ผลของอาหารที่เสริมด้วยรำข้าวขาวทุ่งสงในสูตรอาหารปลานิลแปลงเพศ

Effects of feed supplemented With Khao ThungSong rice bran in sex-reversal tilapia diet (*Oreochromis niloticus* Linn.)

วรรณชัย พรหมเกิด[1*] ฉัตรชัย สังข์ผุด[1] สุริยะ จันทร์แก้ว[1] บุญฤทธิ์ บุญมาศ[2] และไอศูรย์ พรหมมา[2]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[2]หลักสูตรเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[*]Corresponding Author Email Address : wanchai318@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยรำข้าวขาวทุ่งสงในระดับที่แตกต่างกัน โดยใช้ปลาทดลองน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 4.00-4.05 กรัมต่อตัว ใช้ตู้กระจกขนาด 76x23x29 เซนติเมตร อัตราน้ำที่ใช้เลี้ยงในตู้ทดลอง 120 ลิตรต่อปลา 20 ตัว เตรียมอาหารทดลองทั้งหมด 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 อาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง) ชุดการทดลอง 2-4 เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 10, 20 และ 30% ตามลำดับ ในอาหารแต่ละสูตรมีปริมาณโปรตีน 32% ไขมัน 4.12-4.61% พลังงาน 3,200 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัมโดยประมาณ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโต (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความยาวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ) ปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% ให้ผลดีที่สุด ($p<0.05$) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน) ปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% ให้ผลดีที่สุด ($p<0.05$) ดังนั้นการใช้รำข้าวขาวทุ่งสงเพื่อเป็นแหล่งอาหารในสูตรอาหารปลา จึงเป็นการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือของข้าวพื้นเมืองเพื่อประยุกต์ใช้เป็นแหล่งอาหารปลาต่อไป

คำสำคัญ: รำข้าวขาวทุ่งสง, การเจริญเติบโต, ปลานิลแปลงเพศ

Abstract

The purpose of this research was to study growth of sex-reversal tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.) Which was given a formula feed supplemented with Khao ThungSong rice bran at different levels. Average initial weight of 4.00-4.05 grams. Use the fish tank in the experiment, size 76x23x29 cm. The rate of water used in the aquarium 120 liters per 20 fish. Prepare 4 formula of experimental feed, 3 replications per experiment.formula 1, Control (not Khao ThungSong rice bran). formula 2-4: Dietary supplement

formula with 10, 20% and 30% of Khao ThungSong rice bran, respectively. Each formula contains 32% protein, 4.12-4.61% fat, 3,200 kcal/1 kg of energy approximately. for a period of 12 weeks. The results showed that the growth performance (AW, WG, LG, SGR) and feed efficiency (FCR, PER) of all fish groups were statistically significant difference (P<0.05). Sex-reversal tilapia group receiving the 20% Khao ThungSong rice bran supplement gave the best results (p<0.05). Therefore, using Khao ThungSong rice bran as a source of diet in fish feed formula is the highest. Utilization of locally available raw material and utilization promotion of local rice residues for future use as fish feed sources

Keywords: feed supplemented, Khao ThungSong rice bran, The Sex-reversed Tilapia

บทนำ

ปลานิล (Tilapia, *Oreochromis niloticus*) เป็นปลาน้ำจืดที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีผลผลิตและมูลค่าสูงเป็นอันดับหนึ่งติดต่อกันหลายปี ผลผลิตปลานิลจากการเพาะเลี้ยงเบื้องต้นในปี 2563 มีปริมาณ 205,971 ตัน เนื้อที่เลี้ยง 437,811 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 471 กิโลกรัมต่อไร่ และมีปริมาณการส่งออกปลานิลและผลิตภัณฑ์ของปลานิลในปี 2563 ปริมาณ 5,572.9 ตัน คิดเป็น มูลค่า 194.9 ล้านบาท (เกวลิน, 2564) ปลานิลเป็นปลาที่มีคุณสมบัติครบถ้วนสำหรับการเพาะเลี้ยง เป็นปลาที่เลี้ยงง่ายโตเร็ว สืบพันธุ์วางไข่ได้ตลอดทั้งปี และสามารถผลิตลูกพันธุ์จากโรงเพาะฟักได้ง่าย ที่สำคัญมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมในช่วงกว้าง สามารถอาศัยได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม ปัจจุบันการเลี้ยงปลานิลเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนา เน้นการให้อาหารเป็นหลักเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่สูง ปลานิลกินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์และเป็นปลาที่สามารถใช้วัตถุดิบพืชจำพวกคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานได้ดี (กรมประมง, 2553) ปลาที่ได้รับคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าความต้องการจะนำเอาโปรตีนหรือไขมันที่สะสมไว้ในร่างกายไปเผาผลาญให้เกิดพลังงาน หรืออาจนำเอาโปรตีนในอาหารมาเผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงาน แทนที่จะใช้เพื่อการเจริญเติบโตเพียงอย่างเดียว ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตช้าลง (Shiau and Chuang, 1995) ดังนั้นบทบาทและหน้าที่ของคาร์โบไฮเดรตต่อการผลิตอาหารสำหรับเลี้ยงปลาจึงมีความสำคัญเพราะเป็นแหล่งพลังงานที่มีราคาถูกที่สุด การพัฒนาสูตรอาหารเพื่อให้มีความเหมาะสมกับชนิดปลาที่เลี้ยงจะประกอบไปด้วยสารอาหารที่ปลาต้องการอย่างครบถ้วน จึงจะทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดี มีอัตราการแลกเนื้อที่ดี การประยุกต์ใช้วัตถุดิบจากพืชที่มีในท้องถิ่นเพื่อนำมาใช้สำหรับผลิตอาหารปลาจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น การศึกษาถึงชนิดของวัตถุดิบพืชที่เหมาะสมที่สามารถทำให้ปลานิลเจริญเติบโตได้ดี และการส่งเสริมการใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม

ข้าวขาวทุ่งสงเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ของประเทศไทย พบมากในจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นข้าวเจ้ามีความไวต่อช่วงแสง ลักษณะของเมล็ดข้าวเปลือกจะมีสีฟางมีจุดกระสีน้ำตาลบริเวณปลายเมล็ด และมีลักษณะเด่นคือมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาวเหลือง ลักษณะเมล็ดเรียว จัดเป็นพันธุ์ข้าวพื้นถิ่นที่มีการปลูกไว้สำหรับบริโภคในครัวเรือน (วรรณชัย, 2557) สำหรับเศษเหลือจากการแปรรูปข้าวขาวทุ่งสงจะมีรำข้าว ซึ่งเกษตรกรนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ และจากการวิเคราะห์รำข้าวขาวทุ่งสงในห้องปฏิบัติการพบสารอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ โปรตีน 15.20% ไขมัน 0.50% เยื่อใย 4.62% เถ้า 14.22% และคาร์โบไฮเดรต 72.20% ตามลำดับ โดยทั่วไปรำข้าวมีองค์ประกอบหลายชนิดได้แก่ โปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต องค์ประกอบของรำข้าวแต่ละชนิดจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของข้าวเปลือก ข้าวเปลือกของข้าวชนิดเดียวกันก็อาจให้รำข้าว

แตกต่างกันตามกระบวนการสีข้าว ดังนั้นการทำให้คงสภาพ (stabilization) และวิธีการเก็บรักษาจึงมีผลต่อส่วนประกอบและคุณค่าของรำ และเมื่อนำแต่ละส่วนของเมล็ดข้าวมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่า รำข้าวให้ปริมาณโปรตีนสูงสุดเมื่อเทียบกับส่วนอื่นๆ ในเมล็ดข้าว โดยมีโปรตีนสูงถึง 11.3-14.9 (g Nx5.95) ในขณะที่ในข้าวสารมีโปรตีนอยู่ที่ 6.3-7.1 (g Nx5.95) และปริมาณโปรตีนต่ำสุดในเปลือกข้าว 2.0-2.8 (g Nx5.95) (กิตติมา และสาโรจน์, 2555) *จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าว พบว่าในรำข้าวไขมันเต็ม ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 25-43% รองลงมาคือ ไขมัน 13-20% โปรตีน 12-14% เถ้า 12% และกากหรือเยื่อใย 8-14%* และเมื่อสกัดไขมันออกแล้วองค์ประกอบหลักซึ่งมีมากเป็นอันดับที่ 2 ในรำข้าวสกัดไขมันรองจากคาร์โบไฮเดรตคือ โปรตีน 13-18% จากองค์ประกอบดังกล่าวทำให้รำข้าวมักจะถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดเป็นน้ำมันรำข้าว หรือถูกนำไปผลิตเป็นอาหารสัตว์ (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2555)

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการทดลองใช้รำข้าวขาวทุ่งสง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ของประเทศไทยมาเป็นวัตถุดิบแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลโดยต้องการหาระดับที่ดีที่สุด ผลที่ได้จากการทดลองนี้ คาดว่าสามารถทราบถึงระดับของรำข้าวขาวทุ่งสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลานิลแปลงเพศ ที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งของวัตถุดิบทางเลือกในการผลิตอาหารเลี้ยงปลานิล และสามารถประยุกต์เศษเหลือจากการสีข้าวของเกษตรกรให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์และเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากรำข้าวนาพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ของประเทศไทย และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากข้าวพันธุ์พื้นเมืองในพื้นที่ภาคอื่นของประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้เศษเหลือจากข้าวพันธุ์พื้นเมืองชนิดต่างๆ มาใช้ประโยชน์ให้เกิดประโยชน์ตามความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทยต่อไปในอนาคต

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมอุปกรณ์และการเตรียมปลาทดลอง เตรียมตู้กระจกทดลองขนาด 76x23x29 เซนติเมตร ความจุน้ำ 150 ลิตร จำนวน 12 ตู้ เตรียมระบบทดลองโดยเชื่อมต่อกันเป็นระบบท่อน้ำซึ่งวางผ่านบนตู้ทดลองทั้ง 12 ตู้ โดยให้น้ำไหลผ่านได้เฉลี่ย 0.2 ลิตรต่อนาที ทำความสะอาดตู้แล้วเติมน้ำประปาที่กำจัดคลอรีนแล้วให้ได้ปริมาตร 120 ลิตรต่อตู้ นำลูกปลานิลแปลงเพศที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.74-0.75 กรัมต่อตัว จากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดนครศรีธรรมราช จำนวน 1,000 ตัว มาเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อเตรียมให้ปลาปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของบ่อ ให้กินอาหารปลาดุกขนาดเล็กยี่ห้อไฮ-เกร็ด (Hy-grade) เบอร์ 9961 ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการ คือ มีปริมาณโปรตีน 40% ไขมัน 6% ความชื้น 12% และกาก 5% โดยให้วันละ 2 ครั้ง เช้า–เย็น เวลา 08.30 น. และ 16.00 น. กำจัดมูลปลาและตะกอนทิ้งเพื่อรักษาคุณภาพน้ำให้อยู่ในสภาพปกติ สังเกตพฤติกรรมการยอมรับอาหารของปลา จนปลาทดลองมีขนาดสำหรับทดลองโดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 4.00-4.05 กรัมต่อตัว ก่อนเริ่มทำการทดลองนำปลาไปตรวจสอบการติดเชื้อแบคทีเรียและปรสิตภายนอก และฝึกให้ลูกปลายอมรับอาหารทดลองโดยให้ปลากินอาหารสูตรควบคุมเป็นเวลา 7 วัน ก่อนทำการทดลอง

2. การเตรียมอาหารทดลอง เตรียมวัตถุดิบอาหารที่ใช้สำหรับทดลอง ได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำข้าวขาวทุ่งสง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า และแกลบ ไปบดให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 30 mash หลังจากนั้นนำวัสดุอาหารดังกล่าวไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า) (ตารางที่ 1) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) เตรียมอาหารทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ผสมรำข้าวขาวทุ่งสงในสูตรอาหาร) และชุดการทดลองที่ 2–4 เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 10, 20 และ 30% ตามลำดับ อาหารทดลองเตรียมตามสูตรที่คำนวณไว้โดย

ให้มีโปรตีน 32% ไขมัน 4% และพลังงาน 3,200 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (digestibility energy) โดยประมาณค่าพลังงานที่ย่อยได้ในอาหารคำนวณโดยใช้ค่าต่างๆ ซึ่งประยุกต์มาจากค่าที่ใช้ในปลานิล คือ โปรตีน 4.4 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม ไขมัน 9 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม และคาร์โบไฮเดรต 3.7 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม วิธีการเตรียมอาหารทดลองโดยชั่งวัสดุอาหารแต่ละอย่าง ได้แก่ รำข้าวขาวทุ่งสง ปลาป่น แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด กากถั่วเหลือง วิตามินและแร่ธาตุผสม และใช้แกลบเป็นวัสดุเติมเต็มตามสูตรที่คำนวณไว้ (ตารางที่ 2) ทำการผสมส่วนประกอบวัสดุอาหารให้เข้ากันดี เติมน้ำลงไปประมาณ 40% นำเข้าเครื่องอัดเม็ดผ่านหน้าแว่นขนาดเส้นศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร นำอาหารไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วไปตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์, Nitrogen free extract, NFE) หาได้โดยการคำนวณตามสูตร 100-(%โปรตีน+% ไขมัน+%เถ้า+%เยื่อใย+% ความชื้น) (ตารางที่ 2) ก่อนนำไปใช้เลี้ยงปลาทดลอง

3. การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design; CRD) โดยประกอบด้วยการทดลอง 4 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองแบ่งเป็น 3 ซ้ำ วิธีการทดลองโดยการเติมน้ำลงในตู้กระจกที่ใช้เลี้ยงปลาทดลองขนาด 150 ลิตร ให้มีปริมาตรของน้ำ 120 ลิตรต่อตู้ ระบบน้ำเป็นระบบไหลผ่าน เมื่อเริ่มต้นการทดลองนำลูกปลาทดลองน้ำหนักเฉลี่ย .4.00-4.05 กรัม/ตัว ปล่อยปลาลงในตู้ทดลองตู้ละ 20 ตัว จำนวน 12 ตู้ ให้อาหารปลาทดลองวันละ 2 ครั้ง (เวลาเช้าประมาณ 8.30 น. และเวลาเย็นประมาณ 16.00 น.) โดยให้กินจนอิ่ม บันทึกอาหารที่ให้ทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดการทดลอง ชั่งน้ำหนักปลาทุก 2 สัปดาห์ ใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง นับจำนวนปลาที่เหลือ ดูดตะกอนโดยวิธีกาลักน้ำ ทำความสะอาดตู้กระจกและระบบทดลองทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลาตลอดการทดลอง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุอาหารทดลอง (หน่วย % น้ำหนักแห้ง)

วัสดุอาหาร	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
ปลาป่น	9.58	55.33	8.05	0.54	25.93	1.11
กากถั่วเหลือง	11.68	45.46	0.71	5.76	6.25	35.9
รำข้าวขาวทุ่งสง	9.7	15.20	0.50	4.62	14.22	72.20
แป้งข้าวโพด	11.2	9.4	0.2	0.8	1.2	77.2
แป้งข้าวเจ้า	6.81	7.84	1.49	0.86	0.49	89.32

4. การตรวจวัดคุณภาพน้ำ ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนการเลี้ยง ระหว่างการเลี้ยง และทุกๆ 2 สัปดาห์ตลอดการทดลองตามวิธีการของ Boyd and Tucker (1992) ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจน (dissolved oxygen, DO) อุณหภูมิน้ำ ความเป็นด่าง (total alkalinity) ความกระด้าง (total hardness) แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพของปลา

ตารางที่ 2 สูตรอาหารทดลอง และองค์ประกอบทางโภชนาการของสูตรอาหารแต่ละสูตร

วัตถุดิบอาหาร (กรัม)	สูตรอาหาร			
ปลาป่น	330	320	310	307

รำข้าวขาวทุ่งสง	0	100	200	300
กากถั่วเหลือง	250	240	260	251
แป้งข้าวโพด	230	210	120	100
แป้งข้าวเจ้า	140	80	20	0
น้ำมัน	10	10	10	2
วิตามินและแร่ธาตุผสม[1]	30	30	30	30
แกลบ	10	10	50	10
รวม	1,000	1,000	1,000	1,000
องค์ประกอบทางโภชนาการของสูตรอาหารแต่ละสูตร (หน่วย : % ของน้ำหนักแห้ง)				
โปรตีน	32.53	32.00	32.25	32.04
ไขมัน	4.12	4.35	4.61	4.16
เยื่อใย	3.10	4.42	10.87	15.10
พลังงาน(Kcal/kg feed)	3200.01	3280.83	3290.91	3290.90

หมายเหตุ : [1]วิตามินและแร่ธาตุผสม (ปริมาณอาหาร 1 กิโลกรัม) ประกอบด้วย Thiamine (B_1) 10 มิลลิกรัม; Riboflavin (B_2) 20 มิลลิกรัม; Pyridoxine (B_6) 10 มิลลิกรัม; Cyanocobalamin (B_{12}) 2 มิลลิกรัม; Retinal (A) 4,000 IU; Cholecalciferol (D_3) 29.2 มิลลิกรัม; Menadione sodium bisulfite (K_3) 80 มิลลิกรัม; Folic acid 5 มิลลิกรัม; Calcium pantothenate 40 มิลลิกรัม; Inositol 400 มิลลิกรัม; Niacin 150 มิลลิกรัม; DL-alpha-tocopherol (E) 50 IU; Choline chloride 6,000 มิลลิกรัม; Ascorbic acid (C) 500 มิลลิกรัม; Anticaking 200 มิลลิกรัม; Antioxidant (BHT) 2 มิลลิกรัม; Acetate (A) & Cholecalciferol (AD_3) Rovimix AD_3 500/100 700,000 IU; NaCl 0.25 กรัม; $MgCO_3$ 3.75 กรัม; $FeSo_4$ 0.72 กรัม; $(CH_3COO)_2Ca.5H_2O$ 0.88 กรัม; $ZnSO_4.7H_2O$ 0.088 กรัม; $MnSO_4.4H_2O$ 0.040 กรัม; $CuSO_4.5H_2O$ 0.008 กรัม; $CoCL_2.6H_2O$ 0.00025 กรัม; $KIO_3.6H_2O$ 0.00075 กรัม

5. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การตรวจสอบพฤติกรรมและลักษณะภายนอกของปลา

ในระหว่างการทดลองสังเกตลักษณะภายนอกของปลาทุกชุดการทดลอง ได้แก่ สีของลำตัว การตกเลือดและการเกิดบาดแผลที่ครีบ ผิวหนัง และอวัยวะภายนอกอื่นๆ ใช้ยาและสารเคมีเพื่อป้องกันโรคตามสภาพของปลา ทำความสะอาดตู้เลี้ยงปลาตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจากตะกอนและความสะอาดของตู้ เพื่อป้องกันการเครียดของปลา โดยทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 30% ของน้ำในตู้เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมตลอดการทดลอง

5.2 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลา บันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ทุก ๆ 2 สัปดาห์ ตลอดช่วงการทดลองและทำการชั่งน้ำหนักปลาทุก 2 สัปดาห์ โดยการชั่งน้ำหนักรวมของปลาแต่ละตู้ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (งดให้อาหารก่อนชั่งเป็นเวลา 1 วัน) นับจำนวนปลาที่เหลือ สังเกตลักษณะอาการปลาตลอดการทดลองพร้อมทั้งจดบันทึกไว้ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าต่างๆ โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ คือ

1) น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (Average body weight) คำนวณจากสูตร

$$\text{น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว} = \frac{\text{น้ำหนักปลารวม (กรัม)}}{\text{จำนวนปลาที่เหลือทั้งหมด (ตัว)}}$$

2) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain) คำนวณจากสูตร

Weight gain (Wg) = น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง (กรัม) – น้ำหนักปลาเริ่มต้น (กรัม)

3) ความยาวที่เพิ่มขึ้น คำนวณจากสูตร

= ความยาวปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง (ซม.) – ความยาวปลาเริ่มต้น (ซม.)

4) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR) คำนวณจากสูตร

$$SGR\ (\%/วัน) = \frac{[(\ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \ln \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น})] \times 100}{\text{ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)}}$$

5) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio, FCR) คำนวณจากสูตร

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหาร (แห้ง) ที่ปลากิน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}$$

6) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio, PER) (Zeitoun et al., 1973)

$$PER = \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}{\text{น้ำหนักโปรตีนที่ปลาได้รับ (กรัม)}}$$

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, ความยาวที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA แบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (Duncan, 1955)

ผลการวิจัย

1. ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลานิลที่แสดงออกภายนอก

ปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารที่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง ในระดับแตกต่างกันทุกระดับเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตรควบคุม ไม่พบความผิดปกติของลักษณะภายนอกและปลาทุกตัวมีพฤติกรรมปกติ สุขภาพแข็งแรงตลอดการทดลอง

2. การเจริญเติบโตของปลา

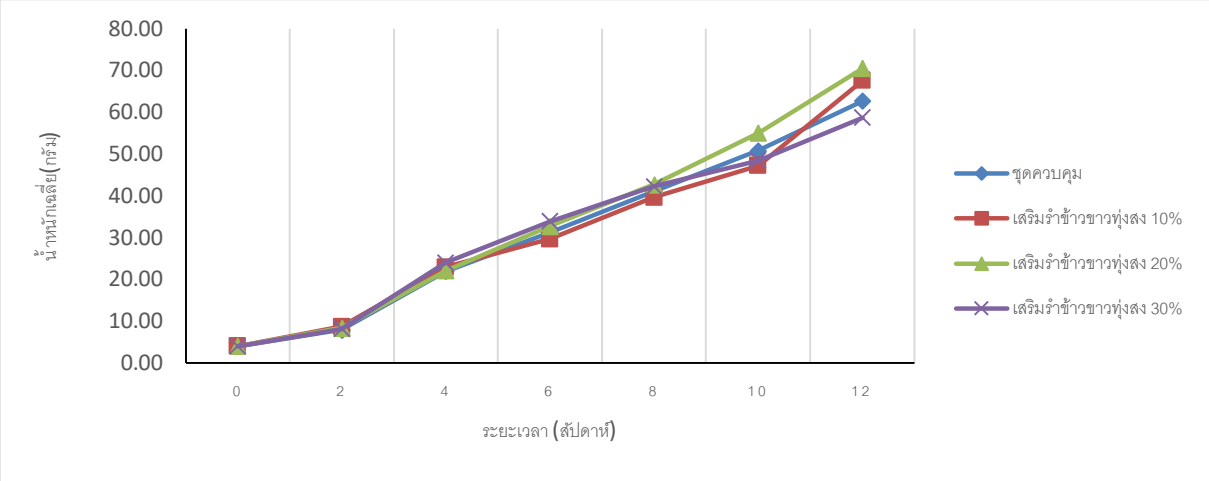
2.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสงที่ต่างกัน 4 ระดับ ตลอดระยะเวลาการทดลองเป็นเวลานาน 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 3) พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยเรียงตามน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวในแต่ละชุดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% (สูตรที่ 3) มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆทุกชุดการทดลอง ($p<0.05$) รองลงมาคือปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 10% (สูตรที่ 2) ปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง) (สูตรที่ 1) และปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 30% (สูตรที่ 4) มีค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด ($p>0.05$) (ตารางที่ 3 รูปที่ 1)

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเสริมแหนเป็ดต่างกัน 6 ระดับ เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา(สัปดาห์)						
	0	2	4	6	8	10	12
ควบคุม	4.00±0.15[a]	7.90±1.67[a]	21.93±1.69[a]	31.20±1.69[a]	41.00±1.62[a]	50.82±1.44[ab]	62.73±1.12[a]
รำข้าวขาวทุ่งสง 10%	4.05±0.08[a]	8.67±0.36[a]	22.94±1.59[a]	29.65±1.45[a]	39.65±1.45[a]	47.20±1.31[a]	67.67±1.25[ab]
รำข้าวขาวทุ่งสง 20%	4.00±0.15[a]	8.33±0.22[a]	22.10±1.53[a]	32.71±1.24[a]	42.71±1.24[a]	55.00±1.00[b]	70.54±1.49[b]
รำข้าวขาวทุ่งสง 30%	4.00±0.00[a]	8.14±0.74[a]	23.97±1.46[a]	33.92±1.24[a]	42.25±1.99[a]	48.42±1.78[a]	58.78±1.56[a]

หมายเหตุ : [1]ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ)
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)



รูปที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสงต่างกัน 4 ระดับเป็น เวลา 12 สัปดาห์

2.2 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 4) โดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลแปลงเพศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% (สูตรที่ 3) มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด และแตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารทดลองกลุ่มอื่นทุกกลุ่ม ($p<0.05$) รองลงมาคือปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับการเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 10% (สูตรที่ 2) ปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง) (สูตรที่ 1) และปลานิลกลุ่มที่ได้รับการเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 30% (สูตรที่ 4) มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่ำที่สุด ($p>0.05$)

2.2 ความยาวเริ่มต้น ความยาวสุดท้าย และความยาวที่เพิ่มขึ้น

ความยาวที่เพิ่มขึ้น ของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 4) โดยความยาวที่เพิ่มขึ้นของปลานิลแปลงเพศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลแปลงเพศทุกกลุ่มมีค่าความยาวที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% (สูตรที่ 3) มีค่าความยาวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด ($p>0.05$) รองลงมาคือปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับการเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 30% (สูตรที่ 4) ปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 10% % (สูตรที่ 2) และปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง) (สูตรที่ 1) มีค่าความยาวเฉลี่ยต่ำที่สุด ($p>0.05$)

2. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 4) โดยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิลแปลงเพศเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% (สูตรที่ 3) มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเพิ่มขึ้นสูงที่สุด และแตกต่างกันกับปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสงกลุ่มอื่นทุกกลุ่ม ($p<0.05$) รองลงมา คือ ปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 10% (สูตรที่ 2) ปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง) (สูตรที่ 1) และปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 30% (สูตรที่ 4) มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำที่สุด ตามลำดับ

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 4) พบว่าปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 30% (สูตรที่ 4) มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงที่สุด และแตกต่างกันกับปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสงกลุ่มอื่นทุกกลุ่ม ($p<0.05$) รองลงมา คือ ปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง (สูตรควบคุม) (สูตรที่ 1) ปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 10% (สูตรที่ 2) และปลานิลทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% มีค่าต่ำที่สุด (สูตรที่ 3) ($p>0.05$)

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 4) โดยค่าประสิทธิการใช้โปรตีนของปลานิลแปลงเพศเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลานิลแปลงเพศกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% (สูตรที่ 3) มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันกับปลานิลทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ($p>0.05$) รองลงมา คือ ปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 10% (สูตรที่ 2) ปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (ไม่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง) (สูตรที่ 1) และปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 30% (สูตรที่ 4) มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำที่สุดตามลำดับ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย และน้ำหนักที่เพิ่ม ความยาวเริ่มต้น ความยาวสุดท้าย และความยาวที่เพิ่มขึ้น ของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสงต่างกัน 4 ระดับ เป็นเวลา 12 สัปดาห์[1]

พารามิเตอร์	สูตรอาหาร			
	ควบคุม	รำข้าวขาวทุ่งสง 10%	รำข้าวขาวทุ่งสง 20%	รำข้าวขาวทุ่งสง 30%
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	4.00±0.15^{a}	4.05±0.08^{a}	4.00±0.15^{a}	4.00±0.00^{a}
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	62.73±1.12^{a}	67.67±1.25^{ab}	70.54±1.49^{b}	58.78±1.56^{a}
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	58.73±0.77^{a}	63.62±0.70^{ab}	66.54±0.76^{b}	54.78±0.26^{a}
ความยาวเริ่มต้น (ซม.)	6.33±0.27^{a}	6.35±0.26^{a}	6.36±0.12^{a}	6.34±0.37^{a}
ความยาวสุดท้าย (ซม.)	15.20±0.48^{a}	15.28±1.10^{a}	15.44±0.84^{a}	15.32±1.69^{a}
ความยาวที่เพิ่มขึ้น (ซม.)	8.87±0.77^{a}	8.93±0.70^{a}	9.08±0.76^{a}	8.98±1.26^{a}
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/day)	1.51±0.77 ^{a}	1.71±0.76 ^{a}	2.54±0.70 ^{b}	1.39±1.26 ^{a}
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.58±0.46^{a}	1.34±0.10^{a}	1.23±0.18^{a}	2.06±0.77^{b}
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	1.93±0.10^{a}	2.11±0.29^{a}	2.19±0.45^{a}	1.83±0.17^{a}

หมายเหตุ : [1]ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ)
ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีอักษรเหมือนกันกำกับไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลองจากการตรวจสอบพบว่า ค่าคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์ที่ตรวจสอบโดยใช้วิธีการของ Boyd and Tucker (1992) มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาทดลอง โดยอุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 26.20–29.90 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 6.15-7.65 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 5.75-6.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่าง 79.32-82.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้าง 90.40-105.18 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนีย 0.24-0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ 0.07-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรท 0.00-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่ปลานิลแปลงเพศสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติ

การอภิปรายผล

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารที่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง ซึ่งเป็นข้าวนาพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ของประเทศไทย 4 ระดับ คือ 0, 10, 20 และ 30% ในสูตรอาหาร ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าปลานิลแปลงเพศที่ได้รับการเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% ให้ผลดีที่สุดต่อการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความยาวที่เพิ่มขึ้น และค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ สูงที่สุดในปลานิลแปลงเพศขนาดเล็ก (น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย ตัวละ 4.00-4.05 กรัม) ในสภาวะควบคุมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ทุกกลุ่ม สอดคล้องกับค่าผลการศึกษาด้านประสิทธิภาพการใช้อาหาร ได้แก่ ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหารของปลา

สำหรับค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร ได้แก่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร โดยค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาจากการทดลองนี้ ปลาทดลองที่ได้รับอาหารเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% มีค่าต่ำที่สุด (1.23±0.18) ในขณะที่ปลาทดลองกลุ่มที่ได้รับการเสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 30% มีค่าสูงที่สุด (2.06±0.77) ค่าดังกล่าวสอดคล้องกันกับค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลา โดยปลาทดลองที่ได้รับอาหารสูตรที่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% มีค่าสูงที่สุด (2.19±0.45) และสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ซึ่งค่าดังกล่าวหมายถึงปลากินอาหารได้ในปริมาณน้อย แต่ในทางตรงกันข้ามปลานิลที่เลี้ยงมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนจากอาหารได้สูง แสดงให้เห็นว่าอาจเป็นผลเนื่องมาจากในอาหารทุกสูตรจะมีวัตถุดิบพื้นฐานเหมือนกัน จะมีความแตกต่างกันเฉพาะในส่วนของระดับรำข้าวขามทุ่งสงที่ทำการทดสอบ โดยในสูตรอาหารทดลองทุกสูตรถึงแม้ว่าจะมีค่าของระดับโปรตีน ค่าไขมัน และค่าพลังงานในอาหารเท่ากันทุกสูตร คือ 32%, 4%, และ 3,200 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม โดยประมาณตามลำดับ จึงพอจะสรุปได้ว่าปลาทดลองกลุ่มที่ได้รับรำข้าวขาวทุ่งสง 20% ปลานิลที่ทดลองมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด และสูงกว่าปลานิลแปลงเพศที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ ทุกสูตรที่มีระดับของรำข้าวขาวทุ่งสงแตกต่างกันจากการทดลองนี้ คาดว่าในอาหารสูตรที่ 3 ที่มีระดับของวัตถุดิบชนิดต่างๆ ได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำข้าว แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า มีความสมดุลกันจึงส่งผลให้ปลานิลที่ทดลองมีการนำโปรตีนที่สะสมในสูตรอาหารที่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสง 20% ปลาสามารถนำสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้มากกว่าอาหารสูตรอื่นๆ และปลาสามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนในรำข้าวขาวทุ่งสงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่าสูตรอื่น จากการวิเคราะห์รำข้าวขาวทุ่งสงในห้องปฏิบัติการพบสารอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ โปรตีน 15.20% ไขมัน 0.50% เยื่อใย 4.62% เถ้า 14.22% และคาร์โบไฮเดรต 72.20% ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับที่สูงกว่ารำข้าวทั่วไป ซึ่งมีปริมาณโปรตีน 14.30% ไขมัน 22.80% เยื่อใย 9.20% เถ้า 9.20% และคาร์โบไฮเดรต 33.70% ตามลำดับ (วิไลศรี และคณะ, 2547) นอกจากนั้นยังมีคาร์โบไฮเดรต วิตามินเอ วิตามินอี วิตามินซี วิตามินบี1 วิตามินบี2 วิตามินบี3 วิตามินบี5 วิตามินบี6 แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก ไขมัน พลังงาน เส้นใย สังกะสี เบตาแคโรทีน น้ำตาล แมกนีเซียม แมงกานีส ช่วยบำรุงร่างกาย และช่วยเจริญอาหาร (พิเชษ, 2559) ทำให้ร่างกายปลาสามารถใช้ประโยชน์จากรำข้าวขาวทุ่งสงที่ระดับ 20%

ในสูตรอาหารได้สูงกว่าการเสริมรำข้าวขาวทุ่งสงระดับอื่นๆ จึงส่งผลให้ปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสงที่ 20% ในสูตรอาหารมีการเจริญเติบโต และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ดีกว่าสูตรอื่น

ถึงแม้ว่าในสูตรอาหารที่เสริมรำข้าวขาวทุ่งสงในระดับ 20% จะอยู่ในจุดที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตสำหรับการทดลองครั้งนี้ แต่ถ้าหากมีปริมาณการเสริมรำข้าวขาวทุ่งสงมากเกินไปอาจทำให้ค่าประสิทธิภาพของอาหารปลาลดลง ดังการทดลองที่เปรียบเทียบระหว่างอาหารที่มีระดับโปรตีนเท่ากันแต่มีส่วนประกอบอื่นๆ ต่างกัน เช่น มีระดับพลังงานและเยื่อใยสูงจะมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่าอาหารที่มีพลังงาน และเยื่อใยต่ำ (นฤมล, 2539) แต่ถ้านำมาเปรียบเทียบกับอาหารที่มีโปรตีนต่างกัน แต่มีส่วนประกอบอื่นเท่าๆ กัน ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของอาหารที่มีโปรตีนสูง จะมีค่าต่ำกว่าอาหารที่มีโปรตีนต่ำ (Hepher, 1988) ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มน้ำหนักตัวของปลาเป็นผลที่มาจากโปรตีนและสารอาหารอื่นที่มิใช่โปรตีนด้วย เช่น ไขมัน และคาร์โบไฮเดรท (Wilson, 1989)

ดังนั้นการใช้รำข้าวขาวทุ่งสง ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ของประเทศไทย เพื่อเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ จึงเป็นการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นภาคใต้ของประเทศไทยให้เกิดประโยชน์สูงสุด และงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางและเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีในแต่ละท้องถิ่น และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากข้าวพันธุ์พื้นเมืองในพื้นที่ภาคอื่นของประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้เศษเหลือจากข้าวพันธุ์พื้นเมืองชนิดต่างๆ มาใช้ประโยชน์ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มตามความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทยต่อไปในอนาคต

บทสรุป

ผลจากการทดลองสรุปได้ว่า รำข้าวขาวทุ่งสงซึ่งเป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ของประเทศไทย สามารถใช้ได้ในระดับ 20% ในสูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงปลานิลแปลงเพศ ที่มีผลทำให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด งานวิจัยนี้มีประโยชน์ในด้านการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบพืชที่มีในท้องถิ่น และสามารถศึกษาถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ และสร้างมูลค่าเพิ่มและเป็นแนวทางในการนำรำข้าวพันธุ์พื้นเมืองชนิดต่างๆ ที่เป็นเศษเหลือจากการเกษตรของประเทศไทยมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการเบญจวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (2553). ยุทธศาสตร์การพัฒนาปลานิล (พ.ศ. 2553-2557). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

กิตติมา ไตรรัตนศิริชัย และสาโรจน์ รอดคืน. (2555). รำข้าว : จากอาหารหมูสู่อาหารเพื่อสุขภาพของคน. ค้นเมื่อ 2 มิถุนายน 2564. http://www.mfu.ac.th/school/agro2012/events/298

เกวลิน หนูฤทธิ์. (2564). สถานการณ์การผลิตและการค้าปลานิลและผลิตภัณฑ์ในปี 2563 และแนวโน้มปี 2564. กลุ่มเศรษฐกิจการประมง กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง กรุงเทพมหานคร.

นฤมล ติ้วพานิช. (2539). ผลของใยอาหารต่อการใช้ประโยชน์และการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

พิเชต พลายเพชร. (2559). การจัดการทางโภชนาการสำหรับการเลี้ยงปลานิล (Nutritional Management for Culturing Nile Tila[ia ; *Oreochromis niloticus*). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 24 (1) : 12-39.

วิไลศรี ลิมปพะยอม สุนันทา วงศ์ปิยชน และกาญจนา เหล่าศรีเจริญสกุล. (2547). การวิจัยและพัฒนาอาหารเสริมสุขภาพชนิดแคปซูล Gamma-Oryzanol จากรำข้าว. รายงานการวิจัย. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร กรุงเทพมหานคร.

วรรณชัย พรหมเกิด ฉัตรชัย สังข์ผุด ดำรงพันธุ์ ใจห้าววีรพงศ์ สุรินทร์ ทองทศ และมัณฑกา ใจห้าววีรพงศ์. (2557). การสำรวจความหลากหลายของชนิดและการอนุรักษ์สายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช. รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช.

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. (2555). วัตถุดิบอาหารสัตว์. ค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2564. http:www.dld.go.th]

AOAC. (Associacion of official Analytical Chemists). (1990). Official Methods of Analysis. Washington, DC: AOAC.

Boyd, C. E. and Tucker, C.S., (1992). Water Quality and Pond soil Analyses For Aquaculture. Alabama. University.

Duncan, D. B., (1955). Multiple-range and multiple F tests. Biometrics. 11: 1-42.

Shiau. S.Y, Chuang. J.C. 1995. Utilization of disaccharides by juvenile (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Aquaculture 133. 246-256.

Hepher, B. (1988). Nutrition of pond fishes. Cambridge University Press. Cambridge. 147–174 pp.

Wilson, D. and Hoover, W. H. (1986). Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. J. Dairy Sci. 69: 2755-2766.

Zeitoun, I.H., Tack,P. I., Halver, J. E. and Ullrey, D. E. (1973). Influence of salinity on protein requirements of rainbow trout, *Salmo gairdneri* fingerling. J. Fish. Res. Board Can. 30: 1867-1873.