ผลของการใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล

Effects of Winged Bean Seed Meal in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Diet

สราวุธ แสงสว่างโชติ* และพรพรรณ สุขุมพินิจ

Sarawut Sangsawangchote* and Pornpan Sukhumpinij

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ต. ท่าช้าง อ. เมืองจันทบุรี จ. จันทบุรี 22000

Faculty of Agricultural Technology, Rambhai Barni Rajabhat University,

Tachang, Muang, Chanthaburi, Thailand 22000

*E-mail: sarawut.s@rbru.ac.th

Received: 06 Oct 20

Revised: 22 Nov 20

Accepted: 30 Nov 20

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ศึกษาผลการใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยเลี้ยงปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่มีน้ำหนักตัวเริ่มต้น 2.95±0.18 กรัม ในตู้กระจกขนาด 46x137x53 เซนติเมตร ที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตู้ ให้ปลาได้รับสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นในระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 60 วัน โดยกำหนดให้อาหารทุกชุดการทดลองมีระดับโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน คือประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ และ 275 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงปลานิลทุกระดับ ส่งผลให้ปลานิลมีเจริญเติบโตทั้งในด้านน้ำหนักตัวเฉลี่ย ความยาวของลำตัวเฉลี่ย น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ รวมถึงการรอดตาย แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากชุดควบคุม แต่มีผลทำให้ค่าอัตราแลกเนื้อต่ำกว่าชุดควบคุม ($p\leq0.05$) นอกจากนี้การใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงจากชุดควบคุมได้ถึง 13.82, 13.43 และ 38.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น การทดลองนี้ระบุว่า สามารถใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการรอดตาย

คำสำคัญ: เมล็ดถั่วพูป่น สูตรอาหาร ปลานิล การเจริญเติบโต

Abstract

The purpose of this research was to investigate whether winged bean seed meals in diet had effects on production of tilapia (Oreochromis niloticus). The experiment design was conducted in Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. An initial weight of a tilapia was 2.74±0.54 - 3.18±0.31 g/fish. The fish were put in a 46x137x53 cm aquariums at density of 20 fish per aquarium. They were fed with winged bean seed meals at 0, 10, 20 and 30 percent in diet for 60 days. All diets contained 26 percent crude protein and isocaloric diets of 275 kcal/100 g. The result showed that survival of tilapia was not significant difference ($p> 0.05$) in all treatments (84.10, 75.40, 86.96 and 81.16 percent, respectively). The tilapia fed diet containing all levels of winged bean seed meals had lower FCR, compared to the control ($p< 0.05$). The tilapia fed diet containing 20 to 30 percent winged bean seed meals showed the highest weight. However, specific growth rate was not significantly different in all treatments ($p> 0.05$). Therefore, this study was concluded that the tilapia fed diet containing winged bean seed meals at 30 percent was the most appropriate as it caused the feed cost to decrease 38.55 percent from the control.

Keywords: Winged bean seed meals, Diet, Tilapia, Growth

1. บทนำ

ถั่วพู (Winged bean) เป็นพืชล้มลุกในตระกูลถั่ว (วงศ์ Leguminosae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Psophocarpus tetragonolobus* (Linn.) ถั่วพูจัดเป็นพืชผักสวนครัวที่ปลูกเลี้ยงได้ง่าย ลำต้นเป็นเถาเลื้อย สามารถเจริญเติบโตได้ในดินทุกชนิดของประเทศไทย เจริญเติบโตเร็ว มีอายุยืน เป็นพืชที่ถูกจัดให้เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ และให้คุณค่าทางโภชนาการสูงต่อมนุษย์ ในการบริโภคสามารถนำมารับประทานเป็นอาหารได้ตั้งแต่ยอดอ่อน ใบอ่อน ดอก ฝักสด เมล็ดอ่อน เมล็ดแก่ และหัวใต้ดิน จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วพู พบว่า มีโปรตีน 37.3 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 18.1 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 28 เปอร์เซ็นต์ และมีกรดอะมิโนจำเป็นหลายชนิดคล้ายกับถั่วเหลือง [1] เมล็ดแก่มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับถั่วเหลือง คือ มีโปรตีน 34 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยกรดอะมิโนไลซีน (Lysine) ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ของกรดอะมิโนทั้งหมด [2] และมีน้ำมัน 17 ถึง 18 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นน้ำมันหุงต้มชั้นดี ที่มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดโอเลอิก (Oleic acid) มากถึง 32 ถึง 39 เปอร์เซ็นต์ และกรดไลโนเลอิก (Linoleic acid) ประมาณ 27 ถึง 28 เปอร์เซ็นต์ [3] ในเมล็ดถั่วพูยังประกอบด้วยสารเริ่มต้นวิตามินเอ หรือ โทโคเฟอรัล (Tocopherol) ในปริมาณที่สูง สารนี้มีรสหวานและไม่สลายตัวง่าย ช่วยในการย่อยกรดไขมันไม่อิ่มตัว และช่วยเสริมวิตามินเอให้กับร่างกาย [4] นอกจากนี้ ถั่วพูยังเป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดี สามารถนำส่วนต่าง ๆ ของถั่วพูที่มนุษย์ไม่ใช้ประโยชน์ เช่น ลำต้น โดยนำไปตากแห้งแล้วป่นเป็นอาหารผสม หรือทำอาหารหมักแล้วเก็บไว้ให้สัตว์ เช่น วัว ควาย กินในยามขาดแคลนได้ [5] มีรายงานการใช้เมล็ดของถั่วพูสำหรับเป็นอาหารหนู [6] และในสัตว์ปีก [7] เนื่องจากมีโปรตีน ไขมันและกรดอะมิโนสูง นอกจากนี้ [8] ได้นำเมล็ดถั่วพูมาสกัดน้ำมันและนำมาผสมในอาหารสำหรับการเลี้ยงนกกระทาญี่ปุ่น (Japanese quail; *Coturnix japonica*) และพบว่า อาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันสกัดจากเมล็ดถั่วพูสามารถเพิ่มปริมาณการออกไข่ของนกกระทาญี่ปุ่นได้มากกว่าอาหารสูตรอื่น ในเมล็ดถั่วพูเป็นแหล่งของกรดอะมิโนจำเป็น ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นการใช้เป็นวัตถุดิบผสมในอาหารสำหรับใช้ในการเลี้ยงสัตว์บก หรือสัตว์น้ำ เช่น มีการทดลองใช้เมล็ดแก่ของถั่วพูเพื่อทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารเลี้ยงปลาดุกแอฟริกา (*Clarias gariepinus*) [9] อันเป็นการนำวัตถุดิบเหลือใช้ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่จะมีข้อจำกัดในเรื่องของสารที่เป็นพวกทริปซินอินฮิบิเตอร์ (Trypsin inhibitor) แทนนิน (Tannin) และกรดไฟติก (Phytic acid) ในถั่วพู และมีผลต่อการใช้โปรตีนและแร่ธาตุบางชนิด

ปลานิล (*O. niloticus*) เป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมเลี้ยงในเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากเลี้ยงง่าย เนื้อมีรสชาติดี สามารถปรับตัวได้กับแหล่งน้ำในทุกภาคของประเทศไทย ปัจจุบันต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมของปลานิลอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (30 ถึง 50 บาทต่อกิโลกรัม) [10] หากสามารถใช้วัตถุดิบมีอยู่ทั่วไป หรือมีในท้องถิ่นจะสามารถลดต้นทุนในการเลี้ยงปลานิล และสามารถเพิ่มผลกำไรให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงได้อีกด้วย ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาถึงความเป็นไปได้และผลกระทบต่าง ๆ จากการนำเมล็ดถั่วพูแก่มาบดเป็นวัตถุดิบเสริมผสมในอาหารเลี้ยงปลานิล ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกแหล่งของสารอาหาร เช่น กรดอะมิโนจำเป็นในอาหารสัตว์น้ำด้วยการใช้พืชที่หาได้ในท้องถิ่น รวมถึงความพยายามในการลดต้นทุนการผลิตอีกด้วย

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยมี 4 ชุดการทดลอง (Treatments) แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ ผลิตอาหารทดลอง 4 สูตร ที่มีส่วนผสมของเมล็ดถั่วพูป่น (Winged bean seed meals, WBSM) ในปริมาณ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

2.2 การเตรียมปลาทดลอง

ทำการศึกษาในปลานิล (*O. niloticus*) ที่มีอายุประมาณ 30 วัน และมีขนาดใกล้เคียงกัน โดยมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 2.95±0.18 กรัมต่อตัว ก่อนเข้าสู่การทดลอง ทำการอนุบาลลูกปลานิลในถังไฟเบอร์ขนาดความจุน้ำ 1,000 ลิตร ด้วยอาหารควบคุมที่ไม่มีส่วนผสมของเมล็ดถั่วพูป่นวันละ 2 ครั้ง (08.00 น. และ 16.00 น.) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้ปลานิลปรับสภาพให้มีความคุ้นเคยกับอาหารก่อนเข้าสู่การทดลอง

2.3 การเตรียมอาหารทดลอง

นำเมล็ดถั่วพูที่อยู่ภายในฝักแก่ (ฝักที่มีสีน้ำตาลเข้ม) มาบดหยาบด้วยเครื่องบดสับ (ยี่ห้อ Moulinex รุ่น DPA 1) และนำมาบดให้ละเอียดมากขึ้นอีกครั้งด้วยครกหิน จากนั้นนำเมล็ดถั่วพูป่นมาผสมกับวัตถุดิบอาหารอื่น ๆ ตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ในสูตรอาหารแต่ละสูตร ด้วยเครื่องบดเนื้อและพริกแกงที่มีหัวบดสแตนเลสเบอร์ 42 ใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า โดยกำหนดให้อาหารทดลองทุกสูตรมีระดับโปรตีนใกล้เคียงกันจากการคำนวณ คือ 26 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำอาหารทดลองแต่ละสูตรที่ผลิตได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธี Proximate analysis [11] ดังรายละเอียดแสดงใน Table 1

Figure 1 Winged bean seeds

2.4 การจัดการระหว่างทดลอง

สุ่มลูกปลานิลที่ผ่านการปรับสภาพให้คุ้นเคยกับอาหารแล้วลงเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 46x137x53 เซนติเมตร จำนวน 12 ตู้ ซึ่งมีปริมาตรน้ำในตู้ 200 ลิตร กำหนดความหนาแน่น 20 ตัวต่อตู้ ให้ปลานิลได้รับอาหารทดลองในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน แบ่งการให้อาหารออกเป็น 2 ครั้ง (08.00 น. และ 16.00 น.) ทำการดูดตะกอนของเสียออกจากตู้ทดลองทุกวันก่อนให้อาหารในช่วงเช้า และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำในตู้ ทุก ๆ 7 วัน ใช้ระยะเวลาในการทดลองนาน 60 วัน ตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ โดยมี อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ เป็นพารามิเตอร์ในการตรวจวัด

2.5 การบันทึกข้อมูล

สุ่มปลาจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนปลาในแต่ละตู้ (n= 10) นำมาชั่งน้ำหนักทุก ๆ 15 วัน ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าแบบดิจิทัลที่มีทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Denver instrument, รุ่น Standard-T/TP series) และวัดความยาว (Total length) ของตัวปลาด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier caliper) บันทึกปริมาณของอาหารที่ปลากิน และนับจำนวนปลาทดลองที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลน้ำหนักของปลา ปริมาณอาหารที่ใช้ และจำนวนปลาที่เหลือ มาทำการคำนวณเบื้องต้นเพื่อจัดเตรียมข้อมูลด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) น้ำหนักตัวเฉลี่ย (Average body weight)
2) ความยาวเฉลี่ย (Average body length)
3) น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (Daily weight gain, ADG) คำนวณจาก (น้ำหนักตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักตัวปลาเริ่มต้น)/ระยะเวลาการเลี้ยง
4) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio, FCR) คำนวณจาก (น้ำหนักอาหารที่ให้ทั้งหมด/น้ำหนักปลาตลอดการเลี้ยง)
5) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR) คำนวณจาก (ln น้ำหนักตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – ln น้ำหนักตัวปลาเริ่มต้น x 100)/ระยะเวลาการเลี้ยง
6) การรอดตาย (Survival) คำนวณจาก (จำนวนปลาที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง x 100)/จำนวนปลาเริ่มต้นทดลอง

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่คำนวณได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธีการทดสอบ Duncan’s new Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Table 1 Formulation and proximate composition of the experimental tilapia diets.

Feed ingredients (%)	Treatments			
	0%WBSM	10%WBSM	20%WBSM	30%WBSM
Winged bean seed meal	0	10	20	30
Fish meal	10	10	10	10
Soybean meal	20	20	20	20
Rice bran	25	23	19	15
Shrimp shell meal	25	22	16	10
Ripe banana	20	15	15	15
Total	**100**	**100**	**100**	**100**
Composition (%dry matter)				
Crude protein	26.28	26.31	26.42	26.46
Crude lipid	6.20	6.84	7.12	7.18
Ash	9.22	10.12	11.23	11.35
Fiber	3.16	4.25	4.38	4.42
Moisture	16.66	12.26	12.03	11.85
Energy (Kcal/100g)	275.05	275.15	275.33	274.52

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

3.1 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ย

การใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลทุกระดับมีผลทำให้น้ำหนักตัวปลานิลแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในทุกช่วงของการเก็บข้อมูล ยกเว้นการเก็บข้อมูลในช่วง 30 วันหลังจากเริ่มการทดลองที่พบว่า ปลานิลในชุดควบคุมมีน้ำหนักตัวมากที่สุดและมากกว่าปลานิลที่ได้รับสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับปลานิลที่ได้รับสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ($p > 0.05$) (Table 2)

3.2 การเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ย

ความยาวตัวของปลานิลในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ความยาวตัวมีแนวโน้มสูงที่สุดในปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 30 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความยาวตัวมีแนวโน้มต่ำที่สุดในชุดควบคุม ดังรายละเอียดที่แสดงใน Table 3

Table 2 The average body weight (g.) of Nile tilapia (*O. niloticus*) raised with four different level winged bean seed meals in diet.

Treatments	Time (days) 0	15	30	45	60
0%WBSM	2.74±0.54	4.18±0.27	5.78±0.96^{a}	7.18±1.20	8.79±0.78
10%WBSM	2.94±0.24	4.07±0.32	4.49±0.39^{b}	5.79±0.64	8.29±0.41
20%WBSM	3.18±0.31	3.64±0.60	4.72±0.16^{ab}	7.33±0.46	8.92±0.46
30%WBSM	2.93±0.10	3.08±0.15	5.11±0.78^{ab}	7.61±0.37	9.35±0.28

The different letter in the same column indicated statistically significant difference ($p \leq 0.05$).

Table 3 The average body length (cm.) of Nile tilapia (*O. niloticus*) raised with four different level winged bean seed meals in diet.

Treatments	Time (days) 0	15	30	45	60
0%WBSM	5.02±0.25^{b}	5.65±0.36	6.88±0.33	7.72±0.35	8.17±0.25
10%WBSM	5.05±0.17^{b}	5.92±0.16	6.30±0.15	7.52±0.19	8.31±0.40
20%WBSM	5.47±0.17^{a}	5.65±0.28	6.38±0.13	7.83±0.13	8.61±0.06
30%WBSM	5.24±0.10^{ab}	5.40±0.40	6.65±0.63	8.04±0.08	8.54±0.02

The different letter in the same column indicated statistically significant difference ($p \leq 0.05$).

3.3 น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน

น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (ADG, g/day) ของปลานิลในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่า ADG มีแนวโน้มสูงที่สุดในปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุม ตามลำดับ และค่า ADG มีแนวโน้มต่ำที่สุดในปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดที่แสดงใน Table 4

3.4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ปลานิลที่ได้รับเมล็ดถั่วพูป่นในทุกระดับมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังรายละเอียดที่แสดงใน Table 4

3.5 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปลานิลในทุกชุดการทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR, percent/day) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่า SGR มีแนวโน้มสูงที่ที่สุดในชุดควบคุม รองลงมาคือ ปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 30 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่า SGR มีแนวโน้มต่ำที่สุดในปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

Table 4 Mean value of growth parameter, survival and feed utilization of tilapia, *O niloticus* fed with different winged bean seed meal levels in the diets.

Treatments	Initial weight (g)	Final weight (g)	Average daily gain (g/day)	SGR (percent/day)	FCR	Survival (%)
0%WBSM	2.74±0.54	8.79±0.78	0.10±0.007	1.94±0.14	3.17±0.27^b	84.10±2.30
10%WBSM	3.18±0.31	8.29±0.41	0.09±0.009	1.60±0.18	2.62±0.49^a	75.40±3.41
20%WBSM	2.94±0.24	8.92±0.46	0.10±0.005	1.85±0.33	2.72±0.15^a	86.96±1.43
30%WBSM	2.93±0.10	9.36±0.28	0.11±0.005	1.93±0.08	2.54±0.12^a	81.16±2.23

The different letter in the same column indicated statistically significant difference ($p \leq 0.05$).

3.6 การรอดตาย

การรอดตาย (Survival) ของปลานิลในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การรอดตายมีแนวโน้มสูงที่สุดในปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลานิลในชุดควบคุมและปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการรอดตายมีแนวโน้มต่ำที่สุดในปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่มีเมล็ดถั่วพูป่นผสมในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

3.7 คุณภาพน้ำตลอดการทดลอง

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่สำคัญในระหว่างการทดลอง พบว่า คุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 28.3 ถึง 29.6 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7.2 ถึง 7.7 ปริมาณแอมโมเนีย อยู่ในช่วง 0.01 ถึง 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ อยู่ในช่วง 0.05 ถึง 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดจากทุกชุดการทดลองจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ปกติ และมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลานิล

3.8 ต้นทุนค่าอาหาร

จากการวิเคราะห์ด้านต้นทุนค่าอาหาร พบว่า ในชุดควบคุมซึ่งไม่มีส่วนผสมของเมล็ดของถั่วพูป่นมีต้นทุนค่าอาหารสูงที่สุด และต้นทุนค่าอาหารมีแนวโน้มลดลงตามระดับของเมล็ดถั่วพูที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยราคาวัตถุดิบคำนวณมาจาก ราคาปัจจุบันจากสมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย [12] ณ เดือนกรกฎาคม ปี 2563 ข้อมูล (Table 5) ทั้งนี้เมล็ดถั่วพูที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้รับความอนุเคราะห์ฝักแก่ที่เหลือจากการจำหน่ายผลผลิตของเกษตรกร จึงไม่มีต้นทุนของวัตถุดิบถั่วพู

เมล็ดถั่วพูป่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีปริมาณโปรตีนรวมสูงถึง 31.89 เปอร์เซ็นต์ และยังเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพและอยู่ในรูปที่ปลานิลสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงพบว่าปลานิลที่ได้รับสูตรอาหารที่มีส่วนผสมของเมล็ดถั่วพูป่นทุกระดับมีอัตราแลกเนื้อต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งจะมีผลต่อการลดต้นทุนการผลิตได้มากกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้เพราะมีการใช้ปริมาณอาหารน้อยกว่า แต่ได้ผลผลิตใกล้เคียงกัน แต่ทว่าการใช้เมล็ดถั่วพูในสูตรอาหารทุกระดับไม่ช่วยทำให้การเจริญเติบโตของปลานิลดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Hashim [13] ที่ความพยายามทดแทนปลาป่นด้วยเมล็ดถั่วพูป่นและฝักถั่วพูป่นในอาหารเลี้ยงลูกปลานิลแดง แล้วพบว่าสามารถทดแทนปลาป่นด้วยเมล็ดถั่วพูป่น หรือฝักถั่วพูป่นได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณปลาป่น โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการรอดตายและการเจริญเติบโต และยังสอดคล้องกับ การศึกษาการทดแทน ปลาป่นด้วยเมล็ดถั่วพูป่นในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาดุกแอฟริกา (*C. gariepinus*) ที่สามารถใช้ถั่วพูป่นเป็นแหล่งของโปรตีนในสูตรอาหารได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร และยังช่วยให้ต้นทุนค่าอาหารลดลง 25 เปอร์เซ็นต์จากชุดควบคุม [9] รวมถึงสอดคล้องกับรายงานการศึกษากับสัตว์อื่น ๆ ที่นอกเหนือจากสัตว์น้ำ เช่น De lumen et al. [7] รายงานว่าสามารถทดแทนถั่วเหลืองป่นด้วยถั่วพูป่นได้ถึง 25 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของไก่สายพันธุ์อาร์เบอร์เอเคอร์ส (*Arbor acre*) แต่การทดแทนถั่วเหลืองในระดับที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ อาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตได้เช่นเดียวกัน

ในการทดลองครั้งนี้พบว่า การเจริญเติบโตของปลานิลทุกด้านในทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) คาดว่าเป็นเพราะทุกชุดการทดลองได้รับสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนและค่าพลังงานใกล้เคียงกัน (Table1) ระดับโปรตีนที่กำหนดให้มีค่าใกล้เคียงกัน (ประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์) ในทุกสูตรอาหารและเป็นระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลานิล [14] รวมถึงมีระดับพลังงานมากเพียงพอสำหรับใช้ในกิจกรรมการดำรงชีวิต และกระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ในร่างกาย ผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองที่ใช้วัตถุดิบที่เป็นเมล็ดพืชชนิดอื่น ๆ ผสมลงในอาหารสัตว์น้ำ เช่น การทดลองใช้อาหารผสมเมล็ดฟักทองป่น (Pumpkin seed meal) ที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงปลานิลแล้วให้ผลทางด้านการเจริญเติบโต

ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม [15] นอกจากนี้มีรายงานการทดลองใช้อาหารผสมกากงาดำ (Sesame seed meal; *Sesamum indicum*) เลี้ยงปลานิลแปลงเพศ โดยใช้กากงาดำในช่วงระดับ 25 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทางด้านการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างจากชุดควบคุมเช่นเดียวกัน [16]

เมื่อพิจารณาถึงการรอดตายของปลานิลการทดลองในครั้งนี้ จะเห็นว่าการรอดตายของปลานิลในทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเมล็ดถั่วพูป่นมีความปลอดภัยและมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงปลานิลเพื่อลดต้นทุนการผลิต และเมื่อนำต้นทุนค่าอาหารและประสิทธิภาพการใช้อาหารมาพิจารณาร่วมกัน พบว่า การผสมเมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตในการเลี้ยงปลานิลลงได้ 13.8, 13.4 และ 38.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารสำหรับปลานิลมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ทำให้ลดต้นทุนลงจากชุดควบคุมได้มากถึง 38.5 เปอร์เซ็นต์ จึงนับเป็นแนวทางที่ดีในความพยายามลดต้นทุนค่าอาหารเลี้ยงปลานิล ซึ่งต่างจากการใช้ใบมะละกอป่นผสมในอาหารเลี้ยงปลานิลแดง ซึ่งนอกจากจะไม่มีผลในการลดต้นทุนแล้ว ยังทำให้การเจริญเติบโตของปลานิลแดงลดลงอีกด้วย [17]

ดังนั้นผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้แนะนำว่าสามารถใช้เมล็ดถั่วพูป่นผสมลงในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารทั้งหมด หรืออาจได้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์แต่ควรต้องผ่านการทดสอบก่อน เนื่องจาก Fagbenro [9] รายงานว่า ในถั่วพูมีสารบางชนิดที่มีผลต่อการใช้โปรตีนและแร่ธาตุบางชนิดในอาหาร

Table 5 The capital of food cost ingredients and the cost of experimental feed (baht/kg.).

Ingredients	Price per kilogram (Baht)	Experimental diets cost (Baht/100 kg.)			
		0%WBSM	10%WBSM	20%WBSM	30%WBSM
Winged bean seed meal	0	0	0	0	0
Fish meal	32.35	323.5	323.5	323.5	323.5
Soybean	12.63	252.6	252.6	252.6	252.6
Rice bran	12.72	318	292.56	241.68	190.8
Shrimp shell meal	29.0	725.0	609.0	667.0	261.0
Ripe banana	10.0	200.0	90.0	90.0	90.0
Total					
Price (baht)/100 kg.		1,819.1	1,567.66	1,574.78	1,117.9
Price (baht)/1 kg.		18.19	15.68	15.75	11.18

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

การใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงปลานิลทุกระดับ ส่งผลให้ปลานิลมีเจริญเติบโตทั้งในด้านน้ำหนักตัวเฉลี่ย ความยาวของลำตัวเฉลี่ย น้ำหนักตัวเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ รวมถึงการรอดตาย แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากชุดควบคุม แต่มีผลทำให้ค่าอัตราแลกเนื้อต่ำกว่าชุดควบคุม ($p\leq0.05$) นอกจากนี้การใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารลงจากชุดควบคุมได้ถึง 13.82, 13.43 และ 38.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น จากการทดลองนี้ สามารถใช้เมล็ดถั่วพูป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการรอดตาย รวมถึงอาจสามารถใช้ได้มากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ควรได้รับการทดสอบเพิ่มเติม และการทดลองนี้เสนอแนะให้มีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณภาพซากเนื้อปลาภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี ประจำปีงบประมาณ 2560 คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

6. References

[1] Pospisil, E. and et al. 1971 Investigations in winged bean in Ghana. **World Crops.** 23–260.

[2] Mutia, R. and Uchida, S. 1993. Effect of heat treatment on nutrition value of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) as compared to soybean : I. Chemical characteristics of treats winged bean. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.** 6(1). 19-26.

[3] Kadam, S. S. and Salunkhe, D. K.. 1984. Winged bean in human nutrition. **Journal of Food. Science and Nutrition**. 21(1):1-40.

[4] Murugiswamy, B. and Vamadevaiah, H.M. and Madaiah, M. 1983. Fatty acid composition of winged bean seed oil (*Psophocarpus tetragonolobus*) **Fette Seifen Anstrichmittel.** 85(3): 121-122.

[5] Fagbenro, O.A. 1999. Formulation and evaluation of diets for the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), made by partial replacement of fish meal with winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* L. DC) seed meal. **Aquaculture Research.** 30 (4): 249-257.

[6] Jaffe, W. G. and Kote, R. 1976. Nutrition characteristic of the winged bean in rats. **Nutrition Report International.** 14: 445-49.

[7] De lumen, B. O., Gerpacio, A.L. and Vohra, P. 1982. Effects of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) meal on broiler performance. **Poultry Science.** 61:1099-1106.

[8] Mutia, R and Uchida, S. 1999. Effects of Feeding Winged Bean Oil on Cholesterol and Lipid Contents in Egg and Liver, and Fatty Acid Composition of Egg in Japanese Quail. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.** 12(3): 376-380.

[9] Fagbenro, A. 1999. Comparative evaluation of heat-processed winged bean *Psophocarpus tetragonolobus* meals as partial replacement for fish meal in diets for the African catfish *Clarias gariepinus*. **Aquaculture.** 170, 297-305.

[10] Lebel, P. and et al. 2013. River-based cage aquaculture of Tilapia in northern Thailand: Sustainability of rearing andbusiness practices. **Natural Resources**. 4 (5): 410-421.

[11] A.O.A.C. 2000. **Official methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists**; Washington, DC.

[12] Thai Feed Mill Association. 2020. Monthly raw material price. http://www.thaifeedmill.com/tabid/78/Default.aspx. Access 28 July 2020. (*in Thai*)

[13] Hashim, R. 1995. The effect of the partial replacement of fish meal with winged bean seed meal and whole winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) on growth of red tilapia fingerlings. Malaysian **Journal of Animal Science (Malaysia).** 1 (1): 29-32.

[14] Plaipetch, P. 2016. Nutritional Management for Culturing Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Thai Journal of Science and Technology.** 24 (1): 12-39.

[15] Bake, G.G., Adejumo. T. M. and Sadiku, S.O.E. 2013. Growth performance and nutrient utilization of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed toasted flamboyant seed meal (*Delonix regia*). **Continental J. Agricultural Science.** 7 (1): 1 – 10.

[16] Deyab, D. M.S. and et al. 2009. Nutrition evaluation of sesame seed meal, *Sesamum indicum* (L.) as alternative protein source in diets of juvenile mono-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries.** 13 (1) 93-106.

[17] Leelarasamee, K. and et al. 2014. Use of papaya leaf meal in red tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*) diet. **Khon Kaen Agriculture Journal.** 42 (SUPPL.1) 728-734. (*in Thai*)