) ทำการทดลองเพื่อหาอัตราที่เหมาะสมของแอสตาแซนทินต่อการเร่งสีในปลาเงินปลาทอง อัตราที่ใช้คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นอกจากจะพบว่าแอสตาแซนทินในปริมาณ 37-40 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม จะสามารถกระตุ้นการเกิดสีได้ดีที่สุดแล้วยังพบว่าอัตราการตายของปลาตลอดการทดลอง ยังลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อในอาหารมีแอสตาแซนทินตั้งแต่ 25 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ขึ้นไป

จากการศึกษาของ สุกัญญา จันทร์งาม (2550) พบว่าการตายของหอยหวานในระหว่างการทดลองเลี้ยงส่วนใหญ่เกิดจากการที่ลูกหอยคืบคลานออกมาจากตะกร้าเลี้ยงและไม่ได้รับอาหารจึงทำให้ตายแต่การทดลองในครั้งนี้ใช้หน่วยทดลองเลี้ยงเป็นตะกร้าที่มีฝาปิดมิดชิดทำให้ลูกหอยหวานไม่สามารถคืบคลานหลุดออกมาได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ ชิดชนก รอดเรือง (2551) ที่ใช้หน่วยทดลองในลักษณะเดียวกัน พบว่าชุดทดลองมีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์

ในการทดลองครั้งนี้เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาการใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นถึงขนาดตลาดพบว่าสูตรอาหารที่ 2 ที่ใช้น้ำมันปลาทูน่าอย่างเดียว และเติมแอสตาแซนทิน 100 ส่วนในล้านส่วน ให้ค่าการเติบโตโดยน้ำหนักที่ใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาดังแสดงใน**ตารางที่ 5-1**

ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่างการศึกษาในครั้งนี้กับรายงานการศึกษาการใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นถึงขนาด

ผู้วิจัย	ขนิษฐา แสงงาม (2540)	ทศพล สังข์ศิรินทร์ (2550)	สุกัญญา จันทร์งาม (2550)	ชัชรียา เชยชม (2551)	ชิดชนก รอดเรือง (2551)	Zhou *et al*. (2007)	Zhou *et al*. (2007)	การศึกษาครั้งนี้ (2553)
ระดับโปรตีน (%)	40	35.08	36	40.34	38.4	45	43	40
ระดับไขมัน (%)	10	10	10	9.33	10	7.69	6.54	10
แหล่งโปรตีน	ปลาป่น และกากถั่วเหลืองป่น	ปลาป่น และกากถั่วเหลืองป่น	ปลาป่น, กุ้งป่น และกากถั่วเหลือง	ปลาป่น, กุ้งป่น และกากถั่วเหลือง	ปลาป่น, กุ้งป่น และกากถั่วเหลือง	Fish meal, casein and gelatin	Fish meal, casein and gelatin	ปลาป่น, กุ้งป่น และกากถั่วเหลือง
แหล่งไขมัน	น้ำมันปลา	น้ำมันปลาทูน่า	น้ำมันปลาทูน่า	น้ำมันปลาทูน่า	น้ำมันปลาทูน่า	Pollock liver oil	Fish oil	น้ำมันปลาทูน่าและน้ำมันข้าวโพด
ระดับแอสตาแซนทิน	-	-	-	-	-	-	-	100 ppm.
ผลการศึกษา	การเติบโตด้านน้ำหนัก 0.84 กรัมต่อเดือน	การเติบโตด้านน้ำหนัก 0.34 กรัมต่อเดือน	การเติบโตด้านน้ำหนัก 0.34 กรัมต่อเดือน	การเติบโตด้านน้ำหนัก 0.9 กรัมต่อเดือน	การเติบโตด้านน้ำหนัก 0.7 กรัมต่อเดือน	การเติบโตด้านน้ำหนัก 0.27 กรัมต่อเดือน	การเติบโตน้ำหนัก 0.36 กรัมต่อเดือน	การเติบโตด้านน้ำหนัก 0.76 กรัมต่อเดือน

คุณภาพน้ำทะเล

ในการทดลองครั้งนี้ใช้ระบบน้ำทะเลหมุนเวียนแบบกึ่งปิด ซึ่งจากการตรวจวัดคุณภาพน้ำตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองโดยทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงทุกๆ 7 วัน พบว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆของคุณภาพน้ำมีค่าอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยหวานทำให้ลักษณะเปลือกของหอยหวานมีความสมบูรณ์ไม่หลุดลอก เนื่องจากค่าอัลคาไลนิตี้ในระบบเลี้ยงมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก อยู่ในช่วง 120 – 90 ppm$CaCO_3$ ซึ่งค่าที่เหมาสะมควรอยู่ในช่วงมากกว่า 100 ppm$CaCO_3$ ในการศึกษานี้จึงไม่พบอาการเปลือกลอกของหอย เนื่องจากในระบบการเลี้ยงได้มีการเติมเปลือกหอยนางรมลงในน้ำที่ใช้เลี้ยงเพื่อเป็นการเพิ่มค่าอัลคาลินิตี้ของน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

อาหารสำเร็จรูป และเนื้อหอยหวาน

อาหารทดลองที่ใช้มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 4 ระดับ (7, 5, 3 และ 1 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม) และมีปริมาณแอสตาแซนทิน 4 ระดับ (0, 100, 200 และ 500 ส่วนในล้านส่วน) ได้ชุดการทดลองเป็น 16 สูตร โดยอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลองมีระดับโปรตีนร้อยละ 40 และระดับไขมันร้อยละ 10

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง พบว่าอาหารสำเร็จรูปมีระดับโปรตีน และไขมันมีค่าใกล้เคียงกับสูตรอาหารที่กำหนด โดยมีค่าโปรตีนร้อยละ 40.04±0.01 และไขมันร้อยละ 10.38±0.01 มีค่าเยื่อใยร้อยละ 2.21±0.01 ความชื้นร้อยละ 13.25±0.01 และเถ้าร้อยละ 14.29±0.01 และจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหอยหวานหลังการทดลอง พบว่าเนื้อหอยหวานมีระดับโปรตีนร้อยละ 61.52±0.05 ไขมันร้อยละ 5.36±0.01 และความชื้นร้อยละ 8.29±0.01

จากการวิเคราะห์ปริมาณแอสตาแซนทินในอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการทดลอง พบว่าระดับแอสตาแซนทินที่วิเคราะห์ได้ในอาหารมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณของแอสตาแซนทินที่เติมลงในอาหารเช่นเดียวกับระดับแอสตาแซนทินที่วิเคราะห์ได้ในเนื้อหอยหวาน

ผลของปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และระดับแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่อการเติบโต ของหอยหวานระยะวัยรุ่น

จากผลการศึกษาปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และระดับแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่อการเติบโตโดยความยาวเปลือกเมื่อทดลองครบ 120 วัน พบว่าสูตรอาหารที่ให้ผลการเติบโตดีที่สุดคืออาหารสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่าอย่างเดียว และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 100 ส่วนในล้านส่วน รองลงมา คือ สูตรที่ 9, 3, 5 และ 12 ให้อัตราการเติบโตโดยความยาวเปลือกเท่ากับ 2.61±0.01, 2.48±0.04, 2.45±0.06, 2.43±0.01 และ 2.40±0.04 เซนติเมตร ตามลำดับ

จากผลการศึกษาปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และระดับแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่อการเติบโตโดยน้ำหนักเมื่อทดลองครบ 120 วัน พบว่าสูตรอาหารที่ให้ผลการเติบโตดีที่สุดคือ อาหารสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่าอย่างเดียว และระดับแอสตาแซนทินเท่ากับ 100 ส่วนในล้านส่วน รองลงมา คือ สูตรที่ 9, 11, 13 และ 5 ให้อัตราการเติบโตโดยน้ำหนักเท่ากับ 3.04±0.14, 2.63±0.20, 2.62±0.10, 2.48±0.27, และ 2.45±0.11 กรัม ตามลำดับ

จากการศึกษาอาหารทดลองทั้ง 16 สูตรในครั้งนี้ สรุปได้ว่าปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และระดับแอสตาแซนทินที่ให้ผลการเติบโตของหอยหวานระยะวัยรุ่นดีที่สุด คือ อาหารทดลองสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่าอย่างเดียว และระดับแอสตาแซนทิน 100 ส่วนในล้านส่วน ส่วนอาหารทดลองสูตรที่ 16 ที่มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 1 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม และระดับแอสตาแซนทิน 500 ส่วนในล้านส่วน ให้การเติบโตต่ำที่สุด

ผลของปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และระดับแอสตาแซนทินต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

จากผลการศึกษาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ พบว่าอาหารทดลองสูตรที่ 2 ที่มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่าอย่างเดียว และระดับแอสตาแซนทิน 100 ส่วนในล้านส่วนให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดคือ 4.23±0.16 ส่วนอาหารทดลองสูตรที่ 16 ที่มีปริมาณน้ำมันปลาทูน่า 1 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม และระดับแอสตาแซนทิน 500 ส่วนในล้านส่วน ให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด คือ 5.88±0.36

ผลการติดตามคุณภาพน้ำทะเลตลอดระยะเวลาการเลี้ยงสรุปได้ว่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ค่อนข้างคงที่ อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการเลี้ยงหอยหวาน

ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองครั้งนี้พบว่าสัดส่วนน้ำมันปลาทูน่าต่อน้ำมันข้าวโพดให้ค่าการเติบโตไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นน้ำมันข้าวโพดอาจสามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันปลาทูน่าได้เพื่อลดต้นทุนในเพาะเลี้ยงหอยหวาน แต่จะต้องมีการศึกษาในเชิงลึกด้านกรดไขมันชนิดต่างๆ ดังนั้นการศึกษาในอนาคตจึงควรทำการศึกษาเรื่องผลของน้ำมันชนิดต่างๆ ต่อการเติบโตของหอยหวาน

2. จากการทดลองเลี้ยงหอยหวานด้วยอาหารสำเร็จรูปเสริมระดับแอสตาแซนทินที่ระดับต่างๆ พบว่าหอยทุกชุดการทดลองมีสีเปลือกแตกต่างกัน การศึกษาในอนาคตจึงควรทำการศึกษาระดับของแอสตาแซนทินที่มีผลกับสีเปลือกของหอยหวานโดยทำการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์เปลือกของหอยด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

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

ชัชรียา เชยชม. 2551. ผลของบริเวอร์ยีสต์ และนิวคลิโอไทด์ ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของหอยหวาน *Babylonia areolata*. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชิดชนก รอดเรือง. 2551. สัดส่วนโปรตีนต่อพลังงานที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะวัยรุ่น.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชลธิชา โชติสิทธิพงษ์. 2541. ผลของแอสตาแซนทินต่อสี การเจริญเติบโต อัตรารอด และความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย Streptococcus sp. ของปลานิลสีแดง (Tilapia nilotica Linn). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดาราวรรณ ยุทธยงค์, จูอะดี พงศ์มณีรัตน์ และสนธิ์พันธ์ ผาสุกดี. 2547. ผลของแอสตาแซนทินในอาหารต่อสีของปลากระแห. เอกสารวิชาการฉบับที่ 69/2547. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 17 หน้า.

ทวี จินดามัยกุล, พิชญา ชัยนาค และจูอะดี พงศ์มณีรัตน์. 2550. การศึกษาระดับแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงสีของปลาหมอทะเล. วารสารการประมง ฉบับเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2550, 06(1) กรมประมง. หน้า 35-43.

ทิพย์วรรณ ปริพัฒนานนท์, จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์, อัจฉริยา ไศละสูต และนันทริกา ซันซื่อ. 2541. Effect of astaxanthin on pigmentation of goldfish. รายงานผลการวิจัยเสนอต่อมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ประจำปี 2541. 16 หน้า.

ทศพล สังข์ศิรินทร์. 2550. ผลของแคลเซียม และฟอสฟอรัสในอาหารผสมต่อการเติบโต และอัตราการรอดของหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link 1807) ในระบบการเลี้ยงแบบน้ำทะเลหมุนเวียน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนิษฐา ทรรพนันทน์. 2543. ชีววิทยาประมง. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 2000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์รั้วเขียว.

นงลักษณ์ สำราญราษฎร์. 2551. ระดับความเข้มข้นของรงควัตถุบางชนิดในอาหารต่อการเพิ่มสีในปลาการ์ตูนส้มขาว *Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830. สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. ชลบุรี. 35 หน้า.

นนทวิทย์ อารีย์ชน, ดวงใจ กิตติปรีชากุล และชุมพล ศรีทอง. 2549. การใช้แอสตาแซนทินจากยีสต์ *Phaffia rhodozyma* กับกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* Fabricius. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์.

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2545. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยหวาน หลักการ และแนวการปฏิบัติ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์. 2548. การศึกษาผลผลิต และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่น *Babylonia areolata* ถึงขนาดตลาดในบ่อดินด้วยวิธีการเลี้ยงแบบต่างๆ. เอกสารประกอบการสัมมนาผลการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2542. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 144 หน้า.

พัชรินทร์ วรชื่น และคนอื่นๆ. 2552. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแอสตาแซนทินสกัดจาก *Phaffia rhodozyma*. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิศวะกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เพ็ญศรี เมืองเยาว์, จีรรัตน์ เกื้อแก้ว, สุชิรา ลายรัตน์ และสุโกศล จงโยธา. 2551. ผลของการใช้น้ำมันพืชและน้ำมันปลาในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (Babylonia areolata Link, 1807). เอกสารวิชาการฉบับที่ 60/2551. สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. ชลบุรี. 17 หน้า.

ภัทรสินี ภัทรโกศล. 2550. สถิติเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์. จำนวน 2000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ. 435 หน้า.

มะลิ บุณยรัตผลิน. 2531. อาหารและการให้อาหารกุ้งกุลาดำ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. กรุงเทพฯ. 65 หน้า.

มนทกานติ ท้ามติ้น, สุพิศ ทองรอด, จินตนา นักระนาด และภูวนัย ชัยศรี. 2547. อัตราส่วนระหว่างกรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 ที่เหมาะสมในอาหารต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ (*Haliotis asinina*, Linne). เอกสารวิชาการฉบับที่ 50/2547, สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง.

ยุทธนา ศิริวัธนนุกูล, เอกสารคำสอนวิชาสถิติสำหรับการวิจัยทางเกษตร.จำนวน 200 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. 285 หน้า.

รุ่งจิตร ยอดดี. 2547. ผลของการเสริมแอสทาแซนทินและวิตามินเอที่มีต่อการเติบโต การรอด และความทนต่อความเค็มต่ำของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* วัยอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฤทัย โลทะกะ. 2551. ผลของการเสริมแอสตาแซนทินต่อการเปลี่ยนแปลงสีในปลาการ์ตูนส้มขาว *Amphiprion ocellaris*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิสัย วงศ์สายปิ่น. 2545. อี เอฟ เอ กรดไขมันจำเป็น. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รวมทรรศน์.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 206 หน้า.

วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2541. โภชนาศาสตร์สัตว์น้ำ (Aquatic Animal Nutrition). ภาควาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สามารถ เดชสถิตย์. 2551. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ 2 ตัว. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ สำนักวิจัย และพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 15 หน้า.

สรวงสุดา สุภาสัย. 2547. ผลของการเสริมวิตมินอีและแอสทาแซนทินที่มีต่อการเจริญพันธุ์ของกุ้งขาว Penaeus vannamei เพศผู้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

สุพิศ ทองรอด. 2534. ความสำคัญของไขมันในอาหารสัตว์น้ำ. วารสารการประมง 44(7), กรมประมง. หน้า 943-950.

สมพิศ แย้มเกษม และศรัญญา เกตุมณี. 2551. ความถี่ของการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807). เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2551. ศูนย์วิจัย และพัฒนาชายฝั่งระยอง สำนักวิจัย และพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 24 หน้า.

หน่วยปฏิบัติการ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะฟัก และเลี้ยงหอยหวานเชิงพานิชย์แบบครบวงจร สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ชีววิทยาของหอยหวาน.[ออนไลน์], 2551. แหล่งที่มา: http://www.cubabylonia.com [2554, มกราคม 9]

อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล, พิศมัย สมสืบ, นุชนรี ทองศรี และสาวิตรี วงศ์สุวรรณ. 2549. อาหาร และการผลิตอาหารสัตว์น้ำ. สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 74 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed., vol.1. Association of Official Analysis Chemists, Arlington, VA, USA.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed., vol.1. Association of Official Analysis Chemists, Arlington, VA, USA.

Castell, J. D., R. O. Sinnhuber, J.H. Wales, and D.J Lee. 1972. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): Metabolism and fatty acid composition. Journal of Nutrition, 102:93-100.

Gomez – Montes, L., *et al*. 2003. Effect of dietary protein:energy ratio on intake, growth and metabolism of juvenile green abalone *Haliotis fulgens*. Aquaculture 220: 769 – 780.

Japanese Conference on the Biochemistry of Lipids (JCBL), 2007: [Online]. Available from: http://lipidbank.jp/cgi-bin/detail.cgi?id=VCA0002 [2011, January 19]

Jingzhou Natural Astaxanthin Inc, 2008 [Online]. Available from: www.asta.cn/news/2008-9/2008910101523.htm [2011, January 19]

Kanazawa, A., S. I. Teshima, M. Sakamoto and M.A. Awai. 1980. Requirements of *Tilapia zilli* for essential fatty acids. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries, 46:1353-1356.

Ke, C.H., Xu, Y.B., and Wang, D.X. 2007. Protein and Lipid Requirement IN Ivory Shell *Babylonia areolata.* Meeting Abstract of Aquaculture Society. China.

Krinski, N.I. 1991. Effects of carotenoids in cellular and animal systems. American Journal of Clinical Nutrition, 53:238-246.

Lucien-Brun, H., and Vidal, F. 2006. Shrimp pigmentation with natural carotenoids. AQUA Culture AsiaPacific Magazine, 34-35.

Lupatsh, I., and Kissil, G., Wm. 2005. Feed formulations based on energy and protein demands in white grouper (*Epinephelus aeneus*). Aquaculture 248: 83 – 95.

Matthews-Roth, M.N. 1991. Recent progress in the medical applications of carotenoids. Pure and Applied Chemistry 63:147-156.

Miki, W. 1991. Biological functions and activities of animal carotenoids. Pure and Applied Chemistry 63:141-146.

Rinchard, J., Czesny S., and Dabrowski, K. 2007. Influence of lipid class and fatty acid deficiency on survival,growth, and fatty acid composition in rainbow trout juveniles. Aquaculture 264: 363 – 371.

Takeuchi, S. and T. Watanabe. 1977. Studies on nutritive of dietary lipids in fish. VIII. Requirements of carp for essential fatty acids. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries, 43:541-551.

Tan, B., Mai, K., and Liufu, Z. 2000. Response of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* to dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio. Aquaculture.198 : p. 141-158.

Trider D.J.and J.D. Castell. 1980. Effect of dietary lipids on growth, tissue composition and metabolism of the oyster (*Crassostrea virginica*). Journal of Nutrition, 110:1303-1309.

Verthac, V., Gabaudan, J. and Schierle, J., 1995. Vitamins and Fine Chemical Research and Technology Department, F. Hoffmann-La Roche Ltd., Switzerland.

Wang, Y., Guo, J., Li, K., and Bureau, D.P. 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). Aquaculture 252: 421 – 428.

Weber, S. 1990. Determination of stabilized, added astaxanthin in fish feed and premixes with HPLC. In Keller, H.E. (ed.), Analytical methods for vitamins and carotenoids in feed. Animal nutrition and health, vitamins and fine chemical division Hoffman-la Roche. 59-61.

Wilson, R.P. 2002. Amino acids and Protein, In: Halver J.E., hardy R.W. (Eds.). Fish Nutrition, 3rd ed. Academic Press. New York. 143-179.

Yang, S.D., Lin, T.S., Lui, F.G.and Liou, C.H. 2005. Influence of dietary phosphorus levels of growth,metabolic response and body composition of juvenile silver purch (*Bidyanus bidyanus*).

Zhou Q.C., Zhou J.B., Chi S.Y., Yang Q.H. and Liu C.W. 2007. Effect of dietary lipid on growth performance, feed utilization and digestive enzyme of juvenile ivory shell, *Babylonia areolate*. Aquaculture. 272. 535-540.

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

ภาคผนวก

<u>ภาคผนวก ก.</u> ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพอาหาร

1. 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

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

2. 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) ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในไส้กรอง (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

3.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

4.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

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

6. การวิเคราะห์หาปริมาณแอสตาแซนทินในอาหาร (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) (Weber, 1990)

สารเคมี

1. n-heaxane
2. Acetone
3. Phosphoric acid
4. Silicagel 60, particle size 0.2 to 0.5 mm
5. Papain
6. Ethanol
7. Dichloromethan
8. Diethyl ether

เครื่องมือ

1. Sonicator
2. Rotary evaporator

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง ประมาณ 0.1 – 0.2 กรัม
2. เติม Papain 20 มิลลิกรัม และน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร
3. Sonicated ที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. เติม Ethanol 4 มิลลิลิตร และเขย่า
5. เติม Dichloromethan และเขย่า
6. เติม n- heaxane 10 มิลลิลิตร แล้วเขย่าจนเกิดการแยกชั้นของสาร
7. ใช้ pipette ดูดส่วนบนของสารใส่ในหลอดทดลองอันใหม่และสกัดตัวอย่างกับ n- heaxane 5 มิลลิลิตร อีก 2 ครั้ง
8. กรองโดยวิธีการ chromatography ด้วย silica gel (Packed column ด้วย silica gel 10 กรัม และ n- heaxane:diethyl ether (1:1) 10 มิลลิลิตร จากนั้นชะล้างด้วย acetone จนกว่าสีจะหาย

9. ระเหย และละลายกากที่เหลือด้วย acetone 5 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่พร้อมสำหรับนำไปฉีดวิเคราะห์ด้วย HPLC column

สภาวะของเครื่อง HPLC

Column : Luna 3U Silica 150 x 4.60 nm (หรือเทียบเท่า)

Mobile phase : Hexane : Acetone (80:20)

Flow rate : 0.8 mL / min

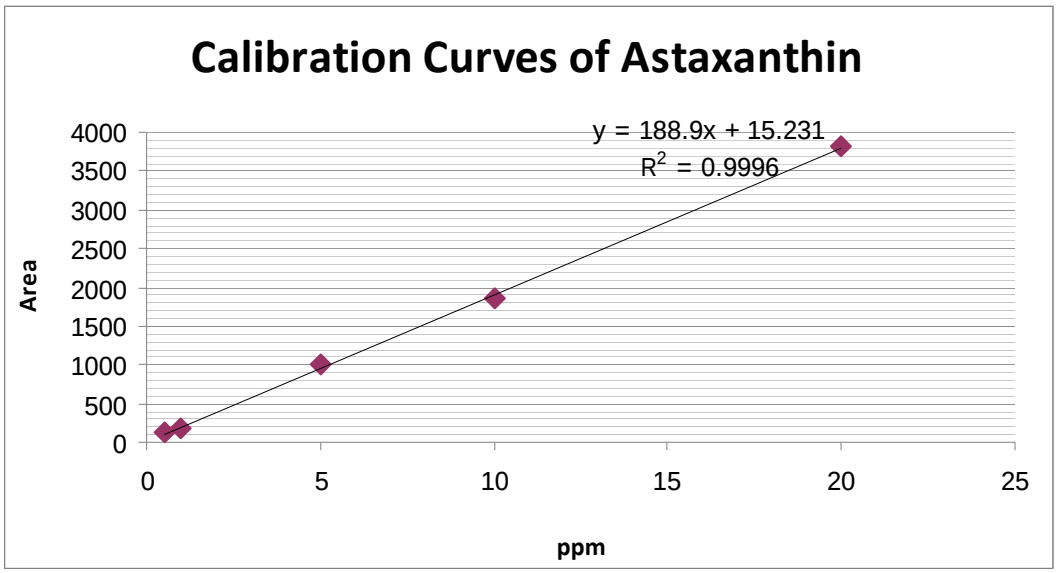
Injection volume : 20 µL

Run time : 7.0 min

Detector : UV (DAD) ที่ความยาวคลื่น 474 nm

Calibration Curves

Amount (ppm)	Area
0.5	118.87552
1	187.87167
5	998.55
10	1859
20	3806.7666



ภาคผนวก ข. ข้อมูลจากการทดลอง

ตารางที่ 1 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 1

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
1 (7:0; 0)	1	1.68	1.57	1.56	2.34	2.28	1.56	1.99	2.56	2.49	2.15	2.27	2.85
	2	1.78	1.83	1.48	1.07	1.89	2.49	2.24	2.54	1.98	2.34	2.43	2.99
	3	1.66	1.57	1.46	2.05	2.06	2.16	2.05	2.66	2.34	2.34	2.08	2.57
	4	1.61	1.55	1.77	2.17	2.08	2.14	2.24	1.88	1.76	2.27	2.24	3.27
	5	1.68	1.66	1.75	1.97	2.05	2.27	2.76	2.48	2.95	2.66	2.71	2.1
	6	1.66	1.56	1.57	1.99	2.34	1.98	2.26	1.98	2.18	2.35	2.25	2.26
	7	1.56	1.78	1.81	2.05	1.76	2.25	2.55	1.36	2.39	1.57	2.74	2.11
	8	1.71	1.67	1.39	2.02	2.19	2.37	2.47	2.34	2.57	2.27	2.58	2.74
	9	1.76	1.63	1.72	1.98	1.94	2.16	2.38	2.34	1.94	2.44	1.98	2.31
	10	1.55	1.66	1.58	1.79	2.07	2.75	2.69	2.19	2.87	2.11	2.24	2.94
	11	1.66	1.65	1.73	2.16	1.77	1.89	2.34	2.16	2.14	2.78	2.83	2.47
	12	1.68	1.66	1.78	1.97	1.98	1.85	2.15	2.54	2.09	2.52	2.88	2.14
	13	1.59	1.59	1.83	2.15	1.95	1.98	2.25	2.52	1.99	1.98	2.87	2.41
	14	1.55	1.74	1.73	2.08	1.77	1.86	1.77	2.08	2.27	2.56	2.26	2.36
	15	1.63	1.53	1.57	2.02	2.09	1.94	2.36	2.27	2.15	2.17	2.37	2.45
	16	1.55	1.38	1.23	1.99	2.16	2.26	2.15	2.24	2.39	2.09	2.72	1.95
	17	1.44	1.49	1.55	1.88	1.75	1.85	2.04	2.33	2.34	2.18	2.66	2.37
	18	1.47	1.66	1.83	1.97	1.58	1.77	2.03	2.56	2.47	2.34	2.74	2.14
	19	1.39	1.56	1.52	2.25	2.02	1.69	2.05	2.43	2.38	2.66	2.48	2.25
	20	1.43	1.58	1.66	2.17	1.98	1.98	2.34	2.18	2.27	2.34	2.33	2.1
	21	1.32	1.38	1.74	1.87	1.51	1.95	1.86	2.56	2.14	2.18	2.54	1.88
	22	1.38	1.36	1.58	1.89	1.55	1.56	2.44	2.18	1.56	2.85	2.47	2.25
	23	1.41	1.37	1.49	2.06	1.99	1.84	1.57	2.07	2.09	2.14	2.66	2.02
	24	1.53	1.28	1.47	2.04	1.87	1.98	2.34	1.66	1.87	2.25	2.64	2.16
	25	1.44	1.27	1.39	1.79	1.96	1.76	2.29	2.05	1.66	2.11	2.35	1.75
	26	1.38	1.33	1.46	1.77	1.94	2.15	1.88	2.66	2.51	1.89	2.25	2.08
	27	1.36	1.29	1.38	2.26	2.18	2.05	1.86	1.87	2.23	2.17	2.55	1.65
	28	1.37	1.25	1.37	1.57	1.56	1.76	2.09	1.89	2.15	1.76	2.01	2.38
	29	1.35	1.25	1.42	1.6	1.57	1.58	2.36	2.15	2.04	1.68	2.73	1.63
	30	1.37	1.28	1.37	1.68	1.59	2.04	2.07	2.46	2.15	1.67	2.72	2.18

ตารางที่ 2 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 2

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2 (7:0; 100)	1	1.92	1.49	1.32	1.98	2.27	1.94	1.95	2.18	2.58	2.56	2.52	2.93
	2	1.57	1.97	1.72	2.05	2.15	2.08	3.39	2.56	2.94	3.16	2.71	2.91
	3	1.76	1.96	1.61	2.12	2.03	2.44	2.07	2.55	2.56	3.25	2.23	2.75
	4	1.72	1.95	1.80	1.87	1.98	2.07	2.55	2.27	2.97	2.77	3.17	2.65
	5	1.88	1.73	1.41	2.55	1.97	2.19	2.47	2.84	2.79	2.28	2.91	2.52
	6	1.76	1.94	1.73	2.07	2.16	2.16	2.24	2.66	2.74	2.77	2.17	3.01
	7	1.27	1.66	1.63	2.01	2.13	2.07	2.29	2.23	2.66	2.56	2.46	2.7
	8	1.67	1.33	1.59	2.05	1.98	2.05	2.56	2.08	2.05	2.34	3.11	2.31
	9	1.67	1.46	1.58	2.54	1.77	2.54	2.24	2.44	2.84	2.37	2.66	2.62
	10	1.55	1.83	1.57	2.76	2.29	1.93	2.07	2.46	2.49	3.56	2.34	2.51
	11	1.76	1.57	1.66	2.27	2.16	2.16	2.83	2.39	2.57	2.37	2.66	2.61
	12	1.48	1.58	1.42	2.25	2.25	1.99	2.39	2.96	2.86	2.83	2.62	2.73
	13	1.59	1.94	1.49	1.89	2.43	2.17	2.23	2.94	2.95	2.86	2.51	2.71
	14	1.56	1.77	1.46	2.09	1.98	2.07	2.57	2.35	2.73	2.48	2.88	2.27
	15	1.69	1.58	1.55	2.04	1.88	1.86	2.34	3.03	2.44	2.55	2.36	2.43
	16	1.49	1.79	1.47	2.16	2.09	2.06	2.66	2.16	2.67	2.44	2.66	2.24
	17	1.39	1.59	1.59	2.13	2.37	2.25	2.08	2.15	2.86	2.66	2.27	2.83
	18	1.82	1.66	1.47	2.22	1.98	2.07	2.37	2.38	2.09	3.56	3.15	2.34
	19	1.68	1.58	1.61	1.98	2.27	2.28	1.88	2.22	2.48	2.27	2.48	2.5
	20	1.66	1.68	1.58	1.87	2.09	2.34	2.16	2.66	2.73	2.25	2.56	2.61
	21	1.37	1.49	1.59	1.98	1.98	1.86	2.18	2.33	2.55	2.55	3.56	2.58
	22	1.78	1.55	1.59	1.99	1.87	2.14	1.98	2.56	2.37	1.98	2.37	2.48
	23	1.56	1.48	1.58	2.24	2.56	2.17	1.79	2.78	2.26	2.36	2.74	2.22
	24	1.55	1.48	1.48	1.96	2.26	2.33	2.23	2.27	2.19	2.33	2.18	2.27
	25	1.56	1.59	1.45	1.95	2.09	2.35	2.09	2.35	2.65	2.24	2.79	3.12
	26	1.47	1.49	1.45	2.04	1.99	2.38	2.93	1.89	2.37	2.16	2.36	3.57
	27	1.51	1.47	1.37	1.98	2.24	2.44	2.16	2.05	2.08	2.18	2.34	2.21
	28	1.53	1.57	1.39	1.94	2.09	1.86	2.05	2.17	2.54	2.66	2.43	2.55
	29	1.55	1.46	1.58	2.05	2.06	1.93	2.53	2.27	2.47	2.46	2.36	2.98
	30	1.49	1.66	1.39	1.69	1.98	2.05	2.18	2.29	2.27	3.56	2.36	2.58

ตารางที่ 3 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 3

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
3 (7:0; 200)	1	1.78	2.02	1.82	2.34	2.09	2.02	2.25	2.18	1.88	2.77	2.88	2.98
	2	1.56	1.88	1.38	1.88	2.16	1.87	2.76	1.87	2.85	2.66	2.59	2.36
	3	1.72	1.55	1.68	2.29	2.58	2.05	2.79	2.49	3.13	2.76	3.19	2.55
	4	1.77	1.59	1.68	2.46	2.07	1.88	2.35	2.26	2.34	2.27	3.07	2.77
	5	1.59	1.47	1.75	2.18	2.05	2.56	2.93	2.88	2.26	3.05	1.91	1.95
	6	1.55	1.68	1.56	1.87	2.08	2.24	2.38	2.05	1.97	2.98	2.67	2.64
	7	1.84	1.54	1.83	1.86	2.37	2.03	1.77	2.64	2.84	2.95	2.51	3.27
	8	1.75	1.59	1.39	2.07	2.19	2.07	2.36	2.71	2.26	2.45	2.62	2.55
	9	1.61	1.78	1.85	2.25	2.44	1.98	2.14	2.24	2.19	2.26	2.22	3.16
	10	1.94	1.73	1.66	2.22	2.36	2.22	2.48	2.28	2.64	2.31	2.55	2.55
	11	1.52	1.23	1.58	2.45	1.88	2.05	2.65	2.44	1.98	2.28	1.93	2.56
	12	1.54	1.56	1.58	2.26	1.98	2.47	2.53	2.43	2.33	2.98	2.66	2.18
	13	1.59	1.65	1.55	2.76	2.45	1.83	2.08	1.88	2.18	1.96	2.07	2.24
	14	1.51	1.39	1.57	2.14	1.97	2.31	2.27	2.37	2.17	1.97	2.98	2.16
	15	1.66	1.39	1.49	2.07	2.07	1.84	2.81	2.09	2.49	3.14	1.97	2.35
	16	1.52	1.68	1.45	2.14	1.99	2.05	2.05	2.85	2.15	2.83	3.09	2.66
	17	1.55	1.66	1.56	1.98	2.05	1.73	2.07	2.55	1.96	2.35	1.94	2.84
	18	1.48	1.57	1.49	2.07	1.89	2.09	2.85	2.36	2.48	2.16	2.27	2.25
	19	1.49	1.56	1.38	2.05	1.87	1.86	2.29	2.69	1.69	2.56	1.86	2.47
	20	1.83	1.39	1.44	1.86	1.61	1.98	2.13	2.07	1.96	2.74	2.45	2.76
	21	1.83	1.28	1.46	1.97	1.77	2.05	2.44	1.77	2.15	1.98	1.67	2.09
	22	1.66	1.49	1.48	1.85	2.05	2.16	2.46	2.09	2.47	2.34	2.77	2.97
	23	1.55	1.53	1.39	2.29	2.16	1.77	1.87	2.24	2.83	2.07	1.98	2.55
	24	1.59	1.49	1.43	2.08	1.98	1.69	2.15	1.93	2.46	1.76	2.55	2.28
	25	1.55	1.56	1.38	1.77	2.04	1.87	2.36	2.35	2.16	2.06	2.08	3.16
	26	1.56	1.64	1.37	1.85	1.76	1.84	1.88	2.07	2.36	2.51	2.15	2.57
	27	1.52	1.68	1.39	1.96	1.98	1.93	1.84	2.07	2.25	2.27	1.51	2.16
	28	1.53	1.56	1.15	1.69	1.96	1.66	2.25	1.68	2.34	2.01	2.16	2.08
	29	1.28	1.49	1.28	2.16	1.52	1.77	2.56	1.55	2.16	1.91	1.73	3.27
	30	1.28	1.53	1.46	2.07	1.97	2.48	1.88	1.53	1.98	2.44	2.98	2.48

ตารางที่ 4 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 4

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
4 (7:0; 500)	1	1.66	1.59	1.58	2.28	2.07	2.18	2.55	2.58	2.98	2.64	2.88	2.97
	2	1.58	1.68	1.83	2.05	2.04	2.13	2.58	2.26	2.44	2.66	2.49	2.91
	3	1.49	1.58	1.55	2.38	2.15	1.87	3.05	1.87	2.93	2.16	3.06	2.41
	4	1.67	1.85	1.78	2.16	2.28	2.03	2.09	1.59	2.46	2.16	2.47	2.84
	5	1.87	1.27	1.59	2.55	1.66	1.17	2.27	2.16	2.87	2.37	2.25	2.51
	6	1.59	1.55	1.66	1.68	2.18	2.05	1.88	1.77	2.36	2.05	2.59	2.23
	7	2.03	1.68	1.96	2.58	2.35	1.68	2.44	2.03	2.24	3.02	2.29	2.21
	8	1.66	1.53	1.38	2.16	1.47	2.44	2.29	2.44	2.19	2.88	2.53	2.61
	9	2.02	1.48	1.56	2.55	1.88	2.38	2.98	2.16	2.27	2.45	2.25	2.54
	10	1.77	1.49	1.59	2.54	2.16	1.83	2.16	2.57	2.37	2.84	2.26	2.41
	11	1.39	1.52	1.37	2.08	1.74	1.96	2.44	1.76	2.51	2.55	2.38	2.42
	12	1.36	1.58	1.59	1.66	2.19	2.18	2.86	2.48	2.47	2.11	2.16	2.46
	13	1.27	1.88	1.66	1.87	1.97	1.87	2.83	2.26	2.23	2.76	2.68	2.66
	14	1.57	1.55	1.48	1.78	2.05	1.79	2.74	2.78	2.45	1.74	2.74	2.13
	15	1.39	1.78	1.26	1.98	2.06	2.06	2.36	2.16	2.61	2.94	2.16	2.11
	16	1.66	1.56	1.63	1.97	1.77	1.95	2.29	2.13	2.15	2.16	2.58	2.34
	17	1.19	1.57	1.39	1.85	1.79	2.04	1.64	2.63	2.19	3.14	2.47	2.23
	18	1.36	1.61	1.78	2.27	1.83	2.05	2.23	2.24	2.11	2.14	2.09	2.15
	19	1.55	1.66	1.46	1.96	2.04	1.51	2.18	1.88	2.26	2.73	1.79	2.47
	20	1.48	1.57	1.59	1.27	1.69	2.53	2.68	2.07	2.18	2.16	2.16	2.23
	21	1.67	1.43	1.48	1.98	1.95	1.98	2.59	2.25	2.54	2.32	1.98	2.23
	22	1.74	1.66	1.77	2.04	1.98	1.96	2.54	1.57	2.06	2.24	2.74	2.23
	23	1.68	1.65	1.63	1.87	1.77	2.04	2.18	1.83	2.53	2.16	1.99	2.33
	24	1.49	1.37	1.58	2.14	2.04	1.97	2.07	1.92	1.98	2.55	2.17	2.04
	25	1.46	1.49	1.55	1.98	1.85	2.05	2.55	2.04	2.34	2.27	1.99	1.95
	26	1.49	1.52	1.49	1.89	2.14	1.76	2.84	2.12	2.15	2.43	1.96	2.08
	27	1.72	1.46	1.37	2.09	1.74	1.98	2.08	2.05	1.98	1.79	2.34	2.86
	28	1.37	1.28	1.59	1.51	1.93	1.66	2.25	2.26	2.35	1.26	2.08	2.46
	29	1.18	1.59	1.58	2.27	1.56	1.46	2.02	1.98	2.33	2.61	1.77	2.15
	30	1.16	1.66	1.66	2.16	1.28	1.87	2.27	1.87	2.17	1.98	2.28	2.42

ตารางที่ 5 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 5

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
5 (5:2; 0)	1	1.78	1.78	1.55	2.24	2.37	2.16	2.49	2.08	2.38	2.86	2.21	2.64
	2	1.47	1.78	1.68	1.87	2.25	2.24	2.13	2.55	2.06	2.66	2.04	3.19
	3	1.55	1.94	1.64	2.05	2.05	2.19	2.88	2.47	2.17	3.01	2.51	2.77
	4	1.76	1.76	1.39	2.16	2.27	1.77	2.26	2.59	2.74	2.55	2.61	2.88
	5	1.73	1.59	1.77	2.09	2.34	2.26	2.08	2.16	2.39	2.74	2.81	2.87
	6	1.63	1.55	1.84	1.71	2.24	1.88	2.35	2.56	2.06	2.38	2.83	2.76
	7	1.66	1.19	4.56	2.16	2.48	1.96	1.97	2.79	2.34	2.43	2.51	2.58
	8	1.77	1.77	1.29	2.21	2.19	2.16	2.16	2.58	2.88	2.09	1.92	2.56
	9	1.56	1.78	1.55	2.05	2.56	2.41	2.35	2.16	2.03	2.58	2.62	2.75
	10	1.66	1.44	1.76	1.98	1.99	2.24	2.26	1.88	2.55	2.41	2.43	2.54
	11	1.48	1.63	1.49	1.76	2.08	1.69	2.18	2.56	1.99	2.27	2.19	2.27
	12	1.49	1.56	1.46	1.84	2.16	2.15	2.07	2.27	1.78	2.33	2.41	2.26
	13	1.40	1.68	1.54	1.99	1.89	1.98	1.97	3.05	2.32	2.33	3.04	2.36
	14	1.39	1.89	1.78	2.16	1.96	2.47	2.27	2.17	2.18	2.51	2.67	2.55
	15	1.44	1.73	1.74	2.18	2.17	1.96	2.53	2.55	2.44	2.48	2.61	2.49
	16	1.46	1.26	1.65	2.04	1.98	2.07	2.94	1.87	2.41	2.63	2.46	2.38
	17	1.66	1.55	1.34	2.16	1.87	1.78	2.38	2.56	2.48	2.68	2.61	2.09
	18	1.63	1.59	1.67	1.74	1.85	2.16	2.36	2.26	2.22	2.43	2.09	2.56
	19	1.57	1.53	1.55	2.37	1.91	2.46	2.64	2.78	1.99	2.27	2.23	2.28
	20	1.64	1.48	1.29	2.05	1.94	1.97	2.57	2.28	2.31	2.31	2.36	2.37
	21	1.73	1.44	1.35	1.83	2.16	2.08	2.46	2.25	1.97	2.17	1.99	2.55
	22	1.56	1.42	1.34	2.09	2.08	1.97	2.38	2.56	2.18	2.09	2.77	2.28
	23	1.72	1.55	1.37	1.88	1.99	1.57	2.56	2.49	2.27	2.84	2.27	2.04
	24	1.57	1.41	1.34	2.16	1.87	1.98	2.05	2.44	2.76	2.25	2.25	2.47
	25	1.49	1.59	1.57	2.34	2.16	2.55	2.73	2.14	2.63	2.43	2.16	2.18
	26	1.66	1.56	1.19	2.42	2.09	1.56	2.46	2.16	2.05	2.77	2.25	2.29
	27	1.46	1.47	1.53	1.97	2.16	1.69	2.33	1.98	1.98	2.66	2.38	2.16
	28	1.47	1.46	1.12	1.89	2.28	1.67	2.18	2.24	2.04	2.14	2.22	2.25
	29	1.39	1.46	1.13	1.97	1.86	2.24	2.43	2.38	2.37	2.17	2.25	1.88
	30	1.47	1.18	1.29	2.12	1.55	1.09	2.46	2.46	1.85	1.99	2.58	2.09

ตารางที่ 6 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 6

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
6 (5:2; 100)	1	1.77	1.93	1.78	2.18	2.29	2.15	2.28	2.52	2.35	2.34	2.32	2.92
	2	1.85	1.58	1.85	1.73	2.18	1.88	2.95	2.26	2.37	2.31	2.31	2.51
	3	1.88	1.87	1.66	2.08	1.97	1.97	2.66	2.33	1.95	2.65	2.33	2.22
	4	1.68	1.94	1.49	2.34	1.77	2.28	2.98	2.66	2.17	2.34	1.77	2.41
	5	1.67	1.66	1.52	2.26	2.16	2.26	2.25	2.68	2.16	2.54	2.71	2.45
	6	1.53	1.77	1.58	1.95	2.56	2.16	2.94	2.27	2.47	2.25	2.23	2.51
	7	1.48	1.54	1.74	2.26	2.07	1.89	2.36	2.64	2.66	2.44	1.92	2.61
	8	1.57	1.68	1.74	2.57	1.98	1.89	2.16	2.44	2.68	2.13	2.34	2.74
	9	1.84	1.67	1.29	2.05	2.16	2.26	2.37	2.37	2.56	2.07	2.8	2.6
	10	1.75	1.56	2.08	2.03	2.28	2.07	2.13	2.27	2.74	2.11	2.22	2.83
	11	1.78	1.55	1.76	1.77	1.79	1.77	1.95	2.35	2.31	2.01	2.34	2.75
	12	1.66	1.77	1.54	1.34	2.68	2.06	3.06	2.23	2.43	2.12	2.84	2.27
	13	1.76	1.83	1.55	2.56	1.87	2.26	2.55	1.99	2.41	2.34	2.23	2.55
	14	1.48	1.78	1.59	1.74	2.06	2.18	1.98	2.03	2.56	2.15	2.12	2.12
	15	1.39	1.29	1.66	2.18	2.35	1.77	2.16	2.37	2.78	2.04	2.32	2.05
	16	1.47	1.49	1.46	1.98	1.98	1.88	2.74	2.01	2.44	2.22	2.64	2.11
	17	1.49	1.58	1.49	1.76	2.27	2.05	2.16	2.65	2.16	1.95	2.43	2.38
	18	1.46	1.63	1.53	2.59	2.06	1.71	2.25	2.36	2.55	2.47	2.85	2.41
	19	1.38	1.78	1.49	2.07	1.97	2.26	2.16	1.87	2.03	1.98	2.46	2.34
	20	1.29	1.77	1.64	1.69	1.87	1.96	2.05	1.98	1.87	2.36	1.83	1.94
	21	1.34	1.39	1.45	1.77	2.19	2.07	2.08	2.93	2.56	2.01	1.96	1.95
	22	1.16	1.48	1.29	1.86	2.25	2.36	2.97	2.17	2.19	1.8	1.94	2.53
	23	1.75	1.29	1.87	1.84	1.98	1.98	2.24	2.34	2.44	1.79	1.77	2.6
	24	1.36	1.49	1.56	1.87	1.87	2.06	2.27	1.99	2.43	1.84	2.01	2.14
	25	1.39	1.35	1.74	1.91	2.46	2.25	2.32	2.28	2.14	1.77	2.63	2.25
	26	1.48	1.84	1.77	2.23	2.05	1.78	2.26	2.01	2.55	2.18	1.97	1.73
	27	1.47	1.57	1.66	1.98	1.98	1.74	2.07	1.99	2.35	1.78	1.98	2.34
	28	1.38	1.59	1.59	1.85	2.28	2.27	1.95	1.77	1.98	1.38	1.72	2.11
	29	1.19	1.55	1.67	1.76	2.16	1.89	2.48	2.16	2.07	1.77	1.43	2.31
	30	1.24	1.59	1.48	2.18	1.99	1.48	2.43	2.17	2.04	1.77	1.66	2.2

ตารางที่ 7 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 7

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
7 (5:2; 200)	1	1.68	1.78	1.78	2.59	2.55	2.56	1.98	2.37	2.28	2.16	2.01	1.72
	2	1.85	1.63	1.83	2.36	1.98	1.68	2.76	2.81	2.37	2.05	2.12	1.77
	3	1.66	1.08	1.21	1.98	2.25	2.35	2.83	2.36	2.34	2.84	2.14	1.98
	4	1.94	1.15	1.67	2.57	1.66	1.87	2.26	1.88	2.76	2.97	2.09	2.74
	5	2.14	1.66	1.77	1.88	1.89	2.24	2.27	2.09	2.98	2.08	2.44	2.66
	6	1.77	1.83	1.73	2.16	2.14	2.07	2.57	2.53	2.99	2.88	1.89	2.74
	7	1.79	1.59	1.78	2.25	1.67	1.76	2.35	2.77	3.05	2.66	2.36	2.23
	8	1.68	1.13	1.74	1.79	1.98	1.79	2.09	2.24	2.08	2.25	3.04	2.67
	9	1.38	1.88	1.59	2.05	2.06	1.88	2.06	2.08	2.86	2.49	2.21	2.24
	10	1.66	1.37	1.47	1.67	1.97	2.31	2.76	2.63	2.09	2.9	3.16	2.3
	11	1.85	1.66	1.29	1.89	2.08	2.05	2.93	2.49	2.27	2.64	2.25	2.61
	12	1.99	1.49	1.37	1.95	2.16	1.79	2.28	2.97	2.35	2.44	3.08	3.19
	13	1.54	1.56	1.55	2.26	1.99	1.67	2.56	2.28	1.88	2.43	2.34	2.34
	14	1.51	1.58	1.48	2.04	2.04	2.18	2.73	1.99	2.19	2.26	2.86	2.05
	15	1.49	1.57	1.47	2.27	2.16	2.36	2.16	1.94	2.44	1.76	2.04	2.36
	16	1.94	1.68	1.56	1.69	1.99	1.87	2.19	2.44	2.36	2.29	2.61	2.28
	17	1.46	1.56	1.55	2.18	1.97	2.09	1.87	2.16	2.69	2.7	2.36	2.65
	18	1.83	1.47	1.49	2.08	2.25	2.15	2.07	2.16	1.87	2.82	2.26	2.04
	19	1.76	1.39	1.55	1.77	2.12	1.78	2.26	2.44	2.56	2.27	2.07	1.96
	20	1.58	1.57	1.57	1.76	1.85	1.94	2.18	2.08	1.98	2.23	2.06	2.24
	21	1.55	1.66	1.46	1.88	1.56	1.98	2.36	1.88	2.66	2.01	1.9	2.1
	22	1.37	1.56	1.55	2.15	2.24	1.88	2.44	2.17	2.27	2.27	2.28	2.42
	23	1.35	1.57	1.48	1.94	1.76	1.95	2.37	2.23	2.24	1.67	2.01	2.1
	24	1.32	1.73	1.54	1.98	2.58	2.05	2.05	1.94	1.76	2.19	2.55	1.94
	25	1.28	0.56	1.56	2.05	1.67	1.77	1.98	2.16	2.44	1.99	2.44	2.66
	26	1.43	1.78	1.57	1.87	2.16	1.87	2.74	2.14	2.17	2.28	2.57	2.53
	27	1.46	1.55	1.29	2.06	2.05	1.76	2.86	2.32	1.98	1.99	2.52	1.98
	28	1.27	1.18	1.38	1.88	2.08	2.24	1.77	2.03	2.23	2.02	2.36	2.04
	29	1.19	1.09	1.39	1.56	1.97	1.95	1.69	2.37	2.45	2.35	1.94	2.04
	30	1.38	1.29	1.35	2.09	2.08	1.88	2.56	2.08	2.26	1.93	2.53	2.05

ตารางที่ 8 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 8

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
8 (5:2; 500)	1	1.72	1.41	1.78	1.87	1.78	2.07	2.08	2.56	2.53	2.31	2.55	2.11
	2	1.68	1.53	1.85	1.84	1.95	2.16	2.39	2.54	2.74	2.11	2.33	2.33
	3	1.83	1.52	1.57	1.88	2.18	2.09	2.34	2.27	2.36	2.54	2.92	2.98
	4	1.85	1.47	1.52	2.17	1.89	1.87	2.47	2.48	2.83	2.06	2.51	2.41
	5	1.63	1.77	1.39	2.07	1.76	2.36	2.05	2.55	2.36	2.64	2.42	2.66
	6	1.56	1.39	1.58	2.19	1.87	2.15	2.47	2.17	2.24	2.64	2.63	1.54
	7	1.55	1.46	1.55	2.16	1.95	2.18	2.28	2.53	2.44	2.71	2.04	2.23
	8	1.51	1.38	1.57	2.12	2.16	2.24	2.09	1.81	1.98	2.59	2.43	2.45
	9	1.75	1.52	1.88	1.98	2.26	2.08	2.47	2.08	2.11	2.23	2.14	2.48
	10	1.59	1.65	1.79	1.87	2.17	2.08	2.16	2.59	1.68	2.58	2.44	2.23
	11	1.74	1.55	1.48	2.09	2.24	2.55	2.65	2.17	2.05	2.04	2.55	2.25
	12	1.57	1.48	1.52	1.78	1.98	2.34	2.35	1.95	2.36	2.47	2.63	2.19
	13	1.66	1.39	1.66	2.05	1.63	2.27	2.37	2.26	2.08	2.36	2.45	2.77
	14	1.74	1.35	1.56	1.77	1.99	2.08	2.27	2.39	2.65	2.48	2.22	2.51
	15	1.67	1.39	1.65	1.79	1.86	1.99	2.55	2.37	2.43	2.05	2.41	2.72
	16	1.63	1.45	1.59	2.05	2.04	1.97	2.16	2.16	2.44	2.98	2.11	2.82
	17	1.66	1.55	1.58	2.27	1.75	2.47	2.14	2.05	2.85	2.22	2.54	2.43
	18	1.73	1.59	1.39	2.08	2.08	2.07	2.44	2.14	2.38	2.48	2.21	2.41
	19	1.66	1.48	1.55	1.96	2.16	1.88	2.47	2.76	2.27	2.16	2.25	2.65
	20	1.57	1.63	1.48	2.25	1.85	2.16	1.98	2.24	2.44	2.25	2.23	1.95
	21	1.59	1.57	1.46	1.59	2.07	2.17	1.77	2.39	2.26	2.35	2.33	2.17
	22	1.54	1.45	1.29	1.98	1.78	2.19	2.18	2.86	2.66	2.54	2.12	2.23
	23	1.55	1.28	1.49	1.87	2.07	2.05	1.97	2.51	2.36	1.97	2.23	2.31
	24	1.48	1.37	1.44	2.24	1.99	1.88	2.09	2.16	1.98	2.34	1.98	1.96
	25	1.35	1.37	1.48	1.98	1.95	1.85	2.25	2.17	1.97	2.13	1.77	2.44
	26	1.39	1.29	1.56	1.77	1.88	1.87	2.03	1.99	2.16	2.29	1.98	1.94
	27	1.29	1.26	1.26	1.96	1.77	1.85	2.07	2.07	2.34	2.26	2.13	2.36
	28	1.47	1.37	1.39	1.58	1.69	1.76	2.16	1.97	2.19	2.28	1.87	2.1
	29	1.45	1.26	1.45	1.99	1.78	1.97	2.73	1.87	2.16	1.74	1.83	2.47
	30	1.29	1.23	1.38	1.94	1.61	1.55	1.98	2.53	2.27	2.19	1.64	2.34

ตารางที่ 9 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 9

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
9 (3:4; 0)	1	2.09	1.65	1.85	2.27	1.98	2.07	2.36	2.35	3.17	2.71	2.23	2.27
	2	1.88	1.58	1.83	2.44	2.25	2.05	2.68	2.74	2.43	2.8	3.25	2.45
	3	1.69	1.57	1.57	2.26	2.18	2.56	2.61	2.66	2.26	2.61	2.94	3.07
	4	1.85	1.88	1.66	1.88	2.28	1.87	2.57	2.78	2.19	2.74	2.88	2.77
	5	1.94	1.99	1.77	2.26	2.18	1.76	2.94	2.52	2.08	2.35	2.25	2.66
	6	1.78	1.99	1.68	2.14	2.16	1.98	3.05	2.36	2.71	2.46	3.08	2.49
	7	1.74	1.87	1.37	1.61	2.25	1.94	2.63	2.28	1.98	3.01	2.33	2.44
	8	1.59	1.66	1.61	1.58	2.25	2.27	2.07	2.36	2.15	2.35	2.47	2.33
	9	1.94	1.67	1.67	2.25	2.09	2.05	2.55	2.13	2.19	2.85	2.59	1.77
	10	2.07	1.49	1.39	2.77	2.66	1.74	2.57	2.36	2.55	3.05	3.14	2.58
	11	1.69	1.66	1.27	2.58	2.56	1.83	1.98	2.25	2.06	2.28	2.68	2.36
	12	1.66	1.64	1.34	2.07	2.74	2.06	2.26	2.75	1.66	2.57	2.33	2.29
	13	1.57	1.68	1.12	2.05	2.05	1.98	2.55	2.77	2.03	2.66	2.14	3.35
	14	1.55	1.57	1.56	2.27	2.26	1.84	2.26	3.16	2.16	2.34	2.47	2.99
	15	1.53	1.37	1.49	1.74	2.47	2.07	2.19	3.01	2.37	2.09	2.77	2.37
	16	1.55	1.65	1.73	2.16	2.16	1.85	1.87	2.66	1.98	2.46	3.04	2.56
	17	1.56	1.55	1.52	2.13	2.08	2.29	2.44	3.27	2.26	2.23	2.33	2.66
	18	1.39	1.63	1.49	1.84	2.19	2.06	2.76	2.77	2.35	2.33	2.37	2.37
	19	1.27	1.69	1.48	2.08	2.08	1.97	2.75	2.99	2.19	2.48	2.22	2.66
	20	1.49	1.63	1.37	2.18	1.89	1.78	2.34	2.86	1.87	2.11	3.45	2.69
	21	1.76	1.55	1.39	1.59	2.76	2.16	2.56	2.48	2.16	2.47	2.68	2.31
	22	1.58	1.49	1.38	1.97	2.66	1.76	1.77	2.41	2.25	2.26	2.22	2.15
	23	1.55	1.46	1.44	2.28	2.08	2.14	2.19	2.53	2.23	2.54	2.57	2.08
	24	1.68	1.52	1.46	2.07	2.65	1.79	2.94	1.99	2.14	2.16	2.37	2.37
	25	1.39	1.66	1.48	2.55	1.88	1.96	2.15	2.33	2.36	2.18	2.43	2.49
	26	1.44	1.72	1.66	1.99	2.27	1.85	2.47	2.28	2.94	2.16	2.05	2.27
	27	1.55	1.76	1.37	2.04	2.09	1.79	1.98	2.23	2.26	2.09	2.01	2.37
	28	1.73	1.52	1.44	1.88	2.26	2.02	2.56	2.34	2.18	1.88	2.48	2.77
	29	1.48	1.35	1.55	1.87	2.45	1.89	2.63	2.16	2.47	1.89	2.56	2.04
	30	1.55	1.66	1.49	2.36	2.08	1.27	2.36	2.55	2.05	1.98	2.25	2.14

ตารางที่ 10 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 10

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
10 (3:4; 100)	1	1.39	1.73	1.88	2.46	1.86	1.88	2.78	2.37	2.18	2.32	2.01	2.59
	2	1.53	1.59	1.66	2.27	1.77	2.43	2.07	2.35	2.88	2.41	2.34	2.37
	3	1.58	1.78	1.68	2.46	1.69	2.05	2.86	2.27	2.65	1.81	2.71	3.24
	4	1.66	1.49	1.76	1.78	2.28	1.97	2.56	2.68	2.27	1.67	2.21	2.26
	5	1.77	1.72	1.64	2.26	1.99	2.34	2.38	1.5	2.37	1.51	2.23	3.05
	6	1.69	1.73	1.66	2.31	2.36	1.97	2.29	1.98	2.39	2.22	2.44	3.07
	7	1.64			2.44	2.08	2.15	1.87	2.73	2.96	2.05		
									2.46	2.49	1.68	2.41	2.56
	9	1.71	1.83	1.56	2.06	2.47	2.15	2.55	1.87	2.44	1.44	2.63	2.49
	10	1.49	1.72	1.58	2.17	1.48	2.14	2.16	2.63	2.28	1.96	2.05	2.78
	11	1.58	1.63	1.56	2.25	2.16	2.43	2.34	2.19	2.51	2.91	2.96	2.81
	12	1.68	1.46	1.83	2.09	2.37	1.87	2.16	2.65	2.47	2.32	2.04	2.37
	13	1.77	1.66	1.55	2.07	1.89	2.33	1.77	2.28	2.53	2.03	1.93	2.34
	14	1.64	1.55	1.51	2.36	1.97	2.16	2.19	2.09	2.16	1.95	2.61	2.48
	15	1.33	1.57	1.66	2.98	1.78	2.33	2.14	2.48	2.03	2.01	1.91	2.66
	16	1.75	1.59	1.68	2.25	2.05	1.97	2.43	2.41	2.37	1.94	2.14	2.87
	17	1.56	1.37	1.62	2.66	2.08	1.93	1.98	2.63	2.29	2.31	2.44	2.95
	18	1.23	1.40	1.74	2.58	2.05	2.14	2.76	2.08	2.05	1.72	2.76	2.55
	19	1.69	1.45	1.66	2.09	1.77	2.05	2.69	2.74	2.94	2.33	2.64	2.83
	20	1.77	1.55	1.78	2.06	2.09	2.07	1.66	1.88	2.17	1.61	2.73	2.76
	21	1.66	1.48	1.68	2.06	2.16	1.98	1.88	2.09	2.26	2.22	1.82	2.94
	22	1.39	1.47	1.66	1.69	1.87	1.84	1.69	1.82	2.29	1.74	2.42	2.55
	23	1.47	1.55	1.49	1.88	1.79	2.14	1.66	1.99	2.18	1.81	2.55	2.56
	24	1.55	1.29	1.56	2.15	1.83	1.89	1.94	2.17	2.46	2.11	2.36	2.63
	25	1.68	1.55	1.55	1.57	2.07	1.78	1.87	2.44	2.55	1.94	2.13	2.08
	26	1.57	1.38	1.53	2.04	1.68	2.25	1.66	2.15	2.47	1.86	1.97	2.24
	27	1.55	1.36	1.49	2.23	1.59	1.85	1.86	2.05	2.24	1.95	2.53	2.87
	28	1.46	1.24	1.55	1.77	2.24	2.05	2.04	2.01	2.47	1.61	2.14	2.22
	29	1.74	1.22	1.38	1.86	1.78	2.13	1.87	2.06	2.41	2.34	2.52	2.16
	30	1.49	1.33	1.29	1.99	2.39	1.97	2.01	2.16	2.34	2.11	2.13	2.55

<u>ตารางที่ 11</u> ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 11

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
11 (3:4; 200)	1	1.83	1.56	1.59	1.98	2.24	2.56	2.22	2.63	3.15	2.54	2.81	2.47
	2	1.56	1.98	1.78	1.66	2.18	1.68	2.37	2.47	2.37	2.72	2.62	2.24
	3	1.58	1.53	1.81	2.19	2.05	1.97	2.66	2.65	2.48	2.78	2.21	3.07
	4	1.59	1.44	1.67	2.16	2.46	2.04	2.28	2.87	2.44	2.77	2.66	2.06
	5	1.55	1.37	1.48	2.08	2.24	2.08	2.46	2.39	2.16	2.41	2.44	2.65
	6	1.55	1.49	1.57	2.16	1.98	2.35	2.57	1.98	2.65	2.55	2.11	2.31
	7	1.72	1.66	1.77	2.03	1.95	2.03	2.24	2.37	2.16	2.42	2.75	2.42
	8	1.54	1.88	1.66	2.14	1.87	2.27	2.05	2.33	2.55	2.75	2.48	2.44
	9	1.79	1.49	1.37	2.18	1.97	2.15	2.52	2.27	2.53	1.77	2.71	2.44
	10	1.58	1.56	1.59	1.66	2.16	1.89	2.23	2.24	2.07	2.44	2.05	2.13
	11	1.67	1.69	1.55	2.05	2.07	2.18	2.05	2.16	2.16	2.38	2.16	3.21
	12	1.59	1.46	1.61	2.32	2.09	2.34	2.27	2.26	2.37	3.13	2.54	2.41
	13	1.67	1.45	1.48	2.07	1.78	2.37	2.26	2.35	2.95	2.33	1.99	2.25
	14	1.56	1.63	1.93	2.09	2.07	2.16	2.43	2.62	2.37	2.61	1.91	2.92
	15	1.30	1.74	1.56	1.98	2.15	2.54	2.09	2.04	2.86	2.45	1.95	2.31
	16	1.56	1.68	1.66	1.77	1.56	2.07	2.64	2.93	2.44	2.5	2.75	1.95
	17	1.57	1.58	1.44	2.08	2.26	2.04	2.48	2.27	2.26	2.26	2.41	2.51
	18	1.78	1.77	1.61	2.24	2.19	1.76	2.07	1.89	2.36	2.15	2.03	2.31
	19	1.74	1.64	1.67	2.16	2.15	1.98	2.51	1.85	1.93	2.09	2.44	2.32
	20	1.29	1.59	1.66	2.35	2.34	2.16	2.07	2.66	2.43	2.16	2.82	2.51
	21	1.47	1.69	1.44	1.88	2.08	2.14	2.08	2.14	1.87	2.23	2.22	2.26
	22	1.77	1.37	1.78	1.84	1.99	2.27	2.27	1.98	2.16	2.46	2.16	2.4
	23	1.57	1.39	1.59	1.82	2.26	2.05	2.36	2.15	2.38	2.11	2.36	2.31
	24	1.47	1.56	1.48	2.16	1.98	2.06	2.59	2.38	2.29	2.64	2.44	1.98
	25	1.57	1.66	1.43	2.01	1.68	1.98	2.15	2.34	2.27	2.26	2.27	1.96
	26	1.55	1.19	1.65	1.98	1.85	1.77	1.88	1.66	2.07	2.27	2.56	1.88
	27	1.39	1.21	1.59	1.74	2.06	1.89	2.39	1.88	2.15	2.27	1.83	2.01
	28	1.55	1.52	1.46	1.99	1.59	2.05	2.66	2.53	2.43	2.24	2.34	2.04
	29	1.55	1.35	1.48	1.86	2.08	1.99	2.17	2.24	2.06	2.35	2.53	2.21
	30	1.35	1.34	1.47	1.94	1.85	2.68	2.08	2.27	1.99	2.09	1.51	1.91

ตารางที่ 12 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 12

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
12 (3:4; 500)	1	1.75	1.66	1.66	1.85	2.06	1.98	2.66	2.47	2.87	2.95	2.83	3.11
	2	1.58	1.77	1.67	2.06	2.23	1.87	2.44	2.58	2.64	2.64	2.58	2.38
	3	1.57	1.84	2.14	2.17	2.07	2.45	2.86	2.05	2.94	2.54	2.01	2.31
	4	1.64	1.76	1.77	1.99	2.19	1.98	2.15	2.19	2.09	2.35	2.29	2.34
	5	1.63	1.66	1.63	1.78	2.05	2.07	2.14	2.05	2.08	2.38	3.02	2.55
	6	1.78	1.83	1.79	1.56	2.14	2.16	2.27	1.88	2.66	2.51	2.66	2.11
	7	1.48	1.66	2.04	1.74	2.15	2.75	2.53	2.36	2.56	2.62	2.58	2.53
	8	1.45	1.63	1.56	1.78	2.01	2.36	2.36	2.51	2.38	2.73	2.65	2.64
	9	1.55	1.39	1.49	1.59	1.76	2.08	1.98	2.94	2.55	2.31	2.28	2.72
	10	1.73	1.46	1.55	2.08	1.52	2.39	1.87	2.82	1.98	2.72	2.38	2.54
	11	1.57	1.55	1.59	1.98	2.06	2.08	2.15	2.55	2.44	2.72	2.65	2.81
	12	1.87	1.48	1.64	1.87	1.98	2.47	2.36	2.19	2.08	2.23	2.55	2.71
	13	1.78	1.66	1.58	1.59	1.95	2.16	1.98	2.44	2.55	2.43	2.46	2.15
	14	1.58	1.69	1.57	2.05	2.04	1.68	2.23	2.15	2.16	2.08	2.27	2.52
	15	1.55	1.63	1.75	2.02	2.35	1.98	2.08	2.47	2.87	2.23	2.56	2.65
	16	1.57	1.65	1.27	2.05	1.86	1.93	1.77	2.66	2.27	2.54	2.22	2.84
	17	1.59	1.57	1.49	1.97	2.34	2.36	2.25	2.48	2.44	2.38	2.17	2.66
	18	1.55	1.55	1.59	1.95	1.69	2.16	2.39	2.09	2.66	2.36	2.08	2.73
	19	1.47	1.58	1.55	1.84	2.08	2.08	2.34	2.03	1.89	2.18	2.34	2.73
	20	1.38	1.72	1.55	2.36	1.87	2.59	2.65	2.14	1.97	1.99	2.66	2.61
	21	1.35	1.68	1.76	1.68	1.94	2.24	2.87	2.27	2.74	2.1	2.75	2.16
	22	1.47	1.63	1.66	2.05	1.73	2.09	2.55	2.05	2.37	2.64	2.24	2.14
	23	1.36	1.58	1.64	2.16	1.66	2.44	2.29	2.01	2.25	2.13	2.23	2.48
	24	1.53	1.39	1.87	1.79	2.24	1.66	1.88	2.04	1.98	2.08	1.81	2.16
	25	1.58	1.39	1.74	2.05	1.89	2.31	2.03	1.96	2.16	2.25	2.56	1.99
	26	1.37	1.37	1.57	1.98	1.78	1.9	2.37	2.14	2.08	2.16	2.26	2.34
	27	1.48	1.28	1.58	2.26	2.09	2.07	2.44	2.17	2.27	1.98	2.27	1.77
	28	1.38	1.18	1.29	1.66	2.24	2.16	2.38	2.26	2.94	1.88	2.26	2.72
	29	1.28	1.17	1.39	1.78	2.05	1.98	1.79	2.36	2.25	1.98	2.28	1.88
	30	1.29	1.15	1.12	1.85	1.83	1.99	1.93	2.11	1.98	1.97	2.76	2.33

ตารางที่ 13 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 13

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
13 (1:6; 0)	1	1.66	1.94	1.67	2.07	2.05	2.05	2.19	2.08	1.74	2.87	2.25	2.88
	2	1.63	2.05	1.58	1.79	2.07	2.17	2.37	2.87	2.51	2.86	2.24	2.62
	3	1.83	1.77	1.85	1.98	1.78	1.98	2.65	2.28	2.26	2.63	2.26	2.56
	4	1.59	1.56	1.69	1.96	1.89	2.08	2.63	2.84	2.47	2.61	3.09	2.63
	5	1.66	1.39	1.57	2.06	1.77	2.07	2.08	2.49	2.23	2.64	2.21	2.85
	6	1.63	1.83	1.38	1.88	2.18	2.44	2.17	2.35	2.41	2.73	2.16	2.46
	7	1.85	1.48	1.47	2.15	2.54	2.36	2.53	2.08	2.17	2.66	2.37	2.57
	8	1.66	1.77	1.73	2.27	2.17	2.17	2.77	2.41	2.25	2.61	1.81	2.44
	9	1.56	1.55	1.38	1.99	2.19	2.05	2.49	2.37	2.69	2.58	1.83	2.45
	10	1.63	1.57	2.05	1.77	1.98	1.78	2.47	1.88	2.27	2.44	2.36	2.43
	11	1.59	1.58	1.66	2.02	1.87	1.66	2.25	2.48	2.05	2.94	2.22	2.56
	12	1.56	1.49	1.77	1.81	2.06	1.98	2.56	2.17	2.44	2.43	2.74	2.44
	13	1.67	1.52	1.68	2.16	1.99	1.99	2.73	2.06	1.87	2.66	2.32	2.48
	14	1.63	1.75	1.72	1.77	1.97	1.86	2.36	2.56	2.88	2.33	2.13	2.16
	15	1.68	1.78	1.49	2.25	1.85	2.05	2.57	2.15	2.74	2.61	2.61	2.85
	16	1.59	1.39	1.74	2.08	1.78	1.97	2.18	1.98	2.31	2.35	2.33	2.16
	17	1.48	1.59	1.77	2.24	1.77	2.05	1.96	2.49	2.05	2.51	2.47	2.54
	18	1.55	1.55	1.49	1.98	1.77	1.98	2.16	2.05	2.16	2.36	2.05	2.04
	19	1.26	1.57	1.55	1.87	2.07	1.56	2.56	2.24	2.19	2.44	2.16	2.67
	20	1.48	1.64	1.59	1.86	1.76	2.09	2.87	2.16	2.25	2.68	1.88	2.16
	21	1.58	1.69	1.55	1.87	2.04	1.78	3.05	1.71	2.36	2.77	2.55	2.05
	22	1.42	1.48	1.53	1.93	1.69	1.73	2.17	2.15	2.49	2.24	1.64	2.05
	23	1.47	1.39	1.48	2.16	1.84	2.06	2.34	1.87	2.24	2.14	2.66	2.55
	24	1.49	1.73	1.56	1.96	1.98	1.98	2.55	2.19	2.66	2.85	2.11	2.06
	25	1.38	1.27	1.55	1.88	1.58	1.66	1.98	1.77	2.28	2.31	1.73	2.36
	26	1.46	1.25	1.48	2.15	1.59	1.57	2.54	1.86	2.34	2.46	2.37	2.32
	27	1.49	1.29	1.46	2.24	1.49	1.77	2.52	1.77	2.48	2.08	1.72	1.97
	28	1.45	1.47	1.29	1.98	1.76	1.99	2.16	1.98	2.67	2.05	1.81	1.8
	29	1.48	1.66	1.38	2.25	1.98	2.04	2.18	2.23	1.89	2.16	2.8	2.16
	30	1.28	1.39	1.27	2.47	2.04	2.25	2.03	1.98	2.37	2.17	1.93	2.28

ตารางที่ 14 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 14

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
14 (1:6; 100)	1	1.83	1.78	1.78	1.97	1.87	2.17	1.98	2.33	2.56	2.66	2.37	1.92
	2	1.66	1.65	1.54	2.04	1.84	2.34	2.95	2.75	2.47	2.46	2.24	2.22
	3	1.68	1.78	1.57	1.59	2.15	2.28	2.24	2.48	2.33	2.74	2.85	2.13
	4	1.67	1.78	1.73	1.97	1.97	1.88	2.73	2.05	2.56	3.04	2.47	1.92
	5	1.68	1.49	1.55	1.78	1.84	2.24	1.88	2.03	2.07	2.52	2.21	1.97
	6	1.84	1.63	1.58	1.82	1.76	1.87	2.16	2.66	2.05	2.66	2.72	2.37
	7	1.78	1.37	1.84	1.94	2.07	2.05	2.79	2.19	2.29	2.74	2.54	2.32
	8	1.59	1.36	1.56	1.71	1.59	1.98	2.53	2.13	1.99	2.76	2.43	2.43
	9	1.77	1.55	1.59	1.85	1.85	2.06	2.26	2.17	2.15	2.37	2.11	1.71
	10	1.52	1.49	1.62	1.87	2.26	1.96	2.84	2.24	2.08	2.81	2.17	2.34
	11	1.55	1.45	1.67	1.84	1.55	2.08	2.79	2.56	2.56	2.49	1.98	2.1
	12	1.59	1.55	1.81	1.91	2.07	2.24	2.36	2.16	1.95	2.91	2.38	2.52
	13	1.38	1.39	1.64	2.13	2.04	2.21	2.27	2.03	2.44	2.83	2.21	2.53
	14	1.46	1.45	1.68	2.05	2.14	2.07	2.29	2.47	2.16	2.66	2.48	1.94
	15	1.44	1.38	1.69	1.79	1.97	2.16	2.27	2.36	2.24	2.43	2.21	2.41
	16	1.28	1.35	1.66	1.84	1.84	1.98	3.05	2.44	2.35	2.43	2.16	2.01
	17	1.31	1.37	1.64	2.14	2.25	1.69	2.28	2.25	2.08	2.73	2.34	2.04
	18	1.44	1.44	1.55	2.35	2.18	1.97	2.46	1.73	2.33	2.67	2.03	2.84
	19	1.59	1.48	1.58	2.41	1.77	2.23	2.79	1.76	2.52	2.11	2.25	2.44
	20	1.44	1.74	1.53	1.87	1.96	1.87	2.55	1.98	1.99	2.05	1.94	2.43
	21	1.48	1.43	1.56	1.84	1.77	1.92	2.37	2.23	2.36	2.23	2.48	2.21
	22	1.35	1.37	1.39	1.98	1.67	1.87	2.75	2.19	2.56	2.21	2.16	2.43
	23	1.37	1.29	1.54	2.33	1.74	2.05	2.16	2.24	1.88	2.31	2.11	1.87
	24	1.46	1.27	1.36	2.26	1.66	2.34	2.66	1.87	1.71	2.23	2.44	1.53
	25	1.49	1.21	1.66	2.22	1.69	1.88	2.27	2.39	2.34	2.08	1.94	2.51
	26	1.37	1.24	1.39	2.19	1.76	1.86	2.13	2.19	1.77	2.21	2.08	1.91
	27	1.29	1.26	1.48	1.87	1.65	1.83	2.15	1.97	2.36	1.97	2.06	2.32
	28	1.37	1.24	1.44	2.42	1.66	1.86	2.37	2.03	2.64	2.18	1.99	2.31
	29	1.26	1.26	1.43	1.87	1.79	2.07	2.09	2.05	1.55	2.11	2.01	2.34
	30	1.48	1.23	1.49	2.41	1.88	1.98	2.18	1.87	2.07	1.93	1.78	2.03

ตารางที่ 15 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 15

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
15 (1:6; 200)	1	1.66	1.78	1.59	2.24	1.98	1.76	2.26	2.47	2.07	2.74	2.01	2.23
	2	1.68	2.00	1.57	2.05	2.17	2.15	2.57	2.54	2.5	2.64	2.23	2.87
	3	1.55	1.59	1.52	1.67	2.35	1.98	2.39	2.63	2.08	2.58	2.14	2.64
	4	1.83	1.56	1.63	1.78	2.33	1.68	1.87	2.57	2.11	2.61	2.11	2.53
	5	1.74	1.76	1.77	1.87	1.71	1.77	2.54	2.06	2.05	2.53	2.61	1.97
	6	0.68	1.82	1.69	2.26	1.74	1.88	2.16	2.05	2.16	2.55	2.05	2.06
	7	1.39	1.67	1.72	2.17	1.93	1.98	2.38	2.44	2.55	2.87	2.07	2.36
	8	1.36	1.52	1.39	2.28	1.98	1.84	2.44	2.76	2.44	2.94	2.53	2.03
	9	1.48	1.56	1.77	2.44	1.66	2.05	2.63	2.03	2.23	2.53	2.14	2.65
	10	1.72	1.48	1.29	1.73	2.25	1.87	2.52	2.56	2.16	2.38	2.63	2.33
	11	1.47	1.49	1.55	2.15	1.95	1.97	2.37	2.98	2.05	2.66	1.91	2.21
	12	1.78	1.55	1.84	1.97	1.97	2.06	2.64	2.29	2.58	2.37	2.21	2.17
	13	1.63	1.46	1.77	1.86	1.88	1.76	1.88	2.05	2.18	2.54	2.73	1.88
	14	1.83	1.87	1.68	2.01	1.66	1.98	2.35	1.81	2.16	2.65	2.61	2.45
	15	1.67	1.76	1.29	2.35	1.91	1.58	2.14	1.87	1.99	2.36	2.52	2.13
	16	1.29	1.73	1.27	2.24	2.03	1.61	2.52	2.03	2.37	2.41	2.61	1.97
	17	1.56	1.39	1.35	1.97	2.44	1.87	1.91	2.05	1.95	2.08	2.05	2.54
	18	1.58	1.76	1.46	2.03	1.96	1.76	2.17	2.28	1.78	2.44	2.34	2.24
	19	1.47	1.34	1.37	2.15	1.77	1.97	2.74	2.09	2.19	2.44	2.21	2.23
	20	1.68	1.26	1.66	1.58	2.24	2.16	2.32	1.99	1.87	2.53	2.32	2.16
	21	1.67	1.24	1.19	2.22	1.88	1.75	2.46	2.26	2.16	2.57	2.63	1.98
	22	1.28	1.57	1.38	1.99	2.15	2.06	1.83	2.49	2.27	1.97	1.95	2.14
	23	1.37	1.63	1.68	2.16	2.05	2.15	1.85	2.08	2.25	1.98	2.31	2.07
	24	1.49	1.78	1.46	1.98	1.94	1.98	2.46	2.01	2.49	2.15	2.26	2.16
	25	1.26	1.56	1.59	1.66	1.77	1.51	2.86	2.05	1.77	2.06	2.33	2.73
	26	1.44	1.58	1.64	2.07	2.16	1.98	2.53	2.56	1.88	2.34	1.82	1.71
	27	1.42	1.45	1.48	2.24	1.87	2.15	2.07	2.24	1.76	2.09	1.88	2.55
	28	1.24	1.36	1.55	1.47	2.08	2.04	2.16	1.83	2.04	2.36	2.03	1.77
	29	1.39	1.34	1.33	1.99	2.25	1.88	2.57	2.02	2.01	1.84	1.72	2.23
	30	1.37	1.33	1.41	2.14	1.76	2.06	1.86	1.84	1.63	2.07	1.84	1.58

ตารางที่ 16 ข้อมูลความยาวเปลือก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 16

ข้อมูลความยาวเปลือก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
16 (1:6; 500)	1	1.66	1.83	1.66	2.37	2.08	1.75	2.53	2.54	2.17	3.01	2.27	2.66
	2	1.48	1.66	1.33	2.34	2.44	1.84	2.08	2.26	1.86	2.19	2.98	2.28
	3	1.57	1.57	1.44	2.06	1.99	2.01	2.05	2.51	2.05	2.64	2.46	2.19
	4	1.78	1.85	1.83	1.79	1.95	1.87	2.58	2.53	1.98	2.46	1.87	2.66
	5	1.78	1.88	1.27	2.34	2.26	1.83	2.33	2.38	2.23	2.14	2.76	2.24
	6	1.85	1.83	1.44	1.99	2.35	1.63	2.46	2.61	2.33	2.03	2.65	2.08
	7	1.86	1.68	1.66	2.17	2.08	1.64	2.75	2.23	2.51	1.94	2.35	2.29
	8	1.66	1.66	1.22	2.19	2.05	2.13	2.18	2.17	2.14	2.44	2.46	2.47
	9	1.56	1.64	1.48	1.96	1.96	1.75	2.05	2.52	2.16	2.04	2.87	2.65
	10	1.72	1.65	1.51	1.97	2.33	1.76	2.01	2.51	1.95	2.26	1.79	2.48
	11	1.84	1.39	1.48	2.27	1.95	1.95	2.53	2.25	1.72	1.94	2.68	2.16
	12	1.49	1.55	1.56	1.98	2.15	1.87	2.44	2.21	2.23	1.77	2.66	2.54
	13	1.73	1.37	1.55	2.35	1.89	1.85	1.98	1.87	2.15	2.11	2.58	2.35
	14	1.49	1.59	1.51	2.37	1.94	2.04	1.77	1.95	1.88	2.54	2.68	2.24
	15	1.63	1.74	1.46	1.86	2.01	2.07	1.95	2.03	2.08	1.85	2.55	2.34
	16	1.56	1.58	1.48	2.07	1.98	2	2.53	2.36	2.06	2.44	1.99	2.19
	17	1.78	1.55	1.48	1.69	2.06	2.01	2.08	2.58	1.66	1.88	2.24	2.46
	18	1.55	1.63	1.37	2.05	1.87	1.56	2.16	2.83	2.24	1.98	2.16	2.06
	19	1.67	1.67	1.34	1.56	2.19	1.83	2.37	2.35	2.26	1.91	1.66	2.17
	20	1.68	1.56	1.36	1.98	1.66	1.66	2.04	2.66	1.87	1.74	2.19	2.24
	21	1.49	1.57	1.37	2.04	1.83	1.85	1.99	2.55	2.05	2.64	2.16	1.97
	22	1.76	1.54	1.45	2.05	1.97	1.75	2.17	2.17	2.16	2.07	2.27	2.03
	23	1.48	1.59	1.44	2.26	1.55	1.81	2.34	2.16	2.27	2.52	1.55	2.26
	24	1.67	1.55	1.46	2.87	1.83	1.69	2.14	2.35	2.15	2.44	1.66	2.34
	25	1.39	1.55	1.44	2.04	1.58	1.76	2.06	2.32	1.87	2.05	2.66	2.01
	26	1.55	1.56	1.27	1.87	1.76	1.51	1.88	2.24	2.13	1.91	1.98	2.43
	27	1.38	1.39	1.21	2.16	1.69	1.83	2.25	2.26	1.57	2.01	1.78	2.66
	28	1.47	1.37	1.24	1.81	1.84	1.87	2.23	1.78	2.37	1.87	1.66	2.24
	29	1.36	1.37	1.23	2.23	1.97	1.84	1.96	2.15	2.34	1.88	1.87	1.93
	30	1.39	1.29	1.75	2.24	1.86	1.89	1.68	2.46	2.15	1.74	1.79	2.05

ตารางที่ 17 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 1

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
1 (7:0; 0)	1	0.62	0.55	0.54	1.68	1.46	0.53	1.12	2.53	2.02	2.01	1.78	3.30
	2	0.74	0.73	0.41	1.21	0.87	1.50	1.83	1.93	0.89	2.84	1.93	3.67
	3	0.61	0.54	0.49	1.41	1.18	1.29	1.35	2.11	1.90	2.55	1.48	2.76
	4	0.62	0.55	0.71	1.25	1.19	1.11	1.68	1.25	0.66	2.45	1.56	5.49
	5	0.52	0.51	0.66	0.99	1.12	1.65	2.57	1.96	2.52	3.91	2.81	1.90
	6	0.76	0.48	0.41	0.90	1.59	1.01	1.41	1.11	1.40	2.27	1.72	2.50
	7	0.48	0.71	0.73	1.05	0.82	1.40	2.37	1.93	1.54	1.21	1.39	1.52
	8	0.58	0.52	0.29	1.08	1.37	1.47	1.97	1.97	2.57	2.93	1.96	3.41
	9	0.50	0.42	0.68	1.09	1.12	1.21	1.76	1.96	0.88	2.76	0.88	2.89
	10	0.45	0.55	0.49	0.66	1.32	0.55	2.62	1.51	2.78	1.61	1.78	3.61
	11	0.46	0.48	0.52	1.09	0.76	0.69	1.79	1.38	1.27	1.80	2.89	2.22
	12	0.52	0.59	0.68	0.73	1.01	0.78	1.32	1.96	1.18	3.01	3.42	2.05
	13	0.45	0.53	0.80	1.06	0.97	0.99	2.22	1.90	1.01	1.64	2.94	2.80
	14	0.41	0.55	0.53	1.16	0.67	0.75	0.75	1.20	1.47	2.83	1.29	1.74
	15	0.54	0.53	0.40	1.00	0.99	0.95	1.67	1.63	1.32	1.99	2.08	2.62
	16	0.42	0.24	0.19	0.89	1.19	1.40	1.33	1.50	2.00	2.38	3.56	1.96
	17	0.33	0.36	0.44	0.76	0.77	0.74	1.30	1.47	1.46	2.14	2.76	2.91
	18	0.36	0.61	0.73	0.86	0.50	0.70	1.50	2.43	2.12	3.07	3.45	1.85
	19	0.30	0.46	0.49	1.54	0.91	0.48	1.23	1.93	1.67	3.46	2.29	2.37
	20	0.35	0.45	0.53	1.19	0.89	1.07	1.71	1.42	1.34	2.49	1.79	1.90
	21	0.27	0.30	0.54	0.68	0.44	0.84	0.85	1.94	1.14	2.19	2.33	1.26
	22	0.33	0.28	0.31	0.83	0.53	0.46	1.90	1.29	0.53	3.70	2.58	1.84
	23	0.34	0.23	0.33	0.82	0.86	0.96	0.77	1.41	1.31	1.81	2.35	1.51
	24	0.39	0.27	0.26	0.81	0.70	1.06	1.92	0.68	0.73	2.39	2.47	1.13
	25	0.33	0.22	0.31	0.68	0.77	0.78	1.46	1.23	0.78	2.07	1.83	1.21
	26	0.23	0.25	0.34	0.58	0.76	1.38	0.89	2.46	2.19	1.49	1.71	1.66
	27	0.27	0.31	0.27	1.37	1.41	0.92	0.93	0.96	1.76	1.65	2.75	0.90
	28	0.26	0.19	0.26	0.51	0.46	0.61	1.45	1.13	1.67	1.13	1.55	1.99
	29	0.30	0.21	0.28	0.65	0.48	0.69	2.16	1.23	1.08	1.14	2.58	1.02
	30	0.28	0.22	0.24	0.47	0.48	0.86	1.23	2.43	1.53	1.03	2.50	1.33

ตารางที่ 18 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 2

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
2 (7:0; 100)	1	0.95	0.34	0.87	0.98	1.29	1.07	1.34	1.31	2.87	2.36	3.27	4.50
	2	0.44	0.98	0.71	1.26	1.25	1.13	5.16	2.22	3.07	3.87	4.37	4.26
	3	0.52	0.72	0.58	1.13	1.04	1.80	1.25	1.99	2.15	4.8	1.96	3.05
	4	0.61	0.87	0.91	0.78	0.88	1.28	2.23	1.46	3.64	3.41	4.39	3.19
	5	0.80	0.61	0.44	0.98	0.99	0.79	2.15	2.87	2.60	2.16	4.86	3.62
	6	0.65	0.78	0.82	1.24	1.46	1.57	2	2.20	3.07	2.69	2.16	5.53
	7	0.65	0.52	0.50	1.09	1.20	1.07	1.73	1.36	2.41	2.55	2.55	3.68
	8	0.52	0.64	0.48	1.06	0.83	0.97	2.08	1.36	1.18	2.24	5.96	2.85
	9	0.57	0.37	0.52	1.59	0.86	1.34	1.8	2.12	3.77	2.04	1.63	4.05
	10	0.40	0.68	0.45	2.89	1.47	0.76	1.29	1.78	1.86	6.8	2.93	3.94
	11	0.60	0.43	0.76	1.53	1.08	1.52	3.52	1.69	2.22	2.15	2.89	3.23
	12	0.33	0.37	0.37	1.2	1.33	1.04	1.94	3.41	2.80	2.89	3.12	4.31
	13	0.34	0.84	0.46	0.95	1.83	1.23	1.69	2.67	3.00	3.03	2.64	4.71
	14	0.50	0.64	0.50	1.3	0.72	1.09	2.13	1.83	1.63	2.19	3.20	2.31
	15	0.42	0.45	0.47	1.01	0.74	0.77	1.67	3.53	1.62	2.47	2.74	3.02
	16	0.34	0.55	0.41	1.32	1.13	1.20	2.47	1.56	3.16	2.28	2.89	2.78
	17	0.32	0.46	0.50	1.21	1.84	1.84	1.5	1.27	2.60	2.98	2.81	2.05
	18	0.61	0.61	0.43	1.3	0.85	1.21	1.71	2.11	1.29	6.79	4.52	1.50
	19	0.45	0.69	0.42	1.02	1.55	1.56	0.88	1.30	2.00	1.86	2.92	2.77
	20	0.59	0.57	0.46	0.66	1.10	1.65	1.59	2.47	2.28	1.95	1.95	3.51
	21	0.27	0.33	0.51	1.17	0.82	0.72	1.64	1.94	2.34	2.97	6.79	3.41
	22	0.64	0.39	0.54	0.83	0.74	1.33	1.21	2.40	1.60	1.12	1.71	3.00
	23	0.48	0.39	0.43	1.17	2.09	1.60	0.81	3.24	1.23	1.79	2.05	2.03
	24	0.38	0.35	0.36	0.83	1.25	1.42	1.58	1.48	1.28	1.68	1.79	2.33
	25	0.38	0.57	0.34	0.82	0.78	1.81	1.33	1.44	2.68	1.68	2.10	2.42
	26	0.33	0.40	0.36	0.81	0.83	1.60	2.77	1.01	2.28	1.65	1.80	6.27
	27	0.35	0.36	0.26	0.8	1.31	2.11	1.6	1.30	1.26	1.69	2.45	2.57
	28	0.40	0.53	0.30	0.58	0.79	0.83	1.19	1.28	1.87	2.98	1.33	3.09
	29	0.62	0.39	0.47	1.08	0.83	0.87	2.16	1.56	2.09	2.47	1.89	2.40
	30	0.35	0.46	0.35	0.55	0.72	0.98	1.67	1.42	1.63	6.78	1.82	3.50

ตารางที่ 19 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 3

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
3 (7:0; 200)	1	0.64	1.18	0.97	1.18	1.08	1.18	1.64	1.51	1.00	2.99	3.95	3.16
	2	0.45	0.75	0.25	0.82	1.29	0.85	3.45	1.01	3.51	1.88	2.99	1.97
	3	0.72	0.52	0.62	1.64	2.09	0.93	2.46	2.15	3.81	2.52	3.87	2.19
	4	0.68	0.56	0.57	1.49	1.13	0.77	1.88	1.42	1.86	1.58	3.81	3.26
	5	0.38	0.40	0.73	1.22	1.16	2.24	2.86	3.36	1.73	3.73	1.24	1.28
	6	0.45	0.49	0.66	0.79	0.97	1.54	2.18	1.36	1.04	3.54	2.64	2.32
	7	1.13	0.54	0.66	0.93	1.27	1.06	1.05	2.41	2.80	3.65	2.58	4.14
	8	0.64	0.42	0.30	1.07	1.09	1.13	2.07	2.59	1.41	2.24	2.53	1.80
	9	0.46	0.63	0.73	1.77	1.61	0.79	1.36	1.42	1.37	1.6	1.89	4.98
	10	0.98	0.56	0.50	1.19	1.27	1.43	1.93	1.77	2.29	1.67	2.09	2.73
	11	0.41	0.23	0.41	1.8	0.70	1.01	2.64	1.84	1.05	2.17	1.83	2.10
	12	0.46	0.47	0.46	1.07	0.92	1.93	2.09	1.84	1.69	4.66	2.76	1.76
	13	0.53	0.49	0.43	1.81	1.53	0.90	1.51	1.10	1.51	1.44	2.27	1.99
	14	0.37	0.29	0.45	1.13	0.82	1.44	1.52	1.98	1.56	3.49	3.88	1.47
	15	0.51	0.25	0.32	1.06	0.97	0.76	2.7	1.16	2.30	4.13	0.76	1.78
	16	0.43	0.54	0.36	1.01	0.94	0.95	1.09	3.15	1.29	2.67	4.31	2.73
	17	0.42	0.59	0.55	1	1.04	0.78	1.3	1.75	1.01	1.98	1.66	2.64
	18	0.34	0.39	0.30	1.38	0.69	0.94	2.92	1.76	1.84	1.62	1.77	1.51
	19	0.44	0.46	0.27	0.93	0.94	0.81	1.56	2.73	0.63	2.41	1.51	2.40
	20	0.82	0.31	0.36	0.66	0.58	0.87	1.14	1.27	1.27	2.75	2.49	3.07
	21	0.67	0.26	0.37	0.91	0.84	1.01	2.03	0.75	1.28	1.41	1.10	1.38
	22	0.64	0.44	0.34	0.77	0.90	1.03	1.97	1.28	1.97	2.01	2.65	3.60
	23	0.48	0.49	0.32	1.48	1.02	0.66	1.08	1.54	3.10	1.31	1.50	2.22
	24	0.39	0.36	0.31	1.01	0.84	0.63	1.33	0.94	1.74	1.33	2.17	1.78
	25	0.45	0.49	0.37	0.65	0.94	0.77	1.81	1.98	1.55	1.39	2.11	4.15
	26	0.44	0.56	0.30	0.96	0.49	0.73	1	0.99	2.07	2.67	1.48	1.47
	27	0.51	0.58	0.31	0.76	0.82	0.78	1.11	1.33	1.50	2.63	0.81	1.29
	28	0.44	0.37	0.15	0.62	0.72	0.54	1.69	0.67	3.29	2.03	1.90	1.20
	29	0.22	0.37	0.18	1.28	0.30	0.76	2.18	0.57	1.42	1.36	1.37	4.11
	30	0.24	0.44	0.30	1.23	0.83	1.78	1.05	0.63	1.15	2.39	1.13	2.21

<u>ตารางที่ 20</u> ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 4

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
4 (7:0; 500)	1	0.59	0.49	0.52	1.36	1.29	1.87	1.81	2.08	3.22	3.27	2.86	4.05
	2	0.57	0.52	0.74	1.12	1.10	1.00	2.1	1.51	1.57	2.94	1.98	5.11
	3	0.45	0.45	0.41	1.57	1.28	0.78	3.72	0.98	3.05	1.44	3.65	3.06
	4	0.58	0.76	0.64	1.03	1.42	0.87	1.35	0.54	1.78	2.25	1.83	3.70
	5	0.85	0.17	0.31	1.96	0.56	1.30	1.91	1.29	2.97	2.02	1.76	2.96
	6	0.58	0.54	0.47	0.43	1.27	1.09	0.99	0.85	1.35	1.68	2.53	1.84
	7	0.98	0.64	0.84	1.94	1.55	0.57	1.86	1.10	1.29	3.69	1.64	2.44
	8	0.59	0.37	0.28	1.32	1.96	1.76	1.55	2.15	1.41	4.2	2.30	3.01
	9	1.07	0.28	0.40	2.05	0.97	1.28	3.55	1.19	1.68	2.62	1.68	2.79
	10	0.69	0.45	0.41	1.95	1.48	0.85	1.38	2.42	1.79	3.73	1.59	2.01
	11	0.25	0.42	0.41	1.13	0.81	0.92	1.83	0.65	2.18	2.13	2.37	2.75
	12	0.33	0.42	0.55	0.71	1.24	1.21	2.85	2.22	1.98	1.79	1.23	2.22
	13	0.28	0.82	0.51	0.73	0.88	0.89	2.91	1.22	1.47	2.97	3.09	2.76
	14	0.48	0.43	0.40	0.61	1.11	0.89	2.67	2.80	1.65	1.25	3.11	1.90
	15	0.26	0.61	0.20	1.06	1.19	1.03	1.57	1.26	2.09	3.76	1.70	1.66
	16	0.66	0.41	0.46	1.14	0.63	0.82	1.68	1.66	1.41	1.97	3.22	2.30
	17	0.18	0.45	0.41	0.58	0.71	1.02	0.77	2.05	1.23	4.62	2.10	2.36
	18	0.30	0.59	0.60	1.65	0.89	1.21	1.64	1.42	1.41	2.06	1.28	1.96
	19	0.53	0.51	0.35	0.77	0.97	0.40	1.36	1.05	1.43	2.49	0.76	2.09
	20	0.46	0.47	0.41	0.74	0.70	1.93	2.55	1.32	1.48	2.22	1.32	2.25
	21	0.63	0.28	0.31	0.76	0.90	1.03	2.35	1.52	2.18	1.82	1.04	1.66
	22	0.67	0.58	0.47	1.24	0.91	0.88	2.32	0.50	1.26	1.9	3.05	2.31
	23	0.62	0.56	0.52	0.9	0.76	1.10	1.55	0.91	2.12	1.88	1.28	1.95
	24	0.32	0.32	0.45	1.21	0.80	0.95	0.99	0.88	0.84	3.22	1.62	1.93
	25	0.31	0.32	0.41	0.78	0.85	1.18	1.98	1.43	1.63	1.6	1.17	1.13
	26	0.38	0.37	0.26	0.78	1.08	0.68	3.55	1.17	1.43	2.79	0.89	2.16
	27	0.76	0.36	0.19	1.24	0.59	0.90	1.26	1.25	0.96	1.24	1.71	1.45
	28	0.27	0.25	0.56	0.41	0.69	0.61	1.56	1.95	1.82	1.79	1.16	1.99
	29	0.19	0.53	0.43	1.44	0.45	0.37	1.37	1.09	1.59	2.72	0.64	2.38
	30	0.20	0.50	0.64	1.32	0.25	0.69	1.86	0.98	1.31	1.38	1.69	2.08

ตารางที่ 21 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 5

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
5 (5:2; 0)	1	0.65	0.53	0.51	1.38	1.47	1.20	2.07	1.38	1.81	4.88	2.52	2.81
	2	0.36	0.86	0.53	0.71	1.08	1.17	1.42	2.07	1.24	2.55	1.69	4.09
	3	0.54	0.79	0.38	0.84	0.92	1.28	2.76	2.07	1.37	3.96	3.85	3.21
	4	0.65	0.53	0.33	1.14	1.22	0.78	1.58	2.50	3.02	2.34	3.16	3.88
	5	0.64	0.46	0.60	1	1.45	1.46	1.33	1.33	2.07	3.71	3.12	3.30
	6	0.52	0.36	0.75	0.81	1.06	0.70	1.96	2.63	1.36	1.67	4.69	3.40
	7	0.64	0.16	0.45	1.07	1.43	1.06	1.01	2.24	2.35	3.08	2.92	2.27
	8	0.77	0.70	0.29	1.16	1.20	1.03	2.5	2.35	3.02	1.59	1.60	2.91
	9	0.40	0.57	0.50	1.11	1.86	1.57	2.05	1.43	1.18	2.67	3.31	3.06
	10	0.66	0.32	0.63	0.75	0.89	1.30	1.59	1.29	2.50	3.18	2.89	2.25
	11	0.39	0.60	0.42	0.71	0.92	0.60	1.41	1.99	0.98	1.25	2.29	1.72
	12	0.51	0.45	0.52	0.67	0.95	1.20	1.05	1.50	0.76	2.88	2.90	1.56
	13	0.53	0.59	0.38	1.15	0.57	0.75	1.14	3.39	1.67	2.36	4.45	1.86
	14	0.37	0.78	0.75	1.35	0.76	1.38	1.44	1.63	1.73	2.99	2.55	2.26
	15	0.31	0.62	0.56	1.36	1.18	0.73	2.05	1.85	1.93	2.07	3.47	2.31
	16	0.32	0.18	0.71	1.03	0.87	0.86	2.8	0.83	2.18	3.52	2.58	2.03
	17	0.56	0.48	0.21	1.42	0.72	0.61	1.73	2.79	2.00	1.97	3.59	1.31
	18	0.57	0.47	0.55	0.75	0.69	1.20	1.72	1.84	1.77	2.5	1.59	2.34
	19	0.41	0.53	0.47	1.49	0.94	1.65	1.93	3.30	1.22	1.59	2.02	1.99
	20	0.56	0.33	0.22	1.02	0.85	0.77	2.48	1.77	1.77	2.82	1.88	1.64
	21	0.68	0.40	0.34	0.86	1.41	1.17	4.24	1.51	1.13	1.85	1.21	2.55
	22	0.41	0.39	0.31	1.14	1.18	0.96	2.03	2.48	1.38	1.59	3.39	2.16
	23	0.71	0.45	0.25	0.79	0.96	0.49	2.11	2.26	1.84	3.67	2.24	1.41
	24	0.44	0.32	0.40	1.45	0.84	0.86	1.1	2.09	2.78	1.52	2.14	2.01
	25	0.41	0.58	0.48	1.68	1.14	1.47	2.69	1.21	2.27	2.89	1.74	1.42
	26	0.62	0.52	0.20	1.41	1.00	0.55	1.72	1.37	1.19	2.64	2.11	1.69
	27	0.37	0.37	0.41	0.97	0.90	0.46	1.92	1.19	1.06	2.64	1.81	1.51
	28	0.24	0.43	0.13	0.59	1.41	0.58	1.23	1.51	1.22	1.68	1.73	1.63
	29	0.25	0.36	0.14	1.06	0.65	1.03	1.83	1.86	1.65	1.85	2.22	1.19
	30	0.44	0.14	0.30	1.34	0.40	0.14	2.09	1.70	0.90	1.08	2.36	1.38

<u>ตารางที่ 22</u> ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 6

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
6 (5:2; 100)	1	0.63	0.84	0.74	1.34	1.06	1.48	1.35	2.08	1.61	3.02	2.29	4.14
	2	0.81	0.46	0.79	0.63	1.09	0.90	3.23	1.72	1.87	2.55	2.12	2.77
	3	0.82	0.78	0.63	1.41	1.04	0.91	2.28	1.69	1.28	3.54	2.56	2.60
	4	0.42	0.41	0.37	1.69	0.65	1.24	3.39	2.49	1.45	2.75	0.99	2.50
	5	0.59	0.51	0.37	1.25	1.11	1.08	1.75	2.88	1.46	3.31	4.26	3.22
	6	0.38	0.70	0.55	0.92	1.64	1.43	2.49	1.77	2.06	2.25	2.27	2.45
	7	0.26	0.47	0.70	1.58	0.67	0.83	1.89	2.66	2.54	2.14	1.53	3.52
	8	0.43	0.54	0.90	2.07	0.77	1.05	1.18	1.88	2.84	1.95	2.34	3.90
	9	0.79	0.53	0.25	1.10	1.28	1.63	2.21	1.81	2.84	1.27	3.94	2.71
	10	0.62	0.41	1.07	1.13	1.40	0.86	1.15	1.97	2.78	2.14	2.34	4.14
	11	0.57	0.40	0.62	0.80	0.58	0.74	1.13	2.16	1.67	1.21	2.61	3.61
	12	0.64	0.55	0.36	1.30	2.17	1.08	3.71	1.57	2.26	1.86	4.04	2.14
	13	0.60	0.69	0.42	1.77	0.71	1.55	2.13	0.68	1.73	1.76	2.27	3.60
	14	0.39	0.51	0.44	0.73	0.97	1.26	1.00	1.30	2.12	2.13	1.64	1.95
	15	0.27	0.26	0.54	1.27	1.36	0.59	1.50	1.76	2.36	1.85	2.68	1.83
	16	0.46	0.38	0.29	0.85	1.08	0.78	2.84	1.36	2.19	1.43	3.10	2.14
	17	0.37	0.43	0.36	0.96	1.63	1.06	1.16	2.62	1.31	1.65	3.21	2.66
	18	0.48	0.48	0.36	2.04	0.89	0.65	1.43	1.91	2.61	2.15	5.49	2.95
	19	0.27	0.60	0.34	0.91	0.87	1.39	1.51	0.92	1.48	1.53	2.17	3.06
	20	0.26	0.64	0.47	0.69	0.66	0.91	1.00	1.14	1.02	1.81	1.41	1.48
	21	0.32	0.28	0.30	0.86	1.22	1.06	1.08	3.71	2.60	1.92	1.64	1.68
	22	0.20	0.35	0.27	0.77	1.26	1.59	2.81	1.25	1.48	1.40	1.25	3.54
	23	0.78	0.21	0.83	0.75	0.99	0.99	1.43	1.62	2.04	1.25	1.13	2.94
	24	0.32	0.29	0.57	0.70	0.83	1.22	1.40	0.87	1.68	1.26	2.25	2.24
	25	0.36	0.32	0.64	0.88	1.80	1.28	2.29	1.37	1.31	1.35	3.61	2.50
	26	0.34	0.78	0.62	1.23	0.86	0.78	1.55	1.10	2.17	1.53	1.72	1.33
	27	0.34	0.46	0.47	0.93	0.70	0.74	1.34	1.01	1.75	1.47	1.54	2.14
	28	0.36	0.37	0.41	0.77	1.51	1.47	0.95	0.89	1.13	0.64	1.11	2.20
	29	0.20	0.37	0.48	0.59	1.18	0.81	2.14	1.67	1.59	1.01	0.75	2.03
	30	0.24	0.52	0.40	1.49	0.83	0.38	2.02	1.52	1.32	1.08	1.05	2.24

ตารางที่ 23 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 7

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
7 (5:2; 200)	1	0.66	0.57	0.60	1.97	2.37	1.71	1.41	1.81	1.35	1.97	2.30	1.17
	2	0.72	0.48	0.87	1.27	1.10	0.53	3.00	3.25	1.55	1.73	1.93	1.12
	3	0.50	0.15	0.18	0.88	1.15	1.54	3.12	2.06	1.92	4.08	1.41	1.60
	4	0.74	0.20	0.75	1.92	0.64	0.55	1.36	1.18	2.47	3.75	2.56	4.13
	5	1.11	0.65	0.65	0.95	0.99	0.98	1.44	1.61	3.27	1.88	2.04	4.04
	6	0.57	0.79	0.70	1.12	0.96	0.76	2.42	1.88	3.17	3.50	1.31	3.59
	7	0.61	0.45	0.67	1.48	0.55	0.60	1.56	2.89	1.2	3.24	2.57	1.80
	8	0.61	0.20	0.75	0.58	0.72	0.73	1.28	1.84	1.24	2.02	5.02	3.93
	9	0.30	0.77	0.57	0.98	1.12	0.91	1.36	1.52	3.15	2.26	2.26	2.25
	10	0.61	0.34	0.30	0.53	0.80	1.26	2.56	2.74	1.22	4.51	4.26	2.20
	11	0.68	0.65	0.20	0.66	1.31	0.84	2.79	2.13	1.68	3.25	2.42	3.38
	12	0.97	0.39	0.31	1.02	1.17	0.66	1.43	4.11	1.51	1.97	4.38	4.62
	13	0.47	0.46	0.47	1.44	0.85	0.60	2.05	1.44	0.93	2.72	2.75	2.64
	14	0.37	0.43	0.36	1.03	1.08	1.00	2.58	1.24	1.44	1.86	3.99	1.64
	15	0.30	0.50	0.32	1.37	1.11	1.35	1.37	1.03	1.71	1.28	1.88	2.17
	16	0.76	0.60	0.51	0.62	0.95	0.74	1.20	2.06	1.81	2.04	2.45	2.11
	17	0.37	0.46	0.44	1.34	0.92	1.06	0.90	1.49	2.77	3.86	2.95	2.96
	18	0.85	0.32	0.34	0.86	1.36	1.06	1.47	1.39	0.99	3.73	1.86	2.20
	19	0.49	0.46	0.48	0.60	1.34	0.61	1.84	1.79	2.52	1.94	2.35	1.61
	20	0.47	0.54	0.47	0.66	0.93	0.70	1.47	1.40	1.06	1.56	1.39	1.46
	21	0.51	0.61	0.29	0.72	0.55	0.75	1.55	0.90	2.78	1.85	1.84	2.03
	22	0.28	0.47	0.54	1.48	1.56	0.68	1.82	1.42	1.7	2.10	2.11	4.21
	23	0.22	0.42	0.26	0.91	0.69	0.86	1.63	1.58	1.87	1.05	1.87	1.88
	24	0.41	0.56	0.43	0.87	2.12	0.84	1.11	1.03	1.15	1.54	2.62	1.34
	25	0.32	0.48	0.38	0.90	0.54	0.60	1.04	1.45	2.05	1.48	3.63	3.61
	26	0.47	0.79	0.33	0.57	1.13	0.75	2.47	1.78	1.17	1.97	2.50	2.24
	27	0.34	0.33	0.23	0.92	0.94	0.60	1.04	1.92	1.28	1.83	2.22	1.78
	28	0.27	0.15	0.32	0.70	1.15	0.98	1.00	1.43	1.64	2.53	1.86	1.70
	29	0.18	0.12	0.27	0.44	0.92	0.86	0.70	1.63	1.9	2.75	1.48	1.71
	30	0.26	0.22	0.25	0.65	1.03	0.72	1.16	1.33	1.5733	1.84	2.29	2.13

<u>ตารางที่ 24</u> ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 8

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
8 (5:2; 500)	1	0.53	0.38	0.70	0.81	0.80	0.86	1.23	2.23	1.84	2.16	3.32	1.75
	2	0.48	0.36	0.85	0.88	0.82	1.16	1.76	1.97	2.77	1.93	2.12	2.28
	3	0.68	0.46	0.44	0.92	1.15	0.98	2.12	1.53	1.90	3.23	4.42	4.28
	4	0.76	0.44	0.41	1.46	0.82	0.70	1.95	1.87	3.27	2.93	3.59	2.96
	5	0.66	0.68	0.31	1.07	0.65	1.97	1.41	1.93	1.73	2.95	3.12	2.32
	6	0.39	0.27	0.48	1.43	0.92	1.19	2.08	1.25	1.50	2.71	2.90	0.82
	7	0.40	0.43	0.48	1.13	0.83	1.11	1.63	2.35	1.89	3.71	1.69	1.65
	8	0.47	0.31	0.47	1.07	1.28	1.31	1.39	0.81	1.22	2.54	2.74	2.77
	9	0.71	0.42	0.74	1.04	1.31	0.93	2.19	1.45	1.35	2.23	2.26	2.83
	10	0.43	0.40	0.63	0.84	1.07	0.97	1.69	2.26	0.60	2.45	3.38	2.07
	11	0.60	0.38	0.42	1.22	1.54	2.00	2.31	1.24	1.17	1.82	2.63	2.14
	12	0.57	0.37	0.41	0.80	0.84	1.32	1.35	0.98	2.00	2.81	3.47	1.59
	13	0.37	0.25	0.60	0.99	0.54	1.32	1.52	1.56	1.43	2.57	2.66	3.71
	14	0.63	0.28	0.59	0.70	0.93	1.29	1.66	1.43	2.14	2.66	2.41	2.68
	15	0.56	0.27	0.48	0.59	0.95	0.71	2.10	1.58	1.73	1.91	2.33	2.94
	16	0.47	0.39	0.55	1.05	1.10	0.97	1.73	1.23	1.98	3.31	1.72	4.44
	17	0.51	0.44	0.46	1.38	0.64	1.72	0.12	1.32	3.14	2.98	2.74	2.78
	18	0.60	0.59	0.34	0.97	1.28	1.27	1.66	1.45	1.91	2.14	2.54	2.68
	19	0.50	0.42	0.48	0.94	1.16	0.82	2.01	2.36	1.65	1.78	2.05	2.94
	20	0.40	0.49	0.30	1.27	0.71	1.23	0.89	1.43	2.10	2.15	2.57	1.40
	21	0.34	0.40	0.37	0.51	0.97	1.39	0.74	1.69	1.46	2.18	2.39	1.83
	22	0.49	0.33	0.27	1.08	0.66	1.12	1.34	2.95	2.23	2.33	1.79	2.31
	23	0.46	0.18	0.37	0.83	1.04	0.91	1.15	1.87	1.90	1.71	2.01	1.96
	24	0.28	0.27	0.38	1.17	0.88	0.87	1.39	1.17	1.08	1.60	1.47	1.42
	25	0.22	0.26	0.38	0.79	0.86	0.79	1.69	1.59	1.08	1.83	1.17	2.32
	26	0.24	0.21	0.47	0.78	0.77	0.93	1.24	0.99	1.34	1.66	2.84	1.56
	27	0.24	0.24	0.19	1.01	0.63	0.68	1.20	1.45	1.99	2.23	1.73	1.72
	28	0.36	0.31	0.38	0.48	0.44	0.62	1.60	1.14	1.20	1.85	1.45	1.85
	29	0.32	0.16	0.34	1.17	0.82	0.75	2.33	0.83	1.61	1.17	1.43	2.38
	30	0.23	0.17	0.40	0.94	0.44	0.39	1.30	2.17	1.83	1.40	0.88	2.54

ตารางที่ 25 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 9

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
9 (3:4; 0)	1	1.16	0.61	0.81	1.25	0.71	1.09	1.69	2.19	3.67	4.57	2.08	1.77
	2	0.75	0.43	0.81	2	1.16	0.99	2.41	2.33	1.81	4.48	5.25	2.13
	3	0.60	0.49	0.47	1.35	1.09	1.93	2.79	2.53	1.46	3.51	4.38	3.58
	4	0.79	0.72	0.58	0.78	1.24	0.65	1.85	2.38	1.55	3.27	4.49	3.63
	5	1.02	0.85	0.65	1.43	1.17	0.73	3.41	1.87	1.59	3.06	2.35	2.26
	6	0.63	0.92	0.48	1.21	1.3	0.74	4.12	1.57	2.54	2.13	4.64	2.46
	7	0.67	0.74	1.54	0.43	1.18	0.88	2.52	1.69	1.07	4.02	2.25	2.36
	8	0.40	0.56	0.47	0.53	1.22	1.41	1.21	1.84	1.47	2.55	3.04	1.74
	9	0.79	0.57	0.54	1.45	1.14	0.95	1.99	1.62	1.62	3.23	2.29	1.05
	10	0.91	0.32	0.24	2.96	2.21	0.62	2.77	1.92	1.96	5.83	4.85	2.54
	11	0.49	0.59	0.24	2.01	1.71	0.75	0.94	1.44	1.18	1.81	3.09	1.85
	12	0.55	0.52	0.30	1.13	2.12	1.01	1.73	2.18	0.79	3.5	2.56	1.64
	13	0.53	0.51	0.16	1.07	1.01	0.86	2.27	3.15	1.12	2.82	2.18	5.38
	14	0.48	0.50	0.45	1.24	1.21	0.88	1.71	3.94	1.59	2.88	2.14	3.5
	15	0.40	0.64	0.37	0.7	1.52	0.91	1.26	2.96	1.68	1.34	3.28	1.95
	16	0.53	0.56	0.66	1.34	1.1	0.91	0.84	2.07	1.08	2.92	4.33	2.01
	17	0.48	0.46	0.37	1.29	1.03	1.29	2.11	3.92	1.23	2.16	2.44	2.82
	18	0.31	0.56	0.33	0.75	1.13	1.02	2.47	3.16	2.06	2.22	2.2	1.8
	19	0.23	0.48	0.32	1.02	1.13	0.72	1.71	3.45	1.75	2.09	3.03	2.35
	20	0.43	0.68	0.31	1.11	0.95	0.57	1.63	3.53	1.05	1.72	5.28	2.53
	21	0.58	0.53	0.26	0.56	2.09	1.3	2.35	1.94	1.4	2.84	2.91	2.16
	22	0.45	0.36	0.25	1.02	1.84	0.58	0.75	1.77	1.73	2.2	1.95	2
	23	0.48	0.31	0.39	1.43	1.01	1.31	1.47	2.03	1.38	2.48	2.79	1.29
	24	0.48	0.45	0.41	1.13	1.86	0.68	3.18	1.13	1.55	2.28	3.17	1.89
	25	0.30	0.53	0.28	2.08	0.69	0.93	1.4	1.85	1.83	1.67	2.59	2.15
	26	0.38	0.64	0.50	1.04	1.22	0.74	1.56	1.61	2.8	1.79	1.86	1.71
	27	0.55	0.62	0.24	1.02	0.96	0.75	1.27	1.74	1.77	1.34	1.67	2.04
	28	0.71	0.41	0.40	0.87	1.19	1.11	2.31	1.86	1.53	1.57	2.29	3.43
	29	0.38	0.22	0.42	0.82	1.59	0.67	2.32	1.58	2.51	1.05	2.62	1.31
	30	0.47	0.45	0.38	1.64	1.22	0.3	1.69	1.95	1.1	1.31	1.6	1.49

<u>ตารางที่ 26</u> ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 10

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
10 (3:4; 100)	1	0.38	0.57	0.69	2.07	0.85	0.95	2.95	1.95	1.29	2.72	2.07	2.28
	2	0.46	0.54	0.50	1.25	0.67	1.73	1.24	1.79	3.34	2.13	2.55	1.95
	3	0.51	0.73	0.69	1.67	0.62	0.83	3.15	1.66	2.42	1.22	3.58	5.25
	4	0.60	0.33	0.79	0.70	1.52	1.03	2.53	2.36	1.90	1.25	2.12	1.94
	5	0.81	0.62	0.62	1.28	0.95	1.56	2.01	0.49	1.68	0.87	2.32	4.76
	6	0.64	0.72	0.52	1.47	1.57	0.92	1.37	1.05	2.02	2.16	3.34	4.22
	7	0.62	0.79	0.43	1.60	1.40	1.27	0.99	2.09	2.94	1.79	1.81	1.97
	8	0.56	0.86	0.45	1.08	1.14	1.03	1.90	2.02	2.34	0.96	2.68	3.14
	9	0.78	0.72	0.43	1.01	1.50	1.31	2.02	0.85	2.11	0.68	2.76	2.66
	10	0.44	0.50	0.44	1.32	0.37	1.15	1.19	2.05	1.78	1.54	1.98	3.12
	11	0.46	0.54	0.46	1.26	1.29	1.92	2.03	1.32	2.20	4.49	3.55	2.88
	12	0.50	0.36	0.86	1.07	1.36	0.81	1.51	2.52	1.86	2.32	1.34	1.68
	13	0.78	0.51	0.35	1.21	0.78	1.27	0.89	1.59	2.24	1.70	1.59	2.27
	14	0.63	0.52	0.56	1.85	1.04	1.27	1.39	1.22	1.20	1.53	3.18	2.51
	15	0.30	0.48	0.65	0.99	0.65	1.52	1.49	2.24	1.16	2.06	1.51	2.64
	16	0.62	0.51	0.57	1.20	1.10	0.84	1.74	2.19	1.97	1.82	1.36	3.50
	17	0.55	0.29	0.55	2.04	0.89	1.09	1.08	2.18	1.75	2.53	3.18	2.93
	18	0.79	0.35	0.57	2.17	0.97	1.23	2.97	1.62	1.48	1.44	3.18	2.67
	19	0.65	0.29	0.49	1.13	0.54	1.12	2.52	2.72	3.01	3.23	2.98	2.75
	20	0.76	0.35	0.78	1.18	0.95	1.20	0.86	0.91	1.59	1.03	2.63	3.32
	21	0.62	0.32	0.59	1.13	1.28	1.09	0.99	1.39	1.67	2.34	1.51	3.58
	22	0.35	0.34	0.64	0.62	0.66	1.11	0.83	0.95	1.65	1.03	1.93	2.29
	23	0.48	0.45	0.36	0.90	0.59	1.05	0.81	0.92	1.86	1.12	2.92	2.48
	24	0.51	0.26	0.45	1.26	0.78	0.95	1.03	1.56	1.86	1.81	2.12	2.63
	25	0.68	0.34	0.41	0.50	1.19	0.87	0.84	2.05	2.22	1.64	1.87	1.37
	26	0.43	0.28	0.43	0.89	0.57	1.20	0.72	1.45	2.12	1.42	1.42	1.70
	27	0.48	0.31	0.38	1.27	0.57	0.83	0.96	1.16	1.31	1.29	2.62	3.29
	28	0.35	0.19	0.37	0.68	1.39	0.97	1.11	0.95	1.87	1.00	1.93	1.42
	29	0.57	0.23	0.27	0.78	0.52	1.21	0.95	1.39	1.83	2.37	2.63	2.57
	30	0.44	0.33	0.23	0.93	1.69	0.94	1.04	1.40	1.68	2.06	1.91	2.67

ตารางที่ 27 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 11

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
11 (3:4; 200)	1	0.82	0.57	0.56	0.95	1.46	2.12	1.62	2.45	4.03	2.72	4.74	2.74
	2	0.51	0.80	0.62	0.67	1.26	0.71	2.02	2.02	1.72	3.55	3.87	5.13
	3	0.49	0.38	0.67	1.26	1.04	1.00	2.17	2.27	1.68	3.33	2.21	5.16
	4	0.55	0.41	0.54	1.32	1.59	1.24	1.44	3.82	1.73	4.35	4.22	1.99
	5	0.52	0.26	0.40	1.00	1.26	1.14	1.99	2.00	1.31	2.16	3.08	3.05
	6	0.54	0.41	0.56	1.23	0.93	1.55	2.04	1.04	2.10	2.97	2.26	2.44
	7	0.70	0.63	0.61	1.19	0.82	1.07	1.96	1.80	1.23	2.68	3.46	2.80
	8	0.33	0.88	0.61	1.48	0.59	1.58	1.10	2.09	2.00	2.85	3.22	3.10
	9	0.76	0.40	0.29	1.51	0.94	1.19	1.94	1.90	2.15	1.15	2.83	3.79
	10	0.48	0.35	0.54	0.55	1.19	0.68	1.91	1.50	1.35	2.35	1.88	2.19
	11	0.63	0.39	0.50	1.01	0.82	1.08	1.25	1.76	1.57	2.94	2.63	5.90
	12	0.42	0.42	0.59	1.40	0.88	1.68	1.43	1.72	1.85	4.79	3.10	2.49
	13	0.60	0.29	0.43	0.90	0.78	2.07	1.72	1.74	3.81	2.49	1.32	2.16
	14	0.49	0.43	1.13	1.01	1.00	1.20	1.74	2.52	2.09	3.55	1.92	5.53
	15	0.26	0.96	0.46	0.94	1.25	1.29	1.21	1.13	3.99	2.21	1.61	2.21
	16	0.48	0.53	0.60	0.84	0.51	1.07	2.27	2.62	1.73	3.09	2.49	1.69
	17	0.52	0.46	0.38	1.03	1.58	0.92	1.74	1.64	1.84	1.91	2.27	2.99
	18	0.55	0.65	0.62	1.25	1.01	0.73	1.44	0.91	2.17	2.17	1.15	2.40
	19	0.67	0.50	0.57	1.25	1.11	1.08	1.95	0.85	1.07	1.27	2.14	2.77
	20	0.21	1.45	0.45	1.85	1.90	1.32	1.44	2.73	1.87	1.93	3.49	2.85
	21	0.39	0.35	0.40	0.73	1.31	1.15	1.02	1.41	1.25	2.57	2.00	2.43
	22	0.79	0.29	0.77	0.59	0.93	1.43	2.06	1.39	2.47	2.56	1.58	3.23
	23	0.42	0.34	0.50	0.81	1.37	1.04	1.60	1.46	1.62	2.03	2.16	2.48
	24	0.38	0.53	0.38	1.27	1.01	1.05	2.40	2.04	1.61	2.99	2.22	1.75
	25	0.42	0.55	0.25	1.13	0.64	0.84	1.49	1.93	2.01	2.48	2.25	2.04
	26	0.34	0.24	0.57	0.93	0.51	0.63	0.97	0.65	1.22	1.69	2.62	1.27
	27	0.27	0.28	0.45	0.53	0.65	0.84	1.79	0.96	1.67	2.10	1.34	1.54
	28	0.27	0.57	0.44	1.08	0.47	1.20	3.03	2.52	1.83	1.56	2.26	1.89
	29	0.45	0.35	0.40	0.77	1.03	0.90	1.28	1.75	1.26	3.95	2.59	2.13
	30	0.35	0.28	0.46	1.05	0.52	1.93	1.20	1.37	1.13	1.41	0.74	1.76

ตารางที่ 28 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 12

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
12 (3:4; 500)	1	0.72	0.56	0.59	0.8	0.91	0.96	2.63	2.1	2.96	4.18	3.44	4.67
	2	0.64	0.74	0.60	1.28	1.5	0.92	2.02	2.06	2.58	3.55	2.12	2.79
	3	0.55	0.78	1.08	1.3	0.93	1.97	2.93	1.12	3.4	2.78	1.36	2.5
	4	0.54	0.70	0.68	1.33	1.51	0.75	1.29	1.3	1.65	3.31	1.94	2.5
	5	0.56	0.52	0.62	0.59	1.23	1.35	1.44	1.03	1.53	2.99	3.73	2.62
	6	0.71	0.78	0.72	0.6	1.24	1.43	1.58	0.82	2.53	2.73	2.47	1.69
	7	0.41	0.54	1.11	0.7	1.25	2.26	2.32	1.69	2	3.53	2.74	2.68
	8	0.33	0.43	0.60	0.63	0.99	1.28	2.01	1.72	1.99	3.75	2.98	2.36
	9	0.46	0.29	0.39	0.53	0.69	0.97	0.94	0.79	2.54	2.91	1.7	3.24
	10	0.67	0.47	0.43	1.24	0.42	1.55	1.01	2.49	1.43	4.43	2.12	3.72
	11	0.50	0.55	0.52	0.95	1.39	1.06	1.15	2.61	1.69	3.88	2.73	3.76
	12	0.59	0.40	0.56	0.89	0.89	1.68	1.87	1.53	1.42	3.11	2.23	3.17
	13	0.72	0.56	0.39	0.54	0.99	1.04	1.4	2.32	2.29	3.25	2.17	2.35
	14	0.39	0.55	0.49	1.09	1.07	0.61	1.32	1.23	1.43	2.21	1.33	3.32
	15	0.48	0.51	0.71	0.93	1.75	0.97	1.19	1.82	3.04	2.07	2.37	3.35
	16	0.43	0.48	0.56	1.05	0.86	0.97	0.8	2.4	1.71	2.11	1.74	3.26
	17	0.43	0.33	0.38	0.85	1.72	1.43	1.44	2.05	2.57	1.42	1.4	3.28
	18	0.39	0.40	0.51	1.06	0.6	1.24	1.67	1.37	2.43	2.03	1.6	2.32
	19	0.33	0.38	0.45	0.83	1.32	1.22	1.84	1.23	1.15	2.23	1.84	3.43
	20	0.25	0.61	0.49	1.64	0.91	1.7	2.24	1.12	1.09	1.02	3.08	2.36
	21	0.29	0.47	0.72	0.66	0.86	1.4	2.84	1.73	2.55	1.91	3.27	2.21
	22	0.38	0.55	0.54	1.16	0.77	0.9	1.9	1.06	2.12	2.58	1.24	1.55
	23	0.28	0.30	0.52	1.11	0.65	1.88	1.78	0.98	1.84	2.61	1.32	3.31
	24	0.36	0.27	0.74	0.74	1.22	0.55	1.05	0.99	1.19	2.22	1.18	1.7
	25	0.43	0.34	0.65	1.13	0.74	1.43	0.95	0.8	1.94	1.9	2.92	1.59
	26	0.22	0.38	0.46	0.9	0.75	1.31	1.91	1.23	1.38	1.75	1.35	2.11
	27	0.42	0.22	0.44	1.45	1.02	1.13	1.98	1.22	1.71	1.58	1.51	1.25
	28	0.33	0.21	0.21	0.5	1.28	1.08	1.72	1.53	3.27	1.44	1.77	2.68
	29	0.21	0.17	0.27	0.63	1.06	0.37	1.08	1.47	1.75	1.22	1.57	1.26
	30	0.20	0.17	0.15	0.94	0.91	0.92	0.95	1.55	0.96	1.45	2.48	2.5

<u>ตารางที่ 29</u> ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 13

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
13 (1:6; 0)	1	0.85	0.75	0.58	1.16	0.98	1.04	1.55	1.30	0.75	4.88	2.29	4.33
	2	0.56	0.89	0.38	0.62	0.65	1.75	2.17	0.93	2.20	4.19	1.75	3.78
	3	0.88	0.70	0.70	0.89	0.80	0.91	2.30	1.60	1.54	3.55	2.15	2.73
	4	0.40	0.39	0.46	0.87	0.88	1.08	3.09	2.94	1.88	3.92	4.17	3.49
	5	0.68	0.71	0.47	1.10	0.54	1.31	1.11	1.97	1.46	3.39	1.70	3.58
	6	0.54	0.57	0.36	0.89	1.18	1.68	1.65	1.77	1.83	5.16	2.04	2.92
	7	0.90	0.30	0.36	1.12	1.95	1.71	2.36	1.43	1.40	2.92	1.94	2.44
	8	0.55	0.64	0.54	1.19	1.20	1.08	2.16	1.65	1.41	3.43	1.33	2.96
	9	0.55	0.35	0.35	1.08	1.24	1.03	2.00	2.28	2.66	2.49	1.54	2.16
	10	0.63	0.56	0.96	0.91	0.90	0.62	2.01	0.75	1.58	2.99	1.86	3.08
	11	0.41	0.44	0.54	1.09	0.68	0.82	1.93	2.09	1.26	3.14	1.68	2.84
	12	0.43	0.38	0.72	0.79	1.12	1.09	2.21	1.28	1.88	3.00	2.85	3.28
	13	0.51	0.33	0.50	1.27	0.95	0.97	2.35	1.23	0.89	2.36	2.11	2.12
	14	0.49	0.54	0.53	0.65	1.16	1.02	2.10	2.14	2.99	2.88	1.76	1.96
	15	0.57	0.45	0.39	1.47	0.73	1.10	2.10	1.49	2.59	3.36	2.64	2.83
	16	0.48	0.25	0.49	1.41	0.53	0.90	1.38	1.03	2.15	2.83	2.55	2.10
	17	0.42	0.37	0.54	1.21	0.64	1.31	1.14	1.74	1.41	2.23	2.65	2.63
	18	0.44	0.36	0.34	0.80	0.71	1.06	1.67	1.32	1.42	1.94	2.12	2.11
	19	0.20	0.41	0.43	0.83	1.13	0.57	2.26	1.49	1.30	2.97	1.29	2.51
	20	0.45	0.45	0.38	0.83	0.66	1.26	4.99	1.29	1.65	2.83	1.16	2.13
	21	0.51	0.57	0.47	0.63	1.09	0.72	3.22	0.65	1.79	3.55	2.92	1.14
	22	0.34	0.36	0.38	0.91	0.55	0.87	2.35	1.32	1.86	1.99	0.95	1.98
	23	0.25	0.21	0.33	1.26	0.78	1.12	1.62	0.90	1.51	2.45	2.78	2.75
	24	0.33	0.40	0.34	0.91	0.79	0.92	1.55	1.54	2.07	3.77	1.88	2.12
	25	0.30	0.21	0.54	0.72	0.39	0.60	1.03	0.77	1.38	2.93	1.13	1.89
	26	0.25	0.14	0.39	1.20	0.44	0.62	2.14	1.09	1.43	2.71	1.88	1.97
	27	0.28	0.25	0.32	1.26	0.37	0.84	2.23	0.55	2.01	1.48	1.02	1.65
	28	0.35	0.40	0.29	0.95	0.65	0.82	1.41	0.97	2.51	1.60	1.55	1.37
	29	0.32	0.48	0.25	1.23	1.10	1.14	1.36	1.43	0.88	1.81	3.44	1.61
	30	0.25	0.27	0.21	2.18	1.04	1.80	1.43	0.93	1.54	1.51	1.27	1.71

<u>ตารางที่ 30</u> ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 14

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
14 (1:6; 100)	1	0.75	0.63	0.75	0.89	0.82	1.27	1.05	1.79	2.21	2.53	2.43	1.42
	2	0.63	0.66	0.44	1.12	0.76	1.71	3.16	3.22	1.95	2.23	2.18	2.03
	3	0.59	0.68	0.54	0.53	1.36	0.92	1.41	2.18	2.87	4.18	1.30	2.26
	4	0.55	0.59	0.55	0.82	1.00	0.97	2.72	1.26	1.97	4.28	3.22	1.78
	5	0.47	0.39	0.45	0.68	0.68	1.41	0.96	1.44	1.18	2.95	1.96	1.61
	6	0.85	0.56	0.39	0.78	0.74	0.71	1.47	2.08	1.44	2.53	4.34	2.72
	7	0.68	0.28	0.79	1.15	1.13	0.90	3.15	1.39	1.69	4.18	3.32	2.78
	8	0.56	0.36	0.47	0.62	0.53	0.96	2.24	1.67	1.29	3.48	2.36	3.39
	9	0.64	0.50	0.51	0.77	0.90	1.20	1.39	1.47	1.23	1.78	2.25	1.21
	10	0.46	0.40	0.46	0.64	1.32	0.86	2.58	1.35	1.40	4.76	1.97	3.22
	11	0.46	0.39	0.57	0.67	0.48	1.01	2.38	2.25	2.32	2.18	1.82	2.00
	12	0.46	0.53	0.72	0.90	1.33	1.43	1.45	1.50	1.07	4.06	2.95	2.69
	13	0.29	0.43	0.58	1.15	0.83	1.43	1.60	1.27	2.18	3.46	2.36	3.31
	14	0.54	0.40	0.60	1.19	1.18	1.05	1.51	2.33	1.54	3.05	2.76	1.95
	15	0.40	0.33	0.65	0.77	0.98	1.35	1.35	2.05	1.58	3.26	2.81	2.78
	16	0.22	0.33	0.65	0.74	0.76	0.87	2.85	2.17	1.57	1.97	2.05	2.37
	17	0.28	0.34	0.55	1.16	1.61	0.57	1.31	1.41	1.56	3.38	2.63	2.09
	18	0.45	0.49	0.44	1.59	1.24	0.87	1.79	0.67	1.85	2.58	2.02	4.81
	19	0.50	0.45	0.64	1.63	0.73	1.29	2.19	0.85	2.18	2.35	2.30	2.40
	20	0.38	0.62	0.47	0.88	0.96	0.64	2.22	1.12	1.19	2.08	1.45	3.02
	21	0.33	0.42	0.53	0.96	0.79	0.91	1.64	1.55	1.70	1.75	3.35	2.18
	22	0.38	0.29	0.28	0.83	0.47	0.79	2.27	1.36	2.09	1.99	2.11	3.08
	23	0.36	0.21	0.37	1.84	0.71	0.69	1.30	1.57	1.02	1.94	2.14	1.45
	24	0.44	0.30	0.30	1.46	0.62	1.25	3.78	0.95	2.49	2.19	3.07	1.03
	25	0.37	0.20	0.43	1.38	0.70	0.72	1.62	2.08	1.66	1.38	1.18	3.48
	26	0.32	0.22	0.30	1.25	0.49	0.80	1.39	1.36	0.85	2.27	1.61	1.94
	27	0.22	0.24	0.30	0.92	0.57	0.86	1.26	0.99	1.82	1.65	2.12	2.26
	28	0.30	0.22	0.33	1.49	0.45	0.82	1.70	1.13	2.70	2.20	1.63	2.81
	29	0.25	0.25	0.38	1.06	0.74	0.92	1.11	1.01	0.66	1.83	1.70	2.37
	30	0.43	0.21	0.33	1.69	0.63	0.97	1.33	0.84	1.38	1.34	0.94	1.79

<u>ตารางที่ 31</u> ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 15

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
15 (1:6; 200)	1	0.64	0.66	0.40	1.21	0.83	0.61	1.48	2.23	1.29	3.58	1.71	2.34
	2	0.65	0.99	0.50	1.08	1.3	1.26	2.51	2.49	1.81	3.68	2.08	3.19
	3	0.65	0.54	0.50	0.48	1.48	0.72	2.1	2.3	1.31	3.17	2.39	2.76
	4	0.83	0.41	0.55	0.71	1.32	0.62	0.94	2.51	1.34	4.28	2.28	2.24
	5	0.69	0.53	0.63	0.65	0.55	0.72	2.18	1.51	1.09	2.65	3.61	1.84
	6	0.53	0.63	0.59	1.64	0.59	0.88	1.61	1.16	1.35	3.84	1.83	1.65
	7	0.30			1.49	0.87	1.05	2.33	2.12	2.43	3.9		
									2.73	2.82	4.36	3.09	1.5
	9	0.36	0.37	0.69	1.97	0.68	1.48	2.28	1.21	1.63	3.4	2.04	3.87
	10	0.70	0.34	1.25	0.65	1.29	0.89	2.03	1.99	1.44	2.53	3.78	4.9
	11	0.28	0.28	0.56	1.26	0.93	1.06	1.74	2.9	1.1	3.32	1.35	2.15
	12	0.72	0.46	0.84	0.94	0.77	1.13	2.76	1.6	2.22	2.98	1.81	1.76
	13	0.54	0.23	0.76	0.81	0.78	0.72	0.99	1.18	1.58	2.32	4.03	1.02
	14	0.82	0.79	0.58	1.08	0.52	1	1.72	0.93	1.5	3.53	3.3	2.85
	15	0.57	0.55	0.23	1.81	0.87	0.41	1.56	0.9	1.09	1.99	3.5	1.88
	16	0.18	0.60	0.26	1.48	0.99	0.55	2.19	1.33	1.72	2.71	3.37	1.64
	17	0.61	0.26	0.37	1.01	1.92	0.95	1.05	1.32	1.03	1.37	2.02	2.39
	18	0.63	0.65	0.38	1.23	0.9	0.65	1.56	1.72	1	3.27	2.12	2.4
	19	0.39	0.24	0.32	1.23	0.67	1.04	2.89	1.16	1.31	2.43	2.54	1.51
	20	0.49	0.27	0.69	0.58	1.37	1.48	1.7	1.07	0.88	3.18	3.33	2.19
	21	0.58	0.19	0.20	1.2	0.92	0.61	1.9	1.8	1.3	3.26	3.48	1.44
	22	0.27	0.49	0.34	0.89	1.08	1.04	0.91	1.83	1.8	1.53	1.79	1.97
	23	0.32	0.45	0.78	1.32	1.22	1.41	0.83	1.44	1.66	1.07	2.48	1.41
	24	0.36	0.71	0.37	0.79	0.54	0.91	2.14	1.33	2.11	2.22	2.18	1.87
	25	0.18	0.50	0.57	0.48	0.51	0.42	3.03	1.32	0.77	1.24	2.65	2.89
	26	0.38	0.43	0.54	1.43	1.26	0.85	2.32	2.09	0.97	2.16	1.34	1.02
	27	0.51	0.36	0.43	1.47	0.7	1.12	1.11	1.28	0.73	1.36	1.46	2.54
	28	0.27	0.24	0.44	0.31	1.28	0.99	1.76	0.77	1.22	2.34	1.82	1.19
	29	0.39	0.27	0.25	0.9	1.2	0.69	2.27	1.49	1.24	1.13	1.11	1.32
	30	0.40	0.29	0.32	1.26	0.61	1.31	0.8	0.88	0.61	1.36	1.36	0.82

ตารางที่ 32 ข้อมูลน้ำหนัก ทำการวัดทุก 30 วัน จำนวน 3 ซ้ำ อาหารสูตรที่ 16

ข้อมูลน้ำหนัก													
สูตรอาหาร	ลำดับที่	เดือนที่ 1			เดือนที่ 2			เดือนที่ 3			เดือนที่ 4		
		ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
16 (1:6; 500)	1	0.53	0.67	0.61	1.29	1.02	0.77	2.3	1.86	1.24	4.81	2.23	2.65
	2	0.35	0.53	0.28	1.47	1.6	0.96	1.42	1.35	0.96	1.53	3.7	1.84
	3	0.54	0.55	0.45	0.86	0.98	1.22	1.38	2.48	1.14	3.34	2.1	1.38
	4	0.30	0.78	0.92	0.75	1.02	0.99	2.47	2.29	1.19	2.37	1.17	2.73
	5	0.73	0.70	0.30	1.47	1.51	0.75	1.58	1.56	1.32	1.83	2.81	1.61
	6	0.90	0.69	0.42	1.06	1.25	0.64	2.04	2.7	1.36	1.43	2.37	1.35
	7	0.70	0.51	0.69	1.37	0.91	0.75	3.26	1.57	2.05	1.32	2.04	1.73
	8	0.68	0.53	0.18	1.27	1.28	0.75	1.32	1.62	1.12	3.04	2.26	2.09
	9	0.46	0.50	0.34	0.97	0.93	0.6	1.29	2.02	1.4	1.23	3.64	2.75
	10	0.29	0.58	0.43	0.94	1.65	0.79	1.29	2.6	1.1	2.02	1.05	2.09
	11	0.81	0.28	0.35	1.48	1.05	1.11	2.07	1.71	0.85	1.56	3.44	1.67
	12	0.58	0.46	0.47	1.11	1.21	0.86	2.1	1.7	1.61	1.12	2.89	2.66
	13	0.68	0.24	0.59	1.59	0.85	0.9	1.01	0.86	1.46	1.82	2.9	1.73
	14	0.71	0.48	0.51	1.55	0.91	1.23	0.87	0.99	1.11	2.81	3.21	1.45
	15	0.54	0.67	0.44	0.68	0.86	1.12	1.15	1.04	1.29	1.63	2.34	1.74
	16	0.45	0.42	0.39	1.14	0.95	1.02	2.45	2.36	1.15	2.71	1.26	1.35
	17	0.61	0.45	0.39	0.61	1.02	1.13	1.32	2.01	0.84	1.3	1.81	2.1
	18	0.47	0.61	0.22	1.32	0.83	0.49	11.36	3.05	1.5	1.5	1.38	1.69
	19	0.49	0.56	0.30	0.6	1.23	0.85	2	1.43	1.65	1.26	1.85	1.81
	20	0.57	0.62	0.44	0.69	0.56	0.61	1.32	2.48	1.03	1.03	1.8	1.72
	21	0.43	0.47	0.41	0.89	0.81	0.76	1.14	1.31	1.29	3.29	1.74	1.03
	22	0.49	0.51	0.44	0.95	1.25	0.6	1.6	1.6	1.33	1.66	1.56	1.33
	23	0.30	0.43	0.48	1.2	0.49	0.8	1.94	1.61	2.05	3.15	0.65	1.98
	24	0.41	0.54	0.48	0.84	0.93	0.61	1.15	1.58	1.18	2.87	0.77	1.75
	25	0.30	0.47	0.41	1.02	0.49	0.79	1.28	1.38	0.79	1.9	2.56	1.05
	26	0.43	0.46	0.25	0.79	0.64	0.59	1.1	1.91	1.29	1.72	1.4	2.26
	27	0.35	0.37	0.23	1.12	0.66	0.9	1.49	1.93	0.57	1.73	1.1	2.08
	28	0.32	0.27	0.28	0.78	0.81	0.89	1.51	0.95	1.89	1.4	0.77	1.46
	29	0.31	0.25	0.28	1.26	0.97	0.72	1.11	1.65	1.99	1.41	1.17	1.1
	30	0.31	0.25	0.73	1.54	0.77	0.86	0.85	1.73	1.62	1.09	1.05	1.39

<u>ตารางที่ 33</u> การเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ย (mean ±SE; เซนติเมตร) ของหอยหวานแต่ละชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง (น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด(กรัมต่ออาหาร 100 กรัม);แอสตาแซนทิน(ส่วนในล้านส่วน))	ระยะเวลาการเลี้ยง (สัปดาห์)				
	0	4	8	12	16
1 (7:0; 0)	0.5±0.01	$1.54^{a,b,c}$±0.02	1.95^{d}±0.02	$2.22^{e,f}$±0.01	$2.34^{d,e,f,g}$±0.08
2 (7:0; 0.01)	0.5±0.01	1.60^{a}±0.04	2.11^{a}±0.01	2.43^{a}±0.07	2.61^{a} ±0.01
3 (7:0; 0.02)	0.5±0.01	$1.56^{a,b,c}$±0.03	$2.05^{a,b,c}$±0.02	$2.28^{c,d,e,f}$±0.03	$2.45^{b,c}$±0.06
4 (7:0; 0.05)	0.5±0.01	$1.57^{a,b,c}$±0.01	$1.97^{c,d}$±0.04	$2.29^{c,d,e,f}$±0.09	$2.36^{c,d,e,f}$±0.02
5 (5:2; 0)	0.5±0.01	$1.58^{a,b,c}$±0.01	$2.05^{a,b,c}$±0.02	$2.33^{b,c}$±0.04	$2.43^{b,c,d}$±0.01
6 (5:2; 0.01)	0.5±0.01	$1.59^{a,b}$±0.03	$2.05^{a,b,c}$±0.03	$2.33^{b,c}$±0.03	2.22^{h}±0.08
7 (5:2; 0.02)	0.5±0.01	$1.54^{a,b,c}$±0.03	$2.01^{b,c,d}$±0.01	$2.32^{b,c,d}$±0.03	$2.32^{e,f,g,h}$±0.02
8 (5:2; 0.05)	0.5±0.01	$1.53^{b,c}$±0.04	$1.99^{b,c,d}$±0.04	$2.28^{c,d,e,f}$±0.02	$2.31^{e,f,g,h}$±0.03
9 (3:4; 0)	0.5±0.01	1.60^{a}±0.03	2.11^{a}±0.09	$2.41^{a,b}$±0.08	2.48^{b}±0.04
10 (3:4; 0.01)	0.5±0.01	$1.59^{a,b}$±0.02	$2.07^{a,b}$±0.05	$2.26^{c,d,e,f}$±0.07	$2.31^{e,f,g,h}$±0.18
11 (3:4; 0.02)	0.5±0.01	$1.57^{a,b,c}$±0.01	$2.06^{a,b}$±0.03	$2.31^{c,d,e}$±0.02	$2.36^{c,d,e,f}$±0.02
12 (3:4; 0.05)	0.5±0.01	$1.57^{a,b,c}$±0.02	$2.02^{b,c,d}$±0.07	$2.31^{c,d,e}$±0.03	$2.40^{b,c,d,e}$±0.04
13 (1:6; 0)	0.5±0.01	$1.57^{a,b,c}$±0.01	$1.97^{c,d}$±0.03	$2.30^{c,d,e}$±0.06	$2.37^{b,c,d,e,f}$±0.08
14 (1:6; 0.01)	0.5±0.01	1.51^{c}±0.04	$1.97^{c,d}$±0.05	$2.28^{c,d,e,f}$±0.07	$2.30^{e,f,g,h}$±0.08
15 (1:6; 0.02)	0.5±0.01	$1.53^{a,b,c}$±0.02	$1.98^{c,d}$±0.03	$2.22^{d,e,f}$±0.06	$2.29^{f,g,h}$±0.06
16 (1:6; 0.05)	0.5±0.01	$1.55^{a,b,c}$±0.05	1.97^{d}±0.08	2.20^{f} ±0.07	$2.23^{g,h}$±0.04

<u>หมายเหตุ</u> ตัวกลางเลขคณิตที่มีตัวอักษรยกที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 34 การเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ย (mean ±SE; กรัม) ของหอยหวานแต่ละชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง (น้ำมันปลาทูน่า:น้ำมันข้าวโพด(กรัมต่ออาหาร 100 กรัม); แอสตาแซนทิน(ส่วนในล้านส่วน))	ระยะเวลาการเลี้ยง				
	0	4	8	12	16
1 (7:0; 0)	0.04±0.01	$0.44^{c,d}$±0.01	0.95^{e}±0.01	1.57^{d}±0.05	2.23^{c}±0.02
2 (7:0; 0.01)	0.04±0.01	$0.51^{a,b}$±0.02	1.17^{a}±0.05	2.01^{a}±0.12	3.04^{a}±0.14
3 (7:0; 0.02)	0.04±0.01	$0.48^{a,b,c,d}$±0.03	$1.05^{a,b,c,d,e}$±0.04	$1.74^{b,c,d}$±0.07	$2.34^{b,c}$±0.06
4 (7:0; 0.05)	0.04±0.01	$0.47^{a,b,c,d}$±0.01	$1.04^{b,c,d,e}$±0.05	$1.69^{c,d}$±0.17	2.24^{c}±0.18
5 (5:2; 0)	0.04±0.01	$0.47^{a,b,c,d}$±0.02	$1.02^{b,c,d,e}$±0.03	$1.84^{a,b,c}$±0.06	$2.45^{b,c}$±0.11
6 (5:2; 0.01)	0.04±0.01	$0.48^{a,b,c,d}$±0.02	$1.09^{a,b,c,d}$±0.02	$1.81^{a,b,c,d}$±0.05	2.27^{c}±0.24
7 (5:2; 0.02)	0.04±0.01	$0.47^{a,b,c,d}$±0.02	$0.98^{d,e}$±0.06	$1.76^{b,c,d}$±0.03	$2.44^{b,c}$±0.02
8 (5:2; 0.05)	0.04±0.01	0.42^{d}±0.04	$0.98^{d,e}$±0.05	$1.64^{c,d}$±0.06	$2.35^{b,c}$±0.03
9 (3:4; 0)	0.04±0.01	0.52^{a}±0.03	$1.14^{a,b}$±0.12	$1.96^{a,b}$±0.17	2.63^{b}±0.20
10 (3:4; 0.01)	0.04±0.01	$0.51^{a,b}$±0.03	$1.11^{a,b,c}$±0.07	$1.68^{c,d}$±0.13	2.30^{c}±0.28
11 (3:4; 0.02)	0.04±0.01	$0.51^{a,b,c}$±0.01	$1.09^{a,b,c,d}$±0.05	$1.81^{a,b,c,d}$±0.06	2.62^{b}±0.1
12 (3:4; 0.05)	0.04±0.01	$0.48^{a,b,c,d}$±0.03	$1.06^{a,b,c,d,e}$±0.08	$1.72^{c,d}$±0.15	$2.44^{b,c}$±0.16
13 (1:6; 0)	0.04±0.01	$0.45^{b,c,d}$±0.01	$0.99^{d,e}$±0.06	$1.71^{c,d}$±0.18	$2.48^{b,c}$±0.27
14 (1:6; 0.01)	0.04±0.01	$0.45^{c,d}$±0.03	$0.97^{d,e}$±0.06	$1.70^{c,d}$±0.10	$2.45^{b,c}$±0.11
15 (1:6; 0.02)	0.04±0.01	$0.48^{a,b,c,d}$±0.02	$0.99^{c,d,e}$±0.06	$1.62^{c,d}$±0.12	$2.39^{b,c}$±0.16
16 (1:6; 0.05)	0.04±0.01	$0.47^{a,b,c,d}$±0.03	$0.97^{d,e}$±0.07	$1.67^{c,d}$±0.18	1.92^{d}±0.07

หมายเหตุ ตัวกลางเลขคณิตที่มีตัวอักษรยกที่เหมือนกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

<u>ตารางที่ 35</u> ค่าคุณภาพน้ำทะเลตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจากการวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

พารามิเตอร์	สัปดาห์ที่								
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
อุณหภูมิน้ำ (°C)	29.8	29.5	29.8	28.9	29	30	29.7	29.5	29.8
ความเค็ม (psu)	28.7	28.9	29.1	29.4	29.7	29.9	29.9	30	30
แอมโมเนีย (NH_4-N) (ppm)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
อัลคาไลนิตี้ (ppm)	120	120	120	120	120	120	120	110	110
ไนไตรท์ (ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ความเป็นกรด-ด่าง	8.15	8.1	8.1	8.15	8.1	8	7.99	7.99	7.98

ตารางที่ 36 (ต่อ) ค่าคุณภาพน้ำทะเลตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจากการวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

พารามิเตอร์	สัปดาห์ที่							
	9	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**
อุณหภูมิน้ำ (°C)	28.6	28.5	29	28.8	28.6	28.9	28.4	28.9
ความเค็ม (psu)	30.1	30.4	30.4	30.7	30.7	30.9	31	31
แอมโมเนีย (NH_4-N) (ppm)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
อัลคาไลนิตี้ (ppm)	100	100	100	90	90	90	90	90
ไนไตรท์ (ppm)	0	0	0	0	0	0	0	0
ความเป็นกรด-ด่าง	7.87	7.85	7.69	7.55	7.51	7.48	7.4	7.33

<u>ภาคผนวก ค.</u> ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<u>ตารางที่ 1</u> เปรียบเทียบการเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ยของลูกหอยที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.668	15	.178	7.797	.000
Within Groups	32.481	1424	.023		
Total	35.149	1439			

SGR

	TR	N	Subset for alpha = .05					
			1	2	3	4	5	6
Duncan(a)	6	90	1.0138					
	16	90	1.0172					
	15	90	1.0481	1.0481				
	10	90	1.0529	1.0529	1.0529			
	14	90	1.0542	1.0542	1.0542			
	7	90	1.0628	1.0628	1.0628			
	8	90	1.0630	1.0630	1.0630			
	1	90		1.0683	1.0683	1.0683		
	4	90		1.0802	1.0802	1.0802		
	11	90		1.0811	1.0811	1.0811		
	13	90		1.0881	1.0881	1.0881	1.0881	
	12	90			1.1043	1.1043	1.1043	
	3	90				1.1151	1.1151	
	5	90				1.1188	1.1188	
	9	90					1.1328	
	2	90						1.1896
	Sig.		.059	.139	.053	.052	.077	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 90.000.

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยของลูกหอยที่ได้รับอาหารสูตรต่างๆ

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.280	15	.619	6.004	.000
Within Groups	146.724	1424	.103		
Total	156.004	1439			

SGR

	TR	N	Subset for alpha = .05			
			1	2	3	4
Duncan(a)	16	90	3.1411			
	4	90		3.2763		
	6	90		3.2796		
	1	90		3.2806		
	10	90		3.2952		
	3	90		3.3078	3.3078	
	15	90		3.3277	3.3277	
	8	90		3.3378	3.3378	
	7	90		3.3513	3.3513	
	12	90		3.3576	3.3576	
	5	90		3.3634	3.3634	
	14	90		3.3663	3.3663	
	13	90		3.3692	3.3692	
	11	90			3.4114	
	9	90			3.4140	
	2	90				3.5299
	Sig.		1.000	.113	.063	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 90.000.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเดือนนภา เอ่งฉ้วน เกิดเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ.2527 ที่จังหวัดกระบี่ สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนเหนือคลองประชาบำรุง จังหวัดกระบี่ ในปีการศึกษา 2546 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจาก สาขาวิชาวิทยาศาตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิตที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 โดยในระหว่างการศึกษาได้มีการนำเสนอผลงานดังนี้

- นำเสนอผลงานทางวิชาการ (Oral presentation) เรื่อง ปริมาณน้ำมันปลาทูน่า และแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่อการเติบโต และการรอดตายของหอยหวาน *Babylonia areolata* ระยะวัยรุ่น ในการประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัย ครั้งที่ 12 ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในวันศุกร์ที่ 28 มกราคม 2554 ณ อาคารวิทยาลัยการปกครองส่วนท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

- นำเสนอผลงานทางวิชาการ (Poster presentation) เรื่อง Optimal tuna oil and astaxanthin for growth and survival of juvenile spotted babylon *Babylonia areolata* ในงานประชุมทางวิชาการ The 9th Asian Fisheries and Aquaculture Forum in 2011 (9AFAF) ณ Shanghai Ocean University (SHOU) ประเทศจีน ระหว่างวันที่ 21-25 เมษายน 2554