รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาวัตถุดิบอาหารจากวัสดุเศษเหลือของโรงงานอุตสาหกรรมแปร รูปสัตว์น้ำ เพื่อลดการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

Development on Waste Utilization Material Diet from Seafood Processing as Fishmeal Replacement in Diet for Economic Aquatic Animals

คณะผู้วิจัย หัวหน้าโครงการ ผศ.วัฒนา วัฒนกุล

ผู้ร่วมวิจัย 1. ผศ.อุไรวรรณ วัฒนกุล 2. รศ.เจษฎา อิสเหาะ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

2557

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การพัฒนาวัตถุดิบอาหารจากวัสดุเศษเหลือของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำเพื่อลดการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

Development on Waste Utilization Material Diet from Seafood Processing as Fishmeal Replacement in Diet for Economic Aquatic Animals

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผศ.วัฒนา วัฒนกุล

สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

ผู้ร่วมวิจัย

1. ผศ.อุไรวรรณ วัฒนกุล

สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

2. รศ.เจษฎา อิสเหาะ

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

2557

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย “การพัฒนาวัตถุดิบอาหารจากวัสดุเศษเหลือของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำเพื่อลดการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ” เป็นโครงการวิจัยที่มีเป้าหมายนำไปสู่แนวทางการลดต้นทุนของการเลี้ยงปลาเศรษฐกิจ 2 ชนิด คือปลากะพงขาว และปลานิล โดยเฉพาะการลดต้นทุนค่าอาหารซึ่งเป็นต้นทุนหลัก (50-70% ของต้นทุนทั้งหมด) โดยการใช้น้ำนึ่งปลาซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือ หรือผลพลอยได้ของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำ มาเป็นวัตถุดิบผสมในอาหารทดลอง เพื่อพัฒนาอาหารสำเร็จรูป ก่อให้เกิดเครือข่ายซึ่งได้รับความร่วมมือจากโครงการย่อยทั้ง 2 โครงการทำให้สามารถช่วยลดต้นทุนของการเลี้ยงได้

ขอขอบคุณนักวิจัย และผู้ร่วมวิจัยทั้ง 2 โครงการย่อย ที่ได้ดำเนินการวิจัย ถ่ายทอดควา มรู้สู่ชุมชนซึ่งนำไปสู่กระบวนการวิจัย เป็นผลดีแก่ทุกฝ่าย ขอขอบคุณทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานโครงการวิจัยนี้ ที่ให้ความร่วมมือ สนับสนุน และอำนวยความสะดวกต่างๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สามารถดำเนินการไปได้ด้วยดีและสำเร็จตามเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความอนุเคราะห์ความรู้ ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ แนวทางในการพัฒนา เพื่อปรับกระบวนการวิจัยแก่ผู้วิจัย

และท้ายที่สุด คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่เล็งเห็นความสำคัญของงานวิจัยชิ้นนี้และให้ทุนอุดหนุ นงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2556 เพื่อดำเนินการวิจัยให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ผศ.วัฒนา วัฒนกุล
ผู้อำนวยการแผน
มกราคม 2559

บทคัดย่อ

การพัฒนาวัตถุดิบอาหารจากวัสดุเศษเหลือของโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำเพื่อลดการใช้ปลาป่นในการผลิตอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เป็นโครงการวิจัยที่มีเป้าหมาย เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารใน การเลี้ยงปลา โดยทำการศึกษาถึงผลของการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารที่ระดับต่าง ๆ กัน ต่อ การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา ค่าองค์ประกอบเลือด เนื้อเยื่อของตับ อัตราการรอดตาย และต้นทุนการผลิต โดยได้ดำเนินการทดลองในปลาเศร ษฐกิจ 2 ชนิด ได้แก่ปลากะพงขาว และปลานิล สำหรับ การทดลองในปลากะพงขาว ได้ศึกษาระดับของการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ในสูตรอาหารต่างกัน 7 ระดับ (สูตรที่ 1-7) คือ 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60% โดยกำหนดให้มีระดับโปรตีน 40% เท่ากันทุกสูตร และมีอาหารเม็ดสำเร็จรูป (สูตรที่ 8) เป็นสูตรเปรียบเทียบ นำไปเลี้ยง ปลากะพงขาว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 24.93$\pm$0.46 กรัม ในกระชังขนาด 1.5x1.5x2 ม. ที่แขวนลอยอยู่ในบ่อพักน้ำขนาด 2 ไร่ กระชังละ 50 ตัว เป็นเวลา 8 เดือน พบว่า ที่ระดับของการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 40% มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุด ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ สูงที่สุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 150.80±6.80 กรัม รองลงมาคือ สูตรที่ 8 และที่ระดับ 50, 30, 20, 60, 10 และ 0% ตามลำดับ (p<0.05) ที่ระดับ 40% (สูตรที่ 5) ส่งผลให้ปริมาณโปรตีน และไขมันในเนื้อปลาสูงกว่าที่ระดับอื่น ๆ (p<0.05) แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ กลับมีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 1.44 ทั้งนี้ ทุกระดับของการใช้น้ำนึ่งปลาไม่มีผลต่อค่าองค์ประกอบเลือด การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อตับ และ อัตราการรอดตาย จากผลการทดลองสรุปได้ว่า การใช้ น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ในสูตรอาหาร ที่ระดับ 40% เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยง ปลากะพงขาว ทั้งในด้านการเจริญเติบโต และด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมีต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต ปลาต่ำสุดเท่ากับ 36.22$\pm$0.81 บาทต่อกิโลกรัม สามารถลดต้นทุน ค่าอาหารต่อผลผลิตของปลากะ พงขาวได้เท่ากับ 39.68 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็น 52.27 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากตลาด ส่วนการทดลองในปลานิล ได้ศึกษาระดับของการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ในสูตรอาหารต่างกัน 7 ระดับ (สูตรที่ 1-7) คือ 0, 5, 10, 15, 20, 30 และ 50% กำหนดให้มีระดับโปรตีน 30% เท่ากันทุกสูตร และมีอาหารเม็ดสำเร็จรูป (สูตรที่ 8) เป็นสูตรเปรียบเทียบ นำไปเลี้ยงปลานิล น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 18.43$\pm$3.13 กรัม ในกระชังขนาด 1.5x1.5x2 ม. ที่แขวนอยู่กับโครงกระชังลอยอยู่ในบ่อเลี้ยงปลาน้ำจืดขนาด 1 ไร่ เป็นเวลา 8 เดือน พบว่า ที่ระดับ 20% (สูตรที่ 5) มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด ทั้งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 235.06$\pm$4.03 กรัม รองลงมาคือ ที่ระดับ 0, 15, 30 และ 50% ตามลำดับ (p>0.05) แต่มีการเจริญเติบโตสูงกว่า สูตรที่ 8 และที่ระดับ 10 และ 5% ตามลำดับ (p<0.05) และมีแนวโน้มว่า เมื่อเพิ่มระดับของน้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นมากกว่า 50% จะ

ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ที่ระดับของการแทนที่ 20% (สูตรที่ 5) ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนและไขมันในเนื้อปลานิลเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าสูตรที่ 2, 3, 4, 6 และ 7 ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับสูตรที่ 1 และ 8 ($p>0.05$) นอกจากนี้ที่ระดับ 20 % มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด เท่ากับ 2.52 และพบว่า ทุกระดับของการใช้น้ำนึ่งปลาทำให้มีการเพิ่มจำนวนของเม็ดไขมัน สะสมในเซลล์ตับ แต่ไม่ส่งผลต่อค่าองค์ประกอบเลือด และ อัตราการรอดตาย และจากผลการทดลองสรุปได้ว่า การใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ในสูตรอาหาร ที่ระดับ 20% เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยง ปลานิลทั้งในด้านการเจริญเติบโต และด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมีต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตต่ำสุดเท่ากับ 55.47$\pm$1.33 บาทต่อกิโลกรัม สามารถลดต้นทุน ค่าอาหารต่อผลผลิตของปลา นิลได้เท่ากับ 14.76 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็น 21.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากตลาด

สำหรับข้อสังเกตที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้เกี่ยวกับต้นทุนราคาอาหาร และการเจริญเติบโตของปลาทั้ง 2 ชนิด พบว่า ราคาอาหารปลานิลที่ผลิตต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นอาหารปลากินพืช มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าปลากะพงขาว ที่เป็นปลากินเนื้อ ดังนั้น จึงมีราคาต่ำกว่าราคาอาหารปลากะพ งขาว แต่จากผลการทดลองที่ผ่านมา พบว่า เมื่อนำมาคิดต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลา 1 กิโลกรัมของปลานิลจะมีราคาสูงกว่าต้นทุนราคาอาหารต่อผลผลิตปลา 1 กิโลกรัมในปลากะพงขาวซึ่งเป็นปลากินเนื้อ ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณการกินอาหารของปลานิลสูงกว่าปลากะพงขาวแต่เปลี่ยนอาหารใ ห้เป็นเนื้อต่ำกว่า ส่วนการเจริญเติบโต พบว่า ขนาดสูงสุดของปลาทั้ง 2 ชนิดที่ได้จากการทดลองนั้น ต่ำกว่าความจริงที่เกษตรกรเลี้ยง ซึ่งควรจะมีน้ำหนักประมาณ 600-800 กรัม ในปลากะพงขาว และ 600-700 กรัม ในปลานิลที่ระยะเวลาการเลี้ยงเท่ากัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ฤดู กาล อุณหภูมิน้ำ สภาพอากาศ ตลอดจนสถานที่ทำการทดลองเลี้ยงไม่มีความเหมาะสมเพียงพอ ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในโครงการวิจัยทั้ง 2 โครงการ

Abstract

The research of development on waste utilization material diet from seafood processing as fish meal replacement in diet for economic aquatic animals that aims to reduce fish feed cost. The experiment were designed to study on replacement of fish meal protein with fish condensate in diet at different levels on growth, protein efficiency ratio (PER), chemical composition, hematology, liver histology, survival rate, feed conversion rate (FCR) and production cost. The study was divided into two species of economic fish, including seabass (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) and nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.). Firstly, the experiment on replacement of fish meal protein with fish condensate in diet of seabass (*Lates calcarifer* Bloch, 1790), all diets were contained 40% protein in seven formulas with varying levels ; 0, 10, 20, 30, 40, 50 and 60% of fish condensate replacement (formula 1-7) compared with pellet diet (formula 8), respectively. Fish with initial average weight 24.93±0.46 g. were reared in 1.5x1.5x2 m. net cage at the stocking rate of 50 fishes per cage. They were fed to apparent satiation twice daily for 8 months. The result showed that at 40% of fish meal replacement with fish condensate group was average weight as 150.80±6.80 g. These level showed highest growth performance as weight gain and specific growth rate were significantly different (p<0.05) with formula 8, 50, 30, 20, 60, 10 and 0% respectively. The formulas 5 (40%) was affect to protein and lipid quantity in fish higher than the other level (p<0.05), but lowest FCR as 1.44. All of fish condensate replacement diets were no effect on liver histology, hematology and survival rate (p>0.05). The current study concluded that at 40% of fish meal protein replacement with fish condensate in diet was optimum for seabass feed taking into account the weight increase and economic returns with lowest production cost of 36.22±0.81 baht/kg and could reduce the feed cost production of fish up to 39.68 baht/kg, equivalent to 52.27% compared on the pellet diet. Secondly, the experiment on replacement of fish meal protein with fish condensate in diet of nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.), all diets were contained 30% protein in seven formulas with varying levels ; 0, 5, 10, 15, 20, 30 and 50% of fish condensate replacement (formula 1-7) compared with pellet diet (formula 8), respectively. Fish with initial average weight 18.43±3.13 g. were reared in 1.5x1.5x2 m.

net cage at the stocking rate of 50 fishes per cage. They were fed to apparent satiation twice daily for 8 months. The result showed that at 20% of fish meal replacement with fish condensate group was highest growth performance as weight gain and specific growth rate were not significantly different (p>0.05) with 0%, 15%, 30% and 50% level (formula 1, 4, 6 and 7), but significantly different (p<0.05) with formula 8, 10 and 5% respectively. All of the diet formulas were increased numerous lipid droplets in liver cells but has no effect on hematology and survival rate (p>0.05). The current study concluded that the at 20% of fish meal protein replacement with fish condensate in diet was optimum for nile tilapia feed taking into account the weight increase and economic returns with lowest production cost of 55.47$\pm$1.33 baht/kg and could reduce the feed cost production of fish up to 14.76 baht/kg, equivalent to 21.02% compared on the pellet diet.

Remarks on about this experiments for feed cost production and growth performance of fishes. The result showed that feed cost per kilogram of nile tilapia, a herbivorous fish, which have low protein content in diet, but lower than feed cost per kilogram in seabass, a carnivorous fish. While, feed cost production per kilogram of nile tilapia higher than seabass. Because of the feeding of nile tilapia higher than seabass but feed conversion was lower. Whereas, the growth performance on both fishes found that growing size lower than the actual farmers. Which should weigh range 600-800 grams of sea bass and 600-700 grams of tilapia culture as equal period. That may be due to season, weather, water temperature and experiment pond without adequate trials. The details have already mentioned in all two research projects.

คำสำคัญ

- น้ำนึ่งปลา
- อาหารปลา
- ปลากะพงขาว
- ปลานิล
- จังหวัดตรัง
- Fish condensate
- Fish diet
- Seabass (*Lates calcarifer* Bloch, 1790)
- Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.)
- Trang Province

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	
บทคัดย่อ	
คำสำคัญ	
สารบัญเรื่อง	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
บทนำรวม	
1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
3. รายละเอียดการเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย	3
4. สรุปผลการศึกษา	6
5. ประโยชน์ที่ได้รับ	8
6. หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	8
โครงการย่อยที่ 1 การประยุกต์ใช้น้ำนึ่งปลาเป็นวัตถุดิบอาหารเพื่อลดการใช้ปลาป่นใน อาหารปลากะพงขาว	
บทคัดย่อ	9
บทนำ	11
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	14
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	26
ผลการวิจัย	35
อภิปรายและวิจารณ์ผล	49
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก 1	65
โครงการย่อยที่ 2 ผลของการใช้น้ำนึ่งปลาเป็นวัตถุดิบอาหารเพื่อลดการใช้ปลาป่นใน อาหารปลานิล	
บทคัดย่อ	74
บทนำ	76
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	79

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	86
ผลการวิจัย	93
อภิปรายและวิจารณ์ผล	106
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	112
บรรณานุกรม	114
ภาคผนวก 2	119
รายนามคณะนักวิจัย	130

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง จากการวิเคราะห์	16
2	องค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำนึ่งปลาทูน่า	24
3	องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารปลากะพงขาว	28
4	สูตรอาหารปลากะพงขาวที่มีการทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากน้ำนึ่งปลา (%) ที่ได้จากการคำนวณ	29
5	องค์ประกอบกรดอะมิโนในน้ำนึ่งปลา	30
6	องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนึ่งปลา	31
7	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารปลากะพงขาว (ค่าเฉลี่ย±SD)	32
8	การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารระดับต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 8 เดือน	38
9	น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารระดับต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 8 เดือน	41
10	อัตราการรอดตายของปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารระดับต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาของการเลี้ยง ตลอดระยะเวลา 8 เดือน	42
11	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ราคาค่าอาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตปลากะพงขาว ที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหาร	44
12	ค่าองค์ประกอบเลือดของปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 8 เดือน	45
13	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 8 เดือน	46
14	คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาว ด้วยอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 8 เดือน	48
15	องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารปลานิล	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	สูตรอาหารปลานิลที่มีการทดแทนโปรตีนจากปลาป่นด้วยโปรตีนจากน้ำนึ่งปลา (%) ที่ได้จากการคำนวณ	88
17	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารปลานิลทดลอง (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	90
18	การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลานิล ที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหาร ระดับต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 8 เดือน	96
19	น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลานิล ที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหาร ระดับต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 8 เดือน	99
20	อัตราการรอดตายของปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารระดับต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาของการเลี้ยง ตลอดระยะเวลา 8 เดือน	100
21	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ราคาค่าอาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตปลานิล ที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหาร	102
22	ค่าองค์ประกอบเลือดของปลานิล ที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 8 เดือน	103
23	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลานิล ที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 8 เดือน	104
24	คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองเลี้ยงปลานิล ด้วยอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 8 เดือน	105

ตารางผนวกที่

1	องค์ประกอบกรดอะมิโนในอาหารปลากะพงขาว	66
2	องค์ประกอบกรดไขมันในอาหารปลากะพงขาว	68
3	องค์ประกอบกรดอะมิโนในอาหารปลานิล	120
4	องค์ประกอบกรดไขมันในอาหารปลานิล	122

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีน้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารระดับต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 8 เดือน	39
2	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (กรัม) ของปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นระดับต่าง ๆ กัน ในเดือนที่ 8 ของการทดลอง	40
3	การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นระดับต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 8 เดือน	97
4	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (กรัม) ของปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีการใช้น้ำนึ่งปลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นระดับต่าง ๆ กัน ในเดือนที่ 8 ของการทดลอง	98

ภาพผนวกที่

1	วางกระชังทดลองในบ่อพักน้ำ	70
2	ขึงกระชังทดลองกับโครงกระชัง	70
3	กรอบท่อ PVC ใส่ทรายถ่วงกระชัง	70
4	ใส่ท่อ PVC ถ่วงก้นกระชังให้คงรูป	70
5	กระชังที่เตรียมพร้อมสำหรับทดลอง	70
6	ขนส่งปลากะพงขาวจากฟาร์มเอกชน	70
7	พักปลากะพงขาวเพื่อสุ่มนับจำนวน	70
8	ปลากะพงขาวที่ใช้ทดลอง	70
9	สุ่มนับจำนวนปลาที่ใช้ทดลอง	71
10	ปล่อยปลาลงกระชังทดลอง	71
11	ชั่งวัตถุดิบอาหารตามสูตรทดลอง	71
12	นำวัตถุดิบอาหารเข้าเครื่องอัดเม็ด	71
13	อบอาหารที่อัดเม็ดแล้วในตู้อบ	71
14	อาหารทดลองที่อบเสร็จแล้ว	71
15	วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีในอาหาร	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
16	วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน	71
17	titrate หาปริมาณโปรตีน	72
18	ให้อาหารปลาทดลอง	72
19	ยกกระชังเพื่อสุ่มปลาทดลอง	72
20	สุ่มปลากะพงขาวจากกระชังทดลอง	72
21	ชั่งน้ำหนักปลาทดลองทุกๆ เดือน	72
22	นับอัตรารอดตายของปลาทดลอง	72
23	เก็บกระชังเลี้ยงปลาทดลองที่สกปรก	72
24	ทำความสะอาดกระชังทดลอง	72
25	ตับปลากะพงขาวจากสูตร 1 (0%)	73
26	ตับปลากะพงขาวจากสูตร 2 (10%)	73
27	ตับปลากะพงขาวจากสูตร 3 (20%)	73
28	ตับปลากะพงขาวจากสูตร 4 (30%)	73
29	ตับปลากะพงขาวจากสูตร 5 (40%)	73
30	ตับปลากะพงขาวจากสูตร 6 (50%)	73
31	ตับปลากะพงขาวจากสูตร 7 (60%)	73
32	ตับปลากะพงขาวจากอาหารเม็ด	73
33	วัตถุดิบอาหารที่ใช้ทดลอง	125
34	ผสมวัตถุดิบอาหารตามสูตรอาหาร	125
35	ผสมวัตถุดิบอาหารที่เป็นของเหลว	125
36	คลุกเคล้าผสมวัตถุดิบอาหารให้ทั่ว	125
37	วัตถุดิบอาหารที่ผสมเสร็จแล้ว	125
38	นำวัตถุดิบอาหารเข้าเครื่องอัดเม็ด	125
39	อาหารที่ผ่านการบีบอัดเป็นเส้นยาว	125
40	อบอาหารที่ผลิตแล้วในตู้อบ	125
41	วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีในอาหาร	126
42	วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน	126
43	วิเคราะห์หาปริมาณไขมัน	126
44	เตรียมบ่อดินที่ใช้ในการทดลอง	126

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
45	เตรียมโครงกระชังสำหรับเลี้ยงปลา	126
46	กระชังสำหรับใส่ปลาทดลอง	126
47	ผูกกระชังสำหรับเลี้ยงปลาทดลอง	126
48	กระชัง 4 ใบใน 1 โครงกระชัง	126
49	กระชังปลานิลที่ทำการทดลองเลี้ยง	127
50	ปิดตาข่ายกันนกลงไปกินปลา	127
51	สุ่มปลาทดลองศึกษาการเจริญเติบโต	127
52	ปลานิลที่ทำการทดลองเลี้ยง	127
53	ชั่งน้ำหนักปลาทดลองเลี้ยงในกระชัง	127
54	ปลาที่รวบรวมมาทำการศึกษา	127
55	ปล่อยปลากลับกระชังหลังชั่งน้ำหนัก	127
56	กระชังชุดการทดลองที่ใช้อาหารเม็ด	127
57	สลบปลานิลเตรียมดูดเลือด	128
58	ดูดเลือดปลานิลไปวิเคราะห์	128
59	เตรียมเลือดปลาไปวิเคราะห์	128
60	เตรียมการวิเคราะห์พลาสมาโปรตีน	128
61	เลือดปลานิลที่ใช้ทดลอง	128
62	แยกพลาสมาจากเม็ดเลือด	128
63	วิเคราะห์โปรตีนในพลาสมา	128
64	โปรตีนในพลาสมาของเลือดปลานิล	128
65	ตับปลานิลได้รับอาหารสูตร 1 (0%)	129
66	ตับปลานิลได้รับอาหารสูตร 2 (5%)	129
67	ตับปลานิลได้รับอาหารสูตร 3 (10%)	129
68	ตับปลานิลได้รับอาหารสูตร 4 (15%)	129
69	ตับปลานิลได้รับอาหารสูตร 5 (20%)	129
70	ตับปลานิลได้รับอาหารสูตร 6 (30%)	129
71	ตับปลานิลได้รับอาหารสูตร 7 (50%)	129
72	ตับปลานิลได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป	129