

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๖๐/๒๕๕๑



Technical Paper No. 60/2008

ผลของการใช้น้ำมันพืชและน้ำมันปลาในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต
ของหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link ,1807)

Effect of the Utilization of Plant Oil and Fish Oil in Diet on Growth of
Spotted Babylon (*Babylonia areolata* Link,1807)

เพ็ญศรี เมืองยาว

จิรรัตน์ เกื้อแก้ว

สุชีรา ลายรัตน์

สุโกศล จงโยธา

Pensri Muangyao

Jeerarat Kuakaew

Suchira Lairat

Sukosol Chongyota

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง

กรมประมง

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Coastal Fisheries Research and Development Bureau

Department of Fisheries

Ministry of Agriculture and Cooperatives



ผลของการใช้น้ำมันพืชและน้ำมันปลาในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต
ของหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link ,1807)

Effect of the Utilization of Plant Oil and Fish Oil in Diet on Growth of
Spotted Babylon (*Babylonia areolata* Link,1807)

เพ็ญศรี เมืองยาว

จิรรัตน์ เกื้อแก้ว

สุชีรา ลายรัตน์

สุโกศล จงโยธา

Pensri Muangyao

Jeerarat Kuakaew

Suchira Lairat

Sukosol Chongyota

สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง
สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
กรมประมง
๒๕๕๑

Coastal Aquatic Feed Research Institute
Coastal Fisheries Research and Development Bureau
Department of Fisheries

2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	4
ผลการทดลอง	8
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	13
กิตติกรรมประกาศ	16
เอกสารอ้างอิง	16

ผลของการใช้น้ำมันพืชและน้ำมันปลาในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต ของหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807)

เพ็ญศรี เมืองยาว* จีรรัตน์ เกื้อแก้ว สุชีรา ลายรัตน์ และสุโกศล จงโยธา
สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง

บทคัดย่อ

การทดลองเลี้ยงหอยหวานขนาดความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 13.35 ± 0.11 มิลลิเมตร น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.403 ± 0.001 กรัม ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของน้ำมันพืชและน้ำมันปลาต่างกัน คือ น้ำมันปลาทูน่า 1.7 % (ชุดการทดลองที่ 2) น้ำมันถั่วเหลือง 1.7 % (ชุดการทดลองที่ 3) น้ำมันปลาทูน่า 0.85 % และน้ำมันถั่วเหลือง 0.85 % (ชุดการทดลองที่ 4) และน้ำมันปลาต้ม 1.7 % (ชุดการทดลองที่ 5) โดยใช้เนื้อปลาข้างเหลืองสดเป็นชุดควบคุม (ชุดการทดลองที่ 1) เลี้ยงหอยหวานในตะกร้าพลาสติกตะกร้าละ 20 ตัว แขนงในบ่อคอนกรีตที่มีระบบบำบัดน้ำแบบปิดหมุนเวียนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่าหอยหวานในชุดควบคุมมีการเจริญเติบโตดีกว่าหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปในชุดการทดลองที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ขณะที่หอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยหวานในชุดการทดลองที่ 2-5 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.87 - 1.03 โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยหวานในชุดการทดลองที่ 4 มีค่าต่ำที่สุด และในชุดการทดลองที่ 2 มีค่าสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 2.23 พบว่ามีค่าต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) สำหรับอัตราการรอดตายของหอยหวานซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 97.5 - 100 % พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในระหว่างชุดทดลอง ($P > 0.05$) และจากการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันพบว่าชนิดและปริมาณกรดไขมันในอาหารมีผลต่อการสะสมของชนิดและปริมาณของกรดไขมันในเนื้อหอยหวาน

คำสำคัญ : น้ำมันพืช น้ำมันปลา อาหารสำเร็จรูป หอยหวาน

*ผู้รับผิดชอบ : ๔๑/๑๔ หมู่ ๕ ต.บางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ๒๐๑๑๐ โทร ๐-๓๘๓๑-๒๕๓๒

e-mail : p_muangyao20@yahoo.com

Effect of the Utilization of Plant Oil and Fish Oil in Diet on Growth of Spotted Babylon (*Babylonia areolata* Link, 1807)

Pensri Muangyao* Jeerarat Kuakaew Suchira Lairat and Sukosol Chongyota

Coastal Aquatic Feed Research Institute

Abstract

Spotted Babylon with the initial average body length of 13.35 ± 0.11 mm and average body weight of 0.403 ± 0.001 g was tested on diets containing various sources of fat, including 1.7 % tuna oil (treatment 2), 1.7 % soybean oil (treatment 3), 0.85 % tuna oil and 0.85 % soybean oil (treatment 4) and 1.7 % palm oil (treatment 5), comparing to fresh fish meat as the control (treatment 1). Spotted Babylon was reared in plastic basket at the stocking density of 20 individual/basket. The baskets were hung in concrete tank equipped with closed water recycle system. At termination of 24 weeks, the growth of the snails in the control was higher than those of the snails in the treatment 2-5 ($P < 0.01$). While the growth of the snails fed on the diets in the treatment 2-5 had no significantly different ($P > 0.05$). The food conversion ratio (FCR) of the snails fed on diets in the treatment 2-5 varies between 0.87-1.03, in which the FCR of the snails in the treatment 4 showed the lowest and that of the snails in the treatment 2 showed the highest, which were highly significantly ($P < 0.01$) lower than that of the control (2.23). However the survival rates of the snails between the treatment 1-5 (97.5-100 %) were not significantly different ($P > 0.05$). According to the analysis, the type and quantity of the nutritional fatty acid in the diet has highly effect on the fatty acid composition in the meat of the snail.

Key words : Plant Oil, Fish Oil, Diet, Spotted Babylon

*Corresponding author : 41/14 Moo 9, Bangphra Sub-district, Sriracha District, Chonburi Province 20110
e-mail : p_muangyao20@yahoo.com

คำนำ

ในธรรมชาติสัตว์น้ำจะได้รับอาหารที่เหมาะสมผ่านห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศที่มั่นคงอยู่ แต่ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำจะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอาหารที่ให้เป็นหลัก กล่าวคือต้องมีปริมาณอาหารที่เพียงพอกับความต้องการและมีคุณภาพดี มีสารอาหารที่เหมาะสมกับความต้องการของสัตว์น้ำแต่ละชนิด อันจะส่งผลให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตดี การเลี้ยงจึงจะประสบผลสำเร็จได้ อาหารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความต้องการสารอาหารของสัตว์น้ำเพื่อจะสามารถผลิตอาหารที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำนั้นได้

ในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ ไขมันเป็นสารอาหารที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงอย่างหนึ่ง สุพิศ (2534) รายงานว่าไขมันมีความสำคัญรองจากโปรตีน โดยเป็นแหล่งให้พลังงานแก่สัตว์น้ำได้ถึง 8-9 กิโลแคลอรีต่อไขมัน 1 กรัม การเพิ่มไขมันลงไปในการให้อาหารจึงก่อผลดีต่อการช่วยประหยัดโปรตีนในอาหารไม่ให้ถูกเผาผลาญเป็นพลังงาน ทำให้สัตว์น้ำสามารถใช้โปรตีนที่กินเข้าไปเพื่อการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ไขมันยังมีประโยชน์ในการเป็นสื่อนำวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และเค และยังเป็นสารประกอบของผนังเซลล์ซึ่งทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันไม่ให้ร่างกายสูญเสียความร้อน ป้องกันความหนาวเย็นจากภายนอก ป้องกันไม่ให้สารที่ละลายในไขมัน เช่น สอร์บอน และวิตามิน ซึมออกไปนอกเซลล์ และยังป้องกันน้ำจากภายนอกไม่ให้ซึมเข้าสู่เซลล์อีกด้วย นอกจากนี้ ประโยชน์ที่สำคัญอีกประการของไขมัน คือ การเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น ซึ่งเป็นกรดไขมันที่สัตว์น้ำไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองภายในร่างกายได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่กินเข้าไป และไขมันยังเป็นแหล่งของฟอสโฟลิปิด และเป็นสื่อนำกรดไขมันชนิดอื่นๆ จากลำไส้ไปยังตับและส่วนอื่นๆ ของร่างกายอีกด้วย

นอกจากนั้นชนิดและปริมาณของกรดไขมันก็เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ สุพิศ (2534) และมะลิ (2531) รายงานว่า สัตว์น้ำซึ่งเป็นสัตว์เลือดเย็นมีความสามารถในการย่อยและนำกรดไขมันชนิดอิ่มตัวไปใช้ได้ต่ำ โดยในอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำมักมีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจึงนิยมใช้น้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปลาทะเล น้ำมันปลาน้ำจืด เป็นส่วนผสมในอาหาร ซึ่งน้ำมันดังกล่าวจะมีชนิดและปริมาณกรดไขมันแตกต่างกัน โดยน้ำมันถั่วเหลืองเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นในกลุ่มโอเมก้า 6 สูง และน้ำมันปลาเป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็นในกลุ่มโอเมก้า 3 สูง (อมรรัตน์ และคณะ, 2549) ดังนั้นการศึกษากาใช้น้ำมันพืชและน้ำมันปลาในอาหารสำเร็จรูปจึงมีความสำคัญมาก เพื่อที่จะสามารถผลิตอาหารที่มีชนิดและปริมาณกรดไขมันจำเป็นที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบผลของน้ำมันชนิดต่าง ๆ ในอาหารสำเร็จรูป ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และองค์ประกอบกรดไขมันในหอยหวาน
2. เพื่อทราบต้นทุนของการใช้น้ำมันชนิดต่าง ๆ ในอาหารสำเร็จรูปต่อการเลี้ยงหอยหวาน

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดมี 4 ซ้ำ ให้หอยหวานแต่ละชุดการทดลองได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของแหล่งไขมันต่างกันดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 เนื้อปลาข้างเหลืองสด (ชุดควบคุม)
- ชุดการทดลองที่ 2 อาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันปลาทูน่า 1.7 %
- ชุดการทดลองที่ 3 อาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันถั่วเหลือง 1.7 %
- ชุดการทดลองที่ 4 อาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันถั่วเหลือง 0.85 % และน้ำมันปลาทูน่า 0.85 %
- ชุดการทดลองที่ 5 อาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันปาล์ม 1.7 %

การเตรียมบ่อทดลอง

เตรียมบ่อคอนกรีตขนาด 2 x 2.5 x 1 เมตร ใส่น้ำทะเลฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนประมาณ 4,000 ลิตร พร้อมให้อากาศอย่างเพียงพอ นำตะกร้าหอยหวานไปแขวนไว้ในบ่อให้ปากตะกร้าอยู่ใต้ระดับผิวน้ำประมาณ 15 เซนติเมตร จัดระบบน้ำหมุนเวียนจากบ่อทดลองเข้าสู่บ่อตกตะกอน ผ่านเข้าถังโปรตีนสทิมเมอร์ และหมุนเวียนกลับเข้าสู่บ่อทดลอง ให้มีอัตราการไหลของน้ำประมาณ 360 ลิตร/ชั่วโมง



ภาพที่ 1 บ่อทดลองใช้ระบบน้ำหมุนเวียนที่ตะกร้าทดลองเลี้ยงหอยหวาน

การเตรียมอาหารทดลองและการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหารทดลอง

ใช้เนื้อปลาข้างเหลืองเป็นอาหารในชุดควบคุม และเตรียมอาหารสำเร็จรูปให้มีองค์ประกอบของอาหารตามตารางที่ 1 เพื่อใช้เลี้ยงหอยหวานในชุดการทดลองที่ 2-5 โดยทุกสูตรมีโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน ใช้ปลาป่นและตับหมึกป่นเป็นแหล่งโปรตีน และใช้น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปาล์มเป็นแหล่งไขมันจากพืช น้ำมันปลาพุน้ำเป็นแหล่งไขมันจากสัตว์ อาหารสำเร็จรูปแต่ละสูตรต่างกันที่สัดส่วนของน้ำมันพืช และน้ำมันปลาตามแผนการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 มีระดับไขมัน โปรตีน ความชื้น เกลือ โซเดียม คาร์โบไฮเดรต และพลังงานใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1) สำหรับอาหารในชุดควบคุม (เนื้อปลาข้างเหลืองสด) มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างจากอาหารสำเร็จรูป โดยเมื่อคิดจากน้ำหนักแห้ง เนื้อปลาข้างเหลืองมีระดับไขมันต่ำกว่า แต่มีระดับโปรตีนสูงกว่าอาหารสำเร็จรูป

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของวัตถุดิบในอาหารและผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ทดลอง

วัตถุดิบ	ชุดการทดลองที่				
	1	2	3	4	5
ปลาป่น	-	62	62	62	62
กากถั่วเหลือง	-	10	10	10	10
แป้งสาลี	-	15	15	15	15
กลูเต็น	-	2	2	2	2
น้ำมันพุน้ำ	-	1.7	-	0.85	-
น้ำมันถั่วเหลือง	-	-	1.7	0.85	-
น้ำมันปาล์ม	-	-	-	-	1.7
วิตามินผสม*	-	2	2	2	2
แร่ธาตุผสม**	-	4	4	4	4
วิตามิน C	-	0.2	0.2	0.2	0.2
BHT	-	0.02	0.02	0.02	0.02
เลซิดิน	-	0.5	0.5	0.5	0.5
ตับหมึก	-	2.58	2.58	2.58	2.58
เนื้อปลาข้างเหลือง	100	-	-	-	-
รวม	100	100	100	100	100
ความชื้น (%)	78.9	10.87	10.8	9.67	10.8
เกลือ (%น้ำหนักแห้ง)	6.39	18.18	18.09	18.06	18.14
ไขมันรวม (%น้ำหนักแห้ง)	3.41	11.84	12.07	12.23	11.92
โปรตีนรวม (%น้ำหนักแห้ง)	89.21	53.64	53.51	53.5	53.46
เยื่อใย (%น้ำหนักแห้ง)	0.99	1.04	0.94	1.08	0.99
คาร์โบไฮเดรต (%น้ำหนักแห้ง)		15.3	15.38	15.12	15.49
พลังงาน (cal/g)	5434.83	4663.9	4670.48	4646.14	4651.21

หมายเหตุ: * วิตามินผสมประกอบด้วยวิตามิน (ปริมาณกรัมต่อกรัมรวม) ดังต่อไปนี้ thiamine (B1) 23.47; riboflavin (B2) 25; niacin 37.07; vitamin E 50% 80; pyridoxine HCL 54.55; Ca-pantothenate (B5) 25; inositol 98; biotin 25; folic acid 2.1; cyanocobalamin (B12) 0.6; menadion (K 50 %) 26; vitamin C 85.71; choline chloride 50 % 300; vitamin A/D3 2.3 และ cellulose 215.71

** แร่ธาตุผสมประกอบด้วยเกลือแร่ในอัตราส่วนดังต่อไปนี้ KH_2PO_4 1.0; $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.0; $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1.5; KCl 0.5; FeSO_4 0.0063; ZnSO_4 0.0074; CuSO_4 0.0013; MnSO_4 0.0055 (Davis and Lawrence, 1997)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดไขมันในอาหารทดลอง (% area)

Fatty acid	ชุดการทดลอง				
	1	2	3	4	5
C 14:0	5.16	3.65	2.88	3.27	3.05
C 15:0	0.98	1.18	0.92	1.05	0.93
C 16:0	31.82	24.55	22.22	23.32	27.25
C 16:1	6.66	4.51	3.49	4.01	3.50
C 17:0	1.82	1.80	1.48	1.65	1.48
C 17:1	0.14	0.59	0.43	0.51	0.43
C 18:0	11.61	8.42	7.79	8.09	8.12
C 18:1n-9	6.64	11.04	12.67	11.82	17.26
C 18:1n-7	4.46	2.64	2.42	2.52	2.36
C 18:2n-6	1.39	6.40	17.05	11.54	8.53
C 18:3n-6	0.66	0.55	0.40	0.46	0.39
C 18:3n-3	0.48	1.25	2.12	1.67	1.03
C 18:4n-3	0.11	0.57	0.39	0.49	0.39
C 20:0	1.16	0.57	0.51	0.52	0.51
C 20:1	0.16	0.61	0.44	0.51	0.43
C 20:3n-6	0	0.28	0.22	0.25	0.21
C 21:0	0.14	0.26	0.21	0.23	0.20
C 20:4n-6	2.95	2.29	1.93	2.12	1.92
C 20:4n-3	0.11	0.32	0.22	0.27	0.22
C 20:5n-3	6.17	4.23	3.32	3.83	3.29
C 22:0	0.84	0.38	0.44	0.36	0.36
C 22:5n-3	6	1.22	0.98	1.12	0.96
C 24:0	0	0	0.14	0.15	0
C 22:6n-3	10.86	16.36	12.47	14.62	12.47
C 24:1	0	0.31	0.46	0.52	0.37
other	1.84	6.02	4.40	5.10	4.18
Total unsat	42.95	53.20	59.02	56.28	53.77
Total sat fat	53.66	40.81	36.59	38.64	42.07
Total n-3	19.89	23.96	19.51	22.01	18.36
n-3 HUFA	19.30	22.13	17.00	19.84	16.94
Total n-6	5.01	9.53	19.60	14.37	11.06
n-3/n-6	3.96	2.51	1.00	1.53	1.66

การเตรียมสัตว์ทดลองและดำเนินการทดลอง

ลูกพันธุ์หอยหวานจากโรงเพาะฟักของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 0.3 กรัม นำมาเลี้ยงเพื่อปรับให้ยอมรับอาหารทดลองชุดควบคุมเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นจึงคัดหอยที่มีขนาดความยาวเฉลี่ย 13.35 ± 0.11 มิลลิเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 0.403 ± 0.001 กรัม ใส่ในตะกร้าทดลองขนาด 23 x 29 เซนติเมตร จำนวน 20 ตัวต่อตะกร้า (ความหนาแน่นประมาณ 300 ตัวต่อตารางเมตร) จำนวน 20 ตะกร้า ก่อนทำการทดลองเก็บลูกหอยหวานจำนวนหนึ่งไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยเครื่องวิเคราะห์โปรตีน TruSpec CN Carbon/Nitrogen Determination ยี่ห้อ LECO วิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยใช้เทคนิค SFE (Supercritical fluid Extraction) ด้วยเครื่อง Fat Extractor TFE2000 ยี่ห้อ LECO วิเคราะห์หาความชื้นตามวิธีของ AOAC (2005) วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันโดยใช้วิธี Transesterification (Watanabe, nondet.) และวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890N

ระหว่างการทดลองให้อาหารหอยหวานกินจนอิ่ม วันละมื้อในเวลา 09.00 น. โดยให้ในปริมาณที่มากเกินไป และเก็บอาหารที่เหลือออกจากตะกร้าทดลองหลังจากให้อาหารเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง รวบรวมอาหารที่เหลือนำไปใช้ในการคำนวณปริมาณอาหารที่หอยกินจริงหลังจากการทดลองเลี้ยงหอยเป็นเวลา 24 สัปดาห์ หลังจากนั้นเติมน้ำทะเลฆ่าเชื้อเพิ่มในบ่อทดลองในกรณีที่ระดับน้ำลดลง เปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 40 % และล้างทรายในตะกร้าหอยทดลองทุก 2 สัปดาห์

ตรวจสอบการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย โดยการชั่งน้ำหนัก วัดความยาว และนับจำนวนหอยทั้งหมดทุก 4 สัปดาห์ ไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองจึงวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อหอยในแต่ละชุดการทดลอง โดยแยกวิเคราะห์เนื้อและลำไส้หอยหวาน นอกจากนั้น ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละครั้งจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 2 แห่ง คือ บ่อเลี้ยง และน้ำที่ผ่านระบบบำบัดเพื่อเข้าสู่บ่อเลี้ยง โดยวัดค่าออกซิเจนละลายในน้ำด้วยเครื่อง DO meter ยี่ห้อ YSI วัดความเค็มด้วยเครื่อง Salinometer วัดความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ HACH วิเคราะห์ค่าความเป็นด่างตามวิธีของ APHA, AWWA and WPCF (1985) และวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียรวม ในไตรท์ และออร์โธฟอสเฟตตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972)

คำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตหอย 1 กิโลกรัม โดยคิดต้นทุนในการผลิตอาหาร 1 กิโลกรัมคูณด้วยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยหวานในแต่ละชุดการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

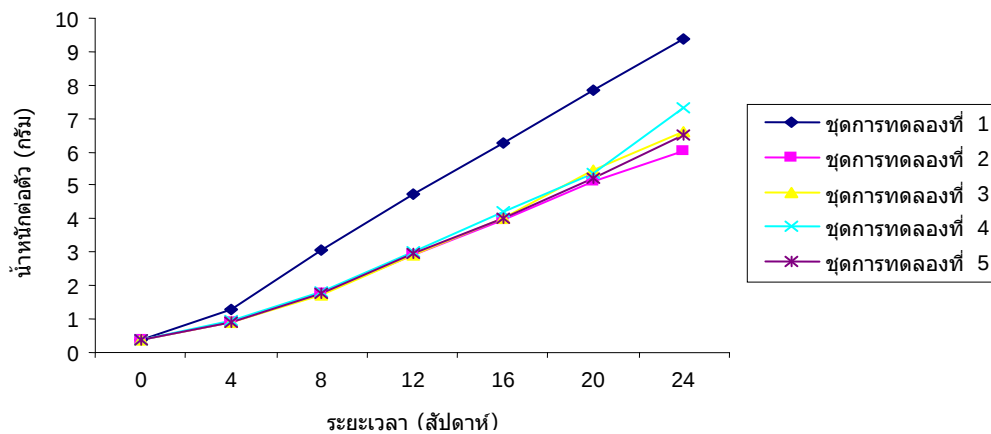
วิเคราะห์หาความแปรปรวนแบบทางเดียว (One – way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Tukey 's HSD test ด้วยโปรแกรม SYSTAT version 5.0 (Wilkinson *et al.*, 1992) จากแผนการทดลองแบบสุ่มทดลอง (Completely Randomized Design, CRD) ของข้อมูลที่ตรวจวัด ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองและเนื้อหอยหวาน การเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยหวาน

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโต

1. การเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก

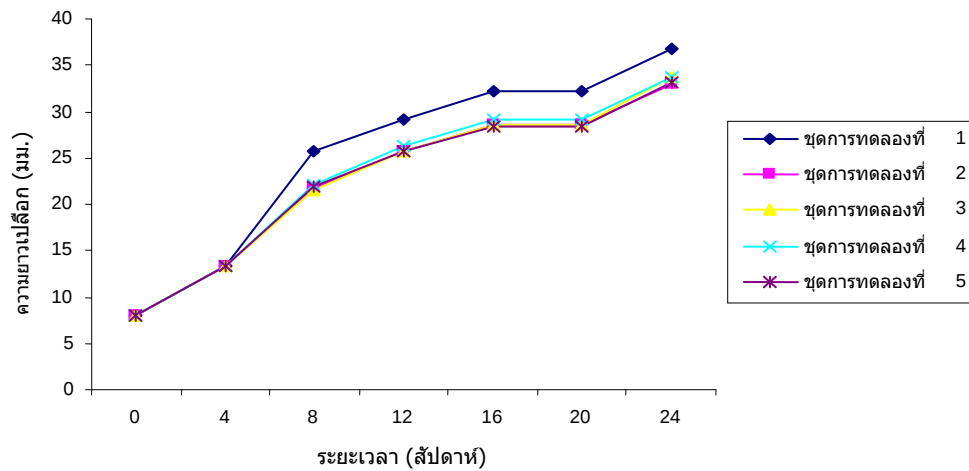
เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่เวลา 24 สัปดาห์ หอยหวานในชุดการทดลองที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีน้ำหนักเฉลี่ย 9.46 ± 0.48 , 6.04 ± 0.25 , 6.61 ± 0.26 , 7.33 ± 1.18 และ 6.50 ± 0.50 กรัม ตามลำดับ โดยหอยหวานในชุดการทดลองที่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด มากกว่าชุดการทดลองที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ขณะที่น้ำหนักของหอยหวานในชุดการทดลองที่ 2-5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์

2. การเจริญเติบโตด้านความยาว

เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่เวลา 24 สัปดาห์ หอยหวานในชุดการทดลองที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีความยาวเฉลี่ย 36.67 ± 3.77 , 32.95 ± 2.11 , 33.69 ± 2.01 , 33.80 ± 2.28 และ 33.18 ± 4.39 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งหอยหวานในชุดการทดลองที่ 1 มีความยาวมากกว่าความยาวของหอยหวานในชุดการทดลองที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) แต่ความยาวของหอยหวานในชุดการทดลองที่ 2-5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)



ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตด้านความยาวของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยหวานที่กินเนื้อมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.23 ± 0.11 ซึ่งสูงกว่าหอยหวานที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปในชุดการทดลองที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 1.03 ± 0.05 , 0.90 ± 0.08 , 0.87 ± 0.15 และ 0.92 ± 0.07 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของหอยหวานระหว่างชุดการทดลองที่กินอาหารสำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของหอยหวานระหว่างชุดการทดลองที่ 1-5 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยหอยหวานในชุดการทดลองที่ 2, 3, 4 และ 5 มีอัตราการรอดตาย 100 % และหอยหวานในชุดการทดลองที่ 1 มีอัตราการรอดตาย 97.5 %

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของหอยหวานที่ทดลองให้อาหารแตกต่างกัน 5 สูตร

	ชุดการทดลอง				
	1	2	3	4	5
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	0.403 ± 0.001	0.403 ± 0.002	0.403 ± 0.001	0.403 ± 0.001	0.403 ± 0.001
น้ำหนักที่ 24 สัปดาห์ (กรัม)	9.46 ± 0.48 ^a	6.04 ± 0.25 ^b	6.61 ± 0.26 ^b	7.33 ± 1.18 ^b	6.50 ± 0.50 ^b
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	9.06 ± 0.48 ^a	5.64 ± 0.25 ^b	6.20 ± 0.26 ^b	6.93 ± 1.18 ^b	6.10 ± 0.50 ^b
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%)	2146.86 ± 114.75 ^a	1299.35 ± 67.33 ^b	1439.00 ± 67.17 ^b	1622.02 ± 297.50 ^b	1413.42 ± 122.24 ^b
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/เดือน)	1.60 ± 0.09 ^a	1.01 ± 0.05 ^b	1.11 ± 0.05 ^b	1.24 ± 0.21 ^b	1.09 ± 0.09 ^b
ความยาวเริ่มต้น (มม.)	13.39 ± 0.13 ^a	13.28 ± 0.08 ^a	13.31 ± 0.12 ^a	13.36 ± 0.13 ^a	13.38 ± 0.10 ^a
ความยาวที่ 24 สัปดาห์ (มม.)	36.67 ± 3.77 ^a	32.95 ± 2.11 ^b	33.69 ± 2.01 ^b	33.80 ± 2.28 ^b	33.18 ± 4.39 ^b
อัตราการเจริญเติบโต (มม./เดือน)	5.11 ± 0.21 ^a	4.44 ± 0.07 ^b	4.58 ± 0.09 ^b	4.60 ± 0.07 ^b	4.49 ± 0.09 ^b
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)	2.23 ± 0.11 ^a	1.03 ± 0.05 ^b	0.90 ± 0.08 ^b	0.87 ± 0.15 ^b	0.92 ± 0.03 ^b
อัตราการรอดตาย (%)	97.5 ± 2.9 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันหากกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อหอยหวาน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อหอยหวานเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 4 และ 6) พบว่าเนื้อหอยหวานในชุดการทดลองที่ 1 มีปริมาณไขมันต่ำกว่าเนื้อหอยหวานในชุดการทดลองอื่น และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ทั้งนี้พบว่าปริมาณไขมันในเนื้อหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปในทุกชุดการทดลองมีปริมาณใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนในเนื้อหอยหวานในชุดการทดลองที่ 2 มีปริมาณสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 1 โดยปริมาณโปรตีนในชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปมีค่าใกล้เคียงกันและสูงกว่าเนื้อหอยหวานที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลือง

เมื่อพิจารณาชนิดและปริมาณกรดไขมันในเนื้อหอยหวาน (ตารางที่ 7) พบว่าองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อหอยหวานทดลองสอดคล้องกับกรดไขมันในอาหาร หอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันปลาน้ำจืดมีกรดไขมันชนิด Total n-3 และ n-3 HUFA สูงกว่าชุดการทดลองอื่น รองลงมาคือชุดทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันปลา ในขณะที่ชุดทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำมันถั่วเหลืองพบว่าหอยหวานมีการสะสมกรดไขมันชนิด Total n-6 และ 18:2n-6 สูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ และกลุ่มทดลองที่ให้อาหารผสมน้ำมันปลาลิ้น พบว่ามีการสะสมกรดไขมันชนิด 18:1n-9 สูงสุด สำหรับกลุ่มทดลองที่

ให้เนื้อปลาข้างเหลืองเป็นอาหารนั้น พบว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิด Total n-3, n-3 HUFA และ Total n-6 ต่ำกว่าชุดทดลองที่ให้อาหารสำเร็จรูป อย่างไรก็ตาม สัดส่วนกรดไขมัน n-3/n-6 ในหอยหวานที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองมีค่าสูงสุด ตามด้วยกลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสำเร็จผสมน้ำมันปลา ในขณะที่กลุ่มที่ให้อาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันถั่วเหลืองมีค่าต่ำสุด

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อหอยหวาน (ไม่รวมลำไส้) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	% ความชื้น	% น้ำหนักแห้ง	
		ไขมัน	โปรตีน
1	68.92 ± 1.11	1.30 ± 0.09 ^a	63.85 ± 0.31 ^a
2	67.78 ± 1.00	1.63 ± 0.23 ^{ab}	67.14 ± 0.67 ^b
3	66.33 ± 0.38	1.67 ± 0.35 ^{ab}	65.88 ± 1.53 ^{ab}
4	67.30 ± 0.81	1.98 ± 0.15 ^b	65.34 ± 1.53 ^{ab}
5	68.28 ± 0.70	2.06 ± 0.21 ^b	65.27 ± 2.34 ^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ (column) เดียวกันหากกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีในลำไส้หอยหวานเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	% ความชื้น	% น้ำหนักแห้ง	
		ไขมัน	โปรตีน
1	53.62	9.00	62.07
2	56.35	19.76	38.70
3	56.15	19.81	35.42
4	55.41	19.72	35.21
5	56.94	20.72	36.18

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อหอยหวาน (รวมลำไส้) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ผลจากการคำนวณ)

ชุดการทดลอง	% ความชื้น	% น้ำหนักแห้ง	
		ไขมัน	โปรตีน
1	65.16	3.82	63.27
2	65.39	6.42	59.63
3	64.14	6.44	57.88
4	64.69	6.90	56.99
5	66.24	6.34	58.59

ตารางที่ 7 ชนิดและปริมาณกรดไขมันในเนื้อหอยหวานเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (% area)

ชนิดกรดไขมัน	ชุดการทดลอง				
	1	2	3	4	5
C 14:0	2.91	2.88	2.29	2.44	2.42
C 15:0	0.90	0.98	0.80	0.86	0.84
C 16:0	24.91	23.67	21.34	22.13	25.62
C 16:1	2.89	3.60	2.87	3.10	2.88
C 17:0	2.52	1.93	1.61	1.72	1.60
C 17:1	ND	0.48	0.37	0.41	0.36
C 18:0	13.82	8.13	7.37	7.68	7.27
C 18:1n-9	7.48	9.87	11.17	10.59	15.16
C 18:1n-7	3.89	3.42	3.16	3.36	3.22
C 18:2n-6	3.30	7.23	15.52	12.08	9.25
C 18:3n-6	0.18	ND	0.24	0.25	0.19
C 18:3n-3	0.17	0.88	1.56	1.14	0.72
C 18:4n-3	ND	0.00	0.21	0.12	0.10
C 20:1	3.04	1.67	1.54	1.68	1.65
C 20:3n-6	0.30	0.46	0.53	0.51	0.41
C 20:4n-6	3.18	3.70	3.16	3.53	2.99
C 20:5n-3	2.82	3.56	3.03	3.22	2.88
C 23:0	0.30	0.50	0.55	0.48	0.42
C 22:5n-3	2.55	2.39	2.14	2.37	1.97
C 22:6n-3	6.40	10.86	9.08	9.81	8.56
Total unsat fat	36.20	48.37	54.59	52.03	50.34
Total sat fat	45.36	38.09	33.97	35.30	38.17
Total n-3	11.94	17.82	16.02	16.65	14.22
n-3 HUFA	11.77	16.81	14.26	15.39	13.41
Total n-6	6.95	11.39	19.45	16.25	12.85
n-3/n-6	1.66	1.56	0.82	1.03	1.11

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์อยู่ในเกณฑ์ปกติ ยกเว้นค่าความเป็นด่างซึ่งบางช่วงจะต่ำกว่าเกณฑ์ปกติเล็กน้อย โดยในบ่อเลี้ยงค่าออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ความเป็นด่าง แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ และออร์โธฟอสเฟตมีค่าเท่ากับ 6.40 ± 0.67 mg/l, 26 ± 2 ppt, 7.76 ± 0.19 , 85.60 ± 10.77 mgCaCO₃/l, 0.046 ± 0.065 mg/l, 0.025 ± 0.037 mg/l และ 0.218 ± 0.142 mg/l ตามลำดับ และในบ่อบำบัดมีค่าเท่ากับ 6.89 ± 1.57 mg/l, 26 ± 2 ppt, 7.81 ± 0.19 , 85.65 ± 10.44 mgCaCO₃/l, 0.020 ± 0.024 mg/l, 0.032 ± 0.052 mg/l และ 0.226 ± 0.157 mg/l ตามลำดับ

ต้นทุนค่าอาหาร

เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหาร (ตารางที่ 9) พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 24 สัปดาห์ หอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทุกสูตรมีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าหอยหวานที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองสดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปในชุดการทดลองที่ 2-5 มีต้นทุนค่าอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 8 ต้นทุนค่าอาหาร

ต้นทุนค่าอาหาร	ชุดการทดลอง				
	1	2	3	4	5
ราคาอาหาร (บาท/ กก.)	87.5	68.28	66.67	67.48	66.65
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ หอย 1 กก.)	194.79 ± 9.42^a	70.27 ± 3.39^b	60.04 ± 5.15^b	58.73 ± 9.94^b	61.26 ± 4.81^b
ขนาดหอย (ตัว/กก.)	107 ± 6^a	166 ± 7^b	152 ± 6^{bc}	139 ± 20^c	154 ± 11^{bc}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันหากกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองเห็นได้ว่าหอยหวานในชุดควบคุมซึ่งเลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองสดมีการเจริญเติบโตดีกว่าหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรทั้งในด้านความยาวและน้ำหนัก โดยหอยหวานที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองสดมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 5.11 มิลลิเมตร/เดือน หรือ 1.60 กรัม/เดือน และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 2.23 ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าหอยหวานที่เลี้ยงโดยให้ปลาข้างเหลืองสดเป็นอาหารของสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 3.53 มิลลิเมตร/เดือน หรือ 1.38 กรัม/เดือน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 2)

แต่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงกว่า (นิตยสารสัตว์น้ำ, 2543) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการจัดการเลี้ยง หอยหวานของสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีการล้างทรายในบ่อหอยเพียงเดือนละ 1 ครั้ง ขณะที่ในการทดลองนี้ล้างทรายเดือนละ 2 ครั้ง ซึ่งจากการสังเกตในระหว่างการทดลองพบว่าหลังจาก การล้างทรายจะทำให้หอยกินอาหารดีขึ้นซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้หอยมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่า

สำหรับหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีน้ำมันแตกต่างกัน พบว่าการใช้น้ำมันปลาพูนากับน้ำมัน ถั่วเหลืองในอัตราส่วน 1:1 ผสมในอาหารเลี้ยงหอยหวาน ทำให้หอยหวานมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับ การใช้น้ำมันปลาพูนาน้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันปาล์มเพียงอย่างเดียว ซึ่งขัดแย้งกับการรายงานในอาหารกุ้ง ของมะลิ (2531) ที่รายงานว่าแหล่งไขมันที่ดีคือมันกุ้ง น้ำมันปลาทะเล น้ำมันถั่วเหลือง และแนะนำให้ใช้ อัตราส่วนน้ำมันกุ้งหรือน้ำมันปลาทะเลต่อน้ำมันถั่วเหลืองเป็น 1:1 ทั้งนี้การเจริญเติบโตของหอยหวานในชุด การทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปซึ่งไม่แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปที่ ค่อนข้างสูงถึง 53.46-53.64 % อีกทั้งยังมีปริมาณไขมันที่สูงถึง 11.84-12.23 % ซึ่งสูงกว่าปริมาณไขมันที่ ปนด (2551) สรุปรายงานว่าปริมาณไขมันในอาหารหอยหวาน 9.13 % ทำให้หอยหวานมีการเจริญเติบโต ดีกว่าปริมาณไขมัน 7.06, 11.19 และ 13.40 % และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของหอยหวานในชุดการ ทดลองที่มีไขมัน 9.13 % ของปนด (2551) ซึ่งเท่ากับ 1,373 % พบว่าต่ำกว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของหอยหวาน ในการทดลองนี้ที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1,203 – 2,056 % เฉลี่ย 1,443 %

สำหรับปริมาณกรดไขมันในอาหารทดลองจะเห็นว่าอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ไขมันถั่วเหลืองเป็นแหล่ง ไขมันมีปริมาณกรดไขมันชนิด n-3 ใกล้เคียงกับในเนื้อปลาข้างเหลือง (ชุดควบคุม) ขณะที่อาหารที่ใช้ไขมัน ปลาพูนาน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณกรดไขมันชนิด n-3 สูงกว่าในเนื้อปลา ข้างเหลือง สำหรับอาหารที่ใช้ไขมันปาล์มเป็นแหล่งไขมันมีปริมาณกรดไขมันชนิด n-3 ต่ำกว่าในเนื้อปลา ข้างเหลือง และเมื่อพิจารณาปริมาณกรดไขมันชนิด n-6 พบว่าอาหารสำเร็จรูปมีปริมาณกรดไขมันชนิด n-6 สูงกว่าในเนื้อปลาข้างเหลือง ซึ่งอาหารที่ใช้ไขมันถั่วเหลืองมีกรดไขมันชนิด n-6 สูงที่สุด เนื่องจากน้ำมัน ถั่วเหลืองเป็นแหล่งของกรดไขมันชนิด n-6 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาสัดส่วนของ n-3/n-6 พบว่าเนื้อปลาข้าง เหลืองมีสัดส่วนของ n-3/n-6 สูงกว่าในอาหารสำเร็จรูปเนื่องจากมีปริมาณกรดไขมัน n-6 ต่ำ และเมื่อ เปรียบเทียบสัดส่วนของ n-3/n-6 ในอาหารสำเร็จรูป พบว่าอาหารที่ใช้ไขมันปลาพูนามีสัดส่วนของ n-3/n-6 สูงที่สุดเนื่องจากน้ำมันปลาพูนามีปริมาณกรดไขมันชนิด n-6 ต่ำ แต่มีกรดไขมันชนิด n-3 สูงกว่าน้ำมันพืช และอาหารที่ใช้ไขมันถั่วเหลืองมีสัดส่วนของ n-3/n-6 ต่ำสุดเนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองมีปริมาณกรดไขมัน ชนิด n-6 สูงที่สุด และอาหารที่ใช้ไขมันปาล์มมีสัดส่วนของ n-3/n-6 สูงกว่าอาหารใช้น้ำมันปลาพูนาน้ำมัน ถั่วเหลือง

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาองค์ประกอบกรดไขมันในหอยหวานที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองพบว่า ปริมาณกรดไขมันชนิด Total n-3, n-3 HUFA และ Total n-6 มีค่าต่ำกว่าชุดทดลองที่ให้อาหารสำเร็จรูป ผสมน้ำมันทุกชนิด ในขณะที่กลุ่มทดลองนี้มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด เมื่อพิจารณาองค์ประกอบกรดไขมันใน เนื้อปลาข้างเหลืองพบว่าปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าอาหารสำเร็จรูป แต่มีปริมาณกรดไขมันกลุ่ม n-6 ต่ำ

ซึ่งมีผลทำให้สัดส่วนระหว่างกรดไขมัน $n-3/n-6$ ในปลาข้างเหลืองมีค่าสูงสุด (3.96) ซึ่งอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้กลุ่มทดลองนี้มีการเจริญเติบโตดีที่สุด อย่างไรก็ตามสำหรับชุดทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป หอยหวานมีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกัน และจากการพิจารณาองค์ประกอบกรดไขมันพบว่าทุกชุดทดลองมีปริมาณกรดไขมันจำเป็นที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตเมื่อเปรียบเทียบกับปลาข้างเหลือง ทั้งนี้ข้อแตกต่างขององค์ประกอบกรดไขมันในอาหารสำเร็จรูปและปลาข้างเหลืองคือสัดส่วนกรดไขมัน $n-3/n-6$ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องศึกษาทดลองต่อไป

คุณค่าทางโภชนาการของหอยหวานจากการทดลองนี้มีโปรตีน 56.99-63.27 % และไขมัน 3.82-6.90 % เช่นเดียวกับคุณค่าทางโภชนาการของหอยหวานที่รายงานโดยนิลนาจ และอนุตร (2542) คือ ประกอบด้วยโปรตีน 43.43-68.56 % ไขมัน 3.14-9.71 % และจากการวิเคราะห์เนื้อหอยและลำไส้หอยจากการทดลองนี้พบว่าปริมาณโปรตีน 63.85-67.14, 35.21-62.07 % และไขมัน 1.30-2.06, 9.00-19.81 % ตามลำดับ โดยสัดส่วนของปริมาณเนื้อหอยต่อลำไส้ เท่ากับ 3.72 : 1 (โดยน้ำหนักเปียก)

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาชนิดของกรดไขมันในเนื้อและลำไส้หอยหวานจากการทดลองนี้ พบว่าชนิดและปริมาณการสะสมของกรดไขมันทั้งในเนื้อและในลำไส้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณการสะสมของกรดไขมันในอาหาร เช่น หอยหวานที่ได้รับอาหารที่มีกรดไขมัน $n-3$ HUFA สูงก็จะมี การสะสมของกรดไขมันชนิด $n-3$ HUFA ในเนื้อและในลำไส้สูงกว่าหอยหวานที่ได้รับอาหารที่มีกรดไขมัน $n-3$ HUFA ต่ำ ซึ่งความสัมพันธ์ลักษณะนี้เกิดขึ้นเช่นเดียวกันในกรดไขมันชนิดอื่นๆ

จากการสังเกตลักษณะภายนอกของหอยหวานเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปมีเปลือกที่แข็งแรงและมีสีเข้ม แตกต่างกับหอยที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองสดซึ่งเปลือกมีลักษณะเปราะ แตก และสีซีดจาง นอกจากนี้การเลี้ยงหอยหวานด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองมีโอกาเสี่ยงต่อการติดเชื้อแบคทีเรียหากเนื้อปลาที่ใช้ไม่สด ซึ่งในการทำการวิจัยครั้งนี้ได้ประสบกับปัญหาดังกล่าวในการทดลองครั้งที่ 1 โดยที่สามารถเลี้ยงหอยหวานได้เพียง 8 สัปดาห์ หอยหวานก็เริ่มติดเชื้อแบคทีเรีย และทยอยตายจนเกือบหมด ซึ่งได้ดำเนินการแก้ไขโดยการเลือกใช้น้ำปลาข้างเหลืองที่สดใหม่และล้างทรายในตะกร้าหอยหวานทุก 2 สัปดาห์เพื่อป้องกันการหมักหมมของเศษอาหาร

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในเรื่องต้นทุนค่าอาหารพบว่าหอยหวานที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองมีต้นทุนค่าอาหารถึง 194.79 บาท ในขณะที่หอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปมีต้นทุนค่าอาหารเพียง 58.73-70.27 บาท และพบว่าการใช้ไขมันปลาแทนกับน้ำมันถั่วเหลืองในอัตราส่วน 1:1 ทำให้มีต้นทุนค่าอาหารต่ำสุด ซึ่งหอยหวานขนาด 100-160 ตัว/กิโลกรัม สามารถขายได้ในราคาเดียวกันคือ 250-300 บาท/กิโลกรัม และจากการสังเกตการณ์กินอาหารของหอยหวานพบว่าอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงหอยหวานควรมีลักษณะอ่อนนุ่ม สังเกตได้จากการให้อาหารสำเร็จรูปที่มีลักษณะแข็งพบว่าหอยหวานไม่สามารถกินอาหารได้ในทันทีต้องรอให้อาหารอมน้ำจนอ่อนนุ่มเสียก่อนจึงสามารถกินได้ แตกต่างกับหอยหวานที่เลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลืองสดที่เมื่อเริ่มวางอาหารลงในตะกร้าที่เลี้ยงก็สามารถกินเนื้อปลาได้ทันที ดังนั้นการผลิตอาหาร

สำเร็จรูปที่มีลักษณะอ่อนนุ่มสำหรับเลี้ยงหอยหวานจึงเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ต้องมีการศึกษาต่อไปเพื่อที่จะพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหอยหวานที่ทำให้หอยหวานมีการเจริญเติบโตดีขึ้นจนเทียบเท่าหรือดีกว่าการเลี้ยงด้วยเนื้อปลาข้างเหลือง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.สุพิศ ทองรอด ที่กรุณาให้คำแนะนำในการสร้างสูตรอาหาร การดำเนินการทดลอง ตลอดจนให้คำแนะนำในการเขียนรายงานการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง จันทบุรี ที่อนุเคราะห์ลูกพันธุ์หอยหวานสำหรับการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2543. หอยหวานสัตว์น้ำเศรษฐกิจตัวใหม่. นิตยสารสัตว์น้ำ 11(125) : 122-125.
- นิลนาจ ไชยธนาวิสุทธิ และอนุตร กฤษณพันธ์. 2542. การเพาะเลี้ยงหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807). เอกสารวิชาการประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพาะเลี้ยงหอยหวาน. งานทรัพยากรประมง, สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 17 หน้า.
- ปณต กลิ่นเชิดชู, ศิริพร วุทธากง และสุพิศ ทองรอด. 2551. ปริมาณไขมันที่เหมาะสมในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807). เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2551. สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 19 หน้า.
- มะลิ บุญขรรค์ผลิน. 2531. อาหารและการให้อาหารกุ้งกุลาดำ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. กรุงเทพฯ. 65 หน้า.
- สุพิศ ทองรอด. 2534. ความสำคัญของไขมันในอาหารสัตว์น้ำ. วารสารการประมง 44(7) : 943-950.
- อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล, พิศมัย สมสืบ, นุชนรี ทองศรี และสาวิตรี วงศ์สุวรรณ. 2549. อาหารและการผลิตอาหารสัตว์น้ำ. สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 74 หน้า.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Animal feed. In: Horwitz, W. (Ed.), Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. AOAC International, Maryland. p. 1-48.
- APHA, AWWA and WPCF. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th ed. American Public Health Association, Washington, D.C. 1,268 pp.
- Davis, D. A. and A. L. Lawrence. 1997. Crustacean Nutrition. In: L. A. D'Abramo, D. E. Conklin and D. M. Akiyama (editors). Advances in World Aquaculture. *WorldAquaculture Society* 6 : 150-163.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis, 2nd ed. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 311 pp.

- Watanabe, T. (nondet.). Lipid Analysis. Fish Nutrition and Mariculture. JICA Textbook the general aquaculture course. Tokyo, Japan. 210 pp.
- Wilkinson, L., M. Hill., J. P. Welna and G. K. Birkenbeuel. 1992. SYSTAT for Windows : Statistics, Version 5 Edition. SYSTAT Inc., Evanston, Illinois. 750 pp.