การสัมมนาผลงานทางวิชาการองค์การเกษตรกรในอนาคตแห่งประเทศไทย
ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
สาขาประมง หน่วยศรีสะเกษ
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีศรีสะเกษ

.....

เรื่อง : (ภาษาไทย) ผลของอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับต่างกันต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอแปลงเพศ

(ภาษาอังกฤษ) Effects of Dietary Yeast-Fermented Cassava Residue at Different Replacement Levels on the Growth Performance of Sex-Reversed Climbing Perch (*Anabas testudineus*)

สาขา : ประมง

โดย : 1. นายธนพัฒน์ รัสจัตุรัส
2. นางสาวสุภาภรณ์ ภักพวง
3. นางสาวกัญญาภัค บุญขาว

ครูที่ปรึกษาโครงการ : 1. นางสาวจิตติมา หมั่นกิจ
2. นายนราศักดิ์ อิ่นคำ

หน่วย : ศรีสะเกษ

วิทยาลัย : วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีศรีสะเกษ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในระดับต่างกันต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอแปลงเพศ วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งเป็น 4 กลุ่มทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ คือ อาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 0 %, 10%, 20% และ 30% ตามลำดับ ใช้ปลาหมอแปลงเพศน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 7.49–7.52 กรัม จำนวน 10 ตัวต่อบ่อ เลี้ยงในบ่อซีเมนต์กลม เป็นระยะเวลา 57 วัน ผลการศึกษาพบว่า การเลี้ยงปลาด้วยอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 10% (YFC10)ทำให้ปลามีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม ($P>0.05$) แต่แตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 20% (YFC20) และ 30% (YFC30) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดตายของทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม พบว่า กลุ่ม YFC10 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดแต่ทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ คุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย และไนไตรท์ระหว่างการเลี้ยงของทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นการใช้อาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 10%(YFC10) จึงมีแนวโน้มส่งเสริมให้ปลาหมอแปลงเพศมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น กากมันสำปะหลังหมักยีสต์จึงมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำทางเลือกและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : กากมันสำปะหลังหมักยีสต์, ปลาหมอแปลงเพศ, การเจริญเติบโต, อาหารสัตว์น้ำ

ABSTRACT

This study investigated the effects of dietary yeast-fermented cassava residue on growth performance of sex-reversed climbing perch (*Anabas testudineus*). We used a completely randomized design (CRD) with four dietary treatments and three replicates each. The experimental diets contained yeast-fermented cassava residue at 0% (YFC0), 10% (YFC10), 20% (YFC20), and 30% (YFC30). Fish with an initial mean body weight of 7.49–7.52 g were stocked at 10 fish per tank and reared in cement tanks for 57 days. Fish fed YFC10 showed the highest final body weight, weight gain, average daily gain (ADG), and specific growth rate (SGR). These parameters did not differ significantly from those of YFC0 ($P>0.05$) but were significantly higher than those of fish fed YFC20 and YFC30 ($P<0.05$). Feed conversion ratio (FCR) and survival rate did not differ significantly among treatments ($P>0.05$). Regarding feed cost per kilogram of weight gain, the YFC10 group exhibited the lowest mean value; however, no statistically significant differences were observed among the experimental groups ($P > 0.05$). Water quality parameters, including temperature, pH, ammonia, and nitrite concentrations, also showed no significant differences among treatments ($P>0.05$). These findings indicate that 10% yeast-fermented cassava residue may support growth performance in sex-reversed climbing perch without adversely affecting feed utilization, survival, or water quality.

Keywords: yeast-fermented cassava residue, sex-reversed male climbing perch, growth performance, feed utilization

บทนำ

สัตว์น้ำเป็นแหล่งอาหารที่มีความสำคัญต่อระบบอาหารของโลก ดังนั้นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงเป็นภาคการผลิตอาหารที่มีบทบาทสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหารและเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากสามารถผลิตโปรตีนคุณภาพสูงเพื่อตอบสนองความต้องการบริโภคของประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 2022 พบว่าผลผลิตจากการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประมาณร้อยละ 89 ถูกนำมาใช้เพื่อการบริโภคโดยตรงของมนุษย์ สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาภาคการผลิตสัตว์น้ำให้มีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองความต้องการอาหารได้อย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันจำเป็นต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างประสิทธิภาพการผลิต ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างคุ้มค่า การจัดการของเสีย และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต แนวโน้มการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสมัยใหม่จึงมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร การพัฒนาวัตถุดิบอาหารทางเลือก และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อเข้าสู่ระบบการผลิตสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน (Boyd et al., 2020; Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2024) ปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*) เป็นสัตว์น้ำจืดที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจและเป็นที่ต้องการของตลาดผู้บริโภค เนื่องจากมีคุณลักษณะด้านรสชาติและเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการ สามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดี จึงมีเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่นิยมเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ การเลี้ยงปลาหมอแปลงเพศเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาพัฒนารูปแบบการผลิตให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการจัดการด้านอาหารและการเจริญเติบโตให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด นอกจากนี้ความสำเร็จของการเลี้ยงยังขึ้นอยู่กับคุณภาพอาหาร ปริมาณสารอาหารที่ได้รับ และต้นทุนการผลิต ซึ่งอาหารสัตว์น้ำถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และผลกำไรของเกษตรกร ปัจจุบันต้นทุนอาหารสัตว์น้ำเป็นข้อจำกัดสำคัญในการเพาะเลี้ยง เนื่องจากวัตถุดิบอาหารอาหารสัตว์หลายชนิดมีต้นทุนสูง การพัฒนาวัตถุดิบอาหารทางเลือกจากผลพลอยได้ทางการเกษตรในท้องถิ่นจึงได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากช่วยลดการใช้ทรัพยากรใหม่

เพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ และส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียนในภาคการผลิตอาหารสัตว์น้ำ (Ndebele-Murisa et al., 2024; Chary et al., 2024) นอกจากนี้ การใช้วัตถุดิบทางเลือกที่หาได้ในท้องถิ่นยังมีโอกาสช่วยลดการพึ่งพาวัตถุดิบจากภายนอกและเพิ่มความเข้มแข็งให้แก่ระบบการผลิตระดับชุมชน กากมันสำปะหลังเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการแปรรูปมันสำปะหลังในภาคอุตสาหกรรม มีต้นทุนต่ำประมาณ 200–500 บาทต่อตัน และมีปริมาณผลผลิตสูงถึง 552,000 ตันต่อปี จึงเป็นวัตถุดิบทางเลือกที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ (Subepang et al., 2018) อย่างไรก็ตาม การนำกากมันสำปะหลังมาใช้โดยตรงอาจมีข้อจำกัดด้านคุณค่าทางโภชนาการและปริมาณโปรตีน จึงนำกระบวนการหมักกากมันสำปะหลังด้วยจุลินทรีย์มาใช้ โดยเฉพาะยีสต์ เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์ การหมักสามารถส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางโภชนาการ เพิ่มความพร้อมใช้ของสารอาหาร และลดข้อจำกัดบางประการของวัตถุดิบจากพืช ทำให้มีโอกาสนำไปใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Siddik et al., 2024) สอดคล้องกับ Kayombo et al. (2022) รายงานว่าการหมักกากมันสำปะหลังด้วยยีสต์ร่วมกับแหล่งไนโตรเจนสามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนหยาบของวัตถุดิบได้เมื่อเปรียบเทียบกับกากมันสำปะหลังที่ไม่ผ่านการหมัก ขณะที่ Pengseesang et al. (2026) ได้ศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์อาหารเปียกที่มีกากมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบในอาหารปลาหมอไทย และพบว่าการใช้ทดแทนอาหารเม็ดสำเร็จรูปบางส่วนสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ภายใต้สภาวะการทดลองที่ศึกษา อีกทั้งการนำกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารปลายังสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจแบบ BCG Model (Bio-Circular-Green Economy) ซึ่งประกอบด้วยเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว โดยมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรชีวภาพให้เกิดประโยชน์สูงสุด การนำวัสดุเหลือใช้กลับมาเพิ่มมูลค่าผ่านกระบวนการทางเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตลอดจนการลดของเสียและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2566) ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงมีการพัฒนาระบบอาหารสัตว์น้ำที่ใช้วัตถุดิบเหลือใช้ทางการเกษตรและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรให้มีศักยภาพในการสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดห่วงโซ่การผลิต โดยเฉพาะการลดการพึ่งพาวัตถุดิบใหม่และการจัดการของเหลือทิ้งอย่างเหมาะสม อีกทั้งยังศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสัตว์เศรษฐกิจหลายชนิด แต่การศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในอาหารสัตว์น้ำยังมีจำกัด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งประเมินศักยภาพของกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับเลี้ยงปลาหมอแปลงเพศ โดยพิจารณาผลต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และต้นทุนการผลิต ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาสูตรอาหารสัตว์น้ำที่ใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพิ่มมูลค่ากากมันสำปะหลัง และลดการพึ่งพาวัตถุดิบอาหารแบบดั้งเดิม อันเป็นการสนับสนุนแนวทางเศรษฐกิจ BCG Model และการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีประสิทธิภาพ คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และตระหนักถึงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **แผนการวิจัย**

   การวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized design; CRD) โดยแบ่งการทดลองเป็น 4 กลุ่มทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

   กลุ่มทดลองที่ 1 อาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 0 % (ควบคุม) (YFC0)

   กลุ่มทดลองที่ 2 อาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 10 % (YFC10)

   กลุ่มทดลองที่ 3 อาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 20 % (YFC20)

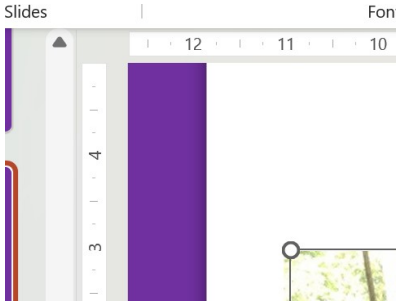
   กลุ่มทดลองที่ 4 อาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 30 % (YFC30)

2. ขั้นตอนการวิจัย

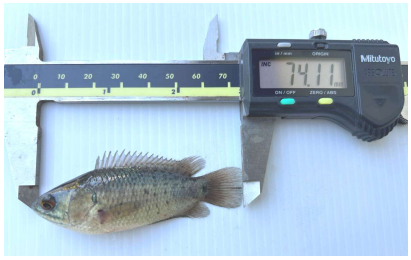
2.1 การเลี้ยงปลาปลาหมอแปลงเพศในบ่อซีเมนต์กลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร จำนวน 12 บ่อ (ภาพที่ 2)โดยการทำความสะอาดบ่อและเติมน้ำเข้าบ่อให้มีระดับน้ำ 20 เซนติเมตร พร้อมให้อากาศด้วยหัวทราย จำนวน 1 อันต่อบ่อ และนำผ่าตาข่ายคลุมบ่อเพื่อกันปลากระโดด

2.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

รวบรวมปลาหมอแปลงเพศ (ภาพที่ 3) ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 7.49-7.52 กรัม จำนวน 300 ตัว จากฟาร์มเกษตรกรในอ.เมือง จ.ศรีสะเกษ มาพักให้ปรับตัวในกระชังขนาด 3 ลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากินพืชเล็ก เพื่อให้ปลาคุ้นกับอาหารและสุ่มปลาจำนวน 10 ตัวต่อบ่อ รวมทั้งหมด 12 บ่อ พร้อมบันทึกข้อมูลน้ำหนักเริ่มต้นทดลอง



ภาพที่ 2 บ่อซีเมนต์กลมที่ใช้เลี้ยงปลาหมอแปลงเพศในแต่ละกลุ่มทดลอง



ภาพที่ 3 ปลาหมอแปลงเพศ (Sex-Reversed Climbing Perch)

2.3 การเตรียมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์

กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ซื้อจากการฟาร์มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในจังหวัดศรีสะเกษ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ (Yeast-Fermented Cassava Residue)

2.4 การเตรียมอาหาร

การทดลองนี้ใช้อาหารสำเร็จรูปแบบพื้นบ้านที่ผลิตขึ้นเอง ประกอบด้วยวัตถุดิบอาหาร คือ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ แป้งมันสำปะหลัง พรีมิกซ์ สารเหนียวและน้ำมันพืช โดยเริ่มจากร่อนรำละเอียดและกากถั่วเหลือง จากนั้นนำปลายข้าวสุกและกล้วยน้ำว้าสุกมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเนื้อ แล้วนำวัตถุดิบแต่ละชนิดมาชั่งน้ำหนักตามสัดส่วนที่กำหนดในแต่ละกลุ่มทดลอง (Table 1) นำวัตถุดิบทั้งหมดมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำไปอัดเม็ดด้วยเครื่องบดเนื้อ นำอาหารที่ผ่านการอัดเม็ดไปร่อนด้วยรำละเอียดเพื่อให้อาหารแยกเม็ด จากนั้นนำอาหารไปผึ่งจนแห้งและบรรจุเก็บใส่ภาชนะให้มิดชิด แล้วนำอาหารมาเลี้ยงปลาหมอแปลงเพศ เป็นเวลา 57 วัน โดยกำหนดให้อาหาร 7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลาและให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน เวลา08.00-09.00 น.และ15.00-16.00 น. พร้อมกับปรับปริมาณการให้อาหารตามน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำในบ่อทุกสัปดาห์

2.5 การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกวัน คือ อุณหภูมิ (Temperature) ของน้ำและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดด้วย pH meter ส่วนแอมโมเนีย (NH_3-N)และไนไตรท์ (NO_2-N) วัดด้วยชุดทดสอบภาคสนาม (test kit) ทุก 2 สัปดาห์

Table 1 Ingredients and protein content of the diets for each experimental group (%)

Ingredients	YFC0	YFC10	YFC20	YFC 30
Fish meal	25	25	25	25
Soybean meal	21.0	21.0	21.0	21.0
Rice bran	40.0	30.0	20.0	10.0
Yeast-Fermented Cassava Residue	0	10	20	30
Tapioca flour	10	10	10	10
Premix	2	2	2	2
Binder	1	1	1	1
Vegetable oil	1	1	1	1
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
%Protein	29.30	30.10	30.90	31.70

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ชั่งน้ำหนักรวมของปลาหมอไทย จำนวน 12 บ่อ และบันทึกข้อมูลทุก 2 สัปดาห์ จากนั้นนำข้อมูลน้ำหนักของปลามาหาค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม) อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน) อัตราการแลกเนื้อ อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) และราคาอาหารที่ทำให้ปลามีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ดังนี้

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain); กรัมต่อตัว

$$WG = \text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง- น้ำหนักเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}$$

อัตราการเจริญเติบโต (Average Daily Gain; ADG); กรัมต่อตัวต่อวัน

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักปลาเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักปลาเฉลี่ยเริ่มทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR); %ต่อวัน

$$SGR = \frac{(\ln \text{น้ำหนักปลาสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}) \times 100}{\text{ระยะเวลาทดลอง}}$$

อัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio; FCR)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}$$

อัตราการรอดตาย (Survival rate); เปอร์เซ็นต์

$$\text{Survival rate} = \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือ}}{\text{จำนวนปลาที่เริ่มต้นทดลอง}} \times 100$$

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม (บาท)

= อัตราการแลกเนื้อ x ราคาอาหาร (บาท/กก.)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan (Duncan's New Multiple Range Test หรือ DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (จรัญ, 2549)

ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม

จากการศึกษาผลของอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับต่างกันต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอแปลงเพศพบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองปลาทุกกลุ่มมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.49–7.52 กรัมต่อตัว ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) หลังจากเลี้ยงเป็นระยะเวลา 57 วัน พบว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วย YFC10 ทำให้ปลามีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (28.67±1.55 กรัม/ตัว) น้ำหนักเพิ่มขึ้น (21.19±1.52 กรัม/ตัว) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (0.372±0.027 กรัม/ตัว/วัน) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (2.35±0.09 เปอร์เซ็นต์/วัน) สูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากกลุ่ม YFC0 (ควบคุม) ($P>0.05$) แต่แตกต่างจากกลุ่ม YFC20 และ YFC30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่อัตราการแลกเนื้อมีค่าอยู่ระหว่าง 2.20–2.51 และอัตราการรอดตายมีค่าอยู่ระหว่าง 93.33-96.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม พบว่า กลุ่ม YFC10 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 68.65±3.63 บาท รองลงมาคือ YFC0, YFC20 และ YFC30 เท่ากับ 71.48±6.28, 76.18±5.28 และ 81.50±7.50 บาท ตามลำดับและทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (Table 2)

Table 2 Growth performances and the price of the diet that makes fish gain 1 kg of weight of sex-reversed climbing perch were observed in different treatments during the 57 days trial

Item	YFC0	YFC10	YFC20	YFC 30	P-value
Initial weight (g./fish)	7.50±0.03	7.49±0.04	7.52±0.06	7.52±0.06	0.85
Final weight (g./fish)	27.10±1.12a	28.67±1.55a	23.28±1.82b	22.88±1.39b	0.01
Weight gain (g./fish)	19.60±1.15a	21.19±1.52a	15.76±1.76b	15.36±1.33b	0.003
Average Daily Gain (g./fish/day)	0.344±0.020a	0.372±0.027a	0.276±0.031b	0.269±0.023b	0.003
Specific Growth Rate (%/days)	2.25±0.08a	2.35±0.09a	1.98±0.12b	1.95±0.10b	0.002
Feed conversion ratio (FCR)	2.33±0.21	2.20±0.11	2.36±0.19	2.52±0.23	0.31
Survival rate (%)	96.67±5.77	96.67±5.77	93.33±11.55	96.67±5.77	0.93
Feed cost per kilogram of weight gain	71.48±6.28	68.64±3.63	76.18±5.28	81.50±7.50	0.11

Mean ± standard deviation (n = 3); different letters in the same row show significant differences (P<0.05)

2. คุณภาพน้ำจากการเลี้ยงปลาหมอแปลงเพศด้วยอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับต่างกัน

จากการศึกษาผลของอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับต่างกันต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอแปลงเพศ เป็นเวลา 57 วัน พบว่า คุณภาพน้ำในทุกกลุ่มการทดลองอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอแปลงเพศ โดยมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25.56–25.64°C ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อย่างระหว่าง 7.73–7.83 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย (NH_3-N) และไนไตรต์(NO_2-N) มีค่าระหว่าง 0.00–0.06 และ 0.08–0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Water physicochemical parameters of different treatments during the 57days trial on sex-reversed climbing perch

Item	YFC0	YFC10	YFC20	YFC 30	P-value
Temperature(°C)	25.59±0.08	25.56±0.04	25.64±0.08	25.63±0.07	0.60
pH	7.79±0.06	7.83±0.02	7.73±0.08	7.75±0.04	0.34
NH_3-N (mg/L)	0.06±0.10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.06±0.10	0.25
NO_2-N (mg/L)	0.33±0.06	0.34±0.33	0.21±0.02	0.08±0.08	0.85

(Mean±SD, n=3)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอแปลงเพศเป็นระยะเวลา 57 วัน พบว่า ระดับการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 10 เปอร์เซ็นต์ (YFC10) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) และ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) สูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (P>0.05) แต่สูงกว่ากลุ่ม YFC20 และ YFC30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) สอดคล้องกับสิทธิชัยและคณะ (2563) ศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังร่วมกับการเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในอาหารปลานิล พบว่าสามารถใช้กากมันสำปะหลังทดแทนปลายข้าวได้ 8 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลให้การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ Putra et al. (2022) รายงานว่าการหมักเปลือกมันสำปะหลังด้วยเชื้อรา *Aspergillus niger* ช่วยลดปริมาณเยื่อใยหยาบและเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุดิบ ส่งผลให้ปลานิลที่ได้รับอาหารผสมวัตถุดิบหมักมีอัตราการเจริญเติบโตและการย่อยได้ของสารอาหารสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับวัตถุดิบไม่ผ่านการหมัก ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการหมักสามารถปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลพลอยได้จากมันสำปะหลังและเพิ่มศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำได้ (Putra et al., 2022; Sumiana et al., 2020) อย่างไรก็ตาม การใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของปลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่ม YFC10 ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของวัตถุดิบอาหารที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการเพิ่มกากมันสำปะหลังหมักยีสต์เป็นการทดแทนรำละเอียดในสูตรอาหาร ซึ่งอาจส่งผลต่อสมดุลของสารอาหารและปริมาณพลังงานที่สัตว์น้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แม้ว่าระดับโปรตีนที่คำนวณได้ของอาหารจะเพิ่มขึ้นจาก 29.30 เป็น 31.70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับก็ตาม ประเด็นนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sumiana et al. (2020) พบว่าการหมักกากสาคูด้วยยีสต์ช่วยลดปริมาณเยื่อใยและเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตในปลานิล แสดงให้เห็นว่าคุณภาพและความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุดิบเป็นปัจจัยสำคัญต่อการใช้ประโยชน์จากอาหาร ในด้านประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่าค่าอัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แม้ว่ากลุ่ม YFC10 มีค่า FCR ต่ำที่สุด แสดงถึงแนวโน้มการใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีกว่ากลุ่มอื่น สอดคล้องกับราชิตและสายัณห์ (2567)รายงานว่าการเสริมกากมันสำปะหลังแห้งในอาหารปลานิลสามารถใช้ได้ถึงระดับ 32 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลให้การเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อแตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตาม ผลของการใช้วัตถุดิบมันสำปะหลังอาจแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์น้ำ กระบวนการแปรรูป และองค์ประกอบของสูตรอาหาร สำหรับอัตราการรอดตาย พบว่าทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สะท้อนว่าการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในระดับที่ศึกษายังไม่ส่งผลกระทบต่อการรอดตายของปลาอย่างชัดเจน ส่วนคุณภาพน้ำ พบว่าอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย และไนไตรต์ของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ(P>0.05) ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงมีความใกล้เคียงกันระหว่างกลุ่มทดลองและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอแปลงเพศ จึงมีแนวโน้มว่าความแตกต่างของการเจริญเติบโตที่พบสัมพันธ์กับองค์ประกอบของอาหารมากกว่าความแปรปรวนของคุณภาพน้ำ ในด้านต้นทุนอาหาร พบว่ากลุ่ม YFC10 มีต้นทุนอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด รองลงมาคือกลุ่ม YFC0, YFC20 และ YFC30 ตามลำดับ แสดงให้เห็นแนวโน้มว่าอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 10% ช่วยลดต้นทุนอาหารต่อหน่วยการเพิ่มน้ำหนักปลาได้เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารอื่น จึงกล่าวได้ว่ากากมันสำปะหลังหมักยีสต์มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับปลาหมอแปลงเพศ โดยระดับ 10 เปอร์เซ็นต์เป็นระดับที่เหมาะสำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาการเลี้ยงปลาหมอแปลงเพศให้มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้พบว่า อาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ10% มีผลทำให้ปลาหมอแปลงเพศมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีน้ำหนักสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 20% และ 30% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ประสิทธิภาพการใช้อาหาร อัตราการรอดตาย และคุณภาพน้ำไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง นอกจากนี้ กลุ่มดังกล่าวยังมีแนวโน้มให้ต้นทุนอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักต่ำที่สุด กากมันสำปะหลังหมักยีสต์จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นวัตถุดิบอาหารปลาทางเลือกที่เหมาะสำหรับการเลี้ยงปลาให้มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

จรัญ จันทลักขณา. 2549. การวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ราชิต เพ็งสีแสงและสายัณห์ สืบผาง. 2567. ผลการเสริมกากมันสำปะหลังแห้งต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในบ่อดิน. Journal of Roi Kaensarn Academi 9(11): 1549–1562.

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. 2564. แนวทางการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ BCG ประเทศไทย. สำนักงานวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2566. เป้าหมายของ BCG Model ด้านการเกษตร (Goals of the agricultural BCG model). [ออนไลน์] URL:https://thailand.go.th/public/useful-information-detail/001_03_016 [ค้นวันที่ 17 มิถุนายน 2569]

สิทธิชัย ฮะทะโชติ, เกตุนภัส ศรีไพโรจน์, อรพินท์ จินตสถาพร และศรีน้อย ชุ่มคำ. 2563. ผลของการใช้กากมันสำปะหลังและเอนไซม์ย่อยเยื่อใยในสูตรอาหารปลานิลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้และการเจริญเติบโต. วารสารแก่นเกษตร 48(3): 607–614.

Boyd, C. E., D'Abramo, L. R., Glencross, B. D., Huyben, D. C., Juarez, L. M., Lockwood, G. S., ... & Valenti, W. C. 2020. Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. Journal of the World Aquaculture Society 51(3): 578–633.

Chary, K., van Riel, A.-J., Muscat, A., Wilfart, A., Harchaoui, S., Verdegem, M., ... & de Boer, I. J. M. 2024. Transforming sustainable aquaculture by applying circularity principles. Aquaculture 16(2): 656–673.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2024. The state of world fisheries and aquaculture 2024: Blue transformation in action. FAO, Rome.

Kayombo, S. A., Poommarin, P., & Duangkaew, P. 2022. Improvement of crude protein composition of cassava pulp by yeast fermentation with chicken manure. Science, Engineering and Health Studies 16: 22030009.

Ndebele-Murisa, M., Mubaya, C. P., Dekesa, C. H., Samundengo, A., Kapute, F., & Yossa, R. 2024. Sustainability of aqua feeds in Africa: A narrative review. Sustainability 16(23): 10323.

Pengseesang, R., Thip-uten, S., Thip-uten, T., Petsut, N., & Subepang, S. 2026. Effects of fermented cassava pulp-based wet concentrate on growth and feed utilization of *Anabas testudineus* (Bloch, 1792). AACL Bioflux 19(5): 2136–2148.

Putra, A. N., Indayah, U., Nokiyah, N., & Syamsunarno, M. B. 2022. Improving quality of cassava peel meal as raw material for tilapia feed. Depik 11(3): 319–326.

Siddik, M. A. B., Julien, B. B., Islam, S. M. M., & Francis, D. S. 2024. Fermentation in aquafeed processing: Achieving sustainability in feeds for global aquaculture production. Aquaculture 16(3): 1244–1265.

Subepang, S., Suzuki, T., Phonbumrung, T., & Sommart, K. 2018. Enteric methane emissions, energy partitioning, and energetic efficiency of zebu beef cattle fed total mixed ration silage. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 32(4): 548.

Sumiana, I. K., Ekasari, J., Jusadi, D., & Setiawati, M. 2020. Utilization of fermented sago pulp as a source of carbohydrate in feed for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. Jurnal Akuakultur Indonesia 19(2): 106–117.