วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลของการใช้ใบคะน้าเม็กซิกัน (*Cnidoscolus aconitifolius*) แห้งป่นในสูตรอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายของปลานิล (*Oreocromis niloticus*)

Effects of dried Mexican kale (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf meal in formula on the growth rate and survival rate of Nile tilapia (*Oreocromis niloticus*)

ศิริภรณ์ โคตะมี[1] และ กฤษฎากรณ์ ว่องไว[1]*

Siriporn Kotamee[1] and Krisdakorn Wongwai[1]*

[1] *สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000*

[1] *Department of Agribusiness, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University, Udon Thani 41000*

บทคัดย่อ: การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นผสมในอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ทำการศึกษาในสูตรอาหารปลาที่มีปริมาณใบคะน้าเม็กซิกันแตกต่างกัน 4 สูตร ประกอบด้วย T1 = ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 0% (ชุดควบคุม), T2 = ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 18%, T3 = ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 30% และ T4 = ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 42% ทำการศึกษาระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2566 ณ ศูนย์วิจัยท้องถิ่นบ้านตาด มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี จากการศึกษาพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร T2 มีอัตราการรอดสูงสุด 84.443% รองลงมาคือ สูตร T3, T1 และ T4 คือ 83.335%, 83.333% และ 83.110% ตามลำดับ และยังพบว่าการเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารสูตร T2 ยังมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนัก (5.824%) ใกล้เคียงกับสูตร T3 (5.827% แต่มีค่าสูงกว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม (5.638%) และ T4 (5.557%) ในขณะที่การเลี้ยงปลานิลด้วยสูตรอาหารมีส่วนผสมของใช้ใบคะน้าเม็กซิกัน มีค่า FCR ไม่แตกต่างกับสูตรอาหารชุดควบคุม และมีต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหารต่ำกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม แสดงให้เห็นว่าสูตรอาหารที่มีส่วนผสมของใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 30% ทำให้ปลานิลมีอัตราการรอดสูง การเจริญเติบโตดี และยังช่วยลดต้นทุนการผลิต

คำสำคัญ: คะน้าเม็กซิกัน; อัตราการเจริญเติบโต; อัตราการรอดตาย; ต้นทุน

ABSTRACT: This study aimed to investigate the effect of incorporating dried Mexican kale leaf powder into the diet on the growth performance of Nile tilapia. A completely randomized design (CRD) with three replications was employed. Four experimental diets containing different levels of dried Mexican kale leaf powder were formulated: T1 = 0% (control), T2 = 18%, T3 = 30%, and T4 = 42%. The experiment was conducted from May to July 2023 at the Ban Tad Local Research Center, Udon Thani Rajabhat University. The results showed that Nile tilapia fed with diet T2 exhibited the highest survival rate (84.443%), followed by T3 (83.335%), T1 (83.333%), and T4 (83.110%), respectively. Moreover, tilapia fed with diet T2 had a specific growth rate (SGR) of 5.824%, which was comparable

* Corresponding author: krisdakorn.wo@udru.ac.th

Received: date; August 9, 2024 Revised: date; November 18, 2024

Accepted: date; December 9, 2024 Published: date; May 30, 2025

to T3 (5.827%) but higher than those fed the control diet (5.638%) and T4 (5.557%). In terms of feed conversion ratio (FCR), no significant differences were observed between the experimental diets and the control. Additionally, diets containing dried Mexican kale leaf powder reduced feed ingredient costs compared with the control diet. These findings suggest that the diet containing 30% dried Mexican kale leaf powder enhances survival and growth performance of Nile tilapia while reducing production costs.

Keywords: Mexican kale; growth rate; survival rate; cost

บทนำ

ปลานิลเป็นปลาเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย เป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว และผลิตพันธุ์ได้ง่าย การเพาะเลี้ยงปลานิลในประเทศมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลการผลิตในปี พ.ศ. 2560 มีมูลค่าผลผลิตรวม 9,659 ล้านบาท เพิ่มขึ้นเป็น 11,890 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2566 แบ่งเป็นมูลค่าจากการส่งออกสูงถึง 256.34 ล้านบาท อย่างไรก็ตาม แม้การผลิตปลานิลภายในประเทศจะมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ในปีเดียวกันนี้ยังพบการนำเข้าผลิตภัณฑ์ปลานิลเป็นมูลค่า 119.92 ล้านบาท (พัชนี, 2566) สะท้อนให้เห็นว่าความต้องการบริโภคปลานิลในประเทศยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้รัฐบาลไทยโดยกรมประมงมีการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตปลานิล และกระบวนการผลิตในทุกรูปแบบโดยเผยแพร่องค์ความรู้การเพาะเลี้ยงปลานิลสู่เกษตรกร ส่งเสริมโครงการยกระดับมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงเพื่อการส่งออกให้ได้ถึงปีละ 50,000 ตัน (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2554) ส่งเสริมการรวมกลุ่มผู้เลี้ยงปลานิลในรูปแบบเกษตรแปลงใหญ่ โดยมุ่งเน้นการผลิตสินค้าปลอดภัย อย่างไรก็ตามการเลี้ยงปลานิลมีต้นทุนส่วนใหญ่คือต้นทุนค่าอาหาร ตัวอย่างเช่น การเลี้ยงปลานิลแบบรวมกับปลาอื่น ได้แก่ ปลาสวาย ปลาตะเพียน ปลาบึก ปลากระโห้ ปลาสลิด ปลาแรด ปลายี่สกเทศ ปลาดุก และปลาจะละเม็ด ให้okหารเม็ดสำเร็จรูปร่วมกับอาหารสมทบ มีต้นทุนค่าอาหารรวม 43.1% (อิสระ, 2558) แต่การเลี้ยงปลานิลเพียงชนิดเดียวในบ่อดินมีต้นทุนค่าอาหารสูงถึง 64.98 % (สิทธิชัย, 2563) นักวิจัยหลายคนพยายามหาวิธีผลิตอาหารปลานิลต้นทุนต่ำด้วยการใช้วัตถุดิบที่มีราคาถูกและมีปริมาณโปรตีนสูงเป็นส่วนผสมอาหารทดแทนปลาป่น ซึ่งสามารถใช้พืชที่มีส่วนประกอบของโปรตีนสูงหลากหลายชนิด เช่น การใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล ในปริมาณ 10-30% สามารถผลิตอาหารปลานิลที่มีระดับโปรตีนได้ 26.31-26.46% ไม่ต่างกับสูตรที่ไม่ได้ใส่คือ 26.28% (สราวุฒิ และ พรพรรณ, 2563) การใช้กากถั่วเหลืองป่นทดแทนปลาป่นได้สูงถึง 50% เลี้ยงปลานิลขนาดเริ่มต้น 15.58 กรัม ในกระชังขนาด 1.2 x 1.2 x 1.2 เมตร ด้วยอัตราความหนาแน่น 30 ตัว/กระชัง ให้อาหารในปริมาณปลากินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 6 สัปดาห์สามารถเลี้ยงปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเท่ากับ 0.45 กรัม/ตัว/วัน FCR 2.55 มีอัตราการรอดตาย 94.99% (Ahmad et al., 2020) การใช้ข้าวขัดสีและกากน้ำมันมัสตาร์ดเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลานิลในตู้พลาสติกขนาดความจุ 40 ลิตร อัตราความแน่น 30 ตัว/ตู้ ให้อาหาร 4-5 % ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 60 วัน สามารถเลี้ยงปลานิลมีการเจริญเติบโตและ FCR ไม่ต่างจากการกินอาหารที่ใช้โปรตีนจากปลาป่น (Rahman et al., 2023) การใช้หญ้าหมักจากกระเพาะวัวที่มีโปรตีน 16.90% ผสมอาหารเลี้ยงปลานิล 10 ส่วนเลี้ยงนาน 90 วัน สามารถเลี้ยงปลานิลให้มีอัตราเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี เฉลี่ย 0.14 กรัม/วัน (วรวิทย์และคณะ, 2560) การใช้ใบอัญชันป่น ผสมในอาหารปลานิลระดับโปรตีน 40% อัตราส่วน 0%, 5-15% เลี้ยงปลานิลอายุ 1.5 เดือน นำหนักเริ่มต้น 6-13 กรัม ความยาว 6-8 เซนติเมตร เลี้ยงในอัตรา 10 ตัว/ตู้ ให้อาหารวันละ 3 ครั้งในปริมาณ 3% ของน้ำหนักตัว เป็นระยะเวลา 40 วัน สมารถเลี้ยงปลานิลให้มีอัตราการเจริญเติบโต (2.28-2.43 กรัม/วัน) และ FCR (1.40-1.41) ไม่แตกต่างกัน (Andriani et al., 2020) การใช้ใบหม่อนป่นทดแทนปลาป่น 25% ผลิตอาหารเลี้ยงปลานิลขนาด 2-3 นิ้ว ในตู้กระจกขนาด 36 นิ้ว อัตราความหนาแน่น 13 ตัว/ตู้ เป็นเวลา 3 เดือน สามารถเลี้ยงปลานิลให้มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารปลานิลปกติ และสามารถลดต้นทุนในการผลิตอาหารปลานิลได้ประมาณ 5 บาท ต่อการเพิ่มน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม (ศุภชลาศัย และคณะ, 2561)

คะน้าเม็กซิกัน ผักชายาหรือผักผงชูรส (*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst) เป็นพืชยืนต้นอายุนานที่มีความทนทานสูง เมื่อเด็ดยอดหรือใบออกจะงอกใบใหม่ขึ้นมาทดแทนง่าย ในใบสดมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 34.02% ไขมัน 5.63% และคาร์โบไฮเดรต 49.91% (Andriani et al., 2020) นอกจากนี้ยังมีปริมาณกรดอะมิโนในปริมาณสูง เช่น ลิวซีน 10.26% ไลซีน 7.39% แวลีน 6.81% และฟีนิลอะลานีน 6.78% (Temesgen et al., 2022) มีการทดลองใช้ใบคะน้าเม็กซิกันในเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์

บก เช่นการใช้ผงคะน้าเม็กซิกันในสูตรอาหารต่อประสิทธิภาพการกินได้และสมรรถนะการเจริญเติบโตในไก่ตะเภาแก้ว อายุ 2 สัปดาห์ ด้วยอาหารสูตรควบคุม อาหารผสมผงชายาในสูตรที่ระดับ 5%, 10% และ 15% พบว่า น้ำหนักสุดท้าย และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ไม่แตกต่างกัน (เพิ่มสิน และคณะ, 2564) สำหรับการนำมาใช้ในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ มีการใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารเลี้ยงปลานิล พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คุณค่าการผลิตโปรตีน โปรตีนทั้งตัว กรดไขมัน 18:3n-3 และ 22:6n-3 ในเนื้อปลานิล ระบบเลือด และชีวเคมีของเลือดได้ การใช้คะน้าเม็กซิกันในปริมาณ 350 กรัม/กิโลกรัม ส่งผลให้มีกรดไขมัน 22:6n-3 ในกล้ามเนื้อสูงที่สุด โดยมีผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของเซลล์ตับและเนื้อเยื่อลำไส้เพียงเล็กน้อย (Khieokhajonkhet et al., 2024) หากมีการนำใบคะน้าเม็กซิกันมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่น และกากถั่วเหลืองเพื่อลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์น้ำน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดต้นทุนค่าอาหารของเกษตรกร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และเปรียบเทียบต้นทุนวัตถุดิบที่มีการใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลอง

ทำการศึกษาผลของการใช้สูตรอาหารเลี้ยงปลานิลที่มีส่วนผสมของใบคะน้าเม็กซิกันที่แตกต่างกัน 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 อาหารผสมใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 0% (T1, สูตรควบคุม) สูตรที่ 2 อาหารผสมใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 18% (T2) สูตรที่ 3 อาหารผสมใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 30% (T3) และสูตรที่ 4 อาหารผสมใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 42% (T4) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) จำนวน 3 ซ้ำ ทำการศึกษาระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2566 ณ ศูนย์วิจัยท้องถิ่นบ้านตาด มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

การเตรียมการทดลอง

1. การเตรียมปลาทดลอง นำปลานิลอายุ 40 วัน ที่เพาะพันธุ์ในรุ่นเดียวกันจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดอุดรธานี จำนวน 800 ตัว โดยนำมาแยกพักไว้ในบ่อพักระบบน้ำหมุนเวียนของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดอุดรธานี เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นย้ายมาพักและเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาดความกว้าง x ยาว x สูงเท่ากับ 2 x 4 x 0.80 เมตร ภายในศูนย์วิจัยและพัฒนาท้องถิ่นบ้านตาด มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เป็นระยะเวลาอีก 1 สัปดาห์ จึงทำการสุ่มชั่งวัดขนาดจำนวน 100 ตัว โดยชั่งวัดขนาดเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ได้แก่ น้ำหนัก (body weight, กรัม) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง วัดความยาวลำตัว (total length, เซนติเมตร) และความกว้างลำตัว (body width, เซนติเมตร) ด้วยไม้บรรทัดความละเอียดสูง (Vernier Caliper) แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยของ น้ำหนัก ความยาว และความกว้างลำตัว จากนั้นเตรียมปลาสำหรับใช้ทดลองทั้งสิ้น จำนวน 600 ตัว เพื่อปล่อยเลี้ยงบ่อทดลอง บ่อละ 50 ตัว

2. การเตรียมบ่อทดลอง บ่อทดลองเป็นบ่อซีเมนต์ขนาดความกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 1 x 2 x 0.80 เมตร จำนวน 12 บ่อ โดยล้างทำความสะอาดบ่อและเติมน้ำสะอาดให้มีระดับน้ำสูง 0.70 เมตร พร้อมติดตั้งเครื่องให้อากาศ (air pump) และต่อสายอากาศลงไปในบ่อทดลองทุกบ่อเพื่อเพิ่มออกซิเจนตลอดการทดลอง

3. การเตรียมอาหารทดลอง ทำการคำนวณสูตรอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร โดยควบคุมให้อาหารทุกสูตรมีค่าโปรตีนและพลังงานที่ใกล้เคียงกัน วัตถุดิบใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นมีการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนก่อนนำมาคำนวณปริมาณส่วนผสมในสูตรอาหาร **(Table 1)** เพื่อควบคุมปริมาณโภชนาการต่าง ๆ ให้ใกล้เคียงกับความต้องการของปลานิล โดยกำหนดให้อาหารทุกสูตรมีปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่า 35% และพลังงานรวมไม่น้อยกว่า 380 กิโลแคลลอรี่/100 กรัม จากนั้นทำการเก็บรวบรวมใบคะน้าเม็กซิกันจากสวนของเกษตรกรตำบลโนนสูง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี โดยเก็บเฉพาะส่วนใบตั้งแต่กิ่งกลางลำต้นจนถึงปลายยอด นำไปตากแดดเป็นเวลา 2 วัน จนใบคะน้าเม็กซิกันแห้งกรอบ แล้วนำมาบดละเอียดเป็นส่วนผสมอาหารปลา **(Figure 1)** ทำการชั่งวัตถุดิบตามปริมาณของสูตรอาหารทดลองแต่ละสูตร **(Table 2)** แล้วนำมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันจากนั้นนำไปเข้าเครื่องอัดเม็ด แล้วนำไปตากในที่ร่มจนอาหารแห้ง เก็บ

อาหารไว้ในที่แห้งอากาศถ่ายเทได้ดีเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป ทำการส่งตัวอย่างอาหารวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (2000) ที่ศูนย์ศึกษาค้นคว้าวิจัยและห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง ระหว่างการทดลองให้อาหารในปริมาณปลากินจนอิ่มทุกวัน วันละ 2 ครั้ง เช้า-บ่าย เวลา 09.00 และ 15.00 นาฬิกา ในแต่ละชุดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่ให้แต่ละบ่อทุกวัน ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกๆ 2 สัปดาห์ โดยใช้ระยะเวลาเลี้ยง 12 สัปดาห์

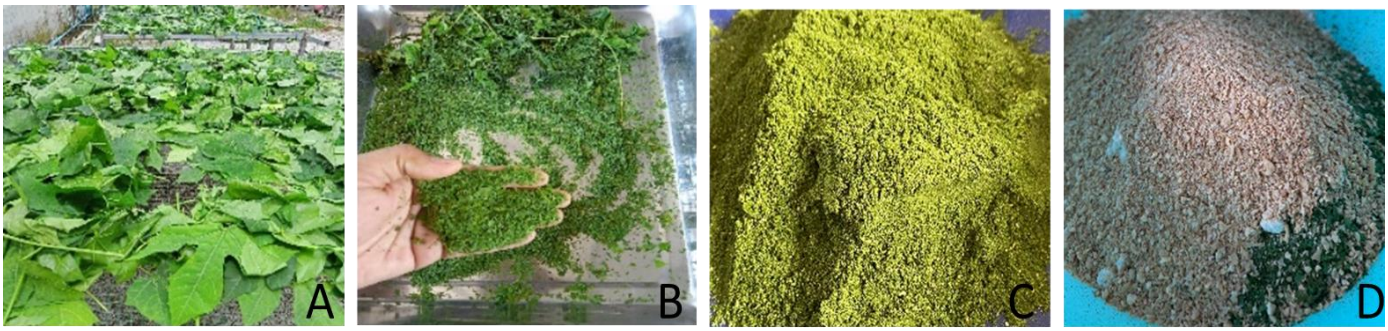


Figure 1 Preparing dried Mexican kale (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf meal in formula
A: sun dry Mexican kale leaf, B and C: dried Mexican kale leaf meal,
D: mixed dried Mexican kale leaf meal and another Ingredients.

Table 1 Chemical composition of Mexican kale (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaves

Chemical composition	Mexican kale (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaves
Crude Protein (%) fresh	6.15
Crude Protein (%) dry	27.24
Moisture (%)	81.25

Table 2 Nile tilapia feed diet formulas and chemical composition by proximate analysis

	Mexican kale (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf (%)			
Ingredients	0 % (control)	18%	30%	42%
Fish meal	20	17	14	12
Soybean meal	30	25	24	22
Rice barn	35	25	17	9
Dried Mexican kale leaves	-	18	30	42
Broken rice	5	5	5	5
Substance	5	5	5	5
Combined vitamins and minerals	1	1	1	1
Vegetable oil	3	3	3	3
Di- calcium phosphate	1	1	1	1
Total (%)	100	100	100	100
Chemical composition by proximate analysis				
Crude Protein (%)	44.94	42.98	39.75	40.63
Crude Fat (%)	8.24	9.77	8.73	9.37
Crude Fiber (%)	2.09	3.04	4.48	4.18
Ash (%)	10.44	10.33	10.42	10.04
Moisture (%)	3.06	2.91	3.02	2.99
Nitrogen free extract (NEF, %)	31.18	30.97	32.72	33.68
Digestible energy (Kcal/diets 100 g)	283.99	289.81	278.47	283.31

การเก็บข้อมูล

การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหาร

การทดลองนี้ทำการวัดขนาดปลานิลเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ระหว่างการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยทำการชั่งน้ำหนัก (body weight) ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง วัดความยาวลำตัว (total length) และความกว้างลำตัว (body width ด้วยไม้บรรทัดความละเอียดสูง (Vernier Caliper) ทุก 2 สัปดาห์ เพื่อประเมินอัตราการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักเริ่มต้น (Initial weight (กรัม)) น้ำหนักสุดท้าย (Final weight (กรัม)), น้ำหนักเพิ่มขึ้น (weight gain; WG, กรัม), น้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อวัน (average diary weight gain; ADWG, กรัม/วัน), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนัก (specific growth rate in weight; SGRW, %), ความยาวลำตัวเพิ่มขึ้น (total length gain; TLG, เซนติเมตร), ความยาวลำตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่อวัน (average diary total length gain; ADTLG, เซนติเมตร/วัน), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวลำตัว (specific growth rate in total length; SRGTL, %), ความกว้างลำตัวเพิ่มขึ้น (body width gain; BWG, เซนติเมตร), ความกว้างลำตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่อวัน (average diary body width gain; ADBWG, เซนติเมตร), อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความกว้างลำตัว (specific growth rate in body width; SGRBW, %) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บข้อมูลอัตรารอดตาย (survival rate, %), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio, FCR) และวิเคราะห์ต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหารแต่สูตร (Feed ingredients cost) ดังสมการ

1. น้ำหนักเพิ่มขึ้น (weight gain; WG, กรัม)
   WG (กรัม) = น้ำหนักสุดท้าย - น้ำหนักเริ่มต้น
2. น้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อวัน (average diary weight gain; ADWG, กรัม/วัน)
   ADG (กรัม/วัน) = (น้ำหนักสุดท้าย - น้ำหนักเริ่มต้น) / ระยะเวลา (วัน)
3. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนัก (specific growth rate in weight; SGRW, %)
   SGRW (%) = [(ln น้ำหนักสุดท้าย- ln น้ำหนักเริ่มต้น) / ระยะเวลา (วัน)] x 100
4. ความยาวลำตัวเพิ่มขึ้น (total length gain; TLG, เซนติเมตร)
   TLG (เซนติเมตร) = ความยาวลำตัวสุดท้าย - ความยาวลำตัวเริ่มต้น
5. ความยาวลำตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่อวัน (average diary total length gain; ADTLG, เซนติเมตร/วัน)
   ADTLG (เซนติเมตร/วัน) = (ความยาวลำตัวสุดท้าย– ความยาวลำตัวเริ่มต้น) / ระยะเวลา (วัน)
6. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวลำตัว (specific growth rate in total length; SRGTL, %)
   SGRTL (%) = [(ln ความยาวลำตัวสุดท้าย – ln ความยาวลำตัวเริ่มต้น) / ระยะเวลา (วัน)] x 100
7. ความกว้างลำตัวเพิ่มขึ้น (body width gain; BWG, เซนติเมตร)
   BWG (เซนติเมตร) = ความกว้างลำตัวสุดท้าย - ความกว้างลำตัวเริ่มต้น
8. ความกว้างลำตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่อวัน (average diary body width gain; ADBWG, เซนติเมตร)
   ADBWG (เซนติเมตร/วัน) = (ความกว้างลำตัวสุดท้าย– ความกว้างลำตัวเริ่มต้น) / ระยะเวลา (วัน)
9. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความกว้างลำตัว (specific growth rate in body width; SGRBW, %)
   SGRBW (%) = [(ln ความกว้างลำตัวสุดท้าย – ln ความกว้างลำตัวเริ่มต้น) / ระยะเวลา (วัน)] x 100
10. อัตรารอดตาย (survival rate, %)
    survival rate (%) = (จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง / จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น) x 100
11. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion ratio, FCR)
    FCR = น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด (กรัม) / น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง (กรัม)

การคำนวณต้นทุนราคาวัตถุดิบอาหาร

นำสัดส่วนของวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในอาหารแต่ละสูตร **(Table 2)** และราคาของวัตถุดิบอาหารแต่ละชนิดมาคำนวณราคาของอาหารแต่ละสูตร ดังสมการ

12. ค่าวัตถุดิบอาหาร (feed ingredients cost, บาท/กิโลกรัม)
    feed ingredients cost (บาท/กิโลกรัม) = ผลรวมราคาวัตถุดิบอาหารแต่ละชนิด (บาท/กิโลกรัม)

คุณภาพน้ำ

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ได้แก่ ระดับอุณหภูมิน้ำ (temperature) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia) ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolve oxygen) ตามวิธีของไมตรี และ จารุวรรณ (2538)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและคุณภาพน้ำ ที่ได้จากการทดลองทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance, ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Mean) ด้วยวิธี Duncan's New Multiple-Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป และวิเคราะห์ต้นทุนค่าวัตถุอาหารปลานิล ตามวิธีการดังสมการที่ 12

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหาร

การทดลองเลี้ยงปลานิลที่มีน้ำหนักเริ่มต้น 0.893±0.141 กรัม ความยาวเริ่มต้น 2.784±0.367 เซนติเมตร ความกว้างลำตัวเริ่มต้น 0.834±0.186 เซนติเมตร เป็นระยะเวลานาน 12 สัปดาห์ ด้วยอาหารที่ใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นทดแทนปลาป่นและกากถั่วเหลืองในปริมาณ 0%, 18%, 30% และ 42% ในการทดลองครั้งนี้ใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นในอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลสูงสุด 42% เพื่อควบคุมปริมาณโปรตีน (Crud protein) ไม่ให้ต่ำกว่า 35% ผลการวิเคราะห์ทางเคมีในอาหารแต่ละสูตรแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นทดแทนปลาป่นและกากถั่วเหลือง สามารถผลิตอาหารที่มีโปรตีนในระดับใกล้เคียงกับสูตรควบคุม **(Table 3)** เมื่อเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารทดลองทั้ง 4 สูตรเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร T2 มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนักสูงที่สุด (122.490±30.067 กรัม, 1.447±0.358 กรัม/วัน และ 5.824±0.29% ตามลำดับ) รองลงมาคืออาหารสูตร T3 (120.833±19.292 กรัม, 1.428±0.230 กรัม/วัน และ 5.827±0.199% ตามลำดับ) ที่ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 2 สูตรนี้มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักมากกว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร T1 (102.815±14.269 กรัม, 1.213±0.170 กรัม/วัน และ 5.638±0.174% ตามลำดับ) และสูตร T4 (96.523±17.249 กรัม , 1.139±0.206 กรัม/วัน และ 5.557±0.210% ตามลำดับ) เช่นเดียวกับการเจริญเติบโตด้านความยาว พบว่า ปลานิลมีความยาวเฉลี่ยสุดท้ายสูงที่สุด ความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่อวัน และ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวมากที่สุดเมื่อกินอาหารสูตร T3 (18.267±1.422 เซนติเมตร, 0.184±0.017 เซนติเมตร/วัน และ 2.236±0.088% ตามลำดับ) รองลงมาคือปลานิลที่กินอาหารสูตร T2 (18.114±1.686 เซนติเมตร 0.183±0.020 เซนติเมตร/วันและ 2.227±0.111% ตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความยาวมากกว่าปลาที่กินอาหารสูตร T1 (17.355±1.048 เซนติเมตร, 0.174±0.012 เซนติเมตร/วัน และ 2.176±0.074% ตามลำดับ) และสูตร T4 (16.796±0.993 เซนติเมตร 0.167±0.012 เซนติเมตร/วันและ 2.138±0.069% ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่ผลวิเคราะห์การเจริญเติบโตด้านความกว้างลำตัว พบว่า ความกว้างลำตัวสุดท้ายเฉลี่ย ความกว้างลำตัวเพิ่มขึ้นต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความกว้างลำตัวของปลานิลที่กินอาหารสูตร T3 มากที่สุด (5.986±0.452 เซนติเมตร 0.061±0.005 เซนติเมตร/วัน และ 2.343±0.093% ตามลำดับ) รองลงมาคือปลานิลที่กินอาหารสูตร T2 (5.866±0.678 เซนติเมตร 0.060±0.008 เซนติเมตร/วัน และ 2.315±0.138% ตามลำดับ) และสูตร T1 (5.648±0.355 เซนติเมตร 0.057±0.004 เซนติเมตร/วัน และ 2.275±0.075% ตามลำดับ) ที่มีค่าน้อยกว่าปลานิลที่กินอาหารสูตร T3 แต่ไม่มีความแตกต่างจากกินอาหารสูตร T2 ขณะที่ปลานิลที่กินอาหารสูตร T4 เติบโตด้านความกว้างลำตัวน้อยที่สุด น้อยกว่าปลานิลที่กินอาหารสูตรอื่นๆ (5.274±0.240 เซนติเมตร 0.053±0.003 เซนติเมตร/วัน และ 2.194±0.054% ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ส่วนอัตรารอดตาย และ FCR ของปลานิลที่กินอาหารทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร T2 มีอัตรารอดตายสูงที่สุด คือ 84.443±1.928% รองลงมาคือสูตร T3, T1 และ T4 (83.333±3.335%, 83.333±3.335% และ 83.110±3.006% ตามลำดับ) ค่า FCR ของปลานิลที่กินอาหารสูตร T1 (1.196±0.050) มีค่าต่ำที่สุด ถัดมาคือ อาหารสูตร T2, T3 และ T4 (1.203±0.031, 1.232±0.019 และ 1.152±0.060 ตามลำดับ) ดังแสดงใน **Table 3**

Table 3 Growth rate, survival rate and feed conversion ratio of Nile Tilapia fed experimental diets for 12 weeks (mean ± SD)

Parameters	dried Mexican kale (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf meal (%)			
	0 % (control, T1)	18% (T2)	30% (T3)	42% (T4)
Initial weight (g)	0.893±0.141	0.893±0.141	0.893±0.141	0.893±0.141
Final weight (g)	102.815±14.269^{b}	122.490±30.067^{a}	120.833±19.292^{a}	96.523±17.249^{b}
Average daily weight gain (g/day)	1.213±0.170^{b}	1.448±0.358^{a}	1.428±0.230^{a}	1.139±0.205^{b}
Specific growth rate in weight (%)	5.638±0.174^{b}	5.824±0.291^{a}	5.827±0.199^{a}	5.557±0.210^{b}
Initial total length (cm)	2.784±0.367	2.784±0.367	2.784±0.367	2.784±0.367
Final total length (cm)	17.355±1.048^{b}	18.144±1.686^{a}	18.267±1.422^{a}	16.796±0.993^{b}
Average daily total length gain (g/day)	0.174±0.012^{b}	0.183±0.020^{a}	0.184±0.017^{a}	0.167±0.012^{b}
Specific growth rate in total length (%)	2.176±0.074^{b}	2.227±0.111^{a}	2.236±0.088^{a}	2.138±0.069^{b}
Initial body width (cm)	0.834±0.186	0.834±0.186	0.834±0.186	0.834±0.186
Final body width (cm)	5.648±0.355^{b}	5.866±0.678^{ab}	5.986±0.452^{a}	5.274±0.240^{c}
Average daily body width gain (g/day)	0.057±0.004^{b}	0.060±0.008^{ab}	0.061±0.005^{a}	0.053±0.003^{c}
Specific growth rate in body width (%)	2.275±0.075^{b}	2.315±0.138^{ab}	2.343±0.093^{a}	2.194±0.054^{c}
Survival rate (%)	83.333±3.335	84.443±1.928	83.333±3.335	83.110±3.006
FCR	1.196±0.050	1.203±0.031	1.232±0.019	1.252±0.060

Notes: Difference of English characters in the same row showed statistically significant difference at 95% confidence intervals (*P<0.05*) with Duncan New Multiple Rang Test (DMRT).

ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นในสูตรอาหารปลานิล ที่ระดับ 18% และ 30% สามารถเลี้ยงปลานิลให้เจริญเติบโตได้ดีทั้งด้านน้ำหนัก ความยาวและความกว้างลำตัว เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และสูตรที่ใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 42% ขณะที่อัตรารอดตายและ FCR ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าปริมาณใบคะน้าเม็กซิกันที่ใช้ในการทดลองไม่ได้ส่งผลกระทบกับอัตราการรอดตายของปลานิล อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นเกิน 30% ทำให้การเจริญเติบโตของปลานิลลดลง อาจเกิดจากสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่สะสมในใบคะน้าเม็กซิกัน ซึ่งเป็นสารประกอบทางชีวเคมีที่พืชสร้างขึ้นเพื่อป้องกันตัวจากศัตรูและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ flavonoids, phenolic acids, saponins, alkaloids, coumarins, tannins, terpenoids, steroids และ cardiac glycosides (ณพัฐอร, 2563; Ramos-Gomez et al., 2016) สารเหล่านี้บางชนิด เช่น flavonoids, tannins และ saponins จัดเป็นสารต้านโภชนาการ (antinutritional factors) ซึ่งสามารถรบกวนการย่อย การดูดซึม และการใช้ประโยชน์ของสารอาหารในปลานิลได้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตลดลงเมื่อใช้ในปริมาณสูง สอดคล้องกับรายงานของ ศุภชลาศัย และคณะ (2561) ที่รายงานว่าการใช้ใบหม่อนป่นทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารปลานิลที่ระดับ 25% ในตู้กระจก ขนาด 36 นิ้ว อัตราความหนาแน่น ปลา 13 ตัว/ตู้ ให้อาหารในปริมาณอาหาร 5% น้ำหนักตัว/วัน เป็นระยะเวลานาน 3 เดือน สามารถเลี้ยงปลานิลให้มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารปลานิลปกติ แต่การเจริญเติบโตของปลานิลจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณใบหม่อนมากขึ้นในสูตรอาหาร เช่นเดียวกับรายงานของรัฐพงศ์ และคณะ (2564) ที่ใบหม่อนป่นทดแทนปลาป่น ระดับ 75% ในอาหารเลี้ยงปลาสวาย ขนาด 4-5 นิ้ว ในตู้กระจกขนาด 36 นิ้ว ความหนาแน่น 10 ตัว/ตู้ เป็นเวลานาน 1 เดือน สามารถเลี้ยงปลาสวายได้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด แต่เมื่อใช้ในปริมาณที่สูงขึ้นทำให้ปลาสวายมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง นอกจากนี้ Ahmad et al. (2020) ยังรายงานว่าสามารถใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลได้

สูงถึง 50% โดยไม่กระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการการรอด และ FCR แต่เมื่อใช้มากกว่า 50% ปลามีอัตราการเจริญเติบโตลดลง อีกทั้งยังสอดคล้องกับรายงานของ Mukaromah et al. (2024) ที่เติมผงใบกระถิน (*Leucaena leucocephala*) ในอาหารเลี้ยงปลานิลระดับ 10% ช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของปลานิลได้ดี แต่เมื่อเติมผงใบกระถินเพิ่มขึ้นกว่านี้ทำให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง

คุณภาพน้ำ

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิลระยะเวลา 12 สัปดาห์ มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อทุก 2 สัปดาห์ พบว่า แต่ละชุดการทดลองมีค่าคุณภาพน้ำไม่แตกต่างกันในทุกพารามิเตอร์ (P>0.05) ดังนี้ ระดับอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยอยู่ในช่วง 30.12±0.40-30.13±0.41 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 8.02±0.12-8.10±0.13 ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ย 0.057±0.018-0.061±0.017 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความเป็นด่างเฉลี่ย 99.50±2.59-100.17±2.58 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเฉลี่ย 5.39±0.10-5.48±0.02 มิลลิกรัม/ลิตร **(Table 4)**

Table 4 Water quality parameters in different treatments (mean ± SD)

Water quality parameter	dried Mexican kale (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf meal (%)			
	0% (control, T1)	18% (T2)	30% (T3)	42% (T4)
Temperature (°c)	30.13±0.41	30.12±0.40	30.14±0.39	30.13±0.38
pH	8.05±0.10	8.10±0.13	8.02±0.12	8.07±0.08
Total ammonia (mg/L)	0.058±0.018	0.057±0.018	0.058±0.018	0.061±0.017
Alkalinity (mg/L)	99.50±2.59	100.17±2.58	100.16±2.31	100.17±2.31
Dissolve oxygen (mg/L)	5.40±0.10	5.43±0.06	5.39±0.10	5.48±0.02

ต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหาร

เมื่อวิเคราะห์ค่าวัตถุดิบอาหารปลานิลที่ใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นในสูตรอาหารปริมาณ 0%, 18%, 30% และ 42% นั้น พบว่า ค่าวัตถุดิบของอาหารสูตร T4 ที่ใช้ใบเม็กซิกันป่นมากที่สุด มีค่าวัตถุดิบรวมต่ำที่สุด คือ 45.32 บาท ถัดมา คือ T3, T2 และ T1 ที่มีค่า 50.48, 57.30 และ 65.60 ตามลำดับ ซึ่งสูตรที่ใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นมากขึ้นจะช่วยลดค่า ปลาป่น 15-40% ค่ากากถั่วเหลือง 17-27% และ รำข้าว 29-74% (**Table 5**) สอดคล้องกับรายงานของ Moyo and Rapatsa-Malatji (2023) ที่แสดงถึงศักยภาพของการใช้โปรตีนจากพืชในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล เพื่อลดการพึ่งพาปลาป่นที่มีราคาสูงและไม่ยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม เมื่อใช้แหล่งโปรตีนจากพืชทดแทนปลาป่น สามารถลดต้นทุนค่าอาหารปลานิลได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งการผลิตอาหารปลานิลโดยใช้แหล่งโปรตีนจากปลาป่นมีต้นทุนค่าอาหาร 52.15 บาท/กิโลกรัม แต่เมื่อใช้กากถั่วเหลืองลดต้นทุนเหลือ 32.20 บาท/กิโลกรัม หรือเมื่อใช้เมล็ดกาโนล่า (canola) ลดต้นทุนเหลือ 13.30 บาท/กิโลกรัม เมื่อใช้ ดอกทานตะวัน (sunflower) ลดต้นทุนเหลือ 12.25 บาท/กิโลกรัม หากใช้เมล็ดฝ้าย (*Gossypium spp.*) ลดต้นทุนเหลือ 9.45 บาท/กิโลกรัม หรือเมื่อใช้แหนแดง (*Azolla pinnata*) หรือใช้ใบหญ้าคูกีย่า (Kukiya) ทดแทนสามารถลดต้นทุนเหลือเพียง 3.50 บาท/กิโลกรัม ในการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าในเชิงเศรษฐศาสตร์การใช้ใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นผสมในสูตรอาหารสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตอาหารเลี้ยงปลานิล อีกทั้งยังสามารถช่วยลดการพึ่งพาวัตถุดิบที่มีราคาสูง เช่น ปลาป่นและกากถั่วเหลืองได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Fouzi and Deepani (2018) ที่ใช้ผักตบชวาเป็นแหล่งโปรตีนราคาถูกในอาหารปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ทดแทนปลาป่นและกากถั่วเหลืองในปริมาณ 20% เพื่อผลิตอาหารให้ได้ระดับโปรตีน 22% เลี้ยงลูกปลานิล เป็นระยะเวลา 63 วัน ในถังไฟเบอร์กลาสความจุ 250 ลิตร ปล่อยปลาอัตรา 15 ตัว/ถัง สามารถเลี้ยงปลานิลเติบโตมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.124 กรัม/วัน มีค่า FCR 1.46±0.42% และมีต้นทุนค่าอาหารเพียง 0.15 บาท/กิโลกรัม

Table 5 Feed ingredients cost per kilogram

Ingredients	dried Mexican kale (*Cnidoscolus aconitifolius*) leaf meal (%)			
	0% (control, T1)	18% (T2)	30% (T3)	42% (T4)
Fish meal (baht/kg)	40.00	34.00	28.00	24.00
Soybean meal (baht/kg)	10.20	8.50	8.16	7.48
Rice barn (baht/kg)	2.10	1.50	1.02	0.54
Broken rice(baht/kg)	0.60	0.60	0.60	0.60
Substance(baht/kg)	5.50	5.50	5.50	5.50
Combined vitamins and minerals(baht/kg)	2.50	2.50	2.50	2.50
Vegetable oil(baht/kg)	2.70	2.70	2.70	2.70
Di-calcium phosphate(baht/kg)	2.00	2.00	2.00	2.00
Feed ingredients cost (baht/kg)	65.60	57.30	50.48	45.32

สรุป

การเลี้ยงปลานิลที่มีขนาดน้ำหนักเริ่มต้น 0.893±0.141 กรัม ความยาวเริ่มต้น 2.784±0.367 เซนติเมตร ความกว้างลำตัวเริ่มต้น 0.834±0.186 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ขนาดความจุน้ำ 1 x 2 x 0.8 เมตร อัตราความหนาแน่น 50 ตัว/บ่อ ด้วยสูตรอาหารปลานิลที่ผสมคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น จำนวน 0%, 18%, 30% และ 42% เป็นระยะเวลานาน 12 สัปดาห์ พบว่า ปลานิลที่ได้กินอาหารที่ผสมคะน้าเม็กซิกันแห้งป่น 30% มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด คือ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านน้ำหนัก 5.827±0.199% อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวลำตัว 2.236±0.088% และ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความกว้างลำตัว 2.343±0.093% มีค่า FCR เท่ากับ 1.232±0.019 มีต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหาร 50.48 บาท/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ไม่ใช้คะน้าเม็กซิกัน ดังนั้นการใบคะน้าเม็กซิกันแห้งป่นในระดับ 30% เป็นทางเลือกที่ดีในการเพิ่มอัตราการเติบโตและอัตราการรอดของปลานิล ลดค่า FCR และลดต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อไปเกี่ยวกับผลกระทบระยะยาวของสารประกอบในใบคะน้าเม็กซิกันเพื่อให้มั่นใจถึงความปลอดภัยในการใช้ในอาหารปลานิล

การอนุญาตวิจัยในสัตว์

การทดลองนี้ได้รับอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารอนุญาตเลขที่ (approval number) อว 0622.7 ต่อ 102

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเขต 4 อุดรธานี ที่ให้การสนับสนุนพันธุ์ปลานิลในการวิจัย และศูนย์วิจัยและพัฒนาท้องถิ่นบ้านตาด มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่ดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ณพัฐอร บัวฉุน. 2563. พฤกษทางเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ในการยับยั้งแอลฟา-อะไมเลส และแอลฟา-กลูโคซิเดสของสารสกัดคะน้าเม็กซิโก. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 15: 118-132.

เพิ่มสิน สุริยพันตรี, ศรีโตช รัฐฐา, พีรกูร อนุชานุรักษ์, สุภา ศรียงยศ และทิวากร อำพาพลิตร การใช้ใบไชยาบดผงในสูตรอาหารไก่ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและน้ำหนักซากในไก่ตะเภาแก้ว. เกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 2: 90-98.

พัชนี บุญเอกรัม 2566. สถานการณ์สินค้าปลานิลและผลิตภัณฑ์ปี 2566 และแนวโน้มปี 2567. กลุ่มเศรษฐกิจการประมง กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรกรณ์.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2538. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบัน ประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง.

รัฐพงศ์ ใจสม, ศุภชลาศัย ปีวอ, สิมิลัน เลขสฤษดิ์, วรวิทย์ มณีพิทักษ์สันติ, วรรณพร ทะพิงค์แก, สุธิรา พลเจริญ, ทิพรรณี เสนะวงศ์ และเสาวณีย์ อภิญญานุวัฒน์. 2564. การทดแทนปลาป่นด้วยใบหม่อนป่นในอาหารปลาสวาย. แก่นเกษตร. 49: 811-816.

วรวิทย์ ชูขวัญนวล, สายสุนีย์ จิตมโนวรรณ์ และสุดาพร ตงศิริ. 2560. การเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมหญ้าหมักจากกระเพาะวัว. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 11: 11-19.

ศุภชลาศัย ปีวอ, วรวิทย์ มณีพิทักษ์สันติ, วรรณพร ทะพิงค์แก, วิโรจน์ แก้วเรือง, สุธิรา พลเจริญ, ทิพรรณี เสนะวงศ์, เสาวณีย์ อภิญญานุวัฒน์ และนคร มหายศนันท์. 2561. การทดแทนปลาป่นด้วยใบหม่อนป่นในอาหารปลานิล. วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 35: 1060-1067.

สราวุธ แสงสว่างโชติ และพรพรรณ สุขุมพินิจ. 2563. ผลของการใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลิตร. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 22: 53-59.

สิทธิชัย ฮะทะโชติ, เกตนภัส ศรีไพโรจน์, อรพินท์ จินตสถาพร และศรีน้อย ชุ่มคำ. 2563. ต้นทุน ผลตอบแทนการเลี้ยงปลานิล (*Oreochromis niloticcus*) ในจังหวัด สกลนคร. แก่นเกษตร. 48: 727-732.

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. 2554. องค์ความรู้ปราชญ์ปลานิล โครงการยกระดับมาตรฐาน ฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลเพื่อการส่งออกรัม กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

อิสระ สุวิทยาภรณ์. 2558. การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการลงทุนเลี้ยงปลานิล ในพื้นที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลานิลเชิงพาณิชย์จังหวัดพิษณุโลก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2558. สำนักงานประมงจังหวัดพิษณุโลก กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists.

Ahmad, N., P. J. A. Siddiqui, K. M. Khan, A. Ali, M. Tahir, N. U. Akbar, A. Amin, M. Attaullah, and I. D. Boneri. 2020. Effects of partial substitution of fishmeal by soybean meal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet. Journal of Animal and Plant Sciences. 30: 364–370.

Andriani, Y., M. D. Ericson, and I. Zidni. 2020. Utilization of butterfly pea leaf meal as supplementary feed of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 8: 190–192.

Fouzi, M. N. M., and M. L. A. N. R. Deepani. 2018. Water hyacinth *(Eichhornia crassipes)* leaves as an alternative protein source for feeding early phase of Tilapia *(Oreochromis niloticus)*. Sri Lanka Veterinary Journal. 65: 5-12.

Khieokhajonkhet, A., S. Thammang, N. Aeksiri, G. Kaneko, P. Tatsapong, and W. Phromkunthong. 2024. Fish meal replacement by *Brachytrupes portentosusas* for *Oreochromis niloticus*: Effect on growth, feed utilization, fatty acid profiles, hematology, and histological changes. Animal Feed Science and Technology. 308: article ID 115873.

Moyo, N. A. G., and M. M. Rapatsa-Malatji. 2023. A review and meta-analysis of selected plant protein sources as a replacement of fishmeal in the diet of tilapias. Annals of Animal Science. 23: 681-690.

Mukaromah, F., K. Haetami, A. Andhikawati, and R. Grandiosa. 2024. The Effect of Lamtoro Leaf Meal (*Leucaena leucocephala*) in feed on the growth of feed on the growth. Aquasains: Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan. 12: 1441-1450.

Rahman, Md. H., M. A. Alam, M. Moniruzzaman, S. Sultana, A. Talukdar, and Md. R. Islam. 2023. Effects of substituting plant-based protein sources for fish meal in the diet of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Archives of Agriculture and Environmental Science. 8: 333–338.

Ramos-Gomez, M., M. G. Figueroa-Pérez, H. Guzman-Maldonado, G. Loarca-Piña, S. Mendoza, T. Quezada-Tristán, and R. Reynoso-Camacho. 2016. *Phytochemical Profile, Antioxidant Properties and Hypoglycemic Effect of Chaya (Cnidoscolus chayamansa) in STZ-Induced Diabetic Rats.* Journal of Food Biochemistry. https://doi.org/10.1111/JFBC.12281. Accessed Mar.12, 2024.

Temesgen, M., L. Yegerem, and M. Yilma. 2022. Phenolic acid and amino acid composition of Ethiopian Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*). International Journal of Food Properties. 25: 227–236.