



## รายงานการวิจัย

การใช้น้ำหมักโปรตีนชีวภาพในอาหารปลาอุกผสม

**Utilization of Bio-Fermented Liquid Protein in Hybrid Catfish**

**(*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) feed**

วรวุฒิ เกิดปราง

Worawut Koedprang

ปรีดา ภูมิ

Preeda Phumee

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีพุทธศักราช 2555

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ประจำปีพุทธศักราช 2555

ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง และสถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณทีมวิจัย และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิสาหกิจ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ที่ให้การสนับสนุนต่าง ๆ ตลอดการวิจัยจนกระทั่งสำเร็จลุล่วง

วรวิติ เกิดปราง

ปรีดา ภูมิ

กุมภาพันธ์ 2556

# การใช้น้ำหมักโปรตีนชีวภาพในอาหารปลาดุกลูกผสม

วรวิทย์ เกิดปราง<sup>1</sup> และ ปรีดา ภูมิ<sup>1</sup>

## บทคัดย่อ

เศษปลาข้างเหลือง ประกอบด้วยส่วนหัว ท้อง และหาง นำมาผ่านการหมักด้วยจุลินทรีย์ (EM) และกากน้ำตาล ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ นำไปบดให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และบดให้เป็นผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา และนำไปผสมอาหารอาหารในอัตราส่วน 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โดยผสมกับปลายข้าวต้มสุก รำละเอียด วิตามินรวม น้ำมันพืช และสารเหนียว และอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลาดุกเป็นอาหารกลุ่มควบคุม ในการเลี้ยงปลาดุกลูกผสม โดยทำการทดลองชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง จนกระทั่งอ้อมเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด ส่วนปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา มีการเจริญเติบโตที่ต่ำ จากผลการทดลองอาจเนื่องจากปริมาณโปรตีนในอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพยังอยู่ในระดับต่ำ ยังไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสม ส่วนอัตราการรอดตายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป

คำสำคัญ : เศษปลา, ปลาหมัก, ปลาดุกลูกผสม

<sup>1</sup> คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

## Utilization of Bio-Fermented Liquid Protein in Hybrid Catfish

(*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) feed

Worawut Koedprang<sup>1</sup> and Preeda Phumee<sup>1</sup>

### Abstract

Fish waste, comprising viscera and head of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolipis*), was fermented with EM and molasses at 30°C for four weeks. Then the combination was dehydrated in hot air oven at 60°C and then was ground before mixing in the diet. Fermented fish waste meal (FFWM) was mixed with cook-broken rice, rice bran, premix and vegetable oil to prepare four experimental diets containing 30, 40, 50 and 60 percent FFWM (D1-D4). The commercial diet (D5) was used as a control diet. The diets were applied to hybrid catfish. Each diet was fed to triplicate groups of fish twice a day, daily until satiation for eight weeks. Weight and survival rate of fish were evaluated after the period of eight weeks. The results showed that hybrid catfish fed on commercial diet presented the highest growth performance. The fish fed on diets containing FFWM (D1-D4) showed poor growth. These results may be due to insufficient protein for growth of these fish. Survival rate of hybrid catfish showed non statistic significant difference between D1-D3 with D5 while D4 was difference from D5.

**Key Words:** Fish waste, fermented fish, hybrid catfish

---

<sup>1</sup> Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(ก)
สารบัญตาราง	(ข)
สารบัญภาพ	(ค)
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	3
วิธีดำเนินการวิจัย	4
ผลการวิจัย	7
วิจารณ์ผลการวิจัย	13
สรุปผลการวิจัย	15
ข้อเสนอแนะ	16
เอกสารอ้างอิง	17
ภาคผนวก	20

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	ส่วนผสมของอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา	5
2	คุณค่าทางอาหารของผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ผ่านการหมัก ในระยะเวลาต่างกัน	7
3	คุณค่าทางอาหารของอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ระดับต่างกัน และอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาลูก	9
4	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม $\pm$ SE) ของปลาลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนชีวภาพ จากเศษปลาระดับต่างกัน เมื่อทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	9
5	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์ $\pm$ SD) ของปลาลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม ผงโปรตีนชีวภาพจากเศษปลาระดับต่างกัน เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	11

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาคุณลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนชีวภาพจากเศษปลาระดับต่างกัน เมื่อทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	10
2	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ตายของปลาคุณลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนชีวภาพจากเศษปลาระดับต่างกัน เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์	12
ภาพผนวกที่		
1	โปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา	21
2	ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา	21

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

## บทนำ

ปลาดุกลูกผสม เป็นปลาเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมในหมู่ผู้บริโภค และได้มีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย ดังจะเห็นได้จากโรงเพาะฟักสัตว์น้ำที่มีการเพาะพันธุ์และเลี้ยงกันอยู่ทั่วไป อาหารที่นิยมใช้เลี้ยงปลาดุกลูกผสม คือ อาหารเม็ดสำเร็จรูป ซึ่งมีการใช้ปลาป่นเป็นวัตถุดิบหลักสำคัญในการผลิตอาหารสัตว์น้ำ แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมอาหารสัตว์น้ำได้พัฒนามากขึ้น ทำให้ปลาป่นมีราคาสูงขึ้นตามความต้องการของตลาด ส่งผลถึงราคาอาหารสัตว์น้ำที่สูงขึ้นตาม แต่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่ยังนิยมใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเพราะสะดวกในการใช้ จึงทำให้ต้นทุนการในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำค่อนข้างสูง ในขณะที่ปัจจุบันเศษปลาซึ่งเป็นส่วนเหลือจากอุตสาหกรรมประมง หรือจากตลาดสด มักถูกทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ หากมีการนำเศษปลาเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์จะเป็นช่วยการเพิ่มมูลค่าแก่เศษปลา อีกทั้งเป็นการลดมลพิษที่เกิดขึ้นจากการทิ้งให้นำสลای ซึ่งวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ คือการนำมาเศษปลามาหมักเพื่อให้เกิดการย่อยสลایโดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพไม่มีอากาศ (anaerobic condition) โดยมีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลایให้กลายเป็นสารละลาย รวมถึงการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือมีการเติมเอนไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลای ทำให้เกิดกระบวนการย่อยได้เร็วขึ้นของเหลว หรือน้ำหมักที่ได้จะมีทั้งจุลินทรีย์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นหลากหลายชนิด รวมทั้งมีสารประกอบที่สกัดได้พวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่นๆ จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในน้ำหมักชีวภาพส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแลคติกซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญ คือสามารถผลิตกรดแลคติก ซึ่งทำให้น้ำหมักมีสภาพเป็นกรด และไปยับยั้งไม่ให้แบคทีเรียกลุ่มอื่นแพร่ขยายเพิ่มขึ้น และยังสามารถสร้างสาร bacteriocin ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียชนิดอื่น (Natisri, et al., 2005) และยังช่วยป้องกันการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในคน และช่วยรักษาคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพได้ (Kantachote and Charenjiratrakul, 2008; Prachyakij, et al., 2007; Prachyakij, et al., 2008)



การใช้ปลาหมักในส่วนผสมของอาหารได้มีการศึกษาและนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ Aksnes, et al.(2006 a) และ Aksnes, et al. (2006 b) รายงานว่าปลาหมักสามารถใช้ในอาหารสัตว์น้ำ และมีผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำหลายชนิด ได้แก่ ปลายี่สกเทศ (*Labeo rohita*) (Mondal, et al., 2007) ปลาอุกเทศ (*Clarias gariepinus*) (Fagbenro, et al., 1995) ปลา coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) (Murray, et al., 2003) ปลานิล (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) (Oliveira Cavalheiro, et al., 2007) และปลาเป็ญ (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg 1887) (Wicki, et al., 2012) และยังเกิดผลต่อการช่วยลดมลพิษในสภาพแวดล้อมรวมถึงการลดต้นทุนในการผลิตสัตว์น้ำ (Mondal, et al., 2007)

ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้ศึกษา ประสิทธิภาพของการใช้เศษเหลือของปลาในการทำโปรตีนหมักชีวภาพเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนของอาหารปลาดุกลูกผสม และผลจากการทดลองนี้สามารถนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ และสามารถประยุกต์ ใช้กับวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำในท้องถิ่นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเกษตรกรที่ขาดเงินทุนและความรู้ในการผลิตอาหารสมทบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณค่าทางอาหารในโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การศึกษาปริมาณคุณค่าทางอาหารของโปรตีนหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษปลา

นำเศษเหลือของปลาข้างเหลือ ซึ่งประกอบด้วยส่วนหัว ส่วนท้อง และส่วนหาง บดให้ละเอียดและผสมกับส่วนผสมตามสูตร (ปรับปรุงสูตรของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย)

1. เศษเหลือของปลา	1 กิโลกรัม
2. กากน้ำตาล	1 กิโลกรัม
3. EM เข้มข้น	150 มิลลิลิตร
4. น้ำสะอาด	200 มิลลิลิตร

ผสมให้เข้ากันใส่ในภาชนะที่บดแสง และมีฝาปิดมิดชิด ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง เปิดฝาค้นติดต่อกันอย่างน้อยเป็นเวลา 7 วัน โดยจะสังเกตเห็นว่าเริ่มเกิดการย่อยเป็นตะกอนด้านล่าง ทำการหมักเป็นระยะเวลา 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ (ภาพผนวกที่ 1) วัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH) และความชื้นในโปรตีนหมักชีวภาพ หลังจากนั้น นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และบดละเอียด (ภาพผนวกที่ 2) ทำการวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ความชื้น และเถ้า ในผงโปรตีนหมักชีวภาพ ตามวิธีการของ AOAC (1997)

### 2. การทดสอบประสิทธิภาพของโปรตีนหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษเหลือของปลา ในอาหารเลี้ยงปลาตุ๊กตูกผสม

2.1 หลังจากศึกษาปริมาณโปรตีนของผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา นำผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่มีปริมาณโปรตีนสูงสุด (จากการศึกษาในข้อ 1) มาเลี้ยงผลิตอาหารเลี้ยงปลาตุ๊กตูกผสม โดยการนำผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาผสมกับอาหารผสมในอัตราส่วนต่างกัน 4 ระดับ คือ 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ของอาหารผสม โดยอาหารผสมประกอบด้วยวัตถุดิบอาหารสัตว์ ดังนี้ ปลาขี้ตมสุก รำละเอียด วิตามินและแร่ธาตุรวม (พรีมิกซ์) น้ำมันพืช และสารเหนียว (CMC) ดังตารางที่ 1 แล้วนำส่วนผสมที่ได้อัดเม็ดและอบให้แห้งที่ 60 องศาเซลเซียส

2.2 คัดเลือกปลาคุณภาพผสมขนาดประมาณ 10 เซนติเมตร ปล่อยกลงเลี้ยงในบ่อซีเมนต์กลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ระดับน้ำสูง 30 เซนติเมตร ให้อากาศตลอดเวลา จำนวนหน่วย การทดลองละ 20 ตัว ซึ่งน้ำหนักรวมของปลาแต่ละหน่วยการทดลอง โดยแบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง จำนวนชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ โดยเป็นชุดการทดลองอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษ ปลา 4 ระดับ และชุดควบคุมที่ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาดูกระดับโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา

วัตถุดิบ	อัตราส่วน			
	D1	D2	D3	D4
ปลาหมักผง	30	40	50	60
ปลายข้าว	40	30	20	10
รำละเอียด	24	24	24	24
ฟอสฟอรัส	2	2	2	2
น้ำมันพืช	2	2	2	2
สารเหนียว	2	2	2	2
<b>รวม</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

2.3 ให้อาหารปลากินอาหารจมน้ำ วันละ 2 เวลา เช้า และเย็น โดยเก็บอาหารที่เหลือออก หลังจากปลากินอิ่มแล้ว ทำการเลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 2 วัน

#### 2.4 การเก็บข้อมูล

2.4.1 ทำการชั่งน้ำหนักปลาทดลองทุกตัว เมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง และชั่งน้ำหนักรวมในสัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 และบันทึกปริมาณอาหารที่กินของปลาแต่ละหน่วยการทดลอง

2.4.2 ตรวจสอบจำนวนปลาแต่ละหน่วยการทดลอง เพื่อหาอัตราการรอดตาย

## 2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD (Analysis of Variance in Complete Randomize Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย DMRT

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

## ผลการวิจัย

### 1. การศึกษาปริมาณคุณค่าทางอาหารของโปรตีนหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษเหลือของปลา

เมื่อหมักเศษเหลือออกของปลาปลาเป็นระยะเวลา 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ จนได้โปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา อบอุ่นให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และบดเป็นผง ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารพบว่า ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ผ่านการหมักในสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย เท่ากับ 21.28 21.87 23.20 และ 25.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเฉลี่ย เท่ากับ 68.38 67.23 65.66 และ 62.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณไขมันเฉลี่ย เท่ากับ 3.30 3.86 4.06 และ 4.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณเถ้าเฉลี่ย เท่ากับ 7.04 7.04 7.08 และ 7.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าความเป็นกรดต่างเฉลี่ย เท่ากับ 4.24 4.10 4.02 และ 4.12 ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีระดับโปรตีนสูงสุด ดังตารางที่ 2 โดยระดับโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น มีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และ ความเป็นกรดลดลง เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ผ่านการหมักในระยะเวลาต่างกัน

ระยะเวลา (สัปดาห์)	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)				ความชื้น	pH
	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	เถ้า		
0	22.56	67.12	3.13	7.19	58.66	5.38
1	21.28	68.38	3.30	7.04	60.66	4.24
2	21.87	67.23	3.86	7.04	60.69	4.10
3	23.20	65.66	4.06	7.08	63.15	4.02
4	25.47	62.93	4.36	7.24	63.88	4.12

หมายเหตุ คาร์โบไฮเดรตคำนวณจาก (100-เปอร์เซ็นต์โปรตีน - เปอร์เซ็นต์ไขมัน - เปอร์เซ็นต์เถ้า)

## 2. การทดสอบประสิทธิภาพของโปรตีนหมักชีวภาพที่ผลิตจากเศษปลา ในอาหารเลี้ยงปลา ลูก ลูกผสม

### 2.1 การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก

เมื่อนำผง โปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ มาผลิตอาหารเลี้ยงปลาลูกผสมตามอัตราส่วนผสมของผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ (D1-D4 ตามลำดับ) อาหารที่ผลิตได้มีปริมาณโปรตีน 13.27 14.64 15.66 และ 16.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และคุณค่าทางอาหารอื่น ๆ ดังตารางที่ 3 โดยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาคูกระดับโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นชุดควบคุม (D5) ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในครั้งนี้นับว่ามีปริมาณโปรตีน 28.84 เปอร์เซ็นต์ หลังจากทำการเลี้ยงปลาลูกผสมเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

เมื่อเริ่มการทดลองน้ำหนักปลาลูกผสมในแต่ละชุดการทดลอง (D1-D5) มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 4.64 4.66 4.60 และ 4.60 กรัม ตามลำดับ โดยน้ำหนักเฉลี่ยทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 1

น้ำหนักปลาลูกผสม เมื่อทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ในแต่ละชุดการทดลอง (D1-D5) มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 5.26 5.44 5.28 5.37 และ 6.13 กรัม ตามลำดับ โดยน้ำหนักเฉลี่ยทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 1

น้ำหนักปลาลูกผสม เมื่อทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ในแต่ละชุดการทดลอง (D1-D5) มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 4.56 4.78 4.74 และ 7.18 กรัม ตามลำดับ โดยน้ำหนักเฉลี่ยชุดการทดลอง D1-D4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ทั้ง 4 ชุดการทดลองนี้มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลอง D5 ( $P<0.01$ ) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 1

น้ำหนักปลาลูกผสม เมื่อทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในแต่ละชุดการทดลอง (D1-D5) มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 5.03 4.59 4.49 5.08 และ 8.37 กรัม ตามลำดับ โดยน้ำหนักเฉลี่ยชุดการทดลอง D1-D4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ทั้ง 4 ชุดการทดลองนี้มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลอง D5 ( $P<0.01$ ) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 1

น้ำหนักปลาลูกผสม เมื่อทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ในแต่ละชุดการทดลอง (D1-D5) มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 4.77 4.84 5.22 และ 8.75 กรัม ตามลำดับ โดยน้ำหนักเฉลี่ย

ชุดการทดลอง D1-D4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ทั้ง 4 ชุดการทดลองนี้มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลอง D5 ( $P<0.01$ ) ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 1

ตารางที่ 3 คุณค่าทางอาหารของอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่ระดับต่างกัน และอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาดุก

อาหาร	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง)				ความชื้น
	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต	ไขมัน	เถ้า	
D1	13.27	82.02	3.47	1.24	4.40
D2	14.64	78.43	5.47	1.46	6.03
D3	15.66	78.63	4.03	1.68	6.81
D4	16.91	76.08	5.06	1.95	6.63
D5	28.48	65.72	4.51	1.29	10.84

หมายเหตุ คาร์โบไฮเดรตคำนวณจาก (100-เปอร์เซ็นต์โปรตีน - เปอร์เซ็นต์ไขมัน - เปอร์เซ็นต์เถ้า)

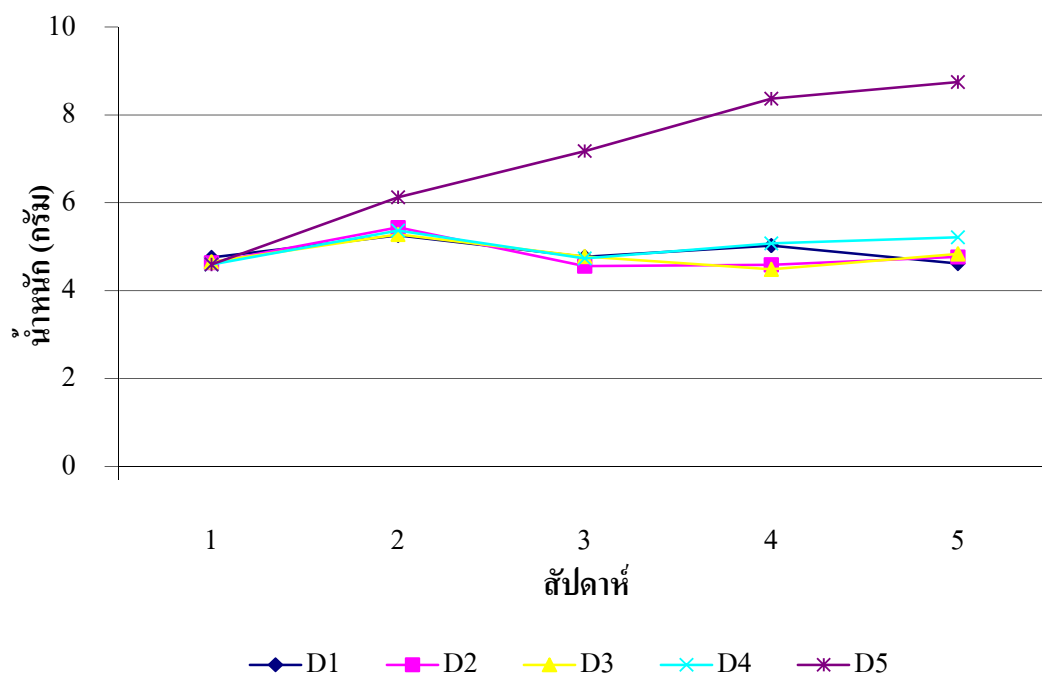
ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม±SE) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนชีวภาพจากเศษปลาระดับต่างกัน เมื่อทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)				
	D1	D2	D3	D4	D5
0	4.76 ± 0.09a	4.64 ± 0.02a	4.66 ± 0.01a	4.60 ± 0.09a	4.60 ± 0.05a
2	5.26 ± 0.44a	5.44 ± 0.19a	5.28 ± 0.16a	5.37 ± 0.19a	6.13 ± 0.17a
4	4.77 ± 0.26a	4.56 ± 0.28a	4.78 ± 0.11a	4.74 ± 0.04a	7.18 ± 0.49b
6	5.03 ± 0.29a	4.59 ± 0.24a	4.49 ± 0.20a	5.08 ± 0.25a	8.37 ± 0.66b
8	4.62 ± 0.22a	4.77 ± 0.10a	4.84 ± 0.39a	5.22 ± 0.19a	8.75 ± 0.92b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

( $P<0.01$ )





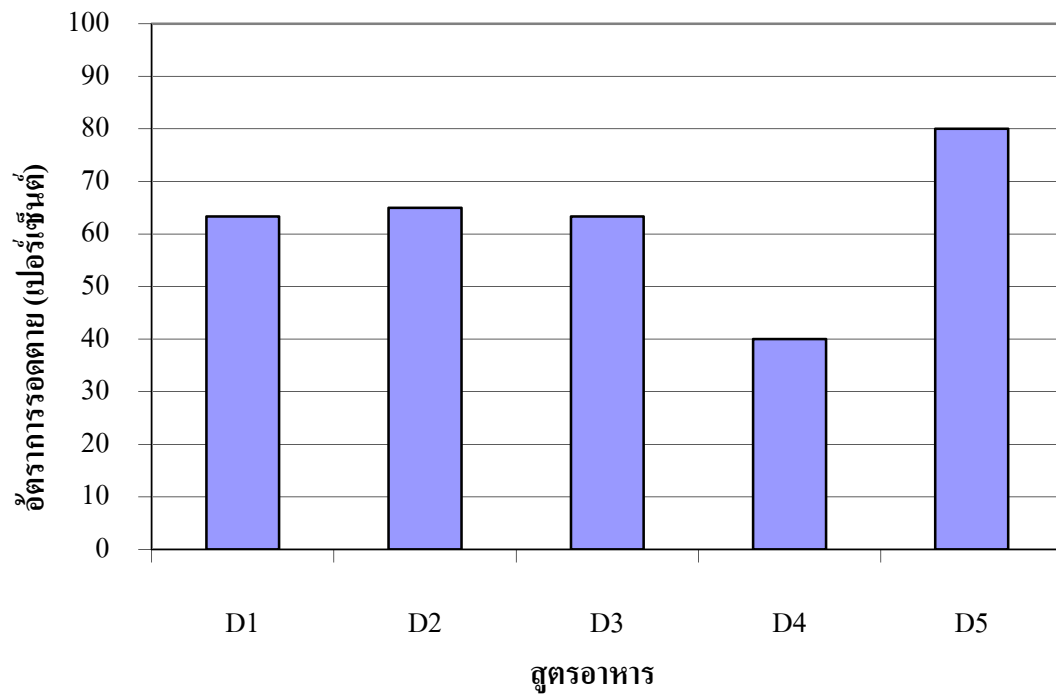
ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปลาคูกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนชีวภาพจากเศษปลาระดับต่างกัน เมื่อทำการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

## 2.2 อัตราการรอดตาย

เมื่อทำการเลี้ยงปลาคุกกูผสมเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ในแต่ละชุดการทดลอง (D1-D5) มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 63.33 65.00 63.33 40.00 และ 80.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยอัตราการรอดตายเฉลี่ยของชุดการทดลอง D5 มีอัตราการรอดตายสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลอง D1-D3 แต่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P<0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลอง D4 ที่มีอัตราการรอดตายต่ำสุด ขณะที่ D4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ D1-D3 ดังตารางที่ 5 และภาพที่ 2

ตารางที่ 5 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์  $\pm$  SD) ของปลาคุกกูผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนชีวภาพจากเศษปลาระดับต่างกัน เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

สูตรอาหาร	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
D1	63.33 $\pm$ 14.53ab
D2	65.00 $\pm$ 11.53ab
D3	63.33 $\pm$ 1.67ab
D4	40.00 $\pm$ 5.00a
D5	80.00 $\pm$ 2.89b



ภาพที่ 2 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลาคูกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนชีวภาพจากเศษปลาระดับต่างกัน เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

## วิจารณ์ผลการวิจัย

เมื่อหมักเศษปลาเป็นระยะเวลาต่างกัน 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่หมักเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ 25.47 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) จึงนำไปใช้ในการผลิตอาหารเพื่อเลี้ยงปลาคุณลักษณะ โดยใช้อัตราส่วนของผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ และใช้อาหารสำเร็จรูปสำหรับปลาคุณลักษณะโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นชุดควบคุม พบว่า ปลาคุณลักษณะที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาทุกชุด มีการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป อาจเนื่องจากระดับโปรตีนในอาหารที่ผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลามีระดับโปรตีนที่ต่ำ จึงยังไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของปลาคุณลักษณะ ในขณะที่ปลาคุณลักษณะจัดเป็นปลาในกลุ่มที่กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous) แต่ก่อนไปทางกินเนื้อมากกว่าพืช มีความต้องการโปรตีนประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์ (อมรรัตน์ และคณะ, 2548) แต่อย่างไรก็ตามอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลาทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสำเร็จรูปจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลามีประสิทธิภาพในการที่จะใช้ผสมอาหารเลี้ยงปลาคุณลักษณะ แต่ในการผลิตอาหารจะต้องมีการเพิ่มปริมาณโปรตีนให้สูงขึ้น ดังเช่น การทดลองเลี้ยงปลา Atlantic salmon (*Salmo salar*) ของ Refstie *et al.* (2004) โดยใช้อาหารที่ผสมโปรตีนสกัดจากปลา (fish protein hydrolysate) 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มควบคุมไม่ได้ผสมโปรตีนสกัดจากปลา โดยอาหารทุกสูตรมีระดับโปรตีนที่เท่ากัน ผลการทดลองพบว่าปลาที่มีการเจริญเติบโตดีกว่าอาหารที่ไม่ได้ผสมการทดลอง การศึกษาครั้งนี้มีการใช้ผงโปรตีนชีวภาพสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในอัตราที่ค่อนข้างสูงแต่ปริมาณโปรตีนในอาหารก็ไม่สูงมากนัก และอาจก่อให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ระหว่างกรดอะมิโนในผงโปรตีนหมักชีวภาพกับคาร์โบไฮเดรต มีผลทำให้คุณภาพของสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารลดลง (Fagbenro, et al., 1994) ดังนั้นในการนำผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาไปใช้อาจต้องใช้ร่วมกับแหล่ง โปรตีนชนิดอื่น ๆ เช่น ปลาป่น หรือ กากถั่วเหลือง ในสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารให้สูงขึ้นและเหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตของปลาคุณลักษณะ

ในการทดลองครั้งนี้พบว่า ปลามีการยอมรับอาหารที่ผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาอาจเนื่องจากกลิ่นของผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา ที่มีส่วนผสมของกากน้ำตาลและโปรตีนที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ทำให้ได้สารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน สอร์โอมิน เอนไซม์ และอื่นๆ ดังที่ Akanes, et al. (2006 c) รายงานว่าความอยากอาหาร และการดึงดูดการกินอาหารของปลา เกิดจากนิวกลิโอไทด์ และกรดอะมิโนอิสระที่มีอยู่ในอาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

## สรุปผลการวิจัย

1. การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาที่มีการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลาดุก
2. อัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลามีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลาดุก
3. ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลามีประสิทธิภาพในการใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารปลาดุกลูกผสม แต่ไม่เหมาะที่จะใช้ผงโปรตีนหมักชีวภาพเพียงอย่างเดียวในอาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาการใช้ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาผสมกับแหล่งโปรตีนอื่น ๆ เช่น ปลาป่น กากถั่วเหลือง ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อที่จะได้เพื่อเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารให้สูงขึ้นและเหมาะต่อการเจริญเติบโตของปลาคูกลูกผสม
2. ควรศึกษาการใช้ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลาเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์น้ำชนิดอื่นต่อไป เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การลดต้นทุนการผลิต รวมทั้งช่วยลดมลพิษต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

## เอกสารอ้างอิง

- อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล, พิสมัย สมสืบ, นุชนรี ทองศรี และสาวิตรี วงศ์สุวรรณ. 2548. อาหารและการผลิตอาหารสัตว์น้ำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 69 น.
- Aksnes, A., Hope, B. and Albrektsen, S. 2006 a. Size-fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high plant protein diets. II: Flesh quality, absorption, retention and fillet levels of taurine and anserine. [doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.07.026]. *Aquaculture*. 261(1): 318-326.
- Aksnes, A., Hope, B., Høstmark and Albrektsen, S. 2006 b. Inclusion of size fractionated fish hydrolysate in high plant protein diets for Atlantic cod, *Gadus morhua*. [doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.07.038]. *Aquaculture*. 261(3): 1102-1110.
- Aksnes, A., Hope, B., Jönsson, E., Björnsson, B. T. and Albrektsen, S. 2006 c. Size-fractionated fish hydrolysate as feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed high plant protein diets. I: Growth, growth regulation and feed utilization. [doi: 10.1016/j.aquaculture.2006.07.025]. *Aquaculture*. 261(1):305-317.
- AOAC. 1997. Animal feeds. Chapter 4. In P. A. Cunniff (Ed.), Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists International (16th ed., Vol. 1, pp. 1-3). Arlington, VA, USA.
- Fagbenro, O. and Jauncey, K. 1995. Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) fed dry diets containing co-dried lactic-acid-fermented fish-silage and protein feedstuffs. [doi: 10.1016/0960-8524(94)00064-8]. *Bioresource Technology*. 51(1): 29-35.
- Fagbenro, O., Jauncey, K. and Haylor, G. 1994. Nutritive value of diets containing dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal for juvenile *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. *Aquat. Living Resou.*, 7:79-85.



- Kantachote, D. and W. Charernjiratrakul. 2008. Selection of lactic acid bacteria from fermented plant beverages of use as inoculants for improving the quality of the finished product. Pak. J. Biol. Sci.:1-8.
- Mondal, K., Kaviraj, A., Mukhopadhyay, P. K., Datta, M. and Sengupta, C. 2007. Evaluation of fermented fish offal in formulated diet of the Indian major carp, rohu, *Labeo rohita* (Hamilton). [doi:10.3750/AIP2007.37.2.06]. Acta Ichthyologica Et Piscatoria. 37(2): 99-105.
- Murray, A. L., Pascho, R. J., Alcorn, S. W., Fairgrieve, W. T., Shearer, K. D. and Roley, D. 2003. Effects of various feed supplements containing fish protein hydrolysate or fish processing by-products on the innate immune functions of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). [doi: 10.1016/S0044-8486(02)00426-X]. Aquaculture. 220(1-4): 643-653.
- Natisri, K., J. Ponggun, S. Tayatum, H. Jaigowna, W. Suranarakun, P. Phumkachorn and P. Rattanachaikunsopon. 2005. Characterization of Bacteriocin produced by lactic acid bacteria M3 isolated from fermented food. Report of 31<sup>st</sup> Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology, 18-22 October 2005.
- Oliveira Cavalheiro, J. M., Oliveira de Souza, E. and Bora, P. S. 2007. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. [doi: 10.1016/j.biortech.2006.02.018]. Bioresource Technology. 98(3): 602-606.
- Prachyakij, P., J. Schnurer, W. Charernjiratrakul and D. Kantachote. 2007. Selection and identification of lactic acid bacteria that inhibit yeast contaminants isolated from fermented plant beverages. Songklanakarin J. Sci. Technol. 29 : 211-218.
- Prachyakij, P, W. Charernjiratrakul and D. Kantachote. 2008. Improvement in the quality of a fermented seaweed beverage using antiyeast starter of *Lactobacillus plantarum* DW3 and partial sterliaztion. World J. Microbiol. Biotechnol. 24 : 1713-1720.

- Refstie, S., Olli, J. J. and Standal, H. 2004. Feed intake, growth, and protein utilisation by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. [doi: 10.1016/j.aquaculture.2004.06.015]. *Aquaculture*. 239 (1-4): 331-349.
- Wicki, G., Merino, O. G., Caló, P. and Sal, F. 2012. Use of High Content Fish Silage Wet Food in Final Growth out of Pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg 1887) in Northeast Argentina. *Journal of Agricultural Science and Technology*. B(2): 307-311.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 โปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา



ภาพผนวกที่ 2 ผงโปรตีนหมักชีวภาพจากเศษปลา