

ผลการทดแทนปลาป่นด้วยผลพลอยได้จากกระบวนการแล่เนื้อปลาในอาหาร
ต่อการเจริญเติบโตของปลาลูกผสมบึกสยามแม่โจ้
Effect of Fish Meal Replacement with Filleting Waste in Fish Feed
for Maejo Buk Siam Hybrid Catfish on Growth Performance

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน* สุภาพร สัตตัง ธนทัต สุขศรี และสุดาพร ตงศิริ

Kriangsak Mengumphan*, Supaporn Sattag, Thanathat Suksri and Sudaporn Tongsi

ศูนย์ความเป็นเลิศปลาบึกและปลาลูกผสมบึกสยามแม่โจ้ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Excellent Center of Pla Buk and Buk Siam Hybrid, Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resource

Maejo University Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: kriang1122sak@gmail.com

Received: March 09, 2020

Revised: August 17, 2020

Accepted: October 22, 2020

Abstract

The study of the effect of fish meal replacement with filleting waste (FW) on growth performance of the Maejo Buk Siam hybrid catfish (*Pangasianodon gigas* x *P. hypophthalmus*) was conducted by feeding the hybrid with diets in which fish meal was supplemented with 3 levels of FW, 1) 0% (control), 2) 25% and 3) 50%. The study which was conducted in cages showed that the 25 and 50% replacement of fish meal with FW resulted in higher weight gain than the 0% FW feed (control) ($p<0.05$). Moreover, the replacement of fish meal with FW 25 and 50% reduced fish feed cost by 1.27 and 2.14 Baht/kg while the production cost per a kg of fish was reduced by 8.72 and 8.34 Baht/kg, respectively.

Keywords: growth performance, Maejo Buk Siam hybrid catfish, processing waste, fishmeal-replaced feed

บทคัดย่อ

การศึกษผลการทดแทนปลาป่นด้วยผลพลอยได้จากกระบวนการแล่เนื้อปลาต่อการเจริญเติบโตของปลาลูกผสมบึกสยามแม่โจ้ (ปลาบึก x ปลาสร้อย) โดยให้อาหารปลาลูกผสมฯ ที่เสริมด้วยผลพลอยได้จากกระบวนการแล่เนื้อปลา 3 ระดับ 1) 0% (ชุดควบคุม) 2) 25% และ 3) 50% การศึกษาในกระชัง พบว่าการทดแทนปลาป่นด้วย FW 25 และ 50% ทำให้น้ำหนักตัว

เพิ่มขึ้นสูงกว่าการให้อาหาร FW 0% (ควบคุม) ($p<0.05$) นอกจากนี้การทดแทนปลาป่นด้วย FW 25 และ 50% ลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้ 1.27 และ 2.14 บาท/กก. ในขณะที่ต้นทุนการผลิตปลาต่อกิโลกรัมลดลง 8.72 และ 8.34 บาท/กก. ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต ปลาลูกผสมบึกสยามแม่โจ้ การแปรรูปผลพลอยได้ อาหารทดแทนปลาป่น

คำนำ

ปลาป่นเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารปลา มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ แต่เนื่องจากปลาป่นในปัจจุบันมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว โดยปลาป่นที่ซื้อมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารปลา ในปี พ.ศ. 2562 มีราคาสูงถึง 56 บาท/กก. เนื่องจากปริมาณปลาเปิดที่ป้อนเข้าสู่โรงงานปลาป่นมีปริมาณน้อยลง เห็นได้จากปลาเปิดที่ขึ้นที่ท่าเทียบเรือจังหวัดชุมพร สงขลา ปัตตานี ระนอง และภูเก็ต ในปี พ.ศ. 2562 มีปริมาณปลาเปิดเพียง 22,877 ตัน (Sritrakul, 2019) ลดลง 42.97% เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2558 ที่มีปริมาณปลาเปิดสูงถึง 40,113.05 ตัน (Patcharotiwat, 2015) ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องลดปริมาณการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารปลา ซึ่งสามารถทำได้โดยหาวัตถุดิบอื่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี มาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อทดแทนปลาป่น ตลอดจนเป็นแนวทางในการลดต้นทุนหลักจากค่าอาหารปลาให้กับเกษตรกรได้

ผลพลอยได้จากกระบวนการแล่นเนื้อปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ (ปลาบิก x ปลาสวาย) เป็นอีกตัวเลือกที่สำคัญเพื่อใช้ทดแทนปลาป่นในการผลิตอาหารปลา ซึ่งประกอบด้วยหัว ไช้กระดูก เนื้อติดกระดูก และหนัง เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเบื้องต้น พบว่ามีระดับโปรตีน 28.64% แคลเซียม 5.09% ฟอสฟอรัส 2.52% พลังงาน 6,110 แคลอรี/กรัม และกรดไขมันที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของปลาน้ำจืด เช่น โอเมก้า 9 (Oleic acid) โอเมก้า 6 (Linoleic acid) และโอเมก้า 3 (Linolenic acid) ซึ่งกรดไขมัน ฟอสฟอรัส และแคลเซียมทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของกระดูกและเกล็ดของปลา โดยปลามีฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.4-0.5% ของน้ำหนักตัว (Li and Mathias, 1994) และมีแคลเซียมประมาณ 0.5-1% ของน้ำหนักตัวปลา (Chuapoehuk, 1990) มีรายงานการใช้เศษปลาข้างเหลือง (*Selaroides leptolepis*) ประกอบด้วยหัวและเครื่องในจากโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำผ่านกระบวนการหมัก

ด้วยจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM) และนำมาผสมในสูตรอาหารปลานิลแดงชนิดจมน้ำ โปรตีน 35% ในสัดส่วน 0, 10, 20 และ 30% เลี้ยงลูกปลานิลแดงแปลงเพศ นาน 8 สัปดาห์ พบว่าค่า FCR, PER และ NPU มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) กับอาหารที่ไม่ผสม (Koedprang and Phumee, 2015) นอกจากนี้ มีรายงานการใช้กระดูกปลาป่นและผลพลอยได้ปูป่นจากโรงอุตสาหกรรมปู มาใช้ในการทดแทนปลาป่น อัตรา 180 ก./กก. และ 150 ก./กก. พบว่าสามารถเป็นใช้วัตถุดิบในการผลิตอาหารปลาที่มีประสิทธิภาพและมีคุณค่าสำหรับปลา Atlantic cod (Jogei *et al.*, 2006)

ปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้เป็นปลาที่พัฒนาโดยการผสมข้ามชนิดปลาในวงศ์ปลาซวาย (Pangasidae) ระหว่างพ่อปลาบิกกับแม่ปลาสวาย ซึ่งเป็นปลาลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) มีลักษณะเด่น คือ เนื้อแน่น มีเนื้อสีเหลืองขาวอมชมพู เปอร์เซ็นต์เนื้อ 40-45% อัตราการรอดตายสูง มีการเจริญเติบโตและต้านทานโรคได้ดี สามารถเลี้ยงได้ทั้งในบ่อดินและกระชัง ปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น ซึ่งปริมาณผลผลิตของธุรกิจปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2561 มีปริมาณผลผลิตปลาเพิ่มขึ้นจาก 5,000 กก./ปี เป็น 29,777 กก./ปี ตามลำดับ (Mengamphan and Kitcheree, 2020) แสดงให้เห็นถึงความต้องการในการเลี้ยงปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ที่มากขึ้น ซึ่งการเลี้ยงปลาให้ประสบความสำเร็จนั้นอาหารปลาถือเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญและผู้เลี้ยงปลาต้องแบกรับต้นทุนค่าอาหารปลามากที่สุด

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะนำผลพลอยได้จากกระบวนการแล่นเนื้อปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้มาเป็นวัตถุดิบทดแทนปลาป่นในการผลิตอาหารปลา สำหรับใช้เลี้ยงปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ต่อการเจริญเติบโตและต้นทุนค่าอาหารปลา เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าปลาป่นและอาหารปลา ส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้จากกระบวนการแล่นเนื้อปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นและใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดละ 3 ซ้ำ เลี้ยงปลาด้วยอาหารปลาทดแทนปลาปนด้วยผลพลอยได้จากกระบวนการแล่นื้อปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ (Filleting waste; FW) 3 ระดับ ได้แก่ FW 0% (ชุดควบคุม) FW 25% และ FW 50%

การเตรียมผลพลอยได้จากกระบวนการแล่นื้อปลา

โดยการนำส่วนหัว โครงกระดูก เนื้อติดกระดูก และหนัง ของปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้มาสับให้มีขนาดชิ้นเล็กลง จากนั้นล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า และ

นำไปต้มในหม้อหนึ่งความดันนาน 3 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาดังตั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและปั่นละเอียดด้วยเครื่องปั่น จากนั้นทำให้แห้งโดยการอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70°C. ระยะเวลา 72 ชั่วโมง แล้วปั่นให้ละเอียดอีกครั้ง

การเตรียมอาหารปลา

ผลิตอาหารปลาอัดเม็ดชนิดลอยน้ำ โปรตีนประมาณ 30% ด้วยการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารปลา ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย ตามวิธีของ AOAC (2000) และวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid composition) โดยเครื่อง GC (Gas-Chromatography) ด้วยวิธีการ In House Method TE-CH-208 (AOAC, 2012) ส่วนประกอบของวัตถุดิบในการผลิตอาหารปลาแสดงดัง Table 1

Table 1 Ingredient of the experimental diets containing filleting waste (FW) from the Buk Siam hybrid catfish at 0, 25 and 50%

Ingredient	FW 0%	FW 25%	FW 50%
Fish meal	15	11.25	7.5
Soybean meal	36	39	42
Broken-milled rice	32	33	33
Rice bran	16	12	9
Cure fish oil	1	1	1
Filleting waste (FW)	0	3.75	7.5
Total (kg)	100	100	100

การเตรียมปลาทดลอง

เตรียมปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ ที่ได้จากการเพาะขยายพันธุ์โดยการผสมเทียมของศูนย์ความเป็นเลิศปลาบึกและปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 40.07 ± 1.55 กรัม เลี้ยงในกระชังขนาด 1x1x1.5 เมตร โดยกางกระชังในบ่อดินขนาด

10x20x2 เมตร จำนวน 9 กระชัง ปล่อยปลากระชังละ 20 ตัว ให้อาหาร 3% ต่อวัน วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 น. และ 16.00 น. เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตรวจวัดคุณภาพน้ำ (อุณหภูมิ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และพีเอช) และเปลี่ยนถ่ายน้ำอาทิตย์ละ 1 ครั้ง เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตโดยการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเดือนละ 1 ครั้ง โดยสุ่มปลากระชังละ 15 ตัว เพื่อวิเคราะห์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ อัตราการรอดตาย ตามสูตรดังนี้ (Bagenal, 1978; Panase and Tipdacho, 2017)

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain: WG) = น้ำหนักสุดท้าย (กรัม) - น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average Daily Growth: ADG) = (น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง [กรัม] - น้ำหนักเมื่อเริ่มทดลอง [กรัม]) / จำนวนวันที่ทำการทดลอง

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Ratio: FCR) = น้ำหนักอาหารที่ให้ (กรัม) / น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)

ประสิทธิภาพของการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Efficiency: FCE) = (น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น [กรัม] x 100) / จำนวนวันที่ทำการทดลอง

อัตราการรอดตาย (Survival Rate: SR) = (จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง x 100) / จำนวนปลาเริ่มต้น

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบแจกแจงทางเดียว (One-way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองด้วยวิธีของ Tukey's test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistic Package Scieance (SPSS) version 17

ผลการวิจัย

คุณค่าทางโภชนาการในอาหารปลา

คุณค่าทางโภชนาการในอาหารปลาที่ใช้ในการทดลอง พบว่าโปรตีนอยู่ระหว่าง 29.41-31.12% และมีปริมาณแคลเซียมอยู่ระหว่าง 12.00-52.52 กรัม/กก. ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามการทดแทนปลาป่นด้วย FW (Table 2) เช่นเดียวกับปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) ในอาหารปลา เช่น โอเมก้า 6 และโอเมก้า 9 (Table 3)

Table 2 Proximate compositions of the experimental diets containing FW 0, 25 and 50%

Proximate compositions (%)	FW 0%	FW 25%	FW 50%
Crude Protein	29.41	30.42	31.12
Crude Fat	3.11	2.87	3.15
Ash	8.59	8.95	10.15
Crude fiber	4.13	3.49	3.31
NFE ^a	45.24	45.73	47.73
Calcium (g/kg)	12.00	31.72	52.52
Energy (Kcal)	406	413	420

^a Nitrogen-free extract (NFE) = 100 - (protein + fat + ash + fiber)

Table 3 Fatty acid composition of experimental diet containing FW 0, 25 and 50%

Fatty acid composition (g 100g ⁻¹)	FW 0%	FW 25%	FW 50%
Myristic acid (C14:0)	0.05	0.46	0.74
Palmitic acid (C16:0)	0.49	3.20	5.08
Heptadecanoic acid (C17:0)	0.02	-	-
Stearic acid (C18:0)	0.12	0.53	0.79
Arachidic acid (C20:0)	0.01	0.02	0.02
Behenic acid (C22:0)	-	0.02	0.02
Saturated fatty acid	0.70	4.24	6.66
Palmitoleic acid (C16:1n7)	0.08	0.23	0.25
cis-9-Oleic acid (C18:1n9c)	0.68	3.27	4.71
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1n11)	0.01	0.03	0.08
Monounsaturated fatty acid	0.78	3.53	5.04
Cis-9,12-Linoleic acid (C18:2n6)	0.50	0.95	0.97
Gamma-linolenic acid (C18:3n6)	-	0.01	0.02
Alpha-linolenic acid (C18:3n3)	0.03	0.05	0.06
Cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	-	0.02	0.03
Cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	-	0.03	0.04
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.02	0.06	0.08
Cis-13,16,-Docosadienoic acid (C22:2)	-	-	0.01
Cis-5,8,11,14,17,-Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)	0.05	0.04	0.03
4,7,10,13,16,19,-Docosaheptaenoic acid (C22:6n3)	0.09	0.07	0.05
Polyunsaturated fatty acid	0.70	1.23	1.29
Unsaturated fatty acid	1.47	4.76	6.33
n-3 fatty acid	1.68	1.53	1.36
n-6 fatty acid	5.20	10.51	11.16
n-9 fatty acid	6.86	32.57	47.06

การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงในกระชัง พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทดแทนปลาป่นด้วย FW 25% มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (FW 0%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนอาหารที่ทดแทนด้วย FW 50% มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมและชุดที่ทดแทนด้วย

FW 25% และจากการสังเกตปลาที่กินอาหารทดแทนปลาป่นด้วย FW 0, 25 และ 50% พบว่าการเพิ่มระดับ FW ในอาหารปลาที่มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มสูงขึ้น (มีค่าเท่ากับ 58.90, 69.64 และ 71.52% ตามลำดับ) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในปลาที่กินอาหารทดแทนปลาป่นด้วย FW 25 และ 50% มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (FW 0%) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 4)

Table 4 Growth performances of hybrid catfish fed with FW 0, 25 and 50% in cages

Growth performances	FW 0%	FW 25%	FW 50%
Initial weight (g)	41.73±3.44 ^a	40.47±0.42 ^a	38.00±4.01 ^a
WG (g/fish)	75.68±5.83 ^b	184.83±20.40 ^a	116.78±50.49 ^{ab}
ADG (g/fish/day)	0.82±0.11 ^b	2.14±0.58 ^a	1.15±0.55 ^{ab}
FCR	1.71±0.19 ^a	1.44±0.08 ^a	1.51±0.56 ^a
FCE (%)	58.90±6.74 ^a	69.64±3.92 ^a	71.52±21.51 ^a
SR (%)	70.00±5.00 ^a	71.67±2.89 ^a	70.00±5.00 ^a

Display value is mean±standard deviation (SD), n=180.

^{a, b} Means with different superscript in a row was significantly different ($p<0.05$).

ต้นทุนค่าอาหารปลา

ต้นทุนค่าอาหารปลาที่ใช้ในการทดลองมีราคาอยู่ระหว่าง 23.39-25.53 บาท/กก. โดยอาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วย FW 25 และ 50% สามารถลดต้นทุนได้ประมาณ 1.27 และ 2.14 บาท/กก. ตามลำดับ (Table 5)

และต้นทุนค่าอาหารปลาต่อการผลิตปลา 1 กก. โดยใช้ค่า FCR ในการคิดต้นทุน พบว่าอาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วย FW 25 และ 50% เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารปลา FW 0% สามารถลดต้นทุนได้ถึง 8.72 และ 8.34 บาท/กก. ตามลำดับ

Table 5 The cost of fish diet used in the experiment

Ingredient	Costs (Baht/kg)	Diets					
		FW 0%		FW 25%		FW 50%	
		Kg	Baht	Kg	Baht	Kg	Baht
Fish meal	56	15	840	11.5	644	7.5	420
Soybean meal	23.75	36	855	39	926.25	42	997.5
Rice bran	15	16	240	12	180	9	135
Broken-milled rice	19	32	608	33	627	33	627
Cure fish oil	10	1	1	1	10	1	10
Filleting waste (FW)	20	0	0	3.75	75	7.5	150
Total		100	2,553	100	2,462.25	100	2,339.50
Cost (Baht/kg)		25.53		24.26		23.39	

วิจารณ์ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตในปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้

จากผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโตในปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วยผลพลอยได้จากกระบวนการแล่นเนื้อปลา (Filleting Waste; FW) ที่ระดับ 25% มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และ ADG มีค่าสูงที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับ FW 0% ($p < 0.05$) ซึ่งระดับโปรตีนในอาหารปลาที่สูงขึ้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลา จากคุณค่าทางโภชนาการในอาหารปลา (Table 2) จะเห็นได้ว่าอาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วย FW 25% มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน (30.42%) สูงกว่า FW 0% (29.41%) สอดคล้องกับ Kim and Lee (2005) ทดลองเลี้ยงลูกปลา Bagrid catfish โดยให้อาหารที่มีระดับโปรตีน 4 ระดับ (22, 32, 42 และ 52%) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของลูกปลา Bagrid catfish เพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหาร เช่นเดียวกันกับในปลา Black catfish (Salhi *et al.*, 2004) ขณะที่อาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วย FW 50% ถึงแม้จะมีระดับโปรตีนและระดับพลังงานสูงที่สุด กลับพบว่าอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติจาก FW 25% ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า อาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วย FW 25% มีระดับโปรตีนและพลังงานเพียงพอต่อความต้องการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของปลา สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Alvarez-Gonzalez *et al.* (2001) พบว่าปลาซังกะวาดเหลืองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 25, 30 และ 35% มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน โดยอาหารปลาที่มีระดับโปรตีน 25% เป็นระดับที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาซังกะวาดเหลืองขนาด 10 ซม. และเมื่อระดับโปรตีนในอาหารเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของปลา มีแนวโน้มลดลง และสอดคล้องกับ Hephher (1988) กล่าวว่าอาหารปลาที่มีระดับโปรตีนสูงเกินระดับที่เหมาะสม ปลาจะสูญเสียพลังงานเพื่อขับโปรตีนส่วนเกินออก ส่งผลทำให้ปลามีการเจริญเติบโตลดลง

ปริมาณแคลเซียม (Ca) ในอาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วย FW 25 และ 50% มีค่าสูงกว่า FW 0% มีผลต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และ ADG ของปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Liang *et al.* (2018) ศึกษาการเลี้ยงปลา Bighead carp ขนาดน้ำหนัก 105 กรัม ด้วยอาหาร 6 สูตร (โปรตีน 31.0% ไขมัน 6.0%) โดยให้อาหารปลาที่มีระดับ Ca ตั้งแต่ 0.41, 0.72,

0.93, 1.15, 1.26 และ 1.59% พบว่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR) เพิ่มขึ้นตามระดับ Ca ในอาหารที่เพิ่มขึ้นถึง 1.26% นอกจากนี้ Paul *et al.* (2006) รายงานว่าการเพิ่มแคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหารปลา สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของลูกปลา *Labeo rohita* อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับปลาที่ได้รับอาหารชุดควบคุม ซึ่งในสัตว์น้ำแคลเซียม (Ca) ถือว่าเป็นแร่ธาตุที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งและจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต การพัฒนาโครงสร้าง และกระบวนการทางสรีรวิทยา (Lall, 2002; National Research Council, 2011) มีความจำเป็นต่อการสร้างกระดูก การถ่ายเทพลังงานผ่าน ATP และส่วนประกอบที่จำเป็นของระบบบัฟเฟอร์ในเลือด (Nwana and Oni, 2018)

นอกจากนี้ องค์ประกอบของกรดไขมันในอาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วย FW 25 และ 50% มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) สูงกว่า FW 0% เช่น cis-9-Oleic acid (C18:1n9c), Cis-9,12-Linoleic acid (C18:2n6), Arachidonic acid (C20:4n6), n-6 fatty acid และ n-9 fatty acid (Table 3) และมีปริมาณไขมันรวมในอาหารปลาอยู่ระดับที่ดี 2.87-3.15% โดยปริมาณไขมันในอาหารปลาควรมีระดับที่เหมาะสม ถ้ามีปริมาณมากเกินไปจะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง เช่นเดียวกันกับปลาโพงควรมีปริมาณไขมันในอาหารปลาอยู่ระหว่าง 6-9% และไม่ควรเกิน 12% (Somboon and Semachai, 2014) ซึ่งปลามีความต้องการกรดไขมัน Docosahexaenoic (C22:6n3; DHA), Eicosapentaenoic (C20:5n3; EPA) และ Arachidonic acid (C20:4n6) ที่มีผลต่อพัฒนาการด้านการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ ทำหน้าที่รักษาความสมบูรณ์ของโครงสร้างและการทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bessonart *et al.* (1999) รายงานว่าอัตราการเติบโตของปลา *Saparus aurata* เพิ่มขึ้นเมื่อให้อาหารที่มีการเพิ่มกรดไขมัน Arachidonic acid 1% ในขณะที่อัตราการรอดตายเพิ่มขึ้นเมื่อให้อาหารที่เพิ่มกรดไขมัน

Arachidonic acid 1.8% นอกจากนี้ อาหารปลาที่มีการทดแทนปลาป่นด้วย FW 25 และ 50% พบว่ามีปริมาณกรดไขมันโอเมก้า 9 สูงกว่าอาหารชุดควบคุม ซึ่งกรดไขมันโอเมก้า 9 จากน้ำมันปลาน้ำจืดเมื่อนำเสริมในอาหารปลานิลที่ระดับ 1 และ 1.5% พบว่าช่วยให้ปลานิลมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Rattanapot *et al.*, 2018)

ต้นทุนค่าอาหารปลา

การทดแทนปลาป่นด้วย FW (25 และ 50%) ในระดับที่มากขึ้นส่งผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารปลาถูกลงกว่า FW 0% เท่ากับ 24.26, 23.39 และ 25.53 บาท/กก. ตามลำดับ โดยในอาหารปลาทดแทนปลาป่นด้วย FW 25% สามารถลดต้นทุนค่าอาหารปลาต่อการผลิตปลา 1 กก. ได้ถึง 8.72 บาท/กก. อีกทั้งยังสามารถทำให้ปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) สูงที่สุด ขณะที่การใช้กากถั่วลิสงทดแทนปลาป่นในอาหารปลาสวาย 3 ระดับ (0, 50 และ 100%) พบว่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต แต่การทดแทนปลาป่นที่ระดับ 50 และ 100% สามารถลดต้นทุนได้ 1.73 และ 5.39 บาท/กก. (Mapor *et al.*, 2010) นอกจากนี้ Chimsumg *et al.* (2006) ทดลองใช้หัวกุ้งปนทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ 5 ระดับ (0, 25, 50, 75, 100%) เปรียบเทียบกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลาตุ๊ก พบว่าการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกัน และการทดแทนปลาป่นด้วยหัวกุ้งปนทุกระดับมีต้นทุนค่าอาหารปลา และต้นทุนค่าอาหารปลาต่อการผลิตปลา 1 กก. (11.19-13.14 และ 15.86-18.97 บาท/กก.) ต่ำกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลาตุ๊ก (19.25 และ 19.06 บาท/กก.) ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลธุรกิจปลาลูกผสมบิกสยามแม่โจ้ของบริษัท Life Farm Land ในปี พ.ศ. 2562 สามารถผลิตปลาแล่นเนื้อได้ 900 กก. (ปลาขนาด 1.5-2 กก.) ซึ่งต้องใช้ปลาทั้งตัวประมาณ 2,000 กก. จากฟาร์มเกษตรกร 8 กลุ่มทำให้เกิดผลพลอยได้จากกระบวนการแล่นเนื้อปลา

(หัว โครงกระดูก เนื้อติดกระดูก และหนัง) ประมาณ 1,100 กก. (Mengamphan and Kitcheree, 2020) เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลพลอยได้ดังกล่าวและลดต้นทุนค่าอาหารปลา ดังนั้น การทดแทนปลาป่นด้วย FW จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับเกษตรกร สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตอาหารปลา เพื่อใช้ในการเลี้ยงปลาลูกผสมบิกสยามแม่ไก่และปลาชนิดอื่น ๆ ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดแทนปลาป่นด้วย FW 25% มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาลูกผสมบิกสยามแม่ไก่ โดยสามารถเพิ่มน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ได้สูงที่สุด อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้ 2.14 บาท/กก. และต้นทุนค่าอาหารปลาต่อการผลิตปลา 1 กก. ได้ถึง 8.72 บาท/กก. อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ในอาหารปลา ตลอดจนคุณภาพเนื้อและปริมาณเนื้อของปลาขนาดตลาดต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์ความเป็นเลิศบริการวิชาการด้านปลาบึกและปลาลูกผสมบิกสยามแม่ไก่ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่อนุเคราะห์ทรัพยากรสถานที่และอำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยในครั้งนี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- Alvarez-Gonzalez, C.A., R. Civera-Cerecedo, T.L. Ortiz-Galindo, S. Dumas, M. Moreno Legorreta and T. Grayeb-Del Alamo. 2001. Effect of dietary protein level on growth and body composition of juvenile spotted sand bass, *Paralabrax maculatofasciatus*, fed practical diets. **Aquaculture** 194: 151-159.
- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Maryland: AOAC International. 2200 p.
- AOAC. 2012. **Official Method 996.06 Fat. (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods**. Maryland: AOAC International. 5 p.
- Bagenal, T. 1978. **Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters**. 3rd ed. London: Blackwell Scientific Publication. 365 p.
- Bessonart, M., M.S. Izquierdo, M. Salhi, C.M. Hernández-Cruz, M.M. González and H. Fernández-Palacios. 1999. Effect of dietary arachidonic acid levels on growth and fatty acid composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae. **Aquaculture** 179(1-4): 265-275.

- Chimsumg, N., N. Chealoh, P. Pimolrat and C. Tantikitti. 2006. Use of Shrimp Head Meal as Partial Substitute for Fish Meal in Sex-reversed Red Tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*, Diet. pp. 589-597. In **Proceedings of the 44th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart, 30 January-2 February**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Chuapoehuk, W. 1990. **Nutrition and Aquatic Animal Feeding**. 1st ed. Bangkok: Kasetsart University. 255 p. [in Thai]
- Hepher, B. 1988. **Nutrition of Pond Fishes**. Israel: Fish and Aquaculture Research Station. 318 p.
- Jogeir, T., A. Anders, H. Britt and A. Sissel. 2006. Inclusion of fish bone and crab by-products in diets for Atlantic cod, *Gadus morhua*. **Aquaculture** 253(1-4): 636-645.
- Kim, L.O. and S.M. Lee. 2005. Effects of the dietary protein and lipid levels on growth and body composition of bagrid catfish, *Pseudobagrus fulvidraco*. **Aquaculture** 243(1-4): 323-329.
- Koedprang, W. and P. Phumee. 2015. Appropriate proportion of fish waste silage in fish meal replacement in red tilapia diet (*Oreochromis niloticus* *mossambicus*). **Journal of Fisheries Technology Research** 9(2): 34-42. [in Thai]
- Lall, S.P. 2002. The Minerals. pp. 182-193. In Halver, J.E. and R.W. Hardy (Eds.). **Fish Nutrition**. 3rd ed. New York: Academic Press.
- Liang, H., H. Mi, K. Ji, X. Ge, M. Re and J. Xie. 2018. Effects of dietary calcium levels on growth performance, blood biochemistry and whole body composition in juvenile bighead carp (*Aristichthys nobilis*). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 18(4): 623-631.
- Li, S.F. and J.A. Mathias. 1994. **Freshwater Fish Culture in China**. Amsterdam: Elsevier. 462 p.
- Mapor, A., G. Pimthong, and S. Tongsiri. 2010. Effect of partial replacement of fish meal by peanut meal in *Pangasianodon hypophthalmus* diets. **Journal of Agricultural Research and Extension** 27(1): 28-35. [in Thai]
- Mengamphan, K. and N. Kitcheree. 2020. **Manual for the Development of Productivity System Value Standard and Brand Hybrid Catfish for Community Enterprises**. 1st ed. Chiang Mai: Wanida Printing Press. 60 p. [in Thai]
- National Research Council (NRC). 2011. **Nutrient Requirement of Fish and Shrimp**. Washington, DC.: National Academy Press. 392 p.

- Nwanna, L.C. and O.V. Oni. 2018. Determination of optimum calcium and phosphorous ratio for the production of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **Journal of Applied Sciences and Environmental Management** 22(5): 689-692.
- Panase, P. and P. Tiptacho. 2017. Preliminary use of *Polygonum minus* Linn. leaf extract on growth performance, feed utilization, and some hematological indices of *Anabas testudineus* (Bloch, 1792). **Comparative Clinical Pathology** 27(1): 147-153.
- Patcharotiwat, A. 2015. **Situation of trash fish and fish meal products in Thailand 2015**. [Online]. Available https://www.Fisheries.go.th/strategy/fisheconomic/pdf/สถานการณ์ปลาแปดปลาปนq4_2558.pdf (4 August 2020). [in Thai]
- Paul, B.N., S. Sarkar, S.S. Giri, S.N. Mohanty and P.K. Mukhopadhyay. 2006. Dietary calcium and phosphorus requirements of Rohu *Labeo rohita* fry. **Animal Nutrition and Feed Technology** 6: 257-263.
- Rattanapot T., K. Mengumphan, S. Tongsiri and D. Amornlerdpison. 2018. Fatty acid composition of freshwater fish oil and its efficiency on growth performance in Nile tilapia. **Journal of Agricultural Research and Extension** 35(2)(Suppl.): 11-20. [in Thai]
- Salhi, M., M. Bessonart, G. Chediak, M. Bellagamba and D. Carnevia. 2004. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. **Aquaculture** 231(1-4): 435-444.
- Somboon, S. and W. Semachai. 2014. The Effects of Dietary Lipid Amount and Fatty Acids Composition on Growth Performance of Basa Catfish (*Pangasius bocourti* Sauvage, 1880). pp. 266-274. In **Proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference: Fisheries, Agricultural Extension and Home Economics**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Sritrakul, J. 2019. **Situation of trash fish and fish meal products in the first 6 months for Thailand 2019**. [Online]. Available https://www.fisheries.go.th/strategy/UserFiles/files/q2_2562.pdf (7 January 2020). [in Thai]