

การประเมินคุณค่าทางโภชนาการในอาหารที่ผลิตจากวัตถุดิบโปรตีนทดแทน จากแปลงปลูกเกษตรปลอดสารพิษต่อการเจริญเติบโตของปลานิล

บุณชริกา ทองดอนพุ่ม^{1*} กิตติมา วานิชกุล¹ ลลิตา ศิริวัฒนานนท์²

บทคัดย่อ

ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) จัดเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาอาหารที่ผลิตจากวัตถุดิบโปรตีนทดแทนจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยได้ดำเนินการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ การศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ชุดการทดลองที่ 1 2 และ 3 ใช้รำละเอียดจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ 100 เปอร์เซ็นต์ อาหารผสม (ปลาปน ผสมกับรำละเอียดและเมล็ดข้าวโพดอบแห้งจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ) และอาหารที่นิยมใช้เลี้ยงปลาทั่วไป ตามลำดับ ภายในระยะเวลา 120 วัน พบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก (75.36 ± 25.99 กรัม) ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1 (47.28 ± 17.10 กรัม) และชุดการทดลองที่ 3 (41.08 ± 12.04 กรัม) ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) มีค่าดีที่สุดในชุดการทดลองที่ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 1.27 ± 0.12 กรัมต่อวัน ($p \leq 0.05$) และ 1.74 ± 0.42 ($p > 0.05$) ตามลำดับ ในขณะที่อัตราการรอดของปลานิล (SR) มีค่าสูงสุดในชุดอาหารที่นิยมใช้เลี้ยงปลาทั่วไป มีค่าร้อยละ 78.33 ± 16.07 ($p \leq 0.05$) องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสัตว์น้ำ พบว่า ปริมาณโปรตีน ไขมัน แล็ก ความชื้น และ วัตถุแห้ง ในเนื้อสัตว์น้ำก่อนทำการเลี้ยง ร้อยละ 58.86 6.29 26.04 2.95 และ 97.05 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสัตว์น้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยภาพรวมสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบโปรตีนทดแทนจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษสำหรับการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้ โดยวัตถุดิบโปรตีนทดแทนดังกล่าวมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล ซึ่งสามารถนำไปสู่การพัฒนา รูปแบบการผลิตอาหารสัตว์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงแบบปลอดสารพิษต่อไป

คำสำคัญ : ปลานิล วัตถุดิบโปรตีน คุณค่าทางโภชนาการ

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี e-mail: Boontarika_T@mutt.ac.th และ Kittima_V@mutt.ac.th

²สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี e-mail: Lalita_S@mutt.ac.th

* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: Boontarika_T@mutt.ac.th

NUTRITIVE VALUE EVALUATION OF DIETARY PROTEIN INGREDIENTS FROM NON-TOXIC AGRICULTURAL FIELD ON NILE TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) GROWTH

Boontarika Thongdonphum ^{1*} Kittima Vanichkul ¹ Lalita Siriwattananon ²

Abstract

Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of economic important freshwater fish in Thailand. This study aimed to assess the effect of suitable dietary protein ingredients from non-toxic agricultural field on tilapia growth. The experiments were set by completely randomized design (CRD) in three treatment groups of three replications. The treatment groups were fed with 100 percentage of rice bran from non-toxic agricultural field, mixing feed (fish meal, rice bean and dried corn grains from non-toxic agricultural field), and commercial feed for treatment 1, 2, and 3, respectively. Growth rate, survival rate, and other growth parameters were studied within 120 days. Results indicated that weight growth rate were significantly different ($p \leq 0.05$) and showed the best in mixing feed treatment group (75.36 ± 25.99 g), followed by treatment 1 and 3 (47.28 ± 17.10 g and 41.08 ± 12.04 , respectively). Average daily growth rate (ADG) and Feed conversion ratio of tilapia showed the best in treatment 2 with average 1.27 ± 0.12 g/day ($p \leq 0.05$) and 1.74 ± 0.42 ($p > 0.05$), respectively. Survival rate showed highest in treatment 3 ($78.33 \pm 16.07\%$). The initial value of chemical nutritional compositions in fish showed protein, lipid, ash, moisture, and dry matter were 58.86%, 6.29%, 26.04%, 2.95%, and 97.05% respectively. The results of chemical nutritional compositions in fish in 120 days culture showed tendency high value content ($p \leq 0.05$). The overall results suggested that dietary protein ingredients from non-toxic agricultural field had effects on tilapia growth and could be used for development of non-toxic aquaculture feed production in the future.

Keywords : Nile Tilapia, Dietary protein ingredients, Nutritive value

¹Animal Science and Health Science, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, e-mail: Boontarika_T@rmutt.ac.th and Kittima_V@rmutt.ac.th

²Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, e-mail: Lalita_S@rmutt.ac.th

* Corresponding author, e-mail: Boontarika_T@rmutt.ac.th

บทนำ

ปลาไนล (*Oreochromis niloticus*) เป็นปลาน้ำจืดที่ได้รับความนิยมเลี้ยงกันมากชนิดหนึ่ง ทั้งในแบบการค้าและเลี้ยงไว้บริโภคภายในครัวเรือน เนื่องจากเป็นปลาที่เลี้ยงได้ในทุกสภาพ กินอาหารได้แทบทุกชนิด เนื้อมีรสชาดีดี ตลาดมีความต้องการสูง (สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ, 2553) ปลาไนลกินอาหารจำพวกแพลงก์ตอนพืชและเศษวัสดุเน่าเปื่อยตามพื้นบ่อ ในการเลี้ยงจึงควรให้อาหารธรรมชาติดังกล่าวเกิดขึ้นอยู่เสมอ อย่างไรก็ตาม เพื่อเร่งให้ปลาที่เลี้ยงเจริญเติบโตขึ้นหรือถูกต้องตามหลักวิชาการ จึงควรให้อาหารสมทบ เช่น รำปลายข้าว มีจำนวนโปรตีนประมาณ 20% และปริมาณที่ให้ไม่ควรเกิน 4% ของน้ำหนัก (ยุพินธ์ วิวัฒน์ชัยเศรษฐ์ และพันธ์ศักดิ์ ไครบุตร, ม.ป.ป.) การเลี้ยงสัตว์น้ำ ปัจจุบันอาหารสำเร็จรูปมีบทบาทสำคัญในการเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงเศรษฐกิจ การใช้วัตถุดิบที่หาง่ายและราคาถูกด้วยการใช้ธัญพืช (สังคัม เยาวชัย, มปป.) มาทดแทนปลาป่นซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่มีคุณภาพสูงแต่ราคาแพง จึงมีการใช้โปรตีนจากพืช เช่น กากถั่วเหลือง ไบโกระถินมาทดแทนปลาป่นในการผลิตอาหารเลี้ยงปลาโมง (รัตนสุดา ไชยเชษฐ์, 2552) การเลี้ยงปลาไนลแดงด้วยอาหารผสม *Spirulina platensis* (สุรรัตน์ เรื่องสมบูรณ์, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, และปวีณา ทวีกิจการ, 2553) การให้อาหารสมทบนอกจากมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต รสชาติ สีสันทของอาหารแล้ว การจัดการรูปแบบการเลี้ยงทั้งแบบปกติและแบบปลอดสารเคมีนั้นมีความสำคัญ ปัจจุบัน สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ยาฆ่าแมลง) จัดเป็นวัตถุดิบที่อนุญาตให้นำมาใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตทางการเกษตร สารเคมีเหล่านี้สามารถตกค้างได้ในแหล่งน้ำและวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ ดังนั้น เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิตสัตว์น้ำที่ปลอดสารเคมีตกค้าง การศึกษาผลของชุดอาหารทดลองด้วยรำละเอียดจากแปลงปลูกเกษตรปลอดสารพิษ ซึ่งเป็นหนึ่งในวัตถุดิบโปรตีนที่ใช้ในส่วนผสมของอาหารสัตว์น้ำ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะพัฒนาการเลี้ยงปลาไนลในรูปแบบปลอดสารเคมี และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางรูปแบบการเลี้ยงแบบเกษตรอินทรีย์ได้ในอนาคต ซึ่งการเลี้ยงสัตว์น้ำในรูปแบบดังกล่าวเกี่ยวข้องกับอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงที่มีส่วนผสมของโปรตีนและพืชผักปลอดสารพิษ (ICROFS, 2013) ตลอดจนสามารถพัฒนาการผลิตอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งลดปัญหาการใช้สารเคมีในการเลี้ยง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อคุณภาพผลผลิตของสัตว์น้ำได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาผลของอาหารที่ผลิตจากวัตถุดิบโปรตีนทดแทนจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของปลาไนล

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองจะถูกลงแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยทำการทดลองเลี้ยงปลาไนลในบ่อซีเมนต์ ภายในบรรจุกระชังขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 9 กระชัง (ขนาดตาอวนในล่อน 2.5 เซนติเมตร และมีฝาปิดขนาดตา 7 เซนติเมตร) จากนั้น ปล่อยลูกปลาไนล (*Oreochromis niloticus*) ขนาด 3-5 เซนติเมตร ที่ผ่านการสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาว จำนวน 20 ตัวต่อกระชัง โดยแต่ละกระชังแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง

เตรียมชุดการทดลอง 3 ชุด คือ ชุดอาหารทดลองที่ 1 (T1) ใช้รำละเอียดจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ 100 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม) ชุดอาหารทดลองที่ 2 (T2) อาหารผสม (ปลาป่น ผสมกับรำละเอียดและเมล็ดข้าวโพดอบแห้งจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ) โดยกำหนดให้มีคุณค่าครบองค์ประกอบทางโภชนาการ คือ มีโปรตีนอย่างน้อย 20% (ระดับที่เหมาะสมกับปลากินพืช) ไขมันไม่ต่ำกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นไม่มากกว่า 12

เปอร์เซ็นต์ กากไม่มากกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อัตราส่วนรำละเอียดทดแทนจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ 64.86 กิโลกรัม เมล็ดข้าวโพด 19.00 กิโลกรัม และปลาป่น 16.14 กิโลกรัม (คิดจากอาหารปลา 100 กิโลกรัม) และชุดอาหารทดลองที่ 3 (T3) อาหารที่นิยมใช้เลี้ยงปลาทั่วไป เพื่อทดสอบความแตกต่างของอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิล

ทั้งนี้ ก่อนนำไปทำการทดลองเลี้ยงสัตว์น้ำในแต่ละชุดอาหารทดลอง วัตถุดิบที่นำมาเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์น้ำ และชุดอาหารทดลองที่ 2 และ 3 จะได้รับการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ได้แก่ โปรตีน ตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2000) ไขมัน ตามวิธี Ether extract (AOAC, 2000) เยื่อใย ตามวิธี Fitted glass crucible method (AOAC, 2000) เถ้า ตามวิธี Muffle furnace combustion (AOAC, 2000) ความชื้น ตามวิธี Drying in vacuo at 103-105 °C (AOAC, 2000) วัตถุแห้ง และคาร์โบไฮเดรต

ให้อาหารลูกปลานิล 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา วันละ 2 ครั้ง (เวลา 08.00 และ 16.00 น.) เป็นระยะเวลา 120 วัน สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของปลานิล จำนวน 20 ตัว ในแต่ละชุดการทดลอง ทุก ๆ 2 สัปดาห์ เพื่อประเมินการให้อาหารปลานิล ทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ปลานิลกินจนสิ้นสุดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเลี้ยง (120 วัน) ทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเนื้อสัตว์น้ำ (AOAC, 2000) และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลานิล ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และวัตถุแห้ง) รวมถึงคำนวณค่าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของปลา คือ ความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily growth: ADG) อัตราการรอดตาย (Survival rate: SR) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio: FCR) ได้ดังสูตร

$ADG = (W_e - W_s) / t$ โดย W_e คือ น้ำหนักของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง W_s คือ น้ำหนักของปลาเริ่มต้นการทดลอง และ t คือ จำนวนวันที่ทำการทดลอง

$SR = ((N_e - N_s) / N_s) \times 100$ โดย N_e จำนวนของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และ N_s จำนวนของปลาเริ่มต้นการทดลอง

$FCR = W_f / W_t$ โดย W_f คือ น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน และ W_t คือ น้ำหนักของปลาที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ทำการตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำที่สำคัญ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ (ทุกวัน) จนสิ้นสุดการทดลอง หลังการทดลองเสร็จสิ้น นำข้อมูลที่ได้ในแต่ละชุดการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ณ ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากผลการศึกษา เมื่อพิจารณาปัจจัยคุณภาพน้ำเบื้องต้นตลอดระยะเวลา 120 วัน พบว่า ปัจจัยด้านคุณภาพน้ำเบื้องต้น ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ไม่มีความแตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 4.35-7.49 มิลลิกรัมต่อลิตร 24.00-31.80 องศาเซลเซียส และ 6.9-9.0 ตามลำดับ โดยปัจจัยด้านคุณภาพน้ำจัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ มีปริมาณออกซิเจนละลายไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ในช่วง 23-32 องศาเซลเซียส และ 6.5-9 (กรมประมง, 2557)

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลานิล ที่ผลิตจากวัตถุดิบโปรตีนทดแทนที่ได้จากแปลงปลูกเกษตรปลอดสารพิษ โดยวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการทดลอง คือ รำละเอียด ซึ่งใช้เป็นองค์ประกอบในชุดอาหารทดลองที่ 1 และ 2 โดยมีความแตกต่างของปริมาณรำละเอียดที่ใช้ในการทดลอง ส่วนชุดการทดลองที่ 3 ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่นิยมใช้ในการเลี้ยงปลากินพืช พบว่า อาหารผสม (T2) มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ ร้อยละ 20 รองลงมา คือ อาหารเม็ดสำเร็จรูป (T3) และรำละเอียด (T1) คิดเป็นร้อยละ 18.2 และ 12.8 ตามลำดับ โดยรำละเอียดมีปริมาณไขมันสูงที่สุด (ร้อยละ 10.0) รองลงมา คือ อาหารผสมและอาหารสำเร็จรูป (ร้อยละ 7.5 และ 4.0 ตามลำดับ) ปริมาณเยื่อใยและเถ้า พบในอาหารสำเร็จรูปมากที่สุด (ร้อยละ 8.0 และ 11.8 ตามลำดับ) รองลงมา คือ อาหารผสม (ร้อยละ 7.8 และ 8.7) และรำละเอียด (ร้อยละ 5.3 และ 8.0) ค่าความชื้นและปริมาณคาร์โบไฮเดรตพบในรำละเอียดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 10.5 และ 53.3 ตามลำดับ ในขณะที่อาหารผสมมีค่าร้อยละ 6.4 และ 49.5 และอาหารสำเร็จรูปมีค่าร้อยละ 9.3 และ 48.7 และปริมาณวัตถุแห้งในอาหารพบว่า มีค่าสูงในอาหารผสม อาหารสำเร็จรูป และรำละเอียด คิดเป็นร้อยละ 93.6 90.7 และ 89.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ) ในแต่ละชุดอาหารทดลองที่ใช้ในการเลี้ยงปลานิล

ชุดการทดลอง	ปริมาณโภชนา (ร้อยละ)						
	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	ความชื้น	วัตถุแห้ง	คาร์โบไฮเดรต
T1	12.8	10.0	5.3	8.0	10.5	89.5	53.7
T2	20.0	7.5	7.8	8.7	6.4	93.6	49.5
T3	18.2	4.0	8.0	11.8	9.3	90.7	48.7

การเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน คือ ใช้รำละเอียดจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ 100% (ชุดควบคุม) ชุดอาหารผสม และอาหารที่นิยมใช้เลี้ยงปลาทั่วไป (ชุดการทดลองที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ) เป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า การเจริญเติบโตของปลานิลด้านน้ำหนักในระยะเวลา 60 วัน และ 120 วัน (ตารางที่ 2) ปลานิลมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดในชุดการทดลองที่ 2 คือ 25.64 ± 7.71 กรัม และ 75.36 ± 25.99 กรัม ตามลำดับ การเจริญเติบโตของปลานิลด้านความยาวในระยะเวลา 60 วัน และ 120 วัน ปลานิลมีความยาวเฉลี่ยสูงสุดในชุดการทดลองที่ 2 คือ 10.89 ± 0.97 เซนติเมตร และ 15.94 ± 1.76 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้ น้ำหนักและความยาวของปลานิลในระยะเวลา 60 วัน 120 วัน ของชุดการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 1 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่า เมื่อปลาเจริญเติบโตสูงขึ้นประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในปลาจะสูงขึ้นเช่นกัน (เสถียรพงษ์ ขาวหิต, 2551)

ตารางที่ 2 น้ำหนักและความยาวของปลานิล (mean±SD) ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างกัน 3 ชนิด

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง	ระยะเวลา		
		เริ่มต้น	60 วัน	120 วัน
น้ำหนัก (กรัม)	1	1.47±0.30 ^a	15.47±3.61 ^a	47.28±17.10 ^a
	2	1.52±0.44 ^a	25.64±7.71 ^b	75.36±25.99 ^b
	3	1.62±0.51 ^a	13.58±2.52 ^a	41.08±12.04 ^a
ความยาว (เซนติเมตร)	1	4.54±0.26 ^a	9.46±0.71 ^a	13.69±1.80 ^a
	2	4.53±0.34 ^a	10.89±0.97 ^b	15.94±1.76 ^b
	3	4.51±0.42 ^a	8.51±0.52 ^c	12.77±1.31 ^c

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); $n = 20$

จากการพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของปลานิลในระยะเวลา 60 วัน และ 120 วัน พบว่ามีค่าสูงสุดในชุดการทดลองที่ 2 คือ 0.40 ± 0.07 และ 1.27 ± 0.12 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าอัตราการรอดตายของปลานิล พบว่า ชุดการทดลองที่ 3 มีค่าสูงสุดคือ 95.00 ± 5.00 และ 78.33 ± 16.07 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 60 วัน และ 120 วัน ตามลำดับ ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยงและการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพสิ่งแวดล้อม สามารถมีผลต่อสัตว์น้ำได้ (Khattab, Ahmad, Shalaby, & Abdel-Tawwab, 2000) ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในระยะเวลา 60 วัน และ 120 วัน มีค่าดีที่สุดในชุดการทดลองที่ 2 คือ 0.64 ± 0.06 และ 1.74 ± 0.42 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ซึ่งชี้ให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของโปรตีนในอาหาร (Bahnasawy, El-Ghobashy, & Abdel-Hakim, 2009) สามารถบ่งชี้คุณภาพของโปรตีนในอาหารและระดับของโปรตีนในอาหารที่เหมาะสมของชุดอาหารทดลอง เนื่องจากค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหารของปลา เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการเปลี่ยนโปรตีนที่ปลากินเข้าไปเป็นน้ำหนักตัว (วรรณชัย พรหมเกิด, 2553) ระดับโปรตีนในอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโต โดยระดับโปรตีนที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลานิลที่มีขนาดประมาณ 5 กรัม ระดับโปรตีนที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 45% ปลานิลขนาด 20-45 กรัม มีระดับความต้องการโปรตีนอยู่ที่ 35% (Abdel-Tawwab, Ahmad, Khattab, & Shalaby, 2010) โดยระดับของโปรตีนของรำละเอียด ปลาป่น เมล็ดข้าวโพด ที่นำมาใช้ในการผลิตอาหารสัตว์มีความแตกต่างกัน มีค่าประมาณ 12.38 55.90 และ 8.71 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (เจษฎา อิสหะวะ, 2540) ทั้งนี้ การนำวัตถุดิบมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นบางส่วนหรือทั้งหมดในสูตรอาหาร พบว่า สัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความสามารถในการใช้วัตถุดิบพืชได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณค่าทางอาหารและสารต้านโภชนาการที่มีในวัตถุดิบพืชด้วย (วรรณชัย พรหมเกิด, 2553)

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของปลานิล (mean±SD) ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างกัน 3 ชนิด

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง	ระยะเวลา	
		60 วัน	120 วัน
ADG (กรัมต่อวัน)	1	0.23±0.05 ^a	0.81±0.14 ^a
	2	0.40±0.07 ^b	1.27±0.12 ^b
	3	0.20±0.01 ^a	0.69±0.04 ^a
SR (เปอร์เซ็นต์)	1	91.67±2.89 ^a	65.00±20.00 ^a
	2	90.00±5.00 ^a	70.00±15.00 ^a
	3	95.00±5.00 ^a	78.33±16.07 ^a
FCR	1	0.83±0.10 ^a	2.07±0.25 ^a
	2	0.64±0.06 ^b	1.74±0.42 ^a
	3	0.93±0.02 ^a	2.01±0.28 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$); $n = 20$

ผลการศึกษาค่าองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสัตว์น้ำ (ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และวัตถุแห้ง) ก่อนทำการเลี้ยงและสิ้นสุดระยะเวลาการเลี้ยง (ตารางที่ 4) พบว่า ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และวัตถุแห้ง ในเนื้อสัตว์น้ำก่อนทำการเลี้ยง มีค่าร้อยละ 58.86 6.29 26.04 2.95 และ 97.05 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน ปริมาณโปรตีนในเนื้อสัตว์น้ำมีค่าเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าสูงสุดในชุดการทดลองที่ 3 (T3) พบปริมาณโปรตีนร้อยละ 67.46 รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ 2 และ 1 (ร้อยละ 60.83 และ 60.09 ตามลำดับ) ปริมาณไขมันในเนื้อสัตว์น้ำ พบค่าสูงสุดในชุดการทดลอง T2 (ร้อยละ 28.86) รองลงมาคือ ชุดการทดลอง T1 (ร้อยละ 27.26) และ T3 (ร้อยละ 15.35) ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ปริมาณเถ้าในเนื้อสัตว์น้ำเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่าลดลง พบปริมาณเถ้าในเนื้อสัตว์น้ำสูงสุดในชุดการทดลอง T3 รองลงมาคือ ชุดการทดลอง T2 และ T1 ร้อยละ 19.82 14.46 และ 11.62 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) สำหรับปริมาณความชื้นในเนื้อสัตว์น้ำ พบค่าสูงสุดในชุดการทดลอง T2 (ร้อยละ 4.49) รองลงมา คือ ชุดการทดลอง T3 (ร้อยละ 2.78) และ T1 (ร้อยละ 2.33) ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) และวัตถุแห้งในเนื้อสัตว์น้ำ มีค่าสูงสุดในชุดการทดลอง T1 (ร้อยละ 97.67) รองลงมาคือ ชุดการทดลอง T3 (ร้อยละ 97.22) และ T2 (ร้อยละ 95.51) ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) จากการพิจารณาค่าองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อสัตว์น้ำ โดยภาพรวมพบว่า ชุดอาหารทดลองที่ 3 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) ซึ่งมีการกำหนดคุณค่าทางโภชนาการและใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยของบริษัทอาหารสัตว์น้ำ (กรมประมง, 2559) พบว่า มีผลต่อปริมาณโปรตีนและไขมันในเนื้อสัตว์น้ำ โดยมีค่าโปรตีนสูงกว่าและปริมาณไขมันที่ต่ำกว่าในชุดการทดลอง ส่วนชุดอาหารทดลองที่ 2 (อาหารผสม) พบว่า สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของปลานิลได้ดี การใช้วัตถุดิบอาหารทดแทนโปรตีน โดยเลือกใช้แหล่งโปรตีนราคาถูก เช่น การใช้ข้าวโพด ควรใช้ข้าวโพดร่วมกับโปรตีนจากสัตว์และเสริมกรดอะมิโนไลซีน ทรีปโตเฟน และวิตามินบี 2 ให้ครบตามความต้องการของสัตว์น้ำแต่ละชนิด (กรมประมง, 2559)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ) ในเนื้อสัตว์น้ำก่อนทำการเลี้ยง และสิ้นสุดระยะเวลาการเลี้ยง

ปริมาณโภชนะ (ร้อยละ)	เนื้อสัตว์น้ำ (0 วัน)	เนื้อสัตว์น้ำ (120 วัน)		
		T1	T2	T3
โปรตีน	58.86 ^a	60.09 ^a	60.83 ^a	67.46 ^b
ไขมัน	6.29 ^a	27.26 ^b	28.86 ^c	15.35 ^d
เถ้า	26.04 ^a	11.62 ^b	14.46 ^c	19.82 ^d
ความชื้น	2.95 ^a	2.33 ^b	4.49 ^c	2.78 ^d
วัตถุแห้ง	97.05 ^a	97.67 ^b	95.51 ^c	97.22 ^d

หมายเหตุ : ตัวอักษรกำกับตัวเลขตามแนวนอนที่ต่างกันจะแสดงค่าความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

สรุป

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยชุดอาหารผสม (ปลาปนผสมกับรำละเอียดและเมล็ดข้าวโพดอบแห้งจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ) มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิลในด้านน้ำหนัก ความยาว อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารชนิดอื่นที่นำมาใช้ในการเลี้ยง แสดงให้เห็นว่า รำละเอียดและเมล็ดข้าวโพดจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบโปรตีนทดแทนสำหรับการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้

ข้อเสนอแนะ

จากการใช้วัตถุดิบทดแทนจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษ แสดงให้เห็นว่า รำละเอียดและเมล็ดข้าวโพดจากแปลงเกษตรปลอดสารพิษสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบโปรตีนทดแทนสำหรับการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้ หากต้องการให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น สามารถปรับความถี่การให้อาหารและปริมาณอาหารต่อมื้อจากการคิดตามน้ำหนักตัวเป็นให้อาหารในปริมาณที่มากเกินไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในการสนับสนุนแหล่งทุนและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (2557). การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา, กรมประมง.

กรมประมง. (2559). แนวทางการลดต้นทุนอาหารสัตว์น้ำ. สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. แหล่งข้อมูล : [http://www.fisheries.go.th/if-](http://www.fisheries.go.th/if-inland_feed/web2/images/download/lowcostfeed.pdf)

[inland_feed/web2/images/download/lowcostfeed.pdf](http://www.fisheries.go.th/if-inland_feed/web2/images/download/lowcostfeed.pdf) (15 พฤศจิกายน 2559)

- เจษฎา อีสหะ. (2540). เอกสารประกอบการสอน วิชาอาหารปลา. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา.
- วรรณชัย พรหมเกิด. (2553). การใช้สาหร่ายร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn.) ขนาดกลาง. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 4(2), 14-25.
- รัตนสุตา ไชยเชษฐ. (2552). ผลของการใช้วัตถุดิบโปรตีนบางชนิดทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของปลาโมง (*Pangasius bocourti*). *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 3(2), 15-23.
- ยุพินธ์ วิวัฒน์ชัยเศรษฐ์, และพันธ์ศักดิ์ ไครบุตร. (ม.ป.ป.). เอกสารคำแนะนำ การเพาะเลี้ยงปลานิล. ฝ่ายเผยแพร่ ส่วนเผยแพร่การประมง, สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุ์กรรมสัตว์น้ำ. (2553). เอกสารคำแนะนำ การเพาะเลี้ยงปลานิล. ฝ่ายเผยแพร่ ส่วนเผยแพร่การประมง, สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สังคม เยาวชัย. (ม.ป.ป.). ผลการทดแทนปลาป่นด้วยโปรตีนจากพืชในอาหารสัตว์น้ำ. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. แหล่งข้อมูล : <http://www.agri.ubu.ac.th/~suralee/seminar-home/sangkom.pdf> (3 มกราคม 2558)
- สุรรัตน์ เรืองสมบุญ, ศักดิ์ชัย ชูโชติ, และปวีณา ทวีกิจการ. (2553). การเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม *Spirulina platensis* แห่ง. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง*, 4(1), 51-60.
- เสถียรพงษ์ ขาวหิต. (2551). การใช้อาหารต่างชนิดกันต่อประสิทธิภาพของการแปลงเพศ การเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในลูกปลานิล (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H., Khattab, Y.A.E., & Shalaby, A.M.E. (2010). Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 298, 267-274.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis. (15th ed.). Wilson Boulevard Arlington, Virginia, USA. 1298 p.
- ICROFS. (2013). Organic Aquaculture. International Centre for Research in Organic Food Systems. Available from : www.icrofs.org (2013, February 28)
- Khattab, Y.A.E., Ahmad, M.H., Shalaby, A.M.E., & Abdel-Tawwab, M. (2000). Response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) from different locations to different dietary protein levels. *Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish.*, 4, 295-311.
- Bahnasawy, M.H., El-Ghobashy, A.E., & Abdel-Hakim, N.F. (2009). Culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a recirculating water system using different protein levels. *Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish.*, 13(2), 1-15.