ประสิทธิภาพของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกในสูตรอาหารสำเร็จรูปต่อการเลี้ยงปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) ในกระชัง

The Efficiency of Catfish Processing Waste in the Formulated Diets on Cage Culture of Hybrid Catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*)

แจ่มจันทร์ เพชรศิริ[1*] ทวีเดช ไชยนาพงษ์[1] และธัญญา พันธ์ฤทธิ์ดำ[1]

Jamjun Pechsiri[1*] Thaweedet Chainapong[1] and Thanya Panritdam[1]

บทคัดย่อ

การใช้เศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปปลาเป็นวัตถุดิบทางเลือกในอาหารปลามีความสำคัญ เนื่องจากก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและลดต้นทุนในการเลี้ยงปลา งานวิจัยนี้จึงศึกษาประสิทธิภาพของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนและไขมันในสูตรอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตและทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการเลี้ยงปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) ในกระชัง โดยทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมขนาด 4.4-4.5 เซนติเมตร ในกระชังขนาด 2 x 3 x 1 เมตร จำนวน 500 ตัวต่อกระชัง ด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้า (T1) เปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม 25.0 เปอร์เซ็นต์ (T2) เป็นระยะเวลา 3 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า T2 มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 214.3±27.5 กรัม เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับ 4,598.9±663.4 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 2.3±0.3 กรัมต่อวัน ซึ่งดีกว่า T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเพียง 156.7±20.6 กรัม เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับ 3,468.9±547.9 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 1.7±0.2 กรัมต่อวัน นอกจากนี้ยังพบว่า T2 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (1.1±0.1) ดีกว่า มีอัตรารอด (71.7±3.1 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่า มีต้นทุนค่าอาหาร (12.18 บาทต่อปลา 1 กิโลกรัม) ถูกกว่า และมีผลตอบแทน

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

* Corresponding author e-mail: jamjun2508@yahoo.com

Received: 25 December 2020, Revised: 17 February 2021, Accepted: 25 February 2021

การลงทุน (171.7±12.5 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่า T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงถึง 1.4±0.1 มีอัตรารอดเพียง 56.4±8.2 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหาร 34.77 บาทต่อปลา 1 กิโลกรัม และมีผลตอบแทนการลงทุนเพียง 13.1±12.5 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนและไขมันในส่วนประกอบของอาหารเม็ดสำเร็จรูป เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต เพิ่มอัตรารอด ลดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ลดต้นทุนค่าอาหารและเพิ่มผลตอบแทนการลงทุนในการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในกระชังได้

คำสำคัญ: เศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม อาหารสำเร็จรูป การเลี้ยงในกระชัง ปลาดุกลูกผสม

Abstract

The use of fish processing wastes as alternative feedstuffs in fish diets is gaining importance because of increasing environmental benefits and reducing fish production costs. The present study was carried out to investigate the efficiency of hybrid catfish processing waste as protein and fat sources in the formulated diets on growth performance and economics of hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) cultured in a cage. The hybrid catfish with an average initial size of 4.4-4.5 cm. were stocked in 2 x 3 x 1 m cages at 500 fish per cage. They were fed by commercial diet (T1) comparing to a formulated diet containing 25.0% of catfish processing waste (T2) for 3 months. At the end of the experimental period, results showed that T2 fish exhibited a significantly higher ($p < 0.05$) growth rate than those of the T1 fish. The mean final weights (FW), % weight gain (%WG), and average daily gain (ADG) of T2 fish were 214.3±27.5 g, 4,598.9±663.4%, 2.3±0.3 g/day, respectively. On the other hand, FW, %WG, and ADG of T1 fish were 156.7±20.6 g, 3,468.9±547.9%, and 1.7±0.2 g/day, respectively. T2 fish also showed significantly better feed conversion ratio (1.1±0.1), higher survival rate (71.7±3.1%), lower feed cost (12.18 baht/1 kg of fish), and higher return on investment (171.7±12.5%) than T1 fish. Feed conversion ratio, survival rate, feed cost, and return on investment return of T1 fish were 1.4±0.1, only 56.4±8.2%, 34.77 baht/1 kg of fish, and 13.1±12.5%, respectively. This study demonstrated that hybrid catfish processing waste can be used as protein and fat sources in the formulated diets to improve growth performance and survival rate, to reduce feed conversion ratio and feed cost, and to increase the return on investment of hybrid catfish cultured in a cage.

Keywords: Hybrid catfish processing waste, Formulated diets, Cage culture, Hybrid catfish

บทนำ

ปลาดุกลูกผสม (hybrid catfish) (*Clarias macrocephalus* × *C. gariepinus*) หรือปลาดุกบิ๊กอุยเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอันดับสองของประเทศไทยรองจากปลานิล ทั้งเชิงผลผลิตและมูลค่า ปี พ.ศ. 2562 มีผลผลิตประมาณ 100,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 5,000 ล้านบาท (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2562) เป็นปลาที่เจริญเติบโตเร็ว เนื้อปลามีรสชาติดี มีลักษณะใกล้เคียงกับเนื้อของปลาดุกอุย สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น ปลาดุกตากแห้ง และปลาดุกร้า ซึ่งเป็นอาหารพื้นบ้านของภาคใต้ที่กำลังได้รับความนิยมและมีการขยายตัวอย่างมาก ปี พ.ศ. 2560 เฉพาะจังหวัดพัทลุงสามารถแปรรูปและจำหน่ายปลาดุกร้าได้มากถึง 720 ตันต่อปี (อัสวิน, 2560) ซึ่งการแปรรูปปลาดุกร้า 400 กิโลกรัม ต้องใช้ปลาดุกสด 1,000 กิโลกรัม จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการขยายตัวของปลาดุกร้าส่งผลให้ความต้องการวัตถุดิบปลาดุกสดมากขึ้น 2.5 เท่า แต่ปัญหาสำคัญในการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงในกระชังในแหล่งน้ำสาธารณะ คือไม่สามารถใช้อาหารเสริมพวกอาหารสดได้เหมือนกับการเลี้ยงในบ่อดิน ต้องเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยที่มีโปรตีน 30-35 เปอร์เซ็นต์ (วีรภัทร และคณะ, 2558) ซึ่งราคาขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนในอาหาร ทำให้ต้นทุนในการผลิตประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนรวมเป็นค่าอาหาร (รุ่งกานต์ และคณะ, 2557) ดังนั้นหากเกษตรกรสามารถที่จะผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลาขึ้นใช้เองได้ จะสามารถลดต้นทุนในการเลี้ยงปลาได้อย่างมาก แต่สิ่งสำคัญในการผลิตอาหารปลาคือวัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนและไขมัน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและต้นทุนค่าอาหาร (Hien *et al*., 2018) ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนและน้ำมันปลาเป็นแหล่งไขมันในสูตรอาหาร แต่ปัจจุบันปริมาณปลาป่นและน้ำมันปลามีปริมาณลดลงทำให้มีราคาสูงขึ้น (Hodar *et al*., 2020) ทั่วโลกจึงตระหนักในการอนุรักษ์และการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด การนำเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปสัตว์น้ำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนการใช้ปลาป่นในสูตรอาหารสัตว์น้ำจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตและใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น นำเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปปลา knife fish (*Chitala ornate*) ทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ระยะวัยรุ่น (Abarra *et al*., 2017) ดังนั้นหากเกษตรกรสามารถใช้แหล่งวัตถุดิบอาหารที่มีคุณภาพและราคาถูก เช่นเศษเหลือจากการแปรรูปผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่น ก็จะทำให้ได้อาหารปลาที่มีคุณภาพและมีราคาถูกลง

จากการศึกษากระบวนการแปรรูปปลาดุก เช่น ปลาดุกตากแห้งและปลาดุกร้า จะใช้เฉพาะส่วนของลำตัวเท่านั้น ทำให้มีเศษเหลือที่เป็นส่วนหัว 19.78 เปอร์เซ็นต์ และเครื่องใน 4.84 เปอร์เซ็นต์

(สายใจ, 2556) เมื่อนำเศษเหลือดังกล่าวมาต้มและบีบอัดเอาส่วนที่เป็นของแข็งไปอบและบดละเอียด และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการพบว่าประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 36 เปอร์เซ็นต์ ไขมันประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ เถ้าประมาณ 38 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียม 13-15 เปอร์เซ็นต์ (Likitrattanaporn, 2016) นอกจากนี้ Effiong and Fakunle (2013) รายงานว่าเครื่องในปลาดุกแอฟริกัน (*C. gariepinus*) ประกอบไปด้วยกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) สูงถึง 13.52 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่มีความจำเป็นสำหรับปลาดุกเนื่องจากปลาไม่สามารถสังเคราะห์ได้เองต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เกษตรกรสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนและไขมันในการผลิตอาหารปลาสำเร็จรูปใช้เองได้ แต่อย่างไรก็ตามเศษเหลือดังกล่าวมีเถ้าในปริมาณที่สูง ซึ่งส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและการเจริญเติบโตของปลาได้ ดังนั้นหากต้องการนำเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกมาใช้เป็นส่วนผสมในสูตรอาหารปลา ต้องมีกระบวนการที่ทำให้ปริมาณเถ้าลดลง และต้องคำนวณปริมาณส่วนผสมที่ใช้ในสูตรอาหารให้มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา

งานวิจัยนี้จึงนำเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมมาผ่านกระบวนการเพื่อลดปริมาณเถ้าและนำไปเป็นวัตถุดิบในส่วนผสมของอาหารเม็ดสำเร็จรูป ที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมต่อความต้องการของปลาดุกลูกผสม เปรียบเทียบการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตรารอด ต้นทุนค่าอาหาร กับการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้า เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารและเพิ่มปริมาณผลผลิต ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ ตลอดจนเป็นแนวทางในการจัดการเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปปลาดุก ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สร้างความอย่างยั่งยืนให้แก่การเลี้ยงสัตว์น้ำตลอดไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (randomize completely block design, RCBD) โดยให้พื้นแหล่งน้ำที่กางกะชังเป็นบล็อก คือ บล็อกที่ 1 พื้นที่ในทะเลน้อย ความลึกของน้ำประมาณ 1.5 เมตร บล็อกที่ 2 พื้นที่ในคลองสาขาของทะเลน้อย ความลึกของน้ำประมาณ 1.5 เมตร บล็อกที่ 3 บ่อดินขนาด 2.5 ไร่ ความลึกของน้ำประมาณ 1.2 เมตร ซึ่งแต่ละพื้นที่เลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่างกัน ประกอบด้วย 2 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ 1 (T1) เลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้า และชุดการทดลองที่ 2 (T2) เลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม

2. การเตรียมปลาทดลอง

ซื้อลูกพันธุ์ปลาดุกลูกผสมขนาดประมาณ 2 นิ้ว จำนวน 3,600 ตัว จากฟาร์มเอกชนในตำบลลำปำ อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง นำมาปรับสภาพโดยเลี้ยงในกระชังขนาด 2 x 3 x 1 เมตร ที่กาง

ในแหล่งน้ำในพื้นที่ศึกษา กระชังละ 1,200 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลาดุกเล็กเป็นเวลา 2 สัปดาห์ คัดขนาด นับจำนวนและชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาปล่อยในกระชังขนาด 2 x 3 x 1 เมตร ที่กางในพื้นที่แหล่งน้ำที่กำหนด พื้นที่ละ 2 กระชัง ๆ ละ 500 ตัว

3. การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองมี 2 ชนิดคืออาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้าชนิดลอย (บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด มหาชน, ประเทศไทย) ประกอบด้วยโปรตีน 25.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.4 เปอร์เซ็นต์ กาก 5.4 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 10.0 เปอร์เซ็นต์ และอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดจมที่ผลิตเองโดยใช้วัตถุดิบจากเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมเป็นแหล่งโปรตีนและไขมัน ซึ่งมีวิธีการเตรียมดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมวัตถุดิบอาหารทดลองจากเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนเครื่องในนำมาสกัดน้ำมันโดยวิธีการใช้ความร้อน เคี่ยวจนกระทั่งกลายเป็นน้ำมัน และส่วนของหัวปลานำมาต้มเพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์และจุลินทรีย์ (Likitrattanaporn, 2016) รวมถึงป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อโรค (Sotolu, 2009) แล้วแยกเอาส่วนกะโหลกและกระดูกแข็งออกบางส่วน นำไปอบให้แห้ง บดให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีของ AOAC (2000) และนำไปเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารร่วมกับน้ำต้มปลา และวัตถุดิบชนิดอื่นดังตารางที่ 1

3.2 การทำอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม โดยชั่งส่วนประกอบของสูตรอาหารดังตารางที่ 1 ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม หลังจากนั้นนำเข้าเครื่องอัดเม็ดผ่านหน้าแว่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำอาหารเม็ดที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าของอาหารทดลองตามวิธีของ AOAC (2000) ได้ผลดังตารางที่ 1 เก็บใส่ถุงสำหรับนำไปใช้เป็นอาหารปลาทดลอง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์)
หัวปลาดุกลูกผสม ต้ม อบและบดละเอียด	25.0
กากถั่วเหลือง	34.0
รำละเอียด	25.5
แป้งมันสำปะหลัง	10.0
วิตามินรวม*	0.5
น้ำมันปลา	5.0
รวม	**100.0**

ตารางที่ 1 (ต่อ)

องค์ประกอบจากการวิเคราะห์ (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)	
น้ำต้มปลา	35
ความชื้น	11.3±0.1
โปรตีน	30.0±0.8
ไขมัน	12.1±0.1
เถ้า	9.1±0.1

หมายเหตุ : - กากถั่วเหลืองกิโลกรัมละ 14.8 บาท รำละเอียด กิโลกรัมละ 11 บาท แป้งมันสำปะหลัง กิโลกรัมละ 24 บาท วิตามินรวมกิโลกรัมละ 200 บาท

- * วิตามินรวม ประกอบด้วยวิตามินผสมและแร่ธาตุรวมในปริมาณต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ดังต่อไปนี้ วิตามินเอ 500,000 หน่วยสากล วิตามินดี3 100,000 หน่วยสากล วิตามินอี 5,000 มิลลิกรัม วิตามินเค 1,000 มิลลิกรัม วิตามินบี1 3,000 มิลลิกรัม วิตามินบี2 800 มิลลิกรัม วิตามินบี6 1,000 มิลลิกรัม วิตามินบี12 10 มิลลิกรัม วิตามินซี 200,000 มิลลิกรัม แมงกานีส 600 มิลลิกรัม สังกะสี 7,850 มิลลิกรัม ทองแดง 2,500 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 4,800 มิลลิกรัม แคลเซียม 6,000 มิลลิกรัม ซิลิเนียม 10 มิลลิกรัม เหล็ก 310 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 540 มิลลิกรัม โคบอลด์ 500 มิลลิกรัม สื่อเติมจนครบ 1,000 กรัม

4. การทดลองและการเก็บข้อมูล

4.1 อาหารและการให้อาหาร

ให้อาหารตามชุดการทดลองคืออาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้า (T1) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม (T2) วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 9.00 น. และ 16.00 น. ให้ปลากินจนอิ่ม จดบันทึกอาหารที่ให้ ทดลองเป็นระยะเวลา 3 เดือน

4.2 การเก็บข้อมูล

ตรวจวัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH มิเตอร์ ออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen: DO) และความเป็นด่าง (alkalinity) โดยวิธีไตเตรชั่น (titration method) ตามวิธีของ APHA (1995) และความโปร่งแสง (transparency) โดยใช้เซคิดิสก์ (secchi disc) สุ่มตัวอย่างปลาจำนวน 50 ตัวต่อกระชัง ชั่งน้ำหนักปลาทดลอง ทุก ๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 3 เดือน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองชั่งน้ำหนักผลผลิตรวมต่อกระชัง นับจำนวนปลาที่เหลือรอด และปริมาณอาหารทั้งหมดที่ปลากิน เพื่อนำมาคำนวณหาน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (percentage weight gain: PWG%) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain: ADG กรัมต่อวัน) อัตรารอด (survival rate: SV%) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed

conversion ratio: FCR) และวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารและผลตอบแทนการลงทุน โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักทั้งหมด}}{\text{จำนวนปลา}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)} = \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)}}$$

$$\text{อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$$

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักปลาทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น}}$$

ต้นทุนค่าอาหาร (บาทต่อกระชัง) = น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด (กก.) x ราคาอาหาร (บาท)

รายได้ (บาทต่อกระชัง) = น้ำหนักปลาทั้งหมด (กก.) x ราคาปลา (บาท)

กำไรสุทธิ (บาทต่อกระชัง) = รายได้ – ต้นทุนทั้งหมด

$$\text{ผลตอบแทนต่อการลงทุน} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{ต้นทุนทั้งหมด}} \times 100$$

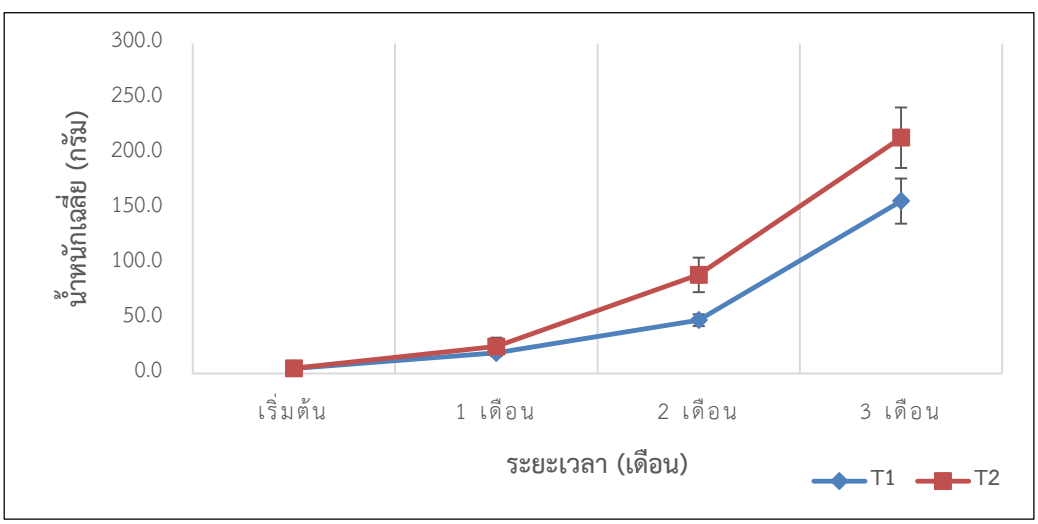
5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทดสอบการกระจายแบบปกติของข้อมูลโดยใช้ shapiro-wilk normality test วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญเติบโต อัตรารอด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ต้นทุนและผลตอบแทนการลงทุน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของชุดทดลองทั้ง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน ด้วยสถิติทดสอบแบบที (t-test for independent samples) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows

ผลการวิจัย

จากการวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แหล่งพบว่าอุณหภูมิมีค่าระหว่าง 30.0-31.5 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างมีค่าระหว่าง 6.7-7.9 ออกซิเจนละลายมีค่าระหว่าง 5.2-5.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 99.4-115.9 มิลลิกรัมต่อลิตร และความโปร่งแสงมีค่าระหว่าง 56.7-58.3 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่ศึกษาต่างกัน ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดของปลาทดลอง แต่ชุดการทดลองต่างกัน มีอัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหาร

เป็นเนื้อ อัตรารอด และผลตอบแทนการลงทุน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหนักเฉลี่ยของปลาทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ที่ระยะเวลา 1 เดือน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 18.6±3.1 กรัม และ 24.4±8.2 กรัม ตามลำดับ แต่ที่ระยะเวลา 2 และ 3 เดือน ชุดการทดลองที่ 2 มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 89.6±15.8 และ 214.3±27.5 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 1 ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเพียง 48.4±5.3 และ 156.7±20.6 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 1) นอกจากนี้ชุดการทดลองที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอด มากกว่าชุดการทดลองที่ 2 (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารต่างกันที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตรารอดของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารต่างกัน

ดัชนี	อาหารทดลอง	
	อาหารสำเร็จรูปเชิงการค้า	อาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)	4.4±0.1[a]	4.5±0.1[a]
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)	156.7±20.6[b]	214.3±27.5[a]
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)	3,468.9±547.9[b]	4,598.9±663.4[a]
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)	1.7±0.2[b]	2.3±0.3[a]
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.4±0.1[a]	1.1±0.1[b]
อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)	56.4±8.2[b]	71.7±3.1[a]

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหาร พบว่าชุดการทดลองที่ 2 มีต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหารเพียง 10.96 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัมเท่ากับ 12.18±0.3 บาท ซึ่งมีค่าต่ำกว่าชุดการทดลองที่ 1 ที่มีราคาค่าอาหารกิโลกรัมละ 24.75 บาท และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัมเท่ากับ 34.77±3.2 บาท ทำให้ชุดการทดลองที่ 2 มีต้นทุนทั้งหมดซึ่งคิดเฉพาะต้นทุนค่าอาหารและค่าลูกพันธุ์ต่ำกว่าชุดการทดลองที่ 1 ส่วนรายได้คิดจากราคาปลาที่ขายได้ 50 บาทต่อกิโลกรัม พบว่าชุดการทดลองที่ 2 มีรายได้ กำไร และผลตอบแทนการลงทุนสูงกว่าชุดการทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ต้นทุน กำไร และผลตอบแทนการลงทุนของการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารต่างกัน

ดัชนี	อาหารทดลอง	
	อาหารสำเร็จรูปเชิงการค้า	อาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม
ราคาอาหาร (บาทต่อกก.)	24.75	10.96
ค่าอาหารต่อน้ำหนักปลา (บาทต่อกก.)	34.77±3.2[a]	12.18±0.3[b]
ต้นทุนค่าอาหาร (บาทต่อกระชัง)	1,443.8±189.0[a] (74.3 เปอร์เซ็นต์)	907.5±.74.0[b] (64.5 เปอร์เซ็นต์)
ต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อกระชัง)	1,943.8±189.0[a]	1,407.5±74.0[b]
รายได้ (บาทต่อกระชัง)	2,213.5±449.6[b]	3,829.1±366.9[a]
กำไร (บาทต่อกระชัง)	269.7±260.7[b]	2,421.6±295.4[a]
ผลตอบแทนการลงทุน (เปอร์เซ็นต์)	13.1±12.5[b]	171.7±12.5[a]

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แหล่ง มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของธนากร และคณะ (2561) ที่รายงานว่าคุณภาพน้ำของการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในกระชัง มีอุณหภูมิระหว่าง 27.9-29.1 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างมีค่าระหว่าง 6.8-7.5 ออกซิเจนละลายมีค่าระหว่าง 5.6-6.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่างมีค่าระหว่าง 165.0-167.8 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับ

การเจริญเติบโตพบว่าปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ใกล้เคียงกับปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในกระชังที่กางในบ่อดินด้วยอาหารผสมสดที่มีส่วนผสมของไส้ไก่ 30 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ที่มีระดับโปรตีน 29.94 เปอร์เซ็นต์ และไขมันประมาณ 12.59 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการเจริญเติบโต 2.27±0.12-2.38±0.15 กรัมต่อวัน (วีรภัทร และคณะ, 2558) ซึ่งดีกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้า ทั้งนี้เนื่องมาจากอาหารสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมต่อความต้องการของปลาดุกลูกผสมที่ต้องการโปรตีน 35.0±5.0 เปอร์เซ็นต์ (ธนาภรณ์, 2557) ไขมัน 4.0-10.0 เปอร์เซ็นต์ (พิเชต, 2557) ส่วนอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้าประกอบด้วยโปรตีนเพียง 25.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าความต้องการของปลาดุกลูกผสม จึงทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลงหรือหยุดชะงัก เนื่องจากโปรตีนเป็นสารอาหารที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับปลาดุกอุย ที่พบว่าการเจริญเติบโตของปลาเพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนที่สูงขึ้น (Hien *et al*., 2018) อีกทั้งไขมันก็เป็นสารอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานและกรดไขมันที่จำเป็นซึ่งมีบทบาทต่ออัตราการเจริญเติบโตเช่นกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาในปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) ที่พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีไขมัน 3.0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีไขมัน 12.0 เปอร์เซ็นต์ (Sivaramakrishnan *et al*., 2017) ประกอบกับมีรายงานว่าเครื่องในปลาดุกแอฟริกันประกอบไปด้วย กรดลิโนเลอิก สูงถึง 13.52 เปอร์เซ็นต์ (Effiong and Fakunle, 2013) ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าไขมันที่สกัดจากเครื่องใน (viscera oil) ปลาดุกลูกผสมที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วยกรดลิโนเลอิกในปริมาณมากจึงมีผลทำให้ปลาที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันปลาดุกลูกผสมมีอัตราการเจริญเติบโตดี เนื่องจากลิโนเลอิกเป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนที่มีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังทุกชนิดรวมไปถึงปลาด้วย (Al-Souti, *et al*., 2012) สอดคล้องกับการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้แหล่งไขมันจากน้ำมันปลาน้ำจืด พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารที่ใช้แหล่งไขมันจากน้ำมันถั่วเหลือง (ธีระวัฒน์ และคณะ, 2561)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้า จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโต คือปลาที่มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ แสดงว่าปลาสามารถนำอาหารที่ให้ไปใช้ในการสร้างกล้ามเนื้อได้ดีจึงทำให้การเจริญเติบโตได้ดีด้วยเช่นกัน นอกจากนี้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อนอกจากขึ้นอยู่ปริมาณโปรตีนในอาหารแล้วยังขึ้นอยู่กับแหล่งโปรตีนในอาหารอีกด้วย (Mohanta *et al*., 2013) จากผลการศึกษา

แสดงว่าเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับผลการศึกษาของวีรภัทร และคณะ (2558) ที่รายงานว่าปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในกระชังที่กางในบ่อดินด้วยอาหารผสมสดที่มีส่วนผสมของไส้ไก่ 35 เปอร์เซ็นต์ ที่มีระดับโปรตีน 29.94 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 1.18±0.07 ส่วนปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้ามีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงกว่าคือ 1.31±0.17 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของสราวุธ และสุธี (2561) ที่รายงานว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับการเสริมอาหารช่วงกลางคืนด้วยแมลงมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 1.09±0.06 ซึ่งต่ำกว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้าที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงถึง 1.60±0.03

อัตรารอดพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมมีอัตรารอดใกล้เคียงกับอัตรารอดของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงในกระชังที่กางในบ่อดินด้วยอาหารผสมสดที่มีส่วนผสมของไส้ไก่ 25 30 และ 35 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตรารอดระหว่าง 72.22-73.33 เปอร์เซ็นต์ (วีรภัทร และคณะ, 2558) ซึ่งสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้ามีอัตรารอดเพียง 56.4±8.2 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุอาจเนื่องมาจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้ามีปริมาณโปรตีนและไขมันน้อยกว่าความต้องการ เนื่องจากปริมาณโปรตีนและไขมันในอาหารนอกจากมีผลต่อการเจริญเติบโตแล้วยังมีผลต่ออัตรารอดด้วย ปลาที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณโปรตีนไม่เพียงพอทำให้ปลาต้องใช้โปรตีนในร่างกายเพื่อรักษาการทำหน้าที่เพื่อความอยู่รอด (Hien *et al*., 2018) จึงทำให้มีอัตรารอดน้อยกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนเพียงพอต่อความต้องการ สอดคล้องกับผลการศึกษาในปลาดุกอุย ที่พบว่าระดับโปรตีนในอาหารมีผลต่ออัตรารอด คือปลาที่ได้รับอาหารโปรตีน 30-35 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดมากกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ (Hien *et al*., 2018) นอกจากนี้ปลาที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณไขมันน้อยทำให้ปลาได้รับกรดไขมันที่จำเป็นในปริมาณที่น้อยตามไปด้วย ซึ่งมีผลต่ออัตรารอดเนื่องจากกรดไขมันที่จำเป็นในไขมันมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกาย ได้แก่ กระตุ้นการทำงานของภูมิคุ้มกันทั้งแบบจำเพาะเจาะจงและไม่จำเพาะเจาะจง อีกทั้งยังสามารถป้องกันโรคของสัตว์น้ำที่มาจากปรสิตภายนอกได้ (Zuo *et al*., 2012) อาจเป็นไปได้ว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมมีส่วนผสมของน้ำมันปลาที่สกัดจากเครื่องในอุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (Effiong and Fakunle, 2013) จึงทำให้ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมมีอัตรารอดสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้าที่นิยมใช้แหล่งไขมันจากน้ำมันพืชแทนน้ำมันปลา สอดคล้องกับผลการทดลองในปลา silver catfish (*Rhamdia quelen*) ที่ทดสอบให้ปลาได้รับเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ใช้แหล่งไขมันจากน้ำมันตับปลา (cod liver oil) มีอัตรารอดสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งไขมันจาก

น้ำมันพืช พวกน้ำมันดอกทานตะวัน (sunflower oil) น้ำมันลินสีด (linseed oil) น้ำมันคาโนลา (canola oil) และน้ำมันมะพร้าว (coconut oil) (Vargas *et al*., 2013)

ต้นทุนและผลตอบแทนที่ได้จากการเลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสม เมื่อคำนวณจากสัดส่วนปริมาณอาหารที่กินต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น พบว่ามีต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัมเพียง 12.18 บาท ซึ่งต่ำกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้าที่มีต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัมสูงถึง 34.77 บาท จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัมลดลง 22.59 บาท หรือลดลง 64.97 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้ผลตอบแทนการลงทุนสูงถึง 171.7±12.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปรูปเชิงการค้ามีผลตอบแทนการลงทุนเพียง 13.1±12.5 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของเศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกลูกผสมช่วยลดต้นทุนค่าวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนและแหล่งไขมันซึ่งอาหารสัตว์น้ำที่ใช้แหล่งโปรตีนจากปลาป่นและแหล่งไขมันจากน้ำมันตับปลาจะมีราคาแพง คล้ายคลึงกับการนำเศษเหลือจากการแปรรูปทางการเกษตรมาใช้เลี้ยงไส้เดือนดินและนำมาเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนการใช้ปลาป่นในสูตรอาหาร ทำให้ได้อาหารสัตว์น้ำราคาถูกที่มีคุณภาพ สัตว์น้ำเจริญเติบโตเร็วขึ้นและมีกำไรเพิ่มมากขึ้น (Musyoka *et al*., 2020)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าอาหารปลาสำเร็จรูปชนิดเม็ดแบบจมน้ำที่ใช้เศษเหลือจากการแปรรูปปลาดุกผสมเป็นแหล่งโปรตีนและแหล่งไขมัน ประกอบด้วยโปรตีน 30.0±0.8 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 12.1±0.1 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 9.1±0.1 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 11.3±0.1 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพดีกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้าที่ประกอบด้วยโปรตีน 25.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4.4 เปอร์เซ็นต์ กาก 5.4 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในด้านการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตรารอด ต้นทุนค่าอาหาร และผลตอบแทนการลงทุน ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัมลดลง 64.97 เปอร์เซ็นต์ มีผลตอบแทนการลงทุนสูงกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้า 158.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดอื่นได้

ข้อเสนอแนะ

หากเกษตรกรเลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปเชิงการค้าที่มีระดับโปรตีนต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ไขมันต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ควรเสริมด้วยอาหารสด เช่น ไส้ไก่ หรือเศษปลาสด เพื่อเพิ่มสารอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของปลาดุกลูกผสม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่สนับสนุนทุนวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณเกษตรกรที่ร่วมดำเนินการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในกระชัง ตลอดจนผู้ประกอบการแปรรูปปลาดุกร้าชุมชนทะเลน้อยที่สนับสนุนเศษเหลือทิ้งจากการแปรรูป เพื่อนำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. (2562). *สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560*. กรุงเทพฯ: กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง.

ธนากร เหมะสถล ดวงใจ พิสุทธิ์ธาราชัย และวรพงษ์ นลินานนท์. (2561). ผลของนมหมักกรดในสูตรอาหารเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในกระชัง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 20(1), 28-35.

ธนาภรณ์ จิตตปาลพงศ์. (2557). *การสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำและสูตรอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ*. กรุงเทพฯ: ราชการบริหารส่วนกลาง.

ธีระวัฒน์ รัตนพจน์ เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน สุดาพร ตงศิริ และดวงพร อมรเลิศพิศาล. (2561). องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันปลาน้ำจืดและผลของประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตในปลานิล. *วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร,* 35(2)(พิเศษ), 11-20.

พิเชต พลายเพชร. (2557). งานวิจัยด้านอาหารสำหรับการเลี้ยงปลาดุกอุยเทศ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 3(2), 52-70.

รุ่งกานต์ กล้าหาญ บัณฑิต ยวงสร้อย และจิตตรา วีระกุล. (2557). การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และคุณภาพเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่ได้รับอาหารผสมฟักทอง. *แก่นเกษตร*, 42(1)(พิเศษ), 785-791.

วีรภัทร ผ่องศรี นิวุฒิ หวังชัย ดวงพร อมรเลิศพิศาล และสุดาพร ตงศิริ. (2558). ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสม (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไส้ไก่. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง,* 9(2), 12-22.

สราวุธ เย็นเอง และสุธี เกื้อเกตุ. (2561). การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงโดยให้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับการเสริมอาหารช่วงกลางคืนด้วยแมลงบินจากกับดักเครื่องดูดแมลงอัตโนมัติ. *วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร*, 2(2), 19-29.

สายใจ วิบูลย์พันธ์. (2556). *การพัฒนากระบวนการผลิตปลาดุกร้าเชิงพาณิชย์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยทักษิณ, พัทลุง.

อัสวิน ภักฆวรรณ. (1 พฤศจิกายน 2560). “ปลาดุกร้า” พัทลุงแต่งตัวขึ้น GI สะพัดกว่า 230 ล้านบาท. *เทคโนโลยีชาวบ้าน*, 30, หน้า 102.

Abarra, S.T., Velasquez, S.F., Velasquez, K.D.D.C, Felipe, J.L.F., Tayamen, M.M. and Ragaza, J. A. (2017). Replacement of fishmeal with processed meal from knife fish *Chitala ornata* in diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Reports*, 5, 76-83.

Al-Souti, A., Al-Sabahi, J., Soussi, B. and Goddard, S. (2012). The effects of fishoil-enriched diets on growth, feed conversion and fatty acid content of red hybrid tilapia, *Oreochromis* sp. *Food Chemistry*, 133(3), 723-727.

AOAC. (2000). *Official methods of analysis*. (17th ed). Gaithersburg: The Association of Official Analytical Chemists.

APHA. (1995). *Standard methods for the examination of water and waste water*. (10th ed). Washington: American Public Health Association.

Effiong, B.N. and Fakunle, J.O. (2013). Fatty acid composition of catfish (*Clarias gariepinus*) viscera oil. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8(1), 299-301.

Hien, T.T.T., Tuan, L., Tu, T.L.C. and Tam, B.M. (2018). Dietary protein requirement of bighead catfish (*Clarias macrocephalus* Gunther, 1864) fingerling. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 8(11), 200-205.

Hodar, A.R., Vasava, R.J., Mahavadiya, D.R. and Joshi, N.H. (2020). Fish meal and fish oil replacement for aqua feed formulation by using alternative sources: a review. *Journal of Experimental Zoology, India*, 23(1), 13-21.

Likitrattanaporn, C. (2016). Development of fishmeal production from catfish processing waste. *International Journal of GEOMATE*, 11(6), 2874-2878.

Mohanta, K.N., Subramanian, S. and Korikanthimath, V.S. (2013). Evaluation of different animal protein sources in formulating the diets for blue gourami, *Trichogaster trichopterus* fingerlings. *Journal of Aquaculture Research and Development,* 4(2), 1-7.

Musyoka, S.N., Liti, D., Ogello, E.O., Meulenbroek, P. and Waidbacher, H. (2020). Earthworm, *Eisenia fetida*, bedding meal as potential cheap fishmeal replacement ingredient for semi-intensive farming of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Research*, 51(6), 2359-2368.

Sivaramakrishnan, T., Sahu, N.P., Jain, K.K., Muralidhar, A.P., Saravanan, K., Ferosekhan, S., Praveenraj, J. and Artheeswaran, N. (2017). Optimum dietary lipid requirement of *Pangasianodon hypophthalmus* juveniles in relation to growth, fatty acid profile, body indices and digestive enzyme activity. *Aquaculture International*, 25(2), 941-954.

Sotolu, A.O. (2009). Comparative utilizations of fish waste meal with imported fishmeal by African catfish (*Clarias gariepinus*). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4(4), 285-289.

Vargas, R.J., Dotta, G., Mouriño, J.L., da Silva, B.C. and Fracalossi, D.M. (2013). Dietary lipid sources affect freshwater catfish jundiá, *Rhamdia quelen*, survival, when challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 35(4), 349-355.

Zuo, R., Ai, Q., Mai, K., Xu, W., Wang, J., Xu, H., Liufu, Z. and Zhang, Y. (2012). Effects of dietary docosahexaenoic to ecosapentaenoic acid ratio (DHA/EPA) on growth, nonspecific immunity, expression of some immune related genes and disease resistance of large yellow croaker (*Larmichthys crocea*) following natural infestation of parasites (*Cryptocaryon irritans*). *Aquaculture*, 334-337, 101-110.