รายงานการวิจัย

การทดลองใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาว

The Experiment on Fermented Palm Kernel Cake to Diet Cost Reduction for Seabass (*Lates calcarifer*) Culture

วัฒนา วัฒนกุล Wattana Wattanakul

อุไรวรรณ วัฒนกุล Uraiwan Wattanakul

เจษฎา อิสเหาะ Jesada Ishaak

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณรายได้ พ.ศ. 2559

รายงานการวิจัย

การทดลองใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาว

The Experiment on Fermented Palm Kernel Cake to Diet Cost Reduction for Seabass (*Lates calcarifer*) Culture

วัฒนา วัฒนกุล Wattana Wattanakul

อุไรวรรณ วัฒนกุล Uraiwan Wattanakul

เจษฎา อิสเหาะ Jesada Ishaak

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณรายได้ พ.ศ. 2559

การทดลองใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาว

วัฒนา วัฒนกุล[1] อุไรวรรณ วัฒนกุล[1] และเจษฎา อิสเหาะ[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ในสูตรอาหารเลี้ยงปลากะพงขาวที่ระดับ 0, 5, 10, 20 และ 30% และอาหารเม็ดสำเร็จรูป เป็นสูตรเปรียบเทียบ ต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลา และคุณค่าทางโภชนาการของปลา โดยนำไปเลี้ยงปลาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 7.58$\pm$1.43 กรัม เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลง เมื่อระดับของการผสมในอาหารเพิ่มสูงขึ้น โดยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูง เมื่อปลาได้รับอาหารสูตรที่ 3 (PKM 10%) มีค่าเท่ากับ 1.161 %/วัน และ 1.47 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (p>0.05) แต่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 และ 5 (p<0.05) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้น ตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยปลาที่ได้รับอาหารสูตร ที่ 3 (PKM 10%) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกับสูตรที่ 1 (PKM 0%) และอาหารสูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) (p>0.05) ในขณะที่ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตมีค่าลดลงตามระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน หมักที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร แต่หากพิจารณาจาก การเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน หมัก EM ในสูตรอาหารที่ระดับ 10% ดีเทียบเท่าอาหารสูตรควบคุม และอาหารสำเร็จรูป เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาว ทั้งในด้านการเจริญเติบโต และด้านเศรษฐศาสตร์

คำสำคัญ: กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน การหมัก อาหารปลา ปลากะพงขาว

---

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

[2]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

The Experiment on Fermented Palm Kernel Cake to Diet Cost Reduction for Seabass (*Lates calcarifer*) Culture

Wattana Wattanakul[1] Uraiwan Wattanakul[1] and Jesada Ishaak[2]

Abstract

The objectives of this research were to study on effects of soybean meal replacement by EM fermented Palm Kernel Meal (PKM) in diet on growth performance and nutritional values of seabass (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) were studied. The diets were given to fishes with an initial average weight of 7.58±1.43 g. for 6 months period. The five formulated diets contained fermented PKM at 0, 5, 10, 20 and 30% respectively and compared diet (formula 6) was artificial floating pellet feed. These diets contained 40% protein. The results showed a decline in specific growth rate and protein efficiency ratio (PER) with increase levels of PKM. Acceptable specific growth rate (1.161 %/day) and PER (1.47) were achieved in the fish given the feed with 10% PKM and not significantly different from the control feed (p>0.05) but significant different from formula 4 and 5 (p<0.05). Feed conversion ratio increased with the levels of fermented PKM. Feed conversion ratio on diet 3 (PKM 10%) and control diet were not significantly different from artificial floating pellet feed (p>0.05). Feed cost decreased with an increase of PKM. However, weight gain, specific growth rate, FCR survival rate and nutritional values indicated that diet with 10% PKM was as good as control diet and artificial floating pellet feed. It was suggested that the optimum level of weight increase and economic returns.

Keywords: Palm Kernel Meal : PKM, Fermentation, Fish Diet, (*Lates calcarifer* Bloch, 1790)

[1]Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Techonology Srivijaya, Sikao, Trang

[2]Rajamangala University of Techonology Suvarnabhumi, Huntra, Phranakhonsiayutthaya, Ayutthaya

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้โดยได้รับความช่วยเหลือเกื้อกูลจากบุคคลหลายฝ่าย บุคคลเหล่านั้นล้วนเป็นกัลยาณมิตรที่ควรค่าแก่การกล่าวถึง ด้วยความรู้สึกขอบคุณ และยกย่องไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุ ณ รองศาสตราจารย์ เจษฎา อิสเหาะ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง แนะนำในระหว่างการทดลองวิจัย และแก้ไขข้อบกพร่องในการทำงานวิจัยตลอดมา ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุไรวรรณ วัฒนกุล ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ได้คอยเป็นกำลังใจ ร่วมทำการวิจัย และปรับปรุงแก้ไขรายงานการวิจัยจนรายงานการวิจัยฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ นายนาวา แขมภูเขียว และ นางสาวอารียา หนูแหลม ผู้ช่วยวิจัยที่ได้ช่วยเหลื อในการทำการวิจัย รวมถึง เจ้าหน้าที่ และ นักศึกษาสาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ สถาบันครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุนในการทำการวิจัยมาโดยตลอด

ท้ายที่สุดขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโ นโลยีการประมง ที่อนุญาตให้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการทำการวิจัย และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัย งบประมาณรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2559 ในการทำวิจัยเรื่องดังกล่าวนี้

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2559

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทนำ	1
วิธีดำเนินการวิจัย	4
ผลการวิจัย	10
วิจารณ์	19
สรุป	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	25
ภาคผนวก ก	26
ภาคผนวก ข	29

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารโดยการวิเคราะห์ (% น้ำหนักแห้ง)	6
2	สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM เป็นส่วนผสม ที่สร้างขึ้นมาใช้สำหรับการทดลอง	7
3	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	8
4	การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM (เปอร์เซ็นต์) ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน	11
5	น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและต้นทุนค่าอาหาร ของปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหาร ผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM (เปอร์เซ็นต์) ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน	16
6	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM (เปอร์เซ็นต์) ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน	17
7	คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM (เปอร์เซ็นต์) ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน	18

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตของปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารระดับต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 6 เดือน	12

ภาพผนวกที่

1	กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	27
2	ตวงน้ำหมัก EM	27
3	ผสมกากน้ำตาล	27
4	ผสมน้ำหมัก EM	27
5	คลุกเคล้าผสมวัตถุดิบอาหาร	27
6	ทดลองปั้นก้อนอาหาร	27
7	บรรจุอาหารในถุงซิป	27
8	ไล่อากาศออกจากถุงซิป	27
9	วัตถุดิบอาหารใช้ทดลอง	28
10	ชั่งวัตถุดิบอาหารตามสูตร	28
11	อัดเม็ดอาหารทดลอง	28
12	อาหารทดลองอัดเม็ด	28
13	อบอาหารที่ผ่านการอัดเม็ด	28
14	อาหารทดลองที่อบแห้ง	28
15	บ่อที่ใช้ทดลองเลี้ยงปลา	28
16	ปลากะพงขาวที่ทำการทดลอง	28

บทนำ

ปลากะพงขาว Seabass (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) ถือได้ว่าเป็นปลาน้ำกร่อยที่มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยของประเทศไทยเป็น ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลายจึงกลายเป็นสินค้า สัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ดังจะเห็นได้จากรายงาน ของกรมประมง (2555) รายงานว่า ปริมาณปลากะพงขาวที่จับได้ทั้งหมดรวมทั้งการเพาะเลี้ยง ตั้งแต่ปี 2551 – 2555 มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น ทุกปี โดยในปี 2555 มีปริมาณสูงถึง 19,400 ตัน ซึ่งมีมูลค่า 2,426.6 ล้านบาท และจังหวัดตรัง ซึ่งเป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ทางชายฝั่งทะเลอั นดามัน มีประชากรที่ประกอบอาชีพและมีรายได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง ปลาน้ำกร่อยเศรษฐกิจที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ ปลากะพงขาว และ ปลากะรัง ผลผลิตการเลี้ยงปลากะ พงขาวในกระชังของจังหวัดตรัง มีปริมาณถึง 123 ตัน กรมประมง (2555) มูลค่าหลายล้านบาท และในอนาคตคาดว่าผลผลิตปลากะ พงขาวจากการเพาะเลี้ยง จะมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น แต่ในขณะนี้ ประสบปัญหาเป็นอย่างมาก ในเรื่องของต้นทุนการผลิต เนื่องจากการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกรจะใช้ปลาสดเป็นอาหาร ซึ่ง มีปัญหาสำคัญหลายประการ เช่น ปัญหาปริมาณปลาสด ไม่เพียงพอต่อความต้ องการ และปริมาณไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลา ปัญหาด้านราค า ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคายังผันผวนตามปริมาณ คุณภาพ สถานที่ และราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น จึงมีผลทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงปลาในกระชังสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ปัญหาคุณภาพของปลาสด ไม่มีคุณค่าทางอาหารครบ แม้ว่าปลาสดมีโปรตีนสูงแต่มักขาดวิตามินและแร่ธาตุ ปัญหาในการเก็บรักษา ซึ่งปลาสดจะเน่าอย่างรวดเร็วถ้าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง ปัญหาการเป็นพาหะนำโรคของปลาสด (Sim *et al*., 2005) จากปัญหาของปลาสดดังที่กล่าวมา เกษตรกรจึงหันไปใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปซึ่งมีจำหน่ายตามท้องตลาด แต่มีราคาแพง ซึ่งอาจจะไม่ คุ้มค่ากับการลงทุน ทำให้เกิดความไม่ยั่งยืนของอาชีพการเลี้ยงปลาในกระชัง และอา จจะต้องเลิกกิจการไปในที่สุดนั้น จึงเกิดความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ในการเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น อาหารนับได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่ง เนื่องจากต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในเรื่องอาหารจะตกอยู่ประมาณ 50-70 % ของต้นทุนทั้งหมด (Blyth and Dodd, 2002; Kongkeo and Phillips, 2002) ฉะนั้นหากผู้เลี้ยงไม่ให้ความสำคัญต่อการให้อาหารสัตว์น้ำ โอกาสที่จะเกิดความล้มเหลวในการเลี้ยงก็จะสูงตามไปด้วย ซึ่งในปัจจุบัน อาหารสัตว์น้ำมีราคาสูงขึ้นเป็นอย่างมาก เนื่องจากผลผลิตวัตถุดิบที่ใช้ใ นการผลิตอาหารสัตว์น้ำ ทั้งส่วนที่เป็นแหล่งโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต มีจำนวนลดลงเนื่องจากสภาวะภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงจากสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้ราคาวัตถุดิบสัตว์น้ำดังกล่าว มีราคาค่อนข้างสูง สำหรับประเทศไทยนั้น มีปริมาณการนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์ จากต่างประเ ทศสูงขึ้นทุกปี โดยเฉพาะปลาป่น กากถั่วเหลือง และข้าวโพด เป็นต้น โดยในปี พ .ศ. 2550 มีปริมาณนำเข้า 13,322, 2,104,512 และ 150,356 ล้านตัน ตามลำดับ

(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2551) ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตราในการนำเข้าวัตถุดิบอาหารเป็นจำนวน 360.6, 21,463.6 และ 495.07 ล้านบาท ตามลำดับ จึงส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำสูงตามไปด้วย ด้วยเหตุดังกล่าวนี้ จึงเป็นเหตุให้นักวิจัยอาหารสัตว์น้ำหันมาศึกษา และพยายามที่จะนำวัตถุดิบจากแหล่งโปรตีนอื่นที่หาได้ง่ายและราคาถูกกว่ามาใช้ หรือวัตถุดิบเหลือใช้จากกิจการต่าง ๆ ที่หาได้ง่ายมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร หรือทดแทนเป็นบางส่วน ก็จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงสัตว์น้ำลงได้ ดังนั้น การศึกษาวิจัยและพัฒนาใช้ทรัพยากรอาหารในระบบเกษตรกรรมที่มีศักยภาพในท้องถิ่น (potential local feed resources) ภายในประเทศจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่ างยิ่ง เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพการนำใช้ผลผลิต และผลพลอยได้ทั้งระบบให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเฉพาะปาล์ม น้ำมัน และผลพลอยได้จากปาล์มน้ำมันที่มีมากในภาคใต้ และในอนาคตมีแนวโน้มการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มมากขึ้นทุกปี (ปิ่น และ อัจฉรา, 2554)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญและปลูกกันมากทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยมีการขยายตัวเชิงอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ในปี พ .ศ. 2540 ผลผลิตปาล์มน้ำมันทั้งทะลายเท่ากับ 2,680,342 ตัน (สุดารัตน์, 2540) ซึ่งในอุตสาหกรรมสกัด (palm kernel meal : PKM หรือ palm kernel cake : PKC) ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือ หรือผลพลอยได้ที่มีคุณค่าทางโภชนะโดยเฉพาะโปรตีนและไขมัน สูงพอสมควร หาได้ง่าย และมีราคาถูก สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้ ซึ่งจากรายงานการทดลองใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเพื่อทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารปลานิล พบว่าสามารถเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้ถึงที่ระดับ 30% ในอาหาร ซึ่งทำให้มีต้นทุนการผลิตปลาต่ำที่สุด คือ 17.33 บาทต่อกิโลกรัม สามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ดีพอสมควร และเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลานิลทั้งในด้านการเจริญเติ บโต และด้านเศรษฐศาสตร์ (นิรุทธิ์, 2544) และเป็นไปในทำนองเดียวกับ การทดลองในปลากะรังของ วัฒนา และคณะ (2551) วัฒนา และคณะ (2553) วัฒนา และคณะ (2554) และ วัฒนา และคณะ (2555) จากคุณสมบัติที่ผ่านมาพอจะเป็นมูลเหตุให้ทราบได้ว่า กากเนื้อ ในเมล็ดปาล์มน้ำมันสามาร ถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์น้ำ อาจจะใช้เป็นแหล่งโปรตีน ทดแทนโปรตีนจากปลาป่น หรือกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารได้

แต่จากการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์น้ำ ทดแทนปลาป่น หรือกากถั่วเหลือง พบว่า ใช้ปร ะกอบสูตรอาหารได้ในระดับที่ต่ำสามารถใช้ทดแทนได้เพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากโปรตีนจากกากปาล์มมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าปลาป่น และกากถั่วเหลือง และสัตว์น้ำมีความสามารถในการใช้วัตถุดิบพืชเป็นแหล่งโปรตีนได้ต่ำกว่าปลาป่น เมื่อใช้วัตถุดิบพืชเป็นแหล่งโปรตีนในอา หารในปริมาณสูง สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัด กล่าวคือ มีความไม่สมดุลของสารอาหารสำหรับสัตว์น้ำ เป็นต้น นอกจากนั้น กากเนื้อเมล็ดใน ปาล์มน้ำมัน ยังมีเยื่อใยสูง และถ้าใช้วัตถุดิบพืชระดับสูงในอาหารจะลดความน่ากินของอ าหาร และมีผลต่อคุณภาพเม็ดอาหาร ถึงแม้วัตถุดิบพืชที่นำมาใช้เป็น

วัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำจะส่งผลด้านลบต่อสัตว์น้ำบ้าง แต่วัตถุดิบพืชก็มีราคาถูก และหาได้ง่ายกว่า ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดในการ ใช้กากเนื้อ เมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะและให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายใน โดยวิธีการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ (EM) เพื่อลดข้อจำกัดก่อนการนำไปใช้ประกอบในสูตรอาหารสัตว์ ส่งผลให้การใช้วัตถุดิบ ดังกล่าวในอาหารของปลาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถเพิ่มระดับการใช้ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ได้สูงขึ้นกว่าเดิม ก็จะเป็นการช่วยลดต้นทุนในอาหารสัตว์น้ำลงได้ ซึ่งน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มการใช้ประโยชน์จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสำหรับปลา

ดังนั้น การ นำเอาวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือ หรือผลพลอยได้ที่มีแพร่ห ลายในท้องถิ่นภาคใต้ คือกากเนื้อเมล็ด ในปาล์มน้ำ มันที่ผ่านการหมัก มาใช้เป็นวัตถุดิบ เสริมในการ ผลิตอาหาร ปลากะพงขาว เพื่อลดการใช้ ปลาป่นซึ่งเป็น วัตถุดิบที่มีราคาแพงในการผลิตอาหารสัต ว์น้ำ จึงเป็นแนวทางของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่จะพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลากะพงขาวให้ดียิ่งขึ้น เป็นการต่อยอดงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารให้ได้มากยิ่งขึ้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้ นศึกษาผลของการใช้ กากเนื้อเมล็ด ในปาล์มน้ำมัน หมักด้วย EM ในปริมาณต่าง ๆ กันเป็นส่วนผสมเสริมในอาหาร ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลากะพงขาว อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน องค์ประกอบทางเคมี และต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต ปลา เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหาร และรู้จักใช้วัตถุดิบเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และคาดว่าผลการศึกษาวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของการพัฒนาอุตสาหกรรมการเลี้ยงปลากะพงขาว และปลาน้ำกร่อยของประเทศไทยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของการใช้ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน หมักด้วย EM ในปริมาณต่าง ๆ กันเป็นส่วนผสมเสริมในอาหารเม็ดสำเร็จรูปเลี้ยงปลากะพงขาว มีวิธีดำเนินงาน ดังนี้

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Compleately Randomized Design; CRD) โดยศึกษาระดับของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก ในสูตรอาหารปลา กะพงขาวในระดับ 0, 5, 10, 20 และ 30 % และมีชุดการทดลองที่ใช้อาหารเม็ดปลา กะพงขาวสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ที่มีขายตามท้องตลาดเป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบ ดังนั้น มีชุดการทดลองทั้งสิ้น 6 ชุดการทดลอง (6 สูตรอาหาร) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 สูตรอาหารควบคุม (ไม่ผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน)
ชุดการทดลองที่ 2 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมักผสมในระดับ 5%
ชุดการทดลองที่ 3 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมักผสมในระดับ 10%
ชุดการทดลองที่ 4 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักผสมในระดับ 20%
ชุดการทดลองที่ 5 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักผสมในระดับ 30%
ชุดการทดลองที่ 6 อาหารเม็ดปลากะพงขาวสำเร็จรูป

2. การเตรียมระบบเลี้ยง

ทำการทดลองเลี้ยงใน บ่อซีเมนต์ ขนาด 1x1x0.5 เมตร จำนวน 18 บ่อ ตามชุดการทดลอง ที่อยู่ในโรงเพาะฟักน้ำกร่อย คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ทำความสะอาดบ่อเลี้ยง เติมน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน สูง 30 เซนติเมตร ความเค็ม 20 psu. ให้อากาศผ่านทางหัวทราย (ภาพผนวกที่ 15)

3. การเตรียมสัตว์ทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการทดลองในปลากะพงขาวขนาดประมาณ 3-4 นิ้ว โดยก่อนเริ่มทำการทดลองจะนำลูกปลามาอนุบาลในบ่อซีเมนต์ขนาด 2 x 4 x 1 เมตร ให้อาหารสมทบ (สูตรควบคุม) ที่จะใช้เลี้ยงวันละ 2 ครั้ง จนกระทั่งลูกปลาเคยชินกับอาหารเม็ด เป็นระยะเวลา 15 วัน หลังจากนั้นสุ่มลูกปลาลงเลี้ยงในบ่อเลี้ยงทดลอง จำนวน 30 ตัว/บ่อ ทำการชั่งหาน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นของปลา

4. การเตรียมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก

กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการทดลอง นำมาจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มของจังหวัด

ตรัง ทำการบดด้วยเครื่องบดละเอียด แล้วนำมาผ่านกระบวนการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ (EM) ด้วยวิธีการหมักแบบแห้ง (solid-state fermentation) ซึ่งเป็นแบบของการหมักเพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบ (transformation process) (เสริมศักดิ์, 2546) โดยผสมเชื้อจุลินทรีย์กับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันอัตราส่วน 3-5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก และผสมกับกากน้ำตาล 3-5 เปอร์เซ็นต์ (w/w) เติมน้ำเล็กน้อยเพื่อให้เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ทำการคลุกเคล้าผสมให้ทั่วถึงทุกส่วน เก็บใส่ถุงซิป ไล่อากาศออกให้มากที่สุด ซึ่งจะเป็นการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน ใช้เวลาในการหมักประมาณ 20-30 วัน (ภาพผนวกที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ)

5. การเตรียมอาหารทดลอง

นำกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารที่ผ่านการบดละเอียดแล้ว ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใยเถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต (ตารางที่ 1) เพื่อนำค่าที่ได้มาสร้างเป็นสูตรอาหารทดลอง อาหารทดลองทั้ง 5 สูตร ใช้วัตถุดิบ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลายข้าว น้ำมันปลา น้ำมันพืช วิตามิน แร่ธาตุผสม และ สารเหนียว ผสมกับ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมักในอาหารเหมือนกันทุกสูตร แต่มีปริมาณแตกต่างกันตามชุดการทดลอง โดยใช้กากปาล์มหมัก EM แทนที่กากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ตามระดับที่กำหนดไว้ (ดังแสดงในตารางที่ 2) และกำหนดให้มีระดับโปรตีน และพลังงานเท่ากันทุกชุดการทดลอง (สูตรอาหาร) โดยให้มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ (กำหนดให้มีค่าใกล้เคียงกับอาหารในท้องตลาด) ไขมันไม่น้อยกว่า 8% และระดับพลังงาน รวมในอาหาร (GE) ในสูตรอาหารไม่ต่ำกว่า 3,600 Kcal/kg การปรับระดับพลังงานในอาหาร ใช้การเติมน้ำมันปลาและน้ำมันพืช (ในสัดส่วน 1:1) ค่าพลังงานที่ย่อยได้ในอาหารคำนวณโดยใช้ค่าต่างๆ ซึ่งประยุกต์มาจากค่าที่ใช้ ในปลานิล คือ 4.4 Kcal/g สำหรับโปรตีน 9.0 Kcal/g สำหรับไขมัน และ 3.7 Kcal/g สำหรับคาร์โบไฮเดรต (Stickney, 1979)

ขั้นตอนในการเตรียมอาหารทดลอง

นำวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารที่ผ่านการบดละเอียดแล้ว ชั่งให้ได้น้ำหนักตามที่คำนวณไว้ในแต่ละสูตร รวมทั้งวัตถุดิ บที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมัน โดยนำวัตถุแห้งทั้งหมดมาผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอาหาร เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นจึงค่อย ๆ เติมน้ำมันลงไปทีละน้อย และเปิดเครื่องผสมอาหารเป็นเวลา 5 นาที แล้วค่อย ๆ เติมน้ำสะอาด เปิดเครื่องอีกครั้งนาน 10 นาที เมื่อวัตถุดิบอาหา รผสมเข้ากันเป็นอย่างดี จึงนำเข้าเครื่องอัดเม็ดอาหาร (Mincer) ที่มีหน้าแว่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-6 มิลลิเมตร (ตามขนาดของปากปลา) จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในตู้อบอาหารที่มีระบบการควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง นำอาหารที่อบแห้งแล้ววางให้เย็น อาหารที่ผลิตแล้วบรรจุลงในถุงโพลีเอทธีลีน และเก็บในถุงสีดำเพื่อป้องกันแสง รอนำไปใช้งาน (ภาพผนวกที่ 9, 10, 11, 12, 13 และ 14)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารโดยการวิเคราะห์ (% น้ำหนักแห้ง)

วัตถุดิบอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี (%)					
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า	เยื่อใย	NFE
ปลาป่น	57.11±0.78	7.97±0.06	5.31±0.03	17.43±0.09	-	12.19±0.18
กากถั่วเหลือง	46.01±0.87	1.32±0.02	8.99±0.05	7.35±0.04	12.19±0.18	28.90±0.85
กากปาล์ม	13.56±0.08	9.34±0.16	3.70±0.06	4.44±0.04	37.71±0.77	31.25±0.84
กากปาล์มหมัก	15.09±0.10	7.332±0.07	4.87±0.08	2.70±0.09	13.42±0.54	56.60±0.63
รำละเอียด	10.50±0.19	11.21±0.05	7.86±0.03	10.72±0.05	18.80±0.28	40.91±0.87
ปลายข้าว	6.64±0.06	0.22±0.02	10.90±0.02	0.39±0.01	0.28±0.01	81.57±1.20

หมายเหตุ : - ราคาวัตถุดิบอาหาร รำละเอียด 8 บาท/กก., กากถั่วเหลือง 15 บาท/กก., กากปาล์ม 6 บาท/กก., ปลายข้าว 10 บาท/กก., ปลาป่น 30 บาท/กก., แอลฟา – สตาร์ช 35 บาท/กก., น้ำมันปลา 85 บาท/กก., น้ำมันพืช 30 บาท/กก., วิตามินรวม 90 บาท/กก., premix 70 บาท/กก.

นำอาหารทุกสูตรมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แล ะความชื้น ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกซ์, NFE) คำนวณได้จากสูตร 100 – (ความชื้น + โปรตีน + ไขมัน + เถ้า + เยื่อใย) และคำนวณพลังงานในอาหาร โดยใช้ค่าต่าง ๆ คือ 4.5 กิโลแคลอรีสำหรับโปรตีน 1 กรัม 8.4 กิโลแคลอรีสำหรับไขมัน 1 กรัม และ 2.1 กิโลแคลอรีสำหรับคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม (วิมล และคณะ, 2535) (ตารางที่ 3)

6. การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

อาหารและการให้อาหาร

ให้อาหารทั้ง 6 สูตรในทุกกระชังทดลองตามแผนการทดลองด้วยอาหารเม็ดทั้ง 6 สูตร ตามที่กล่าวไว้ในข้อ 1 และจะให้อาหารทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ไม่เกิน 10% ของน้ำหนักตัว ให้จนปลากินอิ่ม (Satiation) โดยสังเกตจากการที่ปลาไม่ขึ้นมาฮุบอาหาร จะไม่ให้เผื่อเหลือ เพื่อให้ค่าที่ได้จะใกล้เคียงความเป็นจริง บันทึกน้ำหนักอาหารที่ปลากิน เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการแลกเนื้อ (FCR)

ตารางที่ 2 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM เป็นส่วนผสม ที่สร้างขึ้นมาใช้สำหรับการทดลอง

วัตถุดิบ (กรัม)	สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM เป็นส่วนผสม (%)				
	1 (0%)	2 (5%)	3 (10%)	4 (20%)	5 (30%)
ปลาป่น	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90
กากถั่วเหลือง	30.00	25.00	20.00	10.00	0.00
กากปาล์มหมัก EM	0	5.00	10.00	20.00	30.00
รำละเอียด	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
ปลายข้าว	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
น้ำมันปลา	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
น้ำมันพืช	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
วิตามินรวม	2	2	2	2	2
Premix *	3	3	3	3	3
Alfa starch	4	4	4	4	4
รวม	100	100	100	100	100
โปรตีน(%)	40	40	40	40	40
ไขมัน (%)	14.60	13.34	12.03	11.40	10.78
ราคาอาหาร/กก.	28.46	27.36	26.23	24.15	22.27

* Premix (สารผสมล่วงหน้า) ประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุในปริมาณ/อาหาร 1 กก. ดังนี้ vitamin A 1,000 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม; vitamin D_3 250 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม; vitamin E 5 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม; vitamin B_1 2,000 มิลลิกรัม; vitamin B_2 800 มิลลิกรัม; vitamin B_6 2,000 มิลลิกรัม; vitamin B_{12} 1 มิลลิกรัม; vitamin C 10,000 มิลลิกรัม; panthothenic acid 300 มิลลิกรัม; nicotinic acid 5,000 มิลลิกรัม; Folic acid 200 มิลลิกรัม; biotin 2 มิลลิกรัม; iron 500 มิลลิกรัม; zinc 7,000 มิลลิกรัม; manganese 800 มิลลิกรัม; selenium 10 มิลลิกรัม; lysine 15,000 มิลลิกรัม; methionine 3,000 มิลลิกรัม

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

สูตรอาหาร	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (%)					
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า	เยื่อใย	NFE
1 (0 %)	42.52±0.13	9.07±0.02	4.78±0.12	13.47±0.73	5.19±0.31	24.97±1.02
2 (5%)	42.05±0.21	9.12±0.11	4.53±0.10	14.35±0.52	7.14±0.18	22.81±0.05
3 (10%)	41.71±0.49	9.34±0.03	4.23±0.10	14.66±0.56	8.25±0.23	21.81±0.87
4 (20%)	40.16±0.31	10.43±0.03	4.12±0.11	14.75±0.17	10.36±0.28	20.18±1.01
5 (30%)	39.69±0.17	10.61±0.04	4.25±0.24	14.82±0.56	11.54±0.30	19.09±1.03
6 (อาหารเม็ด)	43.63±0.97	9.90±0.02	6.25±0.35	10.49±0.14	2.02±0.21	27.71±1.09

การศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ทำการสุ่มตัวอย่างปลากะพงขาวจากทุกชุดการทดลอง จำนวน 15 ตัว/บ่อ (ภาพผนวกที่ 16) เพื่อชั่งน้ำหนักทุก ๆ เดือน ทำการทดลองเลี้ยง 6 เดือน และนำมาศึกษาการเจริญเติบโต (ในรูปค่าเฉลี่ยของข้อมูล) นำมาคำนวณค่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (feed conversion rate: FCR) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate: SGR, %ต่อวัน) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain, %) อัตรารอดตาย (survival rate, %) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด (กรัม)}}{\text{น้ำหนักปลาทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}$$

$$\text{น้ำหนักปลาทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น} = \text{น้ำหนักปลาทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR, \% ต่อวัน)} = \frac{(\ln \text{น.น. ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น.น. ปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100}{\text{ระยะเวลา (วัน)}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain, \%)} = \frac{(\text{น.น. ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น.น. ปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}) \times 100}{\text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}}$$

$$\text{อัตรารอดตาย (survival rate, \%)} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) = น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม) / น้ำหนักโปรตีนที่ปลากิน (กรัม)

การศึกษาต้นทุนการผลิต

คำนวณต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลานิล (unit feeding cost) โดยสมการ

ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต = น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด (กก.) x ราคาอาหาร (บาท) / น้ำหนักปลาทั้งหมด (กก.)

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลา

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการเก็บตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างปลาทับทิมของทุกชุดการทดลอง ๆ ละ 5 ตัว มาทำการวิเคราะห์หาองค์ ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการ AOAC (1990)

การศึกษาคุณภาพน้ำ

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง โดยดัชนีที่จะใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำประกอบด้วย อุณหภูมิน้ำวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบปร อท, ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) ด้วย pH meter, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (วัดด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบดิจิตอล YSI Model 650 MDS), ความเป็นด่างของน้ำ (ด้วยวิธีการ Titration), แอมโมเนียรวม และไนไตรท์ (Strickland and Parsons, 1972)

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว (One Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูล ต่าง ๆ ระหว่าง treatment โดยใช้ Duncan's New multiple range test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

8. สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

9. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 1 ปี ในปีงบประมาณ 2559

ผลการวิจัย

การศึกษาผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมักด้วย EM ในปริมาณที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 20 และ 30 % เพื่อทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารปลากะพงขาว และชุดการทดลองที่ใช้อาหารเม็ดปลา กะพงขาวสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ เป็นชุด เปรียบเทียบ ให้ผลการทดลองดังนี้

การเจริญเติบโต

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

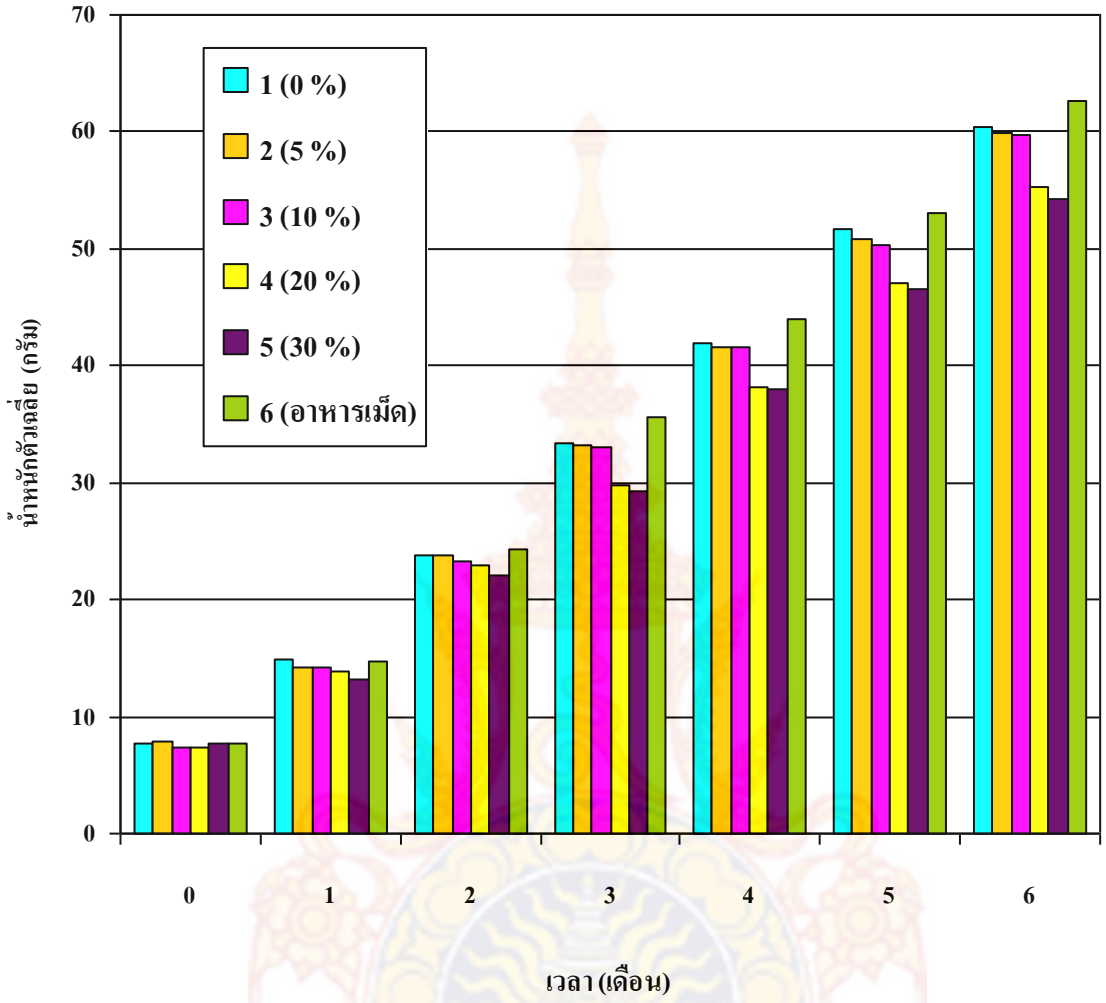
น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของ ปลา กะพงขาว ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ตลอดระยะเวลาการทดลอง 6 เดือน พบว่า ปลากะพงขาวมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการทดลองเลี้ยง ดังแสดงในตารางที่ 4 และ ภาพที่ 1 ซึ่งเมื่อเริ่มการทดลองปลาที่ใช้ทดลองทั้งหมดมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 7.58±1.43 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยน้ำหนักปลาเริ่มมีความแตกต่างกันตั้งแต่เดือนที่ 3 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ($p<0.05$) เมื่อพิจารณาแต่ละระดับของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กันที่ใช้เลี้ยงปลากะพงขาวในเดือนที่ 4 ซึ่งสามารถเห็นความแตกต่างของปลา กะพงขาวในแต่ละชุดการทดลองอย่างชัดเจน พบว่า ปลาที่ได้รับอาหาร สูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด (44.05±2.06 กรัม) สูงกว่าปลาในชุดการทดลองที่ 1 (0 เปอร์เซ็นต์) 2 (5 เปอร์เซ็นต์) และ 3 (10 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 42.00±2.65, 41.65±1.80 และ 41.59±1.35 กรัม ตามลำดับ แต่ทั้ง 4 ชุดการทดลองดังกล่าว มีน้ำหนักต่อตัวเฉลี่ยสูงกว่าชุดการทดลองที่ 4 (20 เปอร์เซ็นต์) และ 5 (30 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 38.23±2.38 กรัม และ 38.01±1.35 กรัม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองใน เดือนที่ 6 ปลาที่ได้รับอาหาร สูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) ยังคงมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด (62.68±2.74 กรัม) สูงกว่าปลาในชุดการทดลองที่ 1 (0 เปอร์เซ็นต์) 2 (5 เปอร์เซ็นต์) และ 3 (10 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 60.48±3.05, 59.96±4.70 และ 59.75±3.96 กรัม ตามลำดับ แต่ทั้ง 4 ชุดการทดลองดังกล่าว มีน้ำหนักต่อตัวเฉลี่ยสูงกว่าชุดการทดลองที่ 4 (20 เปอร์เซ็นต์) และ 5 (30 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 55.22±4.44 กรัม และ 54.27±2.19 กรัม ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งปลาที่ได้รับอาหาร สูตรที่ 5 (30 เปอร์เซ็นต์) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว ต่ำที่สุด (54.27±2.19 กรัม) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับสูตรที่ 4 (ตารางที่ 4 และภาพที่ 1)

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM (เปอร์เซ็นต์) ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน

ระยะเวลา (เดือน)	สูตรอาหาร					
	1 (0 %)	2 (5 %)	3 (10 %)	4 (20 %)	5 (30 %)	6 (อาหารเม็ด)
เริ่มทดลอง	7.74±1.22^{a}	7.80±1.74^{a}	7.37±1.42^{a}	7.31±1.51^{a}	7.70±1.58^{a}	7.69±1.41^{a}
1	14.95±2.84^{a}	14.13±3.61^{a}	14.14±3.62^{a}	13.88±2.34^{a}	13.25±3.71^{a}	14.73±3.06^{a}
2	23.82±2.92^{a}	23.75±2.78^{a}	23.26±3.86^{a}	22.91±2.46^{a}	22.16±3.95^{a}	24.29±2.55^{a}
3	33.38±2.32^{a}	33.16±2.55^{a}	32.98±1.43^{ab}	29.84±2.08^{b}	29.20±1.27^{b}	35.54±2.02^{a}
4	42.00±2.65^{a}	41.65±1.80^{a}	41.59±1.35^{a}	38.23±2.38^{b}	38.01±1.79^{b}	44.05±2.06^{a}
5	51.73±1.87^{a}	50.81±2.74^{a}	50.40±2.78^{a}	47.11±1.19^{b}	46.60±1.64^{b}	53.05±2.45^{a}
6	60.48±3.05^{a}	59.96±4.70^{a}	59.75±3.96^{a}	55.22±4.44^{b}	54.27±2.19^{b}	62.68±2.74^{a}

หมายเหตุ : - ในวงเล็บ คือระดับของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์) ในสูตรอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอนโดยใช้อักษร ถ้าอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p>0.05)



ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารระดับต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 6 เดือน

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำ เพาะ อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และต้นทุนค่าอาหาร

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลอง เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต (%SGR : %/วัน) อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และต้นทุนค่าอาหารของปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ที่มีการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ทดลอง ระดับแตกต่างกัน คือ 0, 5, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลองที่ 6 เป็นสูตรเปรียบเทียบ เป็นระยะเวลา 6 เดือน แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของ ปลากะพงขาว ชุดการทดลองที่ใช้อาหารสูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงที่สุด (716.085±86.49 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าปลากะพงขาวในชุดการทดลองที่ได้รับอาหารที่ ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารที่ในชุดการทดลองที่ 1 (0 เปอร์เซ็นต์) 2 (5 เปอร์เซ็นต์) และ 3 (10 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ แตกต่างอย่าง ไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ (p>0.05) ซึ่งมีน้ำหนัก เพิ่มขึ้น เท่ากับ 680.39±52.98, 667.72±85.54 และ 709.72±73.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาในชุดการทดลองที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลือง ปลากะพงขาวในชุดการทดลองที่ 3 (10 เปอร์เซ็นต์) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด สูงกว่าชุดการทดลองที่ 4 (20 เปอร์เซ็นต์) และชุดการทดลองที่ 5 (30 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 645.40±70.23 และ 609.81±74.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในขณะที่ปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลือง ในสูตรอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เท่ากับ 609.81±74.25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ (SGR : %/วัน) ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 5) ชุดการทดลองที่ใช้อาหาร สูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด (1.167±0.04 %/วัน) สูงกว่าปลากะพงขาวใน ชุดการทดลองที่ได้รับอาหารที่ ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารที่ในชุดการทดลองที่ 1 (0 เปอร์เซ็นต์) 3 (10 เปอร์เซ็นต์) และ 2 (5 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ (p>0.05) ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ เท่ากับ 1.167±0.03, 1.161±0.04 และ 1.133±0.10 %/วัน ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาในชุดการทดลองที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลือง ปลากะพงขาวในชุดการทดลองที่ 1 (0 เปอร์เซ็นต์) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด สูงกว่าชุดการทดลองที่ 4 (20 เปอร์เซ็นต์) และชุดการทดลองที่ 5 (30 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ เท่ากับ 1.122±0.08 และ 1.083±0.04 %/วัน ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในขณะที่ปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์) มีอัตราการเจริญเติบโต จำเพาะน้อยที่สุด เท่ากับ 1.083±0.04 %/วัน (ตารางที่ 5)

สำหรับอัตราการรอดตายของปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองที่มีการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ทดลองระดับแตกต่างกัน คือ 0, 5, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลองที่ 6 เป็นสูตรเปรียบเทียบ เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า ทั้ง 6 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) โดยชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีอัตราการรอดตาย สูงที่สุด ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ทดลองทั้ง 5 ชุดการทดลองนั้น ปลากะพงขาวชุดการทดลองที่ 2 ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ทดลองที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด (86.00±2.00 เปอร์เซ็นต์) ส่วนชุดการทดลองสูตรที่ 5 (30 เปอร์เซ็นต์) มีอัตรารอดตายต่ำที่สุด เท่ากับ 84.33±4.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารเม็ดทดลอง ที่มีการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ทดลองระดับแตกต่างกัน คือ 0, 5, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลองที่ 6 เป็นสูตรเปรียบเทียบ เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า ปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 6 (สูตรเปรียบเทียบ ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปจากตลาด) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด เท่ากับ 2.23±0.24 ต่ำกว่าปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 3 และ 2 ซึ่งมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 2.31±0.62, 2.35±0.24 และ 2.44±0.89 ตามลำดับ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มปลาทดลองที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ด้วยกัน พบว่า ปลากะพงขาวในสูตรที่ 3 ซึ่งใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ต่ำกว่าปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 2.50±0.45 และ 2.56±0.13 ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (ผสมกากปาล์มหมักในสูตรอาหาร 30 เปอร์เซ็นต์) มีอัตราการแลกเนื้อสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 2.56±0.13 (ตารางที่ 5)

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของ ปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 6 (ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปจากตลาด) มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูง ที่สุด สูงกว่าปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารทดลองในสูตรที่ 3, 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เท่ากับ 1.47±0.18, 1.44±0.18 และ 1.42±0.27 ตามลำดับ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่ทั้ง 4 ชุดการทดลองดังกล่าว มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน สูงกว่าปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 และ 5 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เท่ากับ 1.35±0.21 และ 1.28±0.05 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดย ปลาทับทิมในสูตรที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำที่สุด เท่ากับ 1.28±0.05 (ตารางที่ 5)

จากการวิเคราะห์ต้นทุนค่ าอาหารสูตรต่าง ๆ ต่อการผลิตปลากะ พงขาว 1 กิโลกรัม พบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง (p<0.05) โดยปลากะ พงขาว ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6

(อาหารเม็ด) มีต้นทุนค่าการผลิตปลาต่อหน่วยสูงที่สุด (111.50±2.20 บาท/กิโลกรัม) รองลงมาคือ ปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (ผสม PKM 30%) ซึ่งมีค่าต้นทุนค่าการผลิตปลาต่อหน่วย เท่ากับ 57.10±1.20 บาท/กิโลกรัม และในทำนองเดียวกัน ในสูตรอาหารที่มีระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM เพิ่มขึ้น (สูตรที่ 1 – 5) จะทำให้มีต้นทุนการผลิตปลาต่อหน่วยอาหารต่ำลง (ตารางที่ 5)

องค์ประกอบทางเคมีของปลาทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารเม็ดทดลอง ที่มีการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ทดลองระดับแตกต่างกัน คือ 0, 5, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ และชุดการทดลองที่ 6 เป็นสูตรเปรียบเทียบ เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่า ความชื้น และเถ้าของปลากะพงขาวทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ในทุกระดับของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร (สูตรที่ 1-5) และชุดการทดลองเปรียบเทียบ (สูตรที่ 6) โดยค่าความชื้นมีค่าอยู่ในช่วง 59.86±1.37 – 61.31±1.69 เปอร์เซ็นต์ และ ค่าของปริมาณเถ้า มีค่าอยู่ในช่วง 2.25±0.24 – 3.01±0.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ระดับโปรตีนใน เนื้อปลาทับทิม ที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05) โดยอาหารสูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) มีระดับโปรตีนในเนื้อ สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 16.83±0.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือปลาทับทิมสูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ โดยมี ระดับโปรตีนในเนื้อเท่ากับ 15.30±0.13, 15.16±0.34, 15.04±0.23, 14.55±0.18 และ 15.52±0.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับไขมัน พบว่า ระดับไขมันในเนื้อ ปลาในทุกระดับของการ ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ (p<0.05) โดยสูตรอาหารที่ 6 (อาหารเม็ด) มีระดับไขมันสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 3.36±0.76 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลากะพงขาวในสูตรอาหารที่ 2, 1, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งมีระดับไขมันในเนื้ออยู่ในช่วง 3.14±0.87 – 3.36±0.76 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

คุณภาพน้ำ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองเลี้ยง ปลากะพงขาว ด้วยอาหารที่มี การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันห มัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 27.50 - 29.83 ($^{\circ}$C) ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.90 - 8.29 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 6.10 - 7.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่าง 102.60 - 125.40 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียรวม 0.25 - 0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ 0.20 - 0.71 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 20.00 - 25.50 ppt. ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงที่ ปลากะพงขาวสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 5 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และต้นทุนค่าอาหารของปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM (เปอร์เซ็นต์) ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน

สูตรอาหาร	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัมต่อตัว)	น้ำหนักสุดท้าย (กรัมต่อตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	อัตราการรอดตาย (%)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/กก.)
1 (0 %)	7.74±1.22^{a}	60.48±3.05^{b}	680.39±52.98^{ab}	1.166±0.03^{a}	85.33±3.06^{a}	2.31±0.62^{a}	1.44±0.18^{a}	65.75±1.38^{b}
2 (5 %)	7.80±1.74^{a}	59.96±4.70^{a}	667.72±85.54^{ab}	1.133±0.10^{ab}	86.00±2.00^{a}	2.44±0.89^{ab}	1.42±0.27^{a}	66.76±0.85^{b}
3 (10 %)	7.37±1.42^{a}	59.75±3.96^{a}	709.72±73.86^{a}	1.161±0.04^{a}	84.70±4.16^{a}	2.35±0.24^{a}	1.47±0.18^{a}	61.64±1.30^{ab}
4 (20 %)	7.31±1.51^{a}	55.22±4.44^{b}	645.40±70.23^{b}	1.122±0.08^{b}	85.33±3.06^{a}	2.50±0.45^{b}	1.35±0.21^{b}	60.38±1.20^{a}
5 (30 %)	7.70±1.58^{a}	54.27±2.19^{b}	609.81±74.25^{c}	1.083±0.04^{c}	84.33±4.16^{a}	2.56±0.13^{b}	1.28±0.05^{b}	57.10±1.20^{a}
6 (อาหารเม็ด)	7.69±1.41^{a}	62.68±2.74^{a}	716.08±86.49^{a}	1.167±0.04^{a}	88.67±1.15^{a}	2.23±0.24^{a}	1.52±0.18^{a}	111.50±2.20^{c}

หมายเหตุ : - ในวงเล็บ คือระดับของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์) ในสูตรอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอนโดยใช้อักษร ถ้าอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p>0.05)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM (เปอร์เซ็นต์) ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน

สูตรอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี (% น้ำหนักสด)			
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
1 (0 %)	60.57±1.79[a]	15.30±0.13[a]	3.33±0.36[a]	2.87±0.20[a]
2 (5 %)	61.31±1.69[a]	15.16±0.34[a]	3.35±0.77[a]	3.01±0.18[a]
3 (10 %)	59.90±1.57[a]	15.04±0.23[ab]	3.31±0.52[a]	2.92±0.22[a]
4 (20 %)	60.78±0.89[a]	14.55±0.18[b]	3.17±0.13[b]	2.25±0.24[a]
5 (30 %)	59.86±1.37[a]	14.52±0.34[b]	3.14±0.87[b]	2.34±0.23[a]
6 (อาหารเม็ด)	60.25±1.75[a]	16.83±0.29[a]	3.36±0.76[a]	2.58±0.13[a]

หมายเหตุ : - ในวงเล็บ คือระดับของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์) ในสูตรอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวตั้งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p>0.05)

ตารางที่ 7 คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาว ที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM (เปอร์เซ็นต์) ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารทดลองระดับต่าง ๆ กัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน

สูตรอาหาร	อุณหภูมิ (°C)	ความเป็นกรดเป็นด่าง	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/l)	ความเป็นด่าง (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ไนไตรท์ (mg/l)	ความเค็ม (ppt.)
1 (0 %)	27.50-29.00	8.13-8.27	6.56-7.20	102.60-113.78	0.30-0.57	0.20-0.57	21.30-24.15
2 (5 %)	29.03- 29.50	8.15-8.26	6.96-7.30	104.56-108.40	0.32-0.62	0.37-0.69	20.00-24.62
3 (10 %)	28.64-29.70	8.06-8.28	6.25-7.15	103.78-125.40	0.25-0.50	0.35-0.50	22.14-25.50
4 (20 %)	28.36-29.75	7.90-8.25	6.33-7.20	102.65-103.09	0.36-0.76	0.43-0.69	21.39-24.87
5 (30 %)	29.04-29.83	7.98-8.29	6.10-7.40	103.60-115.39	0.31-0.72	0.24-0.65	21.50-25.00
6 (อาหารเม็ด)	28.85-29.20	8.04-8.16	6.40-7.10	106.86-120.34	0.43-0.67	0.30-0.71	22.36-24.78

หมายเหตุ : - ในวงเล็บ คือระดับของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลือง (เปอร์เซ็นต์) ในสูตรอาหาร

วิจารณ์

การศึกษาผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมักด้วย EM ในปริมาณที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 20 และ 30 % ร่วมกับวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ เพื่อทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารปลากะพงขาว และ ชุดการทดลองที่ใช้อาหารเม็ดปลา กะพงขาว สำเร็จ รูปชนิดเม็ดลอยน้ำ เป็นชุดเปรียบเทียบ จากผลการทดลองครั้ง นี้ จะเห็นได้ว่าปลากะ พงขาว ที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 1-5 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะลดลงต ามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร อาจชี้ให้เห็นว่า การแทนที่ กากถั่วเหลือง ด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับสูงขึ้น ทำให้ปลาได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เป็นผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับการศึกษาของ วุฒิพร และคณะ (2547) ที่ทดลองแทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยให้มีระดับโปรตีน 30% รายงานว่าการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และสัมประสิทธิ์การย่อยอาหารลดลง ตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร และจากการทดลองครั้งนี้ การเจริญเติบโตของปลาสูงที่สุดเมื่อปลาได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 10% ซึ่งไม่ต่างกับปลาที่ได้รับอาหาร เม็ดสำเร็จรูป และ สูตรพื้นฐาน (สูตร 1) จากการทดลองครั้ งนี้ใกล้เคียงกับผลของ นารีรัตน์ (2548) ซึ่งได้ศึกษาระดับการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ทำการทดลองเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย ด้วยอาหารที่ผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ได้รายงานว่าปลาดุกบิ๊กอุยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด และลดลงต ามระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหารที่เพิ่มขึ้น

สำหรับอัตรารอดตายของปลากะ พงขาวที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตรอาหาร (ตารางที่ 5) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าอยู่ระหว่าง 84.33-88.67 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า อาหารทดลองที่มีการ ใช้กากเนื้อเ มล็ดในปาล์มน้ำมัน หมัก EM ในครั้งนี้ ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดตายของปลา สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของวุฒิพร และคณะ (2547) ที่ทดลองแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่าการผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลาที่ทดลอง และพบว่า ในสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ (สูตรที่ 1-5) จะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารให้สูงขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงระดับของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เป็นไปในทิศทางเดียวกับการเจริญเติบโต คือเมื่อเพิ่มระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและประสิทธิภาพ ของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อลดลง โดยการศึกษาครั้งนี้ ประสิทธิภาพของการใช้โปรตีนต่ำสุดในปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (1.28) ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าสูงสุดในอาหารที่มีการแทนที่ กากถั่วเหลือง

ในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ๆ และเป็นไปในลักษณะเดียวกับการศึกษาของ วุฒิพร และคณะ (2547) ที่ทดลองแทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร และสัมประสิทธิ์การย่อยอาหารลดลง ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าสูงขึ้นตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร

จากการวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารสูตรต่าง ๆ ต่อการผลิตปลากะพงขาว 1 กิโลกรัม พบว่า ราคาต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตจากการทดลองครั้งนี้ มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการอดตาย พบว่า การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมในอาหาร ยังมีต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วย (57.10$\pm$1.20 บาทต่อกิโลกรัม) ต่ำกว่าสูตรอาหารที่ไม่ใส่กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรอาหารที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKM) หมัก EM ในสูตรอาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปลากะรังมีการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม ซึ่งไม่ใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKM) หมัก EM และเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ 3, 4 และ 5 ถึงแม้ว่าระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร ที่ 3, 4 และ 5 ที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยลดลงมาก กว่าสูตรที่ 3 ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการแลกเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลากะพงขาว ทำให้ สรุปได้ว่า จากผลการทดลองครั้งนี้ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ของอาหารสูตรที่ 3 (PKM 10%) เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุด ทั้งในแง่ผลผลิต และทางเศรษฐศาสตร์ สอดคล้องกับการทดลองของ วุฒิพร และคณะ (2547) ที่ทำการทดลองแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน รายงานว่า สามารถผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลได้ไม่เกิน 20% โดยมีผลทำให้ต้นทุนสำหรับผลิตปลาต่ำที่สุด

สำหรับคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลากะพงขาว (บนฐานของน้ำหนักเปียก) ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ในทุกระดับของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร มีค่าความชื้น และปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกัน แสดงว่า ทุกระดับของการใช้ไม่ได้ส่งผลต่อค่าความชื้น และปริมาณเถ้า ในเนื้อปลา แต่ส่งผลให้ปริมาณ โปรตีน และไขมันในเนื้อน้อย ลงเมื่อเพิ่มระดับของการใช้กากปาล์มหมัก EM และจากผลการทดลองครั้งนี้ กล่าวได้ว่า สามารถใช้กากปาล์มหมัก EM ผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงปลา กะพงขาวได้ถึง 10% จึงจะให้ผลดีที่สุดเทียบเท่ากับปลาในสูตรควบคุม และปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากท้องตลาด เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาของ Hiskia et al. (2011) ในปลา yellow croaker และอานูวี (2555) ในปลานิลแดง พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารที่มีการเสริม วัตถุดิบพืชระดับที่เพิ่มขึ้นในอาหาร มีแนวโน้มทำให้ปริมาณโปรตีน และไขมันในตัวปลาลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการใช้วัตถุดิบพืชในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ขาด

สารอาหารบางชนิดที่มีปริมาณน้อยในพืช เช่น เมทไธโอนีน ทำให้ สัตว์น้ำสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างโปรตีนได้น้อย (NRC, 1993) และส่งผลให้ปลาไม่สามารถใช้ไขมันจากอาหารได้เต็มที่ ทำให้การสะสมไขมันในตัวลดลง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเฉลี่ยตลอดการทดลองเลี้ยง ปลากะพงขาว ด้วยอาหารที่มี การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร ระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 27.50 - 29.83 ($^{\circ}$C) ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.90 - 8.29 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 6.10 - 7.40 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่าง 102.60 - 125.40 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียรวม 0.25 - 0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ 0.20 - 0.71 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 20.00 - 25.50 ppt. ซึ่งเป็นค่าอยู่ในช่วงที่ปลา กะพงขาวสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ และมีค่าที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาในบ่อ (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และกองส่ งเสริมการประมง , 2550)

สรุป

การประยุกต์ใช้ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน หมัก EM เป็นส่วนผสม ทดแทนกากถั่วเหลือง ในอาหารปลากะพงขาวระดับต่าง ๆ กัน นำไปเลี้ยงปลากะพงขาวเป็นระยะเวลา 6 เดือน สรุปได้ว่า

1. สูตรอาหารปลากะ พงขาว ที่มีระดับกากเนื้อเม ล็ดในปาล์มน้ำมัน หมัก EM เป็นส่วนผสม ทดแทนกากถั่วเหลือง 10% มีระดับโปรตีน 40% เป็นสูตรอาหารที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ดีเทียบเท่ากับอาหารสูตรควบคุม (สูตรที่ 1 PKM 0%) และสูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป)

2. การผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน หมักในสูตรอาหารที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 3) ให้ผลตอบแทนดีที่สุด เมื่อพิจารณาจาก เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้น การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันหมัก EM ในสูตรอาหารปลากะพงขาวที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาว ในด้านการเจริญเติบโต และทางด้านเศรษฐศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2555. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2555. เอกสารฉบับที่ 9 / 2557. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 91 น.

กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และกองส่งเสริมการประมง. 2550. การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. โครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, กรมประมง. 16 น.

นารีรัตน์ มะหมัด. 2548. ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย : http://www.bio.sci.tsu.ac.th/research/list.php?option=3&pageid=2. (เข้าค้นเมื่อ 1 กันยายน 2555).

นิรุทธิ์ สุขเกษม. 2544. ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลานิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวาริชศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

ปิ่น จันจุฬา และ อัจฉรา เพ็งหนู. 2554. การผลิตและการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเพิ่มโปรตีนโดยกระบวนการหมักด้วยเชื้อยีสต์เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หาดใหญ่. 49 น.

วัฒนา วัฒนกุล อุไรวรรณ วัฒนกุล และ เศวต ไชยมงคล. 2551. ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เสริมในอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรังเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.

วัฒนา วัฒนกุล, อุไรวรรณ วัฒนกุล และ เจษฎา อิสเหาะ. 2553. สัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับปลาหมอไทย. รายงานการวิจัยประจำปี 2553. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง. ตรัง.

วัฒนา วัฒนกุล อุไรวรรณ วัฒนกุล และ แจ่มจันทร์ เพชรศิริ. 2554. การใช้อาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเลี้ยงปลาน้ำจืดในร่องสวนเพื่อลดต้นทุนการผลิตของชุมชนบ้านตะโหมด พัทลุง. การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศประจำปี 2554. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 21 ประจำปี 2554. วันที่ 25-28 พฤษภาคม 2554. โรงแรมเจ.บี. อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา.

วัฒนา วัฒนกุล, อุไรวรรณ วัฒนกุล และ เจษฎา อิสเหาะ. 2555. ผลของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารกุ้งก้ามกราม. รายงานการวิจัยประจำปี 2555. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง. ตรัง.

วิมล จันทโรทัย, ประเสริฐ สีตะสิทธิ์, ศิริมล ชุ่มสูงเนิน และสมฤกษ์ ชินมุข. 2535. อาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกันแต่พลังงานคงที่ต่อการเจริญเติบโตและไขมันสะสมในปลาสวาย. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 13 น.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, วรรณชัย พรหมเกิด, กิจการ ศุภมาตย์, วุฒิกรณ์ จิตติวรรณ และดุสิต นาคะชาต. 2547. การแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน. วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 26(2) : 167-179.

สุดารัตน์ เตชะสีประเสริฐ. 2540. ปาล์มน้ำมัน. ว.ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 43 : 17-18.

เสริมศักดิ์ มานะเลิศสกุล. 2546. การผลิตอาหารสัตว์จากกากมันสำปะหลังและกากน้ำตาลโดยการหมักแบบแห้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสินค้าเกษตร. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/oae_website/oae_imex.php. (14 สิงหาคม 2557).

อานูวี บากา. 2555. ผลของสาหร่ายไส้ไก่ในอาหารต่อการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์จากอาหารและการตอบสนองต่อภูมคุ้มกันของปลานิลแดง . วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบั ณฑิต สาขาวาริชศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. หาดใหญ่.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. The 14th Washington, D. C.: AOAC.

Blyth, P.J. and R.A. Dodd. 2002. An economic assessment of current practice and methods to improve feed management of caged finish in several SE Asia regions. Akvasmart Pty. Ltd. Australia. 18 pp.

Hiskia, asino., Qinghui, ai. And Kangsen Mai. 2011. Evaluation of *Enteromorpha prolifera* as a feed component in large yellow croaker (*Pseudosciaena crocra*, Richardson, 1846) diets. Aquaculture Res. 42 : 525-533.

Kongkeo, H. and. Phillips. 2002. Regional overview of marine finish farming, with an emphasis on groupers and regional cooperation. *In* : Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp 35-42.

NRC. 1993. Nutrient requirements of fish. Washington DC: National Academy Press, National Research Coumcil. 114 p.

Sim, S. Y., M. A. Rimmer, J. D. Toledo, K. Sugama, I. Rumengan, K. C. Williams and M. J. Phillips. 2005. A practical guide to feeds and feed management for culture grouper. NACA, Bangkok, Thailand. 18 pp.

Stickney, R.R. 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. New York: John Wiley and Sons.

Strickland J. D. H. and T. R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis 2 ed. Ottawa : Fisheries Research Board of Canada.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพกิจกรรมของการดำเนินการวิจัย

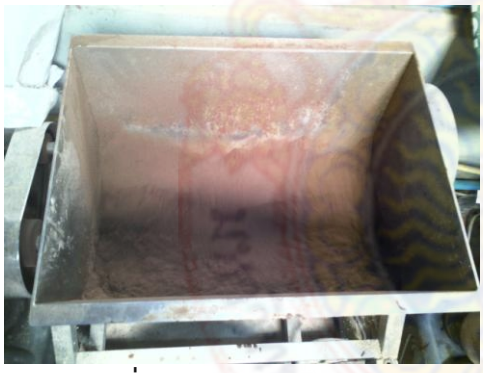
ภาคผนวก ก ภาพกิจกรรมของการดำเนินการวิจัย

ภาพนวกที่ 1 กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

ภาพผนวกที่ 2 ตวงน้ำหมัก EM

ภาพผนวกที่ 3 ผสมกากน้ำตาล

ภาพผนวกที่ 4 ผสมน้ำหมัก EM



ภาพผนวกที่ 5 คลุกเคล้าผสมวัตถุดิบอาหาร

ภาพผนวกที่ 6 ทดลองปั้นก้อนอาหาร

ภาพผนวกที่ 7 บรรจุอาหารในถุงซิป

ภาพผนวกที่ 8 ไล่อากาศออกจากถุงซิป

ภาคผนวก ก (ต่อ) ภาพกิจกรรมของการดำเนินการวิจัย

ภาพนวกที่ 9 วัตถุดิบอาหารใช้ทดลอง

ภาพผนวกที่ 10 ชั่งวัตถุดิบอาหารตามสูตร

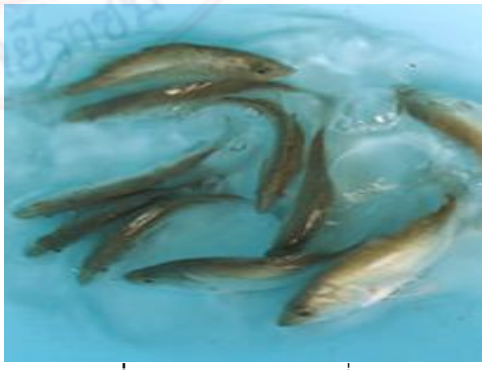
ภาพผนวกที่ 11 อัดเม็ดอาหารทดลอง

ภาพผนวกที่ 12 อาหารทดลองอัดเม็ด

ภาพผนวกที่ 13 อบอาหารที่ผ่านการอัดเม็ด

ภาพผนวกที่ 14 อาหารทดลองที่อบแห้ง

ภาพผนวกที่ 15 บ่อที่ใช้ทดลองเลี้ยงปลา



ภาพผนวกที่ 16 ปลากะพงขาวที่ทำการทดลอง

ภาคผนวก ข

การนำเสนอผลงานวิจัย

Proceeding ในการประชุมทางวิชาการระดับชาติลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ครั้งที่ 4 ของมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง