Prawarun Agr. J. Volume 14(2) 2017, Pages 231-237

บทความวิจัย

การใช้ไบโอฟลอคอบแห้งในการผลิตอาหารปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

สิริพงษ์ วงศ์พรประทีป*, ธรรมนูญ ง่านวิสุทธิพันธ์ และ กรกฎ สันทัดการ

สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้ไบโอฟลอค (Biofloc) เพื่อทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิล ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.67 กรัม โดยใช้อาหารทดลองจำนวน 5 สูตร โดยมีโปรตีน 35% โดยมีการแทนที่ปลาป่นด้วยไบโอฟลอคที่ระดับ 0, 20, 40, 80 และ 100% ตามลำดับ ทดลองในบ่อซีเมนต์กลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร ระดับน้ำสูง 30 เซนติเมตร ใส่ปลาบ่อละ 30 ตัว ให้อาหารปลาวันละ 3 ครั้ง ให้จนอิ่ม ใช้ระยะเวลา 7 สัปดาห์โดยการทดแทนปลาป่นด้วยไบโอฟลอค 100% ในสูตรอาหารส่งผลให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 1.62±0.30 กรัม/วัน อัตรารอดตาย 54.33±12.50% และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.48±0.20 น้ำที่ใช้เลี้ยงปลามีปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.09- 2.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-1.90 มิลลิกรัมต่อลิตร พีเอชมีค่าเท่ากับ 7.1-7.6 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 9.70-15.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความเป็นด่าง 64.73-89.37 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความกระด้าง 102.31 -144.68 มิลลิกรัมต่อลิตร และอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 26.33–27.33 องศาเซลเซียส ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมไบโอฟลอคที่ระดับต่างๆ ให้การเจริญเติบโตและอัตรารอดไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีแนวโน้มแทนที่โปรตีนจากปลาป่นด้วยไบโอฟลอคในสูตรอาหารสำหรับปลานิลได้

คำสำคัญ: ไบโอฟลอค, ปลานิล, ปลาป่น,อาหารปลานิล และการทดแทนปลาป่นในสูตรอาหาร

* ผู้เขียนให้ติดต่อ: E-mail: siripong.w@rmutsv.ac.th

Application of Biofloc in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Diet

Siripong Wongphonprateep*, Thammanoon Nganwisuthiphan and Koragot Suntudkarn

Department of Fishery, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat, 80110, Thailand

Abstract

This research aimed to study the effects of supplying bioflocs on nile tilapia culture. Juveniles of nile tilapia weighing average of 0.67 g were fed with five diets formulated with 35% protein and replaced fish meal with biofloc in 0, 20, 40, 80 and 100%. Each group of fish was stocked in cement tank (30 fish/tank) and was fed three times a day for seven weeks. Studies found that replacing fish meal with 100% of biofloc had average daily gain as 1.62 ± 0.30 g/day. Survival rate was 54.33 ± 12.50 and feed conversion ratio was 1.48 ± 0.20, respectively. Regarding to water quality during the experiment, ammonia concentrations ranged from 0.09 to 2.03 mg/L. Nitrite concentrations ranged from 0.02 to 1.90 mg/L, pH was 7.1-7.6. Dissolved oxygen ranged from 9.70 to 15.49 mg/L, the alkalinity was 64.73-89.37 mg/L, totally hardness was 102.31 -144.68 mg/L and temperature were 26.33 and 27.33 degrees Celsius. The growth and survival were not significantly differences. The results showed a trend to replace fish meal with Biofloc for tilapia feed.

Keywords: Biofloc, Nile Tilapia, Fish meal, Tilapia feed and Fish meal replacement in diet

* Corresponding author: E-mail: siripong.w@rmutsv.ac.th

บทนำ

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่สำคัญทางเศรษฐกิจของไทย (Department of Fisheries, 2010) เนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว และต้านทานต่อโรค ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปในระบบการเลี้ยงแบบหนาแน่น (Intensive) (Department of Fisheries, 2013) โดยต้นทุนในการเลี้ยงปลานิลนั้นกว่าร้อยละ 60 มาจากอาหาร (Pengseng, 2015) ด้วยต้นทุนที่จำกัดเกษตรกรจะไม่สามารถจัดเก็บอาหารเม็ดสำเร็จรูปไว้ได้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีอายุการเก็บรักษาที่สั้น และเมื่ออาหารล่วงอายุ คุณค่าทางโภชนะของอาหารจะลดลง และในระบบการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบหนาแน่นนั้นจะมีสิ่งขับถ่ายจำพวกแอมโมเนียเป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในระบบการเลี้ยง ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาขาดแคลนน้ำในบางฤดูกาล ส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถเปลี่ยนถ่ายน้ำในระบบการเลี้ยงได้ และคาดว่าในอนาคตปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำจะสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีไบโอฟลอค (Biofloc technology) มาใช้ในระบบการเลี้ยงปลานิลเนื่องจากไบโอฟลอคสามารถลดปริมาณแอมโมเนียที่เป็นพิษได้ (Burford *et al*., 2004; Direkbusarakom, 2015) โดยจุลินทรีย์ในกลุ่มของ Heterotrophic bacteria ซึ่งต้องการออกซิเจนในการสลายพลังงาน สามารถใช้คาร์บอนและไนโตรเจนเป็นแหล่งอาหาร การใช้เทคโนโลยีไบโอฟลอคจะต้องควบคุมอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) ให้มีความเหมาะสม โดยการนำเทคโนโลยีไบโอฟลอคมาใช้ในระบบการเลี้ยงปลานิลนั้นจะช่วยลดการเปลี่ยนถ่ายน้ำ และนำไบโอฟลอคมาทดแทนปลาป่นซึ่งเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารในการเลี้ยงปลานิล(Bureau of Agricultural Economics Research, 2012)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลจากการใช้ไบโอฟลอคทดแทนปลาป่นที่ระดับต่างๆ ต่ออัตรารอด อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในอาหารปลานิล เพื่อหาความเป็นไปได้ในการใช้ของเหลือจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนำกลับมาใช้ในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมไบโอฟลอค

เตรียมไบโอฟลอคในถังขนาด 1000 ลิตร โดยใช้อาหารกุ้งและแป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอฟลอค โดยควบคุมอัตราส่วนคาร์บอนต่อโปรตีน (C:P ratio) ในอัตราส่วน 16:1 และเติมอากาศตลอดเวลาแบบมากเกินพอ วัตถุดิบใช้อาหารกุ้งเสื่อมอายุ (โปรตีน 46% ที่เกินอายุที่แนะนำให้ใช้ประมาณ 1 เดือน)และแป้งมันสำปะหลังโดยควบคุมอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) ให้อยู่ในสัดส่วน 16:1โดยเติมวัตถุดิบที่ได้จากการคำนวณในครั้งเดียว ซึ่งดัดแปลงจากสมการของ Schryver *et al*. (2008) ดังนี้ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่เติม = ปริมาณโปรตีนในน้ำ (กรัม/ลิตร)xปริมาตรน้ำ(ลิตร)xปริมาณสัดส่วนคาร์โบไฮเดรตxประสิทธิภาพการใช้คาร์บอนในวัตถุดิบ$^{-1}$ วัดปริมาณไบโอฟลอคในถังทุกวันด้วยอิมฮอฟฟ์โคน (imhoff cone) โดยนำน้ำจากบ่อเลี้ยงเติมลงในอิมฮอฟฟ์โคนให้ได้ปริมาณ 1000 มิลลิลิตร จับเวลา 10 นาที เพื่อดูแนวโน้มการเกิดไบโอฟลอคที่เกิดเพิ่มขึ้นในถังเลี้ยง โดยมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 15 จึงกรองเก็บไบโอฟลอค และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C ด้วยตู้อบความร้อน นาน 1 วัน แล้วจึงส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารที่ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ด้วยวิธี AOAC (1995) โดยไบโอฟลอคจากการเลี้ยงด้วยวิธีดังกล่าวมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 35% และไขมัน 0% เยื่อใย 0% เถ้า 13% ส่วนที่เหลือจากการส่งวิเคราะห์บรรจุใส่ถุงพลาสติกเก็บใส่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C

2. การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ทดลองนั้นมีจำนวน 5 สูตร เป็นอาหารเม็ดจมที่เตรียมขึ้นเอง โดยดัดแปลงสูตรจาก Usawakesmanee (2014) โดยใช้ไบโอฟลอคที่ผลิตได้ทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 20, 40, 80 และ 100% โดยปรับสูตรอาหารให้มีระดับโปรตีนประมาณ 35% และปริมาณไขมัน 10% โดยใช้เครื่องอัดเม็ดอาหารหน้าแว่นขนาด 3 มิลลิเมตร ตัดอาหารให้มีขนาดใกล้เคียงกัน นำอาหารที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 60°C จนกระทั่งมีความชื้นในอาหารประมาณ 10% บรรจุอาหารใส่ถุงพลาสติกเก็บใส่ตู้เย็นที่ 4°C แบ่งส่วนหนึ่งส่งวิเคราะห์คุณค่าของอาหารแต่

ละสูตร เพื่อยืนยันปริมาณโปรตีน ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด อีกครั้ง (Table 1)

3. การเตรียมปลาทดลอง

นำปลานิลแปลงเพศจากฟาร์มวาสนาพันธุ์ปลา อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช นำมาปรับสภาพในบ่อทดลองและฝึกให้กินอาหารสูตรที่ 1 (ควบคุม) วันละ 3 ครั้ง เวลา 09.00, 12.00 และ 16.00 น. เป็นเวลา 2 สัปดาห์เพื่อฝึกให้ปลาคุ้นเคยกับอาหารและบ่อเลี้ยง เมื่อปลามีสุขภาพแข็งแรงและยอมรับอาหารจึงเริ่มการทดลอง

4. แผนการทดลอง

ดำเนินการทดลองในระหว่างเดือน ตุลาคม 2557 ถึงเดือน มกราคม 2558 ณ สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 5 สิ่งทดลอง ทำการศึกษาสิ่งทดลองละ 3 ซ้ำคัดขนาดปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.67 กรัม ลงบ่อทดลองแบบกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร ระดับน้ำสูง 30 เซนติเมตร บ่อละ 30 ตัว ให้อาหาร 5% ของน้ำหนักตัวเลี้ยงเป็นเวลา 7 สัปดาห์ เติมอากาศตลอดเวลาโดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการเลี้ยง แต่ใช้วิธีควบคุมระดับน้ำโดยเติมทดแทนหากมีปริมาณน้อยกว่าที่กำหนดไว้

5. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

สุ่มปลานิลชั่งวัดทุกๆ 7 วัน วางยาสลบด้วยน้ำมันกานพลู 80 มิลลิกรัมต่อลิตร (น้ำมันกานพลู/ปริมาตรน้ำ) วัดขนาด ชั่งน้ำหนัก โดยสุ่มครั้งละ 10 ตัว จดบันทึก คำนวณอัตราการเจริญเติบโตในรูปของ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) และอัตรารอด (Survival rate) ตามวิธีของ Choochote (1993) ดังนี้

1) อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio; FCR)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กินทั้งหมด (ก)}}{\text{น้ำหนักปลาที่จับ (ก) - น้ำหนักปลาเริ่มต้น (ก)}}$$

2) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Growth; ADG)

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักปลาที่จับ (ก) – น้ำหนักปลาเริ่มต้น (ก)}}{\text{ระยะเวลาของวันที่เลี้ยง}}$$

3) อัตรารอด (Survival rate, %)

$$\text{อัตรารอด (\%)} = \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือ}}{\text{จำนวนปลาที่ปล่อย}}$$

6. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ก่อนการชั่งวัดปลานิล ในปัจจัยต่อไปนี้การวิเคราะห์ความเป็นด่าง และการวิเคราะห์ออกซิเจนละลายน้ำ ด้วยวิธีมาตรฐาน (APHA-AWWA-WEF, 1995) การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ ใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบพกพา ยี่ห้อ Lovibond™ รุ่น MaxiDirect/MD600 และชุดสารละลายสำเร็จรูป Lovibond™และการวัดพีเอชและอุณหภูมิใช้เครื่องวัดยี่ห้อ Orion รุ่น Model 290A

ผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตเฉลี่ย อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลที่ได้รับอาหารผสมไบโอฟลอคทดแทนปลาป่นในระดับต่างๆกันในการทดลองนั้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ตั้งแต่ระดับ 20 – 100% (ปริมาณไบโอฟลอคที่ใส่ในสูตรอาหาร 200-450 ก./ กก.) แต่พบว่าในชุดควบคุมมีน้ำหนักสุดท้ายที่สูงกว่าทุกชุดการทดลอง (7.04±1.01) แต่มีอัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่มากกว่าชุดการทดลองอื่นด้วยเช่นกัน (1.72±0.34) ในส่วนของการศึกษาคุณภาพน้ำ ปริมาณแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.08 – 2.03 mg/L NH^3 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียที่อยู่ในช่วงต่ำสุดจะอยู่ในการทดแทนปลาป่นด้วยไบโอฟลอคที่ระดับ 100% เนื่องจากมีปริมาณคาร์บอนสูงที่สุดในจึงเป็นสาเหตุให้แอมโมเนียมีปริมาณลดต่ำลงกว่าชุดการทดลองอื่น ซึ่งในการทดลองพบปริมาณไนไตรท์อยู่ในช่วง 0.02 – 1.90 mg/L NO^{2-} เป็นปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อปลานิล เพราะมีปริมาณออกซิเจนสูงจากการให้อากาศตลอดเวลา พีเอชอยู่ในช่วง 7.1 – 7.6 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 9.70-15.49 mg/L ปริมาณความเป็นด่าง 64.73-89.37 mg/L as $CaCO_3$ ปริมาณความกระด้างเฉลี่ยสูงสุด 102.31 -144.68 mg/L as $CaCO_3$ และอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.33 – 27.33°C ซึ่งสัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตและเจริญเติบโตได้ดี (Table 1 and 2)

Table 1 Ingredient In diets (protein levels 32-38%)

Ingredients	Recommended (%)	Fish meal replacement ratio in diet (per 100 g)				
		0%	20%	40%	80%	100%
Fish meal	unlimited	25	20	15	5	0
Soybean meal	35-40	34	28	28	40	35
Cassava starch	0-35	1	1	1	1	1
Glutinous rice flour	unlimited	9	9	10	9	10
Rice bran	15-35	30	21	10	4	8
vitamin	1	1	1	1	1	1
Bioloc	unlimited	0	20	35	40	45
Protein Analysis (%)	-	36.82	36.47	34.33	37.83	32.47

Table2 Growth and Survival of tilapia fed with five diets for 7 weeks (mean ± SD, 3 replicates)

Factors	Fish meal replacement ratio in diet					P-value
	0%	20%	40%	80%	100%	
Average initial weight (g)	0.65±0.13	0.71±0.03	0.61±0.12	0.67±0.70	0.68±0.06	0.728
Average end weight (g)	7.04±1.01	6.28±1.14	6.66±0.35	6.14±1.61	6.12±0.84	0.470
Survival rate (%)	50.00±7.70	53.03±9.62	26.60±8.87	33.31±8.35	53.33±3.88	0.681
Feed conversion ratio	1.72±0.34	1.49±0.04	1.78±0.99	1.46±0.04	1.48±0.20	0.869
Average growth rate/day	1.20±0.20	1.54±0.26	1.28±1.15	1.14±0.30	1.62±0.30	-

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการทดลองให้ผลคล้ายกับการทดลองของ Bauer *et al*. (2012) ที่ใช้โปรตีนจากไบโอฟลอค และจากถั่วเหลือง เพื่อทดแทนปลาป่นในการผลิตอาหารกุ้งขาวในระดับ 25, 50, 75 และ 100% ตามลำดับ พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักสุดท้าย อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) และอัตรารอดตาย (Survival rate) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (Table 2) สอดคล้องกับ Azim and Little (2008) ที่เลี้ยงปลานิลในระบบที่ไม่มีไบโอฟลอค ด้วยอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 35% และ ในระบบที่มีไบโอฟลอคด้วยอาหารปริมาณโปรตีน 35% และ 24% พบว่าปลาที่เลี้ยงในระบบที่มีไบโอฟลอคมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ดีกว่าปลานิลที่ไม่ได้เลี้ยงในระบบไบโอฟลอค ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่าการผลิตไบโอฟลอคจากอาหารกุ้งเสื่อมอายุร่วมกับแป้งมันสำปะหลังโดยการควบคุม C:P ในระดับ 16:1 นั้นสามารถนำของเหลือจากการเลี้ยงสัตว์น้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และลดการใช้ปลาป่นในสูตรอาหารปลานิลลงได้ แต่ในการทดลองนี้พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของปลาไม่ดีนักและมีอัตรารอดต่ำ สอดคล้องกับ Sittiplangkoon (2013) ที่ทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยไบโอฟลอคที่อัตราส่วน C:N เท่ากับ 20:1 พบว่าปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโต 0.59 กรัม/วัน ซึ่งผลดังกล่าวอาจเป็นจากการไม่ได้เปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการเลี้ยง 7 สัปดาห์ทำให้ปลาต้องใช้พลังงานในการรักษาสมดุลของร่างกายและขับถ่ายของเสียทำให้ปลาโตช้าและอัตรารอดต่ำ และไม่มีการเติมวัตถุดิบจำพวกแป้งเพื่อเพิ่มคาร์บอนให้เกิดไบโอฟลอค เนื่องจากต้องการศึกษาว่าสูตรอาหารสามารถเพิ่มระบบฟลอคจากสิ่งขับถ่ายในระบบ

ได้หรือไม่ อีกปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลต่อการรอดของปลาคือการเลือกใช้วัตถุดิบและขบวนการทำอาหารที่ไม่ได้ทำให้ถั่วเหลืองซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักซึ่ง Chitmanat (2016) ได้อธิบายว่าเนื่องจากกากถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนที่สัตว์ใช้ในการเจริญเติบโตเช่น เมทไธโอนีน (methionine) ไลซีน (lysine) และทรีโอนีน (threonine) น้อยกว่าปลาป่น นอกจากนี้โปรตีนจากพืชในสภาวะดิบยังมีสารยับยั้งเอนไซม์ย่อยโปรตีน หากไม่ทำให้สุกจะมีผลทำให้ลดการใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโนบางตัว เช่น เมทไธโอนีนและซีสทีน (cystine) ลงได้ซึ่งในการการทดลองยังขาดการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนที่ได้จากไบโอฟลอคที่ผลิตในวิธีการดังกล่าวซึ่งอาจส่งผลต่ออัตรารอด และการเจริญเติบโตของปลาได้ ในด้านคุณภาพน้ำพบว่าปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่ทำการทดลองชุดที่การทดแทนปลาป่นด้วยไบโอฟลอคที่ระดับ 100% มีปริมาณแอมโมเนียน้อยที่สุดนั้น นอกจากนี้ Chitmanat (2016) อธิบายเพิ่มเติมว่า ไบโอฟลอค (biofloc) จะเกิดเมื่อความสมดุลของอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนในน้ำจะถูกเปลี่ยนไปเป็นตะกอนจุลินทรีย์ (biofloc) แล้วจะเปลี่ยนไปเป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ (Heterotrophic bacteria) ที่รวมตัวกันเป็นตะกอนแขวนลอย เมื่อมีการเติมสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตลงไปอีกจะมีการไปกระตุ้นให้ไบโอฟลอคดึงไนโตรเจน (แอมโมเนีย) มาใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่มากขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำลดลง

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองใช้ไบโอฟลอคทดแทนการใช้โปรตีนจากปลาป่นในอาหารปลานิลจากการทดลองเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารสูตรที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยไบโอฟลอค ในระดับ 0, 20, 40, 80 และ 100% ตามลำดับโดยเติมอากาศตลอดเวลา และไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการทดลอง พบว่าสูตรอาหารที่ไม่มีการทดแทนปลาป่นด้วยไบโอฟลอคและสูตรอาหารที่ได้รับการทดแทนปลาป่นด้วยไบโอฟลอค (20–100%) ทุกสูตรอาหารเมื่อนำมาทดลองเลี้ยงปลานิล พบว่ามีอัตรารอด (Survival rate) อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ไม่มีความแตกต่างกันทางหลักสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (0%) ในด้านคุณภาพน้ำพบว่าการใช้ไบโอฟลอคทดแทนปลาป่นที่ระดับ 100% เหมาะต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำมากที่สุด เนื่องจากมีปริมาณแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.09 – 0.36 mg/L NH^3ปริมาณไนไตรท์อยู่ในช่วง 0.07 – 1.32 mg/L NO^{2-} ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและคุณภาพน้ำของชุดการทดลองที่ให้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับการใช้เทคโนโลยีไบโอฟลอคทดแทนปลาป่น 0% มีความเหมาะสมน้อยที่สุดมีปริมาณแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.09 – 2.03mg/L NH^3 ปริมาณไนไตรท์อยู่ในช่วง 0.03 – 1.38 mg/L NO^{2-} ซึ่งค่อนข้างเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะสามารถใช้ไบโอฟลอคอบแห้งทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร.กิตติชนม์ อุเทนะพันธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ทดลอง และข้อเสนอแนะในการทดลอง และขอขอบคุณคณะกรรมการโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก ภาคใต้ตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

References

AOAC. 1995. Official methods of analysis of AOAC International. Gaithersburg, Md: AOAC International.

APHA-AWWA-WEF.1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19th Edition, Washington DC.

Azim, M.E. and Little, D.C. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc

composition and growth and welfare of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture. 283: 29-35.

Bauer, W., Prentice-Hernandez, C., Tesser, M.B., Wasielesky, W.J. and Poersch, L.H.S. 2012. Substitution of fishmeal with microbial floc meal and soy protein concentrate in diets for the pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture. 342-343: 112-116.

Bureau of Agricultural Economics Research. 2012. Study of economy, production, marketing of fishmeal. Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives Agricultural Economics Research. Thailand [online]. (Accessed March 27, 2015) Available from: URL: http://www.oae.go.th /ewtadmin/ewt/oae_baer/download/article/article_20141013135447.pdf.

Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H. and Pearson, D.C. 2004. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. Aquaculture. 232: 525-537.

Chitmanat, C. 2016. Aquaculture technology innovation. Prawarun Agr. J. 13 (2): 116-125.

Choochote, S. 1993. Freshwater fish farming. O.S. Printing House: Bangkok. 280 pp.

Department of Fisheries. 2010. Fisheries statics of Thailand 2009. Information Technology Center, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand. 96 pp.

Department of Fisheries. 2013. Tilapia product and product situation report in the year of 2013. Fisheries Economics. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand. 9 pp.

Direkbusarakom, S. 2015. Aquaculture by flocculation [online]. [Accessed March 27, 2015] Available from: URL: http://www.coastalaqua.com/files/technology.

Pengseng, P. 2015. Quality of tilapia farm village to standard. The Complete report of Village Project, Science and Technology Camp in Fiscal Year 2015. Nakorn Sri Thammarat. pp. 6.

Schryver, P. D., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N. and Verstraete, W. 2008. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. Aquaculture. 277: 125-137.

Sittiplangkoon, P. 2013. Efficiency of inorganic treatment of biological sludge from biofloc aquaculture system. M.Eng. Thesis in Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University.

Usawakesmanee, N. 2014. Nutrition and fish feeding. O.S. Printing House: Bangkok. 280 pp.