



การเลี้ยงปลาสวายโฌงในกระชังด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น
ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

**Cage Culture of Stripped Catfish Thai Panga (*Pangasius hypophthalmus x*
Pangasius bocourti) Feed with Different Rate of Soybean meal as a
Replacement for Fish Meal in Diet**

สุริยัน เสมอ

Suriyan Sema

ราวี แสงทอง

Ravee Songthong

สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอำนาจเจริญ

Amnatcharoen Inland Fisheries Station

ตำบลนาหมอม้า อำเภอเมือง

Tambol Namorma Amphoe Muang

จังหวัดอำนาจเจริญ ๓๔๐๐๐

Changwat Amnatcharoen 34000

โทร. ๐๔๕-๕๔๐๒๑๒

Tel. 0-4554-0212

๒๕๕๒

2009

เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ ๒ /๒๕๕๒



Extention Paper No. 2 /2009

การเลี้ยงปลาสวายโมงในกระชังด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น
ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

**Cage Culture of Stripped Catfish Thai Panga (*Pangasius hypophthalmus x*
Pangasius bocourti) Feed with Different Rate of Soybean meal as a
Replacement for Fish Meal in Diet**

โดย

สุรียัน เสมอ

Suriyan Sema

ราวี แสงทอง

Ravee Songthong

สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอำนาจเจริญ

Amnatcharoen Inland Fisheries Station

ตำบลนาหมอม้า อำเภอเมือง

Tambol Namorma Amphoe Muang

จังหวัดอำนาจเจริญ ๓๔๐๐๐

Changwat Amnatcharoen 34000

โทร. ๐๔๕-๕๔๐๒๑๒

Tel. 0-4554-0212

๒๕๕๒

2009

รหัสทะเบียนวิจัย 51-0543-50036-003

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการศึกษา	4
2. วัสดุอุปกรณ์	5
3. วิธีการทดลอง	7
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	8
ผลการศึกษา	10
1. การเจริญเติบโต	10
2. ประสิทธิภาพของโปรตีน	12
3. ประสิทธิภาพของอาหาร	13
4. โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัว	14
5. ปริมาณอาหารที่กิน	15
6. ปริมาณโปรตีนที่ปลากิน	15
7. อัตราแลกเนื้อ	15
8. อัตรารอด	15
9. Condition factor	16
10. Hepatosomatic index	16
11. Intraperitoneal fat	16
12. คุณสมบัติน้ำ	16
13. ต้นทุนการผลิต	17
สรุปและวิจารณ์ผล	18
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	23

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ส่วนประกอบของอาหารทดลอง	6
2 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นเป็นระยะเวลา 9 เดือน	10
3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น เป็นระยะเวลา 9 เดือน	12
4 ผลการทดลองของปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้อาหารทดลอง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 9 เดือน	14
5 คุณสมบัติของน้ำบางประการระหว่างการทดลอง	17
6 รายละเอียดต้นทุนการเลี้ยงปลาสวายโมงในกระชังด้วยอาหารทดลอง 5 สูตร (แสดงรายละเอียดต่อกระชัง) เป็นระยะเวลา 270 วัน	17
ตารางผนวกที่	
1 ราคา (บาท) วัตถุดิบอาหารทดลองที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลาสวายโมง	23

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น เป็นระยะเวลา 9 เดือน	11
2	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารโปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น เป็นระยะเวลา 9 เดือน	12

การเลี้ยงปลาสวายโงงในกระชังด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

สุรียัน เสงมา^๑ และราวี แสงทอง^๒

^๑ สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสระบุรี กรมประมง

^๒ สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอำนาจเจริญ กรมประมง

บทคัดย่อ

การเลี้ยงปลาสวายโงงในกระชังด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอัตราส่วนต่าง ๆ กันคือ 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ อาหารทดลองมีโปรตีนในอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์และพลังงานรวม (gross energy, GE) 280 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม ปลาเริ่มเลี้ยงเฉลี่ย 39.91±1.23 กรัม ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 16.52±1.60 เซนติเมตร เลี้ยงในกระชังขนาด 1.5X1.5X1.5 เมตร จำนวน 100 ตัวต่อกระชัง ให้อาหารปลากินจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 9 เดือน

ผลการทดลองพบว่า ปลาสวายโงงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการเจริญเติบโต น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย และความยาวสุดท้ายเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับของการแทนที่โปรตีนจากปลาป่น 20, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักรวมของโปรตีน และโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัว พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับของการแทนที่โปรตีนจากปลาป่น 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยที่สุด ($p < 0.05$) ขณะที่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับของการแทนที่โปรตีนจากปลาป่น 0, 20, 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าอัตราแลกเปลี่ยนพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับของการแทนที่โปรตีนจากปลาป่น 40 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุด ($p < 0.05$) ส่วนค่า condition factor และอัตราการรอด ของปลาที่ได้รับอาหารทุกชุดการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าแนวโน้มของค่า hepatosomatic index และ intraperitoneal fat มีค่าน้อยที่สุดที่ระดับการแทนที่โปรตีนจากปลาป่น 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นทุนการผลิตพบว่าไม่มีกำไรจากการเลี้ยง การศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาสวายโงงที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา

คำสำคัญ: ปลาสวายโงง การเลี้ยง โปรตีน กากถั่วเหลือง ปลาป่น

*ผู้รับผิดชอบ: อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี ๑๘๑๓๐ โทร. ๐ ๓๖๒๐ ๒๓๗๗

e-mail : suriyan1234797@hotmail.com

**Cage Culture of Stripped Catfish Thai Panga (*Pangasius hypophthalmus* x
Pangasius bocourti) Feed with Different Rate of Soybean meal as a
Replacement for Fish Meal in Diet**

Suriyan Sema¹ and RaVee Sangthong²

¹Saraburi Inland Fisheries Station, Department of Fisheries

²Amnatcharoen Inland Fisheries Station, Department of Fisheries

Abstract

The experiment on replacement of fish meal protein with soybean meal protein in diet of Stripped Catfish Thai Panga (*Pangasius hypophthalmus* x *Pangasius bocourti*) at level of 0, 20, 30, 40 and 50% was conducted. All diets were formulated isonitrogenous with protein of 30% and isocaloric with gross energy of 280 kcal per 100 g of diet. Fish with initial body weight 39.91±1.23 g and total length 16.52±1.60 cm were cultured in 1.5x1.5x1.5 m polyethelene cage at the stocking rate of 100 fish per cage. They were fed to apparent satiation twice daily for 9 months.

The results showed that fish fed with using soybean meal protein substituted at the levels of 0 and 30% of fish meal protein had better ($p<0.05$) of final body weight and final length than those fed with diets substituted at the levels of 20, 30 and 50%. The values of average daily weight gain, percentage weight gain, protein efficiency ratio and apparent net protein retention were lowest ($p<0.05$) for fish fed with diet substituted at the level of 40% whilst the other groups were not different ($p>0.05$). The values of feed conversion rate seem to be poorest for fish fed with diet substituted at the level of 40%. There were no differences ($p>0.05$) among treatments on the values of survival rate and condition factor (k). However hepatosomatic index and intraperitoneal fat seem to be poorest for fish fed with diet substituted at the level of 40%. While the production cost found that cannot get the benefit from culture. The study concluded that replacement of fish meal protein with soybean meal protein at the level of 30% was optimum for promoting growth performances of fish.

Key words: Stripped Catfish Thai Panga (*Pangasius hypophthalmus* x *Pangasius bocourti*),
Culture, protein, fish meal, soybean meal

*Corresponding author: Aumphoe Banmoh, Saraburi Province 18130 Tel. 0 3620 2377

e-mail : suriyan1234797@hotmail.com

คำนำ

ปลาสาวยโอมงเป็นปลาน้ำจืดลูกผสมระหว่างแม่ปลาสาวยพ่อปลาโอมงโดยอาศัยลักษณะเด่นของแต่ละปลา คือ ปลาสาวยเป็นปลาที่โตเร็ว แม่ปลามีไข่จำนวนมาก ทำให้เพาะพันธุ์ได้ลูกครั้งละมาก ๆ ในขณะที่ปลาโอมงเป็นปลาเนื้อขาว เป็นที่ต้องการของตลาด เมื่อนำมาผสมกันจะทำให้ปลาลูกผสมมีข้อดีของแต่ละปลารวมอยู่ในตัวเดียวกัน การเลี้ยงปลาสาวยด้วยอาหารเม็ดของประสิทธิ์(2512) ในกระชังไม้ จากปลาขนาด 25 กรัม ความหนาแน่น 100 ตัว/ตารางเมตร เป็นเวลา 10 เดือน ได้ปลาขนาด 823 กรัม และเมื่อนำมาเลี้ยงในกระชังที่ทำด้วยอวนไนลอนขนาดตา 2 นิ้ว เริ่มจากปลาขนาด 158.5 กรัม ความหนาแน่น 100 ตัว/ตารางเมตร เป็นเวลา 6 เดือน ได้ปลาขนาด 916 กรัม ในขณะที่การเลี้ยงปลาโอมงในกระชังในแม่น้ำโขงของศิริณีและธีระชัย(2548) ในกระชังที่ทำด้วยเนื้ออวนโพลีขนาดตา 1 นิ้วขนาด 1.5x1.5x1.8 เมตร เริ่มจากปลาขนาด 71.89 กรัม ความหนาแน่น 100 ตัว/ตารางเมตร ด้วยอาหารเม็ดโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 เดือน ได้ปลาขนาด 492.33 กรัม และรายงานการเลี้ยงปลาโอมงในกระชังในอ่างเก็บน้ำของคชาวุธและคณะ(2548) ด้วยความหนาแน่น 45 ตัว/ตารางเมตร ใช้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำมีปริมาณโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 เดือน ปลาโอมงมีน้ำหนักเพิ่มจาก 51.56 กรัมเป็น 944.38 กรัม

ปัจจุบันการเลี้ยงปลาด้วยอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าแหล่งโปรตีนเป็นแหล่งอาหารที่แพงที่สุดและจำเป็นมากต่อการเจริญเติบโตของปลา โดยปลาป่นถูกนำมาใช้เป็นโปรตีนหลักในอาหารอย่างใดก็ตามพบว่าปลาป่นที่มีคุณภาพดีนั้นมีราคาแพง และมีปริมาณการผลิตไม่แน่นอน รวมทั้งในอนาคตคาดว่า ผลผลิตปลาป่นจะมีปริมาณลดลงเนื่องจากการนำทรัพยากรสัตว์น้ำจากทะเลขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก (มะลิ และวิจิตรา, 2530) ดังนั้นจึงมีความพยายามในการหาแหล่งโปรตีนสำรองอื่นๆ เพื่อทดแทนปลาป่น ซึ่งโดยทั่วไปโปรตีนจากพืชมักมีราคาถูกกว่าโปรตีนจากสัตว์ และพบว่าโปรตีนจากกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่นิยมนำมาประกอบในสูตรอาหารสัตว์มากที่สุด แม้ว่าการใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองจะมีสารต้านโภชนาการมากกว่าหนึ่งชนิด ได้แก่ สารทริปซินอินฮิบิเตอร์ สารเลคติน (lectin) และ กรดไฟติก (phytic acid) เป็นต้น แต่เนื่องจากกากถั่วเหลืองมีปริมาณมากเพียงพอกับความ ต้องการของตลาดและมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนดีกว่าแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดอื่น ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การทดแทนโปรตีนจากพืชและกากถั่วเหลืองสามารถทดแทนโปรตีนในปลาป่นได้ประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ (ประเสริฐ และวิมล, 2540; Francis *et al.*, 2001) และได้มีการศึกษาการใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในปลาหลายชนิด เช่น ปลานิลแดง ขนาด 1.75 กรัม สามารถทดแทนได้ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออาหารมีปลาป่น 52.50 เปอร์เซ็นต์เป็นองค์ประกอบ (มะลิ และวิจิตรา, 2530) ปลากระพงขาว ขนาด 0.93 กรัม สามารถทดแทนได้ 17 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออาหารมีปลาป่น 20 เปอร์เซ็นต์เป็นองค์ประกอบ (จูอะดี และมะลิ, 2538) ปลารวด ขนาด 2.52 และ 178 กรัม สามารถทดแทนได้ 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออาหารมีปลาป่น 20 และ 33 เปอร์เซ็นต์เป็นองค์ประกอบ (กาญจนรี และคณะ, 2540; ชูติพงศ์, 2540) ปลานิลขนาด 5.12 กรัม สามารถทดแทนได้ 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออาหารมีปลาป่น 25.13 เปอร์เซ็นต์เป็นองค์ประกอบ (Shiau *et al.*, 1990) และปลา

ตะเพียนทองขนาด 0.9 กรัมสามารถทดแทนได้ 37 เปอร์เซ็นต์ที่มีอาหารมีปลาป่น 48 เปอร์เซ็นต์ที่ประกอบ (Elangovan, 2000) ดังนั้นในปลาสาวยังมีขนาด 40 กรัม ซึ่งเป็นปลาขนาดที่นำลงเลี้ยงในกระชัง หากได้มีการวิจัยในด้านการทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองจะช่วยลดปริมาณการใช้ปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลาและลดต้นทุนการผลิต

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในระดับต่างๆ กันในอาหารปลาสาวยังมีที่เลี้ยงในกระชัง โดยพิจารณาจากค่าการเจริญเติบโต อัตรารอด อัตราแลกเนื้อ และเพื่อทราบต้นทุนการเลี้ยง

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการศึกษา

1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (randomized block design ; RBD) โดยแบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง (treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replication) อาหารแต่ละชุดการทดลองมีระดับโปรตีนในอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์ และระดับพลังงานรวม (gross energy, GE) ประมาณ 280 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม โดยแต่ละชุดการทดลองได้ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ต่างกัน ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0 เปอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 2 โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 20 เปอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 3 โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 30 เปอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 4 โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 40 เปอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 5 โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 50 เปอร์เซ็นต์

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอำนาจเจริญ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงเดือนสิงหาคม 2551 เป็นระยะเวลา 9 เดือน

2. วัสดุอุปกรณ์

2.1 กระจกทดลอง

เตรียมกระจกทดลองขนาด 1.5x1.5x1.5 เมตร แขนงกระจกในบ่อเก็บน้ำขนาด 3 ไร่บนแพที่จัดเรียงกระจกเป็น 2 แถว ให้มีระดับความลึกของกระจก 1 เมตร คิดเป็นปริมาตรน้ำ 2.25 ลูกบาศก์เมตร มีหยให้อาหารขนาด 50x50 ซม. แขนงอยู่ในกระจกเพื่อเป็นที่ให้อาหาร

2.2 ปลาทดลอง

ใช้ปลาสายโมงที่ได้จากการเพาะพันธุ์ในรุ่นเดียวกันของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด ยโสธร อนุบาลในบ่อดินจนได้ขนาด 40 กรัม(ประมาณ 5 นิ้ว) จากนั้นทำการคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันนำขึ้นมาใส่กระจกทดลองให้อาหารทดลองสูตรควบคุม วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และ 16.30 น. ให้กินจนอิ่มเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพให้ปลาคู่กันเคยกับอาหารทดลอง หลังจากนั้นจึงเริ่มให้อาหารทดลองแต่ละสูตร โดยปลาเริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 39.91 ± 1.23 กรัม ความยาวเฉลี่ย 16.52 ± 1.60 เซนติเมตร (ความยาวเหยียด: total length)

2.3 อาหารทดลอง

เตรียมอาหารทดลองครั้งละประมาณ 30 กิโลกรัม นำวัตถุดิบของแต่ละสูตรอาหารตามตารางที่ 1 มาผสมให้เข้ากัน เติมน้ำประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหาร จากนั้นนำมาอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดผ่านรูหน้าแวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ผึ่งลมให้แห้ง (ความชื้นในอาหารมีค่าระหว่าง 4.92-7.74 เปอร์เซ็นต์) สุ่มอาหารที่ผ่านการอัดเม็ดจำนวน 200 กรัม นำไปวิเคราะห์คุณค่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (proximate analysis) ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน กาก ถั่ว และความชื้น ตามวิธี AOAC (1990) โดยใช้ micro-kjeldahl, ether extraction, acid-alkali digestion, muffle furnace combustion และ oven drying และค่าพลังงานรวมในอาหารด้วยเครื่อง Bomb calorimeter ประเภท Ballistic Bomb ส่วนค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (NFE) ใช้วิธีคำนวณตามวิธีของ NRC (1993) ดังนี้

$$\text{คาร์โบไฮเดรต (NFE)} = 100 - (\% \text{ โปรตีน} + \% \text{ ไขมัน} + \% \text{ กาก} + \% \text{ ถั่ว} + \% \text{ ความชื้น})$$

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารทดลอง

วัตถุดิบอาหาร	สูตร				
	1 (0%)	2 (20%)	3 (30%)	4 (40%)	5 (50%)
ปลาป่น (61.0 % โปรตีน)	41	33	29	25	21
กากถั่วเหลือง (46.79 % โปรตีน)	0	11.0	16.5	22.5	28.0
ปลายข้าว	37	31.6	29	26	23.2
รำละเอียด	15	15	15	15	15
น้ำมันถั่วเหลือง	2.9	3.8	4.2	4.5	5
วิตามินซี(10 %)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	0	1.3	1.9	2.5	3.2
สารเหนียว	3	3	3	3	3
หินปูน	0	0.2	0.3	0.4	0.5
พรีมิกซ์	1	1	1	1	1
รวม	100	100	100	100	100
ค่าจากการวิเคราะห์ (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)					
โปรตีน	30.38	30.15	30.04	30.14	30.02
ไขมัน	5.82	6.77	7.19	7.52	8.04
เยื่อใย	1.81	2.42	2.73	3.06	3.37
เถ้า	9.07	9.77	10.07	10.40	10.8
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/อาหาร 100 กรัม)	280.3	280.8	280.9	280.5	280.9

หมายเหตุ 1. พรีมิกซ์ในอาหาร 1 กิโลกรัมประกอบด้วย vitamin A 4,000 IU, vitamin D₃ 2,000 IU, vitamin E 50 IU, vitamin B₁₂ 0.2 mg, menadione sodium bisulfite 10 mg; thiamine 20 mg; riboflavin 20 mg; niacin 150 mg; calcium panthothenate 20 mg; folic acid 5 mg; pyridoxine 20 mg; choline chloride 2,000 mg, biotin 2 mg และ inositol 400 mg

2. ราคาวัตถุดิบจากตารางผนวกที่ 1

3. วิธีการทดลอง

3.1 การให้อาหาร โดยให้วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และ 16.00 น. โดยให้ปลากินจนอิ่ม หากมีอาหารเหลือหลังจากเริ่มให้อาหารแล้ว 30 นาที เก็บอาหารที่เหลือในยอนนำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง นำอาหารที่อบแห้งแล้วทิ้งให้เย็นนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาปริมาณอาหารที่ปลากิน

3.2 การเก็บข้อมูลโดยชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวเหยียด (total length) ของปลาจำนวน 25 ตัว และตรวจนับจำนวนปลาทุกเดือน เพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตและอัตราการรอด เป็นระยะเวลา 9 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลองชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปลาทุกตัว ในแต่ละซ้ำของการทดลอง ข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าความสมบูรณ์ของปลา condition factor (K) และนำปลาจำนวน 5 ตัวในแต่ละซ้ำไปผ่าและเก็บตับปลาเพื่อคำนวณค่า hepatosomatic index (HSI) และไขมันในช่องท้องเพื่อคำนวณค่า intraperitoneal fat (IPF)

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทำการวิเคราะห์ทุก เดือน เวลา 08.00 น.และ 15.00 น. ดังต่อไปนี้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง DO meter ยี่ห้อ HANA รุ่น 407510 ความเป็นกรดเป็นด่าง วิเคราะห์ด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI991001 ความกระด้างและความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) วิเคราะห์ตามวิธีของ APHA-AWWA and WPCF (1980) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดแอมโมเนียยี่ห้อ HANNA รุ่น HI937330 และอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการตอบสนองของปลาสายโม่งต่ออาหารทดลอง ดังนี้

4.1 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (average daily weight gain, ADG; กรัม/วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาทดลอง}}$$

4.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (percentage weight gain, PWG; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}} \times 100$$

4.3 ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (protein efficiency ratio, PER)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น้ำหนักโปรตีนที่ปลากิน}}$$

4.4 ประสิทธิภาพของอาหาร (feed efficiency ratio, FER)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากิน}}$$

4.5 โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลา (apparent net protein retention, ANPR; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\{(W_1 \times P_1) - (W_2 \times P_2)\}}{P} \times 100$$

W_1 = น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม)

P = น้ำหนักโปรตีนที่ปลากิน

P_1 = ร้อยละของโปรตีนในตัวปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

P_2 = ร้อยละของโปรตีนในตัวปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

4.6 ปริมาณอาหารที่ปลากิน (total feed intake, TFI; กรัม/ตัว)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารทั้งหมดที่ปลากิน}}{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

4.7 ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัม/ปลา 1,000 กรัม/วัน)

$$= \text{ปริมาณอาหารที่ปลากิน} \times (\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร} \times 100 / 1,000)$$

4.8 อัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio, FCR)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

4.9 อัตรารอด (survival rate, เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}} \times 100$$

4.10 Condition factor (K; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักตัวปลา (กรัม)}}{\text{ความยาวเหยียด (เซนติเมตร)}^3} \times 100$$

4.11 Hepatosomatic index (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักตับ}}{\text{น้ำหนักตัวปลา}} \times 100$$

4.12 Intraperitoneal fat (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักไขมันในช่องท้อง}}{\text{น้ำหนักตัวปลา}} \times 100$$

นำข้อมูลที่คำนวณได้จากการทดลองวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี one way analysis of variance ข้อมูลที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ก่อนวิเคราะห์ทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี angular transformation ในรูปของ arcsine ก่อนวิเคราะห์ เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) แล้วเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows 11.5

5. วิเคราะห์หาต้นทุนในการผลิต

วิเคราะห์ต้นทุนการผลิต ของการเลี้ยงปลาสวายโมง ในกระชัง ตามวิธีของ สมศักดิ์ (2530) ดังนี้

3.2.1 ผลผลิตปลา (กิโลกรัมต่อกระชัง)

3.2.2 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิต	=	ต้นทุนผันแปร + ต้นทุนคงที่
ต้นทุนผันแปร	=	ค่าพันธุ์ปลา + ค่าอาหาร + ค่าจ้างแรงงาน + ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน
ต้นทุนคงที่	=	ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ + ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	=	ค่าเสียโอกาสในการนำเงินทุนไปประกอบกิจการอื่นๆ โดยคำนวณจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือน ร้อยละ 2.00 ต่อปี
ค่าเสื่อมราคา	=	$\frac{\text{มูลค่าซื้อหรือสร้าง}}{\text{อายุการใช้งาน}}$

ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์คิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (straight-line depreciation method) โดยกำหนดให้มูลค่าซากเป็นศูนย์เมื่อหมดอายุการใช้งานตามประเภทอุปกรณ์

3.2.3 รายได้

$$\text{รายได้} = \text{ปริมาณผลผลิต} \times \text{ราคาผลผลิต}$$

3.2.4 กำไร

$$\text{กำไร} = \text{รายได้ทั้งหมด} - \text{ต้นทุนทั้งหมด}$$

ผลการศึกษา

การทดลองเลี้ยงปลาสวายโมงในกระชังที่ใช้อาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ในอัตราส่วน 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 9 เดือน มีผลการทดลองดังนี้

1. การเจริญเติบโต

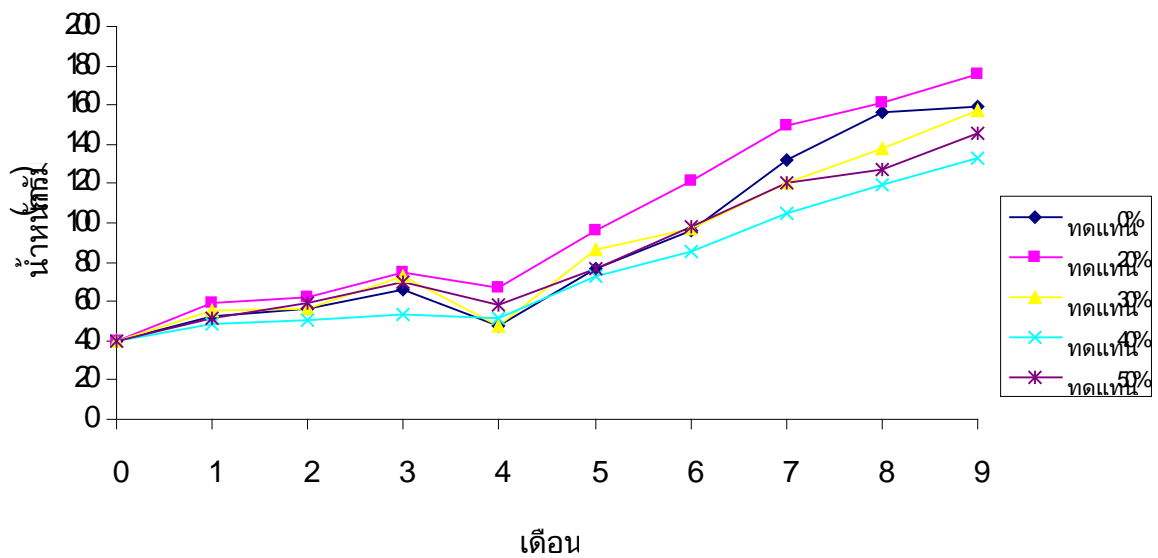
1.1 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย

ปลาเริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 39.91 ± 1.23 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลา มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 158.90 ± 28.39 , 175.92 ± 34.98 , 157.75 ± 29.71 , 133.9 ± 25.18 และ 145.69 ± 27.78 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 20 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่ามากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น เป็นเป็นระยะเวลา 9 เดือน

เดือน	กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น (เปอร์เซ็นต์)				
	0	20	30	40	50
เริ่มต้น	39.91 ± 1.23	39.91 ± 1.23	39.91 ± 1.23	39.91 ± 1.23	39.91 ± 1.23
1	52.50 ± 7.33	59.44 ± 8.92	55.49 ± 14.36	44.84 ± 8.93	51.85 ± 12.36
2	56.64 ± 12.70	62.21 ± 12.80	56.37 ± 13.62	50.85 ± 10.96	59.30 ± 14.70
3	66.22 ± 16.48	74.40 ± 24.01	72.80 ± 21.23	53.74 ± 14.25	70.22 ± 16.63
4	47.11 ± 25.23	66.79 ± 18.67	47.11 ± 25.23	51.31 ± 15.44	58.18 ± 15.59
5	77.12 ± 16.50	96.47 ± 21.35	82.66 ± 21.54	72.67 ± 45.42	76.25 ± 17.69
6	96.14 ± 18.45	121.13 ± 78.15	97.29 ± 20.83	85.22 ± 17.36	98.46 ± 18.80
7	132.23 ± 20.95	149.84 ± 30.60	120.19 ± 23.16	104.53 ± 23.67	120.43 ± 20.94
8	155.92 ± 28.75	160.98 ± 32.47	137.72 ± 34.37	119.52 ± 25.56	127.49 ± 27.79
9	158.90 ± 28.39^a	175.90 ± 34.98^b	157.70 ± 29.71^a	133.09 ± 25.18^c	145.69 ± 27.78^d

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ปลาสายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหาร โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่น เป็นระยะเวลา 9 เดือน

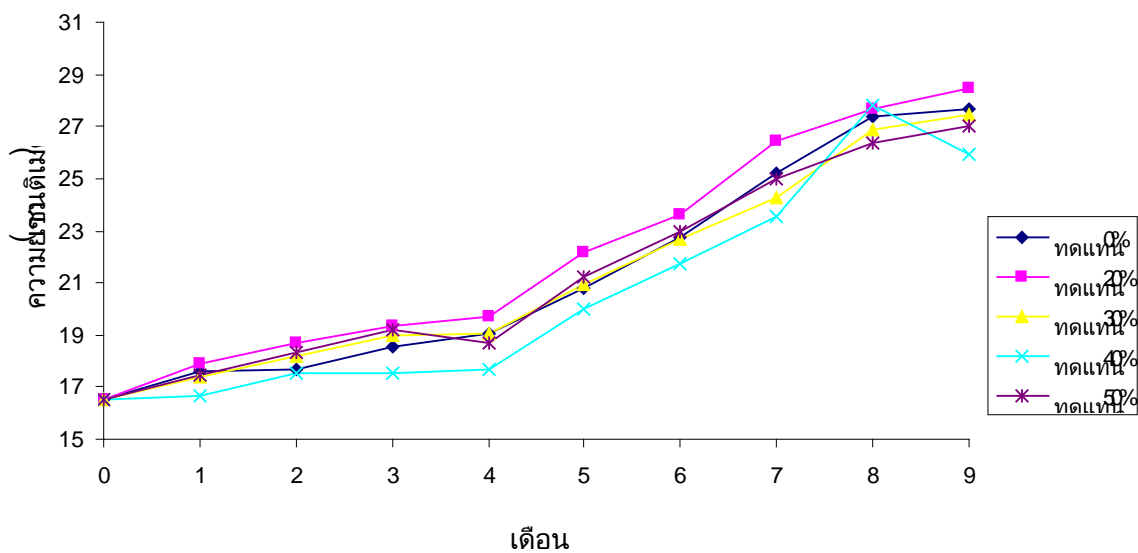
1.2 ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย

ปลาเริ่มต้นการทดลองมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 16.52 ± 1.60 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาที่มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 27.69 ± 1.82 , 28.47 ± 2.29 , 27.43 ± 1.79 , 25.96 ± 1.66 และ 26.99 ± 1.64 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทน โปรตีนจากปลาป่น 0 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความยาวสุดท้ายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทน โปรตีนจากปลาป่น 20 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีค่ามากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทน โปรตีนจากปลาป่น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทน โปรตีนจากปลาป่นเป็นระยะเวลา 9 เดือน

สัปดาห์	กากถั่วเหลืองทดแทน โปรตีนจากปลาป่น (เปอร์เซ็นต์)				
	0	20	30	40	50
เริ่มต้น	16.52±1.60	16.52±1.60	16.52±1.60	16.52±1.60	16.52±1.60
1	17.61±0.98	17.93±0.79	17.40±1.32	16.65±1.23	17.48±1.35
2	17.77±1.12	18.68±0.94	18.18±1.34	17.50±1.18	18.30±1.33
3	18.57±1.37	19.35±1.49	19.00±1.49	17.53±1.44	19.16±1.49
4	19.05±1.65	19.72±1.66	19.05±1.65	17.70±1.46	18.68±1.63
5	20.80±1.46	22.17±1.39	20.94±1.46	19.95±2.02	21.21±1.68
6	22.77±1.40	23.57±2.74	22.70±2.68	21.72±1.53	22.99±1.42
7	25.20±1.33	26.44±1.60	24.74±1.42	23.52±1.67	24.98±1.26
8	27.37±1.40	27.70±1.79	26.85±1.81	27.83±3.32	26.35±1.51
9	27.69±1.82 ^a	28.47±2.27 ^b	27.43±1.79 ^a	25.96±1.66 ^c	26.99±1.64 ^d

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหาร โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทน ปลาป่น เป็นระยะเวลา 9 เดือน

1.2 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลาที่มีค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวันเท่ากับ 0.44 ± 0.03 , 0.50 ± 0.05 , 0.43 ± 0.05 , 0.34 ± 0.01 และ 0.39 ± 0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 20, 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันมากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 40 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.4 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลาที่มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเท่ากับ 301.66 ± 19.91 , 342.01 ± 37.58 , 294.22 ± 37.46 , 233.78 ± 8.75 และ 266.29 ± 35.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มมากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2. ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร

เมื่อสิ้นสุดการทดลองประสิทธิภาพของโปรตีนมีค่าเท่ากับ 0.91 ± 0.20 , 1.26 ± 0.10 , 1.09 ± 0.19 , 0.77 ± 0.08 และ 0.89 ± 0.13 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ประสิทธิภาพของอาหาร

เมื่อสิ้นสุดการทดลองประสิทธิภาพของอาหารมีค่าเท่ากับ 0.27 ± 0.06 , 0.38 ± 0.03 , 0.33 ± 0.05 , 0.23 ± 0.02 และ 0.27 ± 0.03 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าประสิทธิภาพของอาหารแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าประสิทธิภาพของอาหารแตกต่างกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 ผลการทดลองของปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้ทดลอง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 9 เดือน

ดัชนี	โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น (เปอร์เซ็นต์)				
	0	20	30	40	50
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	39.91±1.23	39.91±1.23	39.91±1.23	39.91±1.23	39.91±1.23
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม)	158.90±28.39 ^a	175.90±34.98 ^b	157.70±29.71 ^a	133.09±25.18 ^c	145.69±27.78 ^d
ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	16.52±1.60	16.52±1.60	16.52±1.60	16.52±1.60	16.52±1.60
ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (เซนติเมตร)	27.69±1.82 ^a	28.47±2.27 ^b	27.43±1.79 ^a	25.96±1.66 ^c	26.99±1.64 ^d
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน)	0.44±0.03 ^a	0.50±0.05 ^a	0.43±0.05 ^a	0.34±0.01 ^b	0.39±0.05 ^a
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)	301.66±19.91 ^a	342.01±37.58 ^a	294.22±37.46 ^a	233.78±8.75 ^b	266.29±35.27 ^b
ประสิทธิภาพของโปรตีน	0.91±0.20 ^a	1.26±0.10 ^b	1.09±0.19 ^a	0.77±0.08 ^{ac}	0.89±0.13 ^a
ประสิทธิภาพของอาหาร	0.27±0.06 ^a	0.38±0.03 ^b	0.33±0.05 ^{ac}	0.23±0.02 ^d	0.27±0.03 ^{ac}
โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัว (เปอร์เซ็นต์)	6.52±0.25 ^a	11.09±0.43 ^b	9.52±0.73 ^b	5.95±0.86 ^a	7.23±2.24 ^a
ปริมาณอาหารที่ปลากิน (กรัมต่อตัว)	365.06±55.41 ^a	322.56±14.89 ^a	320.27±8.53 ^a	345.80±43.37 ^a	336.84±22.91 ^a
ปริมาณโปรตีนที่ปลากิน (กรัมต่อตัว)	128.38±20.69 ^a	113.88±5.46 ^a	112.17±3.20 ^a	114.28±4.12 ^a	118.28±8.46 ^a
อัตราแลกเนื้อ	3.77±0.87 ^a	2.61±0.21 ^b	3.08±0.56 ^c	4.32±0.49 ^d	3.75±0.53 ^a
อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)	66.00±14.73 ^a	76.66±4.72 ^a	77.33±3.05 ^a	75.00±3.60 ^a	72.33±6.42 ^a
Condition factor (เปอร์เซ็นต์)	0.74±0.02 ^a	0.77±0.00 ^a	0.76±0.01 ^a	0.75±0.03 ^a	0.73±0.02 ^a
Hepatosomatic index (เปอร์เซ็นต์)	2.61±0.62 ^a	2.32±0.03 ^a	2.34±0.03 ^a	1.82±0.10 ^b	1.76±0.10 ^b
Intraperitoneal fat (เปอร์เซ็นต์)	2.99±1.54 ^a	2.95±0.37 ^a	2.94±0.38 ^a	2.69±1.21 ^a	1.77±0.82 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

4. โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัว

เมื่อสิ้นสุดการทดลองโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวมีค่าเท่ากับ 6.52±0.25, 11.09±0.43, 9.52±0.73, 5.95±0.86 และ 7.23±2.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่มีค่าน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ขณะเดียวกันปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ(p>0.05)

5. ปริมาณอาหารที่ปลากิน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณอาหารที่ปลากินมีค่าเท่ากับ 365.06 ± 55.41 , 322.56 ± 14.89 , 320.27 ± 8.53 , 345.80 ± 43.37 และ 336.84 ± 22.91 กรัมต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่ปลากินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

6. ปริมาณโปรตีนที่ปลากิน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณโปรตีนที่ปลากินมีค่าเท่ากับ 128.38 ± 20.69 , 113.88 ± 5.46 , 112.17 ± 3.20 , 114.28 ± 4.12 และ 118.28 ± 8.46 กรัมต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณโปรตีนที่ปลากินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

7. อัตราแลกเนื้อ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองอัตราแลกเนื้อมีค่าเท่ากับ 3.77 ± 0.87 , 2.61 ± 0.21 , 3.08 ± 0.56 , 4.32 ± 0.49 และ 3.75 ± 0.53 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราแลกเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราแลกเนื้อต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 30 เปอร์เซ็นต์

8. อัตรารอด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลาเทโพมีอัตราการรอดเท่ากับ 66.00 ± 14.73 , 76.66 ± 4.72 , 77.33 ± 3.05 , 75.00 ± 3.60 และ 72.33 ± 6.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

9. Condition factor

เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่า Condition factor เท่ากับ 0.74 ± 0.02 , 0.77 ± 0.00 , 0.76 ± 0.01 , 0.75 ± 0.03 และ 0.73 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Condition factor แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

10. Hepatosomatic index

ปลาเริ่มต้นการทดลองมีค่า Hepatosomatic index เฉลี่ยเท่ากับ 2.82 ± 0.10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่า Hepatosomatic index เท่ากับ 2.61 ± 0.62 , 2.32 ± 0.03 , 2.34 ± 0.03 , 1.82 ± 0.10 และ 1.76 ± 0.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Hepatosomatic index แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Hepatosomatic index แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

11. Intraperitoneal fat

ปลาเริ่มต้นการทดลองมีค่า Intraperitoneal fat เฉลี่ยเท่ากับ 3.21 ± 0.10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่า Intraperitoneal fat เท่ากับ 2.99 ± 1.54 , 2.95 ± 0.37 , 2.94 ± 0.38 , 2.69 ± 1.21 และ 1.77 ± 0.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Intraperitoneal fat แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

12. คุณสมบัติน้ำ

คุณสมบัติน้ำระหว่างการทดลอง พบว่ามีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 2.9 – 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 22.0 – 26.0 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 5.0 – 6.5 ความกระด้างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 50 – 63 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 30 – 45 มิลลิกรัมต่อลิตร และแอมโมเนียรวมมีค่า 0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของน้ำบางประการระหว่างการทดลอง

เดือน	pH	DO	อุณหภูมิน้ำ	ความเป็นด่าง	ความกระด้าง	แอมโมเนีย
พ.ย. 50	5.0 – 5.3	3.0 – 3.5	23.9 – 25.4	30.0 – 40.0	50.0 – 53.0	0
ธ.ค. 50	5.5 – 6.0	3.1 – 4.0	22.1 – 23.2	30.0 – 40.0	55.0 – 63.0	0
ม.ค. 51	5.0 – 5.6	3.0 – 3.8	23.0 – 24.0	30.0 – 40.0	50.0 – 60.0	0
ก.พ.51	5.0 – 6.0	3.0 – 4.0	22.0 – 23.0	40.0 – 45.0	55.0 - 60.0	0
มี.ค.51	5.0 – 6.5	2.9 – 3.6	23.0 – 24.0	40.0 – 45.0	53.0 - 60.0	0
เม.ย.51	6.0 – 6.5	3.0 – 5.0	26.0 – 27.0	40.0 – 45.0	55.0 - 60.0	0
พ.ค.51	6.0 – 6.5	3.0 – 5.0	25.5 – 27.0	30.0 -40.0	55.0 – 60.0	0
มิ.ย.51	6.0 - 6.5	3.0 – 5.0	25.5 – 27.0	40.0 – 45.0	55.0 - 60.0	0
ก.ค.51	6.0 – 6.5	3.0 – 5.0	24.0 – 26.0	40.0 – 45.0	55.0 - 60.0	0
ส.ค.51	6.0 – 6.5	3.0 – 5.0	24.0 – 25.8	40.0 – 45.0	60.0 - 65.0	0

13. ต้นทุนการผลิต

ผลผลิตปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของปลาสวายโพงที่เลี้ยง มีค่าเท่ากับ 7.30 ± 2.00 , 9.96 ± 0.67 , 9.03 ± 1.19 , 7.31 ± 0.30 และ 7.62 ± 0.93 กิโลกรัม/กระชัง ตามลำดับ

ต้นทุนการผลิตการเลี้ยงปลาสวายโพงในกระชัง พบว่าต้นทุนการผลิตทั้งหมดของแต่ละสูตรอาหารมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,164.93, 2174.07, 2164.75, 2146.68 และ 2,130.32 บาท/กระชัง แบ่งเป็นต้นทุนผันแปรเท่ากับ 1,042.93, 1,052.07, 1,042.75, 1024.68 และ 1,008.32 บาท และต้นทุนคงที่เท่ากับ 1,122 บาท/กระชัง ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 รายละเอียดต้นทุนการเลี้ยงปลาสวายโพงในกระชังด้วยอาหารทดลอง 5 สูตร (แสดงรายละเอียดต่อกระชัง) เป็นระยะเวลา 270 วัน

รายการ	0%	20%	30%	40%	50%
ต้นทุนผันแปร					
ค่าพันธุ์ปลา ⁽¹⁾	300	300	300	300	300
ค่าอาหารปลา ⁽²⁾	637.49	646.45	637.31	619.59	603.50
ค่าแรงงาน ⁽³⁾	85	85	85	85	85
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	20.44	20.62	20.44	20.09	19.77
รวมเป็นเงิน	1,042.93	1,052.07	1,042.75	1,024.68	1,008.32

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รายการ	0%	20%	30%	40%	50%
ต้นทุนคงที่					
ค่าแพ กระชัง ⁽⁴⁾	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน ⁽⁵⁾	22	22	22	22	22
รวมเป็นเงิน	1,122	1,122	1,122	1,122	1,122
รวมต้นทุนทั้งหมด	2,164.93	2,174.07	2,164.75	2,146.68	2,130.32

- หมายเหตุ
- (1) ค่าพันธุ์ปลา ขนาดความยาว 3 – 5 นิ้ว ราคาตัวละ 3 บาท
 - (2) ค่าอาหารปลา ผันแปรตามสูตรอาหาร รายละเอียดตามภาคผนวกที่ 1
 - (3) อัตราค่าจ้างขั้นต่ำของจังหวัดอำนาจเจริญ ปี 2550-51 เท่ากับ 179 บาท/วัน ทำงาน 6 วัน/สัปดาห์ วันละ 30 นาที จำนวน 1 คน เป็นเงิน 425 บาท
 - (4) ราคากระชังใบละ 650 บาท ค่าลงทุนใบละ 450 บาท
 - (5) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน คิดจากอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำร้อยละ 2

สรุปและวิจารณ์ผล

ผลจากการทดลองพบว่า ปลาสวายโมงที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการเจริญเติบโต ได้แก่น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ความยาวสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ การที่ค่าการเจริญเติบโตของปลาลดลงตามระดับการแทนที่ เป็นผลจากปริมาณของกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารเกินระดับที่เหมาะสมส่งผลให้ปลาสวายโมงมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง เช่นเดียวกับการทดลองการใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในปลากะพงขาว, ปลาแรด, ปลาคูก, ลูกผสม, และปลานิล (จوزهดี และมะลิ, 2538; มะลิ และคณะ, 2539; กาญจนรี และคณะ, 2540; ชุตติพงศ์, 2540; ประเสริฐ และวิมล, 2540; Shiau *et al.*, 1990) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็น คือเมทไธโอนีนและไลซีนในอาหารไม่เหมาะสม ค่าเมทไธโอนีนสูงกว่าความต้องการของปลา channel catfish ซึ่งอาจไปส่งผลให้เกิดการเสียสมดุลของกรดอะมิโนที่จำเป็น ทำให้มีการเจริญเติบโตช้า ซึ่ง

สอดคล้องกับรายงานการศึกษาการเสริมเมทไธโอนีนในอาหารที่ผสมกากถั่วเหลืองในอาหารปลา carp พบว่า การมีเมทไธโอนีนในอาหารสูงเกินไปส่งผลให้เสียสมดุลของทอรีน (taurine) และเกี่ยวข้องกับ ขบวนการสังเคราะห์ กลูตามีน (glutamine) ซึ่งมีบทบาทที่สำคัญต่อขบวนการกำจัดพิษแอมโมเนียออกจาก ร่างกาย ดังนั้นปลา carp ที่ได้รับอาหารผสมกากถั่วเหลืองปริมาณสูงหรือเสริมกรดอะมิโนเมทไธโอนีน จึง ไม่ช่วยให้ปลาเจริญเติบโตดีขึ้น (Murai *et al.*, 1989)

ค่าปริมาณอาหารที่ปลากินพบว่าสัดส่วนของการแทนที่กากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อการ กินอาหารของปลา ปลาทุกชุดการทดลองมีการกินอาหารที่ไม่แตกต่างกัน ด้านค่าประสิทธิภาพของโปรตีน และประสิทธิภาพของอาหาร พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจาก ปลาป่น ที่ระดับ 0 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแต่มีค่าน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงด้วย อาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่ามากกว่าอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ กับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ ระดับ 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเป็นผลจากความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนลดลงตามระดับของ การแทนที่กากถั่วเหลือง ทำให้ปลานำโปรตีนจากกากถั่วเหลืองไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ซึ่งสอดคล้องกับ การศึกษาของ จูอะดี และมะลิ (2538) ทดลองใช้กากถั่วเหลืองและโปรตีนข้าวโพดแทนที่ปลาป่นในสูตร อาหารในระดับต่างๆ เลี้ยงปลากะพงขาวพบว่าประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนลดลงตามระดับการแทนที่ ส่งผลให้ประสิทธิภาพโปรตีนในอาหารด้อยลงตามระดับการแทนที่ที่เพิ่มขึ้นซึ่งในอาหารทดลองมีปลาป่น ลดลงต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหารทดลอง

ค่าอัตราแลกเปลี่ยนพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ ระดับ 0, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าอัตราแลกเปลี่ยนแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีแนวโน้มที่ค่า อัตราแลกเปลี่ยนมีค่าสูงขึ้นตามอัตราการแทนที่ของกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณกาก ถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการย่อยได้ของสารอาหารจำพวกแป้งในกากถั่วเหลืองลดลง สอดคล้องกับ Watanabe *et al.* (1993) พบว่าในปลาเรนโบว์เทรา สามารถย่อยสารอาหารจำพวกแป้งในกาก ถั่วเหลืองได้เพียง 54 เปอร์เซ็นต์ และ 55 เปอร์เซ็นต์ ในปลา Yellow tail (Watanabe *et al.*, 1992) เช่นเดียวกับ ในปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารซึ่งใช้กากถั่วเหลือง และโปรตีนข้าวโพดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราแลกเปลี่ยนไม่แตกต่างจากอาหารที่ใช้ปลาป่นเพียงอย่างเดียว และเมื่อใช้โปรตีนจากกาก ถั่วเหลืองและโปรตีนจากข้าวโพดทดแทนปลาป่นในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้อัตราการกินอาหารของปลา ลดลง จึงทำให้ค่าอัตราแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (จูอะดี และมะลิ, 2538)

จากการพิจารณาค่าองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลา พบว่าค่าการสะสมไขมันในเนื้อปลา และ ค่า intraperitoneal fat ในปลาที่ได้รับอาหารที่ใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นใน ระดับ 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลา ป่นในระดับ 0, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง ๆ ที่ปริมาณไขมันในอาหารทดลองมีค่ามากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่น เช่นเดียวกับการทดลองโดย Elangovan and Shim (2000) ในปลา foil barb (*Barbodes*

altus) พบว่าปริมาณไขมันในเนื้อปลาลดลงตามระดับกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร แม้ว่าอาหารจะมีค่าพลังงานในอาหารเท่ากัน นอกจากนี้ Olli and Krogdahl (1995) รายงานว่าสารต้านโภชนาการที่มีในกากถั่วเหลืองมีผลกระทบต่อค่าประสิทธิภาพการย่อยได้ของไขมัน นอกจากนี้อาจเป็นผลมาจากขั้นตอนหรือกระบวนการทำอาหารที่ทำให้ปริมาณไขมันที่ส่งไปในอาหารลดลงและสูญเสียไป ในระหว่างขั้นตอนการผลิตซึ่งใช้ความร้อนสูงทำให้ แป้งและปลายข้าวดิบเกิดการ over cooking สุกเกินไปจึงเปลี่ยนสภาพไป (gelatinization) ส่งผลให้น้ำมันที่เติมลงในอาหารเข้าไปรวมตัวกับแป้งเป็นสารโมเลกุลเชิงซ้อน ทำให้ค่าการวิเคราะห์ไขมันในอาหารด้วยวิธี ether extract ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการทั่วไปใช้มีค่าต่ำกว่าที่ได้คำนวณไว้ (นันทิยา และคณะ, 2546)

ส่วนต้นทุนการผลิต พบว่าในการศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถทำกำไรได้เนื่องจากปลามีการเจริญเติบโตช้า ผลผลิตที่จับได้มีน้ำหนักไม่มาก ราคาขายปลาขนาด 100-200 กรัม ประมาณราคา กิโลกรัมละ 50 บาท ในขณะที่ต้นทุนค่าอาหาร วัตถุดิบหลักพวก ปลาป่น กากถั่ว น้ำมันพืช มีราคาสูงเนื่องจากซื้อในปริมาณไม่มาก และราคาตลาดในช่วงที่ทำการวิจัยวัตถุดิบแต่ละตัว ราคาขึ้นตามสภาวะตลาดโลก ทำให้ไม่สามารถลดต้นทุนการผลิตได้

จากการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่าสามารถใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาสายโมง ขนาด 40-200 กรัม โดยมีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานรวมในอาหาร 280 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนรี พงษ์ฉวี, สนธิพันธ์ ผาสุกดี และอมรรัตน์ เสริมวัฒนกุล. 2540. การใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสำหรับปลาแรด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2540. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 15 หน้า.
- ศทาวุธ ปานบุญ, วรวิญญู ชุนเจริญ, เขมชาติ จิวประสาท และ आयुวัฒน์ นิลศรี. 2548. ผลของอัตราความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของปลาโพงในกระชัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2548. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 18 หน้า.
- จูอะดี พงศ์มณีรัตน์ และมะลิ บุญยรัตผลิน. 2538. การใช้แหล่งโปรตีนพืชบางชนิดในอาหารสำหรับปลากะพงขาว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2538. สถาบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 12 หน้า.
- ชุตีพงศ์ ว่องส่งสาร. 2540. การทดลองเลี้ยงปลาแรดโดยใช้กากถั่วเหลืองแทนปลาป่น. เอกสารวิชาการฉบับที่ 28/2540. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 14 หน้า.
- นันทิยา อุ่นประเสริฐ และลัดดาวัลย์ ครอบพงษ์. 2546. เปรียบเทียบการวิเคราะห์ไขมันในวัตถุดิบหลักโดยวิธีที่แตกต่างกันและการสูญหายของไขมันในอาหารสัตว์ลอยน้ำ. ใน: รายงานสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2546 เล่ม 1 กรมประมง. วันที่ 7-9 กรกฎาคม 2546. ณ ห้องประชุมกรมประมง. บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า. 270-278.
- ประสิทธิ์ เอกอรุ. 2512. การเลี้ยงปลาสาวยในกระชังอวนในลอน. รายงานประจำปี 2512. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยนาท. กรมประมง. หน้า 51 - 54.
- ประสิทธิ์ เอกอรุ. 2512. การเลี้ยงปลาสาวยในกระชังเมื่อปล่อยในอัตราส่วนต่างกัน. รายงานประจำปี 2512. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยนาท. กรมประมง. หน้า 17 - 24.
- ประเสริฐ สีตะสิทธิ์ และวิมล จันทรโรทัย. 2540. สัดส่วนของโปรตีนจากปลาป่นและกากถั่วเหลืองที่ระดับต่ำสุดที่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์จากอาหาร และอัตราการกินอาหารของปลาดุกกุ่มผสม. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2540. กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, กรมประมง. 13 หน้า.
- มะลิ บุญยรัตผลิน และวิจิตรา กุลตั้งวัฒนา. 2530. การใช้กากถั่วเหลืองแทนปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลานิลแดง. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2530 กรมประมง. วันที่ 15-17 กันยายน 2530. ณ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 286-291.
- มะลิ บุญยรัตผลิน, ประวิทย์ สุรนินาถ และธำมรงค์ ตันภิบาล. 2539. การทดแทนปลาป่นด้วยผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองชนิดต่างๆในอาหารปลากะพงขาว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2539. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 30 หน้า.

- ศิราณี งอยจันทร์ศรี และ ชีระชัย พงศ์จรยากุล. 2548. ผลของอัตราความหนาแน่นที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตปลาโมลงในกระชังในแม่น้ำโขง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2548. สำนักวิจัยและพัฒนา ประมงน้ำจืด, กรมประมง. 18 หน้า.
- สมศักดิ์ เทียบพร้อม. 2530. หลักและวิธีการจัดการธุรกิจฟาร์ม. โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์, กรุงเทพมหานคร. 240 หน้า.
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Virginia. 1141 pp.
- APHA, AWWA and WPCF. 1980. Standard methods for the examination of water and waste water. 15th ed. American Public Health Publishers. New York. 1134 pp.
- Elangovan, A. and K. F. Shim. 2000. The influence of replacing fish meal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*). *Aquaculture* 189: 133-144.
- Francis, G., S.P.H. Makkar and K. Beeker. 2001. Antinutritional factors in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture* 199: 197-227.
- Murai, T., D. Wang and O. Hiroshi. 1989. Supplementation of Methionine to Soy Flour Diet for Fingering Carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture* 77: 373-385.
- NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirement of Fish. National Academy Press, Washington, D.C. 114 pp.
- Olli, J.J. and A. Kroghdahl. 1995. Alcohol soluble component of soybean seem to reduce fat digestibility in fishmeal-base diets for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquacult. Res.* 26: 831-835.
- Shiau, S., S. Lin, S. Yu, A. Lin and C. Kwok. 1990. Defatted and full-fat soybean mal as partial replacement for fishmeal in Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) diets at low protein level. *Aquaculture* 86: 401-407.
- Watanabe, T., J. Pongmneerat, S. Satoh and T. Takeuchi. 1993. Replacement of fish meal by alternative source in rainbow trout diets. *Nippon Suisan Gakkaishi* 59: 1573-1579.
- Watanabe, T., V. Viyakarn, H. Kimursa, K. Ogawa, N. Okamoto and N. Iso. 1992. Utilization of soybean meal as a protein source in newly developed soft-dry pellet for yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 1761-1773.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ราคา (บาท) วัตถุดิบอาหารทดลองที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลาสายโมง

วัตถุดิบอาหาร	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่น (เปอร์เซ็นต์)				
		0	20	30	40	50
ปลาป่น (61.0 %โปรตีน)	34	13.94	11.22	9.86	8.50	7.14
กากถั่วเหลือง (46.79 %โปรตีน)	17.85	-	1.96	2.94	4.01	4.99
ปลายข้าว	11	4.07	3.47	3.19	2.86	2.55
รำละเอียด	8	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
น้ำมันถั่วเหลือง	47.50	1.37	1.80	1.99	2.13	2.37
วิตามินซี	350	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
ฟอสฟอรัส	500	5	5	5	5	5
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	4.30	-	0.05	0.08	0.10	0.13
หินปูน	1.40	-	0.002	0.004	0.005	0.007
สารเหนียว	38	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
ราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัม (บาท)		27.07	26.19	25.75	25.29	24.87

หมายเหตุ ราคาวัตถุดิบขนส่งถึงจังหวัดอำนาจเจริญ ปี พ.ศ. 2551