



การเลี้ยงปลาเทโพด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่ำสลับกับอาหาร
ที่มีระดับโปรตีนสูง

**Alternation Feeding of Low Protein and High Dietary Level of Black Ear
Catfish (*Pangasius larnaudii* Bocourt, 1866)**

ธีระชัย พงศ์จรรยากุล

Theerachai Pongjanyakul

นเรศ นามืองรักษ์

Nared Namueangrak

พิน ทรงอาษา

Pin Songaresa

ชูศักดิ์ จงงาม

Choosak Jongngam

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Inland Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives



การเลี้ยงปลาเทโพด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่ำสลับกับอาหาร
ที่มีระดับโปรตีนสูง

**Alternation Feeding of Low Protein and High Dietary Level of Black Ear
Catfish (*Pangasius larnaudii* Bocourt, 1866)**

ธีระชัย พงศ์จรรยากุล

Theerachai Pongjanyakul

นเรศ นามเมืองรักษ์

Nared Namueangrak

พิน ทรงอาษา

Pin Songaresa

ชูศักดิ์ จงงาม

Choosak Jongngam

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี

Ubonratchathani Inland Fisheries Research and

Development Center

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

Inland Fisheries Research and Development Bureau

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๓

2010

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการศึกษา	4
2. วัสดุอุปกรณ์	5
3. วิธีการทดลอง	7
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	7
ผลการศึกษา	9
1. การเจริญเติบโต	9
2. ประสิทธิภาพของโปรตีน	11
3. ประสิทธิภาพของอาหาร	11
4. โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัว	12
5. ปริมาณอาหารที่กิน	12
6. ปริมาณ โปรตีนที่กิน	12
7. อัตราแลกเนื้อ	13
8. อัตรารอด	13
9. Condition factor	14
10. Hepatosomatic index	14
11. Intraperitoneal fat	14
12. ผลผลิตปลา	14
13. คุณภาพซากและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา	15
14. การกระจายน้ำหนักปลา	16
15. คุณสมบัติของน้ำ	17
สรุปและวิจารณ์ผล	19
ข้อเสนอแนะ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	23

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	ส่วนประกอบของอาหารทดลอง	6
2	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน	10
3	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน	11
4	ผลการทดลองเลี้ยงปลาเทโพในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน	13
5	สัดส่วนของเนื้อ อวัยวะภายใน และซาก (%น้ำหนักเปียก) ของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน	16
6	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเทโพก่อน และหลังการทดลอง	16
7	การกระจายน้ำหนักเฉลี่ยของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน	17
8	ผลการทดสอบความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักเฉลี่ยของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน	18
9	ค่าพิสัยคุณสมบัติของน้ำนอกกระชังและในกระชังของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน	18
ตารางผนวกที่		
1	ราคา (บาท) วัตถุดิบอาหารทดลองที่ใช้เลี้ยงปลาเทโพในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน	23
2	ปริมาณอาหารที่ปลากินเฉลี่ย (กิโลกรัม) และต้นทุนค่าอาหาร (บาท) ในแต่ละชุดทดลอง	23

การเลี้ยงปลาเทโพด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำสลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูง
ธีระชัย พงศ์จรรยากุล* นเรศ นามืองรักษ์^๒ พิน ทรงอาษา^๓ และ ชูศักดิ์ จงงาม^๓

^๑ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี กรมประมง

^๒ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดหนองคาย กรมประมง

^๓สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยภูมิ กรมประมง

บทคัดย่อ

การศึกษาการเลี้ยงปลาเทโพด้วยอาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับอาหารที่มีโปรตีนสูง (35%) โดยมีชุดการทดลองจำนวน 6 ชุดการทดลอง คือ ให้อาหารโปรตีนต่ำ ให้อาหารโปรตีนสูง ให้อาหารโปรตีนต่ำ 1, 3, 5 และ 7 วัน สลับกับการให้โปรตีนสูง 1 วัน อาหารทดลองมีค่าพลังงานรวม (gross energy, GE) 445 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม ปลาเริ่มน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 178.30 ± 19.78 กรัม ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 27.15 ± 1.02 เซนติเมตร เลี้ยงในกระชังขนาด 1X2X1.5 เมตร ระดับน้ำลึก 1.90 เมตร ให้อาหารปลากินจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 7 เดือน

ผลการทดลองพบว่าปลาทุกชุดการทดลองมีค่าการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนพบว่าชุดการทดลองที่ให้อาหารโปรตีนต่ำและชุดการทดลองที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ 3, 5 และ 7 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ให้อาหารโปรตีนสูงและชุดการทดลองที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ 1 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณอาหารที่ปลากินพบว่าชุดทดลองที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ 7 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน มีค่าปริมาณอาหารที่ปลากินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ โปรตีนสูง และให้โปรตีนอาหารต่ำ 1 และ 3 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน แต่มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ 5 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าอัตราแลกเนื้อ อัตรารอด และผลผลิตปลา พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการทดลองแสดงว่าการเลี้ยงปลาเทโพด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำสลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูง ให้ผลที่ไม่แตกต่างกับชุดการทดลองที่ให้อาหารโปรตีนต่ำและโปรตีนสูงเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: ปลาเทโพ การเลี้ยง, ระดับโปรตีน

*ผู้รับผิดชอบ : อ.เมื่อง จ.อุบลราชธานี ๓๕๐๐๐ โทร. ๐ ๔๕๒๕ ๔๓๑๒

e-mail : t_pongjanyakul@yahoo.com

Alternation Feeding of Low Protein and High Dietary Protein Levels of Black Ear Catfish
(*Pangasius larnaudii* Bocourt, 1866)

Theerachai Pongjanyakul^{1*} Nared Namueangrak² Pin Songaresa¹ and Choosak Jongngam³

¹ Ubonratchathani Inland Fisheries Research and Development Center, Department of Fisheries

² Nongkhai Inland Fisheries Research and Development Center, Department of Fisheries

³ Chaiyaphum Inland Fisheries Station, Department of Fisheries

Abstract

The 6 alternation feeding programs were designed to Black Ear Catfish: T1 feeding with low protein (25%), T2 with high protein (35%), T3 feeding with low protein 1 day alternate with high protein 1 day, T4 low protein 3 days alternate with high protein 1 day, T5 low protein 5 days alternate with high protein 1 day and T6: low protein 7 days alternate with high protein 1 day. All experimented diets were formulated to be having isocaloric gross energy at 445 kcal per 100 g feed. The average initial weight and length were 178.30±19.78 g and 27.15±1.02 cm expectively. Catfish were stocked at 35 fish/cage in 1X2X1.5 m floating net cage and had been fed satiation twice a day for 7 months.

The results showed that average body weight, daily weight gain and percentage weight gain of fish from all treatments were not significantly different ($p>0.05$). The protein efficiency ratio of fish in treatment 1, 4, 5 and 6 were significant higher than treatment 2 and 3. The total fed intake of treatment 5 was not different from 6 treatment 1, 2, 3 and 4 ($p>0.05$) but higher ($p<0.05$) than treatment 5. There were not different ($p>0.05$) among treatments on with feed conversion ratio, survival rate and production. Conclusion, the feeding Black Ear Catfish with low protein 1, 3, 5 and 7 days alternate with high protein 1 day were not different from feeding with low and high protein.

Key words: Black ear catfish, *Pangasius larnaudii*, Feeding, Protein Levels

*Corresponding author: Aumphoe Mueang, Ubonratchathani Province 34000

e-mail : t_pongjanyakul@yahoo.com

คำนำ

ปลาเทโพเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่อยู่ในครอบครัว Pangasiidae (ชวลิต และสมศักดิ์, 2536) เช่นเดียวกับปลาซวายและปลาบึก ขนาดโตเต็มที่มีความยาวถึง 1.30 เมตร (สมโภชน์, 2523) เป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร ในปลาขนาดเล็กจะกินแมลงเพียงอย่างเดียว ส่วนปลาใหญ่จะกินทั้งพืช ปลา หอย แมลงและซากสัตว์ เมื่อนำมาเลี้ยงในบ่อสามารถเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปและอาหารผสมชนิดอื่นหรือเศษอาหาร (วันเพ็ญ, 2528; ชวลิต และสมศักดิ์, 2536) จากการวิจัยในเรื่องของอาหารในปลาเทโพพบว่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารที่ใช้อนุบาลปลาเทโพน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 6.51 กรัม เท่ากับ 33.69 เปอร์เซ็นต์ (ศุภรัตน์ และสมเกียรติ, 2544) และระดับโปรตีนที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาเทโพน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 40 กรัม เท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ (สมเกียรติ และคณะ, 2539) ส่วนปลาเทโพขนาดน้ำหนัก 138-352 กรัม ต้องการอาหารที่มีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับโปรตีนที่ต่ำสุดที่ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดีที่สุด (ศุภรัตน์ และคณะ, 2541)

ปัจจุบันนับว่ามีข้อมูลมากพอที่จะใช้ผลิตอาหารสำเร็จรูปเลี้ยงปลาเทโพได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเกษตรกรยังนิยมเลี้ยงปลาเทโพด้วยไส้ไก่ และเศษอาหาร ซึ่งการเลี้ยงด้วยวิธีดังกล่าวส่งผลกระทบต่อมาตรฐานความปลอดภัยทางด้านอาหารประมง และความต้องการใช้อาหารสำเร็จรูปมีไม่มากพอให้มีการแข่งขันผลิตอาหารสำเร็จรูปจำหน่าย ดังนั้นการพัฒนาสูตรอาหารให้มีราคาถูกลงโดยที่ให้ผลการเลี้ยงเหมือนเดิมเพื่อช่วยลดต้นทุนการเลี้ยงที่เกิดจากราคาอาหาร ซึ่งในปลาเทโพการลดต้นทุนโดยใช้วัสดุทดแทนปลาป่นที่มีราคาสูง ได้มีการศึกษาไว้โดยการใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทน โปรตีนจากปลาป่นพบว่าสามารถทดแทนได้ที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา (ธีระชัย และคณะ, 2551)

จากการพยายามลดต้นทุนอาหารโดยหาวัสดุทดแทนปลาป่นแล้ว ได้มีการศึกษาการลดต้นทุนการเลี้ยงโดยการจัดการด้านอาหาร ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่มีการปฏิบัติอยู่ เช่น การเลี้ยงปลานิล โดย De Silva (1985) และ ปลากระพงขาว (สุนิตย์ และคณะ, 2547) ใช้วิธีการจัดการโดยให้อาหารที่มีโปรตีนปกติกับโปรตีนต่ำสลับวันกัน สำหรับปลาเทโพเมื่อมีขนาดโตเต็มที่แล้วจะมีความต้องการโปรตีนน้อยลง (สมเกียรติ และคณะ, 2539; ศุภรัตน์ และคณะ, 2541; ศุภรัตน์ และสมเกียรติ, 2544) ซึ่งถ้าหากได้รับโปรตีนเข้าไปมาก ปริมาณโปรตีนที่มากเกินไปเกินความต้องการจะถูกใช้เป็นพลังงานแทนที่จะใช้เพื่อการเจริญเติบโต จึงเป็นการสิ้นเปลืองและไม่คุ้มค่า (มะลิ, 2530) และโดยข้อเท็จจริงแล้วการเลี้ยงปลาต้องพิจารณาถึงต้นทุนอาหารอีกด้วย เพราะการที่ปลาเจริญเติบโตได้ดี แต่ถ้าอาหารมีราคาสูงกว่าราคาปลา ก็จะทำให้ประสิทธิภาพขาดทุนในการเลี้ยงปลา ดังนั้น การเลี้ยงปลาแบบกึ่งพัฒนาให้อาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำกว่าความต้องการ แม้ว่าปลาอาจเจริญเติบโตลดลงเล็กน้อยแต่ก็จะไม่ประสิทธิภาพขาดทุน (วีรพงศ์, 2536) ดังนั้นควรดำเนินการศึกษาการจัดการด้านอาหาร โดยให้อาหารที่มีโปรตีนต่ำสลับกับอาหารที่มีโปรตีนสูง เพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงปลาเทโพ

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบผลการเลี้ยงปลาเทโพขนาดตลาดด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำสลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูง โดยพิจารณาจากค่าการเจริญเติบโต อัตรารอด อัตราแลกเนื้อ ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร และองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลา

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการศึกษา

1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (randomized completely block design; RCBD) โดยแบ่งเป็น 6 ชุดการทดลอง (treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replication) อาหารทดลองประกอบด้วย 2 สูตร โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 ระดับโปรตีนต่ำ 25% และอาหารสูตรที่ 2 ระดับโปรตีนสูง 35% เป็นตัวแทนโปรตีนระดับต่ำและระดับโปรตีนสูง โดยมีระดับพลังงานรวม (gross energy, GE) ประมาณ 445 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม โดยแต่ละชุดการทดลองมีวิธีการให้อาหาร ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารสูตรที่ 1 (25 %โปรตีน) ตลอดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารสูตรที่ 2 (35 %โปรตีน) ตลอดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารสูตรที่ 1 (25 %โปรตีน) 1 วัน สลับกับสูตรที่ 2 (35 %โปรตีน) 1 วัน

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารสำเร็จรูปสูตรที่ 1 (25 %โปรตีน) 3 วัน สลับกับสูตรที่ 2 (35 %โปรตีน) 1 วัน

ชุดการทดลองที่ 5 ให้อาหารสำเร็จรูปสูตรที่ 1 (25 %โปรตีน) 5 วัน สลับกับสูตรที่ 2 (35 %โปรตีน) 1 วัน

ชุดการทดลองที่ 6 ให้อาหารสำเร็จรูปสูตรที่ 1 (25 %โปรตีน) 7 วัน สลับกับสูตรที่ 2 (35 %โปรตีน) 1 วัน

1.2 สถานที่และระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 ถึงเดือนมกราคม 2553 เป็นระยะเวลา 7 เดือน

2. วัสดุอุปกรณ์

2.1 การเตรียมกระชังทดลอง

เตรียมกระชัง ขนาดตา 2 เซนติเมตร ขนาดกระชัง 1x2x1.5 เมตร จำนวน 18 กระชัง และตัวกระชังปรับให้จมน้ำอยู่ในระดับความลึกเฉลี่ย 1 เมตร ใช้วนมุ้งไนลอนสีฟ้าขนาด 25 ช่องตาต่อตารางเซนติเมตร กว้าง 40 เซนติเมตร บุกระชังด้านในให้ชายด้านหนึ่งอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อป้องกันอาหารออกนอกกระชังขณะให้อาหาร วางกระชังในบ่อดินพ่นกอนกรีต ขนาด 800 ตารางเมตร และมีความลึกของระดับน้ำ ประมาณ 1.90 เมตร พร้อมติดตั้งระบบให้อากาศในบ่อทดลอง

2.2 ปลาทดลอง

ใช้ปลาเทโพที่ได้จากการเพาะพันธุ์ในรุ่นเดียวกันของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี อนุบาลในบ่อดินจนได้ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 150-160 กรัม จากนั้นทำการคัดปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันนำมาเลี้ยงในกระชังขนาด 4x4x2 เมตร ก่อนการทดลองฝึกให้อาหารทดลองโดยผสมสูตรอาหารทั้ง 2 สูตรในอัตราส่วน 1:1 วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และ 17.00 น. ให้กินจนอิ่มเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์เพื่อปรับสภาพให้ปลาคู่เคยกับอาหารทดลองและการเลี้ยงในกระชัง หลังจากนั้นทำการคัดเลือกปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันเพื่อนำมาทดลอง โดยปลาเริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 178.30 ± 19.78 กรัม ความยาวเฉลี่ย 27.15 ± 1.02 เซนติเมตร (ความยาวเหยียด, total length) สุ่มปลาที่คัดเลือกใส่ในกระชัง 35 ตัวต่อกระชัง และนำปลาที่เหลือจำนวน 10 ตัว แล่เนื้อบริเวณส่วนลำตัวปลาไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเพื่อเป็นข้อมูลก่อนการทดลอง ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

2.3 อาหารทดลอง

เตรียมอาหารทดลองโดยนำวัตถุดิบของแต่ละสูตรอาหารตามตารางที่ 1 มาผสมให้เข้ากันเติมน้ำประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหาร จากนั้นนำมาอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดลอยน้ำ ผ่านรูหน้าแวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ฝึกลงให้แห้ง (ความชื้นในอาหารมีค่าระหว่าง 7.71-7.97 เปอร์เซ็นต์) เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส สุ่มอาหารที่ผ่านการอัดเม็ดจำนวน 200 กรัม นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (proximate analysis) ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน กาก เถ้า และความชื้น โดยวิธี micro-kjeldahl, ether extraction, acid-alkali digestion, muffle furnace combustion และ oven drying ตามวิธี AOAC (1990) และค่าพลังงานรวมในอาหารด้วยเครื่อง Bomb calorimeter ประเภท Ballistic Bomb ส่วนค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (NFE) ใช้วิธีคำนวณตามวิธีของ NRC (1993) ดังนี้

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

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารทดลอง

วัตถุดิบอาหาร	สูตร	
	โปรตีนต่ำ (25% โปรตีน)	โปรตีนสูง (35% โปรตีน)
ปลาป่น	23.30	39.0
กากถั่วเหลือง	8.50	15.0
ปลายข้าว	35.50	22.30
รำสกัดน้ำมัน	23.58	15.90
น้ำมันถั่วเหลือง	2.0	1.0
น้ำมันปลาทะเล	1.0	0.5
โคลีนคลอไรด์ (50 เปอร์เซ็นต์)	0.20	0.20
วิตามินซี	0.10	0.10
แร่ธาตุรวม ¹	0.25	0.25
วิตามินรวม ²	1.0	1.0
แคลเซียมคลอไรด์	4.57	4.75
รวม	100	100
ค่าจากการวิเคราะห์ (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)		
โปรตีน	27.95	38.49
ไขมัน	6.92	7.12
เยื่อใย	4.0	3.69
เถ้า	12.01	15.27
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/อาหาร 100 กรัม)	445	445

- หมายเหตุ 1. แร่ธาตุรวมในอาหาร 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย cobalt 1 mg, zinc 6 mg, iodine 6 mg, manganese 50 mg, calcium 25,000 mg, selenium 0.3 mg, zinc 100 mg, iron 150 mg, magnesium 800 mg, phosphorus 10,000 mg, potassium 8,000 mg และ chromium 0.5 mg
2. วิตามินรวมในอาหาร 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
3. ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์จากตารางผนวกที่ 1

3. วิธีการทดลอง

3.1 การให้อาหาร โดยให้วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และ 17.00 น. โดยให้ปลากินจนอิ่ม หากมีอาหารเหลือหลังจากเริ่มให้อาหารแล้ว 30 นาที ทำการใช้กระชอนเก็บอาหารที่เหลือนำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงแล้วทิ้งให้เย็น จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาปริมาณอาหารที่ปลากิน

3.2 สุ่มตัวอย่างปลาทุก 30 วัน กระชังละ 15 ตัว ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเหยียด (total length) เพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตและอัตราการรอด เป็นระยะเวลา 7 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มตัวอย่างปลาแต่ละชั่งของการทดลอง จำนวนชั่งละ 5 ตัว ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเหยียดนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าความสมบูรณ์ของปลา condition factor (K) และศึกษาคุณภาพซาก โดยนำปลาไปผ่าเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนชิ้นเนื้อ เครื่องใน และซาก ของปลาแต่ละตัวเพื่อหาสัดส่วนค่าร้อยละ จากนั้นชั่งน้ำหนักตับปลา วิเคราะห์ค่า hepatosomatic index (HSI) และน้ำหนักไขมันในช่องท้องเพื่อวิเคราะห์ค่า intraperitoneal fat (IPF) และเนื้อเยื่อบริเวณส่วนลำตัวปลาในแต่ละชั่งของการทดลอง จำนวนชั่งละ 200 กรัม นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทำการวิเคราะห์ทั้งในกระชังและนอกกระชัง ทุก 2 สัปดาห์ เวลา 08.30 น. ดังต่อไปนี้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง DO meter ยี่ห้อ HANA รุ่น 407510 ความเป็นกรดเป็นด่าง วิเคราะห์ด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI 991001 ความกระด้างและความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) วิเคราะห์ตามวิธีของ APHA, AWWA and WPCF (1980) แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง spectrophotometer ยี่ห้อ HACH รุ่น DR/4000V และอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส) ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบวัดอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการตอบสนองของปลาเทโพต่ออาหารทดลอง ดังนี้

4.1 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (average daily weight gain, ADG; กรัมต่อวัน)

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

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 โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัว (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 = ร้อยละของโปรตีนในตัวของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

P_2 = ร้อยละของโปรตีนในตัวของปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

4.6 ปริมาณอาหารที่กิน (total feed intake, TFI; กรัมต่อตัว)

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

4.7 ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัมต่อปลา 1,000 กรัมต่อวัน)

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

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 10.01

ผลการศึกษา

การทดลองเลี้ยงปลาเทโพในกระชังโดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) โดยมีชุดทดลองดังนี้ ให้อาหารโปรตีนต่ำ, ให้อาหารโปรตีนสูง, ให้อาหารโปรตีนต่ำ 1 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน, ให้อาหารโปรตีนต่ำ 3 วัน สลับกับอาหารโปรตีนสูง 1 วัน, ให้อาหารโปรตีนต่ำ 5 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน และให้อาหารโปรตีนต่ำ 7 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน มีผลการทดลองดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย

ปลาเริ่มต้นการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 178.30 ± 19.78 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลา มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 373.24 ± 19.30 , 387.19 ± 9.21 , 358.17 ± 33.57 , 383.53 ± 17.48 , 351.31 ± 22.91 และ 410.87 ± 53.43 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และ ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

1.2 ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย

ปลาเริ่มต้นการทดลองมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 27.15 ± 1.02 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลา มีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 34.02 ± 0.13 , 33.71 ± 1.04 , 34.10 ± 0.66 , 34.14 ± 0.32 , 34.04 ± 0.76 และ 34.70 ± 1.53 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

1.3 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลาที่มีค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวันเท่ากับ 0.97 ± 0.10 , 1.04 ± 0.05 , 0.89 ± 0.17 , 1.02 ± 0.09 , 0.86 ± 0.11 และ 1.16 ± 0.27 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

1.4 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลาที่มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเท่ากับ 96.98 ± 9.60 , 103.93 ± 4.58 , 89.49 ± 16.69 , 102.10 ± 8.69 , 86.07 ± 11.39 และ 115.71 ± 26.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชังโดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน

เดือน	ชุดการทดลอง					
	1	2	3	4	5	6
เริ่มต้น	178.30 ± 19.78^a	178.30 ± 19.78^a	178.30 ± 19.78^a	178.30 ± 19.78^a	178.30 ± 19.78^a	178.30 ± 19.78^a
1	217.47 ± 11.39^a	214.50 ± 7.81^a	220.16 ± 21.45^a	230.08 ± 6.621^a	227.74 ± 9.32^a	200.64 ± 9.46^a
2	309.03 ± 9.95^a	316.26 ± 10.87^a	330.76 ± 32.29^b	333.88 ± 16.78^b	327.09 ± 12.80^b	355.11 ± 16.17^b
3	305.12 ± 7.28^a	307.45 ± 9.36^a	331.54 ± 22.13^b	327.23 ± 6.69^b	303.93 ± 22.56^a	346.19 ± 6.35^b
4	389.01 ± 20.86^a	392.63 ± 28.82^b	422.61 ± 18.37^b	414.48 ± 8.76^b	421.55 ± 9.66^b	434.39 ± 31.07^b
5	388.45 ± 40.50^a	382.33 ± 12.57^a	406.67 ± 31.22^a	406.22 ± 22.34^a	396.42 ± 8.35^a	418.34 ± 34.67^a
6	360.51 ± 12.54^a	382.54 ± 20.60^{ab}	379.22 ± 29.53^{ab}	377.54 ± 17.72^{ab}	362.35 ± 5.76^{ab}	414.76 ± 24.38^b
7	373.24 ± 19.30^a	387.19 ± 9.21^a	358.17 ± 33.57^a	383.53 ± 17.48^a	351.31 ± 22.91^a	410.87 ± 53.43^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชังโดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน

เดือน	ชุดการทดลอง					
	1	2	3	4	5	6
เริ่มต้น	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a
1	27.27±0.61 ^a	27.34±0.40 ^a	27.72±0.84 ^a	27.03±0.67 ^a	27.79±0.36 ^a	27.60±0.37 ^a
2	30.58±0.43 ^a	31.14±0.31 ^a	31.51±0.88 ^a	30.93±0.28 ^a	31.30±0.49 ^a	31.51±0.44 ^a
3	32.05±0.27 ^{ab}	31.58±0.35 ^a	32.06±0.55 ^{ab}	32.07±0.28 ^{ab}	31.92±0.68 ^{ab}	32.56±0.27 ^b
4	33.06±1.76 ^a	33.70±0.58 ^a	34.45±0.60 ^a	34.16±0.24 ^a	34.78±0.54 ^a	34.65±0.81 ^a
5	33.92±0.71 ^a	33.65±0.32 ^a	33.93±0.67 ^a	34.23±0.42 ^a	34.29±0.06 ^a	34.44±0.30 ^a
6	33.67±0.31 ^a	34.65±0.25 ^a	34.06±1.05 ^a	34.22±0.58 ^a	34.36±0.21 ^a	34.47±0.92 ^a
7	34.02±0.13 ^a	33.71±1.04 ^a	34.10±0.66 ^a	34.14±0.32 ^a	34.04±0.76 ^a	34.70±1.53 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ประสิทธิภาพของโปรตีน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองประสิทธิภาพของโปรตีนมีค่าเท่ากับ 1.59 ± 0.02 , 1.15 ± 0.08 , 1.17 ± 0.25 , 1.52 ± 0.08 , 1.42 ± 0.13 และ 1.56 ± 0.21 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) พบว่าชุดการทดลองที่ 1, 4 และ 6 มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 5 แต่มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 5 มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ประสิทธิภาพของอาหาร

เมื่อสิ้นสุดการทดลองประสิทธิภาพของอาหารมีค่าเท่ากับ 0.44 ± 0.01 , 0.45 ± 0.03 , 0.39 ± 0.09 , 0.46 ± 0.02 , 0.42 ± 0.04 และ 0.45 ± 0.06 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าประสิทธิภาพของอาหารแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัว

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวมีค่าเท่ากับ 34.82 ± 1.26 , 26.99 ± 2.48 , 25.31 ± 3.24 , 36.21 ± 3.58 , 33.41 ± 4.29 และ 31.48 ± 4.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) ชุดการทดลองที่ 1, 4, 5 และ 6 มีค่าโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่ามากกว่าปลาชุดการทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาชุดการทดลองที่ 2 และ 6 มีค่าโปรตีนเพิ่มขึ้นในตัวปลาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้ค่าโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัวปลาชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

5. ปริมาณอาหารที่กิน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณอาหารที่ปลากินมีค่าเท่ากับ 439.52 ± 40.83 , 470.66 ± 48.06 , 465.98 ± 23.17 , 442.99 ± 27.43 , 406.96 ± 16.64 และ 506.97 ± 49.15 กรัมต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) ชุดการทดลองที่ 6 มีค่าปริมาณอาหารที่ปลากินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 แต่มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าปริมาณอาหารที่ปลากินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 5

6. ปริมาณโปรตีนที่กิน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณโปรตีนที่ปลากินมีค่าเท่ากับ 122.85 ± 11.41 , 181.15 ± 18.49 , 154.98 ± 5.65 , 134.91 ± 9.48 , 120.78 ± 5.07 และ 148.23 ± 14.76 กรัมต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) ชุดการทดลองที่ 1 และ 5 มีค่าปริมาณโปรตีนที่ปลากินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 4 แต่มีค่าน้อยกว่าปลาชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนชุดการทดลองที่ 4 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 3 และ 6 แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 และปลาชุดการทดลองที่ 3 และ 6 มีค่าปริมาณโปรตีนที่ปลากินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปลาชุดการทดลองที่ 2

ตารางที่ 4 ผลการทดลองเลี้ยงปลาเทโพในกระชังโดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน

ดัชนี	ชุดการทดลอง					
	1	2	3	4	5	6
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	178.30±19.78 ^a	178.30±19.78 ^a	178.30±19.78 ^a	178.30±19.78 ^a	178.30±19.78 ^a	178.30±19.78 ^a
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม)	373.24±19.30 ^a	387.19±9.21 ^a	358.17±33.57 ^a	383.53±17.48 ^a	351.31±22.91 ^a	410.87±53.43 ^a
ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a	27.15±1.02 ^a
ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (เซนติเมตร)	34.02±0.13 ^a	33.71±1.04 ^a	34.10±0.66 ^a	34.14±0.32 ^a	34.04±0.76 ^a	34.70±1.53 ^a
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัมต่อวัน)	0.97±0.10 ^a	1.04±0.05 ^a	0.89±0.17 ^a	1.02±0.09 ^a	0.86±0.11 ^a	1.16±0.27 ^a
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)	96.98±9.60 ^a	103.93±4.58 ^a	89.49±16.69 ^a	102.10±8.69 ^a	86.07±11.39 ^a	115.71±26.58 ^a
ประสิทธิภาพของโปรตีน	1.59±0.02 ^a	1.15±0.08 ^b	1.17±0.25 ^b	1.52±0.08 ^a	1.42±0.13 ^{ab}	1.56±0.21 ^a
ประสิทธิภาพของอาหาร	0.44±0.01 ^a	0.45±0.03 ^a	0.39±0.09 ^a	0.46±0.02 ^a	0.42±0.04 ^a	0.45±0.06 ^a
โปรตีนที่เพิ่มขึ้นในตัว (เปอร์เซ็นต์)	34.82±1.26 ^a	26.99±2.48 ^{bc}	25.31±3.24 ^c	36.21±3.58 ^a	33.41±4.29 ^a	31.48±4.69 ^{ab}
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัมต่อตัว)	439.52±40.83 ^{ab}	470.66±48.06 ^{ab}	465.98±23.17 ^{ab}	442.99±27.43 ^{ab}	406.96±16.64 ^b	506.97±49.15 ^a
ปริมาณโปรตีนที่กิน (กรัมต่อตัว)	122.85±11.41 ^a	181.15±18.49 ^c	154.98±5.65 ^b	134.91±9.48 ^{ab}	120.78±5.07 ^a	148.23±14.76 ^b
อัตราแลกเนื้อ	2.26±0.04 ^a	2.25±0.16 ^a	2.68±0.70 ^a	2.16±0.12 ^a	2.37±0.21 ^a	2.23±0.31 ^a
อัตราการอด (เปอร์เซ็นต์)	98.10±3.29 ^a	96.19±4.36 ^a	92.38±1.65 ^a	97.14±4.95 ^a	99.05±1.65 ^a	95.24±1.65 ^a
Condition factor (เปอร์เซ็นต์)	0.95±0.47 ^a	1.02±0.12 ^a	0.90±0.05 ^a	0.97±0.70 ^a	0.89±0.05 ^a	0.98±0.51 ^a
Hepatosomatic index (เปอร์เซ็นต์)	1.00±0.18 ^{ab}	1.10±0.01 ^b	0.92±0.13 ^{ab}	0.89±0.16 ^{ab}	0.81±0.09 ^a	1.02±0.33 ^{ab}
Intraperitoneal fat (เปอร์เซ็นต์)	5.51±0.12 ^b	5.46±0.30 ^b	3.44±0.56 ^a	5.86±0.94 ^b	6.19±0.12 ^b	5.78±0.66 ^b
ผลผลิตปลา (กิโลกรัมต่อกระชัง)	12.81±0.82 ^a	13.02±0.65 ^a	11.61±1.13 ^a	13.12±1.26 ^a	12.15±0.98 ^a	13.73±1.83 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$)

7. อัตราแลกเนื้อ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองอัตราแลกเนื้อมีค่าเท่ากับ 2.26±0.04, 2.25±0.16, 2.68±0.70, 2.16±0.12, 2.37±0.21 และ 2.23±0.31 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าอัตราแลกเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

8. อัตรารอด

เมื่อสิ้นสุดการทดลองปลาเทโพมีอัตรารอดเท่ากับ 98.10 ± 3.29 , 96.19 ± 4.36 , 92.38 ± 1.65 , 97.14 ± 4.95 , 99.05 ± 1.65 และ 95.24 ± 1.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าอัตราแลกเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

9. Condition factor

เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่า Condition factor เท่ากับ 0.95 ± 0.47 , 1.02 ± 0.12 , 0.90 ± 0.05 , 0.97 ± 0.70 , 0.89 ± 0.05 และ 0.98 ± 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่า Condition factor แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

10. Hepatosomatic index

ปลาเริ่มต้นการทดลองมีค่า Hepatosomatic index เฉลี่ยเท่ากับ 1.05 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่า Hepatosomatic index เท่ากับ 1.00 ± 0.18 , 1.10 ± 0.01 , 0.92 ± 0.13 , 0.89 ± 0.16 , 0.81 ± 0.09 และ 1.02 ± 0.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) ชุดการทดลองที่ 5 มีค่า Hepatosomatic index แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1, 3, 4 และ 6 แต่มีค่าน้อยกว่าชุดการทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาชุดการทดลองที่ 1, 3, 4 และ 6 มีค่า Hepatosomatic index แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2

11. Intraperitoneal fat

ปลาเริ่มต้นการทดลองมีค่า Intraperitoneal fat เฉลี่ยเท่ากับ 3.40 ± 0.57 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่า Intraperitoneal fat เท่ากับ 5.51 ± 0.12 , 5.46 ± 0.30 , 3.44 ± 0.56 , 5.86 ± 0.94 , 6.19 ± 0.12 และ 5.78 ± 0.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) ชุดการทดลองที่ 3 มีค่า Intraperitoneal fat แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 ทั้งนี้ปลาชุดการทดลองที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 มีค่า Intraperitoneal fat แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

12. ผลผลิตปลา

เมื่อสิ้นสุดการทดลองผลผลิตปลาเทโพมีค่า เท่ากับ 12.81 ± 0.82 , 13.02 ± 0.65 , 11.61 ± 1.13 , 13.12 ± 1.26 , 12.15 ± 0.98 และ 13.73 ± 1.83 กิโลกรัมต่อกระชัง ตามลำดับ (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าผลผลิตปลาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4)

13. คุณภาพซากและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเปอร์เซ็นต์คุณภาพซากของปลาเทโพ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อปลา อวัยวะภายใน และซาก (ประกอบด้วยส่วนหัวและกระดูก) เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) พบว่าสัดส่วนของเนื้อปลามีค่าเท่ากับ 46.84 ± 1.45 , 47.87 ± 2.09 , 45.46 ± 5.11 , 48.13 ± 1.03 , 47.26 ± 0.65 และ 45.57 ± 1.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนสัดส่วนของอวัยวะภายในมีค่าเท่ากับ 9.75 ± 0.52 , 9.15 ± 1.81 , 8.36 ± 1.58 , 9.69 ± 1.73 , 9.87 ± 0.93 และ 9.78 ± 1.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) ชุดการทดลองที่ 3 มีค่าสัดส่วนของอวัยวะภายในแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองที่ 2 และ 4 แต่มีค่าน้อยกว่าชุดการทดลองที่ 1, 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และปลาชุดการทดลองที่ 1, 2, 4, 5 และ 6 มีค่าสัดส่วนของอวัยวะภายในแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนสัดส่วนของซากเมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าเท่ากับ 43.42 ± 1.97 , 42.98 ± 3.90 , 46.18 ± 6.69 , 42.19 ± 0.70 , 42.88 ± 1.58 และ 44.65 ± 3.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 5)

เมื่อสิ้นสุดการทดลององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลามีค่าความชื้น เท่ากับ 21.14 ± 1.49 , 21.48 ± 0.21 , 20.69 ± 0.67 , 21.28 ± 1.29 , 20.49 ± 0.93 และ 21.06 ± 1.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โปรตีนในเนื้อปลามีค่าเท่ากับ 84.90 ± 2.04 , 86.72 ± 0.55 , 88.43 ± 4.12 , 86.79 ± 0.95 , 86.59 ± 1.97 และ 84.31 ± 0.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนไขมันในเนื้อปลามีค่าเท่ากับ 6.83 ± 1.63 , 5.71 ± 2.40 , 6.60 ± 2.12 , 5.93 ± 2.83 , 5.55 ± 0.68 และ 7.26 ± 3.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ เถ้าในเนื้อปลามีค่าเท่ากับ 5.47 ± 0.15 , 5.62 ± 0.40 , 5.84 ± 0.23 , 5.49 ± 0.09 , 5.39 ± 0.01 และ 5.37 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) มีค่าองค์ประกอบทางเคมีของความชื้น, โปรตีน, ไขมัน และเถ้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 สัดส่วนของเนื้อ อวัยวะภายใน และซาก (%น้ำหนักเปียก) ของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชังโดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน

	ชุดการทดลอง					
	1	2	3	4	5	6
เนื้อ	46.84±1.45 ^a	47.87±2.09 ^a	45.46±5.11 ^a	48.13±1.03 ^a	47.26±0.65 ^a	45.57±1.58 ^a
อวัยวะภายใน	9.75±0.52 ^b	9.15±1.81 ^{ab}	8.36±1.58 ^a	9.69±1.73 ^{ab}	9.87±0.93 ^b	9.78±1.48 ^b
ซาก*	43.42±1.97 ^a	42.98±3.90 ^a	46.18±6.69 ^a	42.19±0.70 ^a	42.88±1.58 ^a	44.65±3.07 ^a

หมายเหตุ *ซากประกอบด้วยส่วนหัว และกระดูก

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเทโพก่อน และหลังการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)	ก่อนทดลอง	ชุดการทดลอง					
		1	2	3	4	5	6
ความชื้น	20.30	21.14±1.49 ^a	21.48±0.21 ^a	20.69±0.67 ^a	21.28±1.29 ^a	20.49±0.93 ^a	21.06±1.75 ^a
โปรตีน	74.15	84.90±2.04 ^a	86.72±0.55 ^a	88.43±4.12 ^a	86.79±0.95 ^a	86.59±1.97 ^a	84.31±0.59 ^a
ไขมัน	5.65	6.83±1.63 ^a	5.71±2.40 ^a	6.60±2.12 ^a	5.93±2.83 ^a	5.55±0.68 ^a	7.26±3.15 ^a
เถ้า	5.78	5.47±0.15 ^a	5.62±0.40 ^a	5.84±0.23 ^a	5.49±0.09 ^a	5.39±0.01 ^a	5.37±0.23 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

14. การกระจายน้ำหนักปลา

ผลการศึกษาการกระจายน้ำหนักของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชังโดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 ปลาเทโพมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 301-350 กรัม มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.33±6.67 รองลงมา คือ น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 351-400 กรัม (26.67±6.67%) ชุดการทดลองที่ 2 ปลาเทโพมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 351-400 กรัม มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.89±16.78 รองลงมา คือ น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 301-350 กรัม (26.67±6.67%) ชุดการทดลองที่ 3 ปลาเทโพมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 351-400 กรัม มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 31.11±10.18 รองลงมา คือ น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 301-350 กรัม (26.67±6.67%) ชุดการทดลองที่ 4

ปลาเทโพมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 351-400 กรัม มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.89±19.25 รองลงมา คือ น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 301-350 กรัม (22.22±16.78%) และ 401-450 กรัม (22.22±3.85%) ชุดการทดลอง ที่ 5 ปลาเทโพมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 351-400 กรัม มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.89±13.88 รองลงมา คือ น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 301-350 กรัม (24.44±13.88%) และ ชุดการทดลองที่ 6 ปลาเทโพมี น้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 401-450 กรัม มีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.33±24.04 รองลงมา คือ น้ำหนัก เฉลี่ยอยู่ในช่วง 351-400 กรัม (24.44±20.37%) (ตารางที่ 7)

เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ โดยวิธี ไค-สแควร์ เพื่อเปรียบเทียบการกระจายน้ำหนักเฉลี่ยของ ปลาเทโพในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 กับ 5, 1 กับ 6, 2 กับ 3, 2 กับ 5, 2 กับ 6, 3 กับ 4, 3 กับ 6, 4 กับ 5, 4 กับ 6 และ 5 กับ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 การกระจายน้ำหนักเฉลี่ยของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชังโดยให้อาหาร โปรตีนต่ำ (25%) สลับกับ โปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน

น้ำหนัก (กรัม)	ชุดการทดลอง					
	1	2	3	4	5	6
<250	0	0	0	4.44±3.85	4.44±7.70	2.22±3.85
251-300	8.89±7.70	6.67±0.00	17.78±19.25	4.44±3.85	20.00±6.67	0
301-350	33.33±6.67	26.67±6.67	26.67±6.67	22.22±16.78	24.44±13.88	13.33±17.64
351-400	26.67±6.67	28.89±16.78	31.11±10.18	28.89±19.25	28.89±13.88	24.44±20.37
401-450	22.22±7.70	24.44±7.70	22.22±13.88	22.22±3.85	17.78±10.18	33.33±24.04
451-500	8.89±3.85	8.89±3.85	2.22±3.85	15.56±7.70	4.44±3.85	17.78±10.18
501-550	0	4.44±7.70	0	2.22±3.85	0	6.67±11.55
>551	0	0	0	0	0	2.22±3.85

15. คุณสมบัติน้ำ

คุณสมบัติน้ำจากการทดลอง พบว่า บริเวณนอกกระชังปลามีค่าอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 18-37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศอยู่ระหว่าง 16-41 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.1-9.3 ความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 47-72 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างอยู่ระหว่าง 38-104 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ แอมโมเนียรวม (NH_3) อยู่ระหว่าง 0.00-0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 25-32 เซนติเมตร ส่วนคุณสมบัติน้ำในกระชังปลานั้น อุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 18-37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศอยู่ ะหว่าง 16-41 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.0-9.0 ความเป็นด่างอยู่ระหว่าง 44-71 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างอยู่ระหว่าง 36-103 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวม (NH_3) อยู่ ะหว่าง 0.03-0.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 23-33 เซนติเมตร (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักเฉลี่ยของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชังโดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน

ชุดการทดลอง	ค่า chi-square	ค่า p
1 กับ 2	5.01	0.415
1 กับ 3	8.33	0.08
1 กับ 4	12.15	0.059
1 กับ 5	11.98	0.035
1 กับ 6	34.07	0.0005
2 กับ 3	13.45	0.02
2 กับ 4	8.04	0.235
2 กับ 5	17.21	0.009
2 กับ 6	67.44	0.0005
3 กับ 4	26.37	0.0005
3 กับ 5	5.41	0.368
3 กับ 6	49.79	0.0005
4 กับ 5	20.35	0.002
4 กับ 6	14.54	0.042
5 กับ 6	46.73	0.0005

หมายเหตุ ค่า $p < 0.05$ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 9 ค่าพิสัยคุณสมบัติของน้ำนอกกระชังและในกระชังของปลาเทโพที่เลี้ยงในกระชัง โดยให้อาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน

คุณสมบัติของน้ำ	นอกกระชัง	ในกระชัง					
		ชุดการทดลอง					
		1	2	3	4	5	6
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	18-37	18-37.0	18-36.3	18-37	19-36	18-37	18-36
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	16-41	17-40	17-41	16-39	16-40	17-41	17-40
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.1-9.3	7.0-9.0	7.8-8.7	7.5-8.5	6.5-8.3	7.4-9.0	7.2-8.5
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	47-72	45-69	47-70	44-69	46-71	47-70	45-71
ความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	38-104	38-100	37-102	38-103	36-100	37-102	39-100
ปริมาณแอมโมเนียรวม (NH_3) (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.00-0.15	0.05-0.10	0.05-0.14	0.05-0.12	0.06-0.13	0.05-0.11	0.03-0.09
ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	25-32	23-30	24-31	25-29	25-30	25-30	26-33

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการทดลองเลี้ยงปลาเทโพด้วยอาหารโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูง (35%) ขนาดน้ำหนักเริ่มต้น 178.30 กรัม อาหารทดลองทั้ง 2 สูตรมีค่าพลังงานที่ย่อยได้ประมาณ 445 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม ทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 7 เดือน พบว่าปลาเทโพมีค่าอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันแสดงว่าอาหารที่มีโปรตีนต่ำระดับ 27% เป็นระดับโปรตีนที่ทำให้ปลาเทโพมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับการให้อาหารที่มีระดับโปรตีนที่สูงกว่า และอาหารที่ปลากินเข้าไปมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของปลา สอดคล้องกับ วีรพงษ์ (2536) กล่าวว่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมเป็นระดับโปรตีนต่ำที่สุดในอาหารปลาที่ทำให้ปลาเจริญเติบโตดีที่สุด ถ้าปลาได้รับโปรตีนมากเกินไปความต้องการกลับพบว่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำลงหรือลดลงเล็กน้อย

ด้านค่าประสิทธิภาพของโปรตีน พบว่าชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารโปรตีนต่ำตลอดการทดลอง และชุดการทดลองที่ 6 ให้อาหารโปรตีนต่ำ 7 วัน สลับกับโปรตีนสูง 1 วัน มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนที่สูงกว่าชุดการทดลองที่ให้อาหารที่มีระดับโปรตีนสูงเพียงอย่างเดียว และโปรตีนต่ำสลับกับโปรตีนสูงวันเว้นวัน ซึ่งเป็นผลจากโปรตีนส่วนที่เหลือถูกนำไปใช้ในขบวนการเผาผลาญของร่างกาย และเป็นพลังงานในการดำรงชีวิตมากกว่าการเจริญเติบโต ซึ่งอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงร่างกายของสัตว์น้ำจะต้องใช้พลังงานในการกำจัดแอมโมเนียซึ่งเป็นของเสียของร่างกาย (NRC, 1993) อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของโปรตีนในการศึกษาครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าการศึกษาระดับความต้องการโปรตีนในอาหารปลาเทโพ ที่ศุภรัตน์ (2541) ซึ่งทดลองในปลาขนาด 138-352 กรัม ที่อาหารระดับโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.61 และอัตราแลกเปลี่ยน 1.49 ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ที่มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนที่ระดับการเลี้ยงอาหารโปรตีนต่ำ มีค่าเท่ากับ 1.59 และอัตราแลกเปลี่ยน 2.26 ส่วนที่ระดับโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.4 และอัตราแลกเปลี่ยน 1.24 ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ที่มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนที่ระดับการเลี้ยงอาหารโปรตีนสูง มีค่าเท่ากับ 1.15 และอัตราแลกเปลี่ยน 2.25 ขณะที่อัตราแลกเปลี่ยนในการทดลองครั้งนี้มีค่าระหว่าง 2.16-2.68 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ นิพนธ์ และคณะ (2547) ทดลองเลี้ยงปลาเทโพในกระชังด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลอยน้ำที่มีระดับโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการทดลอง ในปลาขนาด 158.90-1,641 กรัม ซึ่งมีค่าอัตราแลกเปลี่ยนอยู่ระหว่าง 2.49-2.54 และต่ำกว่าของ ทิพย์สุดา และคณะ (2549) ทดลองเลี้ยงในกระชังโดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 25% ตลอดการทดลอง ในปลาขนาด 594.33-1,290 กรัม มีค่าอัตราแลกเปลี่ยนอยู่ระหว่าง 2.32-4.24 เมื่อพิจารณาค่า condition factor ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าไม่แตกต่างกันมีค่าระหว่าง 0.89-1.02 ซึ่งความอ้วนของปลามีค่าน้อยกว่าการทดลองเลี้ยงปลาเทโพของ ชีระชัย และคณะ (2551) ที่อาหารที่มีระดับโปรตีน 23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่า condition factor มีค่าระหว่าง 0.94-1.26 ในการศึกษาครั้งนี้มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับระดับโปรตีนในอาหารที่สูง ในชุดการทดลองที่ 2 ซึ่งให้อาหารโปรตีนสูงตลอดการทดลอง การเพิ่มสูงขึ้นของค่าดัชนีนี้เป็นผลจากการสะสมเพิ่มขึ้นของไกลโคเจนในตับ

เนื่องจากการได้รับสารอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตจากอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น (Daniel and Robinson, 1986)

ผลการทดสอบความแตกต่างของการกระจายน้ำหนักของปลาเทโพในการทดลองครั้งนี้ พบว่า ปลาเทโพมีส่วนของการกระจายน้ำหนักปลาแตกต่างกัน โดยปลาในชุดการทดลองที่ 1 ถึง 5 มีช้วนน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 301-400 กรัม คิดเป็น 22.22-33.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในชุดการทดลองที่ 6 ปลามีน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 401-450 กรัม คิดเป็น 33.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตรวมของปลาพบว่าผลผลิตรวมของปลาชุดการทดลองที่ 6 มีแนวโน้มมากกว่าชุดการทดลองอื่น เมื่อพิจารณาจากราคาดันทุนค่าอาหารที่ใช้ (ตารางผนวกที่ 2) พบว่าต้นทุนค่าอาหารมีค่าเท่ากับ 460.87 บาท และผลผลิตของปลาที่อยู่ในช่วง 351-500 กรัม คิดเป็น 75.55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาในด้านการจัดการ หากมีการเลี้ยงต่อจนได้ขนาดตลาด การเลี้ยงในชุดการทดลองที่ 6 จะสามารถได้ปลาที่มีขนาดน้ำหนักตลาดได้เร็วกว่าชุดการทดลองอื่นซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนของค่าอาหาร

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของน้ำตลอดการทดลอง มีช่วงแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดค่อนข้างกว้าง เนื่องจากในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ มีค่าต่ำกว่าในช่วงอื่นๆ ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตและอัตราการกินอาหารลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองเลี้ยงปลาเทโพในกระชังด้วยอาหารต่างกันของ จินตนา และสมเกียรติ (2536) ที่พบว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมเป็นช่วงฤดูหนาวมีอุณหภูมิต่ำ ปลาเทโพจะกินอาหารน้อยลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีการเจริญเติบโตลดลง อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำตลอดการทดลอง ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าความเป็นด่าง ค่าความกระด้าง และค่าแอมโมเนียรวม อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) ส่งผลให้ทั้ง 6 ชุดการทดลองมีอัตราการรอดเฉลี่ยสูงและมีค่าไม่แตกต่างกันคือ 92.38-99.05 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่าการเลี้ยงปลาเทโพที่ระดับโปรตีนต่ำ (25%) สลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูง (35%) สำหรับการเลี้ยงปลาเทโพขนาด 178.30-410.89 กรัม พบว่ามีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันกับชุดการทดลองที่ให้อาหารโปรตีนต่ำและสูงเพียงอย่างเดียว

ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการทดลองให้อาหารโปรตีนต่ำโดยใช้อาหารปลากินพืช และโปรตีนสูงโดยใช้อาหารปลาคุกเพื่อทราบผลการให้อาหารโปรตีนต่ำและสูงที่มีในท้องตลาด ซึ่งเกษตรกรสามารถหาซื้อได้สะดวกและนำข้อมูลจากการทดลองไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา ดำรงไตรภพ และ สมเกียรติ พงษ์ศิริจันทร์. 2540. การทดลองเลี้ยงปลาเทโพในกระชังด้วยอาหารต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2540. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 21 หน้า.
- ชวลิต วิทยานนท์ และ สมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์. 2536. พรรณปลาสาวยและปลาสังกะวาด (วงศ์ Schilbeidae) ของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 150. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 57 หน้า.
- ทิพย์สุดา ต่างประโคน, ผ่องใส จันทร์ศรี และ สุพรรณ ชันน้ำเที่ยง. 2549. การเลี้ยงปลาเทโพในกระชังที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 3 ระดับ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 65/2549. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 17 หน้า.
- ธีระชัย พงศ์จรรยากุล, ธนดล นวลจันทร์ และ พิศมัย สมสืบ. 2551. การใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารเลี้ยงปลาเทโพ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 68/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 24 หน้า.
- นิพนธ์ จันทร์ประทัด, นาวิณ มหาวงศ์, นิภา จันทร์ศรีรักษา และ บังอร โชติพ่วง. 2547. การเลี้ยงปลาเทโพในกระชังที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกันในบึงบอระเพ็ด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 46/2547. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 14 หน้า.
- มะลิ บุญยรัตผลิน. 2530. อาหารปลาดุก. วารสารเกษตรวันนี 6(69): 47-52.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.
- วันเพ็ญ มินกาญจน์. 2528. ปลาไทยในสถานแสดงพันธุ์ปลาน้ำจืด. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 57 หน้า.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. 216 หน้า.
- ศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ และ สมเกียรติ พงษ์ศิริจันทร์. 2544. ความต้องการโปรตีนของปลาเทโพขนาดเล็ก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2544. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 19 หน้า.
- ศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์, สมเกียรติ พงษ์ศิริจันทร์ และ สมศักดิ์ เจนศิริศักดิ์. 2541. ความต้องการโปรตีนของปลาเทโพวัยรุ่น. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2541. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 26 หน้า.
- สมเกียรติ พงษ์ศิริจันทร์, ศุภรัตน์ ฉัตรจริยเวศน์ และ อมรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. ความต้องการโปรตีนในอาหารปลาเทโพ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 28/2539. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 17 หน้า.
- สมโภชน์ อัครกะทิววัฒน์. 2523. ครอบครัพลาน้ำจืดที่มีคุณค่าของไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 51/2523. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 201 หน้า.
- สุนิตย์ ไรจนพิทยากุล, เจนจิตต์ คงกำเนิด และ อัดรา ไชยมงคล. 2547. การเลี้ยงปลากะพงขาวด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่ำสลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีนปกติต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้

อาหาร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2547. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สำนักวิจัยและพัฒนา ประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 17 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.

Daniels, W.H. and E.H. Robinson. 1996. Protein and energy requirement of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture* 53: 243-252.

De Silva, S.S. 1985. Performance of *Oreochromis niloticus* (L) fry maintained on mixed feeding schedules of differing protein content. *Aquaculture and Fisheries Management* 16: 331-340.

Lovell, R.T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York. 260 pp.

NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirement of Fish. National Academy Press, Washington, D.C. 114 pp.

Shiau, S.Y., F.S. Lin, L.S. Yu, L.A. Lin and C.C. Kwok. 1990. Defatted and full-fat soybean meal as partial replacement for fishmeal in Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) diets at low protein level. *Aquaculture* 86: 401-407.

Smith, R.R. 1977. Recent research involving full-fat soybean meal in salmonids. *Salmonid* 1: 8-11.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ราคา (บาท) วัตถุดิบอาหารทดลองที่ใช้เลี้ยงปลาเทโพ โดยให้อาหาร โปรตีนต่ำ (25%) สลับกับโปรตีนสูง (35%) เป็นระยะเวลา 7 เดือน

วัตถุดิบอาหาร	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	โปรตีนต่ำ (25% โปรตีน)	โปรตีนสูง (35% โปรตีน)
ปลาป่น	39.50	9.20	15.40
กากถั่วเหลือง	19	1.61	2.58
ปลายข้าว	8.50	3.02	1.89
รำสกัดน้ำมัน	10	2.35	1.59
น้ำมันถั่วเหลือง	46	0.92	0.46
น้ำมันปลาทะเล	85	0.85	0.43
โคลีนคลอไรด์ (50 เปอร์เซ็นต์)	340	0.68	0.68
วิตามินซี	1,600	1.60	1.6
แร่ธาตุรวม ¹	300	0.75	0.75
วิตามินรวม ²	300	3	3
แคลเซียมคลอไรด์	12	0.55	0.57
ราคาเฉลี่ยต่อกิโลกรัม (บาท)		24.53	29.22

หมายเหตุ ราคาวัตถุดิบขนส่งถึงจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2552

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณอาหารที่ปลากินเฉลี่ย (กิโลกรัม) และต้นทุนค่าอาหาร (บาท) ในแต่ละชุดทดลอง

ชุดการทดลอง	ปริมาณอาหารที่ปลากิน (กิโลกรัม)		ต้นทุนค่าอาหาร (บาท)
	โปรตีนต่ำ (25% โปรตีน)	โปรตีนสูง (35% โปรตีน)	
1	16.40±1.80	-	402.29
2	-	17.14±1.38	500.83
3	7.48±0.19	8.22±0.43	423.67
4	12.48±0.76	3.88±0.72	419.51
5	12.82±0.79	2.50±0.32	387.52
6	16.12±1.46	2.24±0.41	460.87

