รายงานการวิจัย

สัดส่วนเศษปลาหมักผงที่เหมาะสมในการทดแทนปลาป่นและกากถั่วเหลืองในอาหารปลานิลแดง

Appropriate proportion of fermented fish-offal powder for fish meal and soybean cake replacement in Read Tilapia feed

วรวุฒิ เกิดปราง Worawut Koedprang

ปรีดา ภูมี Preeda Phumee

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีพุทธศักราช 2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ประจำปีพุทธศักราช 2557

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ในการสนับสนุนทุนวิจัย รวมทั้งอุปกรณ์และสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยการวิจัย นักศึกษาสาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและเจ้าหน้าที่ศูนย์วิสาหกิจศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ที่ให้การสนับสนุนต่าง ๆ จนกระทั่งการวิจัยสำเร็จลุล่วง

วรวุฒิ เกิดปราง

ปรีดา ภูมี

กรกฎาคม 2558

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สัดส่วนเศษปลาหมักทดแทนปลาป่นที่เหมาะสมในสูตรอาหารปลานิลแดง

วรวุฒิ เกิดปราง[1] และ ปรีดา ภูมี[1]

บทคัดย่อ

เศษปลาข้างเหลือง ซึ่งประกอบด้วยเครื่องในและหัวจากโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ ผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM) และนำมาผสมในสูตรอาหารปลานิลแดงชนิดจมน้ำ ปริมาณโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แหล่งโปรตีนจากเศษปลาหมักอบแห้งเป็นส่วนผสมในสัดส่วน 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับถั่วเหลืองป่น 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร และใช้ปลาป่นเพื่อเติมเต็มปริมาณโปรตีนในสูตรอาหาร รวมสูตรอาหารทั้งสิ้น 8 สูตร เลี้ยงลูกปลานิลแดงแปลงเพศความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร ในถังกลมบรรจุน้ำ 350 ลิตร จำนวนถังละ 10 ตัว ด้วยอาหารแต่ละสูตร โดยให้กินจนอิ่มในเวลาเช้าและเย็น ทำการเลี้ยงปลาสูตรละ 3 ซ้ำ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทำการวิเคราะห์น้ำหนักเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) อัตรารอดตาย (SR) อัตราการกินอาหาร (FI) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) และการใช้โปรตีนสุทธิ (NPU) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่าน้ำหนักเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง ค่า SGR, SR และ FI ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบความแตกต่างทางสถิติของค่า FCR, PER และ NPU (P<0.01) จากผลการทดลองพบว่าการใช้เศษปลาหมักทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิลแดงสามารถใช้ได้ในสัดส่วน 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ถั่วเหลืองป่นในสัดส่วน 30 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร และลดลงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ถั่วเหลืองป่นในสัดส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร

คำสำคัญ: เศษปลาหมัก อาหารปลานิลแดง

---

[1]สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

Appropriate Proportion of Fish Waste Silage in Fish Meal Replacement in Red Tilapia Diet

Worawut Koedprang[1] and Preeda Phumee[1]

Abstract

Fish waste, comprising viscera and head of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolipis*) from fish processing plant was fermented with commercial effective microorganisms (EM). Red tilapia sinking diets with isonitogenous (35% of protein) were formulated. Sources of protein in diets were composed of fish waste silage (FWS) at 0, 10, 20 and 30% combined with SBM at 30 and 40% of ingredients and supplemented with FM to equalized protein level. The juvenile sex reversed male red tilapia was stocked in 350 L cylinder container with 10 fish. Each diet was fed *ad libitum* to triplicate groups of fish twice a day for eight weeks. The performances; specific growth rate (SGR), survival rate (SR), feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR), protein efficiency ratio (PFR) and net protein utilization (NPU) were evaluated and Statistical package program was used to statistical analysis. The results presented that the replacement of FWS in the diets shown no significant difference on growth performances; initial and final weights, SGR, SR and FI (P>0.05) while the difference found on feed utilizations; FCR, PER and NPU (P<0.01) of Red tilapia. The highest replacement levels of FWS was up to 30% of ingredient when 30% of SBM was added while it reduced to 10% of ingredient when 40% of SBM was applied in the diet.

Keywords: Fish waste silage, Red Tilapia diet

[1] Department of Fisheries Technology, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(ก)
สารบัญตาราง	(ข)
สารบัญภาพ	(ค)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการวิจัย	5
ผลการวิจัย	9
วิจารณ์ผลการวิจัย	18
สรุปผลการวิจัย	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	25

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบวัตถุดิบอาหาร คุณค่าทางโภชนาการและราคาของอาหาร 8 สูตร (D1-D8)	7
2	การเจริญเติบโต อัตรารอดตาย ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนการผลิตของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมถั่วเหลืองป่นและเศษปลาหมักในอัตราส่วนต่างกัน	10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์	11
2	อัตราเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์	12
3	อัตรารอดตาย (Survival rate; SR) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์	13
4	อัตราการกินอาหาร (Feed intake; FI) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์	14
5	อัตราแลกเนื้อ (Feed conversion ratio; (FCR) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์	15
6	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio; PER) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์	16
7	การใช้โปรตีนสุทธิ (Net protein utilization) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์	17

ภาพผนวกที่

1	ขั้นตอนการผลิตเศษปลาหมัก	26
2	อาหารผสมถั่วเหลืองป่นและเศษปลาหมักในอัตราส่วนต่างกัน (สูตร D1-D8)	26
3	ถังพลาสติกกลมขนาด 500 ลิตร ที่ใช้ในการเลี้ยงปลานิลแดง	27
4	ปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์	27

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทนำ

ปลานิลแดงเป็นปลาที่ได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในประเทศไทย และการส่งออกต่าง ประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา อิตาลี ฝรั่งเศส ออสเตรเลีย เป็นต้น เนื่องจากมีรสชาติดี และมีสีสันสวยงาม ทำให้เป็นที่นิยมเลี้ยงของเกษตรกรกันมากขึ้น ทั้งในบ่อดิน กระชัง บริเวณแหล่งน้ำจืด รวมถึงบริเวณน้ำกร่อยในบางพื้นที่ (กรมประมง, มปป.) และมีการวิจัยหาวิธีการเลี้ยงอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น มีการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อเป็นที่ต้องการของตลาด โดยใช้ต้นทุนต่ำ (Bahurmiz and Ng, 2007) ปลานิลจัดอยู่ในปลากินพืช (herbivorous) แต่สามารถกินอาหารได้หลากหลาย มีความต้องการโปรตีนในอาหารประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ (อมรรัตน์ และคณะ, 2548) และปลาป่นเป็นวัตถุดิบอาหารประเภทโปรตีนที่สำคัญในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ แต่ปัจจุบันปลาป่นมีราคาแพงเนื่องจากผลผลิตลดลง กอปรกับมีความต้องการเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อาหารสัตว์น้ำมีราคาสูงขึ้นตามไปด้วย (Hardy, 2010) จึงได้มีการศึกษาแหล่งโปรตีนเพื่อทดแทนการใช้ปลาป่น กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนที่นิยมใช้ทดแทนปลาป่นในอาหารสัตว์น้ำ เนื่องจากมีโปรตีนสูงและมีราคาถูกกว่าปลาป่น (Bonaldo *et al*., 2006; Carter and Hauler, 2000) แม้ว่ากากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสัตว์น้ำได้ดี แต่มีรายงานว่าการผสมกากถั่วเหลืองในปริมาณที่สูงมีผลต่อการกินอาหารและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ เนื่องจากกากถั่วเหลืองมีสารต้านโภชนะ (antinutritional factors; ANFs) และความไม่สมดุลของกรดอะมิโน (Deng *et al*., 2006; Wang *et al*., 2006) การผสมกากถั่วเหลืองปริมาณมากในอาหารสัตว์น้ำมีผลทำให้ปลามีการเจริญเติบโตช้าลง (Tantikitti, *et al*., 2005) เนื่องจากอาหารที่มีกากถั่วเหลือง ส่งผลต่อการกินอาหารของสัตว์น้ำลดลง (Phumee *et al*., 2011)

เศษปลาหมัก เป็นผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากปลา ได้แก่ หัวปลาก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด ผ่านขบวนการหมักโดยการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้ว จะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยธาตุ

อาหารรองได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน และธาตุอาหารเสริมได้แก่ เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส โดยทั่วไปมีนำปุ๋ยปลาไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สำหรับเป็นปุ๋ยปรับปรุงบำรุงดิน อย่างกว้างขวาง แต่นอกจากนี้ปุ๋ยปลายังประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโน ซึ่งเกิดจากกระบวนการย่อยสลายของโปรตีนในตัวปลา และยังมี กลิ่นและรสชาติที่มาจากตัวปลา น่าจะสามารถนำไปผสมในอาหารสัตว์ได้ (สุริยา, มปป.) การศึกษาการใช้ปลาเศษเหลือมาใช้ประโยชน์ด้านอาหารปลาเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับปลาเศษเหลือ โดยใช้ทดแทนปลาป่นในอาหารปลาหลายชนิด เช่น ปลา Indian major carp, rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) มีการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการย่อย และคุณภาพซากดี เมื่อได้รับอาหารที่มีปลาหมัก 30 เปอร์เซ็นต์ (Mondal *et al.*, 2007) ปลา Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) อายุ 10 วัน สามารถผสมปลาหมักในอาหารได้ 25 เปอร์เซ็นต์ (Cahu *et al*., 1999) นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้ปลาหมักใน ปลา Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Aksnes *et al*., 2006) และปลา turbot, *Scophthalmus maximus* (Oliva-Teles *et al*., 1999) Mondal *et al.* (2007) กล่าวว่า การใช้ปลาหมักผสมในอาหารปลานอกจากลดต้นทุนการผลิตแล้วยังช่วยลดมลพิษของสิ่งแวดล้อมและเป็นการนำของเสียจากการแปรรูปสัตว์น้ำมาใช้ให้เป็นประโยชน์

ในอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตปลากระป๋อง หรือแม้กระทั้งตลาดสดที่มีการตัดแต่งซากก่อนการจำหน่าย พบว่ามีเศษเหลือจากการผลิต ได้แก่ ปลาเสียทั้งตัว หัว ไส้ รวมทั้งกระดูก และถูกทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งเศษซากเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้นำปลาเศษเหลือมาผลิตเป็นเศษปลาหมักด้วยจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์จะย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้มีโมเลกุลเล็กลง ของเหลวหรือน้ำหมักที่ได้จะมีทั้งจุลินทรีย์เกิดขึ้นหลากหลายชนิด รวมทั้งมีสารประกอบชนิดต่างๆ ได้แก่ สารพวกคาร์โบไฮเดรท โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่นๆ จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในน้ำหมักส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแลกติกซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญ คือสามารถผลิตกรดแลคติก ซึ่งทำให้น้ำหมักมีสภาพเป็นกรด และไปยับยั้งไม่ให้แบคทีเรียกลุ่มอื่นแพร่ขยายเพิ่มขึ้น และยังสามารถสร้างสาร

bacteriocin ที่มีฤทธิ์ยับยังการเจริญของแบคทีเรียชนิดอื่น (Natisri *et al*., 2005) และยังช่วยป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในคน และช่วยรักษาคุณภาพของน้ำหมักได้ (Kantachote and Charenjiratrakul, 2008; Prachyakij *et al.*, 2007; Prachyakij *et al.*, 2008) และเศษปลาหมักที่ได้นำมาหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิลแดง เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์น้ำ และการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนการผลิตของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของปลาป่น ถั่วเหลืองป่น และเศษปลาหมักแตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ผลิตเศษปลาหมัก

การผลิตเศษปลาหมัก มีส่วนผสมในการหมัก ดังนี้ (ปรับปรุงสูตรของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)

1. เศษเหลือของปลา หรือ เครื่องในไก่ บดละเอียด 1 กิโลกรัม
2. กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม
3. EM เข้มข้น 150 มิลลิลิตร
4. น้ำสะอาด 200 มิลลิลิตร

ผสมให้เข้ากันใส่ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด บ่มที่อุณหภูมิ 40°C เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นกรองแยกเฉพาะของเหลวและกำจัดจุลินทรีย์ด้วยสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟล์ ($K_2S_2O_5$; KMS) เข้มข้น 100 ppm และปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และอบให้แห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียด (ภาพผนวกที่ 1) และเก็บรักษาที่ -20 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเศษปลาหมัก (AOAC, 1990) เพื่อใช้สำหรับการคำนวณสูตรอาหารปลานิลต่อไป

การศึกษาสัดส่วนของปลาป่น กากถั่วเหลือง และปลาหมักผงในอาหารปลานิลแดง

1. ผลิตอาหารผสมที่มีปริมาณโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสัดส่วนของแหล่งโปรตีนจากเศษปลาหมัก (FWS) 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองป่น (SBM) 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร และใช้โปรตีนจากปลาป่น (FM) เป็นส่วนเติมเต็มปริมาณโปรตีนในอาหาร รวมทั้งสิ้น 8 สูตร (D1-D8) และจัดให้สูตรอาหาร D1 เป็นสูตรควบคุม (ภาพผนวกที่ 2) ดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

อาหารสูตรที่ 1 (D1) ใช้ถั่วเหลืองป่น 30 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมักผง 0 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 2 (D2) ใช้ถั่วเหลืองป่น 30 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมักผง 10 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 3 (D3) ใช้ถั่วเหลืองป่น 30 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมักผง 20 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 4 (D4) ใช้ถั่วเหลืองป่น 30 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมักผง 30 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 5 (D5) ใช้ถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมักผง 0 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 6 (D6) ใช้ถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมักผง 10 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 7 (D7) ใช้ถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมักผง 20 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 8 (D8) ใช้ถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ และปลาหมักผง 30 เปอร์เซ็นต์

โดยอาหารแต่ละสูตรมีส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ตารางที่ 1 องค์ประกอบวัตถุดิบอาหาร คุณค่าทางโภชนาการ และราคาของอาหาร 8 สูตร (D1-D8)

Ingredients (%)	Experimental diets							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
FWS (37.7%	0	10	20	30	0	10	20	30
SBM (55% CP)	30	30	30	30	40	40	40	40
FM (62% CP)	29.84	23.76	17.68	11.60	20.97	14.89	8.81	2.73
Rice Bran	12	12	12	12	12	12	12	12
Palm oil	4	4	4	4	4	4	4	4
Starch	20.16	16.24	12.32	8.40	19.03	15.11	11.19	7.27
Vitamin Mix	1	1	1	1	1	1	1	1
Mineral Mix	1	1	1	1	1	1	1	1
CMC	2	2	2	2	2	2	2	2
Composition (% dry matter)								
Protein	35.17	35.26	35.41	35.16	35.33	35.14	35.27	35.02
Lipid	12.08	12.12	12.38	11.99	12.52	12.53	12.48	12.31
Ash	11.17	12.02	12.26	13.02	9.80	10.05	10.32	10.96
Moisture	3.30	4.45	5.61	8.08	3.07	3.28	4.73	7.59
Energy	19.14	18.71	18.03	17.80	19.16	19.29	18.34	18.49
Cost (฿/kg)	36.01	34.02	32.03	30.05	34.40	32.41	30.42	28.44

หมายเหตุ : ใน 1 กิโลกรัม ของ Vitamin Mix ประกอบด้วย vitamin A 10,000,000 IU, D3 2,000,000 IU, E 1,500 IU, thiamine 2 gm, riboflavin 2.5 gm, pantothenic acid 14 gm, pyridoxine 2 gm, cyanocobalamin 10 mg, folic 0.5gm, niacin 12 gm, K_3 2 gm and C 20 gm. In 1 kg of Mineral Mix consist of Ca 100,000 mg, P 80,000 mg, Cu 2,500 mg, Fe 1,200 mg, Mn 1,200 mg, Zn 1,540 mg, K 260 mg, I 740 mg, Mg 2,160 mg, Se 10 mg and Co 240 mg.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

2. ลูกปลานิลแดงแปลงเพศขนาดความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร เลี้ยงในถังกลมบรรจุน้ำ 350 ลิตร (ภาพผนวกที่ 3) จำนวนถังละ 10 ตัว ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ชั่งน้ำหนักรวมของปลาแต่ละหน่วยการทดลอง

3. ให้ปลากินอาหารจนอิ่ม วันละ 2 เวลา เช้าและเย็น ให้อาหารทดลองจนปลากินอิ่ม และเหลือเศษอาหารน้อยที่สุด ดูดตะกอนก้นถังก่อนให้อาหารมื้อเช้า และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุก 2 วัน เพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ทำการเลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (ภาพผนวกที่ 4)

4. การเก็บข้อมูล

ชั่งน้ำหนักรวมทุก 2 สัปดาห์ และบันทึกประมาณอาหารที่กินเพื่อคำนวณการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio; PER) และต้นทุนการผลิต วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาก่อนและหลังการทดลองเพื่อคำนวณการใช้โปรตีนสุทธิ (Net protein utilization; NPU) นับจำนวนปลาทุกครั้งที่ทำการชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณอัตราการกินอาหาร (Feed intake; FI) อัตราแลกเนื้อ (Feed conversion ratio; FCR) และอัตรารอดตาย (Survival rate; SR)

5. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD (Analysis of Variance in Complete Randomize Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ผลการวิจัย

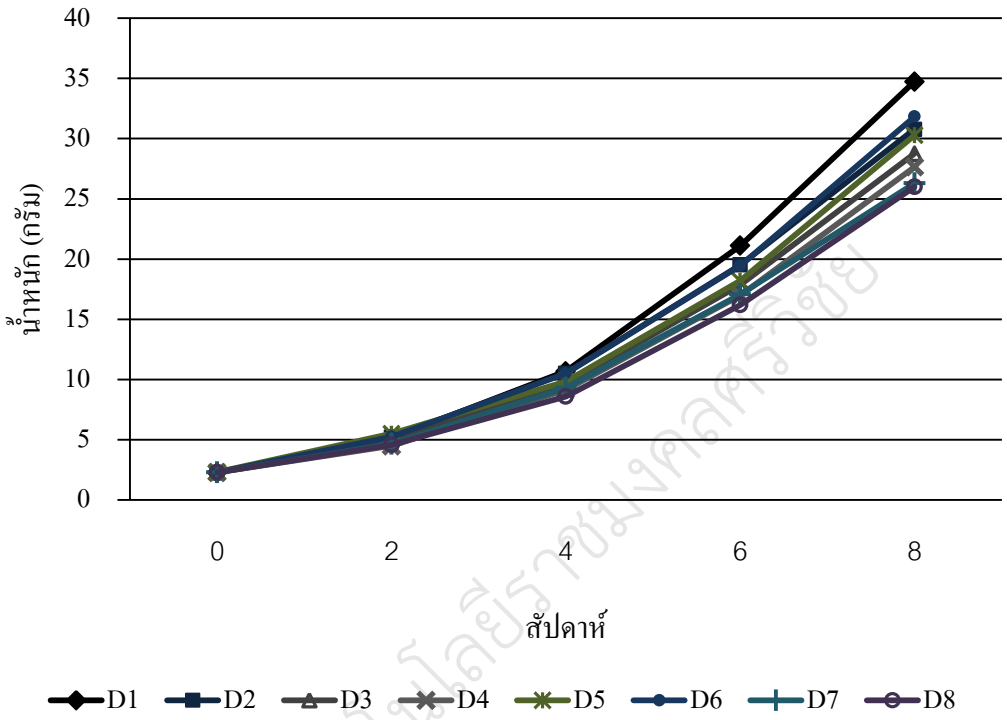
ผลการเลี้ยงปลานิลแดงด้วยอาหารที่ใช้เศษปลาหมักทดแทนปลาป่นทั้ง 8 สูตร (D1-D8) พบว่า ค่าการเจริญเติบโต ประกอบด้วย น้ำหนักเริ่มต้น ระหว่าง 2.29-2.30 กรัม น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ระหว่าง 26.00-34.73 กรัม ความยาวเริ่มต้น ระหว่าง 5.09-5.24 เซนติเมตร ความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ระหว่าง11.78-12.90 เซนติเมตร (ตารางที่ 2 และภาพที่ 1) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ระหว่าง 4.33-4.85 กรัมต่อวัน อัตรารอดตาย ระหว่าง 90-100 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการกินอาหาร (FI) 48.99-52.43 กรัมต่อตัว (ตารางที่ 2) อัตรารอดตาย ระหว่าง 90-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารแต่ละสูตร ประกอบด้วย อัตราแลกเนื้อ (FCR) ระหว่าง 1.52-2.16 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) ระหว่าง 1.88-1.33 และการใช้โปรตีนสุทธิ (NPU) ระหว่าง 13.91-10.34 เปอร์เซ็นต์ โดย FCR, PER และ NPU ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D6 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับอาหารสูตร D1 แต่ FCR ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D7 และ D8 สูงกว่าอาหารสูตร D1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับอาหารสูตร D2-D6 และ PER ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D7 และ D8 ต่ำกว่าอาหารสูตร D1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) และไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับอาหารสูตร D2-D6 เช่นกัน ขณะที่ NPU ของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D7 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับอาหารสูตร D1-D4, D6 และ D8 แต่ต่ำกว่าอาหารสูตร D5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) และอาหารสูตร D8 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับอาหารสูตร D2-D4,D6 และ D7 แต่ต่ำกว่าอาหารสูตร D1 และ D5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) ดังแสดงใน ตารางที่ 2 ส่วนต้นทุนของค่าอาหารมีราคาระหว่าง 28.44-30.01 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 1) และเมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลานิลแดง 1 กิโลกรัม มีราคาระหว่าง 52.47-58.68 บาท ซึ่งอาหารทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโต อัตรารอดตาย ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนการผลิตของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมถั่วเหลืองป่นและเศษปลาหมักในอัตราส่วนต่างกัน

Performances	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Initial weight (g) (g)	2.29a	2.29a	2.30a	2.29a	2.32a	2.30a	2.30a	2.30a
Final weight (g)	34.73a	30.78a	28.76a	27.65a	30.29a	31.83a	26.30a	26.00
Initial length (cm)	5.23a	5.09a	5.21a	5.24a	5.18a	5.17a	5.22a	5.11a
Final length (cm)	12.90a	12.41a	12.11a	12.03a	12.14a	12.48a	11.78a	11.85
SGR (%/day)	4.85a	4.64a	4.50a	4.45a	4.56a	4.68a	4.36a	4.33a
SR (%)	100a	100a	96.67a	96.67a	90.00a	96.67a	100a	96.67
FI (g/fish)	48.99a	50.34a	52.43a	51.69a	46.87a	50.77a	49.36a	51.22
FCR	1.52a	1.78ab	1.99ab	2.03ab	1.71ab	1.74ab	2.06b	2.16b
PER	1.88a	1.61ab	1.42ab	1.39ab	1.68ab	1.66ab	1.36b	1.33b
NPU (%)	13.91ab	12.93abc	11.09abc	11.10abc	14.35a	13.02abc	10.80bc	10.34
Capital (฿/kg of fish)	52.53a	54.89a	58.68a	56.17a	53.98a	52.47a	57.14a	56.03a

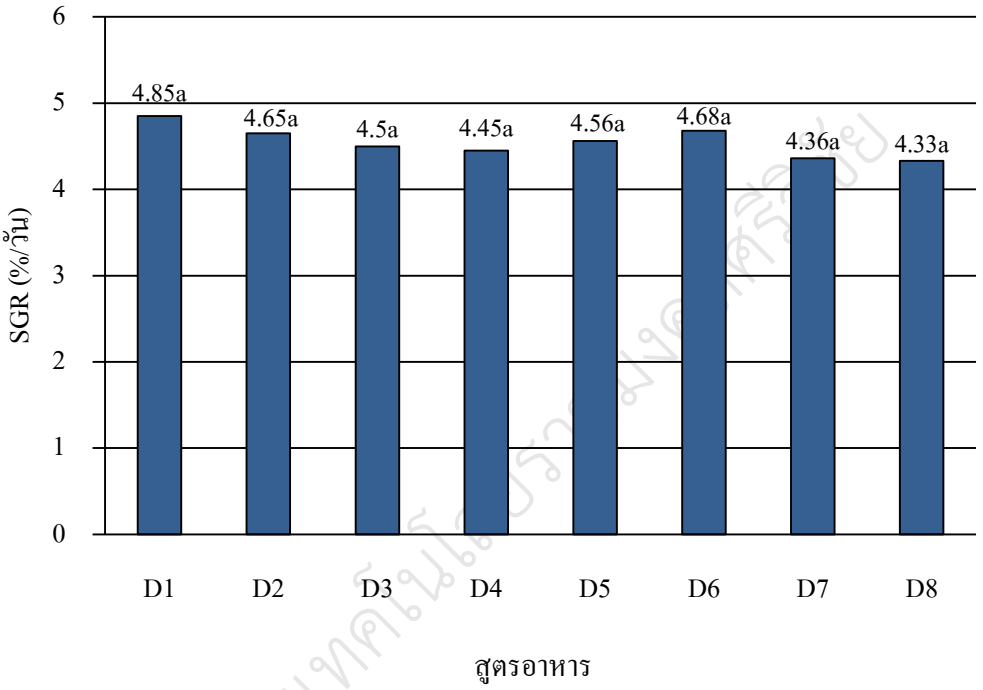
หมายเหตุ : ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05).
SGR; Specific growth rate, SR; Survival rate, FI; Feed intake, FCR; Feed conversion ratio, PER; Protein efficiency ratio and NPU; Net protein utilization

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



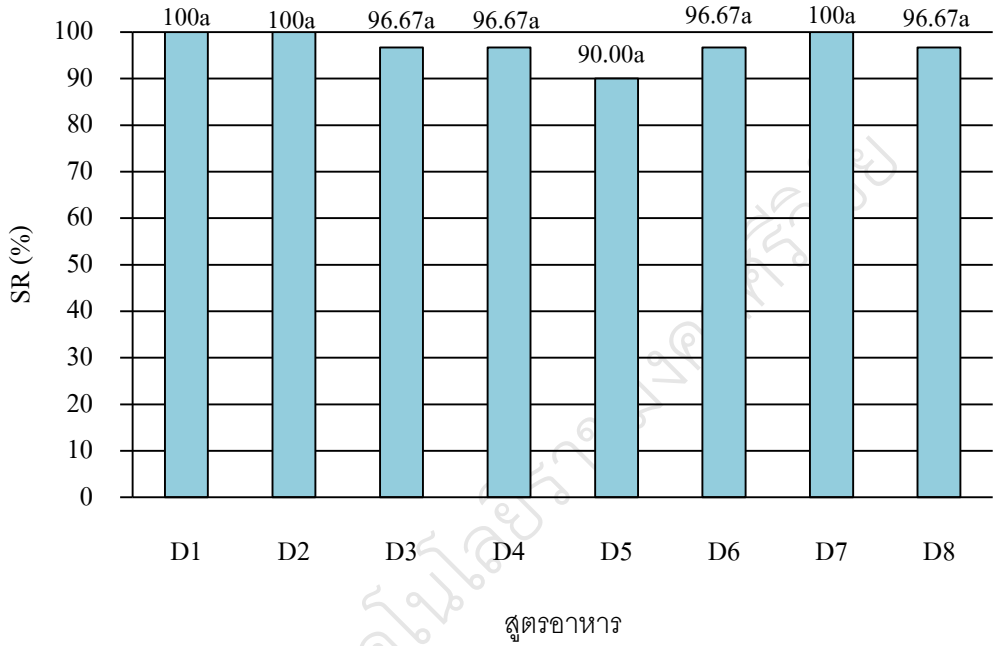
ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



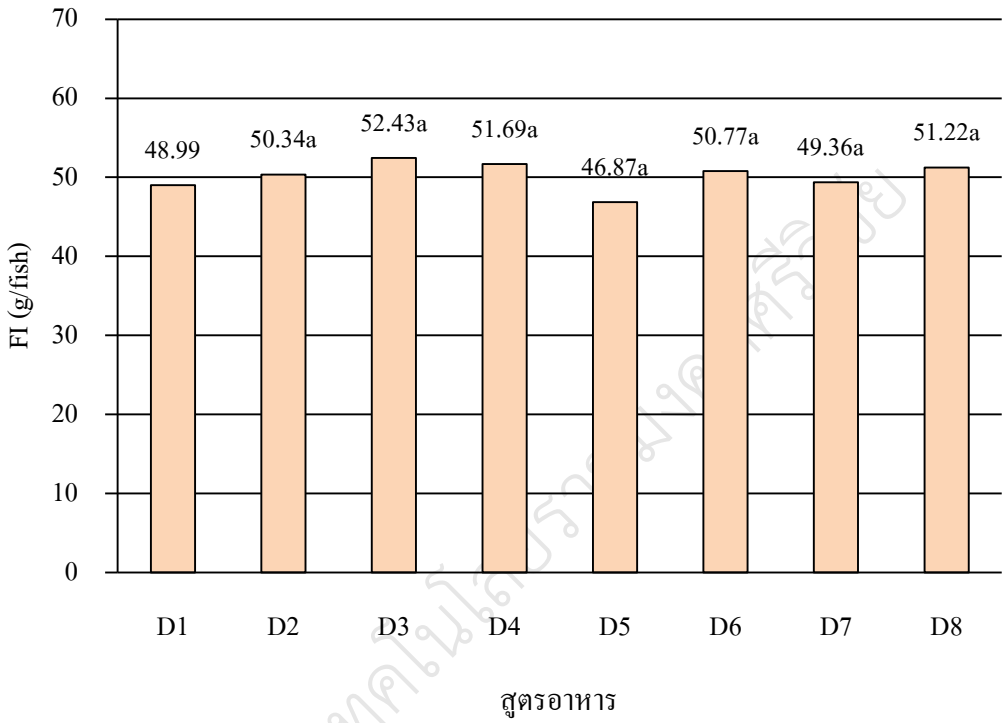
ภาพที่ 2 อัตราเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



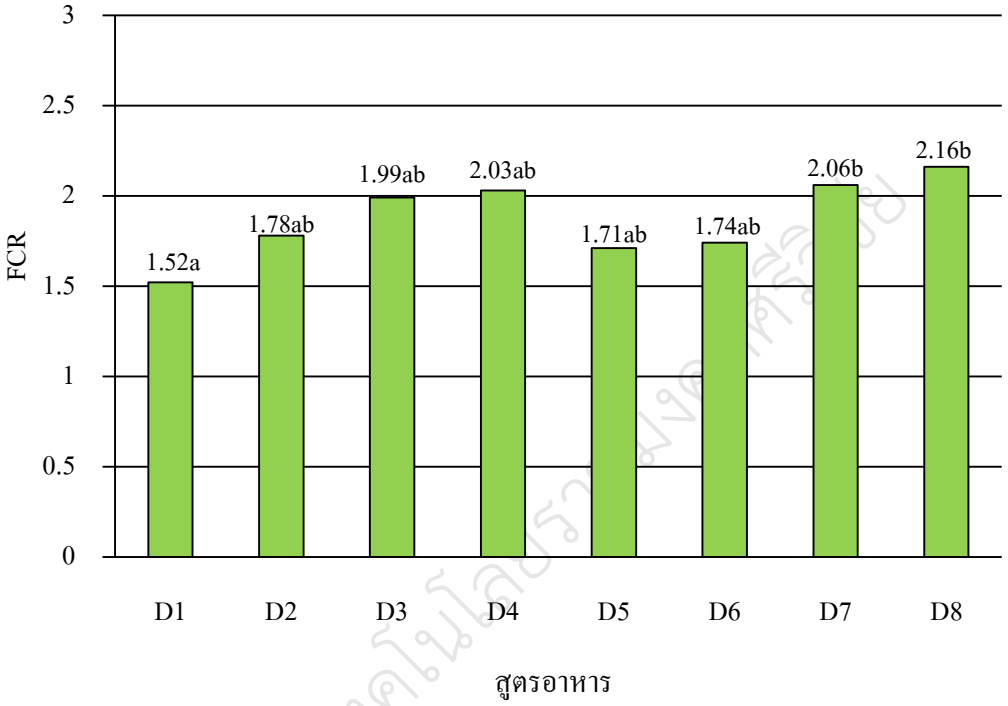
ภาพที่ 3 อัตรารอดตาย (Survival rate; SR) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



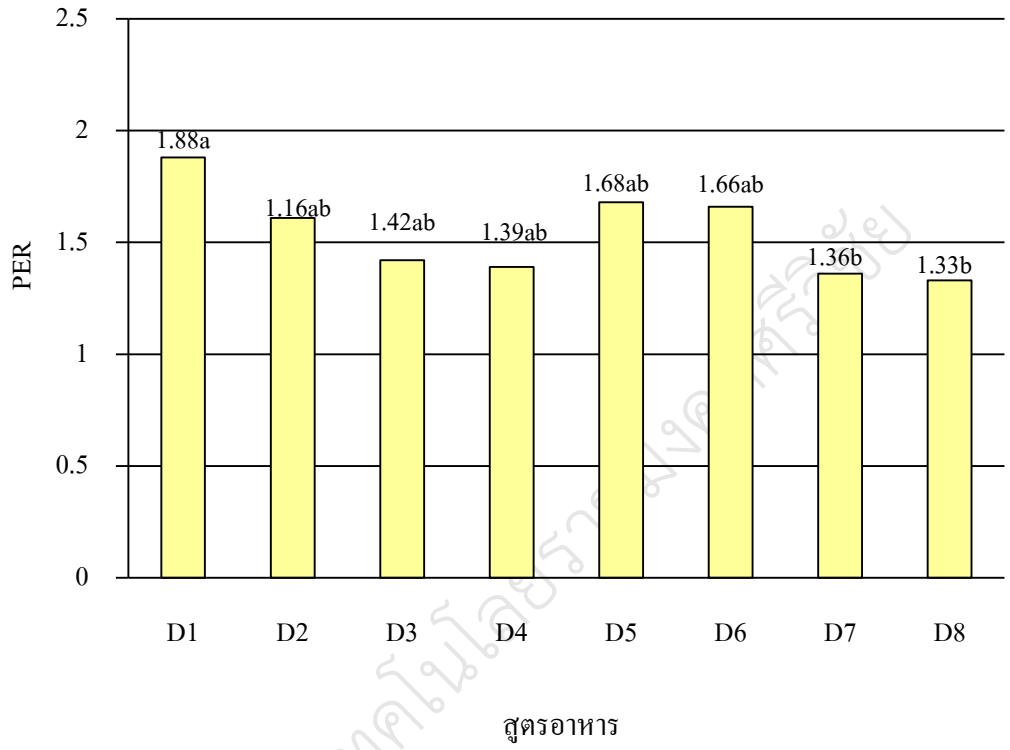
ภาพที่ 4 อัตราการกินอาหาร (Feed intake; FI) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



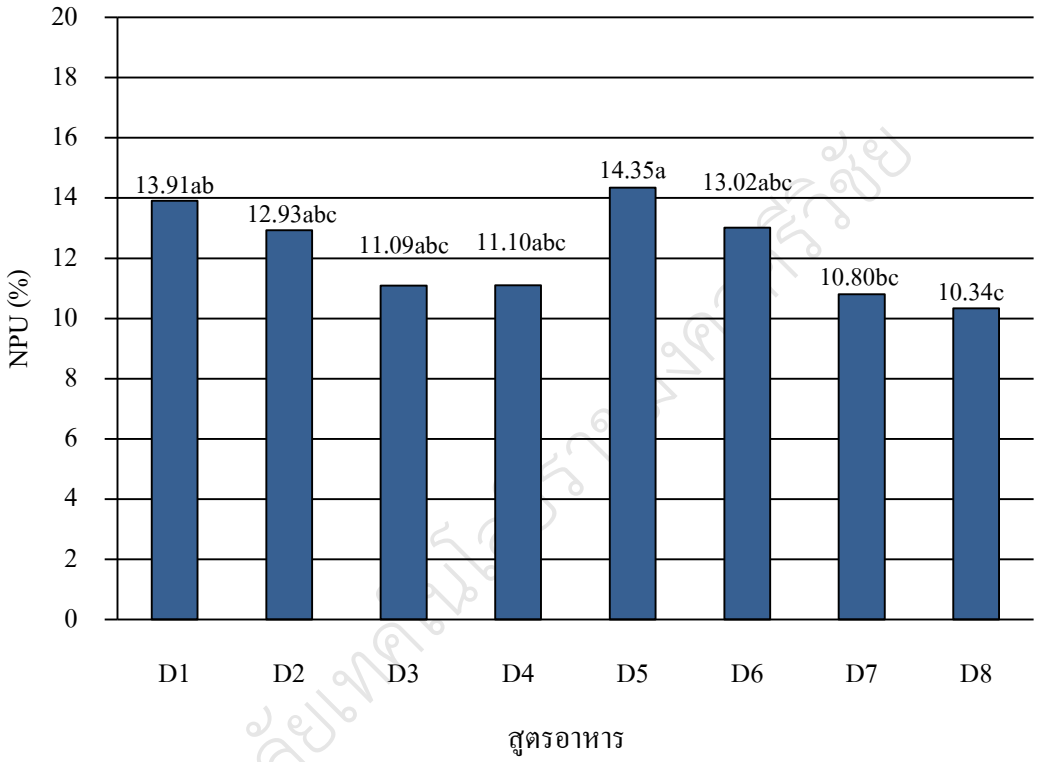
ภาพที่ 5 อัตราแลกเนื้อ (Feed conversion ratio; FCR) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio; PER) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



ภาพที่ 7 การใช้โปรตีนสุทธิ (Net protein utilization; NPU) เฉลี่ย ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร D1-D8 เป็นเวลา 8 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิจารณ์ผลการวิจัย

การเลี้ยงปลานิลแดงด้วยอาหารผสมปริมาณโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนผสมของเศษปลาหมัก 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองป่น 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร ไม่มีส่งผลต่อการเจริญเติบโตการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตรารอดตาย และอัตราการกินอาหาร เมื่อเปรียบเทียบสูตรอาหารที่ไม่ใช้เศษปลาหมัก ทั้งนี้อาจเนื่องจากอาหารทุกสูตรมีปริมาณโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ เท่ากันทุกสูตร ซึ่งอยู่ในระดับตามความต้องการโปรตีนของปลานิล ดังเช่น Abdelghany (2000) รายงานว่าปลานิล ระยะ fingering น้ำหนักประมาณ 2.40 กรัม มีความต้องการโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงเมื่อปลาเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น การทดแทนเศษปลาหมักในอาหารปลานิลแดงในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับ Fagbenro (1994) กล่าวว่า การใช้ปลาหมักในอาหารปลาสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 30-75 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของปลา Mondal *et al.* (2007) ศึกษาพบว่าสามารถใช้ปลาหมักทดแทนปลาป่น 30 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลา Indian major carp, rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) มีผลให้การเจริญเติบโต ประสิทธิ ภาพการย่อย และคุณภาพซากดี และ Oliva-Teles *et al.* (1999) ใช้โปรตีนสกัดจากปลา (fish protein hydrolysate) ทดแทนปลาป่น 25 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลา turbot, *Scophthalmus maximus* มีผลต่อการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ถึงแม้ Hardy *et al.* (1983) กล่าวว่ากระบวนการผลิตปลาหมักมีผลให้เกิดกรดในปลาหมัก เมื่อนำไปผลิตอาหารปลาจะทำให้อาหารมีความเป็นกรดสูง จะมีผลต่อการยอมรับอาหารและการทำงานของน้ำย่อยโปรตีน (protease) ในทางเดินอาหาร และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลที่ลดลง แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการปรับความเป็นกรด-ด่างของเศษปลาหมักให้เป็นกลางก่อนนำมาผลิตอาหารปลา จึงไม่มีผลต่ออัตราการกินอาหารแต่ละสูตรในการศึกษาครั้งนี้ ดังเช่นที่ Fernandez (1995) รายงานว่า กุ้งทะเล *Penaeus indicus* และ *Metapenaeus dobsoni* จะยอมรับอาหารที่มีความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 7-9 และการยอมรับอาหารจะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความเป็นกรด-ด่างของอาหารเท่ากับ 6 หรือ 10 นอกจากนี้ Sae-alee and

Tantikitti (2008) รายงานว่าโปรตีนสกัดจากเครื่องในปลาทูน่าในอาหารมีผลในกระตุ้นความอยากกินและดึงดูดให้กุ้งก้ามกรามเข้ามากินอาหารมากขึ้น Saber (2007) พบว่าการใช้ปลาหมักที่ผลิตจากเศษปลาและรำข้าวทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิลสามารถใช้ได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์โดยไม่ส่งผลต่ออัตราการกินอาหารและอัตราแลกเนื้อของปลา ขณะที่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าอัตราการแลกเนื้อประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ในอาหารสูตร D7 และ D8 ที่ใช้เศษปลาหมักทดแทนปลาป่น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และใช้ถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตร D1 และการใช้โปรตีนสุทธิ ในอาหารสูตร D8 แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตร D1 และ D5 อาจเป็นผลจากสมดุลของคุณค่าทางอาหารที่มีอยู่ในปลาป่นและเศษปลาหมัก ถึงแม้ว่าจากผลการทดลองในสูตรอาหาร D2-D4 ที่มีการผสมเศษปลาหมัก 10-30 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรอาหาร D1 แต่สังเกตได้ว่า ค่า FCR มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มเศษปลาหมักในอาหาร ส่วน PER และ NPU จะลดลงเรื่อยๆ เมื่อเพิ่มเศษปลาหมักในอาหารมากขึ้น ซึ่งในสูตรอาหาร D7 และ D8 ก็มีผลในลักษณะเดียวกัน ประกอบกับปริมาณการใช้ถั่วเหลืองป่นในสูตรอาหาร D7 และ D8 เพิ่มขึ้นเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารทั้ง 2 สูตรลดน้อยลง อาจเนื่องจากในถั่วเหลืองมีสารต้านโภชนะ (antinutrient) ในปริมาณมาก ซึ่งได้แก่ protease trypsin inhibitor, antivitamins มีผลให้ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนและการดูดซึมวิตามินลดน้อยลง และยังมีสาร phytohaemagglutinin ซึ่งมีความเป็นพิษอีกด้วย (El-Sayed, 1999)

ดังนั้นจากผลการทดลองพบว่า สัดส่วนการใช้เศษปลาหมักทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิลแดงสามารถใช้เศษปลาหมักในอัตราส่วน 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ถั่วเหลืองป่น 30 เปอร์เซ็นต์ (D4) ในสูตรอาหาร และสัดส่วนการใช้เศษปลาหมักจะลดลงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ หากใช้ถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ (D6) ในสูตรอาหาร โดยให้ผลการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยราคาค่าอาหารต่อกิโลกรัมจะลดลงตามปริมาณการลดลงของปลาป่นและถั่วเหลืองอบในอาหารแต่ละสูตรตั้งแต่สูตร D1-D8 และเมื่อเปรียบเทียบ

ต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของปลาแต่ละสูตรจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ในทางปฏิบัติพบว่าอาหารสูตร D6 มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของปลา 52.47 บาท ซึ่งต่ำที่สุด แม้จะแตกต่างจากสูตร D1 ที่มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของปลา 52.53 บาท ไม่มากนัก หากมีการผลิตอาหารในปริมาณมากก็อาจจะสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ และหากบางช่วงฤดูกาลหรือในอนาคตที่ขาดแคลนปลาป่นส่งผลให้ราคาปลาป่นมีการปรับสูงขึ้น หรือบางพื้นที่ที่ปลาป่นมีราคาสูง การใช้เศษปลาหมักเป็นวัสดุทดแทนน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลแดงลดต้นทุนการผลิต และยังเป็นการใช้วัสดุเศษเหลือให้เกิดประโยชน์ รวมถึงการรักษาสภาพแวดล้อมจากการลดการทิ้งเศษเหลือเหล่านี้สู่สภาพแวดล้อมอีกด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สรุปผลการวิจัย

1. การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก ความยาว อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร และอัตรารอดตายของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมถั่วเหลืองป่น 30-40 เปอร์เซ็นต์ และเศษปลาหมัก 0-30 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
2. อัตราแลกเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้โปรตีนสุทธิ ของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ และเศษปลาหมัก 20-30 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม
3. เศษปลาหมักสามารถใช้ทนแทนปลาป่นในอาหารปลานิลแดงได้ในอัตราส่วน 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ถั่วเหลืองป่น 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร และสัดส่วนการใช้เศษปลาหมักจะลดลงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ หากใช้ถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร
4. ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมของปลาของอาหารทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่อาหารสูตรที่ใช้ถั่วเหลืองป่น 40 เปอร์เซ็นต์ และเศษปลาหมัก 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนต่ำที่สุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. มปป. เอกสารคำแนะนำการเพาะเลี้ยงปลานิล. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 31 น.

สุริยา สาสนรักกิจ. มปป. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.organicthailand.com/article-th-959-ปุ๋ยน้ำชีวิภาพ.html (11 มิถุนายน 2553)

อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล, พิสมัย สมสืบ, นุชนรี ทองศรี และสาวิตรี วงศ์สุวรรณ. 2548. อาหารและการผลิตอาหารสัตว์น้ำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 69 น.

Abdelghany A.E. 2000. Optimum dietary protein requirements for *Oreochromis niloticus* L. fry using formulated semi-purified diets. *In*: Fitzsimmons K. and Filho J.C. (eds.). Tilapia aquaculture in the 21st century. Proc. from the 5th Intl. Symp. on Tilapia in Aquaculture. Rio de Janeiro, Brasil, 3-7 September 2000. pp. 101-108.

Akanes A., Hope B., Jönsson E., Björnsson B.T and Albrektsen S. 2006. Size-fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high plant protein diets. I: Growth, growth regulation and feed utilization. Aquaculture. 261: 305-317.

AOAC. 1990. Official Method of Analysis. 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC., USA.

Behurmia, O.M. and W.K. Ng. 2007. Effects of dietary palm oil source on growth, tissue fatty acid composition and nutrient digestibility of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp., raised from stocking to marketable size. Aquaculture. 262 : 382-392.

Bonaldo A., Roem A.J., Pecchini A., Grilli E. and Gatta P.P. 2006. Influence of dietary soybean meal levels on growth, feed utilization and gut histology of Egyptian sole (*Solea aegyptiaca*) juveniles. Aquaculture. 261: 580-586.

Cahu C.L., Infante J.L.Z., Quazuguel P. and Le Gall M.M. 1999. Protein hydrolysate vs. fish meal in compound diets for 10-day old sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. Aquaculture. 171: 109-119.

Carter C. G. and Hauler R.C. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. Aquaculture. 185 : 299-311.

Deng, J., K. Mai, Q. Ai, W. Zhang, X. Wang, W. Xu, and Z. Liufu. 2006. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture, 258 : 503-513.

El-Sayed A.F.M. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, Oreochromis spp. Aquaculture. 179: 149–168.

Fagbenro O.A. 1994. Dried fermented fish silage in diets for Oreochromis niloticus. Isr. J. Aquacult.-Bamidgeh. 46(3): 140-147.

Fernandez C.H. 1995. Chemoreception studies in relation to feeding responses in the marine shrimps *Penaeus indicus* H. Milne Edwards and *Metapenaeus dobsoni* Miers, Ph.D. Thesis, Cochin University of Science and Technology, India.

Hardy R. W., 2010. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. Aquaculture Research. 41: 770-776.

Hardy R.W., Shearer K.D., Stone F.E. and Weig D.H. 1983. Fish silage in aquaculture diets. J. World Maricult. Soc. 14: 695-703.

Kantachote D. and Charernjiratrakul W. 2008. Selection of lactic acid bacteria from fermented plant beverages of use as innoculants for improving the quality of the finished product. Pakistan. J. Biol. Sci. pp: 1-8.

Mondal K., Kaviraj A., Mukhopadhyay P.K., Datta M. and Sengupta C. 2007. Evaluation of fermented fish offal in formulated diet of the Indian major carp, rohu, *Labio rohita* (Hamilton). Acta Ichthyologica Et Piscatoria. 37: 99-105.

Natisri K., Ponggun J., Tayatum S., Jaigowna H., Suranarakun W., Phumkachorn P. and Rattanachaikunsopon P. 2005. Characterization of Bacteriocin produced by lactic acid bacteria M3 isolated from fermented food. Report of 31st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology, 18-22 October 2005.

Oliva-Teles A., Cerqueira A.L. and Gonçalves P. 1999. The utilization of diets containing high levels of fish protein hydrolysate by turbot (*Scophthalmus maximus*) juveniles. Aquaculture. 179: 195-201.

Phumee, P., W. Y. Wei, S. Ramachandran, and R. Hashim. 2011. Evaluation of soybean meal in the formulated diets for juvenile *Pangasainodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). Aquaculture Nutrition, 17 : 214-222.

Prachyakij P., Schnurer J., Charernjiratrakul W. and Kantachote D. 2007. Selection and identification of lactic acid bacteria that inhibit yeast contaminants isolated from fermented plant beverages. Songklanakarin J. Sci. Technol. 29: 211-218.

Prachyakij P., Charernjiratrakul W. and Kantachote D. 2008. Improvement in the quality of a fermented seaweed beverage using antiyeast starter of *Lactobacillus plantarum* DW3 and partial sterliaztion. World J. Microbiol. Biotechnol. 24: 1713-1720.

Sae-alee A. and Tantikitti C. 2008. Tuna visceral hydrolysate prepared by different methods as a feed attractant for giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Thai Fisheries Gazette. 61: 73-79.

Saber S. A. 2007. Using offish silage in fish diets. M.Sc. Thesis. Faculty of Agric. Benha University. Egypt.

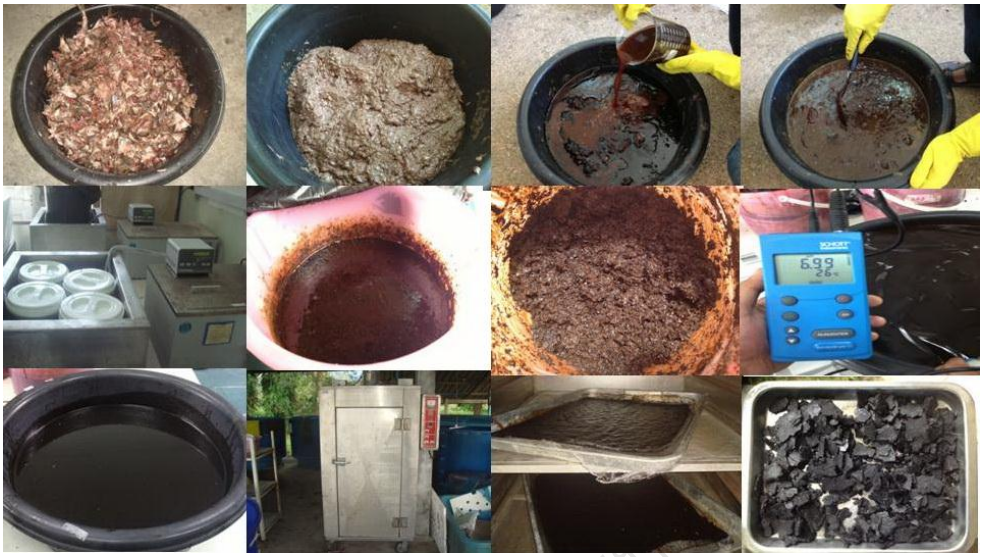
Tantikitti, C., W. Sangpong, and S. Chiavareesajja. 2005. Effects of defatted soybean protein levels on growth performance and nitrogen and phosphorus excretion in Asian seabass (*Lates calcarifer*). Aquaculture, 248 : 41-50.

Wang, Y., L.J. Kong, C. Li and D.P. Bureau. 2006. Effect of replacing fish meal with soybean meal on growth, feed utilization and carcass composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). Aquaculture, 261 : 1307-1313.

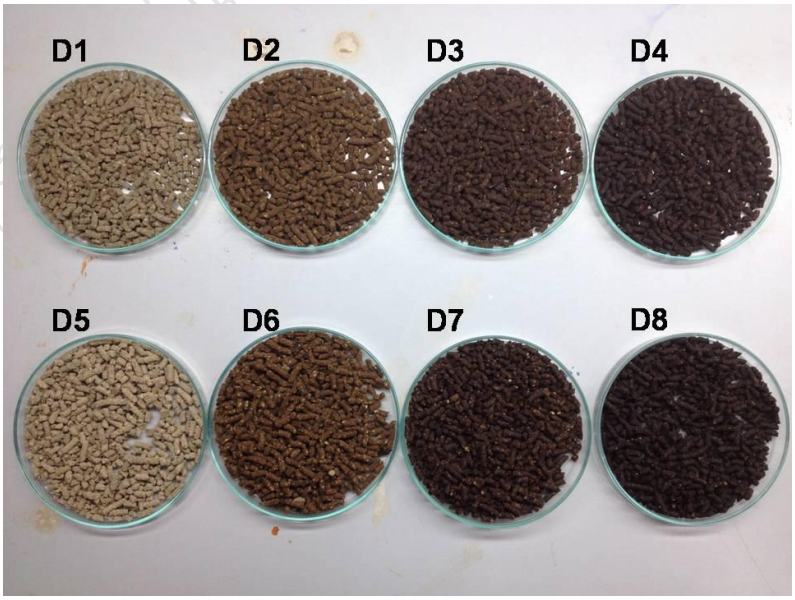
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



ภาพผนวกที่ 1 ขั้นตอนการผลิตเศษปลาหมัก



ภาพผนวกที่ 2 อาหารผสมถั่วเหลืองอบและเศษปลาหมักในอัตราส่วนต่างกัน สูตร D1-D8

ภาพผนวกที่ 3 ถังพลาสติกกลมขนาด 500 ลิตร ที่ใช้ในการเลี้ยงปลานิลแดง

ภาพผนวกที่ 4 ปลานิลแดงเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์