

## สัดส่วนเศษปลาหมักทดแทนปลาป่นที่เหมาะสมในสูตรอาหารปลานิลแดง

(*Oreochromis niloticus mossambicus*)

Appropriate Proportion of Fish Waste Silage in Fish Meal

Replacement in Red Tilapia Diet (*Oreochromis niloticus mossambicus*)

วรวิฑูมิ เกิดปร่าง\* และ ปรีดา ภูมี

Worawut Koedprang\* and Preeda Phumee

สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

\*corresponding author E-mail: worawut2000@hotmail.com

### บทคัดย่อ

เศษปลาข้างเหลือซึ่งประกอบด้วยหัวและเครื่องในจากโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ ผ่านกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM) และนำมาผสมในสูตรอาหารปลานิลแดงชนิดจมน้ำ ปริมาณโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แหล่งโปรตีนจากเศษปลาหมักอบแห้งเป็นส่วนผสมในสัดส่วน 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับถั่วเหลืองป่น 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร และใช้ปลาป่นเพื่อเติมเต็มปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารรวมสูตรอาหารทั้งสิ้น 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

### Abstract

Fish waste, comprising head and viscera of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolipis*) from fish processing plant was fermented with commercial effective microorganisms (EM). Red tilapia sinking diets with isonitrogenous (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 soybean meal (SBM) at 30 and 40% of ingredients and supplemented with fish meal (FM) to equalize 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

### คำนำ

ปลาป่นเป็นวัตถุดิบอาหารประเภทโปรตีนที่สำคัญในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ แต่ปัจจุบันปลาป่นมีราคาแพงเนื่องจากผลผลิตลดลง กอปรกับมีความต้องการเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อาหารสัตว์น้ำมีราคาสูงขึ้นตามไปด้วย (Hardy, 2010) จึงได้มีการศึกษาแหล่งโปรตีนเพื่อทดแทนการใช้ปลาป่น กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนที่นิยมใช้ทดแทนปลาป่นในอาหารสัตว์น้ำ เนื่องจากมีโปรตีนสูงและมีราคาถูกกว่าปลาป่น (Bonaldo *et al.*, 2006; Carter and Hauler, 2000) นอกจากนี้กากถั่วเหลืองที่มีการนำมาใช้ทดแทนการใช้ปลาป่นแล้ว ยังมีการศึกษาการนำปลาเศษเหลือมาใช้ประโยชน์ด้านอาหารปลาเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับปลาเศษเหลือโดยใช้ทดแทนปลาป่นในอาหารปลาหลายชนิด 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 หรือตลาดสดที่มีการตัดแต่งซากก่อนการจำหน่าย พบว่ามีเศษเหลือจากการผลิต ได้แก่ ปลาเสียทั้งตัว หัว ใส รวมทั้งกระดูก และถูกทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งเศษซากเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำได้ ดังนั้นในการศึกษานี้ได้นำปลาเศษเหลือมาผลิตเป็นเศษปลาหมักด้วยจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์จะย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้มีโมเลกุลเล็กของเหลวหรือน้ำหมักที่ได้จะมีทั้งจุลินทรีย์เกิดขึ้นหลากหลายชนิด รวมทั้งมีสารประกอบชนิดต่างๆ ได้แก่ สารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอริโมน เอนไซม์ และอื่นๆ จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในน้ำหมักส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแลคติกซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญ คือสามารถผลิตกรดแลคติก ซึ่งทำให้น้ำหมักมีสภาพเป็นกรดและไปยับยั้งไม่ให้แบคทีเรียกลุ่มอื่นแพร่ขยายเพิ่มขึ้น และยังสามารถสร้างสาร bacteriocin ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดอื่น (Natisri *et al.*, 2005) และยังสามารถป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค

ในคน และช่วยรักษาคุณภาพของน้ำหมักได้ (Kantachote and Charenjitrakul, 2008; Prachyakij *et al.*, 2007; Prachyakij *et al.*, 2008) และเศษปลาหมักที่ได้นำมาหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิลแดง เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์น้ำ และการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการ

เศษปลาข้างเหลือง (Yellow stripe trevally, *Selaroides leptolipis*) จากโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ ซึ่งประกอบด้วยส่วนหัวและเครื่องในบดให้ละเอียดและผสมกับกากน้ำตาลและจุลินทรีย์อีเอ็ม (Effective microorganisms; EM) และน้ำในอัตราส่วน เศษปลาบด 1 กิโลกรัม : EM 150 มิลลิลิตร : กากน้ำตาล 0.5 กิโลกรัม : น้ำ 100 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท หมักที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นกรองแยกเฉพาะของเหลวและกำจัดจุลินทรีย์ด้วยสารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ ( $K_2S_2O_5$ ; KMS) เข้มข้น 100 ppm และปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้เป็นกลางด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และอบให้แห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดและเก็บรักษาที่ -20 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเศษปลาหมัก ตามวิธีการของ AOAC (1990) เพื่อใช้สำหรับการคำนวณสูตรอาหารปลานิลต่อไป

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในปลาป่น และถั่วเหลืองป่น ตามวิธีการของ AOAC (1990) และคำนวณสูตรและผลิตอาหารผสมที่มีปริมาณโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสัดส่วนของแหล่งโปรตีนจากเศษปลาหมัก (FWS) 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองป่น (SBM) 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร และใช้โปรตีนจากปลาป่น (FM) เป็นส่วนเติมเต็มปริมาณโปรตีนในอาหาร รวมทั้งสิ้น 8 สูตร (D1-D8) จัดให้สูตรอาหาร D1 เป็นสูตรควบคุม โดยแต่ละสูตรมีส่วนประกอบของวัตถุดิบอาหาร ดังแสดงใน Table 1 ผสมวัตถุดิบให้เข้ากันดีและบดส่วนผสมให้ละเอียด อัดเม็ดผ่านเครื่องอัดเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร อบให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของอาหารแต่ละสูตร ตามวิธีการของ AOAC (1990)

ลูกปลานิลแดงแปลงเพศขนาดความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร เลี้ยงในถังกลมบรรจุน้ำ 350 ลิตร จำนวนถังละ 10 ตัว ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ให้ปลากินอาหารจนอิ่ม วันละ 2 มื้อ เช้าและเย็น ดูดตะกอนก้นถังก่อนให้อาหารในมือเช้า และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ทุก 2 วัน เลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ซึ่งน้ำหนักรวมทุก 2 สัปดาห์ และบันทึกปริมาณอาหารที่กิน เพื่อคำนวณการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio; PER) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลาก่อนและหลังการทดลองเพื่อคำนวณการใช้โปรตีนสุทธิ (Net protein utilization; NPU) นับจำนวนปลาทุกครั้งที่ทำกรซังน้ำหนัก เพื่อคำนวณอัตราการใช้โปรตีน (Feed intake; FI) อัตราแลกเนื้อ (Feed conversion ratio; FCR) อัตรารอดตาย (Survival rate; SR) และต้นทุนค่าอาหาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD (Analysis of Variance in Complete Randomize Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย DMRT

**Table 1** Composition, proximate analysis and cost of the experimental diets

Ingredients (%)	Experimental diets							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
FWS (37.7% CP)	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 (MJ/Kg)	19.14	18.71	18.03	17.80	19.16	19.29	18.34	18.49
Diet Cost (฿/kg)	36.01	34.02	32.03	30.05	34.40	32.41	30.42	28.44

**Remark :** In 1 kg of Vitamin Mix consist of 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<sub>3</sub> 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.

### ผลการวิจัย

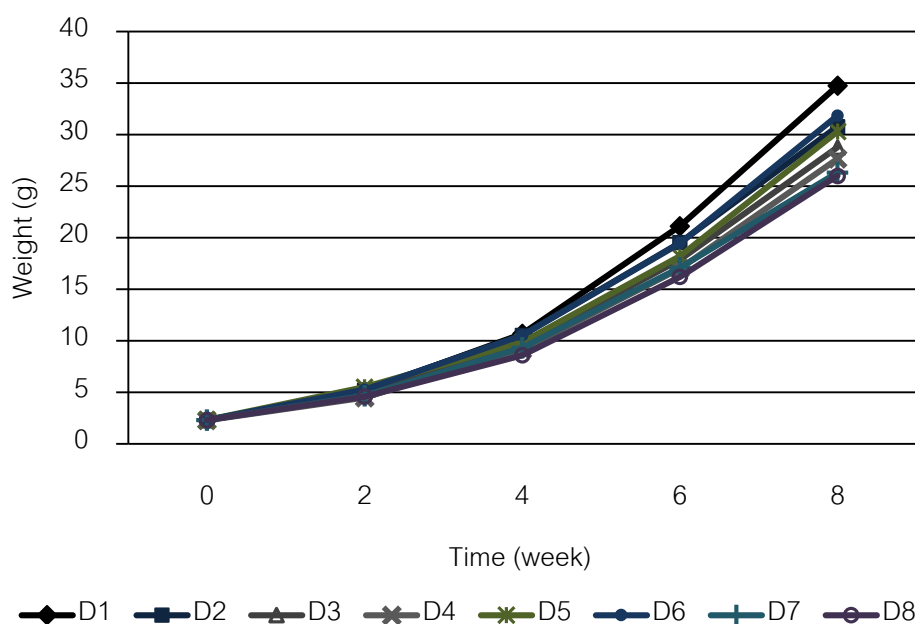
ผลการเลี้ยงปลาในถังด้วยอาหารที่ใช้เศษปลาหมักทดแทนปลาป่นทั้ง 8 สูตร (D1-D8) พบว่า ค่าการเจริญเติบโต ประกอบด้วย น้ำหนักเริ่มต้น ระหว่าง 2.29-2.30 กรัม น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ระหว่าง 26.00-34.73 กรัม ความยาวเริ่มต้น ระหว่าง 5.09-5.24 เซนติเมตร ความยาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ระหว่าง 11.78-12.90 เซนติเมตร (Table 2 and Figure 1) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ระหว่าง 4.33-4.85 กรัมต่อวัน อัตรารอดตาย ระหว่าง 90-100 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการกินอาหาร (FI) 48.99-52.43 กรัมต่อตัว (Table 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 Table 2 ส่วนต้นทุนของค่าอาหารมีราคาระหว่าง 28.44-30.01 บาทต่อกิโลกรัม (Table 1) และเมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลาชนิดแดง 1 กิโลกรัม มีราคาระหว่าง 52.47-58.68 บาท ซึ่งอาหารทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ดังแสดงใน Table 2

**Table 2** Growth performance, survival rate, feed utilization, product capital of Red tilapia affected by proportion of fish waste silage and soybean meal levels in the diets

Performances	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Initial weight (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	26.00a
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	11.85a
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	96.67a
FI (g/fish)	48.99a	50.34a	52.43a	51.69a	46.87a	50.77a	49.36a	51.22a
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	10.34c
Capital (฿/kg of fish)	52.53a	54.89a	58.68a	56.17a	53.98a	52.47a	57.14a	56.03a

Remark : The difference alphabet in the same row indicated statistical significant difference ( $P<0.01$ ).



**Figure 1** Average weight of Red Tilapia from different diets rearing groups within 8 weeks

## วิจารณ์ผล

การเลี้ยงปลานิลแดงด้วยอาหารผสมปริมาณโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ที่มีส่วนผสมของเศษปลาหมัก 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลืองป่น 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย และอัตราการกินอาหาร เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ไม่ใช้เศษปลาหมัก ทั้งนี้อาจเนื่องจากอาหารทุกสูตรมีปริมาณโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ เท่ากันทุกสูตร ซึ่งอยู่ในระดับตามความต้องการโปรตีนของปลานิล ดังเช่น Abdelghany (2000) รายงานว่าปลานิลระยะ fingerling 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 ประสิทธิภาพการย่อย 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 และส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลานิลที่ลดลง 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 เปอร์เซ็นต์โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการกินอาหารและอัตราแลกเนื้อของปลา ขณะที่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าอัตราการแลกเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน 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 ( $p>0.05$ ) โดยราคาอาหารต่อกิโลกรัมจะลดลงตามปริมาณการลดลงของปลาป่นและถั่วเหลืองอบในอาหารแต่ละสูตรตั้งแต่สูตร D1-D8 และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของปลาแต่ละสูตรจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่ในทางปฏิบัติพบว่าอาหารสูตร D6 มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของปลา 52.47 บาท ซึ่งต่ำที่สุด แม้จะแตกต่างจากสูตร D1 ที่มีต้นทุนค่าอาหารต่อกิโลกรัมของปลา 52.53 บาท ไม่มากนัก หากมีการผลิตอาหารในปริมาณมากก็อาจจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ และหากบางช่วงฤดูกาลหรือในอนาคตที่ขาดแคลนปลาป่นส่งผลให้ราคาปลาป่นมีการปรับสูงขึ้น หรือบางพื้นที่ที่ปลาป่นมีราคาสูง หรือต้องขนส่งระยะทางไกลซึ่งมีผลต่อต้นทุนที่สูงขึ้น การใช้เศษปลาหมักเป็นวัสดุทดแทนน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลแดงลดต้นทุนการผลิต และยังเป็นการใช้วัสดุเศษเหลือให้เกิดประโยชน์ รวมถึงการรักษาสุขภาพแวดล้อมจากการลดการทิ้งเศษเหลือเหล่านี้สู่สภาพแวดล้อมอีกด้วย

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ในการสนับสนุนงบประมาณการวิจัย รวมทั้งอุปกรณ์และสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ช่วยการวิจัยครั้งนี้จนกระทั่งการวิจัยสำเร็จลุล่วง

### เอกสารอ้างอิง

- 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 21<sup>st</sup> century. Proc. from the 5th Intl. Symp. on Tilapia in Aquaculture. Rio de Janeiro, Brasil, 3-7 September 2000. pp. 101-108.
- Aksnes 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. 15<sup>th</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC., USA.

- 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.
- 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 Rattanachaiunsopon P. 2005. Characterization of Bacteriocin produced by lactic acid bacteria M3 isolated from fermented food. Report of 31<sup>st</sup> 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.



- Prachyakij P., Schnurer J., Charemjiratrakul 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 sterilization. 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 of fish silage in fish diets. M.Sc. Thesis. Faculty of Agric. Benha University. Egypt.