

การทดแทนปลาป่นด้วยเนื้อและกระดูกป่นและกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือกในอาหารปลากะพงขาว

Replacement of fishmeal by meat and bone meal and solvent-extracted soybean meal in Juvenile Asian Seabass (*Lates calcarifer*) diet

นรรักษ์ ประทุม^{1*}, สุนีรัตน์ เรืองสมบุญ¹, บุปผา จงพัฒน์¹, ปวีณา ทวีกิจการ¹ และ บัณฑิต ยวงสร้อย²

Noratat Prachom^{1*}, Suneerat Ruangsomboon¹, Bubpha Jongpat¹,

Paveena Taveekijakarn¹ and Bundit Yuangsoi²

บทคัดย่อ: การศึกษาการทดแทนปลาป่นด้วยเนื้อและกระดูกป่น และกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือก ในอาหารปลากะพง ระดับปลาป่นที่ใช้ในสูตรควบคุมของการทดลองนี้ คือ 30% จากนั้นลดปริมาณปลาป่นจากสูตรควบคุม และทดแทนด้วยเนื้อและกระดูกป่น (MBM; 16.8%) และกากถั่วเหลืองชนิดไม่กะเทาะเปลือก (SBM; 21.0%) ปลากะพงขาวเริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว 5.10-5.33 กรัม ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง แบบเต็มอิ่ม เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลากลุ่มที่ได้รับอาหาร SBM น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นต่ำสุดคือ 0.51 กรัม/วัน ($P \leq 0.05$) ปลาที่ได้รับอาหาร SBM มีอัตราแลกเนื้อ และการเจริญเติบโตจำเพาะไม่ดีเมื่อเทียบกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ ($P \leq 0.05$) พบว่าองค์ประกอบทางเคมี ในเนื้อปลา และตับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ยกเว้นค่าไขมันในตับปลา และในตับ โดยในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารอาหาร SBM มีค่าสูงสุด ($P \leq 0.05$) การศึกษารังนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้เนื้อและกระดูกป่นทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารได้ถึงระดับ 50 เปอร์เซ็นต์โดยไม่ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร และองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลากะพง แต่การทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือกไม่ควรทดแทนปลาป่นเกินกว่า 50% ในสูตรอาหาร

คำสำคัญ: ปลากะพง, ปลาป่น, เนื้อและกระดูกป่น, กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือก

ASBTRACT: The present study was to investigate the effect of replacement of fishmeal by meat and bone meal and solvent-extracted soybean meal in juvenile Asian seabass (*Lates calcarifer*) diet. Fish with mean wet weights of 5.10-5.33 g per fish and fish were fed experimental diets twice a day with ad-libitum for 10 weeks. At the end of the experiment, fed diet fish with SBM inclusion for replace fish meal had poor growth rate than other groups both in weight gain, feed conversion ratio and specific growth rate ($P \leq 0.05$). The study showed that all treatment groups had no significant difference on chemical composition in carcass of terminal period ($P \geq 0.05$). Fat content in carcass and liver was increased in fish fed diet with SBM inclusion ($P \leq 0.05$). Therefore, the study indicated that fish meal can be replaced with meat and bone meal at 50% and less than 50% with solvent-extracted soybean meal without negative effect on growth, feed utilization and chemical composition in carcass of juvenile Asian seabass.

Keywords: asian seabass, fish meal, meat and bone meal, solvent extracted soybean meal

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ

Department of Animal Production Technology and Fisheries, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

² ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen

* Corresponding author: noratat.pr@kmitl.ac.th

บทนำ

ปลากะพงขาว มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Asian seabass หรือ Barramundi มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lates calcarifer* นิยมเลี้ยงในประเทศแถบภูมิภาคเอเชีย เป็นปลาที่โตไว ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มได้กว้าง และสามารถปรับตัวในสภาพน้ำที่มีความขุ่นสูงได้ดี (Boonyaratpalin et al., 1998) เนื้อปลากะพงมีสีขาว รสชาติดี สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายประเภท ตรงตามความต้องการของตลาดและผู้บริโภคมีราคาสูงเมื่อเทียบกับปลาเศรษฐกิจชนิดอื่นเช่น ปลาดุก และปลานิล เป็นต้น

มากกว่าร้อยละ 60 ของต้นทุนในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์คืออาหาร (FAO, 2006) โดยปลาป่นเป็นวัตถุดิบหลักสำคัญในการผลิตอาหารสัตว์น้ำประเภทกินเนื้อเป็นอาหาร ปลาป่นเป็นแหล่งของสารอาหารต่างๆ เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความน่ากินในอาหาร ปัจจุบันปลาป่นมีราคาสูงเมื่อเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนชนิดอื่น ปริมาณการผลิตปลาป่นยังคงที่ แต่มีแนวโน้มไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ที่สูงขึ้นในอนาคต (Prachom et al., 2013; Tacon and Metian, 2008) ซึ่งปลากะพงขาว เป็นสัตว์น้ำประเภทกินเนื้อทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เป็นปลาที่มีความต้องการโปรตีนที่สูง (NRC, 2011) และมีการใช้ปลาป่นในสูตรอาหารสำหรับปลากะพงประมาณร้อยละ 25-35 (Tacon and Metian, 2008) ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้ ปลาป่นในสูตรอาหารกุ้ง และ

ปลาทะเล การทดลองนี้ได้ทำการศึกษาผลของการใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์บก คือ เนื้อและกระดูกป่น และโปรตีนจากพืช คือกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือก เพื่อทดแทนการใช้ปลาป่นในสูตรอาหารปลากะพงขาวต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารเพื่อเป็นแนวทางในการใช้วัตถุดิบทางเลือกที่เป็นแหล่งโปรตีนในการทดแทนปลาป่นในอาหารปลากะพง

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่ สูตรอาหารควบคุม (Control diet) สูตรอาหารที่ใช้เนื้อและกระดูกป่นทดแทนปลาป่น (MBM) และชุดสูตรอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองชนิดไม่กะเทาะเปลือกทดแทนปลาป่น (SBM)

วัตถุดิบและอาหารทดลอง

วัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นแหล่งของโปรตีน ได้แก่ ปลาป่น และกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดกะเทาะเปลือก ส่วนวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนเพื่อทดแทนปลาป่นสำหรับการทดลองนี้ คือ เนื้อและกระดูกป่น และกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือก จากบริษัท เอเซียฟีด จำกัด นำวัตถุดิบทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยแสดงใน Table 1

Table 1 Chemical composition of protein sources (% dry weight basis)

Chemical composition	Fish meal	Meat and bone meal	Solvent-extracted soybean meal	Dehulled soybean meal
Moisture	7.3	5.1	10.7	11.0
Protein	62.2	52.2	45.6	49.0
Fat	9.1	3.8	0.6	0.5
Fiber	0.0	0.0	6.3	3.8
Ash	21.4	38.9	6.3	6.3
Nitrogen free extract *	-	-	30.5	29.4

* Nitrogen free extract (NFE, %) = 100-(Moisture + Protein + Fat + Fiber + Ash)

สูตรอาหารทดลองทำการคำนวณให้มีระดับโปรตีน (Isoproteic) และไขมัน (Isolipidic) ใกล้เคียงกัน ในแต่ละชุดสูตรอาหาร ระดับปลาป่นที่ใช้ในสูตรควบคุมของการทดลองนี้คือ ร้อยละ 30 มาจากการเฉลี่ยระดับที่ใช้สูตรอาหารของประเทศออสเตรเลีย (ร้อยละ 25) และประเทศไทย (ร้อยละ 35) (Tacon and Metian, 2008) ในสูตรอาหารทดลองที่มีการทดแทนปลาป่น มี

การลดปริมาณปลาป่นลงร้อยละ 50 จากสูตรควบคุม จากนั้นมีการแทนด้วยเนื้อและกระดูกป่น และกากถั่วเหลืองชนิดไม่กะเทาะเปลือก ตามปริมาณโปรตีนที่หายไปจากการลดลงของระดับปลาป่นในสูตรอาหาร ปรับสมดุลของกรดอะมิโนจำเป็นโดยใช้กรดอะมิโนสังเคราะห์ (NRC, 2011) (Table 2)

Table 2 Ingredients and chemical composition of experimental diets

Ingredients (%)	Control	MBM	SBM
Fish meal	30.0	15.0	15.0
Dehulled soybean meal, solvent-extracted	24.0	24.0	24.0
Solvent-extracted soybean meal	0.0	0.0	21.0
Meat and bone meal	0.0	16.8	0.0
Poultry byproduct meal	8.0	8.0	8.0
Blood meal, spray-dried	6.0	6.0	6.0
Wheat flour	22.5	21.2	15.5
Tuna oil	8.5	7.8	9.3
Vitamin premix ¹	0.1	0.1	0.1
Mineral premix ²	0.5	0.5	0.5
L-Lysine Hydrochloride	0.1	0.2	0.2
DL-Methionine	0.1	0.2	0.2
Antimicrobial agent ³	0.1	0.1	0.1
Antioxidant ⁴	0.1	0.1	0.1
Proximate composition by analysis (% dry weight basis)			
Moisture	10.5	10.6	10.3
Protein	42.5	42.0	42.2
Fat	12.4	12.2	12.3
Fiber	5.9	6.0	6.2
Ash	12.2	12.6	12.4
NFE ⁵	16.5	16.6	16.6
Gross energy (kJ/g) ⁶	1449	1438	1445

¹Vitamin premix (unit/kg): vitamin A 12,000,000 IU; vitamin D3 2,200,000 IU; vitamin E 100,000 mg; vitamin K3 12,000 mg; vitamin B1 25,000 mg; vitamin B2 25,000 mg; vitamin B6 23,000 mg; vitamin B12 43 mg; Pantothenic 75,000 mg; Niacin 125,000 mg; Folic 4,000 mg; Biotin 800 mg, vitamin 150,000 mg; ²Mineral premix (mg/kg): Potassium 8,000; Magnesium 600; Cobalt 0.05; Copper 5; Iron 50; Iodine 5; Manganese 5; Selenium 0.3; Zinc 37; ³Antimicrobial agent (%): formic acid 63; propionic acid 32; benzoic acid 5; ⁴Antioxidant: ethoxyquin and butylated hydroxytoluene; ⁵ NFE (%) = 100-(moisture + protein + fat + fiber + ash); ⁶ Gross energy, GE (kJ/g) = protein x 23.6 + fat x 39.5 + NFE x 17.2 (NRC, 2011)

การเตรียมอาหารทดลองดำเนินการโดยนำวัตถุดิบต่างๆ ผสมด้วยเครื่องผสมอาหารแบบแนวตั้งเติมน้ำร้อยละ 30-35 จนกระทั่งเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำเข้าเครื่องบดเนื้อผ่านรูที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 0.3 ถึง 0.4 เซนติเมตร ตัดอาหารผ่านตะแกรงร่อนให้มีความยาวประมาณ 1.0 เซนติเมตร จากนั้นนำไปอบลมร้อนเพื่อลดความชื้นให้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 บรรจุในถุงอาหาร และเก็บ

ไว้ในตู้เย็นจนกระทั่งนำมาใช้

การเตรียมปลาและบ่อทดลอง

นำปลากะพงขาวความยาวประมาณ 3 นิ้ว จำนวน 500 ตัว จากนิมิตฟาร์ม จังหวัดสมุทรสงคราม นำมาปรับสภาพในระบบการเลี้ยงแบบน้ำไหลผ่าน (Water flow-through system) ในบ่อพักปลา (Stocking tank) ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 0.85 ×

1.05 × 0.85 ลูกบาศก์เมตร ของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ระหว่างการปรับสภาพปลาก่อนเริ่มทดลอง ใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากะพง เบอร์ 902 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดระหว่าง 2-3 มิลลิเมตร (โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 42, ไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 8, เยื่อใย ไม่เกินร้อยละ 3) จากบริษัทไทยยูเนียนฟีดมิลล์ ให้อาหารแบบเต็มอิ่มทุกวัน วันละสองครั้ง (10:00 และ 16:00 น.) เป็นระยะเวลา 14 วัน จากนั้นปลากะพงขาวทั้งหมดจะถูกอดอาหาร 24 ชั่วโมงก่อนทำการสุ่มปลาเพื่อใช้ทดลอง

ปลาที่ใช้ในการทดลองนี้มีน้ำหนักเฉลี่ย 5 กรัม/ตัว ลงในบ่อทดลองแบบกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.05 เมตร สูง 0.9 เมตร ที่ความหนาแน่น 30 ตัว/บ่อ จำนวน 9 บ่อ โดยระบบน้ำมีการต่อกับระบบน้ำจัดแบบไหลผ่าน (Freshwater flow-through system) พร้อมกับให้อากาศด้วยหัวทรายตลอดเวลา มีการให้อาหารทดลองแบบเต็มอิ่มทุกวัน วันละสองครั้ง (10:00 และ 16:00 น.) ในแต่ละวันทำการบันทึกจำนวนปลาตาย ปริมาณอาหารต่อวัน และตรวจวัดคุณภาพน้ำ (อุณหภูมิ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอช) ทุกวัน ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงนานสิบสองสัปดาห์ ในทุกสองสัปดาห์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นสุ่มปลากะพงจำนวน 5 ตัว จากแต่ละชุดการทดลองเพื่อมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในตัวปลา

การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ทางเคมี

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการแยกเก็บตัวอย่างปลา (ทั้งตัวไม่รวมตับ) เนื้อปลابرเวณ dorsal muscle ขนาด 1x1 เซนติเมตร (รวมหนังและเกล็ด) และตับ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในตัวอย่าง (อาหาร ตัวอย่างปลา เนื้อปลابرเวณ dorsal muscle และตับ) ตามวิธีของ AOAC (1990) โดยนำตัวอย่างไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์ความชื้น จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เพื่อหาเถ้า วิเคราะห์โปรตีนด้วยวิธีวิเคราะห์ด้วยวิธี Kjeldahl method และวิเคราะห์เยื่อใยโดยการย่อยด้วยกรดและด่าง ส่วนการ

วิเคราะห์ไขมันในตัวอย่างด้วยวิธี gravimetric method หลังจากการสกัดด้วยตัวทำละลายคลอโรฟอร์ม เมทานอล (2:1, v/v) ตามวิธีมาตรฐาน AOAC (1993)

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ประเมินการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในการทดลอง โดยเก็บข้อมูลน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (Weight gain, WG g/fish) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR %/day) อัตราแลกเนื้อ (Feed conversion ratio, FCR) อัตรารอด (Survival rate, %) ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในตัวสัตว์ (Protein efficiency ratio, PER)

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติ (One-way analysis of variance, One-way ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดทดลองโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป (SPSS)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การศึกษาการทดแทนปลาป่นด้วยเนื้อและกระดูกป่น และกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแบบไม่กะเทาะเปลือก ในอาหารปลากะพง โดยทำการเลี้ยงปลากะพงขาวเริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยต่อตัวอยู่ระหว่าง 5.10-5.33 กรัม และ 7.23-7.76 เซนติเมตร ($P \geq 0.05$) ตามลำดับ ตลอดระยะเวลาการทดลอง ปลาทุกกลุ่มได้รับอาหารทดลองชุดต่างๆ (Table 1) โดยให้อาหารแบบเต็มอิ่ม ผลของคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง พบว่าอุณหภูมิของน้ำ และค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ระหว่าง 27-28 องศาเซลเซียส และระหว่าง 3-4 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย และความยาวลำตัวเฉลี่ยสุดท้ายปลาที่ได้รับอาหารชุดควบคุม และอาหารที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยเนื้อและกระดูกป่น (MBM) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) น้ำหนักเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ยลำตัวของปลาที่ได้รับอาหารอาหารที่มีการทดแทนปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแบบไม่กะเทาะเปลือก (SBM)

มีค่าน้อยที่สุด คือ 40.68 กรัม/ตัว และ 11.43 เซนติเมตร/ตัว ตามลำดับ ($P \leq 0.05$)

น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อวันของปลาที่ได้รับอาหาร ชุดควบคุม MBM และ SBM มีค่า 0.71, 0.67 และ 0.51 กรัม/วันตามลำดับ โดยพบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ของปลากลุ่มที่ได้รับอาหาร SBM มีค่าต่ำที่สุดคือ 0.51 กรัม/วัน ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับปลาที่ได้รับอาหารชุด ควบคุม หรืออาหาร MBM อัตราแลกเนื้อความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.11, 1.22 และ 1.53 ตามลำดับ โดยพบว่าปลาที่ได้

รับอาหารชุดควบคุม และอาหาร MBM มีอัตราแลกเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีกว่ากลุ่มปลาที่ได้รับ อาหาร SBM ($P \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.36, 3.33 และ 2.92 %/วัน ตามลำดับ แต่สังเกตว่าปลาที่ได้รับ อาหาร SBM มีแนวโน้มของค่า SGR ต่ำ ส่วนอัตราการอด ในปลาที่ได้รับอาหาร SBM พบว่ามีค่าน้อยที่สุด คือ 88.05 % เมื่อเปรียบเทียบกับปลากลุ่มที่ได้รับอาหาร ชุดควบคุม หรืออาหาร MBM ($P \leq 0.05$) โดยแสดงใน

Table 3

Table 3 Growth performance and feed utilization of Asian seabass fed with experimental diets for 10 weeks (Mean $\pm$ SD)

Parameters	Control	MBM	SBM
Initial weight (g)	5.33 $\pm$ 1.00 ^a	5.10 $\pm$ 0.95 ^a	5.32 $\pm$ 0.79 ^a
Final weight (g)	55.10 $\pm$ 2.31 ^b	51.80 $\pm$ 1.78 ^b	40.68 $\pm$ 1.45 ^a
Daily weight gain(g/d)	0.71 $\pm$ 0.02 ^b	0.67 $\pm$ 0.01 ^b	0.51 $\pm$ 0.01 ^a
Initial length (cm.)	7.75 $\pm$ 0.41 ^a	7.23 $\pm$ 0.63 ^a	7.40 $\pm$ 1.04 ^a
Final length (cm)	13.86 $\pm$ 1.37 ^b	13.07 $\pm$ 0.14 ^{ab}	11.43 $\pm$ 0.18 ^a
SGR (%/d)	3.36 $\pm$ 0.16 ^a	3.33 $\pm$ 0.12 ^a	2.92 $\pm$ 0.10 ^b
FCR	1.11 $\pm$ 0.03 ^a	1.22 $\pm$ 0.02 ^a	1.53 $\pm$ 0.02 ^b
Survival rate (%)	98.48 $\pm$ 0.88 ^a	96.82 $\pm$ 1.32 ^a	88.05 $\pm$ 2.62 ^b

Means within the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

องค์ประกอบทางเคมี ในเนื้อปลา และตับ แสดงใน Table 4 พบว่า ค่าองค์ประกอบทางเคมีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ยกเว้น ค่า

ไขมันในตับ โดยในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารอาหาร SBM มีค่าไขมันในตับร้อยละ 3.5 และมีค่าสูงกว่าปลากลุ่ม ที่ได้รับอาหารชุดควบคุม และอาหาร MBM ($P \leq 0.05$)

Table 4 Chemical composition of Asian seabass fed with experimental diets for 10 weeks (Mean $\pm$ SD)

Chemical composition	Control	Treatment 1	Treatment 2
Protein (%)	17.5 $\pm$ 0.1 ^a	17.3 $\pm$ 0.3 ^a	17.0 $\pm$ 0.8 ^a
Lipid (%)	7.6 $\pm$ 0.2 ^a	7.6 $\pm$ 0.2 ^a	7.8 $\pm$ 0.2 ^a
Phosphorus (%)	0.3 $\pm$ 0.0 ^a	0.3 $\pm$ 0.0 ^a	0.2 $\pm$ 0.0 ^a
Moisture (%)	72.1 $\pm$ 0.3 ^a	71.8 $\pm$ 0.2 ^a	71.5 $\pm$ 0.3 ^a
Ash (%)	1.8 $\pm$ 0.1 ^a	1.7 $\pm$ 0.1 ^a	1.7 $\pm$ 0.1 ^a
Protein content in dorsal muscle	16.6 $\pm$ 0.2 ^a	16.5 $\pm$ 0.2 ^a	16.5 $\pm$ 0.2 ^a
Fat content in liver	2.7 $\pm$ 0.2 ^a	3.0 $\pm$ 0.2 ^a	3.5 $\pm$ 0.2 ^b

Means within the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$)

จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เนื้อและ กระดูกป่น สามารถใช้เพื่อทดแทนปลาป่นในสูตร อาหารปลากะพงได้โดยไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร เนื้อและกระดูกป่น ผลิตจากเศษเนื้อและกระดูก ไม่รวมขน หนัง เขา กีบ เลือดและเครื่องใน มีโปรตีนประมาณ 55-60 % (Wang

and Parsons, 1998) ในอาหารสัตว์น้ำไม่ควรใช้เกิน 1% เนื่องจากเป็นโปรตีนย่อยยากมีส่วนประกอบของ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) สูง มีงานวิจัยที่ มีการใช้เนื้อและกระดูกป่นทดแทนปลาป่นได้เพียงบาง ส่วนเท่านั้นโดยไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลา (Robaina et al., 1997, El-Sayed, 1998 and Bureau

et al., 2000) องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลาของกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่มีการใช้เนื้อและกระดูกปนทดแทนปลาปนในสูตรอาหารพบว่ามีความใกล้เคียงกับปลาที่ได้รับอาหารชุดควบคุม ($P \geq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Robaina et al. (1997) และ Bureau et al. (2000) พบว่าการใช้เนื้อและกระดูกปนในอาหารไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา (โปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น) เนื้อและกระดูกปนสามารถใช้ทดแทนปลาปนได้ดีในอาหารประเภทกินเนื้อเช่นปลากระพง การใช้โปรตีนจากพืช (กากถั่วเหลืองชนิดกะเทาะและไมกะเทาะเปลือก) มีข้อจำกัดไม่ควรใช้เกิน 45% ในอาหารปลากะพงสอดคล้องกับรายงานของ วีรพงศ์ และสุภัณฑิ (2548) และพบว่า ปลามีการเจริญเติบโตลดลงเมื่อมีการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันเพิ่มขึ้น (Dabrowski et al., 1989; Alexis, 1990)

สรุป

การศึกษากการทดแทนปลาปนด้วยเนื้อและกระดูกปน และกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไมกะเทาะเปลือกในอาหารปลากะพง โดยทำการเลี้ยงปลากะพงขาวเริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 5.10-5.33 กรัม/ตัว เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยทั่วไปปลาปนในสูตรอาหารปลากะพงอยู่ระหว่าง 25-35% (Tacon and Metian, 2008) เนื้อและกระดูกปนทดแทนปลาปนในสูตรอาหารได้ถึงระดับ 50% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร และองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลากะพง แต่การทดแทนปลาปนด้วยกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไมกะเทาะเปลือกไม่ควรทดแทนปลาปนเกินกว่า 50% ในสูตรอาหาร

เอกสารอ้างอิง

วุฒิพันธุ์ชัย วีรพงศ์ และ สุภัณฑิ นิมรัตน์. 2548. การพัฒนาสูตรอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาว จากแนวทางการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยอาหาร. รายงานฉบับสมบูรณ์ทุน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

AOAC. 1990. AOAC, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edn. AOAC, Arlington, VA.

AOCS. 1993. AOCS (American Oil Chemists' Society). Official Methods and Recommended Practices, 4th edn. Vol. 1, 568 pp. Champaign, IL, USA.

Alexis, M.N.1990. Comparative evaluation of soybean meal as dietary ingredients for rainbow trout fingerling Aquatic Living Resour. 3: 235-241.

Boonyaratpalin, M., P., Suraneiranat, and T. Tunpibal. 1998. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Lates calcarifer*. Aquaculture.16: 67-78.

Bureau, D.P., A.M. Harris, D.J. Bevan, L.A. Simmons, P.A. Azevedo, and C.Y. Cho. 2000. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. Aquaculture. 181: 281-291.

Dabrowski, K., P. Poczyczynski, G. Kock, and B. Berger. 1989. Effect of partially or totally replacing fishmeal protein by soybean meal protein on growth, food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). New in vivo test for exocrine pancreatic secretion Aquaculture.77: 29-49.

El-Sayed A.F.M. 1998. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) feeds. Aquac. Res. 29: 275-280.

FAO. 2006. FAO. State of world aquaculture 2006. FAO Fisheries Technical Paper, vol. 500, FAO, Rome. 134 pp.

NRC. 2011. NRC (National Research Council) Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academy Press, Washington, D.C. 376 pp.

Prachom, N., Y. Haga, and S. Satoh. 2013. Impact of dietary high protein distillers dried grains on amino acid utilization, growth response, nutritional health status and waste output in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. 19: 62-71.

Robaina, L., F.J. Moyano, M.S. Izquierdo, J. Socorro, J.M. Vergara, and D. Montero. 1997. Corn gluten and meat and bone meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutrition and histological implications. Aquaculture. 157: 347-359.

Tacon, A.G.J., and M. Metian, 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. Aquaculture. 285: 146-158.

Wang, X., and C.M. Parsons. 1998. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperature on amino acid digestibility of meat and bone meals. Poult. Sci. 77: 834-841.