

ผลการทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากไส้ไก่ป่นต่อการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารในปลาดุก (*Clarias microcephalus* x *C. gariepinus*)

Effects of replacement of fishmeal protein by chicken viscera meal protein on growth performance and feed efficiency in hybrid catfish

(*Clarias microcephalus* x *C. gariepinus*)

อนรรักษ์ เขียวขจรเขต^{1,2*} และ ณัฐพงศ์ เดชปาน¹

Anurak Khieokhajonkhet^{1,2*} and Nuttapon Detpan¹

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากไส้ไก่ป่น (chicken viscera meal, CVM) ต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และราคาอาหาร ในปลาดุกพันธุ์ผสม (*Clarias microcephalus* x *C. gariepinus*) ที่มีความยาวลำตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 6.12 ± 0.02 เซนติเมตรหรือน้ำหนักเฉลี่ย 10.68 ± 0.01 กรัม ที่ได้รับอาหารทดแทนแหล่งโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากไส้ไก่ป่นที่ระดับต่าง ๆ จำนวน 5 สูตรคือ อาหารที่มีโปรตีนจากปลาป่นเป็นหลัก (สูตรควบคุม) และสูตรอาหารที่ทดแทนด้วยแหล่งโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากไส้ไก่ป่นที่ระดับ 0 10 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยอาหารทดสอบมีให้ระดับพลังงานจากโปรตีน และไขมันในระดับที่ใกล้เคียงกัน ให้อาหารจำนวน 2 เวลา คือ 09:00 และ 16:00 นาฬิกา ปริมาณอาหารแบบเต็มที่ตลอดการทดลองทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ เลี้ยงในตู้กระจกขนาดความจุ 150 ลิตร วัดและบันทึกน้ำหนักปลา ปริมาณอาหารที่กิน และจำนวนปลาในแต่ละตู้ทดลองทุก ๆ 2 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ปลาที่ได้รับโปรตีนจากไส้ไก่ป่นที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ (CVM 30) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตรารอดตาย ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และโปรตีนมีค่าสูงที่สุด นอกจากนี้ยังมีราคาต่อหน่วยที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัมมีค่าต่ำที่สุด ในขณะที่ปลาที่ได้รับโปรตีนจากไส้ไก่ป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ (CVM 50) ยังคงมีการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับโปรตีนจากไส้ไก่ป่นที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ (CVM 30) และเมื่อทดแทนไส้ไก่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาดุกพันธุ์ผสมมีการเจริญเติบโตลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการผสมไส้ไก่ป่นที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ (CVM 30) ให้การเจริญเติบโตสูงที่สุด ในขณะที่เมื่อผสมที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ (CVM 50) มีการเจริญเติบโตที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรควบคุม ($p > 0.05$)

คำสำคัญ: ไส้ไก่ป่น การทดแทน ปลาดุกพันธุ์ผสม ปลาป่น การเจริญเติบโต

ABSTRACT: The present study investigated the effects of substitution of fishmeal protein by chicken viscera meal (CVM) protein on the growth performance, feed utilization, and feed cost in hybrid catfish (*Clarias microcephalus* x *C. gariepinus*) diet. An experimental fish were started

Received April 23, 2018

Accepted September 17, 2018

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก
Department of Agriculture Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources, and Environment, Naresuan University,
Phitsanulok 65000, Thailand

² ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก
Center for Agriculture Biotechnology, Faculty of Agriculture, Natural Resources, and Environment, Naresuan University,
Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding author: anurakk@nu.ac.th

with body length 6.12 ± 0.02 cm or 10.68 ± 0.01 g per fish. There were five experimental diets which replaced fishmeal protein by CVM protein at 0, 10, 30, 50, 70%. These diets were further balanced to isonitrogenous and isolipidic diets. The fish were raised for 8 weeks in glass aquaria which contain 150 l, and fed 2 times at 09:00 and 16:00 a day until satiation. An experimental fish were gravimetrically weighted every 2 weeks to determine growth performance, feed utilization, and remaining fish. The results of present study showed that fish fed CVM 30 had the highest final weight, weight gain, average daily gain, specific growth rate, survival rate, feed- and protein efficiency ratio. Furthermore, the fish fed diet containing CVM 30 protein had the lowest feeding cost. While the fish fed CVM 50 also had good growth performance and feed utilization as observed in CVM 30. The CVM replacement higher than 50% significantly showed growth reduction. The results of the present study indicate that CVM 30 substitution has the highest growth performance. While the fish fed CVM 50 substitution has not significantly different with the control diet.

Keywords: chicken viscera meal, substitution, hybrid catfish, fishmeal, growth performance

บทนำ

ปลาป่นเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีความสำคัญสำหรับการผลิตอาหารสัตว์น้ำ โดยทั่วไปความต้องการปลาป่นทั่วโลกเพิ่มมากขึ้นถึง 10 เปอร์เซ็นต์ในทุก ๆ ปี ในขณะที่ปริมาณปลาที่จะนำมาผลิตปลาป่นมีปริมาณลดลง (Naylor et al., 2000) โดยชนิดปลาระยะเวลาการแปรรูป และวิธีการรักษาปลาป่นถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของปลาป่น ปัจจัยเหล่านี้ทำให้ได้คุณภาพ และคุณค่าทางโภชนาการของปลาป่นที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นแหล่งโปรตีนจากสัตว์จึงเป็นแหล่งโปรตีนที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการสารอาหาร ความสมดุลของสารอาหารได้ในสัตว์น้ำ ในขณะที่อุตสาหกรรมการผลิตเนื้อไก่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีปริมาณมากถึงหนึ่งในสี่ของผลผลิตโลก (FAO, 2004) กระบวนการแปรรูปไก่แช่แข็งทำให้ได้เศษเหลือเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น กระดูก เครื่องใน และขนไก่ หากไม่มีการจัดการที่ดี เศษเหลือเหล่านี้มักจะก่อปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมเช่น ส่งกลิ่นรบกวน แหล่งเพาะเชื้อในดิน และน้ำเป็นต้น (Giri et al., 2010)

ปลาดุกพันธุ์ผสม หรือที่ทราบกันในชื่อ hybrid catfish (*Clarias microcephalus* × *C. gariepinus*) เป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจ ที่มีความนิยมสำหรับการบริโภคและเพาะเลี้ยง เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนที่มีราคาถูก และมีคุณภาพ นอกจากนี้ปลาดุกพันธุ์ผสมยังเป็นสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยงได้ง่าย เจริญเติบโตเร็ว ทนทานต่อสภาพอากาศ สามารถอาศัยได้ในแหล่งที่มีคุณภาพน้ำต่ำทำให้มีอัตราการรอดตายสูง (Li et al., 2015; Dunham and Elasmwad, 2017)

สำหรับการใช้ไก่ในอาหารสัตว์น้ำพบว่าเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลามีการใช้ไก่อยู่หลากหลายรูปแบบเช่น การให้สด (อาหารสด) และการผสมสดหรือการผสมไล่ไปกับหัวอาหาร เป็นต้น การให้ไก่สด หรืออาหารสดเป็นการลดต้นทุนการใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูป แต่อย่างไรก็ตามกลับพบว่าอาหารสดเหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงเป็นที่มาของโรคติดต่อ ตลอดจนสุขอนามัยของฟาร์มเพาะเลี้ยง คุณภาพและความสดใหม่ของไก่ และปริมาณของไก่ก็ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก กล่าวคือเกษตรกรไม่สามารถกำหนดปริมาณได้ในแต่ละวัน บางครั้งได้ปริมาณมากเกินไปความต้องการ จึงต้องการเก็บรักษาในตู้แช่เย็นเป็นระยะเวลานาน ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของไก่ และเนื่องด้วยองค์ประกอบของไขมันในไก่มีสูงถึง 15-30 เปอร์เซ็นต์ (El-Sayed, 1994) จึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของไก่ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์จากไก่ป่นที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และราคาอาหารในปลาดุกพันธุ์ผสม

วิธีการศึกษา

การเตรียมสัตว์น้ำทดลอง ลูกปลาดุกพันธุ์ผสมซื้อจากจตุรฟาร์ม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีขนาดเริ่มต้นประมาณ 3-5 กรัม หรือมีขนาดความยาวเฉลี่ย 2-3 เซนติเมตร จำนวน 500 ตัว นำลูกปลามาพักและอนุบาลในถังไฟเบอร์ขนาด 500 ลิตร ให้อาหารปลาดุกเล็กสำเร็จรูปที่มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์และไขมันไม่ต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์

ให้อาหาร 2 เวลา คือ 09.00 และ 16.00 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 30-50 เปอร์เซ็นต์ทุกวันแบบ flow-through/single-pass system หรือแบบถ่ายทิ้ง อนุบาลลูกปลาเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์หรือจนได้ลูกปลาที่มีขนาดเริ่มต้นประมาณ 10.68 ± 0.01 กรัมต่อตัว จึงสูบลู่วัสดุขึ้นน้ำหนักเริ่มต้น และปล่อยปลาลงตู้ทดลอง กำหนดให้อาหารทดลองจำนวน 5 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำ ประกอบด้วยปลาอุกพันธุ์ผสมจำนวน 20 ตัว ในตู้กระจกขนาด $18 \times 18 \times 36$ นิ้ว ที่มีความจุน้ำประมาณ 150 ลิตร มีหัวทรายให้อากาศตลอด 24 ชั่วโมงจำนวน 1 หัว และกำหนดให้ใช้น้ำที่ผ่านการให้อากาศเป็นเวลา 20-24 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการตกค้างของคลอรีน เพื่อให้ปลาคู่เคยตัวทดลอง และอาหารทดลอง จึงกำหนดให้ปลากินอาหารในชุดควบคุมกินเป็นเวลา 3 วัน จากนั้นจึงเริ่มให้อาหารทดลองกินจนกว่าจะอิ่ม (fed-satiation)

การเตรียมอาหารทดลอง วัตถุดิบอาหารทดลองจากตารางที่ 1 นำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 30 เมช สำหรับใส่ไปป์นั้ได้รวบรวมจากฟาร์มเอกชนในจังหวัดพิษณุโลก จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำใส่ไปป์ที่ได้บดให้ละเอียด และวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของสารอาหารตามวิธีการของ AOAC 1990

ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน ไฟเบอร์ และเถ้า อาหารทดลองประกอบด้วย 5 สูตร โดยกำหนดให้มีระดับโปรตีนและไขมันใกล้เคียง (isonitrogenous and isolipidic diets) ทุกสูตร โดยมีโปรตีน 33 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานทั้งหมดจากการคำนวณมีค่าอยู่ระหว่าง 448.21-401.61 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัมอาหาร (Table 1 และ 2) ดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (CVM 0) เป็นอาหารที่มีแหล่งโปรตีนจากปลาป่นเป็นหลัก หรือไม่ผสมใส่ไปป์นั้

ชุดการทดลองที่ 2 กำหนดให้ทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากไข่ไก่ป่นที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (CVM 10)

ชุดการทดลองที่ 3 กำหนดให้ทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากไข่ไก่ป่นที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ (CVM 30)

ชุดการทดลองที่ 4 กำหนดให้ทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากไข่ไก่ป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ (CVM 50)

ชุดการทดลองที่ 5 กำหนดให้ทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากไข่ไก่ป่นที่ระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ (CVM 70)

Table 1 Feed formulation used in the present study

Ingredients	Experimental diets (%)				
	T1(CVM 0)	T2(CVM 10)	T3(CVM 30)	T4(CVM 50)	T5(CVM 70)
Fishmeal	40	36.5	29	21	13.35
Soybean meal	16	16	16	16	16
Broken rice meal	9	9	9	9	9
Corn meal	30	26.3	19	12.5	5.65
Chicken viscera meal	0	7.5	23	38.5	54
Vitamin mix ¹	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Mineral mix ²	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Fish oil	4	3.7	3	2	1
Total	100	100	100	100	100

¹ Vitamin mixture (mg or IU/kg diet): A, 5,000 IU; D3, 1,000 IU; E, 5,000 mg; K, 2,000; B1, 2,500 mg; B2, 1,000 mg; B6, 1,000 mg; B12, 10 mg; inositol, 1000 mg; pantothenic acid, 3,000 mg; niacin acid, 3,000 mg; C, 10,000 mg; folic acid, 300 mg; biotin, 10 mg

² Mineral mixture (g/kg feed); calcium phosphate, 80; calcium lactate, 100; ferrous sulphate, 1.24; potassium chloride, 0.23; potassium iodine, 0.23; copper sulphate, 1.2; manganese oxide, 1.2; cobalt carbonate, 0.2; zinc oxide, 1.6; Magnesium chloride, 2.16; sodium selenite, 0.10

Table 2 Proximate analysis of chicken visceral meal and experimental diets¹

Chemical composition	Experimental diets (%)					
	CVM	T1(CVM 0)	T2(CVM 10)	T3(CVM 30)	T4(CVM 50)	T5(CVM 70)
Moisture	36.056±0.19	2.50±0.12	2.17±0.13	2.25±0.08	2.02±0.53	2.74±0.03
Protein	34.40±0.57	33.18±0.86	33.49±1.55	33.52±0.48	33.37±1.32	33.40±0.62
Fat	12.25±0.09	10.69±0.04	10.96±0.15	10.88±0.29	10.66±0.32	10.55±0.38
Fiber	N.D.	2.12±0.05	2.04±0.05	2.18±0.03	2.37±0.06	2.59±0.08
Ash	4.55±0.02	9.85±0.06	9.98±0.05	8.92±0.11	7.84±0.05	6.92±0.03
Estimation of energy content (kcal/100g)						
Gross energy (GE)	335.3 ²	448.21	443.17	423.39	410.22	401.61

¹ Values are means ± S.D. of three replicates² Hertrampf and Pascual 2000

N.D. is not determined

ซึ่งวัตถุดิบอาหาร และผลผลิตวัตถุดิบอาหารให้เข้ากัน อัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารสัตว์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร นำเม็ดอาหารที่ได้ไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 48 ชั่วโมง และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน ไฟเบอร์ และเถ้า หลังจากนั้นบรรจุอาหารทดลองลงในถุงพลาสติกแล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้สำหรับการทดลอง

3. การศึกษาการเจริญเติบโตของปลาทดลอง ในทุกๆ 2 สัปดาห์ทดลองการเลี้ยงกำหนดให้ชั่งน้ำหนักปลาที่เหลือในแต่ละซ้ำ และนับจำนวนปลาทั้งหมด เพื่อติดตามการเจริญเติบโตของปลาทุกพันธุ์ผสมประกอบด้วย

$$\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักปลาสุดท้าย (g)} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น (g)}}{\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น (g)}} \times 100$$

น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (average daily gain)

$$\text{น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กรัมต่อวัน)} = \frac{\text{น้ำหนักปลาสุดท้าย (g)} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น (g)}}{\text{ระยะเวลา (วัน)}}$$

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (\%)} = \frac{(\ln \text{น้ำหนักสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเริ่มต้น}) \times 100}{\text{ระยะเวลา (วัน)}}$$

อัตราการรอดตาย (survival rate)

$$\text{อัตราการรอดตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}}$$

ประสิทธิภาพการใช้อาหารและโปรตีน

เพื่อศึกษาการใช้อาหารทดลองของปลาทุกพันธุ์ผสม น้ำหนักอาหารที่ปลากินจะถูกบันทึก และติดตามน้ำหนักที่ปลากินทั้งหมด เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหาร ดังต่อไปนี้

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio)

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด (g)}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง (g)}}$$

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency)

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร =

$$\frac{1 \times 100}{\text{อัตราการเปลี่ยนเป็นเนื้อ}}$$

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (protein efficiency ratio)

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน =

$$\frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (g)} \times 100}{\text{น้ำหนักโปรตีนที่ปลากิน (g)}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยผลการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและโปรตีน เพื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ANOVA ด้วย CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษา

การทดลองเลี้ยงปลาดุกพันธุ์ผสมที่ได้รับอาหารผสมจากไส้ไก่ป่นที่ระดับต่าง ๆ คือ 0 10 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ (CVM 0-70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์พบว่าปลาที่ได้รับ CVM 30 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสุดท้าย (133.79±3.77 กรัมต่อตัว)

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (1,151.71±3.76 เปอร์เซ็นต์) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวัน (2.20±0.07 กรัม/ตัว/วัน) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (4.51±0.07 เปอร์เซ็นต์) สูงที่สุด (Table 3) ขณะที่ปลาดุกพันธุ์ผสมที่ได้รับ CVM 70 เปอร์เซ็นต์มีการเจริญเติบโตต่ำที่สุดอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ประกอบด้วยน้ำหนักสุดท้าย (87.13±5.49 กรัม/ตัว) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (715.82±5.49 เปอร์เซ็นต์) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวัน (1.36±0.01 กรัม/ตัว/วัน) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (3.75±0.02 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่อัตราการรอดตายของปลาที่ได้รับอาหารผสมด้วยไส้ไก่ป่น และสูตรควบคุมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3)

ประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลาดุกพันธุ์ผสมที่ได้รับอาหารผสมไส้ไก่ป่นที่ระดับต่าง ๆ พบว่ามีแนวโน้มที่สอดคล้องกับการเจริญเติบโต กล่าวคือปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 30 เปอร์เซ็นต์มีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (80.00±3.67) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (2.30±0.15) มีค่าสูงกว่าปลาดุกที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 30 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำที่สุด (1.25±0.08) โดยปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 50 เปอร์เซ็นต์ใช้อาหารทั้งหมด 145.51±4.49 กรัม/ตัว ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.60±0.35 และ

Table 3 Growth response of hybrid catfish fed practical diets with graded levels of chicken visceral meal (CVM)

Parameters	Experimental diets ¹				
	T1(CVM 0)	T2(CVM10)	T3(CVM30)	T4(CVM50)	T5(CVM70)
Initial weight (g)	10.68±0.01 _a	10.69±0.00 _a	10.68±0.01 _a	10.69±0.00 _{ab}	10.68±0.01 _b
Final weight (g)	117.90±4.17 _a	124.23±5.99 _a	133.79±3.77 _a	108.55±16.13 _{ab}	87.13±5.49 _b
Weight gain (%) ²	1,003.93±4.16 _a	1,062.11±5.99 _a	1,151.71±3.76 _a	915.43±16.13 _{ab}	715.82±5.49 _b
Average daily gain (g/fish) ³	1.91±0.07 _a	2.03±0.11 _a	2.20±0.07 _a	1.75±0.29 _{ab}	1.36±0.01 _b
Specific growth rate (%) ⁴	4.29±0.09	4.38±0.10	4.51±0.07	4.14±0.12	3.75±0.02
Survival Rate (%) ⁵	95.00±0.5	95±0.00	100±0.00	100±0.00	95.00±0.00

¹ Values are means ± S.D. of three replicates and values within the same row with different letters are significant difference (p<0.05, n=3)

² Weight gain = (Final weight-Initial weight)/Initial weight x 100

³ ADG, Average daily gain = Final weight – Initial weight/days

⁴ SGR, Specific growth rate = (lnW2-lnW1/T) x 100, W1 = Initial weight, W2 = Final weight, T = Cultured period

⁵ Survival rate = Number of final fish / Number of initial fish x 100

ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน 1.94 ± 0.36 โดยไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 70 เปอร์เซ็นต์พบว่าให้อาหารไปทั้งหมด 135.65 ± 0.83 กรัมต่อตัว ค่าประสิทธิภาพการให้อาหาร 55.87 ± 0.42 และโปรตีน 1.61 ± 0.11 ที่มีค่าต่ำที่สุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่มีค่าสูงที่สุดคือ 1.79 ± 0.12 (Table 4)

การคำนวณราคาอาหารผสมได้ไปปนที่ระดับต่างๆ พบว่ามีแนวโน้มของราคาลดลงเมื่อระดับของใส่ไก่เพิ่มขึ้น กล่าวคือราคาอาหารปลาที่มีมูลค่า

เท่ากับ 24.30 23.55 21.93 และ 20.10 บาท/กิโลกรัม (CVM 0-50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) (Table 5) โดยราคาอาหารผสม CVM 70 เปอร์เซ็นต์มีราคาต่ำที่สุดคือ 18.31 บาท/กิโลกรัม ขณะที่ราคาอาหารต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม พบว่าอาหารสูตรที่ทดแทนที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์มีราคาแพงที่สุดคือ 33.72 บาท/น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นหนึ่งกิโลกรัม ส่วนอาหารสูตรควบคุมและอาหารผสม CVM 70 เปอร์เซ็นต์มีราคาใกล้เคียงกันคือ 32.47 และ 32.48 บาท/น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นหนึ่งกิโลกรัม และอาหารผสม CVM ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์มีราคาต่ำที่สุด

Table 4 Feed utilization of hybrid catfish fed practical diets with graded levels of chicken visceral meal (CVM)

Parameters	Experimental diets ¹				
	T1(CVM 0)	T2(CVM 10)	T3(CVM 30)	T4(CVM 50)	T5(CVM 70)
Feed Intake (g/fish)	142.19 ± 2.55 ab	162.61 ± 11.36 a	153.33 ± 5.59 ab	145.51 ± 4.49 ab	135.65 ± 0.83 b
Feed conversion ratio ²	1.33 ± 0.03 a	1.43 ± 0.03 a	1.25 ± 0.08 a	1.60 ± 0.35 a	1.79 ± 0.12 c
Feed efficiency ³	75.19 ± 4.27 ab	69.93 ± 7.50 ab	80.00 ± 3.67 a	62.50 ± 6.37 ab	55.87 ± 0.42 b
Protein efficiency ratio ⁴	2.15 ± 0.05	2.00 ± 0.42	2.30 ± 0.15	1.94 ± 0.36	1.61 ± 0.11

¹ Values are means $\pm$ S.D. of three replicates and values within the same row with different letters are significant difference ($p < 0.05$, $n = 3$)

² FCR, Feed conversion ratio = Feed intake / Weight gain

³ Feed efficiency = $(1/FCR) \times 100$

⁴ PER, Protein efficiency ratio = Weight gain / Protein intake

วิจารณ์

การศึกษากการใช้ประโยชน์จากไส้ไก่ปนผสมในอาหารปลาถูกพันธุ์ผสมที่ระดับต่างๆ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าอาหารผสมไส้ไก่ปนไม่มีผลต่ออัตราการรอดตาย (Table 3) จึงแสดงให้เห็นว่าปัจจัยภายนอก เช่น คุณภาพน้ำ อุณหภูมิ และแสง เป็นต้น ไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลาถูกพันธุ์ผสมในการศึกษาทดลองครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม ปลาถูกพันธุ์ผสมที่ได้รับอาหารผสม CVM 30 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักสุดท้าย (133.79 ± 3.77 กรัม) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ($1,151.71 \pm 3.76$ %) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อตัวต่อวันเฉลี่ย (2.20 ± 0.07 กรัม/ตัว) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (4.51 ± 0.07 %) ประสิทธิภาพการให้อาหาร (80.00 ± 3.67) และโปรตีน (2.30 ± 0.15) มีค่าสูงที่สุด

และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับปลาที่ได้รับอาหารที่มีปลาปนเป็นแหล่งโปรตีนหลัก อย่างไรก็ตามพบว่าปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 50 เปอร์เซ็นต์มีการเจริญเติบโตที่สอดคล้องกับปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายความว่าปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 50 เปอร์เซ็นต์ก็สามารถเจริญเติบโตโดยไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารผสม CVM 30 เปอร์เซ็นต์ และปลาที่ได้รับอาหารที่มีปลาปนเป็นหลัก ($p > 0.05$) นอกจากนี้อาหารผสม CVM 30 เปอร์เซ็นต์ยังมีราคาอาหารต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นหนึ่งกิโลกรัมต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ การทดลองครั้งนี้ทำให้ทราบว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมไส้ไก่ปนที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับปลาถูกพันธุ์ผสมด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น หากมีการใช้ไส้ไก่ปนที่ระดับ

Table 5 Economic analysis of hybrid catfish fed varying levels of chicken viscera meal

Experimental diets	Feeding cost	
	Total cost (Baht/kg diet) ¹	Feeding cost (Baht/kg fish gain) ²
CVM 0	24.30	32.47
CVM 10	23.55	33.72
CVM 30	21.93	27.31
CVM 50	20.10	29.88
CVM 70	18.31	32.48

¹ Cost of feed ingredients (Baht/kg)² Feeding cost (Baht/kg gain) = (feeding cost/kg x total eaten feed)/weight gain)

50 เปอร์เซ็นต์ จะให้การเจริญเติบโตที่เทียบเคียงกัน แต่กลับส่งผลต่อต้นทุนราคาอาหารต่อหน้าหนักปลาที่เพิ่มขึ้นมีราคาที่สูงกว่า (Table 5)

การศึกษาระดับของอาหารผสม CVM 30 เปอร์เซ็นต์ในอาหารปลาดุกพันธุ์ผสมครั้งนี้พบว่าการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด โดยมีระดับที่ใกล้เคียงกับการทดลองที่ใช้ไส้ไก่ป่นในอาหารปลาดุกพันธุ์ผสมที่เลี้ยงกระชัง โดยสามารถใช้ไส้ไก่ป่นได้ 35 เปอร์เซ็นต์ (วีรภัทร และคณะ 2558) ในปลาเรนโบว์ เทราท์พบว่าสามารถใช้ไส้ไก่ป่นได้ 27 เปอร์เซ็นต์ในลูกปลาดุก (*Clarias batrachus* Linn) ระยะ fingerling สามารถใช้ไส้ไก่ป่นได้ระหว่าง 30 – 50 เปอร์เซ็นต์ โดยระดับที่ให้การเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 40 เปอร์เซ็นต์ (Giri et al., 2010) ปลาแอฟริกันพินแหลม, *Clarias gariepinus*, สามารถใช้ไส้ไก่ป่นได้ดีที่ระดับ 26 เปอร์เซ็นต์ (Goda et al., 2007) ปลาเมริกัล คาร์พ, *Cirrhinus mirigala*, สามารถใช้ไส้ไก่ป่นโดยให้การเจริญเติบโตสูงที่สุดที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ (Tabinda et al., 2013) การศึกษาการใช้ไส้ไก่ป่นในสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ พบว่าสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความสามารถในการใช้ไส้ไก่ป่นได้ในระดับที่แตกต่างกันเช่น ปลาคาร์พจีเบล, *Carassius gibelio* สามารถทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยไส้ไก่ป่นได้ถึง 66.50 เปอร์เซ็นต์ (Yang et al., 2006) และสามารถให้ไส้ไก่ป่นร่วมกับกระดุกป่นได้ถึง 66.7 เปอร์เซ็นต์ (Hu et al., 2008); และปลาคาร์พ, *Ctenopharyngodon idella*, พบว่าสามารถใช้ไส้ไก่ป่นทดแทนโปรตีนจากปลาป่นได้ 75 เปอร์เซ็นต์มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด ขณะที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผลต่อการเติบโตการเจริญเติบโต (Tabinda and Butt, 2012)

จากรายงานการใช้ไส้ไก่ป่นเพื่อทดแทน

ปลาป่นพบว่า ไส้ไก่ป่นสามารถใช้ทดแทนปลาป่นได้ไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ (Nengas et al., 1999; Takagi et al., 2000) จากรายงานของ Steffen (1994) พบว่าการผสมเศษเหลือจากลำไส้ไก่ที่ระดับที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ในปลาเรนโบว์ เทราท์มีผลต่อการสะสมไขมันในตัวปลาเพิ่มขึ้นเป็น 7-8 เปอร์เซ็นต์ และมีผลต่อการเจริญเติบโตลดลง เนื่องจากความไม่สมดุลกันของกรดอะมิโน (amino acid imbalance) โดยเฉพาะไลซีนที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและมีองค์ประกอบในปริมาณน้อยในไส้ไก่ป่น (Nengas et al., 1999) อย่างไรก็ตามหากมีนำเศษเหลือดังกล่าวผ่านกระบวนการแปรรูปทางเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น กระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ การหมักด้วยแบคทีเรียเป็นต้น จะทำให้เศษเหลือดังกล่าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอาหารสัตว์น้ำได้มากถึง 100 เปอร์เซ็นต์ (Bureau et al., 1999; Shapawi et al., 2007) นอกจากนี้ระดับของไส้ไก่ป่นที่เพิ่มสูงขึ้นในอาหารจะส่งผลต่อระดับของคาร์โบไฮเดรตในอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากไส้ไก่มีส่วนผสมของอาหารไก่ที่ตกค้างในลำไส้ เช่น ธัญพืช และเศษเหลือจากอุตสาหกรรม จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตในสัตว์น้ำ และความไม่สมดุลกันของกรดอะมิโนในอาหารได้ (Giri et al., 2010) อย่างไรก็ตามจากรายงานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์จากไส้ไก่ป่นเพื่อการผลิตอาหารสัตว์น้ำ ยังคงมีสารอาหารที่จำเป็นและมีความเหมาะสมสำหรับการผลิตเป็นอาหารสำหรับปลาดุกพันธุ์ผสม และสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบอาหารที่มีความเหมาะสมมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ ที่เป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์ (Seenappa and Devraj, 1995) และพืช (อนุรักษ์ และคณะ 2555; Eyo, 1991) และ

ยังเป็นวัตถุดิบที่มีชีวภาพพร้อมใช้ (bio-availability) ของสารอาหารสูงอีกด้วย (Cruz-suares et al., 2009; Kristsanapuntu and Chaitanawisuti, 2015) ซึ่งมีผลทำให้ปลามีเจริญเติบโตเทียบเท่ากับอาหารที่มีแหล่งโปรตีนจากปลาเป็นหลัก (Gaylord et al., 1996)

สรุป

การศึกษาการใช้โปรตีนจากไส้ไก่เพื่อทดแทนโปรตีนจากปลาในอาหารปลาดุกพันธุ์ผสมที่ระดับต่างๆ จำนวน 5 ระดับประกอบด้วย 0 10 30 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาดุกพันธุ์ผสมที่ได้รับโปรตีนจากไส้ไก่ได้ 30 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มต่อตัวต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราอดตาย ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุด และราคาอาหารต่อน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นหนึ่งกิโลกรัมต่ำกว่าอาหารที่ระดับอื่นๆ ดังนั้นการใช้โปรตีนจากไส้ไก่ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมในการใช้เป็นอาหารเลี้ยงปลาดุกพันธุ์ผสม

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์อาหารสัตว์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และงบประมาณเงินรายได้ ปี 2559 (R2559C153) มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารอ้างอิง

วีรภัทร ผ่องศรี, นิรุฒิ หวังชัย, ดวงพร อมรเลิศพิศาล, และสุดาพรตงศิริ. 2558. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไส้ไก่. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 9:12-22.

อนุรักษ์ เขียวขจรเขต, อมรรัตน์ วันอังคาร, กุลยา ภัทร์ วุฒิจารี, ณัฐมนตรี คงกระพันธ์, และ ณัฐพงศ์ วงศ์ใหญ่. 2555. การใช้ประโยชน์จากเห็ดแดงอบแห้งในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn.) แก่นเกษตร. 40: 518-521.

Bureau, D.P., A.M. Harris, and C.Y. Cho. 1999. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout. Aquaculture. 180: 345-358.

Cruz-Suarez, L.A., M. Tapia-Salazar, D. Villarreal-Cavazos, J. Beltran-Rocha, M.G. Nieto-Lopez, A. Lemme, and D. Ricque-Marie. (2009). Apparent dry matter, energy, protein and amino acid digestibility of four soybean ingredients in white shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles. Aquaculture. 292: 87-94.

Dunham, R.A., and A. Elawad. 2017. Catfish Biology and farming. Annual review of animal biosciences. 6: 305-325.

Gaylord, T.G., and D.M. Gatlin. 1996. Determination of digestibility coefficients of various feed stuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture. 139: 303-304.

Hertmpf, J.W., and F.P. Pascual. 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Kristanapuntu, S., and N. Chaitanawisuti. 2015. Replacement of fishmeal by poultry by-product meal in formulated diets for growing hatchery-reared juvenile Spotted Babylon (*Babylonia areolata*). Journal of Aquaculture research & Development. 6: 4-15.

- El-Sayed, A.F. 1994. Evaluation of soybean meal, spirulina meal and chicken offal meal as protein sources for silver seabream (*Rhabdosargus sarba*) fingerlings. *Aquaculture*. 127:169-176.
- Eyo, A.A., 1991. The utilisation of isonitrogenous feed mixtures containing blood meal, fish meal, groundnut cake and soyabean meal by fingerling mudfish *Clarias anguillaris*. In: The Annual Report of National Institute of Freshwater Fish Research. 12: 96-103.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 2004. EMPRES transboundary animal diseases bulletin no 25, January–June 2004.
- Hu, M., Y. Wang, Q. Wang, M. Zhao, B. Xiong, X. Qian, Y. Zhao, and Z. Luo. 2008. Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients with lysine and methionine supplementation to practical diets for gibel carp, *Carassus auratus* gibelio. *Aquaculture*. 275: 260-265.
- Giri, S.S., S.K. Sahoo, and S.N. Mohanty. 2010. Replacement of by-catch fishmeal with dried chicken viscera meal in extruded feeds: effect on growth, nutrient utilisation and carcass composition of catfish *Clarias batrachus* (Linn.) fingerlings. *Aquaculture International*. 18:539–544.
- Goda, A.M., E.R. El-Haroun, and M.A.K. Chowdhury. 2007. Effect of totally or partially replacing fish meal by alternative protein sources on growth of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) reared in concrete tanks. *Aquaculture Research*. 38:279-287.
- Li, M.H., E.H. Robinson, P.M. Lucas, and B.G. Bosworth. 2015. Evaluation of Low-protein Alternative Diets for Pond-raised Hybrid Catfish, *Ictalurus punctatus* x *Ictalurus furcatus*. *Journal of the world aquaculture society*. 46:228-234.
- Nengas, I., M.N., Alexis, and S.J. Davis. 1999. High inclusion levels of poultry meals and related by products in diets for gilthead seabream, *Sparus aurata* L. *Aquaculture*. 179: 12-23
- Seenappa, D. and K.V. Devraj. 1995. Effect of different levels of protein, fat and carbohydrate on growth, feed utilization and body composition of fingerlings in *Catla catla* (Ham). *Aquaculture*. 129: 243-249.
- Shapawi, R. Ng, W.K. and S. Mustafa. 2007. Replacement of fishmeal with poultry by-product meal in diets formulated for the humpback grouper, *Cromileptes altivelis*. *Aquaculture*. 273: 118-126.
- Steffens, W. 1994. Replacing fishmeal with poultry by-product meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. 124: 27-34.
- Tabinda, A.B. and A. Butt. 2012. Replacement of fishmeal with PBM meal (Chicken intestine) as a protein source in carp (grass carp) fry diet. *Pakistan Journal of Zoology*. 44:1373-1381.
- Tabinda, A.B., R. Ghazala, A. Yassar, and M. Ashraf. 2013. Utilization of chicken intestine as an alternative protein source in the diet for fingerlings of *Cirrhinus mrigala*. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 23: 1603-1608.

- Takagi, S.T., H. Hosokawa, S. Shimeno, and M. Ukawa. 2000. Utilization of poultry by-product meal in a diet for red sea bream *Pagrus major*. Nippon Suisan Gakkaishi. 66: 428-438.
- Yang, Y., S. Xie, Y. Cui, X. Zhu, W. Lei, and Y. Yang. 2006. Partial and total replacement of fishmeal with poultry by-product meal in diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio* Bloch. Aquaculture Research. 37:40-48.