ระดับโปรตีนที่เหมาะสมของอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link) วัยรุ่น

Optimal Protein Level in Artificial Diet on Growth for Juvenile *Babylonia areolata* Link

ชลี ไพบูลย์กิจกุล (Chalee Paibulkichakul)[1]*
ทิราภรณ์ โยธะคง (Tirabhorn Yothakong)[2]
เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล (Benjamas Paibulkichakul)[1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบระดับโปรตีนที่เหมาะสมของอาหารแผ่นสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานวัยรุ่น (*Babylonia areolata* Link) โดยทำการทดสอบอาหารแผ่นทดลอง 4 สูตร ที่มีระดับโปรตีน 29, 38, 43 และ 45 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าพลังงานรวมเฉลี่ย 4138.48 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร ด้วยหอยหวานอายุ 1 เดือน โดยเลี้ยงหอยหวานที่ความหนาแน่น 343 ตัว/ตารางเมตร ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและอัตรารอดของหอยหวานทุก 2 สัปดาห์ ระยะเวลาการทดลอง 14 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าหอยหวานที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 29 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือก ความกว้างเปลือก และน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าหอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีนในระดับสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) และหอยหวานที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตทุกด้านสูงกว่าหอยหวานที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 43 และ 45 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) เมื่อสิ้นสุดการทดลองอัตรารอดของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองทุกระดับโปรตีนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าระดับโปรตีน 29 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารแผ่นสำเร็จรูปเป็นระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานวัยรุ่น

Abstract

The aim of this study is to examine the optimal protein level in practical flake diet for growth of juvenile babylone *Babylonia areolata* Link. Four practical diets 29, 38, 43 and 45 percent protein with 4138.48 kcal/kg gross energy had been test on one-month age babylone. Each rearing unit had 343 shell/m^2 stocking density. Data collection on growth and survival rate had been conducted every twice week. The experimental period was 14 weeks. The result found that babylone fed diet containing 29 percent protein had significantly more average shell length, average shell width and average weight (P<0.05) than those fed diets

[1]*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศ จันทบุรี*
[2]*นิสิตปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศ จันทบุรี*
**corresponding author, e-mail: pchalee@buu.ac.th*

containing higher percent protein. All growth parameters for Babylone fed diet containing 38 percent protein (P<0.05) were significantly higher than those fed diets containing 43 and 45 percent protein. At the end of the study, survival rate of babylone fed all diets had no significant differences (P>0.05). This study showed that 29 percent protein in practical flake diet was the optimal protein level for growth of juvenile babylone *B. areolata.*

คำสำคัญ: หอยหวาน ระดับโปรตีนที่เหมาะสม อาหารสำเร็จรูป

Keywords: *Babylonia areolata*, optimal protein level, practical diet

บทนำ

หอยหวานเป็นหอยทะเลฝาเดียวที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากหอยหวานกำลังเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายและมีปริมาณความต้องการสูงทั้งตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากหอยหวานเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย เนื้อมีรสชาติดี และขายได้ราคาสูง (ลือชัย และคณะ, 2548ก) ในปัจจุบันการผลิตหอยหวานในธรรมชาติไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคและพบว่าขนาดของหอยหวานที่จับได้มีขนาดเล็กลง ดังนั้นจึงมีการเพาะเลี้ยงหอยหวานเพิ่มมากขึ้นเพื่อเพิ่มผลผลิตหอยหวานสนองตอบความต่อต้องการของตลาด

อาหารที่ใช้เลี้ยงหอยหวานในปัจจุบันผู้เลี้ยงหอยหวานใช้ปลาสดเป็นอาหารแก่หอยหวาน เช่น ปลาข้างเหลืองสด ซึ่งปลาเป็ดถือว่าเป็นอาหารสดธรรมชาติ การใช้ปลาสดสำหรับเป็นอาหารหอยหวานติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจะทำให้หอยหวานได้รับคุณค่าทางโภชนาการไม่ครบถ้วน ประกอบกับคุณภาพของปลาสดมีการแปรผันตามฤดูกาลทำให้คุณค่าทางโภชนาการไม่สม่ำเสมอ การใช้ปลาสดยังส่งผลต่อคุณภาพน้ำ นอกจากนี้การจัดการปลาสด เช่น การขนส่งและการเก็บรักษายังเป็นภาระสำหรับผู้เลี้ยงหอยหวานอีกด้วย ดังนั้นการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการเลี้ยงหอยหวานจึงมีความสำคัญในการพัฒนาการเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจให้ประสบความสำเร็จได้ในเชิงธุรกิจ เนื่องจากอาหารสำเร็จรูปสามารถควบคุมคุณค่าทางโภชนาการให้ครบถ้วนและคุณภาพของอาหารคงที่สม่ำเสมอ อีกทั้งยังสะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน สามารถผสมยารักษาโรคได้ง่าย

ระดับโปรตีนที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับหอยหวาน โดยปกติสัตว์แต่ละชนิดจะมีความต้องการโปรตีนที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษานี้ต้องการทราบระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานวัยรุ่น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงสูตรอาหารสำเร็จรูปให้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ โดยให้มีคุณค่าทางโภชนาการตรงกับความต้องการของหอยหวาน ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปพัฒนาด้านอาหารและการเลี้ยงหอยหวานต่อไปอันเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้สนใจได้ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ระดับโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปหอยหวาน 4 ระดับ คือ 29, 38, 43 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ อาหารทดลองเตรียมอาหารแผ่นสำเร็จรูปโดยใช้ปลาป่นและกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน ควบคุมให้อาหารทุกสูตรมีพลังงานคงที่ 4138.44 กิโลแคลลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร

การเตรียมอาหารสำเร็จรูปทำโดยนำส่วนประกอบของอาหารแสดงในตารางที่ 1 มาชั่งน้ำหนัก ทำการบดวัตถุดิบอาหารแต่ละชนิดให้ละเอียดจากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักและผสมให้วัตถุดิบให้เป็นเนื้อเดียวกันนาน 30 นาที นำมาแผ่ให้เป็นแผ่นบนถาดแล้วตัดให้เป็นแผ่นขนาด 3 x 4 เซนติเมตร หนาประมาณ 2 มิลลิเมตร นำไปอบเพื่อลดความชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เก็บอาหารสำเร็จรูปที่ได้ไว้ในถุงพลาสติกในตู้เย็น -20 องศาเซลเซียส จนกว่านำมาใช้งาน ตัวอย่างอาหารนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการตามวิธี AOAC (1996)

บ่อทดลองใช้ตู้พลาสติกขนาด 35 x 50 x 27 เซนติเมตร (ก x ย x ส) จำนวน 12 ตู้ พร้อมหัวทรายและสายอากาศตู้ละ 1 ชุด เตรียมทรายสะอาดที่นำมาจากทะเลรองพื้นถังทดลองโดยให้ทรายหนา 2 เซนติเมตร เตรียมน้ำทะเลที่มีความเค็ม 30 psu ผ่านการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้คลอรีน 20 ppm เมื่อคลอรีนระเหยหมดนำน้ำทะเลที่ได้มาใส่ตู้ทดลองสูง 15 เซนติเมตร

สัตว์ทดลอง ได้แก่ หอยหวาน *(Babylonia areolata* Link*)* วัยรุ่นอายุประมาณ 1 เดือน ขนาดความยาวประมาณ 1.3-1.9 เซนติเมตร นำหอยหวานมาเลี้ยงในถังพลาสติกเพื่อให้หอยหวานคุ้นเคยให้อาหารสำเร็จรูปที่ระดับโปรตีนต่ำที่สุดคือระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นนำหอยหวานที่จะศึกษามาวัดขนาดความยาว ความกว้าง และน้ำหนักทุกตัว ปล่อยหอยหวานลงในถังพลาสติกขนาด 35 x 50 x 27 เซนติเมตร ซึ่งมีน้ำสูง 15 เซนติเมตร จำนวน 60 ตัว/ตู้ จำนวน 12 ตู้ ความหนาแน่น 343 ตัว/ตารางเมตร ให้อากาศผ่านหัวทราย และให้อากาศดันผ่านระบบกรองที่ติดตั้งไว้ภายในระบบเลี้ยงดัดแปลงจาก Spotte (1979) ให้อาหารสำเร็จรูป 4 สูตร ที่มีระดับโปรตีน 29, 38, 43 และ 45 เปอร์เซ็นต์ โดยให้อาหารสำเร็จรูปหอยหวานจนอิ่ม ตลอดการทดลองให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 09.00 น. และเวลา 15.00 น. เปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้งในช่วงบ่ายหลังให้อาหาร เปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 20-50 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรน้ำทั้งหมด จากนั้นเติมน้ำให้เท่าระดับเดิม ทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 14 สัปดาห์

วิเคราะห์คุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยการเก็บน้ำมาวิเคราะห์จะเก็บก่อนการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำดังนี้ อุณหภูมิน้ำโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยใช้ DO meter วัดความเค็มโดยใช้ hand refractometer ความเป็นกรด-ด่างโดยใช้ pH meter วิเคราะห์ความเป็นด่าง (alkalinity) แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ตามวิธีของ Parsons et al. (1984)

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (proximate analysis) ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า ความชื้น และเยื่อใย ตามวิธีของ AOAC (1996) และวิเคราะห์พลังงานโดย Automatic Bomb Calorimeter, Leco model AC-350 วัดขนาดความยาว ความกว้าง และชั่งน้ำหนักของหอยหวานทุกตัวทั้งเริ่มต้นการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง ระหว่างการทดลองทำการวัดขนาดความยาว ความกว้าง และชั่งน้ำหนักหอยหวานในแต่ละซ้ำทุก 2 สัปดาห์ตลอดการทดลอง และทำการนับจำนวนหอยหวานที่ตายเพื่อหาอัตรารอด

วิเคราะห์ข้อมูลหาระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของหอยหวานวัยรุ่น โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Cody and Smith, 1997)

ผลการศึกษา

คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม พีเอช ออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นด่าง แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท แสดงในตารางที่ 2 ระหว่างการทดลองพบว่าไนไตรท์ มีปริมาณสูงในช่วง 2 ถึง 6 สัปดาห์แรก และลดลงอยู่ในระดับต่ำในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง 14 (รูปที่ 1)

อาหารทดลองสำเร็จรูป 4 สูตร ที่เตรียมจากวัตถุดิบในตารางที่ 1 มีระดับโปรตีนเท่ากับ 29, 38, 43

และ 45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รายละเอียดคุณค่าอาหารแสดงดังตารางที่ 3

การเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือก ความกว้างเปลือก และน้ำหนักของหอยหวาน พบว่าการวัดการเจริญเติบโตทั้ง 3 พารามิเตอร์ มีความสอดคล้องกัน (รูปที่ 2) ในระยะเวลา 8 สัปดาห์แรกของการทดลอง การเจริญเติบโตของหอยหวานในทุกชุดทดลองมีการเจริญเติบโตช้าและอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าการเจริญเติบโตของหอยหวานในช่วงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 จนถึงสิ้นสุดการทดลอง โดยในช่วงสัปดาห์ที่ 8 จนถึงสิ้นสุดการทดลอง หอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีน 29 และ 38 เปอร์เซ็นต์ จะมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน และสูงกว่าหอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีน 43 และ 45 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของหอยหวานโดยการเพิ่มของความยาวเปลือก ความกว้างเปลือก และน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (รูปที่ 3) พบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีระดับโปรตีน 29 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตดีที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) กับหอยหวานที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงกว่า ส่วนหอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตรองลงมาและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) กับหอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีน 43 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีน 43 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

อัตราการรอดของหอยหวานตลอดตามระยะเวลาการทดลองแสดงดังรูปที่ 4 หอยหวานที่ได้รับอาหารทั้ง 4 ระดับโปรตีนมีอัตรารอดลดลงตามระยะเวลา โดยหอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีน 43 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มอัตรารอดลดลงต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น ในขณะที่หอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีน 29, 38 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดใกล้เคียงกัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองหอยหวานมีอัตราการรอดแสดงดังรูปที่ 5 หอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีน 29 และ 43 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 53.33 ± 34.44 เปอร์เซ็นต์ และ 33.89 ± 15.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อัตรารอดของหอยหวานมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05) ในทุกชุดทดลอง

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าอาหารทดลองที่ระดับโปรตีน 29 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หอยหวาน (*B. areolata* Link) มีการเจริญเติบโตดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระดับความต้องการในอาหารกับหอยทะเลฝาเดียวพบว่า จากการศึกษาของมนทกานติ และคณะ (2545) ทดลองเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ (*Haliotis asinina* Linne) ด้วยอาหารทดลอง 5 สูตรที่มีโปรตีน 31.14, 35.33, 40.44, 44.99 และ 47.18 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานรวมเฉลี่ย 440 กิโลแคลอรี/ 100 กรัมอาหาร จากการคำนวณความต้องการโปรตีนจากวิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบโพลิโนเมียลพบว่า ระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารหอยเป๋าฮื้อคืออาหารที่มีโปรตีนประมาณ 38 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่ทำให้หอยเป๋าฮื้อมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด ในขณะที่ Hahn (1989) รายงานว่าหอยเป๋าฮื้อต้องการโปรตีนเฉลี่ยประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ Montes et al. (2003) ศึกษาอัตราส่วนโปรตีนต่อพลังงานต่อการเจริญเติบโตของหอยเป๋าฮื้อ (*H. fulgens*) โดยเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อด้วยสูตรอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนต่อพลังงาน 62, 74, 85, 100 และ 108 มิลลิกรัมโปรตีนต่อกิโลแคลลอรี เป็นเวลา 60 วัน พบว่าหอยเป๋าฮื้อที่ได้รับอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนต่อพลังงาน 100 และ 108 มิลลิกรัมโปรตีนต่อกิโลแคลลอรี มีการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารที่มีอัตราส่วนโปรตีนต่อพลังงานในสัดส่วนอื่นอย่างมีนัยสำคัญ Mai et al. (1995) ทำการเปรียบเทียบอาหารของหอยเป๋าฮื้อ 2 ชนิด คือ *H. tuberculata* L. และ *H. discus hannai* Ino. IV. เพื่อหาระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต การทดลองใช้เวลาเลี้ยง 100 วัน อาหารทดลอง 8 สูตร ที่มีโปรตีนตั้งแต่ 0 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการวิเคราะห์

ความถดถอยแบบโพลิโนเมียล พบว่าโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หอยเป๋าฮื้อทั้ง 2 ชนิด มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และถ้าลดโปรตีนจาก 35 เหลือ 25 เปอร์เซ็นต์ หอยเป๋าฮื้อมีการเจริญเติบโตลดลง 5 เปอร์เซ็นต์ Britz and Hecht (1997) ศึกษาระดับโปรตีนต่อพลังงานในการเจริญเติบโตและองค์ประกอบภายในตัวหอย South African abalone (*H. midae*) โดยเปรียบเทียบหอยขนาดใหญ่และขนาดเล็กด้วยอาหารที่มีโปรตีน 24, 34 และ 44 เปอร์เซ็นต์ มี 3 ระดับไขมัน 2, 6 และ 10 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนโปรตีนต่อพลังงาน (PE) 14.5–32.0 มิลลิกรัมต่อกิโลจูล พบว่าหอยขนาดใหญ่มีความต้องการโปรตีน 44 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หอยขนาดเล็กมีความต้องการโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปได้ว่าหอยขนาดใหญ่มีความต้องการโปรตีนมากกว่าหอยขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบระดับโปรตีนที่เหมาะสมของหอยหวานจากการศึกษาครั้งนี้กับหอยทะเลฝาเดียวกลุ่มหอยเป๋าฮื้อพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบระดับโปรตีนที่เหมาะสมของหอยหวานกับสัตว์น้ำในกลุ่มครัสเตเชียนและกลุ่มมีกระดูกสันหลัง พบว่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมของหอยหวานในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่า เนื่องจากหอยหวานเป็นสัตว์ที่กินซากสิ่งมีชีวิตทั้งสภาพสดและไม่สด ซึ่งซากเหล่านั้นอาจมีการเน่าเปื่อยหรือเกิดการย่อยสลายทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลง และอีกประการหอยหวานมีนิสัยชอบมุดตัวอยู่ในทราย (นิลนาจ และศิรุษา, 2545) และมีการเคลื่อนที่โดยการคืบคลานส่งผลให้มีอัตราเมตาบอลิซึมต่ำ จึงต้องการโปรตีนในปริมาณที่ต่ำกว่าสัตว์ในกลุ่มกินเนื้อกลุ่มอื่น และการย่อยอาหารโปรตีนเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานจะทำให้เกิดของเสียในรูปสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นพิษในร่างกายของสัตว์น้ำเพิ่มมากขึ้นสัตว์น้ำต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในการกำจัดสารประกอบไนโตรเจนเหล่านั้น (เวียง, 2542)

เมื่อพิจารณาพลังงานรวมในอาหารทดลองมีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าพลังงานรวมเฉลี่ย 4138.48 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัมอาหาร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับมนทกานติ และคณะ (2545) ซึ่งมีค่าพลังงานรวมเฉลี่ยของอาหารทดลองเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ (*H. asinina* Linne) 440 กิโลแคลอรี/100 กรัมอาหาร และจากรูปแบบอาหารทดลองที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบน หอยหวานยอมรับอาหารในลักษณะนี้ เช่นเดียวกันกับปียาลัย และคณะ (2543) ทำการทดลองเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ (*H. asinina* Linne) ด้วยสาหร่าย *Chnoospora minima* แบบสด แบบแห้ง และอาหารแผ่นสำเร็จรูป เมื่อพิจารณาด้านการเจริญเติบโตพบว่าอาหารแผ่นสำเร็จรูปเหมาะสมที่สุดในการใช้เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ โดยสาหร่าย *C. minima* แบบสดและแบบแห้งไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาใช้เลี้ยงหอยเป๋าฮื้อ

จากการศึกษาอัตรารอดพบว่า อาหารทดลองทั้ง 4 ระดับโปรตีน ไม่มีผลต่ออัตรารอดของหอยหวาน หอยหวานมีอัตรารอดใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในการทดลองนี้มีอัตรารอดค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ ลือชัย และคณะ (2548ข) ทำการเลี้ยงหอยหวานในกระชังบ่อดินและมีอัตรารอดเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่าในการเลี้ยงหอยหวานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสัปดาห์ที่ 8 หอยหวานมีอัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านความยาวเปลือก ความกว้างเปลือก และน้ำหนักต่ำและค่อนข้างคงที่ เนื่องจากน้ำที่เลี้ยงหอยหวานมีความเข้มข้นของไนไตร์ทในปริมาณที่สูง (รูปที่ 1) และหอยหวานป่วยเป็นงวงบวม ในช่วงสัปดาห์ที่ 4–6 ส่งผลให้หอยหวานตายในอัตราที่สูง ส่วนหอยหวานที่ไม่ตายจะเกิดความเครียด ทำให้กินอาหารน้อยลง จึงเป็นเหตุให้หอยหวานมีการเจริญเติบโตต่ำในช่วงนี้ หลังจากนั้นมีการควบคุมคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น ปริมาณไนไตร์ทในน้ำลดลงและหอยหวานที่เหลืออยู่มีการปรับตัว หอยหวานจึงมีการเจริญเติบโตสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 8 จนถึงสิ้นสุดการทดลอง

สรุปผลการศึกษา

อาหารทดลองทั้ง 4 ระดับโปรตีน คือ 29, 38, 43 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานที่แตกต่างกัน โดยหอยหวานที่ได้รับอาหารที่

มีระดับโปรตีน 29 เปอร์เซ็นต์ จะมีการเจริญเติบโตด้านความยาวเปลือก ความกว้างเปลือก และน้ำหนักมากที่สุด และหอยหวานที่ได้รับอาหารทุกระดับโปรตีนมีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน ดังนั้นระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวาน (*B. areolata* Link) ระยะวัยรุ่น คือ อาหารที่มีระดับโปรตีน 29 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2545. **คู่มือการเพาะลี้ยงหอยหวาน หลักการและแนวปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปียาลัย ศรีละมุล สุกิจ รัตนวินิจกุล อิทธิกร เหมทานนท์ และเอกมัย มาลา. 2543. การทดลองเลี้ยงหอยโข่งทะเล (*Haliotis asinina* Linne) ด้วยสาหร่าย *Chnoospora minima* แบบสด แบบแห้ง และอาหารแผ่นสำเร็จรูป. ใน: **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 6/2543**. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

มนทกานติ ท้ามติ้น ชูชาติ ชัยรัตน์ สุพิศ ทองรอด และมะลิ บุญยรัตผลิน. 2545. ระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารหอยเป๋าฮื้อ (*Haliotis asinina* Linne). ใน: **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 27/2545**. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี กรมประมง.

ลือชัย ดรุณชู เกียรติศักดิ์ เสนะวีณิน และคมคาย ลาวัณยวุฒิ. 2548ก. การเลี้ยงหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ด้วยอาหารที่ต่างกัน 3 ชนิด. ใน: **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 34/2548**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง.

ลือชัย ดรุณชู วิวรรธน์ สิงห์ทวีศักดิ์ และเจษฎา เจริญวัฒน์. 2548ข. การเลี้ยงหอยหวาน (*Babylonia areolata* Link, 1807) ในกระชังบ่อดิน. ใน: **เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 36/2548**. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี กรมประมง.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. **โภชนาศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 1996. **Official methods of analysis.** Washington DC: Association of official Analytical Chemists.

Britz, P.J. and Hecht, T. 1997. Effect of dietary protein and energy level on growth and body composition of South African abalone, *Haliotis midae*. **Aquaculture** 156: 195-210.

Cody, R.P. and Smith, J.K. 1997. **Applied statistics and the SAS sprogramming languge.** New Jersey: Simon & Schurter/A Viacom Company.

Hahn, K.O. 1989. Nutrition on growth of abalone. In: **Handbook of Culture of abalone and other marine gastropods**. Hahn, K.O. (Ed.), pp. 135-180. Boca Raton: CRC Press.

Mai, K., Mercer, J.P., and Donlon, J. 1995. Comparative studies on the nutrition of two species of abalone, *Haliotis tuberculata* L. and *Haliotis discus hannai* Ino. IV. Optimum dietary protein level for growth. **Aquaculture** 136: 165-180.

Montes, L.G., Esquivel, Z.G., D'Abramo, L.R., Shimada, A., Pelแez, C.V. and Viana, M.T. 2003. Effect of dietary protein:energy ratio on intake, growth and metabolism of juvenile green abalone *Haliotis fulgens*. **Aquaculture** 220: 769-780.

Parsons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M. 1984. **A manual of chemical and biological methods for seawater analysis**. Exeter: BPCC Wheatons.

Spotte, S. 1979. **Seawater aquariums**. New York: Wiley-Interscience puplication.

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารแผ่นสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่างกัน

วัตถุดิบอาหาร	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)			
	29	38	43	45
ปลาป่น	41.0[1]	51.0	61.0	69.0
กากถั่วเหลือง	10.5	13.0	15.5	17.5
แป้งสาลี	33.0	20.5	8.0	0.0
วิตามินรวม	1.0	1.0	1.0	1.0
แร่ธาตุรวม	1.0	1.0	1.0	1.0
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.0	1.0	1.0	1.0
น้ำมันปลาหมึก	7.0	7.0	7.0	5.0
คลอเรสเตอรอล	0.5	0.5	0.5	0.5
สารเหนียว	5.0	5.0	5.0	5.0
รวม	100	100	100	100

[1] เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง

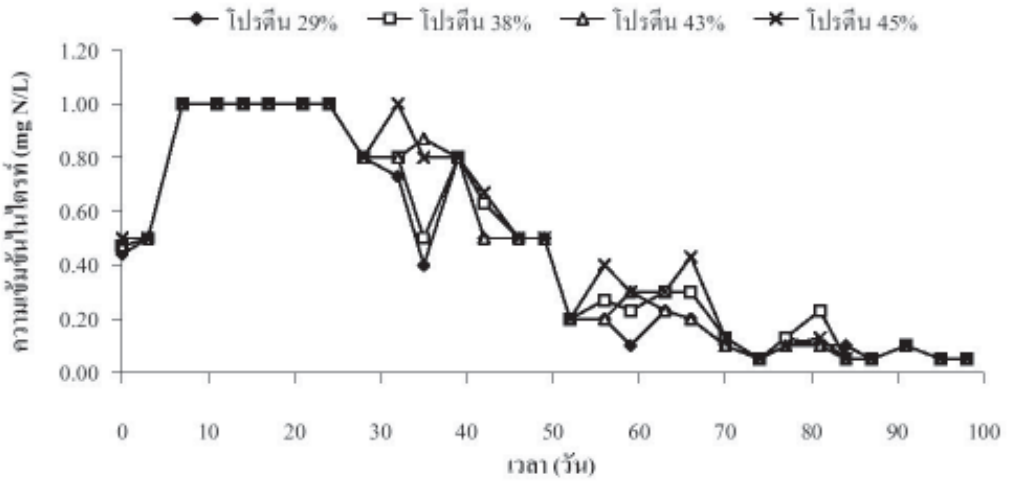
พารามิเตอร์	ระดับโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)			
	29	38	43	45
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.31±1.43[a]	27.70±1.01	28.11±1.13	27.71±1.04
ความเค็ม (psu)	30.32±0.58	30.21±0.53	30.32±0.57	30.22±0.54
พีเอช	7.83±0.16	7.82±0.15	7.82±0.15	7.81±0.14
ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล.)	6.38±0.10	6.38±0.11	6.39±0.11	6.39±0.11
ความเป็นด่าง (มก./ล.)	117.18±10.56	115.96±10.28	116.17±10.83	115.50±15.51
แอมโมเนีย (มก./ล.)	0.03±0.02	0.03±0.02	0.03±0.02	0.03±0.02
ไนไตรท์ (มก./ล.)	0.44±0.37	0.47±0.36	0.47±0.38	0.50±0.37
ไนเตรท (มก./ล.)	0.009±0.008	0.010±0.008	0.010±0.008	0.011±0.008

[a] ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

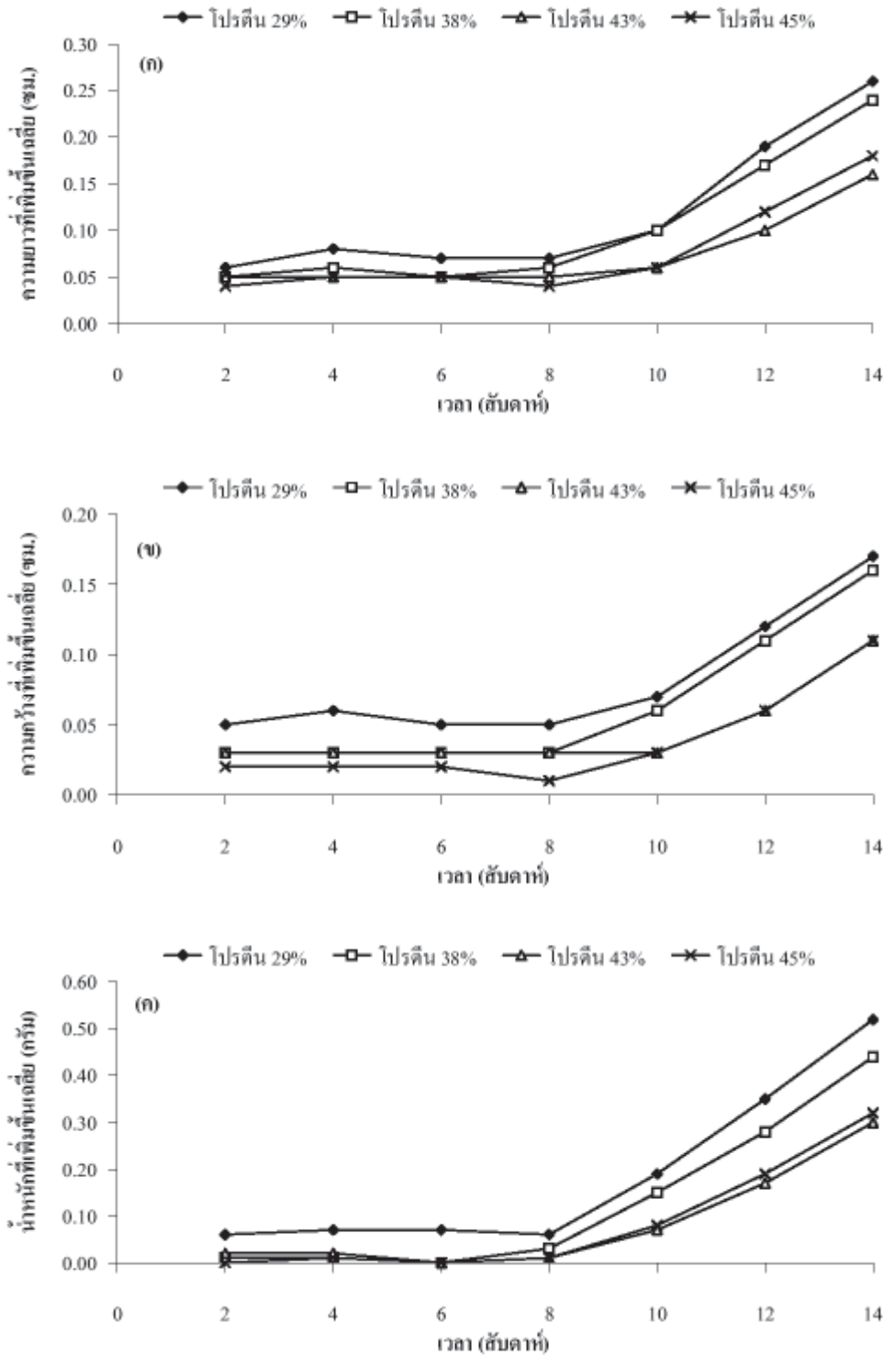
ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง

	ระดับโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)			
	29	**38**	**43**	**45**
โปรตีน (%)	29.24±0.19[a]	37.79±0.13	43.28±0.20	44.58±0.18
ไขมัน (%)	9.66±0.63	9.76±0.19	9.72±0.33	8.04±0.23
คาร์โบไฮเดรต (%)	39.37±0.44	27.22±0.31	19.75±0.51	17.67±0.03
เยื่อใย (%)	1.21±0.12	2.32±0.10	1.58±0.07	1.56±0.01
ความชื้น (%)	6.14±0.07	6.70±0.09	6.09±0.06	7.15±0.12
เถ้า (%)	14.38±0.03	16.21±0.06	19.59±0.20	20.98±0.18
พลังงาน (kcal/kg)	4168.35±26.38	4223.70±5.37	4115.65±49.71	4046.20±3.96

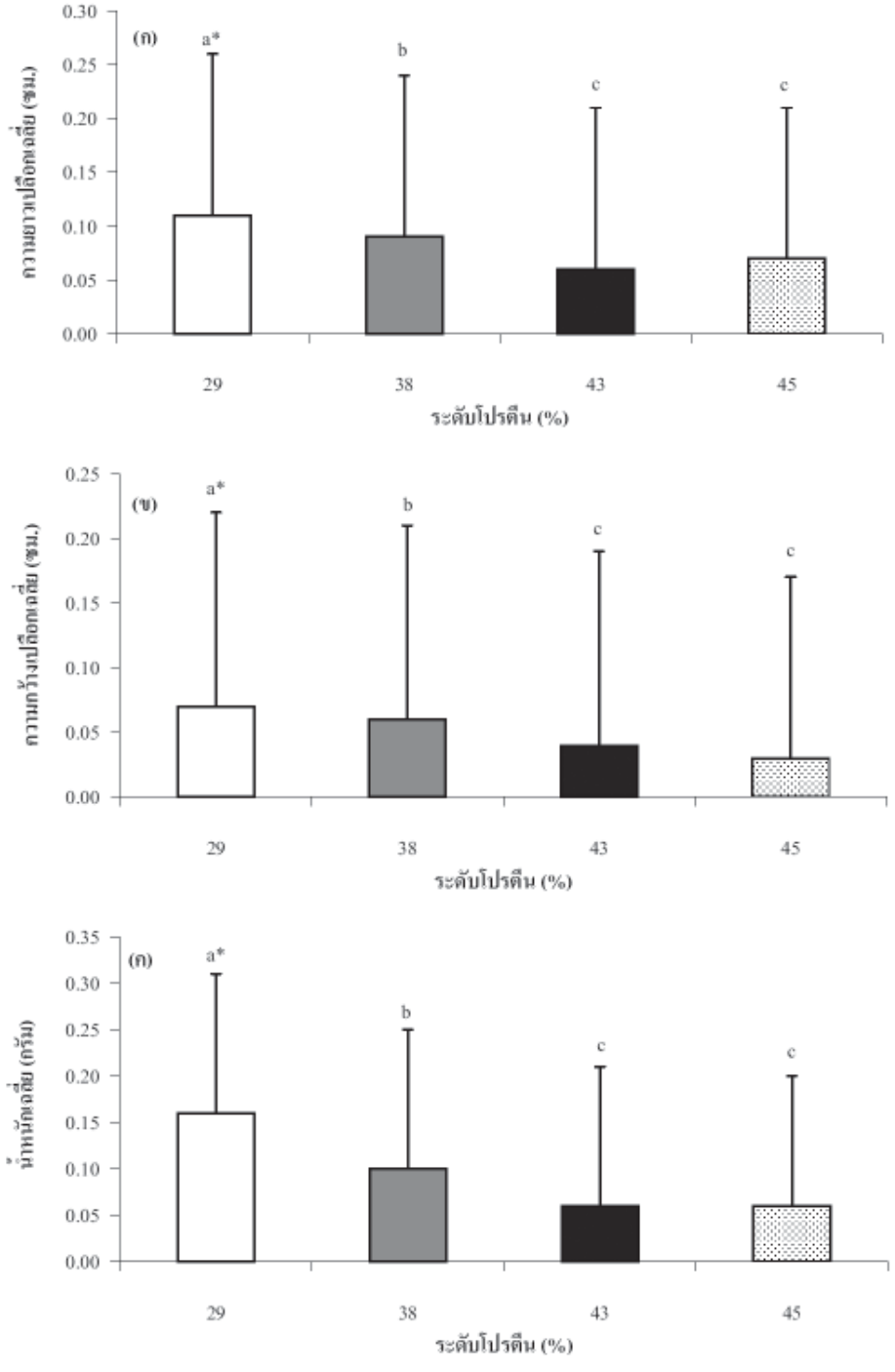
[a] ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



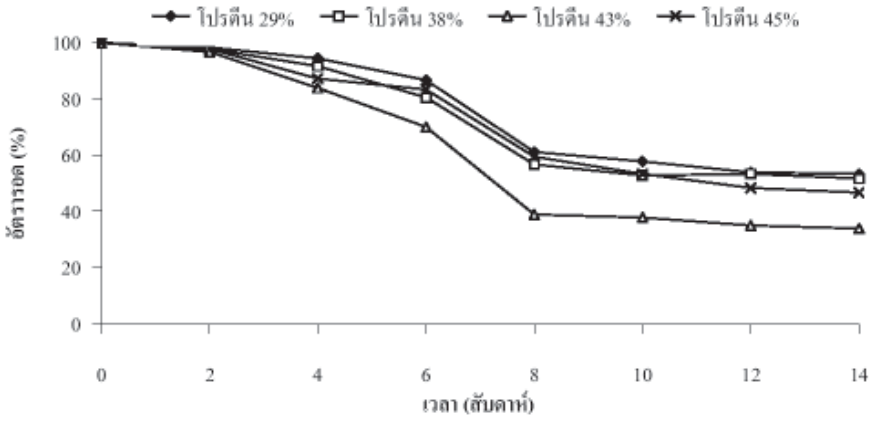
รูปที่ 1 ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร) ตลอดระยะเวลาการทดลอง



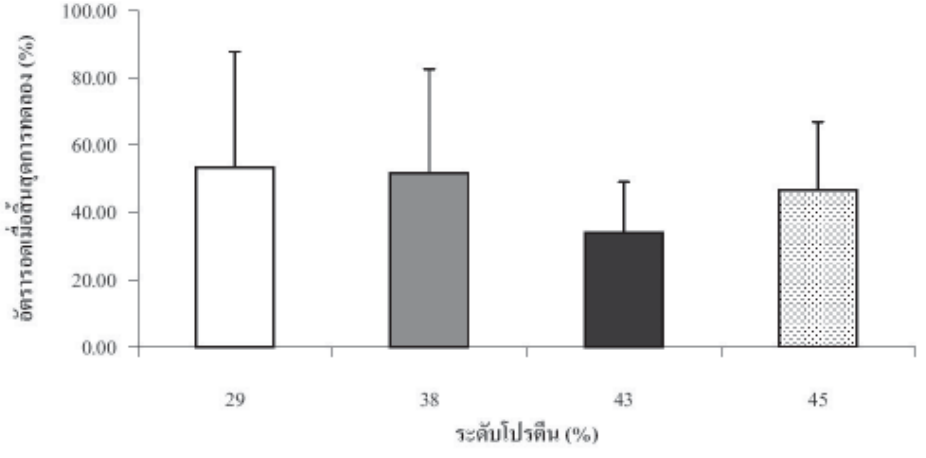
รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความยาวเปลือก (ก) ความกว้างเปลือก (ข) และน้ำหนัก (ค) ของหอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการทดลอง



รูปที่ 3 ความยาวเปลือกเฉลี่ย (ก) ความกว้างเปลือกเฉลี่ย (ข) และน้ำหนักเฉลี่ย (ค) ของหอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการทดลอง
*อักษรที่เหมือนกันบนแท่งกราฟแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 4 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของหอยหวานที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการทดลอง



รูปที่ 5 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของหอยหวานเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน