ผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารกุ้งต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ในการลอกคราบ อัตราการรอด และดัชนีตับของกุ้งขาววัยรุ่น (*Litopenaeus vannamei*)

Effect of Cassava Starch Replacement as Carbohydrate Source in Shrimp Feed on Growth, Size Variation, Feed Conversion Ratio, Molting Frequency, Survival Rate and Hepatopancreatic Index of *Litopenaeus vannamei* Juvenile

บุญรัตน์ ประทุมชาติ*
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตบางแสน จังหวัดชลบุรี
Boonyarath Pratoomchat*
Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Bangsaen Campus, Chonburi

บทคัดย่อ

ผลของการใช้แหล่งคาร์โบไฮเดรตจากแป้งมันสำปะหลังในอาหารทดแทนปลายข้าวและแป้งสาลีที่ระดับ 2.5%, 5.0% และ 7.5% ในสูตรอาหาร และชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้แป้งมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ของการลอกคราบ ดัชนีตับ และการรอดตายของกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ด้วยการใช้กุ้งขาวขนาดความยาวเฉลี่ย 9.3 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 7.0 กรัม ในถังไฟเบอร์กลมความจุ 250 ลิตร ความหนาแน่น 70 ตัวต่อตารางเมตร ทำ 3 ซ้ำต่อชุดการทดลอง ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง อัตรา 5% ของน้ำหนักตัว เลี้ยงกุ้งเป็นเวลานาน 2 เดือน ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกๆ สัปดาห์ ทำการนับจำนวนคราบกุ้งทุกวัน สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวกุ้งขาวทุกๆ 12 วัน จนเลี้ยงครบ 60 วัน สุดท้ายทำการตรวจสอบความยาวและน้ำหนักกุ้งทุกตัวในแต่ละซ้ำการทดลองเพื่อนำมาหาค่าความแปรปรวนของขนาด

ผลการทดลองพบว่า % ความยาวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวของทุกชุดการทดลองและชุดควบคุมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนกุ้งกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีแป้งมันสำปะหลังในสูตรระดับ 2.5%, 5.0% และชุดควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของน้ำหนัก การเจริญเติบโตต่อวัน และ % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยกุ้งทั้ง 3 กลุ่มข้างต้นมีค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวสูงกว่ากุ้งกลุ่มที่ได้อาหารสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง 7.5% ในสูตร ($p<0.05$) ค่า % ความแปรปรวนของขนาดทั้งความยาวและน้ำหนัก อัตราการรอด และความถี่ในการลอกคราบ อัตราการแลกเนื้อ รวมทั้งค่าดัชนีตับของกุ้งทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$)

คำสำคัญ : กุ้งขาว แป้งมันสำปะหลัง คาร์โบไฮเดรต

* **E-mail:** boonyara@buu.ac.th

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Abstract

Effects of the replacement of broken rice and wheat flour with cassava starch in feed formulation at the ration of 2.5%, 5.0% and 7.5% in feed formulation and control which without cassava starch on growth, size variation, feed conversion ratio (FCR), molting frequency (MF), hepatopancreatic index (HI) and survival rate of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) were studied. An average size of *L. vannamei* juvenile used for the study was 9.3 cm in total length and 7.0 g in body weight. They were cultured in 250 L fiber glass tanks at density of 70 ind/m^2 for 2 months. Three replications were performed. They were fed three times a day at 5% body wet weight. Weekly exchange of water, daily check for number of molted shrimp, weight and length examination every 12 days were operated throughout 60 days of culture. Finally, weight and length of each shrimp from each replication was evaluated for size variation.

The results showed that % length gain and specific growth rate of length of shrimps were not significantly different ($p<0.05$) among groups. Average daily growth, % weight gain and specific growth rate of weight were not significantly different ($p>0.05$) among shrimps fed on feed which were substituted by cassava starch at 2.5% and 5.0% in feed formulation and control. However, their values of these parameters were significantly higher ($p<0.05$) than that of shrimp fed on 7.5% cassava starch in feed formulation. Values of % size variation, survival rate and molting frequency, food conversion ratio including hepatopancreatic index were not significantly different ($p>0.05$) among groups.

Keywords : shrimp, shrimp feed, cassava, carbohydrate

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจการเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ได้รับผลกระทบอย่างหนักทั้งปัญหาที่เกี่ยวกับโรค ราคาที่ตกลงเนื่องจากมีการแข่งขันกันสูง ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นซึ่งมีปัจจัยมาจากต้นทุนอาหารเป็นหลัก ถ้าสามารถลดต้นทุนตรงนี้ได้บ้างก็น่าจะมีส่วนช่วยพยุงธุรกิจนี้ได้ แหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารกุ้งส่วนใหญ่จะได้จากปลายข้าวและแป้งสาลี แต่มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นถ้าสามารถหาวัตถุดิบที่นำมาทดแทนปริมาณของปลายข้าวและแป้งสาลีก็จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta*) นับว่าเป็นวัตถุดิบหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากประเทศไทยมีผลผลิตมันสำปะหลังส่งออกมากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก ราคาถูก หากสามารถนำมาเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตแทนปลายข้าวและแป้งสาลีได้จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งคาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานที่กุ้งสามารถใช้ได้ทันที กุ้งสามารถใช้คาร์โบไฮเดรตพวกแป้งไปเป็นพลังงานได้เช่นเดียวกับสัตว์ชั้นสูง คาร์โบไฮเดรตมีความสำคัญต่อการสร้างไคติน ซึ่งเป็นโครงสร้างเปลือกและเนื้อเยื่อของกุ้ง ปัจจุบันมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 20-30% ในสูตรอาหารกุ้ง มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบประเภทแป้งซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานได้ดีเนื่องจากเป็นแป้งอ่อน ย่อยง่าย ไม่มีสารพิษเนื่องจากกรดไฮโดไซยานิค (HCN) ในมันสำปะหลัง เมื่อถูกความร้อนในขบวนการทำเป็นแป้ง เนื่องจากมีการให้ความร้อนทำให้ HCN บางส่วนระเหยออกไป ทำให้ระดับ HCN ที่เหลืออยู่ลดลงต่ำกว่า 30 ppm จนไม่เป็นอันตราย (พิชัย สราญรมย์, 2528) เชื้อราที่ขึ้นบนมันสำปะหลังมีบ้างแต่อยู่ในระดับต่ำมากจนไม่เป็นอันตราย มันสำปะหลังที่ใช้ในอาหารสัตว์น้ำนั้น ใช้ได้ทั้งในรูปหัวมันสด มันเส้นบด และแป้งมันสำปะหลัง (อรพินท์ จินตสถาพร, 2546)

องค์ประกอบทางเคมีของมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต โดยเฉลี่ยแล้วหัวประกอบด้วยน้ำ 60-65% คาร์โบไฮเดรต 30-35% หรือประมาณ 70-90% ของน้ำหนักแห้งโปรตีน 1-2% ปริมาณแร่ธาตุกับวิตามินค่อนข้างต่ำ แต่มีปริมาณของแคลเซียมและวิตามินซีสูงมาก (พิชัย สราญรมย์, 2528) ขณะที่แป้งมันสำปะหลังโดยทั่วไปมีความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใยและเถ้า 9.5, 1.6, 0.4, 2.8 และ 1.8% ตามลำดับ (ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, 2540; Knight, 1969) เนื่องจากมันสำปะหลังมีโปรตีนอยู่น้อยเมื่อเทียบกับปลายข้าว ดังนั้นเมื่อนำมาใช้เป็นอาหารจำเป็นต้องเพิ่มระดับของโปรตีนให้สูงขึ้น โดยอาจใช้กากถั่วเหลืองผสมไปด้วยเพื่อปรับระดับของโปรตีน (พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, 2539)

ซึ่งมีรายงานเกี่ยวกับการใช้แป้งมันสำปะหลังในอาหารกุ้งน้อยมาก ดังปรากฏสูตรอาหารกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ของ Pascual *et al.* (1983) ที่มีการใช้อาหารที่มีแหล่งคาร์โบไฮเดรตมาจาก มอลโตส (maltose) ซูโครส (sucrose) เดกซ์ตริน (dextrin) มอลลาส (mollases) แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งจากสาคู (sago palm) ที่ระดับ 10% หรือ 40% ซึ่งพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอดกับอาหารที่ประกอบไปด้วยแหล่งของคาร์โบไฮเดรตเหล่านี้ ขณะที่ซูโครสให้ผลที่ดีกว่าเมื่อเปรียบกับการใช้มอลโตส ซึ่ง Bombeo-Tuburan *et al.* (1995) ได้ทำการทดลองในกุ้งชนิดเดียวกันด้วยอาหารที่มีสูตรอาหารที่ใช้โปรตีนจากเนื้อหอย golden apple (*Pomacea caniculata*) รวมกับคาร์โบไฮเดรตจากแป้งมันสำปะหลัง ส่งผลให้กุ้งกุลาดำมีการเจริญเติบโตและให้ผลดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ใช้เนื้อหอยร่วมกับข้าวโพด แต่ทั้ง 2 กลุ่มนี้ให้ผลด้านการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว ทุกกลุ่มมีอัตรารอดไม่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่ามีรายงานการวิจัยไม่มากที่เกี่ยวเนื่องกับการใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารกุ้ง จึงต้องมีการทำวิจัยนี้ขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนอาหารด้วยการหาระดับที่เหมาะสมในการทดแทนวัตถุดิบแหล่งคาร์โบไฮเดรตด้วยมันสำปะหลังในสูตรอาหารเพื่อใช้เลี้ยงกุ้งขาวเพื่อเป็นประโยชน์ต่อธุรกิจการเลี้ยงกุ้งขาวต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แผนการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ตามระดับการใช้แป้งมันสำปะหลังในสูตรอาหารและชุดควบคุมที่ไม่มีการใช้แป้งมันสำปะหลัง (ตารางที่ 1) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ มีคุณค่าทางอาหารตามวิธีการวิเคราะห์ของ AOAC (1984) ดังตารางที่ 2

สถานที่และวิธีการทดลอง

ใช้กุ้งขาวขนาดความยาวเฉลี่ย 9.3 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 7.0 กรัม อายุ 2 เดือน ใส่ถังไฟเบอร์กลมความจุ 250 ลิตร ถังละ 30 ตัว (70 ตัวต่อตารางเมตร) ให้อากาศด้วยหัวทราย ใช้ตะกร้ารองพื้นด้วยมุ้งเขียวเป็นที่ให้อาหาร โดยเก็บอาหารที่เหลือทุกครั้งภายหลังการให้อาหารกุ้งนาน 2 ชั่วโมง บ่อคลุมด้วยสแลนสีดำเพื่อลดแสง ลดสิ่งรบกวนจากภายนอก และป้องกันกุ้งกระโดดออกนอกบ่อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
Burapha University

ตารางที่ 1 สูตรอาหารสำหรับการทดลองเลี้ยงกุ้งขาว *Litopenaeus vannamei*

วัตถุดิบ	ชุดการทดลอง			
	C (%)	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
ปลาป่น	35	35	35	35
กากถั่วเหลืองป่น	24.7	25.7	26.7	27.7
หมึกป่น	5.5	5.5	5.5	5.5
แร่ธาตุรวม	1	1	1	1
เลซิทิน	1	1	1	1
วิตะมินรวม	0.2	0.2	0.2	0.2
แป้งสาลี	27	24.5	22	19.5
ปลายข้าว	5.6	4.6	3.6	2.6
แป้งมันสำปะหลัง	**0**	**2.5**	**5**	**7.5**
รวม	100	100	100	100

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของอาหารทดลอง

ชุดการทดลอง (%แป้งมันสำปะหลัง)	% น้ำหนักแห้ง						พลังงาน (แคลอรี/ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)
	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า	ไฟเบอร์	ความชื้น	
Control (0)	35.67 (0.02)	6.39 (0.01)	45.94 (0.02)	10.56 (0.01)	1.44 (0.01)	10.50 (0.01)	443.97 (0.02)
T1 (2.5%)	35.60 (0.02)	6.35 (0.01)	45.88 (0.03)	10.64 (0.01)	1.53 (0.01)	10.43 (0.01)	442.92 (0.03)
T2 (5.0%)	35.60 (0.02)	6.32 (0.01)	45.71 (0.02)	10.72 (0.01)	1.65 (0.01)	10.65 (0.01)	441.99 (0.02)
T3 (7.5%)	35.50 (0.02)	6.29 (0.01)	45.63 (0.02)	10.81 (0.01)	1.77 (0.01)	10.23 (0.01)	440.83 (0.01)

พลังงาน ได้จากการคำนวณ

Means (S.D) n=3

ให้อาหารวันละ 3 ครั้งในเวลา 9.00, 15.00 และ 21.00 นาฬิกา ประมาณ 5% ของน้ำหนักตัวกุ้ง ที่สัดส่วน 25%, 25% และ 50% ตามลำดับ ทดสอบการเลี้ยงกุ้งขาวนาน 2 เดือน ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% ทุกๆ สัปดาห์พร้อมกับทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ได้แก่ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำด้วย D.O meter รุ่น YSI model 85/10 ค่า pH ด้วย pH meter รุ่น Horiba Hand ความเค็ม ด้วย Refractometer รุ่น S–10E รวมทั้งปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ทั้งหมดด้วยเครื่องมือวัดไนไตรท์และแอมโมเนีย (C203 Multiparameter Ion Specific Meter) ปฏิบัติการทดลองที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บันทึกผลการทดลอง

ทำการนับจำนวนครากุ้งทุกวัน ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวกุ้งขาวทุกๆ 12 วัน โดยการสุ่มซ้ำละ 10 ตัว คิดเป็น 33% ต่อบ่อ จนสิ้นสุดการทดลองเมื่อเลี้ยงครบ 60 วัน ทำการตรวจสอบความยาวและน้ำหนักกุ้งทุกตัวในแต่ละซ้ำการทดลองเพื่อนำมาหาค่าความแปรปรวนของขนาด

วิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) % การเพิ่มขนาดทั้งน้ำหนักและความยาว (% Weight and length gains) % อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (% Specific growth rate) ทั้งน้ำหนักและความยาว อัตราการแลกเนื้อ (FCR) % ความแปรปรวนของขนาดทั้งความยาวและน้ำหนัก และ % ความถี่ในการลอกคราบต่อวัน เพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย Duncan's new Multiple Range test จากโปรแกรม SPSS version 11.5 license number 30025 36098 54100 85475 59009 9652

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโต

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตพบว่า % ความยาวที่เพิ่มขึ้น และ % อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ทุกสูตรอาหาร ส่วน % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักของกุ้งขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีแป้งมันสำปะหลังในสูตรอาหารระดับ 2.5, 5.0% และชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ทั้ง 3 กลุ่มนี้มีค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวสูงกว่ากลุ่มกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีแป้งมันสำปะหลังในสูตรอาหารระดับ 7.5% ($p<0.05$) (ตารางที่ 3)

ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ในการลอกคราบ อัตราการรอด และดัชนีตับ

% ความแปรปรวนของขนาดทั้งความยาวและน้ำหนักของกุ้งขาว อัตราการแลกเนื้อ % อัตราการรอด ความถี่ในการลอกคราบ และ % ดัชนีตับของกุ้งขาวทุดชุดการทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 3) จากผลการทดลองตามพารามิเตอร์ข้างต้นนี้ชี้ให้เห็นว่าสามารถนำแป้งมันสำปะหลังมาใช้เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตแทนปลายข้าวและแป้งสาลีในอาหารกุ้งขาวเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้ถึง 7.5% เนื่องจากไม่ส่งผลกระทบแต่อย่างใดต่อพารามิเตอร์ทั้งหมดนี้ ซึ่งการที่ไม่มีผลกระทบต่อดัชนีตับเป็นดัชนีชี้วัดอย่างหนึ่งว่าวัตถุดิบแป้งมันสำปะหลังไม่ได้ไปสร้างปัญหาทางกายภาพของเซลล์ตับ การทำงานของตับไม่บกพร่องตลอดระยะเวลาเลี้ยงถึง 2 เดือน จึงไม่ส่งผลต่อเนื่องไปถึงระบบการย่อยอาหารและการดูดซึมซึ่งตับของกุ้งมีบทบาทสำคัญมากต่อระบบดังกล่าว เห็นได้จากอัตราการแลกเนื้อและความถี่ในการลอกคราบไม่แตกต่างกัน เป็นการยืนยันว่าสารอาหารที่มีอยู่ในสูตรทดลองนั้นมีประสิทธิภาพต่อการสร้างเสริมโครงสร้างเปลือก จึงทำให้กุ้งขาวมีวงจรการลอกคราบที่ปกติ การที่กุ้งมีวงจรลอกคราบที่ดีจึงเป็นผลต่อเนื่องทำให้อัตราการรอดของกุ้งดี รวมถึงความแปรปรวนของขนาดอีกด้วย ดังนั้นการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนถึง 7.5% นั้นไม่ส่งผลกระทบแต่อย่างใดเมื่อพิจารณาจากพารามิเตอร์ดังกล่าวนี้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากการทดแทนที่มากถึง 7.5% ไปมีผลกระทบต่อการเพิ่มน้ำหนักกุ้ง จึงไม่ควรใช้เกิน 5% ในสูตรอาหาร ถึงแม้ว่าจะไม่มีผลกระทบต่อความยาว อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อและพารามิเตอร์อื่นๆ ก็ตาม ชี้ให้เห็นว่าในเชิงลึกแล้วการใช้แป้งมันสำปะหลังในปริมาณที่มากเกินไปอาจจะไปมีผลกระทบต่อกลไกทางชีวเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมของเอนไซม์ทริปซิน ไคโมทริปซิน โปรติเนส และอะไมเลส (Trypsin, Chrymotrypsin, Proteinase and Amylase activities) ได้เพราะการไม่มีความสมดุลในโครงสร้างของสารอาหารในระดับโมเลกุลมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตได้เช่นเดียวกัน ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทน 7.5% และคาดว่าน่าจะมีผลกระทบทางลบชัดเจนมากยิ่งขึ้นหากใช้มากกว่านี้ซึ่งต้องทำการพิสูจน์ต่อไป นอกจากนี้ผู้วิจัยให้ข้อระมัดระวังด้วยว่าขอบเขตของเปอร์เซ็นต์การทดแทนด้วยแป้งมันสำปะหลังของการทดลองนี้อยู่บนพื้นฐานของการเลี้ยงกุ้งจากอายุ 2 เดือนถึง 4 เดือน และทำการเลี้ยงในสภาวะที่ควบคุมได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งความเค็ม ซึ่งในความเป็นจริงของการเลี้ยงเชิงธุรกิจมีโอกาสเผชิญกับการเลี้ยงที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มต่ำหรือสูงเกินไป กล่าวคือไม่ใกล้เคียงกับแรงดันออสโมติค (osmotic pressure) ภายในร่างกายกุ้งขาวซึ่งค่าสมดุลออสโมติค (iso-osmotic point) ของกุ้งชนิดนี้มีจุดสมดุลที่ความเค็ม 22.5 ppt (สว่างพงษ์ สมมาตร และบุญรัตน์ ประทุมชาติ, 2551) จึงมีความจำเป็นต้องควบคุมและจำกัดระดับแป้งมันสำปะหลังมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดีจากการทดลองชี้ให้เห็นว่ากุ้งขาวเป็นกุ้งที่มีการยอมรับชนิดวัตถุดิบคาร์โบไฮเดรตได้ดี อาจจะเนื่องมาจากกุ้งขาวมีพฤติกรรมการกินอาหารแบบกินพืชเป็นหลักและมีความต้องการสารอาหารโปรตีนที่ค่อนข้างต่ำ (30%) (Colvin & Brand, 1977) และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บุญรัตน์ ประพุสชาติ / วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 15 (2553) 2 : 29-36

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อ อัตรารอด และดัชนีตับกุ้งขาว *Litopenaeus vannamei* ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองนาน 2 เดือน

ชุดการทดลอง (%แป้งมันสำปะหลัง)	น้ำหนักที่เพิ่ม (%)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของน้ำหนัก (%/วัน)	อัตราการเพิ่มน้ำหนักต่อวัน (กรัม/วัน)	ความยาวที่เพิ่ม (%)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของความยาว (%/วัน)	อัตราการแลกเนื้อ	ความแปรปรวนขนาดของน้ำหนัก (%)	ความแปรปรวนขนาดของความยาว (%)	ดัชนีตับ (%)	ความถี่การลอกคราบ (%/วัน)	อัตรารอด (%)
Control (0.0%)	45.7 (4.4) [a]	1.26 (0.10) [a]	0.11 (0.01) [a]	17.8 (7.6)	0.54 (0.21)	1.05 (0.06)	6.26 (0.97)	14.91 (1.59)	2.82 (0.26)	3.15 (0.17)	95.6 (5.1)
T1 (2.5%)	58.6 (8.9) [a]	1.54 (0.18) [a]	0.13 (0.02) [a]	13.1 (3.6)	0.41 (0.11)	1.18 (0.12)	6.99 (0.61)	16.99 (1.95)	2.87 (0.04)	3.33 (0.20)	93.3 (3.3)
T2 (5.0%)	46.5 (1.8) [a]	1.27 (0.04) [a]	0.11 (0.01) [a]	14.6 (2.8)	0.46 (0.08)	1.12 (0.03)	6.47 (0.48)	13.97 (1.30)	3.07 (0.12)	2.78 (0.19)	91.1 (3.8)
T3 (7.5%)	27.3 (4.4) [b]	0.79 (0.38) [b]	0.07 (0.02) [b]	13.7 (4.3)	0.42 (0.13)	1.19 (0.07)	6.95 (0.77)	13.96 (3.57)	3.10 (0.20)	2.92 (0.23)	92.2 (1.9)

Means (S.D)

อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวตั้งหมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$).

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แป้ง (starch) เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาล (Shiau & Peng, 1992) และจากรายงานวิจัยการใช้แป้งมันสำปะหลังในสูตรอาหารกุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) ของ Pascual *et al.* (1983) โดยนำอาหารที่มีแหล่งคาร์โบไฮเดรตมาจากมอลโตส (maltose) ซูโครส (sucrose) เดกซ์ตริน (dextrin) มอลลาส (mollases) แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด และแป้งจากสาคู (sago palm) ที่ระดับ 10% หรือ 40% ในสูตรอาหาร ซึ่งพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอดกับอาหารที่มีการใช้แหล่งของคาร์โบไฮเดรตเหล่านี้ แสดงว่ากุ้งกุลาดำใช้วัตถุดิบเหล่านี้ได้ดียกเว้นมอลโตส และได้รับการยืนยันจาก Bombeo-Tuburan *et al.* (1995) ที่ได้ทำการทดลองในกุ้งชนิดเดียวกันด้วยอาหารที่มีสูตรอาหารที่ใช้โปรตีนจากเนื้อหอย golden apple (*Pomacea caniculata*) รวมกับคาร์โบไฮเดรตจากแป้งมันสำปะหลังนั้น ส่งผลให้กุ้งกุลาดำมีการเจริญเติบโตและผลิตดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ใช้เนื้อหอยร่วมกับข้าวโพด แต่ทั้ง 2 กลุ่มนี้ให้ผลด้านการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงอย่างเดียว โดยทุกกลุ่มให้อัตราการรอดไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าแป้งมันสำปะหลังมีศักยภาพพอเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้กับกุ้งได้

อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลของการทดลองนี้มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าความถี่ในการลอกคราบ อัตราการรอดมีแนวโน้มลดลงหากมีการใช้แป้งมันสำปะหลังมากขึ้น มีโอกาสเกิดขึ้นได้เนื่องจากอาจส่งผลต่อการขาดสารอาหารบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอะมิโน โดยรายงานของ Piedad-Pascual (1982) ระบุว่าว่ากุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ใช้แป้งมันสำปะหลังที่ระดับความเข้มข้นที่ 40% มีอัตราการรอดต่ำกว่าที่ใช้ 10% เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังส่วนใหญ่เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต มีความชื้น 9.5-13% โปรตีน 1.6-2% ไขมัน 0.4% เยื่อใย 2.8-4% และเถ้า 1.8-2% รวมทั้งมีวิตามินค่อนข้างต่ำ (ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, 2540; อรพินท์ จินตสถาพร, 2546; Knight, 1969) โดยเริ่มสะท้อนให้เห็นในค่าอัตราการแลกเนื้อที่เริ่มมีค่าสูงขึ้น (1.19) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (1.05) หากมีการใช้แป้งมันสำปะหลังระดับ 7.5% ในสูตรอาหาร ซึ่งอาจจะไปมีผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของระบบการย่อยอาหารเมื่อพิจารณาค่าดัชนีตับซึ่งมีค่าสูง (3.1%) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (2.82%) อาจกล่าวได้ว่าหากให้แป้งมันสำปะหลังมากเกินไปแล้ว น่าจะไปมีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยอาหารได้ทั้งการย่อยทั้งหมด (dry matter digestibility) และการย่อยโปรตีน (protein digestibility)

เป็นที่ทราบกันดีว่าแหล่งพลังงานที่มีราคาถูกและดีนั้นมาจากคาร์โบไฮเดรตประเภทแป้งซึ่งจะได้นำไปใช้เพื่อลดต้นทุน แต่ก็ควรคำนึงถึงแหล่งของแป้งที่มีราคาถูกด้วย ดังนั้นการนำแป้งมันสำปะหลังมาเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารกุ้งขาวสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารได้อย่างแน่นอน โดยระดับทดแทนที่ 5.0% ในสูตรอาหาร สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 0.48 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นหากโรงงานผลิตอาหารกุ้งขาวมีกำลังการผลิตวันละ 100 ตันต่อวัน จะสามารถลดต้นทุนการผลิตอาหารกุ้งได้ 48,000 บาทต่อวัน โดยคิดจากราคาปลาป่นถั่วเหลืองป่น ตับหมึกป่น แป้งสาลี ปลายข้าว และแป้งมันสำปะหลัง ราคา 32, 12, 25, 15, 8 และ 4 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสูตรดังกล่าวอาจจะมีผลกระทบต่อการปรับเปลี่ยนสภาวะการผลิตอาหารจริงในระดับอุตสาหกรรมเนื่องจากความเหนียวหนืด

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำของทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ทุกพารามิเตอร์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำระหว่างการทดลองเลี้ยงกุ้งขาว (*L. vannamei*)

ชุดการทดลอง (% แป้งมันสำปะหลัง)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พีเอช	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	NO^-_2-N (มิลลิกรัม/ลิตร)	NH_3-N (มิลลิกรัม/ลิตร)
Control (0.0%)	28.92 (0.12)	8.17 (0.01)	4.98 (0.08)	0.050 (0.008)	0.22 (0.01)
T1 (2.5%)	28.2 (0.15)	8.23 (0.01)	5.16 (0.12)	0.060 (0.007)	0.25 (0.02)
T2 (5.0%)	28.65 (0.25)	8.16 (0.01)	4.97 (0.10)	0.006 (0.006)	0.27 (0.01)
T3 (7.5%)	28.55 (0.10)	8.15 (0.01)	5.05 (0.08)	0.005 (0.003)	0.20 (0.02)

Mean (S.E)

สรุปผลการทดลอง

สามารถใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตทดแทนปลายข้าวและแป้งสาลีเพื่อลดต้นทุนได้ในระดับไม่เกิน 5.0% ในสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งขาว (*L. vannamei*) วัยรุ่น

เอกสารอ้างอิง

สว่างพงษ์ สมมาตร และบุญรัตน์ ประทุมชาติ. (2551). ผลของความเค็มน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงออสโมลาลิตี้ในเลือดและความเข้มข้นของแร่ธาตุ 9 ชนิด ในพลาสมาของกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*). *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46* (หน้า 109-118). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิชัย สราญรมย์. (2528). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมันสำปะหลัง*. สำหรับการศึกษาระดับปริญญา. วิทยาลัยครูจันทบุรี. จันทบุรี. 417 หน้า.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. (2539). *หลักอาหารสัตว์ เล่ม 2. หลักโภชนาศาสตร์และการประยุกต์*. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 576 หน้า

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร. (2540). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 168 หน้า.

อรพินท์ จินตสถาพร. (2546). *การลดอาหารสัตว์น้ำด้วยมันสำปะหลัง*. ในอุทยานเทคโนโลยี 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC (Association of Official Analysis Chemists). (1984). Official Methods of Analysis Chemist (14th ed.) Association of Official Analysis Chemists, Arlington, VA.

Bombeo-Tuburan, I., Fukumoto, S., & Rodríguez, E.M. (1995). Use of the golden apple snail, cassava, and maize as feeds for the tiger shrimp, *Penaeus monodon*, in ponds. *Aquaculture 131*, 91-100.

Colvin, L.B., & Brand, C.W. (1977). The protein requirement of penaeid shrimp at various life cycle stages in controlled environment systems. *Proceeding of World Mariculture Society 8*, 821-840.

Knight, J.W. (1969). *The Starch Industry*. Pergamon Press, Oxford. 189 p.

Pascual, F.P., Coloso, R.M., & Tamse, C.T. (1983). Survival and some histological changes in *Penaeus monodon* Fabricius juveniles fed various carbophydrates. *Aquaculture 31*, 169-180.

Piedad-Pascual, F., Coloso, R.M., & Tamse, C.T. (1982). Survival and some histological changes in *Penaeus monodon* Fabricius juveniles fed various carbohydrates. *Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center*, Philippines.

Shiau, S.Y., & Peng, C.Y. (1992). Utilization of different carbohydrates at different dietary protein levels in grass prawn, *Penaeus monodon*, reared in seawater. *Aquaculture 101*, 241-250.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University