ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

23142

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของระดับโปรตีนและไขมันในอาหารสำเร็จที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata*)

Effects of protein and lipid level in aritificial diet on growth of spotted babylon (*Babylonia areolata*)

T099302

โดย
นางสาววรรณรักษ์ สิทธิไชย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วพ.
ว255ค
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....93302
วัน,เดือน,ปี.....

b.11883406
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของระดับโปรตีนและไขมันในอาหารสำเร็จที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata*)

Effects of protein and lipid level in aritificial diet on growth of spotted babylon (*Babylonia areolata*)

ชื่อนักศึกษา นางสาววรรณรักษ์ สิทธิไชย รหัส 46040726

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. มณฑล แก่นมณี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ดร. มณฑล แก่นมณี)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ซูโซติ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
วันที่ 16 **เดือน** พ.ย. **พ.ศ.** 50

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
เรื่อง

ผลของระดับโปรตีนและไขมันในอาหารสำเร็จที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata*)

Effects of protein and lipid level in aritificial diet on growth of spotted babylon (*Babylonia areolata*)

จากการศึกษาระดับโปรตีน และไขมันที่ผลต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata*) โดยให้อาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนประกอบของโปรตีน และไขมันที่แตกต่างกัน 3 สูตร คือ High protein – low fat, High fat – low protein และ High protein – high fat เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จที่แตกต่างกัน ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 75 วัน โดยความยาวเปลือกและน้ำหนักเฉลี่ย (Mean ± SD) เท่ากับ 13.1 ± 0.19 มิลลิเมตร และ 0.46 ± 0.02 กรัม ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าสูตร High protein – low fat มีการเติบโตสูงสุดโดยมีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย (Mean ± SD) เท่ากับ 19.7±2.06 มิลลิเมตร และหนัก 1.56±0.09 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารสำเร็จรูป High fat – low protein และ High protein – high fat (P 0.05) และเมื่อพิจารณาถึงอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความยาวพบว่า หอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป High fat – low protein จะให้การเจริญเติบโตทางด้านความยาวต่ำสุด ส่วนหอยหวานในชุดควบคุมจะให้การเจริญเติบโตในรูปน้ำหนักต่ำที่สุด นอกจากนี้หอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตร High protein - low fat จะมีอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio ; FCR) มีค่า FCR ต่ำและ ค่า SGR (specific growth rate) สูงแสดงว่าการเจริญเติบโตสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสำเร็จรูปที่แตกต่างกัน อัตราการรอดชีวิตของหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปจะมีอัตรารอดสูง 97.7 – 98.83 %ส่วนหอยหวานในชุดควบคุมจะมีอัตรารอดชีวิตต่ำสุด 87.66 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของระดับโปรตีนและไขมันในอาหารสำเร็จที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata*) ครั้งนี้สำเร็จด้วยความกรุณาจาก ดร. นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และ ดร. มณฑล แก่นมณี เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษากรุณาให้คำแนะนำและถ่ายทอดความรู้ในเรื่องต่างๆ ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอดจนเสร็จสิ้นการทดลอง ช่วยแก้ไขปัญหาในทุกๆเรื่อง และตรวจทานแก้ไขปรับปรุงปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย และ ขอบพระคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ และ คุณนภพล เผ่าพนัสนักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงที่ได้ให้ความช่วยเหลือสม่ำเสมอ

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้อบรมสั่งสอน และให้ข้อคิดเตือนสติต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกๆคนที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดาที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยสนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอด จนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

นางสาววรรณรักษ์ สิทธิไชย

เมษายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	14
ผลการทดลอง	18
วิจารณ์	25
สรุปและข้อเสนอแนะ	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของอาหารที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)	16
2	ผลการวิเคราะห์คุณค่าอาหารที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)	16
3	การเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะหอยเซนต์ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จเป็นระยะเวลา 75 วัน	21
4	การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของหอยหวานระยะหอยเซนต์ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จเป็นระยะเวลา 75 วัน	21
5	อัตราการแลกเปลี่ยนเนื้อของหอยหวานระยะหอยเซนต์ที่เลี้ยงเป็นระยะเวลา 75 วัน	23
6	การเจริญเติบโตจำเพาะของหอยหวานที่ได้รับอาหารทั้ง 4 ชุดการทดลองที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน	23
7	อัตราการรอดของหอยหวานที่ได้รับอาหาร 4 ชุดการทดลองที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน	23
8.	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ให้อาหารที่แตกต่างกันทั้ง 4 ชุดการทดลองเป็นระยะเวลา 75 วัน	24

ตารางผนวกที่

1.	การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานขนาดเริ่มต้น	30
2.	การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 15 วัน	31
3.	การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 30 วัน	32
4.	การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 45 วัน	33
5.	การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 60 วัน	34
6.	การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 75 วัน	35
7.	การเจริญเติบโตทางด้านความยาวเปลือกของหอยหวาน (มิลลิเมตร)	36
8.	การเจริเติบโตทางด้านน้ำหนักของหอยหวาน (กรัม)	37
9.	อัตราการรอดตายแต่ละชุดการทดลอง (เปอร์เซนต์)	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความยาวเปลือกของหอยหวานที่ได้รับอาหารทั้ง 4 ชุดการทดลองที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน	22
2	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักของหอยหวานที่ได้รับอาหาร 4 ชุดการทดลองที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน	22
3	แสดงอุณหภูมิช่วงระยะเวลาระหว่างการเลี้ยงหอยหวานเป็นระยะเวลา 75 วัน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

หอยหวาน หรือ บางท้องถิ่น เรียกว่า หอยตุ๊กแกจัดเป็นหอยทะเลฝาเดียวเศรษฐกิจชนิดใหม่ที่กำลังเป็นที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ในประเทศไทยหอยหวานที่บริโภคเป็นหอยที่จับมาจากธรรมชาติเกือบทั้งหมด โดยพบมากที่จังหวัดฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามัน จังหวัดที่พบมากคือ ระยอง จันทบุรี เพชรบุรี ระนอง ปัตตานี และ นครศรีธรรมราช เป็นต้น

หอยหวานเป็นหอยเศรษฐกิจชนิดใหม่ที่ปัจจุบันเริ่มมีผู้ให้ความสนใจที่จะทำฟาร์มเพาะเลี้ยงกันมากขึ้น เนื่องจากมีราคาสูงมีตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศโดยเฉพาะในแถบทวีปเอเชีย ปัจจุบันพบว่าปริมาณการจับหอยหวานจากแหล่งทำการประมงต่างๆได้ลดลง และ หอยหวานที่จับได้มีขนาดเล็กลงในขณะที่ปริมาณความต้องการของตลาดจะค่อนข้างสูง

หอยหวานเป็นสัตว์ที่มีพฤติกรรมการกินอาหารตามช่วงชีวิต คือ ลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีพแบบแพลงก์ตอนกินอาหารแบบกรองกินแพลงก์ตอน เมื่อหอยหวานเจริญเติบโตถึงระยะลงพื้นจนถึงตัวเต็มวัยเป็นสัตว์ที่ดำรงชีพบนพื้นทะเล จะกินซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหารทั้งในสภาพที่สดและไม่สด

โดยทั่วไปการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการศึกษาในด้านความต้องการอาหาร เนื่องจากอาหารเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอด การที่สัตว์น้ำได้รับอาหารที่มีความสมดุลทางโภชนาการทั้งปริมาณและคุณภาพจะทำให้สัตว์น้ำชนิดนั้นมีการเจริญเติบโตดี อัตรารอดสูง ปราศจากโรค ซึ่งทำให้คุ้มกับการลงทุน อย่างไรก็ตามชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงอาจมีผลต่อสภาพแวดล้อมในระบบเลี้ยงด้วย ส่วนใหญ่อาหารในการเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์ คือปลาสด การใช้ปลาสดนั้นมีผลเสียหลายประการ เช่น ไม่สามารถเก็บรักษาได้นานต้องมีการจัดหาบ่อยครั้ง คุณค่าทางโภชนาการจะถูกเปลี่ยนแปลงตามชนิดของสัตว์น้ำและฤดูกาลที่จับ ทั้งยังมีคุณค่าทางอาหารไม่สมดุลต่อความต้องการ ขาดสารอาหารที่จำเป็น นอกจากนั้น ยังก่อให้เกิดมลภาวะในแหล่งน้ำ เนื่องจากเศษอาหารที่ทับถมหลังจากการกินทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตช้า ไม่แข็งแรงและ ติดโรคได้ง่าย การนำอาหารสำเร็จรูปมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่อาจทำให้ หอยหวานได้ผลผลิตที่ดี

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ เป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการนำอาหารกึ่งสำเร็จรูปเข้ามาใช้แทนปลาสดในการเลี้ยงหอยหวาน โดยศึกษาสัดส่วนของปริมาณโปรตีนและไขมันที่มีต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของหอยหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดชีวิตของหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จที่มีสัดส่วนโปรตีน และไขมันในอาหารที่แตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้อาหารสำเร็จรูปแทนอาหารสดในการเพาะเลี้ยงหอยหวาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้อาหารสำเร็จรูปมาใช้แทนอาหารสดในการเพาะเลี้ยงหอยหวาน
2. เป็นความรู้พื้นฐานในการศึกษาด้านโภชนาการเพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยหวานในอนาคต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ชีววิทยาของหอยหวาน

1. การจัดลำดับทางอนุกรมวิธาน

หอยหวานมีชื่อสามัญว่า หอยตุ๊กแก หรือ หอยเทพรส และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Babylonia areolata* Link 1807 หอยหวานถูกจำแนกตาม ลำดับอนุกรมวิธานดังนี้

Phylum Mollusca

Class Gastropoda

Subclass Prosobranchia

Order Neogastropoda

Family Buccinidae

Genus *Babylonia*

Species *Areolata*

2. ลักษณะโดยทั่วไป

หอยหวาน (*Babylonia areolata*) เป็นหอยทะเลฝาเดียวที่มีเปลือกที่ค่อนข้างหนา ทรงไข่ (ovate) ผิวเรียบ เปลือกมีพื้นสีขาวและมีแต้มสี่เหลี่ยมสีน้ำตาลดำขนาดใหญ่เรียงเป็นแถว 3 แถว บนวงลำตัว (body whorl) บริเวณปลายสุดของส่วนเปลือกจะแหลม โดยส่วนหัวจะขดเป็นเกลียว (spire) และมีร่องที่ไม่ลึกมากนัก ฝาปิด (operculum) เป็นรูปทรงไข่ที่สามารถปิดช่องเปิดลำตัวได้อย่างสนิท หอยหวานมีหนวด 1 คู่และมีตา 1 คู่

3. การแพร่กระจาย

หอยหวาน (*Babylonia areolata*) อาศัยอยู่ที่บริเวณพื้นทะเลที่เป็นทรายหรือทรายปนโคลนที่ระดับความลึกประมาณ 5 - 20 เมตร หอยหวานแพร่กระจายอยู่ทั่วไปบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ได้แก่ จังหวัดระยอง จันทบุรี ตราด เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ ระนอง และสตูล

4. การสืบพันธุ์

หอยหวานจัดเป็นสัตว์ที่มีเพศแยก (dioecious) คือ เพศผู้และเพศเมียไม่ได้อยู่ในตัวเดียวกัน และไม่สามารถจำแนกเพศหอยหวานได้จากเปลือกภายนอก การจำแนกเพศของหอยหวานสามารถทำได้เมื่อหอยยืดออกมาจากเปลือกกล่าวคือ ในเพศผู้สามารถที่จะเห็นอวัยวะสืบพันธุ์ที่เรียกว่า penis ซึ่งมีรูปร่างคล้ายติ่งรูปใบไม้ (leaftlet shape) มีสีเหลืองอ่อนอยู่ที่โคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนวดบริเวณด้านขวา สำหรับเพศเมียจะไม่พบอวัยวะใดๆ ในตำแหน่งเดียวกัน ระบบสืบพันธุ์ของหอยหวานเพศเมียจะประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ที่อยู่ทางบริเวณปลายสุดของส่วนเปลือก ต่อมสร้างไข่ขาว (albumin gland) และต่อมสร้างเปลือก (capsule gland) สำหรับเพศผู้ประกอบด้วยอัณฑะ (testis) อยู่ที่บริเวณปลายสุดของส่วนเปลือกเช่นกัน ต่อมสร้างฮอร์โมนเพศ (prostrate gland) และท่อส่งสเปิร์ม (sperm duct) และช่องเปิดออกทาง penis

5. วงจรชีวิต

วงจรชีวิตของหอยหวานเริ่มจากไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว (fertilized eggs) พัฒนาเป็นลูกหอยระยะพัฒนาที่เรียกว่า trocophore ภายใน 24 ชั่วโมงหลังการวางไข่ ลูกหอยระยะนี้จะเจริญอยู่ในฝักไข่เป็นเวลาประมาณ 4 – 5 วันหลังจากการวางไข่ หลังจากนั้นลูกหอยระยะวัยอ่อนที่เรียกว่า veliger จึงฟักออกจากฝักไข่และดำรงชีพแบบแพลงก์ตอนล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ โดยลูกหอยระยะวัยอ่อนสามารถเจริญเข้าสู่ลูกหอยระยะลงพื้น (settled juveniles) ภายในเวลา 14 -16 วัน ลูกหอยระยะนี้มีเปลือกและรูปร่างสมบูรณ์เหมือนพ่อแม่ทุกประการและดำรงชีพด้วยการคืบคลานบนพื้นทะเล โดยหอยหวานสามารถเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (first maturity) ได้มีความยาวเปลือกประมาณ 3.6 เซนติเมตรหรืออายุประมาณ 6 เดือน

5.1 พฤติกรรมการวางไข่ของหอยหวาน

พ่อแม่พันธุ์หอยหวานสามารถวางไข่ในโรงเพาะฟักได้ตลอดทั้งปี ช่วงที่หอยหวานมีการวางไข่มากที่สุดคือ ระหว่างเดือนกุมภาพันธุ์ถึงเดือนสิงหาคม สำหรับระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมพบว่าหอยหวานสามารถที่จะวางไข่ในบ่อเลี้ยงได้ด้วยเช่นกัน แต่มีปริมาณการวางไข่ที่น้อยกว่าในช่วงแรก แม่พันธุ์หอยหวานจะมีความยาวเปลือก 5.0 – 6.5 เซนติเมตร สามารถวางไข่เฉลี่ย 54 ฝักต่อตัวต่อครั้ง (46 – 63 ฝักต่อตัวต่อครั้ง) โดยหอยหวานวางไข่เป็นฝัก (egg capsule) บนพื้นทรายในบ่อพ่อแม่พันธุ์ ฝักไข่แต่ละใบยึดติดกับพื้นทรายด้วยก้านฝักไข่ (Peduncle) แยกเป็นถุงๆ ในแนวตั้งฉากฝักไข่ของหอยหวานมีรูปร่างแบนปลายด้านหนึ่งเรียวคล้ายกระสวย (vasiform) โปร่งใสและสามารถมองเห็นไข่ที่ผสมแล้ว (fertilized egg) หรือลูกหอยระยะพัฒนา (trocophore larvae) สามารถเห็นไข่ได้อย่างชัดเจน แขวนลอยอยู่ในของเหลวใสๆ ภายในฝักไข่

5.2 พัฒนาการของหอยหวาน

ไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว (fertilized eggs) พัฒนาเป็นลูกหอยระยะพัฒนาที่เรียกว่า trocophore larvae ภายในเวลา 24 ชั่วโมงหลังการวางไข่ หลังจากนั้นลูกหยระยะวัยอ่อน (Newly hatched veliger larvae) จึงฝักออกจากฝักไข่ทางช่องเปิดและล่องลอยอยู่ในมวลน้ำภายในเวลาประมาณ 4 – 5 วันหลังจากการวางไข่โดยมีอัตราการฟักเฉลี่ย 95% (92.0 – 98.0%) ลูกหอยหวานระยะวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนมีความยาวเปลือกเฉลี่ย 480.0 ไมครอน (450 – 510 ไมครอน) ลูกหอยหวานระยะนี้มีลักษณะสำคัญคือมีกลุ่มขน (velum) ขนาดใหญ่จำนวน 2 อันใช้ในการโบกพัดอาหารเข้าสู่ช่องปากและการเคลื่อนที่จึงทำให้มีรูปร่างคล้ายผีเสื้อ

ลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนมีการดำรงชีพแบบแพลงก์ตอน (planktonic larvae) และมีลักษณะที่เคลื่อนที่เข้าหาแสง (positive phototactic) ดังนั้นลูกหอยส่วนใหญ่จะล่องลอยอยู่บนบริเวณผิวน้ำหรือกลางน้ำของบ่ออนุบาลลูกหอยหวาน ลูกอยหวานระยะวัยอ่อนจะกินสาหร่ายเซลล์เดียวเป็นอาหารด้วนการใช้ขนที่อยู่รอบๆ velum เป็นตัวโบกพัดอาหารเข้าสู่ช่องปาก โดยลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนมีอัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวเปลือกเฉลี่ย 87.0 ไมครอนต่อวัน (76.0 – 98.0 ไมครอนต่อวัน) ลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนบางส่วนที่มีอายุประมาณที่ 12 – 13 วัน จะเริ่มพัฒนาเป็น ลูกหอยระยะลงพื้นและล่องลอยอยู่ที่บริเวณใกล้พื้นถังที่อนุบาล โดยลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนสามารถเจริญเข้าสู่ระยะหอยลงพื้นภายในเวลาเฉลี่ย 15 วัน (12 – 18 วัน) หลังที่ฟักออกจากไข่ลูกหอยหวานระยะลงพื้นจะมีความยาวเปลือกเฉลี่ย 1500 ไมครอน (1200 – 1800 ไมครอน) โดยลูกหอยระยะนี้มีเปลือกและรูปร่างที่ค่อนข้างที่จะสมบูรณ์เหมือนพ่อทุกประการ และเริ่มคืบคลานอยู่ที่ผนังอนุบาล ลูกหอยระยะนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่สำคัญ 2 ประการ คือ 1) มีการดำรงชีพแบบแพลงก์ตอน (planktonic larvae) เป็นสัตว์พื้นทะเล (benthic juvenile) 2) เปลี่ยนการกินอาหารแบบการกรองเป็นการกินเนื้อเป็นอาหาร ซึ่งช่วงเวลานี้ถือว่าเป็นระยะวิกฤติ (critical period) อีกช่วงหนึ่งของลูกหอยกล่าว คือ ลูกหอยหวานระยะนี้จะชอบคืบคลานบริเวณผนังบ่อจนกระทั่งโผล่พ้นน้ำและไม่สามารถกลับสู่น้ำได้จึงทำให้แห้งตายไปในที่สุดซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งของการตายของลูกหอยหวานในระยะนี้ โดยลูกหอยระยะลงพื้นจะสามารถเจริญเป็นหอยหวานระยะวัยรุ่น (juvenile) ความยาวเปลือกประมาณ 0.5 เซนติเมตร ภายในเวลาเฉลี่ย 17 วัน (14 – 20 วัน) ภายหลังที่ลูกหอยคืบคลานบนพื้น โดยมีอัตราการเจริญเติบโตความยาวเปลือกเฉลี่ย 0.21 มิลลิเมตรต่อวัน (0.18 – 0.25 มิลลิเมตรต่อวัน)

5.3 การอนุบาลหอยหวานระยะวัยอ่อน

เมื่อลูกหอยระยะวัยอ่อน (veliger larvae) ฟักออกจากฝักไข่ ปรับปริมาณความหนาแน่นของลูกหอยในถังเลี้ยงลูกหอยวัยอ่อน (larvae rearing tank) ให้ได้ความหนาแน่นประมาณ 400 – 500 ตัวต่อลิตร โดยเริ่มให้อาหารตั้งแต่วันแรกที่ลูกหอยระยะวัยอ่อนฟักออกจากฝักไข่อาหารของลูกหอยหวานระยะวันอ่อนได้แก่พวกแพลงก์ตอนพืชชนิดเซลล์เดียวได้แก่ *Iosochyrysis galbana Chaetoceros calcitrans Tetraselmis* sp. และ *Chorella* sp. โดยแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้จะต้องทำการเพาะเลี้ยงให้ได้ปริมาณมากพอและมีคุณภาพที่ดี ปริมาณอาหารที่ใช้จะขึ้นอยู่กับปริมาณของลูกหอยอาหารที่ให้จะต้องมีปริมาณพอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป เพราะถ้าอาหาน้อยเกินไปปริมาณอาหารจะไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกหอย แต่ถ้าอาหารมากเกินไปก็จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ไปยับยั้งอัตราการกรองกินอาหารของลูกหอยและทำให้การเจริญเติบโตของหอยหวาน หยุดชะงัก โดยหลักการการให้อาหารลูกหอยจะให้หลายครั้งปริมาณน้อย เมื่อลูกหอยกรองกินอาหารไปส่วนหนึ่งแล้วจึงค่อยเพิ่มให้อีกเป็นระยะๆ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและชำนาญจากการสังเกตจากกรองกินอาหารไปส่วนหนึ่งแล้วจึงค่อยเพิ่มให้อีกเป็นระยะๆ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและทำให้ลูกหอยเกิดการชะงักการเจริญเติบโต โดยหลักการให้อาหารลูกหอยจะให้หลายครั้งในปริมาณน้อย เมื่อลูกหอยกรองกินอาหารไปส่วนหนึ่งแล้วจึงค่อยเพิ่มให้อีกเป็นระยะๆ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความชำนาญจากการสังเกตจากการจางของสีน้ำในถังอนุบาลลูกหอยและสีของลูกหอยที่เข้มขึ้น ปกติให้อาหารแก่ลูกหอยวันละ / ครั้งเช้า – เย็น โดยทำความสะอาดผนังและพื้นถังอนุบาลลูกหอยหวาน ระยะวัยอ่อน พร้อมทั้งเปลี่ยนน้ำทะเลสองในสามของปริมาตรน้ำทั้งหมดด้วยวิธีกาลักน้ำเป็นประจำทุกวันๆ ละ 1 ครั้ง หลังจากนั้นจึงเติมน้ำทะเลกรอง 5 ไมครอนที่มีอุณหภูมิและความเค็มเท่ากันและให้อากาศปานกลางเมื่อลูกหอยหวานพัฒนาเข้าสู่ลูกหอยหวานระยะลงพื้น (settled juvenile) จึงทำการเก็บรวบรวมลูกหอยที่ลงคืบคลานบนพื้นและผนังของถังอนุบาลลูกหอยวัยอ่อน หลังจากนั้นจึงนำลูกหอยไปอนุบาลในถังอนุบาลลูกหอยระยะเต็มวัย (nursery tank) ขนาดจุ 500 ลิตร ระบบน้ำทะเลแบบไหลผ่านตลอด มีอัตราการไหลประมาณ 300 ลิตรต่อชั่วโมง โดยผนังถังอนุบาลได้ออกแบบเป็นพิเศษด้วยการใช้ระบบน้ำฉีดเป็นฝอยบริเวณผนังบ่อ พื้นบ่อ ปกคลุมด้วยทรายละเอียดมีความหนาประมาณ 0.2 เซนติเมตร ความหนาแน่นของลูกหอยหวานระยะลงพื้นประมาณ 3000 – 4000 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร โดยเริ่มให้อาหารในวันแรกที่ลูกหอยลงพื้น ใช้เนื้อปลาข้างเหลืองในลักษณะเนื้อติดก้างเป็นอาหาร โดยให้อาหารแบบให้กินจนอิ่มประจำทุกวันๆละ 1 ครั้ง (เวลา 09.00 น.) โดยลูกหอยหวานระยะลงพื้นจะกินอาหารแบบกลุ่มก้อนทั่วไปบนอาหาร ดังนั้นการเก็บอาหารออกจากบ่อจะต้องสังเกตว่ามีลูกหอยเกาะติดอยู่กับอาหารหรือไม่ เพราะลูกหอยมีขนาดเล็ก จะให้อาหารในลักษณะเนื้อติดก้างจนกระทั่งลูกหอยโตขึ้นจนเป็นหอยหวานระยะวันรุ่นจึงให้ด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองเป็นอาหาร ทำการอนุบาลลูกหอยหวานระยะลงพื้นจนถึงหอยหวานระยะวัยรุ่น (juvenile) ที่มีความยาวเปลือก ประมาณ 0.5 – 1.0 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่มีความเหมาะสมในการขนย้ายหรือนำไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยงจนถึงขนาดที่ตลาดต้องการ

6. การเลี้ยงหอยหวาน

การเลี้ยงหอยหวานปัจจุบันมี 2 แบบ คือการเลี้ยงบริเวณชายฝั่งทะเล และ การเลี้ยงหอยหวานในกระชังทะเลในการเลี้ยงหอยหวานจะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายด้านที่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของหอยหวานข้อควรที่จะคำนึงถึงหลักที่สำคัญมีดังนี้

6.1 การคัดเลือกสถานที่เลี้ยงหอยหวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยหวานนั้นเป็นเงื่อนไขที่สำคัญเบื้องต้นของความสำเร็จในการดำเนินการโดยมีข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ที่เหมาะสมควรเป็นพื้นที่ที่ติดกับทะเลหรือเป็นเกาะ อยู่ห่างจากทะเลไม่มากนัก สามารถจะนำน้ำทะเลมาใช้ได้สะดวก และเพียงพอ ต้นทุนน้ำจะได้ไม่แพงมากนัก ไม่ควรอยู่ใกล้ลำคลองหรือแม่น้ำขนาดใหญ่ที่มีน้ำจืดไหลลงเป็นจำนวนมากในฤดูฝน เพราะอาจจะเกิดปัญหาความเค็มของน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลกับอัตราการตายของหอยหวาน

2. น้ำทะเลที่ใช้ในการเลี้ยงหอยหวาน ควรมีความเค็มอยู่ที่ต่ำกว่า 28 – 35 พีพีที หอยหวานอาจจะมีการเจริญเติบโตช้าลง และหากความเค็มลดลงต่ำกว่า 20 พีพีที หอยบางส่วนจะเริ่มตาย

3. สถานที่ที่จะเลี้ยงหอยหวาน ควรจะตั้งอยู่ไม่ไกลกับเส้นทางคมนาคมที่สามารถลำเลียงผลผลิตสู่ภัตาคารโรงแรมและร้านอาหารประเภทต่างๆ หากอยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยวก็ยิ่งดี เพราะจะได้จำหน่ายผลผลิตหอยหวานได้สะดวกยิ่งขึ้น แต่ไม่ควรตั้งอยู่ใกล้กับโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยน้ำเสียและสิ่งสกปรกลงสู่แม่น้ำ เพราะอาจจะมีเชื้อโรคหรือสารพิษปนเปื้อนหอยที่ลี้ยงไว้ อาจเกิดโรคต่างและตายได้

4. แหล่งเลี้ยงหอยหวาน ควรจะอยู่ใกล้กับแหล่งอาหารที่ใช้เลี้ยงหอยหวาน เช่นเนื้อปลา เนื้อหอยแมลงภู่ ทำให้มีอาหารให้หอยกินอย่างเพียงพอ สม่ำเสมอและต้นทุนอาหารมีราคาถูก ไม่เสียค่าขนส่งแพง

5.ปลอดภัยจากการขโมย ห่างไกลจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อความปลอดภัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

6.2 ขนาดและอัตราการปล่อย

ขนาดของลูกหอยหวาน ที่เหมาะสมจะนำไปเลี้ยงนั้น ควรมีความยาวเปลือก 1 เซนติเมตรขึ้นไป หากนำลูกหอยขนาดดังกล่าวไปเลี้ยงก็จะมีอัตราการรอดตายค่อนข้างสูง อัตราการปล่อยลูกหอยขนาด 1.0 – 1.5 เซนติเมตร ควรปล่อยประมาณ 300 – 500 ตัวต่อพื้นที่บ่อ 1 ตารางเมตร อย่างไรก็ตามอัตราการปล่อยจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับการจัดการถ้าหากมีการจัดการที่ดีในเรื่องการเลี้ยงและการดูแลรักษาที่ดีผู้เลี้ยงก็สามารถปล่อยลูกหอยลงเลี้ยงในบ่อให้ได้มากขึ้น

การเลี้ยงหอยหวานในบ่อ

บ่อหรือภาชนะที่ใช้เลี้ยงหอยหวานนั้นมีหลายรูปแบบเป็นเหลี่ยมหรือแบบรูปร่างกลมก็ได้ แต่ต้องมีระบบที่จะสามารถถ่ายน้ำได้อย่างสะดวก อาจเป็นบ่อคอนกรีต บ่อผ้าใบหรือถังไฟเบอร์กลาสทรงกลม มีท่อน้ำล้น และทางน้ำเข้าออกสะดวก มีระบบให้อากาศ ปริมาณเพียงพอ พื้นก้นบ่อหรือภาชนะควรจะมีทรายรอง เริ่มจากการใช้ทรายละเอียด หากลูกหอยยังมีขนาดเล็กปริมาณทรายที่ใช้ไม่จำเป็นต้องมากนัก ให้ทรายมีความหนาพอท่วมตัวหอยที่เลี้ยงก็เพียงพอแล้วในกรณีผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลี้ยงไม่ประสงค์จะใช้ทรายรองพื้นบ่อหรือภาชนะก็อาจทำได้แต่ต้องหมั่นเช็ดถูทำความสะอาดผิวบ่อเลี้ยงให้สม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อเป็นการกำจัดเมือกและสิ่งสกปรกจากมูลหอยรวมทั้งอาหารหอยที่เหลือตกค้าง นอกจากนี้ผู้เลี้ยงยังควรตรวจวัดปริมารออกซิเจน ค่าแอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรทเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ

บ่อหรือภาชนะที่เลี้ยงไม่ควรจะมีขนาดใหญ่มากนักควรเป็นขนาดที่สะดวกต่อการดูแลรักษาความสะอาด บ่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร จะใช้ได้ดีแต่ต้องมีพื้นผิวภาชนะที่ราบเรียบไม่ขรุขระซึ่งอาจเป็นที่สะสมของโรคต่างๆได้การทำการพรางแสง เพื่อไม่ให้แสงสว่างส่องตัวหอยมากนัก เพราะเป็นการบกวนและยังเป็นการกระตุ้นให้แพลงก์ตอนพืช หรือสาหร่ายสีเขียวที่อยู่ในบ่อเกิดการสังเคราะห์แสง เกิดสาหร่ายสีเขียวเกาะติดผนังบ่อและตัวหอยทำให้น้ำเสียและเปลือกหอยมีสาหร่ายเกาะติดดูไม่สะอาดและเป็นแหล่งของเชื้อโรคได้ น้ำที่ใช้เลี้ยงหอยหวานควรเป็นน้ำที่สะอาด ไม่มีตะกอนแขวนลอย เพราะตะกอนเหล่านี้จะไปเกาะที่เหงือกภายในตัวหอย ทำให้หอยตายได้นอกจากนี้ความเค็มควรจะสม่ำเสมอหรือไม่แตกต่างกันมากนักระดับความลึกของน้ำในบ่อควรมีประมาณ 40 เซนติเมตร ก็เพียงพอแล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นของหอย รวมทั้งปัจจัยอื่นๆด้วย

1.1 การเลี้ยงหอยหวานในบ่อผ้าใบ

บ่อหรือภาชนะที่ใช้เลี้ยงหอยหวานนั้นมีหลายรูปแบบ เป็นเหลี่ยมหรือรูปร่างกลมก็ได้ แต่ต้องมีระบบที่สามารถถ่ายเทน้ำได้สะดวก มีท่อน้ำล้น และทางน้ำเข้าออกสะดวก มีระบบการให้อากาศอย่างสม่ำเสมอ ควรมีการพรางแสงเพื่อไม่ให้แสงสว่างส่องตัวหอยมากนักเพราะจะเป็นการรบกวนและยังเป็นการกระตุ้นแพลงก์ตอนพืช และสาหร่ายสีเขียวที่อยู่ภายในบ่อ เกิดการสังเคราะห์แสงทำให้น้ำเสีย และเปลือกหอยที่มีสาหร่ายเกาะติดดูไม่สะอาดและเป็นแหล่งของโรคได้

อัตราการปล่อย

ขนาดของลูกหอยหวานที่เหมาะสม คือ 0.5 เซนติเมตรขึ้นไป ถ้าจะให้ได้ผลดี ควรเป็นขนาด 1 เซนติเมตรอัตราการปล่อยลูกหอยหวานขนาด 1.0 – 1.5 เซนติเมตร 300 – 500 ตัวต่อตารางเมตร

อาหารและการให้อาหาร

สามารถเลี้ยงด้วยเนื้อปลา เนื้อหอยแมลงภู่ เนื้อหอยกะพง รวมทั้งอาหารเม็ดกุ้งทะเลและ อาหารผสมอื่นๆ โดยมากมักแล่ปลาหรือสับปลาเป็นชิ้นตามขนาดของหอยปริมารอาหารที่ให้กรณีเป็นปลาควรให้ 2 – 10% ของน้ำหนักตัว หากเป็นเนื้อหอยแมลงภู่ก็ควรให้ 5 – 30 % ของน้ำหนักตัว ให้อาหารหอยวันละ 2 ครั้งต่อวัน หลังจากให้อาหารแล้วเก็บอาหารทิ้งให้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูแลรักษา

หมั่นทำความสะอาดทรายรองพื้น หรือบ่อเลี้ยงเป็นประจำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง พร้อมทำความสะอาดทรายรองพื้นดังกล่าว ตรวจสอบการเจริญเติบโตเดือนละครั้ง

1.2 การเลี้ยงหอยหวานในคอก

คอกที่ใช้เลี้ยงหอยหวานจะมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง ประมาณ 3.0x4.5x0.8 เมตร จากการทดลองของสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลที่เกาะสีชังจังหวัดชลบุรี แบ่งคอกหอยแบ่งเป็นสองส่วน คือส่วนฐานที่สร้างด้วยอิฐกับบล็อกฉาบปูนซีเมนต์ สูงจากพื้นประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อเป็นโครงสร้างให้ความแข้งแรงส่วนบนกั้นด้วยลวดตาข่ายขนาดตา 1 นิ้ว สูงจากส่วนฐานประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการหลบหนีของหอยออกไปจากคอก และมิให้ศัตรูหอยเข้ามาในคอกเลี้ยง

อัตราการปล่อย

การปล่อยลูกหอยหวานลงเลี้ยงจะมีขนาด 1 – 1.5 เซนติเมตร โดยมีความหนาแน่น 350 – 450 ตัวต่อตารางเมตรมากน้อยขึ้นอยู่กับกระแสน้ำและการจัดการที่ดี

การดูแลรักษา

การให้อาหารส่วนใหญ่เป็นปลาข้างเหลือง เนื้อปู และ เนื้อหอย อาหารควรให้เป็นที่ ป้องกันพื้นทรายเน่าเสียควรมีการคราดพลิกพื้นทรายบริเวณที่ให้อาหาร อย่างน้อย 7 – 10 วันต่อครั้ง จะช่วยทำให้พื้นทรายสะอาดขึ้น

1.3 การเลี้ยงหอยหวานในกระชังบ่อดิน

การเลี้ยงหอยหวานในกระชังบ่อดินมีหลักการทำกระชังคล้ายกับการเลี้ยงกระชังในทะเล แต่ความแข็งแรงน้อยกว่าโดยใช้โครงไม้ทำเป็นรูปกระชังก็ได้ ที่พื้นกระชังบุด้วนอวนตาถี่ ทำขอบสูงจากพื้นกระชังประมาณ 5 – 10 เซนติเมตรเพื่อใส่ทราย ขนาดของกระชังขึ้นอยู่กับการจัดการโดยมีขนาดความกว้าง x ยาว x สูง ประมาณ 1.5 x 25 x 0.8 เมตรกระชังจมน้ำ 0.5 เมตร ทำกระชังวางบนทุนลอย อาจเป็นทุนไม้ไผ่ หรือถังพลาสติก ออกแบบที่มีการจัดการและลดต้นทุน

7. อาหารและการให้อาหาร

พฤติกรรมการกินอาหารของหอยหวานสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบตามช่วงชีวิต คือ ลูกหอยหวานระยะวันอ่อนเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีพแบบแพลงก์ตอนที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ และกินอาหารด้วยการกรอง (filter feeder) โดยลูกหอยมีระยะคล้ายแปรงเป็นวงที่เรียกว่า velum สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โบกพัดน้ำทะเลเข้าสู่ช่องปากและกรองกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร สำหรับลูกหอยหวานระยะลงพื้นจนถึงระยะตัวเต็มวัยเป็นสัตว์ที่มีการดำรงชีพบนพื้นทะเล และกินเนื้อเป็นอาหาร (carnivorous feeder) โดยหอยหวานจะกินซากสัตว์ที่ตายแล้วเป็นอาหารทั้งในสภาพสด และไม่สดหอยหวานกินอาหารแบบกลุ่มก้อนโดหอยหวานมีต่อมน้ำลายที่เอาไว้สร้างน้ำย่อย และส่งออกมาทางงวงยาวที่เรียกว่า (proboscis) เพื่อย่อยอาหารภายนอกร่างกายแล้วจึงดูดเข้าไปภายในร่างกายโดยงวงนี้สามารถยืดยาวที่เรียกว่า proboscis เพื่อย่อยอาหารภายนอกร่างกายแล้วดูดเข้าไปภายในร่างกาย โดยงวงนี้สามารถยืดยาวได้ถึง 8 – 10 เซนติเมตร ดังนั้นหอยหวานจึงไม่มีปัญหาในการกินอาหารแบบกลุ่มก้อนเพราะหอยที่อยู่ด้าน หลังสามารถยื่นงวงผ่านตัวอื่นเข้าไปกินอาหารได้ โดยปกติเมื่อหอยหวานกินอาหารอิ่มจะเดินออกจากเหยื่อ และฝังตัวอยู่ใต้พื้นทรายทันที ระบบทางเดินอาหารของหอยหวานประกอบ ด้วยปาก หลอดอาหาร กระเพาะ ลำไส้ และทวารหนัก หอยหวานเป็นหอยที่มีความสำคัญเชิงพาณิชย์ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษาในด้านความต้องการอาหารที่เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอด การที่สัตว์น้ำได้รับสารอาหารที่มีคุณค่าที่มีระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของร่างกายซึ่งจะทำให้สัตว์น้ำเจริญ เติบโตดี อัตรารอดสูง และปราศจากโรค (นิลนาจ, 2549)

ดังนั้นการนำอาหารสำเร็จรูปมาใช้ในการเพาะเลี้ยงจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการเลี้ยงที่ต้องการผลผลิตที่ดี โดยอาหารที่ใช้เลี้ยงจะต้องมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการแหล่งพลังงานเพื่อที่จะใช้ในการเจริญเติบโต แหล่งพลังงานที่คัญ คือ แหล่งโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และอื่นๆ ซึ่งถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการ

โปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งในทางโภชนาการ นอกจากหน้าที่หลักเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของร่างกายแล้ว ยังมีหน้าที่อื่น เช่น การสร้างเซลล์ใหม่เพื่อซ่อมแซมอวัยวะที่สึกหรอ หรือเป็นแหล่งพลังงานสำรองของร่างกายที่โปรตีนเป็นแหล่งพลังงานสำรองของร่างกายจึงทำให้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับพลังงานอื่น (ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต) โดยทั่วไปถ้าสัตว์ได้รับพลังงานที่เหมาะสม โปรตีนจะถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้โดยตรง แต่ถ้าสัตว์ได้รับพลังงานจากอาหารไม่เพียงพอ โปรตีนจะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการดำรงชีวิตด้วยทำให้ประสิทธิภาพการนำโปรตีนไปใช้ต่ำลง วัตถุดิบที่จะใช้เป็นแหล่งโปรตีนมีมากมายหลากหลายชนิดที่จะนำมาประกอบในสูตรอาหารมีหลากหลายชนิด คือ casein, ปลาป่น (whitefish meal), เนื้อป่น (meat meal), ขนไก่ป่น (feather meal), เลือดป่น (blood meal), ถั่วเหลืองป่น (soybean meal), เมล็ดฝ้ายป่น (cotton seed meal), แป้งสาลี(wheat flour), cornguten meal, Undaria powder Lee et al. (2004) ทำการทดลองแหล่งโปรตีนที่มีความสำคัญเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของหอยเป๋าอื้อ ซึ่งจัดว่าเป็นหอยฝาเดียวที่มีความ สำคัญทางเศรษฐกิจ โดยจัดทำอาหารสำเร็จรูปที่มีแหล่งโปรตีนที่แตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบกับสาหร่าย *Undaria* ในธรรมชาติ ผลจากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะพบว่าแหล่งโปรตีนที่ดีและเหมาะสมต่อการเติบโต คือ casein, ปลาป่น, ถั่วเหลืองป่น, เมล็ดฝ้ายป่น ส่วน Undaria powder จะให้การเติบโตสูงสุดกว่าส่วนประกอบอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจะเห็นว่าแหล่งโปรตีนที่จะนำเป็นวัตถุดิบในอาหารจะต้องมีคุณค่า และเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอย ซึ่งที่นิยมใช้กันส่วนใหญ่คือ ปลาป่น เป็นแหล่งโปรีนที่มีราคาถูกและมีคุณค่าทางอาหารสูงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารของสัตว์น้ำ

Guzman and Viana (1998) ทำการเปรียบเทียบอาหารที่มีส่วนผสมของปลาป่น (fish meal diet ; FMD) และ อาหารที่ไม่มีส่วนผสมของปลาป่น (visceral soybean diet ; VSD) กับอาหารทางการค้า (commercial diet ; CAD) ทดลองกับหอยเป๋าฮื้อชนิด *Haliotis fulgens* ว่าอาหารชนิดไหนให้การเติบโตดีที่สุด จากผลการทดลองอาหารทั้ง 3 มีส่วนประกอบของเยื่อใยที่ใกล้เคียงกัน แต่ visceral soybean diet จะมีส่วนประกอบของไขมันมากที่สุด และจากการทดลองสรุปได้ว่าหอยที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการค้า commercial diet จะให้การเติบโตต่ำกว่า fish meal diet และ visceral soybean dietระดับการกินอาหารของ commercial diet จะกินเพียง 0.4% ซึ่งต่ำกว่า fish meal diet 0.6% และ visceral soybean diet 0.9% ซึ่งมีระดับการกินมากที่สุด อาหารทั้ง 3 ชุดการทดลองจะพบว่าความแตกต่างของเวลา และ อาหารที่ทดลองจะมีการกระทำร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Janena and Jarayabhand (2004) ได้ทำการศึกษาเสริมกรดอะมิโน และตัวผสาน agar Manucol และ Manugel GMB ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตต่อหอยเป๋าฮื้อ *Haliotis asinina* โดยทำการทดลองผสม agar Manucol, Manugel GMB เป็นตัวผสาน และ กรดอะมิโนเข้าไปในอาหาร โดยทำการทดลองในอาหารสำเร็จที่ทำขึ้นทั้ง 5 สูตรจะมีส่วนประกอบของ protein, cellulose, fiber, lipid,ash,moisture, carbohydrate ที่มีปริมาณสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยเสริม สาหร่าย ลงในอาหารสูตรที่ 1, ผสม binder ในอาหารสูตรที่ 4 และ สูตรที่ 5 , และผสม amino acid ลงในอาหารสูตรที่ 3 จากผลการทดลองจะพบว่าอาหารสูตรที่ 1 ที่ผสมสาหร่ายจะให้การเจริญเติบโตในด้านความยาวเปลือกดีกว่าอาหารสูตรที่ 2 และ ในอาหารที่ 4 และ 5 ที่ผสมตัว binder ลงไปอาหารสูตรที่ 5 จะให้ผลการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารสูตรที่ 2, 3, 4 และ อาหารสูตรที่ 3 ที่ผสม amino acid ลงไปในอาหารปรากฏว่าอาหารสูตรที่ 2 ให้การเจริญเติบโตดีกว่าอาหารสูตรที่ 3 ในการเจริญเติบโตในด้านความยาวเปลือกอาหารสูตรที่ 3 จะมีความแตกต่างกับอาหารอื่นทั้ง 4 สูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะพบว่านอกจากโปรตีนจะมีความสำคัญแล้วยังมีสารอาหารอื่นๆอีกที่มีความสำคัญที่เป็นตัวเสริมช่วยให้หอยมีการเติบโตที่ดี นอกจากวัตถุดิบที่ใช้จะต้องเหมาะสมแล้ว ระดับโปรตีนที่ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารควรจะต้องมีความเหมาะสม และเพียงพอต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะต้องการโปรตีนที่ระดับแตกต่างกัน Britz (1996) ทำการศึกษาระดับโปรตีนที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ *Haliotis midae* โดยจัดทำอาหารสำเร็จที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน คือ 27, 32,37,42 และ 47% ผลคือการเจริญเติบโตของหอยที่ได้รับอาหารทีมีระดับโปรตีน 27% และ 47% จะมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกว่าที่ระดับโปรตีนอื่น ระดับโปรตีนที่ 27% หอยจะมีการเติบโตต่ำสุด ในขณะที่หอยที่ได้รับโปรตีน 47% จะให้การเติบโตสูงสุด แต่ค่าประสิทธิภาพการกักเก็บโปรตีน (PEP) ถ้าอาหารมีโปรตีนที่เกินประสิทธิภาพการกักเก็บโปรตีนจะลดลง Mostes (2003) ได้ทำการวิจัยอัตราส่วนโปรตีน : พลังงาน ที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ *H.fulgens* จัดทำสูตรอาหารสำเร็จที่มีอัตราส่วนโปรตีน:พลังงาน ที่แตกต่างกัน คือ 62 (260:415), 74 (310:4.15) ; 85 (350:4.13) ; 100 (405 : 4.06) ; 108 (441:4.06) โดยใช้ปลาป่น และถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ จากผลการทดลองพบว่าที่ระดับโปรตีนที่ 62, 100, 108 จะมีนัยสำคัญมากกว่าระดับอื่นๆที่ระดับโปรตีน:พลังงานที่ 62 จะมีการนำโปรตีนไปใช้ต่ำที่สุด และที่ 108 จะมีการนำโปรตีนไปใช้สูงที่สุด (4.15 และ 7.29 mg) ที่อัตราส่วน 100 และ 108 จะมีแนวโน้มความยาวเปลือกเพิ่มขึ้น ค่า SGR ที่ 100 และ 108 จะสูงกว่าเมื่อให้อาหารสูตรอื่นๆ แต่ค่า PEP ที่ 108 จะต่ำที่สุดดังนั้นอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีน:พลังงานที่ 100 จะมีโปรตีนในเนื้อเยื่อหอยเป๋าฮื้อมากที่สุดขณะที่อัตราส่วนที่ 62 จะมีค่าต่ำสุด จากงานวิจัยต่างๆ จึงทำให้ทราบถึงความสำคัญของโปรตีนที่มีต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตจัดเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการเพื่อดำรงชีวิต

ไขมันก็นับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในอาหารของสัตว์น้ำ เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ ฮอร์โมนและเอนไซม์ ไขมันเป็นแหล่งพลังงานมากที่สุด (9.45 กิโลแคลลอรี่/กรัม)จากนี้กรดไขมันซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของไขมันยังเป็นส่วนที่สำคัญทางด้านอาหารของสัตว์น้ำโดยเฉพาะกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง (polyunsaturated fatty acid หรือ PUFA) ซึ่งหมายถึงกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอน 18, 20 และ 22 อะตอม และมีพันธะคู่ตั้งแต่ 2-6 คู่ กรดไขมันที่มีความไม่อิ่มตัวสูงสามารถจำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กรดโอเลอิค กรดไลโนเลอิคและกรดไลโนเลนิค ซึ่งกรดไขมัน 2 กลุ่มหลังเป็นกรดไขมันที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย เนื่องจากสัตว์น้ำสังเคราะห์ได้ในปริมาณที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงจำเป็นต้องได้รับสารอาหารด้วย ดังนั้นในการกำหนดสูตรอาหารจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความต้องการที่พอเหมาะ เพราะถ้าสัตว์น้ำขาดจะทำให้การเติบโตลดลงสิ่งมีชีวิตจะต้องการระดับไขมันที่แตกต่างกันและในปริมาณที่แตกต่างกันที่เหมาะสม และเพียงพอต่อการเจริญเติบโต (นิลนาจ, 2549)

Thongrod et al. (2003) ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนของไขมันต่อคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อชนิด *Haliotis asinina* จากอาหารสำเร็จที่มีระดับไขมันต่อคาร์โบไฮเดรตที่แตกต่างกัน คือ 1.3 : 48.7%, 5.8 : 43.4%, 10.2 : 39.5%, 14.8 : 36.1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 19.0 : 31.45 กินอาหารที่แตกต่างกันเป็นเวลา 28 สัปดาห์ จากผลการทดลองอาหารสูตรที่ทำให้หอยมีการเติบโตดี คือ อาหารสูตรที่ 1 หอยมีการเติบโตเพิ่มขึ้นแตกต่างกับอาหารสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่า feed conversion ratio (FCR) ของอาหารสูตรที่ 1 - 4 จะไม่มีความแตกต่างแต่อาหารสูตรที่ 5 จะมีความแตกต่างมากที่สุด อัตราการรอดชีวิต 74.7 - 92.7% แต่จากการศึกษาจะพบว่าอาหารที่มีระดับไขมันสูงจะมีผลกระทบต่อการเติบโตของหอย ขณะที่ระดับคาร์โบไฮเดตรสูงจะดีจะช่วยค้ำจุนการเจริญเติบโต Lee and Lim (2005) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง โปรตีน และ ไขมันโดยทำการทดลองกับหอยทากซึ่งจัดว่าเป็นหอยฝาเดียวจากการทดลองให้หอยฝาเดียวชนิด *Semisulcospira gottschei* กินอาหารที่มีโปรตีน 5 ระดับ คือ 12% 22% 37% 425 52% และอาหารที่มีพลังงานที่มาจากไขมัน 2 ระดับ คือ 3.3 และ 3.9 kal/g diet เพื่อหาระดับโปรตีน และ ไขมันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยฝาเดียว *Semisulcospira gottschei* เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผลจากการทดลองหอยทั้งหมดมีอัตรารอด 80% ค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 22% ในอาหารที่มีพลังงาน 3.3 kal/g การเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับหอยที่ได้รับอาหารที่ 32% และ 52% ไขมันที่เป็นส่วนประกอบในอาหาร 3.9 kal/g diet จะให้พลังงานสูงกว่าอาหารที่มีไขมัน 3.3 kal/g diet ผลจากการวิจัยจะพบว่าอาหารที่เหมาะสมต่อการเติบโตของหอย คือสูตรอาหารทีมีโปรตีน 22% และไขมัน 3.3 kal/g เพราะในอาหารที่มีไขมันมากเกินไปมันจะมีปัญหาต่อการรับอาหารเข้าไป เพราะระดับ caloric จะสูงซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของหอย (Thongrod et al. 2003) ไขมันมีบทบาทเกี่ยวกับพลังงาน EFA เป็นกรด Fatty ที่จำเป็น และไขมันที่ละลายน้ำได้ใช้ได้ในการเจริญเติบโตของสัตว์ ปลากินเนื้อมีความสามารถจำกัดในการใช้คาร์โบไฮเดรต แต่สามารถในไขมันได้สูงที่ 10% และ 25% ในการเปรียบเทียบกับปลากินพืชทั้งหมดในการทดลองในหอยฝาเดียวก็พบว่าสามารถใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่ดี แต่ไม่สามารถใช้ไขมันได้สูง (Lee et al. 2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กะละมังพลาสติกเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 60 เซนติเมตร รัศมี 30 เซนติเมตร ต่อท่อ PVC ที่บริเวณด้านข้าง (เป็นท่อน้ำทิ้ง)
2. เปลือกหอยละเอียด
3. ตาข่าย
4. วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร (ปลาป่น, น้ำมันปลา, แป้งมัน, รำละเอียด และ วิตามินผสม)
5. ปลาสดแล่เป็นชิ้น
6. เครื่องชั่งดิจิตอล
7. เครื่องกรอง (suction)
8. กระดาษกรอง Whatman no. 5
9. thermometer
10. refractometer
11. ตะกร้าพลาสติก
12. เวอร์เนีย
13. อุปกรณ์วิเคราะห์น้ำ (Ammonia, Nitrite, Nitrate, Do, pH และ Alkaline)
14. อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ไขมัน
15. อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์โปรตีน
16. อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์ความชื้น
17. อุปกรณ์ชุดวิเคราะห์เถ้า
18. เครื่อง Spectrophotometer
19. ตู้อบ (Hot air oven)
20. โถดูดความชื้น
21. ขวดเก็บน้ำ

สัตว์ทำการทดลอง

นำหอยหวาน *Babylonia areolata* วัยอ่อนระยะหอยเซนต์ จำนวน 1200 ตัว จากฟาร์มสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำจุฬาลงณ์มหาวิทยาลัย (จ. เพชรบุรี) มาปรับสภาพให้คุ้นเคยกับการทดลอง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นสุ่มขนาดใกล้เคียงมาใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

แผนการทดลอง

อาหารสำเร็จที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 3 สูตรคือ High protein -Low fat, High fat-low protein และ High protein-High fat ทดลองให้อาหารสำเร็จทั้ง 3 สูตรกับหอยหวานระยะหอยเซน โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ให้กินปลาสดธรรมดา เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของหอยหวาน และอัตราการรอดชีวิตของหอยหวาน โดยทำการวางแผนการทดลองแบบCompletely randomized design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาในการทดลอง 75 วัน

วิธีการทดลอง

1. ขั้นตอนการเลี้ยงหอยหวาน (*Babylonia areolata*)

1.1 เตรียมกะละมังขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร รัศมี 30 เซนติเมตร จำนวน 12 ใบ ต่อท่อ PVC ด้านข้างสำหรับถ่ายน้ำทิ้ง และ ต่อสายออกซิเจนกับหัวทรายเพื่อให้อากาศ

อัตราการปล่อยหอย 300-400 ตัว/ตารางเมตร

คำนวณหาพื้นที่กะละมัง $\P r^2 = 3.14 \times (0.03)^2$

$= 0.28 \sim 0.3$ ตารางเมตร

1 ตารางเมตร จะปล่อยหอย 400 ตัว

ถ้า0.3 ตารางเมตร จะปล่อยหอย 0.3x400 = 120 ตัว

ดังนั้นในการทดลองจะปล่อยหอยหวานระยะหอยหวานจำนวน 100 ตัวต่อกะละมัง

1.2 เตรียมน้ำเค็มให้อยู่ที่ 30 ± 2 พีพีที ระดับน้ำในกะละมังประมาณ 13 -15 เซนติเมตร

1.3 ใช้เปลือกหอยละเอียดปูด้านล่างของก้นกะละมัง ความสูงจากขอบกะละมังประมาณ1 เซนติเมตรจากขอบด้านล่างของกะละมัง

1.4 เตรียมอาหารสำเร็จที่ใช้เลี้ยงหอยหวาน (*babylonia areolata*) ทั้ง 3 สูตร ประกอบด้วย High protein-Low fat, High fat-Low protein และ High protein-High fat ซึ่งมีสัดส่วนองค์ประกอบของวัถดิบในอาหารที่สำคัญดังนี้ ได้แก่ ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีน ใช้น้ำมันปลาเป็นแหล่งไขมัน และใช้แป้งสาลีเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ ใช้วิตามินรวม โดยอาหารทั้งหมดใช้กลูเตนจากแป้งสาลีเป็นตัวเสริมประสาน (binder) ส่วนประกอบของชุดอาหารทดลองทั้ง 3 สูตร ดัดแปลงจากสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาไหล และผลวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซนต์)

วัตถุดิบ	สูตรอาหาร		
	High protein-low fat	High fat-low protein	High protein-high fat
Fish meal	73%	33%	63%
Fish oil	5%	20%	20%
Vitamin premix	2%	2%	2%
Rice-bance	5%	5%	5%
α – starch	15%	40%	10%

ที่มา : Tomiyama et al. (1979)

วิธีการทำอาหารนำวัตถุดิบทั้งหมดชั่งตามสัดส่วนผสมและคลุกเคล้าส่วนประกอบทั้งหมดให้เข้ากัน หลังจากที่ผสมน้ำในอัตราส่วนที่ทำให้เกิดความเหนียว แล้วนำมาปั้นเป็นก้อนก้อนละ 5 กรัม แล้วจึงเก็บไว้ในตู้เย็น เพื่อนำไปใช้เลี้ยงต่อไป สำหรับอาหารชุดควบคุมซึ่งใช้ปลาข้างเหลืองที่หั่นส่วนเนื้อเป็นชิ้นขนาดพอเหมาะเก็บรักษาในตู้เย็น ก่อนนำมาใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณค่าอาหารที่ใช้ในการทดลอง (เปอร์เซนต์)

	ชนิดอาหาร		
	High protein-low fat	High fat-low protein	High protein-High fat
Crude protein (%)	47.2	33.5	39.2
Total lipid (%)	0.16	0.58	0.42
ความชื้น(%)	41.5	18.3	30.1
Ash(%)	0.49	0.29	0.32

1.5 ให้อาหารในช่วงเช้า 1 ครั้งต่อวัน ชั่งอาหารอย่างละ 5 กรัมให้อาหารให้ทั่วโดยปั้นอาหารเป็นก้อนๆ

1. 6 เก็บอาหารที่เหลือไปชั่ง ในอาหารผสมเมื่อเก็บอาหารที่เหลือแล้วจะนำอาหารไปกรองด้วยเครื่องกรอง (suction) และนำอาหารที่กรองแล้วไปชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง และนำมาคำนวณหาค่า FCR (อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ)

1.7 วัดอุณหภูมิน้ำทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1.8 วิเคราะห์น้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ค่า DO, pH, Alkalinity, Ammonia, Nitrite และ Nitrate

1.9 ระยะเวลาเก็บบันทึกข้อมูลทุก 15 วัน เป็นเวลา 75 วัน โดยชั่งน้ำหนักหอย 100 ตัว สุ่มวัดความยาว 30 ตัวในแต่ละกะละมัง นับจำนวนตัวตายในแต่ละครั้ง

การบันทึกข้อมูล

บันทึกอัตราการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata*) ทุกๆ 15 วันเป็นระยะเวลา 75 วัน โดยกำหนดความยาวตัวของหอยหวานที่นำมาทดลองขนาด 1 เซนติเมตร หรือเรียกว่าระยะหอยเซนต์ จะทำการบันทึกผลที่ต้องการดังนี้ ความยาวเปลือกหอยหวานโดยทำการสุ่มนับจำนวน 30 ตัวต่อกะละมัง, ชั่งน้ำหนักหอยทั้งหมดในแต่ละกะละมัง, นับจำนวนตัวตาย และคำนวณค่า FCR (อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ) นำผลที่ได้จากการทดลองมาบันทึก และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการลบันทึกมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (one – way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี LSD โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงห้อง B101/1, B102, B 126, B129 และ ตึกเก่าภาควิชาประมง

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนตุลาคม 2549 – เดือนมกราคม 2550

99302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของระดับโปรตีน และ ไขมัน ในอาหารสำเร็จที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata*) จากการทดลองให้อาหารหอยหวานที่แตกต่างกัน 4 ชุดการทดลองเป็นระยะเวลา 75 วัน จากผลการทดลองพบว่าหอยหวานในชวบคุมที่ให้ด้วยปลาสด ไม่สามารถที่จะนำมาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตกับหอยหวานที่ให้ด้วยอาหารสำเร็จทั้ง 3 ชุดการทดลองคือ High protein – low fat, High fat – low protein และ High protein – high fat เพราะเนื่องจากหอยหวานในชุดควบคุมมีการตายในระหว่างการทดลองจึงทำให้ไม่สามารถที่จะนำมาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตได้กับอาหารสำเร็จได้

ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จที่มีปริมาณโปรตีน และ ไขมันที่แตกต่างกันทั้ง 3 ชุดการทดลอง

การเติบโตด้านความยาวเปลือก

การเจริญเติบโตโดยความยาวเปลือกของหอยหวานระยะหอยเซนต์ที่นำมาทำการทดลองให้อาหารสำเร็จที่มีปริมาณโปรตีน และ ไขมันที่แตกต่างกัน คือ High protein – low fat, High fat – low protein และ High protein – High fat เป็นระยะเวลา 75 วัน ความยาวเปลือกเฉลี่ยเริ่มต้นและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง แสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 1 โดยหอยหวานมีความยาวเปลือกเฉลี่ยเริ่มต้น (Mean ± SD ; n=30) เท่ากับ 13.1±0.19 มิลลิเมตร การเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานในช่วง 30 วันแรกการเติบโตทางด้านความยาวจะไม่มีความแตกต่างกันมาก และเมื่อเลี้ยงจนถึงระยะ 45 วันหอยเริ่มมีการเติบโตทางด้านความยาวเปลือกที่แตกต่างกัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะพบว่าหอยหวานที่ให้ด้วยอาหารสำเร็จสูตร High protein – low fat จะให้การเจริญเติบโตสูงสุด โดยมีความเปลือกเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(Mean ± SD ; n=30) เท่ากับ 19.7±0.19 มิลลิเมตร ซึ่งการเจริญเติบโตมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับอาหารสำเร็จสูตร High fat – low protein และ High protein – high fat ซึ่งมีความยาวเปลือกเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean ± SD ; n=30) เท่ากับ 17.7±1.92 และ 18.5±1.90 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยหอยหวานที่ให้ด้วยอาหารสำเร็จสูตรHigh fat – low protein จะให้การเจริญเติบโตต่ำที่สุด

การเติบโตด้านน้ำหนัก

การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักของหอยหวานระยะหอยเซนต์ที่ให้อาหารสำเร็จที่แตกต่างกัน คือ High protein – low fat, High fat – low protein และ High protein – High fat ซึ่งจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองหอยมีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 2 โดยหอยหวานจะมีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (Mean ± SD ; n=100) เท่ากับ 0.46±0.02 กรัม ซึ่งการเติบโตทางด้านน้ำหนักในช่วง 15 วันแรกหอยมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเลี้ยงจนถึงระยะ 30 วันหอยเริ่มมีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักที่แตกต่างกัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะพบว่าหอยหวานที่ให้ด้วย High protein – low fat จะให้การเจริญเติโตสูงสุด โดยน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean ± SD ; n=100) เท่ากับ 1.56±0.09 กรัม จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับอาหารสำเร็จ High fat - low protein และ High protein – high fat ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง(Mean ± SD ; n=100) เท่ากับ 1.05±0.15 และ 1.31±0.11 กรัม ตามลำดับ โดยหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จสูตร High fat – low protein จะให้การเจริยเติบโตทางด้านน้ำหนักต่ำที่สุด

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)

จากการทดลองหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จทั้ง 3 สูตร คือ High protein – low fat, High fat – low protein และ High protein – high fat พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของอาหารสำเร็จทั้ง 3 สูตร คือ 1.31 : 1, 1.57 : 1 และ 1.39 : 1 ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 5 โดยหอยหวานที่ให้ด้วยอาหารสำเร็จสูตร High protein – low fat จะให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมากที่สุด ส่วนหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จสูตร High fat – low protein ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate)

อัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) ของหอยหวาน แสดงในตารางที่ 6 ซึ่งจะเห็นว่าหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จ High protein – low fat จะมีค่า SGR สูงสุดแสดงว่าหอยมีการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารสำเร็จสูตร High fat – low protein และ High protein – high fat ซึ่งหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จสูตร High fat – low protein จะมีค่า SGR ต่ำที่สุด

อัตรารอด

จากผลการทดลองพบว่า อัตรารอดตายเฉลี่ยของหอยหวานตลอดการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 75 วัน ที่ให้อาหารสำเร็จที่แตกต่างกัน คือ High protein – low fat, High fat – low protein และ High protein – high fat เท่ากับ 98.83±1.42, 96.66±2.20 และ 95.66±2.84 ตามลำดับ ซึ่งหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จ High protein – low fat จะมีอัตราการรอดสูงสุด โดยใน 30 วันแรกของการทดลองหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จ High protein – low fat ไม่พบการตายของหอยแต่จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตายของหอยหวานที่ให้ด้วยอาหารสำเร็จ High fat – low protein และ High protein – high fat ส่วนหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จ High protein – low fat จะพบการตายในช่วง 45 วันของการเลี้ยง

จากการเปรียบเทียบอัตราการรอดตายทางสถิติพบว่าหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แสดงในตารางที่ 7

5. อุณหภูมิ

จากการทดลองระดับอุณหภูมิจะมีผลต่อการกินอาหารของหอยหวาน อุณหภูมิปกติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ที่ 27 ± 2 °C หอยจะกินอาหารได้ดี (นิลนาจ, 2549) ถ้าอุณหภูมิต่ำ หรือสูงเกินไปจะทำให้หอยมีอัตราการกินอาหารน้อยลง จากการทดลองได้ทำการวัดอุณหภูมิน้ำทุกวัน แสดงในภาพที่ 3 ในการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน หอยมีการกินอาหารปกติมีการเจริญเติบโตดี แต่เมื่อเข้าในช่วงเดือน ธันวาคม – มกราคม อุณหภูมิในน้ำลดต่ำประมาณ 24 – 18 °C หอยจะมีอัตราแมทาบอลิซึมต่ำ กินอาหารน้อย และจะอ่อนแอมากในช่วงหน้าหนาวทำให้เชื้อโรคสามารถเข้าทำลายเนื้อเยื่อหอยได้มากขึ้น ซึ่งในการทดลองหอยที่ให้ด้วยปลาสดเป็นอาหารในชุดควบคุม หอยมีการตายเป็นจำนวนมากเกิดเป็นโรค เท้าบวม และ ท่อบวม จากการนำไปวินิจัย พบว่าเกิดจากปรสิตที่น่าจะมาจากปลาสด จึงทำให้หอยมีการตายเกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง

6. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะทำให้หอยมีการเจริญเติบโตที่ดี เนื่องจากคุณภาพน้ำควรจะเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงดังนั้นการตรวจสอบค่าคุณภาพน้ำจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการทดลองให้อาหารที่มีระดับโปรตีน และ ไขมันที่แตกต่างกันพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ค่าอัลคาไลน์, ค่าออกซิเจน อยู่ในเกณฑ์ที่ปกติเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง แต่ยกเว้นค่าแอมโมเนียที่จะค่าสูงเกินปกติ ในตารางที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะหอยเซนต์ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเป็นระยะเวลา 75 วัน

สูตรอาหาร	ความยาวเปลือกเฉลี่ยเริ่มต้น (มิลลิเมตร)	ความยาวเปลือกเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิเมตร)
High protein-low fat	13.4 ± 1.51	19.7 ± 2.06[c]
High fat-low protein	13.0 ± 1.51	17.7 ± 1.92[a]
High protein-high fat	13.2 ± 1.69	18.5 ± 1.90[b]
ชุดควบคุม	13.0 ± 1.51	19.4 ± 2.62[c]

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

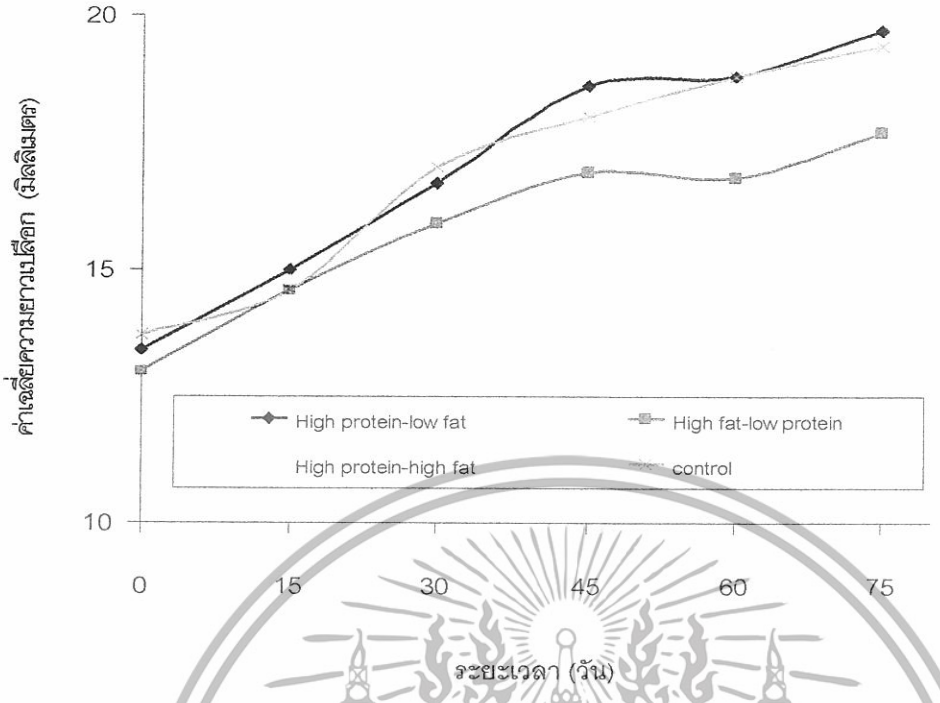
ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตน้ำหนักของหอยหวานระยะหอยเซนต์ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปเป็นระยะเวลา 75 วัน

สูตรอาหาร	น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)
High protein-low fat	0.45±0.01	1.56±0.09[d]
High fat-low protein	0.46±0.04	1.05±0.15[b]
High protein-high fat	0.46±0.02	1.31±0.11[c]
ชุดควบคุม	0.49±0.04	0.85±0.07[a]

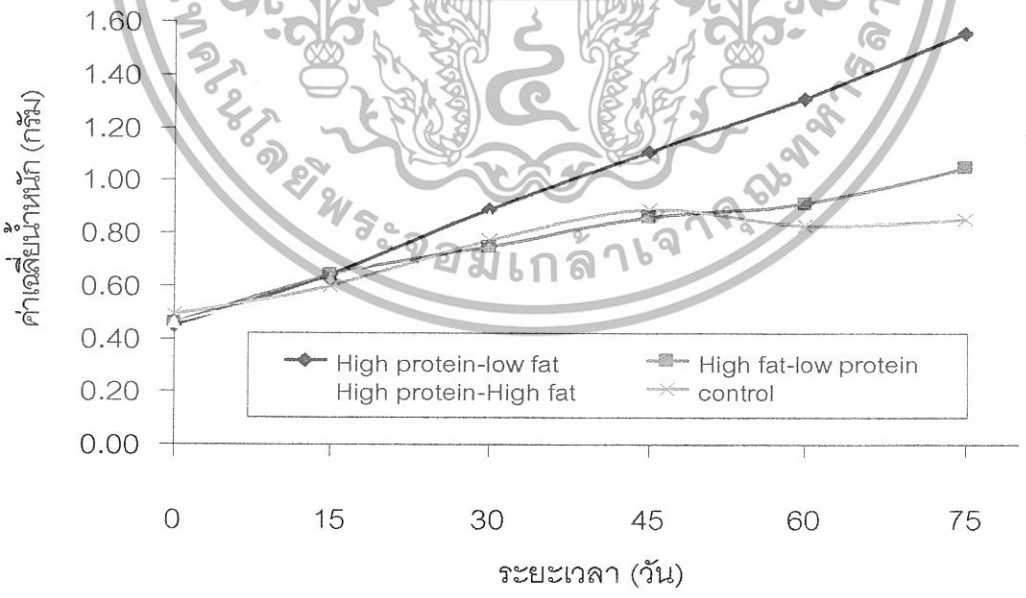
อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ความยาวเปลือกของหอยหวานที่ได้รับอาหาร 4 ชุดการทดลองที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยน้ำหนักหอยหวานที่ได้รับอาหาร 4 ชุดการทดลองที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยหวานระยะหอยเซนต์ที่เลี้ยงเป็นระยะเวลา 75 วัน

สูตรอาหาร	อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ
High protein - low fat	1.31
High fat - low protein	1.57
High protein high fat	1.39
ชุดควบคุม	1.69

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตจำเพาะของหอยหวานที่ได้รับอาหารทั้ง 4 ชุดการทดลองที่แตกต่างกันเป็นระยะเวลา 75วัน

SGR	สูตรอาหาร			
	High protein-low fat	High fat-low fat	High protein-high fat	ชุดควบคุม
SGR%day^{-1}	1.65±0.42	1.09±0.21	1.39±0.32	0.73±0.15

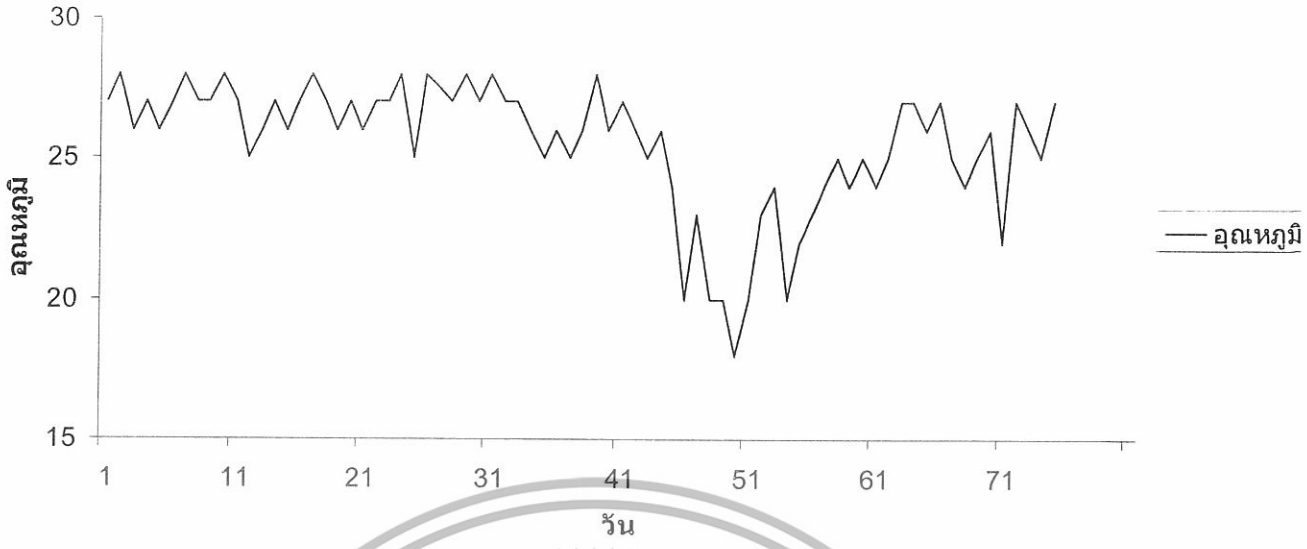
ตารางที่ 7 อัตรารอดของหอยหวานที่ได้รับอาหาร 4 ชุดการทดลองที่แตกต่างกันเป็น ระยะเวลา 75 วัน

สูตรอาหาร	อัตราการรอด(%)
High protein-low fat	98.83±1.42^{b}
High fat-low protein	96.66±2.20^{b}
High protein-high fat	95.66±2.84^{b}
ชุดควบคุม	87.66±6.01^{a}

อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

อักษรที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงอุณหภูมิช่วงระยะเวลาระหว่างการเลี้ยงหอยหวานเป็นระยะเวลา 75 วัน

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่ให้อาหารที่แตกต่างกันทั้ง 4 ชุดการทดลองเป็นระยะเวลา 75 วัน

	ชุดการทดลอง			
คุณภาพน้ำ	High protein-low fat	High fat-low protein	High protein-high fat	control
ความเป็นกรด-ด่าง	7.58	7.63	7.55	7.54
ออกซิเจน (mg/l)	6.35	6.32	6.19	6.53
อัลคาไลน์ (mg/l)	98.3	117.4	106.8	115.1
แอมโมเนีย (mg/l)	0.293	0.281	0.285	0.238

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

หอยหวาน (*Babylonia areolata*) ที่นำมาทำการทดลองครั้งนี้เป็นหอยระยะหอยเซนต์ โดยทำการทดลองเลี้ยงหอยหวานในระบบน้ำนิ่งให้อาหารที่แตกต่างกัน 4 ชุดการทดลอง คือ High protein – low fat, High fat – low protein, High protein – high fat และปลาสดในชุดควบคุม จากการทดลองหอยมีขนาดความเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 13.1±0.19 มิลลิเมตร และ 0.46±0.02 กรัม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จ High protein – low fat จะให้การเจริญเติบโตสูงสุดโดย มีความยาวเปลือกและน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 19.7±2.06 มิลลิเมตร และ 1.56±0.09 กรัม ซึ่งการเจริญเติบโตทางด้านความยาวจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับอาหารสำเร็จ High fat – low protein แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม แต่การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักพบว่าจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทั้ง 3 ชุดการทดลอง โดยหอยหวานในชุดควบคุมจะมีการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักต่ำที่สุด จะมีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 0.85±0.77 กรัม ซึ่งจากการทดลองของนิลนาจ และคณะ (2549) ทดลองเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นในบ่อดินให้อาหารด้วยปลาสด เป็นระยะเวลา 60 วัน โดยเริ่มเลี้ยงหอยหวานขนาดความยาวและ น้ำหนักเริ่มต้น 13.5 มิลลิเมตร และ 0.42 กรัม เมื่อสิ้นสุดระยะเวลา 60 วันหอยมีความยาวเปลือก และน้ำหนัก 19.5 มิลลิเมตร และ 1.66 กรัม

จากการทดลองศึกษาผลของระดับโปรตีน และ ไขมันที่มีต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานครั้งนี้ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหอยหวานกับชุดควบคุมได้ เนื่องจากหอยไม่ค่อยกินอาหาร เพราะเกิดโรค เท้าบวม และท่อบวมทำให้หอยมีการตายในระหว่างการทดลอง ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จที่แตกต่างกันทั้ง 3 ชุดการทดลอง

อัตราการรอดตายของหอยหวานพบว่า หอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จหอยจะมีอัตราการรอดสูง 97.77 ± 2.84 – 98.83 ± 1.42% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดควบคุมจะมีอัตราการรอดต่ำกว่าอาหารสำเร็จคือ 95.16±6.01 เปอร์เซนต์ ซึ่งจากการทดลองของลือชัย และคณะ (2548) ในการทดลองการเลี้ยงหอยหวานด้วยอาหารที่แตกต่างกัน 3 ชนิด พบว่าอัตราการรอดตายจากการให้อาหารปลาสดมีอัตรารอดสูงถึง 85.33 ± 2.08 เปอร์เซนต์ รองลงมาเป็นการเลี้ยงด้วยอาหารผสมสด 85.00 ±1.00 เปอร์เซนต์ ส่วนการเลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีอัตราการรอด 83.67 ± 1.15 เปอร์เซนต์ ดีกว่าการให้ด้วยหมึกสด ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติของชุดการทดลองทั้ง 4 ชุด ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ จากการทดลองของวราภรณ์ และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงหอยหวานที่ระดับความเค็มที่แตกต่างกัน โดยให้ปลาสดเป็นอาหาร พบว่าจากการทดลอง หอยหวานมีอัตราการรรอดสูงสุดที่ระดับควมเค็ม 15, 25 และ 30 มีอัตรารอดเท่ากับ 99.78, 99.78 และ 99.78% ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

อัตราการแลกอาหารเป็นเนื้อจากการทดลองพบว่า หอยที่ให้ด้วยอาหารสำเร็จ High protein – low fat มีค่า FCR เท่ากับ 1.31 : 1 ดีกว่าการเลี้ยงอาหารสำเร็จ High fat – low protein , High protein – high fat และปลาสดที่มีค่า FCR เท่ากับ1.57 : 1, 1.39 : 1 และ 1.69 : 1 ซึ่งจากการทดลองของนิพนธ์ และคณะ (2548) ของการเลี้ยงหอยหวานด้วยอาหารที่แตกต่างกัน 3 ชนิด หอยหวานที่ให้อาหารด้วยปลาสดจะมีค่า FCR เท่ากับ 1.40 : 1 ดีกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จ, หอยแมงภู่ และหมึกที่มีค่า FCR เท่ากับ 2.30 : 1, 3.04 : 1 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาผลของระดับโปรตีน และ ไขมันในอาหารสำเร็จที่มีต่อผลการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata*) จากการทดลองเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จที่มีปริมาณโปรตีน และ ไขมันแตกต่างกัน คือ High protein – low fat, High fat – low protein และ High protein – high fat พบว่าหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จสูตร High protein – low fat จะให้การเจริญเติบโตสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จสูตร High fat – low protein และ High protein – High fat โดยหอยหวานที่ให้อาหารสำเร็จสูตร High fat – low protein จะให้การเจริญเติบโตต่ำที่สุด แสดงว่าอาหารสำเร็จสูตร High protein – low fat ที่ให้หอยหวานระยะหอยเซนต์ จะมีปริมาณโปรตีน และ ไขมันที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาเป็นการทำการศึกษาเบื้องต้น ซึ่งใช้ระยะเวลาในการทำทดลองเพียง 75 วันอาจไม่เพียงพอที่จะทำให้เห็น ถึงความแตกต่างทางด้านความยาวได้เท่ากับน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นควรจะทำการทดลองในระยะที่ยาวนานกว่านี้

2.ในอนาคตควรมีการทำศึกษาทดลองพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และมีอัตราการรอดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์. 2549. การเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นในบ่อดินขนาดการผลิตที่มีระยะเวลาการเปลี่ยนน้ำทะเลแตกต่างกัน. สำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติ, สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ 151 น.

ลือชัย ดรุณชู เกียรติศักดิ์ เสนะวีณิน และคมคาย ลาวัณยวุฒิ. 2548. การเลี้ยงหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ด้วยอาหารที่แตกต่างกัน 3 ชนิด. สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 34 หน้า

วราภรณ์ แก้วไทย สุภาพร แก้วอักษร และอุทัย รัตนอุบล. 2547. การเจริญเติบโตและการรอดตายของหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ที่ความเค็มระดับต่างกัน. สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. กรมประมง. 13 หน้า

Tomiyama, T. Sumner, J. L. Kitson, G. W. and Perry, I. R. 1979. Fattention of wild short-finned eels, Anguilla australis schmidtii Phillipps. New Zealand Journal of Marine&Freshwater Research. 13 (3) : 377-378.

Britz, P. J. 1996. Effect of dietary protein level on growth performance of South African Abalone, *Haliotis midae*, fed fishmeal semi-purified diets. Aquaculture 140;55-61.

Guzman, I. M. and M. T. Viana. 1998. Growth of abalone *Haliotis fulgens* fed diets with and without fish meal, compared to a commercial diet. Aquaculture 165: 321-331.

Janena, N. and P. Jarayabhand. 2000. Growth and survival of tropical abalone, *Haliotis asinine* Linnaeus 1785, fed with different diets. Mollusk Research in Asia. pp. :229-235

Gomes-montes, L., Z. Garcia-Esquivel, L. R. D' Abramu,. Shimada, C. Vasquez. Pelaez, M. T. Viana. 2003. Effect of dietary Protein: energy ratio on intake, growth and metabolism of juvenile green abalone *Haliotis fulgens*. Aquaculture 200:769-780.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thongrod, S. Temtin, M. Chairat, C. and Boonyaratpalin M. 2003. Lipid to carbohydrate ratio in donkey's ear abalone (Haliotis asinina, Linne) diets. Aquaculture. 225 : 165-174.

Lee, S. M. 2004. Untilization of dietary protein, lipid and carbohydrate by abalone *Haliotis discus hannai* : A review. Journal of shellfish Research. 23(4):1027-1030.

Lee, S. M. and Lim, T. J. 2005. Effects of dietary and energy levels on growth and lipid composition of juvenile snail (*Semisulcospira gottschei*). Journal of shellfish Research. 24(1) : 99-102.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานขนาดเริ่มต้น

Treatment	High protein-Low fat			High fat-Low protein			High protein-High fat			Control		
number	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
1	11.7	14.2	14	12.7	14.8	10	12	16.1	12.5	13.8	12	16.3
2	13.3	14	13	15.3	13.5	12.2	15.2	14	14	12.2	13.2	13.5
3	15.6	14.2	13.4	13.2	14.4	12.8	12.7	13	12.1	13.2	13.5	15.5
4	14.7	13.5	13.9	14	16.4	12.7	14.3	13.1	13.2	15.5	11.2	11.9
5	13.7	11.1	13.6	10.9	13.7	11.6	13.4	13.5	11	16.3	12.4	12.9
6	10.7	14.8	13.5	12.3	13.4	14.1	13.7	15.2	12.9	12	13.2	15.8
7	12.4	15	16.1	14.6	13.7	13.8	13.5	11.7	13.5	13	16	14.6
8	12	14.1	15.6	14.2	13.1	13.2	15.5	12.3	13.5	14.5	13	14.8
9	14.5	14.9	13.8	12.5	12.8	12.1	15.7	16.3	12	11.6	16.5	15.8
10	12.5	13.7	16.2	12.2	11.3	14	13.6	12.8	14.3	11.8	11.5	12.7
11	13	14.9	14.9	12.5	9.8	11.7	11.2	12	12.8	12.5	12.5	13.6
12	12	14.5	13.8	12.7	13.1	11.8	11.7	14	12	11	12.5	16.5
13	14	13.5	14.7	13.9	12.8	16	10.5	12.8	10.5	13	12	13.7
14	10.2	13.7	10	15.9	13.4	12.7	13	12.3	13.2	16.7	12.2	11
15	12	12.2	10.9	11.9	14.1	14.5	15.8	18	11.1	13.2	13	13.2
16	11.5	13.8	12.3	13.2	11.1	13.6	12.1	11.7	14.4	15	17.8	13.4
17	12.6	15	16.2	14.1	11.8	13.6	12.2	13.8	13.2	12	15.6	15.3
18	16.7	14.7	13.9	15	12.6	10.6	16.1	12.1	14.8	11.2	15	13.1
19	12.6	13.2	12	13.9	14.5	12	13.7	10.9	13.8	13.3	16.2	13.5
20	10.9	11.1	14.5	13.3	13.3	18.2	13.5	12.1	12	14.2	18.2	15
21	12.1	13.6	13.5	12.1	13	9.8	12.3	15.8	16.7	14	14.3	13.7
22	12.2	13.6	12	12.3	10.6	12.1	10.9	10.1	10.5	14.7	14.1	14
23	11.7	13	14.6	11.8	14.6	13.1	12.4	15.5	12.2	13.9	14.9	12.5
24	14.3	14	11.3	14.1	14	11.3	14.6	12.2	10.1	12.1	13.5	12.3
25	11.7	12.6	12.4	10.9	11.6	12.4	13.1	10.1	15.2	12.8	12	14
26	12	14.1	14.2	12.1	15	13.4	15	15.2	11.6	13.2	13.2	13.5
27	13.3	11.9	11.3	13.2	12.4	13.4	13.1	11.6	11.6	13.5	12	15
28	12.9	13.1	11	13.1	17.6	12.2	12.8	11.6	16	13	13.5	15
29	19	14.3	15	12.1	13.2	12.9	11.5	16	13.4	12.5	13.2	13.8
30	13	12.7	14.2	12.1	11.7	11	14.1	13.4	12	14.2	13.4	14.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 15 วัน

treatment	High protein-Low fat			High fat-Low protein			High protein-High fat			Control		
number	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
1	15.9	16	15	14.7	13.1	14.3	15.7	14.3	15.5	8.2	10.5	14
2	13.4	15.9	14	12.8	12.3	13.3	17.6	14	16.8	14.1	13.4	16.7
3	13.7	16	17.3	13.6	13.5	13	12.1	14.4	12	13.1	13.6	14.2
4	14	16.8	17.8	12.7	13.4	14.3	14	15.6	14.1	13	13.8	13.9
5	13.7	13.5	15.5	16.5	14.5	17	16.5	17.7	16.3	15	15.6	11.1
6	14.8	13.5	14.9	13.4	16.6	14.7	17.7	15	14.2	13	13.2	15.5
7	13.5	14.4	14	13.7	13.5	14.5	14	16.2	16.7	12.6	15.3	15.2
8	16	16.7	12.9	14.5	15.5	11.1	14	13.2	16.1	16.7	13.1	16
9	14.2	16	15	15.2	15.3	16	13.7	17.1	17.8	16	14.6	14.7
10	14.5	14.3	19.2	14.6	16.7	15.4	16.5	16.1	15	11.8	19.4	15.6
11	12.3	16.7	13	14	15.7	13.3	14.7	14.2	12	12.5	12.1	16.7
12	12.7	14.4	18.9	13.7	16.8	15.1	12.1	13.3	16.6	11	20	15.5
13	13.4	15.1	16	17.3	14.1	16.8	18	13.1	11.9	13	18.9	15
14	13	15	16.3	13.8	15.7	13	14.8	15.1	13.7	16.7	12.1	17.2
15	15	15.2	15.5	14.5	14.8	15.4	13.7	13.5	13	13.2	18.5	14
16	14.8	15.2	16.1	18.5	12	15.6	14.6	16.5	14.2	15	20.1	12.2
17	18	14.1	12.3	14.3	16.3	13.4	15.9	15.5	13	12	16.5	15.4
18	12.7	14	17.1	15.6	13.2	14.7	17	16.2	14.6	11.2	14.9	14.7
19	17.1	15.2	15.1	13.5	14.1	12.6	15.2	14.3	12.4	13.3	17.4	14.3
20	13.3	14.6	13.7	14.7	14	13.1	14.9	12.4	16.3	14.2	14.2	15.9
21	14	15.3	15	14.6	15.2	15.2	14.4	13.9	14	14	17.7	16
22	13	15.2	12.2	17.5	14.7	14.2	14	13.9	12.7	14.7	16.3	15.7
23	19.5	12.7	15.8	16	16.6	14.5	14.4	13.8	14.3	13.9	15.2	15.8
24	13.2	12.8	19	17.2	15.3	12.4	15.3	15.7	15.6	12.1	14.3	15
25	16.8	14.8	16.4	15.1	18.9	13.3	13.7	14.2	12.5	12.8	16	18.2
26	14	16.7	16.7	12.4	15	15.2	13	15.7	18.9	13.2	14.7	17
27	16	15.3	15	15	12.2	12.5	14.5	13.6	12.4	13.5	14.1	16.3
28	12.7	17.4	13.5	15.5	14.8	17.1	16	16	16	13	16	14.7
29	15.2	14.5	15.6	14	12.5	13.5	17.2	16.5	17	12.5	16.1	13.3
30	13.5	15	14.5	14.2	11.2	14.5	15.3	13.8	15.2	14.2	13.3	12.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 30 วัน

treatment	High protein-Low fat			High fat-Low protein			High protein-High fat			Control		
number	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
1	15.8	17.3	14.3	16.7	14	14.6	19.5	17.6	15.6	17.2	22.7	20.8
2	17.4	17.6	17	17.2	16	16.5	17.4	18.7	14.6	17.3	14.4	18.1
3	17.1	17.5	17	16.7	17.6	15.3	18.8	13.1	15.1	15.2	13.5	15.2
4	17.3	17.7	17.9	19.6	17.3	15.5	16.6	16.3	13.9	15.2	18.7	13.6
5	17.4	17.7	17.4	15.9	14	18.3	29.8	14.4	18.2	17.6	16.7	17.1
6	18	16.4	17.5	18.4	15.4	17.6	16.5	14.6	13.5	15.6	15.1	15.2
7	16.6	17.8	17.3	16.7	17	14.3	14.9	18.4	18.7	17.3	15.7	16.7
8	16	15	17.1	18.3	15.8	17.2	18.8	11.8	16.6	16.6	19.4	17.7
9	16.1	15	15.8	16.4	16	13.9	14.3	12.9	16.6	21.3	14.5	15.7
10	18	18.8	16.8	18.4	15.5	16.4	14.2	18.4	15.8	20.1	16.7	17.9
11	15.8	17	18.9	14.8	14.8	16	12.4	16.4	16.8	16.6	17.4	16.3
12	19.7	17.7	15	17.1	12	13.8	16.5	14.3	17.8	17.8	17.4	15.5
13	16.5	16.5	17	17.6	16.5	14	15.5	17.6	17.6	17.6	15.9	13.9
14	16.8	16.5	15.5	16.5	15.6	18.7	15	19.2	17.6	17.9	17.1	16.1
15	16.8	14.6	16.8	15.2	17.3	13.3	16.6	14.2	16.2	16.6	20.5	17.2
16	17.9	16.3	16.9	12.2	15	15.1	19.9	13.6	18.3	15.7	21.8	17.3
17	16.6	15.9	14.3	13.6	16	15.2	18.5	16.1	15.9	13.2	19.2	15.3
18	14.2	15	16.6	16.9	12.9	18.8	15.1	12.6	16.8	18.8	20.1	16.3
19	16.1	16.6	16.5	12.6	15.1	14.9	14.3	16.5	19.8	16.4	18.8	17.8
20	18.2	15.6	15	14.3	20.4	18.1	13.7	16.8	15.6	20.5	16.6	16.3
21	16.7	14.7	18	16.8	14	15.4	17.8	11.7	18.7	21.3	19.8	16.8
22	14.2	17.1	18	16.7	14.4	10	15.5	17.8	15.4	16.7	15.7	15.3
23	17	16.4	15	16.4	14.9	16.2	18.4	14	16.4	17.6	16.8	16.5
24	16.6	16.5	17.2	15.2	15.4	15.6	15.4	15.3	15.1	17.8	16.4	15.8
25	15.7	13.5	15	17.6	14.5	17.8	18.6	13.6	17.1	16.4	14.3	19.8
26	17.7	17.8	15.4	15.3	13.3	14.1	15.6	15.9	17.8	15.2	18.2	16.6
27	27.1	15.8	18.9	17.6	14.7	18.1	17.8	13.7	16.2	16.3	17.5	16.7
28	14.2	17.5	15.5	15	18.8	14.3	15.5	11.8	14.4	14.5	16.1	14.4
29	16.3	20.8	15	12.1	17.9	21.8	14.2	19.1	13.2	16.6	16.5	17.7
30	16.7	16.2	15.7	18.8	13.4	15	13.4	16.3	17.1	14.5	17.7	16.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 45 วัน

treatment	High protein-Low fat			High fat-Low protein			High protein-High fat			Control		
number	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
1	21.7	18.2	24.1	17.6	17.7	14.7	17.6	17.3	17.5	14.7	16.5	15.8
2	20.1	19.4	20.1	18.5	18.4	17.6	19.5	16.4	17	17.6	14.3	15.7
3	18.1	19.5	17.8	15.5	15.3	16.3	17.4	19.8	18.5	20.1	16.9	22.9
4	20.1	15.6	19.4	19.9	14.2	17.8	17.7	19.5	18.3	19.8	19.4	17.4
5	17.6	17.6	18.7	18.9	16.3	14.6	18.9	19.7	16.3	16.5	15.8	19.1
6	20.5	22.2	18.8	17.9	16.8	19.4	16.5	15.2	15.7	19.8	18.7	18.4
7	19.1	17.3	19.2	16	17.8	17.2	16.7	13.4	16.6	22.3	18.4	17.8
8	19.9	17.6	21.3	17.6	14.4	19.7	15.6	16.3	17.9	17.5	16.4	16.7
9	17.7	18.4	17.1	17.6	16.3	15.5	18.8	17.6	18.8	16.8	18.6	18.8
10	19.2	16.6	21.8	18.1	15.3	15.6	18.7	18.4	17.4	20.9	16.8	17.8
11	18.7	16.5	19.4	18.6	17.6	16.9	16.5	15.7	19.2	19.5	19.3	18.6
12	18.8	17.2	16.7	18.9	17.8	16.3	16.4	15.6	17.3	16.5	18.8	16.1
13	19.3	18.4	18.5	16.5	14.8	17.5	16.3	18.4	18.8	17.6	16.5	16.2
14	18.6	17.1	18.2	11.8	18.4	16.8	17.4	15.2	18.2	17.8	17.8	21.8
15	21.9	16.3	20.1	17.3	15.1	19.4	18.3	18.4	14.3	20.3	20.2	18.1
16	15.5	18.4	18.5	18.5	14.5	15.8	16.6	17.1	19.9	18	16.8	19.3
17	18.6	17.1	18.2	15.2	14.5	17.6	20.5	15	18.8	17.3	18.9	18
18	20.1	17.8	18.1	20.3	14.1	15.5	18.1	17.5	15.5	16.2	19.9	18.8
19	19.8	15.2	16.9	18.7	18	14.8	20.3	16.7	15.1	18.2	21.8	17.4
20	18.4	17.8	19.8	21	16.4	18.7	17.3	15.2	17.7	15.5	18.5	15.3
21	19.2	18.8	23.1	15.2	15.9	16.8	19.5	17.9	14.7	21.9	17.7	15.4
22	18.6	17.3	18.5	19.4	21.9	18.4	18.6	13.7	15.8	17.8	17.8	18.1
23	19.1	18.9	16.9	15.3	17.2	15.3	17.5	16.2	16.2	18.8	15.5	16.8
24	18.4	17.8	19.8	17.1	16.7	14.4	18.5	17.8	18.5	15.6	18.1	15.3
25	16.5	16.3	18.4	16.2	18.1	16.7	15.6	18.1	19.2	19.2	20	15.5
26	19.8	20.4	16.4	15.6	19.8	17.8	16.8	19.9	21.6	16.4	24.4	21.9
27	18.7	17.6	16.9	18.4	17.5	14.8	16.8	16.3	18.6	20.5	19.5	19.7
28	18.1	18.8	19.6	15.8	18.1	13.4	18.4	16.8	19.8	19.5	18.5	19.9
29	18.4	16.4	19.7	16.2	14.8	16.3	17.1	17.1	14.3	16.1	17.1	17.6
30	18.3	18.7	18.5	15.7	17.6	16.3	14.1	16.6	18	18.8	19.3	16.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 60 วัน

treatment	High protein-Low fat			High fat-Low protein			High protein-High fat			Control		
number	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
1	19.7	18.8	18.2	14.7	14.7	14.7	16.3	18.6	18.6	18	22.6	16.7
2	22.4	16.4	18.2	18.9	17.1	20.6	20.3	15.8	16.1	19.7	16.7	23
3	19.3	17.8	16.1	17.6	16.5	16.6	17.4	17.7	15.7	18.8	22.2	18.7
4	19.9	18.4	18.2	19.6	16.5	18.2	21.2	18	15.5	22.1	19.5	19.7
5	18.7	19.7	18.3	16.2	14.2	15.5	17.1	15.6	17.6	20.5	16.7	15.8
6	19.8	18.2	18.8	19	18.4	16.1	16.8	17.8	19.7	16.2	19.3	17.6
7	18.9	16.7	18.2	18.6	17.2	15.6	19.7	20.1	16.9	22.1	20.7	16.2
8	19.5	17.6	19.2	17.6	16.5	16.3	16.4	15.8	18.8	18.7	19.6	16.8
9	20.4	18.2	20.9	16.8	15.5	17	19.5	17.5	16.8	20.6	19.4	18.5
10	19.4	19.9	18.9	15.4	13.2	17.5	18.5	19.7	21.5	17.2	20.8	19.1
11	14.4	20.1	17.2	17.6	16.6	16.8	18.4	18.5	19.9	18.9	19.2	17.6
12	20	19.7	20.8	17.8	16.4	15.1	19.6	20.8	16.8	17.4	22.4	20.3
13	21.3	19.7	16.6	13.6	14.7	17.5	18.4	17.1	16.7	18.7	21.9	16.9
14	17.8	18.4	17.8	15.4	16.7	13.8	20.2	18.5	17.3	18.4	17.4	17.9
15	14.7	19.9	20.8	17.3	16.8	14.2	20.1	17.5	19.3	21.5	18.4	17.1
16	17.5	18.1	18.2	16.7	16.3	16.8	18.8	16.4	19.8	18.9	19.5	18.5
17	17.4	19.7	23.8	17.8	15.2	16.6	16.4	17.8	17.1	16.1	18.4	22.5
18	20.1	18.9	20.2	19	15.4	16.8	16.6	20.5	18.4	19.3	18.5	15.9
19	15.1	18.6	17.6	18.6	18.4	17.6	16.5	20.1	19.8	19.4	16.5	16.2
20	17.6	15.2	18.1	16.5	17.8	15.5	17.5	15.6	19	19.7	19.6	22.1
21	17.3	19.9	19.8	16.3	16.4	15.4	15.5	18	18.9	18.3	20.8	16.7
22	21.7	20.9	18.8	18.6	13.8	16.1	18.6	17.6	15.6	17.4	20.4	18.3
23	22	17.6	15.3	19.7	16.1	14.2	16.7	17.6	18.9	17.8	19.3	18.8
24	18.4	17.1	16.2	14	14.8	21.2	17.1	15.8	17.7	16.1	19.4	18.4
25	19.9	19.5	17.8	18.3	15.1	16.7	18.6	16.7	17.3	15.8	17.6	18.8
26	18.4	18.4	18.1	16.3	18.6	16.8	20.5	16.4	15.5	17.8	15.5	17.5
27	16.7	23.8	24.3	18.8	16.3	14.7	20.5	16.3	18.9	22.4	17.6	20.3
28	20.7	19.5	16.3	16.1	18.8	19.5	18.7	19.9	19.4	16.6	16	21.4
29	16.3	18.9	17.8	17.1	21.3	18.8	21.8	19.3	18.4	15.9	17.6	18.6
30	18.4	18.4	22.3	18.7	17.5	16.8	17.8	19	17.8	18.9	21.3	18.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 การเติบโตด้านความยาวเปลือกของหอยหวานระยะเวลา 75 วัน

treatment	High protein-Low fat			High fat-Low protein			High protein-High fat			Control		
number	T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	T4R2	T4R3
1	22	20.7	24.3	18.7	20.4	20.7	17	18.3	18.7	19	21.1	19
2	20.5	20.5	19	19.2	15.2	18.6	21.9	19.7	19.5	19.1	20.2	13
3	17.2	20.5	19.8	12.3	16.5	18.7	16	20.3	22.4	22	19.9	23
4	19	17.4	19.6	16.6	16.2	17.6	21	20.8	19.2	20.5	19	18
5	20.5	15.7	17.4	16.3	20.6	15.4	17	19.4	20.5	21	12.5	22.5
6	20	20	20.5	15.6	17.7	15.8	18.1	16.2	18	18.3	17.8	21.8
7	20	18.5	20.5	20.3	15.5	16.2	16	18.1	18.9	20	18	20.1
8	18.7	19	26.3	18.4	16.5	21.3	17.6	17.5	17.8	20	16	18
9	16.5	21	23.4	19.2	18.8	18.4	20.7	20.7	22.8	11.1	21.2	18
10	23	18	19.3	17.2	19.1	14.9	17.1	18.3	19.5	17.3	16.9	19.7
11	21.2	19.1	19.9	17.7	14.3	20.5	17.6	19.7	19.4	19	22	21.8
12	17	17	22.7	20.5	16.3	16.5	17	15.9	16.3	18	21.7	18.4
13	19	16.9	17.6	18.4	16.4	18.4	22.8	17.3	17.3	16	19.1	17.6
14	20.9	17.1	21.2	22.4	16.5	16.4	18.8	18.2	17.8	19.4	21.3	18
15	16.5	18.4	21	20.1	17.6	15.6	20.1	14.9	17.4	21.2	18.9	20
16	21.8	19.1	23.9	21.3	19.3	18.2	18.7	17.6	21.4	21	21	21
17	19	17.2	18.6	17.5	20.8	16.3	17.8	18.7	19.3	20	17	18.7
18	19.5	24.2	17.8	19.7	18.4	15.1	17.6	20.8	19.2	18.7	17.3	18.8
19	16.8	20.7	20.5	17.1	16.3	18.2	17.3	18.4	21.2	20	24.4	19.7
20	19	19.7	21	17.5	20.8	16.3	15.5	18.7	19.7	19.1	20.8	17.2
21	23	20	18.5	19.7	18.4	16.1	16.3	15.1	17.8	18.8	21.4	19.7
22	22.8	18.5	19	17.1	15.8	16.8	16.6	18.5	19.6	19.1	20.8	17.2
23	19.1	18	19.4	19.4	16.5	14.2	14	21.6	18.8	18.8	21.4	19.8
24	19	20	19	17.6	18.9	19.8	19.1	20.7	18.9	19	18.5	22.6
25	18.7	21.5	20.5	19.1	18.5	16.8	14.2	17.6	16.3	19	28.1	28
26	20	16.5	22	13.4	19.5	16.7	17.2	20.5	18.8	16.4	21.1	23.1
27	16.5	19.7	21.8	20.1	19.5	14.6	18.6	21.3	16.6	18.5	19.2	17.4
28	22	19.9	18.1	17.1	18.4	16.3	21.1	19.1	18.5	12.6	17.8	23.9
29	23.5	17.7	17	19.4	15.5	18.1	20.2	16.3	19.2	20	18.2	21
30	22.1	17.2	17.5	18.3	18.3	16.6	20.1	14.9	17.4	19.8	20.1	17.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 การเจริญเติบโตทางด้านความยาวเปลือกของหอยหวาน (มิลลิเมตร)

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	ระยะเวลา (วัน)					
		0	15	30	45	60	75
1 (High protein-low fat)	1	13.0	14.5	17.0	19.0	18.8	19.8
	2	13.6	15.1	16.6	17.8	18.8	19.0
	3	13.5	15.4	16.5	19.0	18.8	20.2
		13.4±0.32	15.0±0.46	16.7±0.26	18.6±0.69	18.8±0.00	19.7±0.61[c]
2 (High fat-low protein)	1	13.1	14.8	16.2	17.3	17.3	18.2
	2	13.2	14.6	15.9	16.4	16.4	17.8
	3	12.8	14.3	15.9	16.6	16.6	17.2
		13.0±0.21	14.6±0.25	16.0±0.17	16.8±0.47	16.8±0.47	17.7±0.50[a]
3 (High protein-high fat)	1	13.3	15.0	16.7	17.6	18.4	18.1
	2	13.3	14.8	15.4	17.0	17.9	18.5
	3	12.9	14.7	16.4	17.5	18.0	18.9
		13.2±0.23	14.8±0.15	16.2±0.68	17.4±0.32	18.1±0.26	18.5±0.40[b]
4 (ชุดควบคุม)	1	13.3	13.3	17.0	18.3	18.6	18.8
	2	13.7	15.4	17.4	18.3	19.2	19.8
	3	14.0	15.1	16.5	17.9	18.5	19.8
		13.7±0.35	14.6±1.14	17.0±0.45	18.2±0.23	18.8±0.38	19.5±0.58[C]

ตารางผนวกที่ 8 การเจริเติบโตทางด้านน้ำหนักของหอยหวาน (กรัม)

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	ระยะเวลา (วัน)					
		0	15	30	45	60	75
1 (High protein-low fat)	1	0.45	0.60	0.86	1.12	1.33	1.59
	2	0.45	0.60	0.81	1.10	1.25	1.46
	3	0.45	0.71	1.00	1.12	1.36	1.62
		0.45±0.00	0.64±0.06	0.89±0.10	1.11±0.01	1.31±0.06	1.56±0.09[d]
2 (High fat-low protein)	1	0.50	0.70	0.81	0.95	1.01	1.20
	2	0.48	0.59	0.70	0.79	0.78	0.90
	3	0.42	0.62	0.73	0.85	0.93	1.06
		0.46±0.04	0.64±0.06	0.75±0.06	0.86±0.08	0.91±0.12	1.05±0.15[b]
3 (High protein-high fat)	1	0.45	0.61	0.87	1.01	1.24	1.44
	2	0.48	0.60	0.88	1.00	1.12	1.27
	3	0.47	0.65	0.85	0.99	1.11	1.23
		0.46±0.02	0.62±0.03	0.86±0.02	1.00±0.01	1.16±0.07	1.31±0.11[c]
4 (ชุดควบคุม)	1	0.45	0.61	0.67	0.73	0.67	0.77
	2	0.50	0.61	0.93	1.11	1.02	0.89
	3	0.53	0.59	0.70	0.82	0.79	0.90
		0.49±0.04	0.49±0.01	0.77±0.14	0.89±0.20	0.83±0.18	0.85±0.07[a]

ตารางผนวกที่ 9 อัตราการรอดตายแต่ละชุดการทดลอง (เปอร์เซนต์)

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	ระยะเวลา (วัน)						เฉลี่ย
		0	15	30	45	60	75	
1 (High protein-low fat)	1	100.00	100.00	98.00	96.00	96.00	96.00	98.83±1.42[b]
	2	100.00	100.00	100.00	99.00	99.00	99.00	
	3	100.00	100.00	99.00	99.00	99.00	99.00	
2 (High fat-low protein)	1	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.16±2.20[b]
	2	100.00	99.00	99.00	96.00	95.00	95.00	
	3	100.00	100.00	97.00	96.00	95.00	95.00	
3 (High protein-high fat)	1	100.00	99.00	97.00	96.00	91.00	91.00	97.77±2.84[b]
	2	100.00	100.00	100.00	100.00	99.00	99.00	
	3	100.00	100.00	97.00	97.00	97.00	97.00	
4 (ชุดควบคุม)	1	100.00	100.00	100.00	98.00	98.00	97.00	95.16±6.01[a]
	2	100.00	100.00	97.00	91.00	86.00	83.00	
	3	100.00	100.00	97.00	92.00	91.00	83.00	