



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ สัตว์ส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหาร
สำหรับการเลี้ยงปลากระชังดอกแดง : กรณีศึกษา บ้านป่อหิน อำเภอสิเกา
จังหวัดตรัง

โดย ผศ.วัฒนา วัฒนกุล และ ผศ.อุไรวรรณ วัฒนกุล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

กรกฎาคม 2553

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ สัตว์ส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหาร
สำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง : กรณีศึกษา บ้านบ่อหิน อำเภอสิเกา
จังหวัดตรัง

คณะผู้วิจัย

สังกัด

ผศ.วัฒนา วัฒนกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

ผศ.อุไรวรรณ วัฒนกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

ชุดโครงการ “ การวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ 5 จังหวัดภาคใต้”

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

โครงการวิจัยสัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหาร
สำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง : กรณีศึกษา บ้านบ่อหิน อำเภอเสียดา จังหวัดตรัง
**Optimum Level of Palm Kernel Cake Supplementation in Feed for Rearing of
Orange-Spotted Grouper, *Epinephelus coioides* : Case Study on Ban Bor Hin,
Sikao District, Trang Province**

Executive Summary

การเลี้ยงปลากะรัง หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า “ปลาเก๋า” ซึ่งเป็นปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย กำลังประสบปัญหาอย่างมาก สืบเนื่องจาก เกษตรกรที่เลี้ยงส่วนใหญ่ใช้ปลาสด หรือปลาเหยื่อเป็นอาหาร แต่ปัจจุบันนี้ปลาสดที่ใช้เป็นอาหารปลากะรัง มีราคาเพิ่มสูงขึ้น ตามราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาสูงขึ้น ตลอดจนหาได้ยากขึ้น และปริมาณไม่แน่นอน ขึ้นกับฤดูกาล เนื่องจากปลาในทะเลธรรมชาติมีจำนวนลดลง ทำให้ต้นทุนการเลี้ยงปลากะรังเพิ่มสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เกษตรกรเป็นจำนวนมากที่สู้กับต้นทุนที่เพิ่มขึ้นไม่ไหว ต้องเลิกกิจการไปในที่สุด ทำให้เกิดความไม่ยั่งยืนของอาชีพการเลี้ยงปลากะรัง และต่อเนื่องไปถึงอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์น้ำของประเทศไทย

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ทำให้คณะผู้วิจัย ซึ่งคลุกคลีอยู่กับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลากะรัง มีแนวคิดที่จะช่วยลดต้นทุนของการเลี้ยงปลากะรัง โดยการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับใช้เลี้ยงปลากะรังขึ้น เพื่อลดปริมาณการใช้ปลาสด และลดต้นทุนค่าอาหาร โดยเน้นว่าอาหารที่ผลิตขึ้นนั้น ให้การเจริญเติบโตของปลากะรังเป็นปกติ แต่สามารถช่วยลดต้นทุนของการเลี้ยงได้ ทางคณะผู้วิจัยจึงได้เลือกกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ หรือผลพลอยได้จากพืชที่หาได้ง่าย และมีแพร่หลายในท้องถิ่นของจังหวัดตรัง มีราคาถูก และสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์หลายชนิดมาเป็นวัตถุดิบผสมในอาหารทดลอง ดังนั้น แนวทางของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จะมุ่งเน้นการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง โดยการสร้างสูตรอาหารที่มีระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมในอาหารต่างกัน 5 ระดับ ที่มีระดับโปรตีน และพลังงานที่ข้อยได้ในอาหารเท่ากันคือ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 3,600 Kcal/Kg ได้แก่ สูตรที่ 1 (PKC 0%), สูตรที่ 2 (PKC 4.88%), สูตรที่ 3 (PKC 9.48%), สูตรที่ 4 (PKC 17.97%) และ สูตรที่ 5 (PKC 25.62%) และมีสูตรอาหารเปรียบเทียบกับอีก 2 สูตร คือ สูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) และสูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) ดังนั้นจะมี 7 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD นำอาหารที่เตรียมขึ้นไปเลี้ยงปลากะรังดอกแดงในกระชังขนาด 1.5 x 1.5 x 2 เมตร กระชังละ 50 ตัว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 135.10 ± 64.58 กรัม เป็นเวลา 8 เดือน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

และต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ลดลง เมื่อมีการผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารเพิ่มสูงขึ้น โดยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลากะรังที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 4.88 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) มีค่าเท่ากับ 0.37 ± 0.02 %/วัน และ 1.199 ± 0.02 ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (สูตรที่ 1 PKC 0%) และสูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) ($p > 0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3, 4, และ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้น ตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยปลาที่ได้รับอาหารสูตร 2 (PKC 4.88%) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม และอาหารสูตรที่ 6 ($p > 0.05$) ในขณะที่ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตมีค่าลดลงตามระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตของปลากะรังมีค่าต่ำสุด ในสูตรอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 25.62% (สูตรที่ 5) โดยมีค่าอาหารต่อผลผลิตเท่ากับ 49.68 ± 4.12 บาท ต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างกับปลาที่รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่หากพิจารณาจาก % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย พบว่า การเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรอาหารที่ระดับ 4.88% ดีเทียบเท่าอาหารสูตรควบคุม และอาหารสำเร็จรูป (สูตรที่ 6)

การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรที่ 2 ที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร และมีระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร (DE) 3,600 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ทั้งในด้านการเจริญเติบโต และด้านเศรษฐกิจ เมื่อเทียบกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปในท้องตลาด แต่เนื่องจากการทดลองเลี้ยงในครั้งนี้ใช้เวลา 8 เดือน อาจไม่เพียงพอที่จะยืนยันผลชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาการเลี้ยงปลากะรังของชาวประมงมากกว่า 1 ปี และการเจริญเติบโตของปลาแต่ละช่วงอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยธรรมชาติของปลากะรังเป็นปลาที่โตช้าในระยะแรก รวมถึงสูตรอาหารที่เหมาะสมยังต้องมีการปรับปรุงพัฒนาสูตรอาหารที่ให้ได้สามารถกระตุ้นการกินอาหารของปลา และลดต้นทุนการผลิตได้มากขึ้น เช่นการหาวัตถุดิบอาหารที่ช่วยแต่งกลิ่น เพื่อเพิ่มความอยากอาหารของปลา เช่น น้ำนิ่งปลา อีกทั้งควรศึกษาเพิ่มเติมต่อการใช้อาหารในระบบการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ คิดกำไรขาดทุนจากต้นทุนที่แท้จริงของผู้ประกอบการ เพื่อจะได้ข้อมูลประกอบการพิจารณาส่งเสริมการใช้อาหารลดต้นทุนในโอกาสต่อไป

สารบัญ

หน้า

Executive Summary

สารบัญ (1)

บทคัดย่อ (2)

Abstract (3)

รายการตาราง (4)

รายการตารางผนวก (5)

รายการภาพผนวก (6)

บทนำ 1

วัตถุประสงค์ของโครงการ 3

การตรวจเอกสาร 4

วิธีการศึกษา 14

ผลการศึกษา 20

วิจารณ์ 39

สรุป 46

ข้อเสนอแนะ 47

เอกสารอ้างอิง 48

ภาคผนวก 55

 ภาคผนวก 1 56

 ภาคผนวก 2 59

 ภาคผนวก 3 75

 ภาคผนวก 4 77

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เสริมในอาหารเลี้ยงปลากะรังดอกแดง เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต โดยใช้ปลาที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 135.10 ± 64.58 กรัม ทดลองในกระชัง ขนาด $1.5 \times 1.5 \times 2$ เมตร จำนวน 21 กระชังๆละ 50 ตัว เป็นเวลา 8 เดือน ให้อาหารทดลอง 7 สูตร แต่ละสูตรมี 3 ซ้ำ โดยอาหารสูตรที่ 1 ถึง 5 มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 4.88, 9.48, 17.97 และ 25.62 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และปรับระดับสารอาหารในทุกสูตรให้มีโปรตีน และพลังงานใกล้เคียงกัน (โปรตีน 40% และพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร 3,600 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม) เปรียบเทียบกับ สูตรที่ 6 และ 7 คืออาหารเม็ดสำเร็จรูป และปลาเหยื่อ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต ผลจากการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลงตามระดับของ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลากะรังที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 4.88 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2 PKC 4.88%) มีค่าเท่ากับ 0.37 ± 0.02 %/วัน และ 1.199 ± 0.02 ซึ่งไม่แตกต่างกับปลา ที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (สูตรที่ 1 PKC 0%) และสูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) ($p > 0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าปลา กะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3, 4, และ 5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้น ตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยปลาที่ ได้รับอาหารสูตร 2 (PKC 4.88%) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม และ อาหารเม็ดสำเร็จรูป ($p > 0.05$) ในขณะที่ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตมีค่าลดลงตามระดับกากเนื้อเมล็ด ในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตของปลากะรังมีค่าต่ำสุด ใน สูตรอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 25.62% (สูตรที่ 5) โดยมีค่าอาหารต่อผลผลิตเท่ากับ 49.68 ± 4.12 บาท ต่อ กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างกับปลาที่รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ ต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่หากพิจารณาจาก % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย พบว่า การเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรอาหารที่ระดับ 4.88% ดีเทียบเท่าอาหารสูตรควบคุม และอาหารสำเร็จรูป (สูตรที่ 6)

การศึกษานี้ทำให้ทราบว่า การเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารที่มีระดับพลังงาน 3,600 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ทั้งในด้านการเจริญเติบโต และด้านเศรษฐศาสตร์

Abstract

The study was carried out to determine the effect of supplementation with palm kernel cake in grouper diet on feed cost reduction. Grouper (135.10 ± 64.58 g mean initial weight) were randomly stocked into 21 polyethylene net cages (0.5 x 1.5 x 2 m) at 50 fish/cage for eight months with 7 formulated diets cultured by three replicate groups. The five formulated contained palm kernel cake 0, 4.88, 9.48, 17.97 and 25.62 percentage ; diet 1-5 respectively. These diets contained protein (40%) and digestible energetic (3,600 Kcal/Kg.) compared with commercial floating pellet feed and trash fish (diet 6-7) for growth rate, survival rate, feed conversion ratio (FCR), protein efficiency ratio (PER) and economic return. The Results showed a decline in specific growth rate and PER with increase levels of palm kernel cake. Acceptable specific growth rate (0.37 ± 0.02 % per day) and PER (1.199 ± 0.02) were achieved in the fish given the feed with 4.88% palm kernel cake and not significantly different from the control feed, commercial floating pellet feed ($p > 0.05$) but higher than formula 3, 4, 5 ($p < 0.05$). Feed conversion ratio increased with the levels of palm kernel cake. FCR on diet 2 (PKC 4.88%) and control diet were not significantly different from commercial floating pellet feed ($p > 0.05$). Feed cost decreased with an increase of palm kernel cake. The minimum feed cost was achieved in the fish given the feed with 25.62% (formula 5) palm kernel cake at 49.68 ± 4.12 baht/kg. It was significant difference from other level of palm kernel cake in their feeds ($p < 0.05$). However, weight gain, specific growth rate, feed conversion ratio and survival rate indicated that diet with 4.88% palm kernel cake was as good as control diet and commercial floating pellet feed.

It was suggested that the optimum level of palm kernel cake in feed was 4.88% and 3,600 Kcal digestibility energy/kg for grouper feed taking into account the weight increase and economic returns.

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองจากการวิเคราะห์	7
2 แสดงปริมาณกรดอะมิโนในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (palm kernel cake : PKC)	12
3 องค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (บนฐานของวัตถุแห้ง)	13
4 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารปลากะรัง (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	20
5 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) เป็นส่วนผสมที่ได้จากการคำนวณ	22
6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	23
7 การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อเป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	27
8 การเจริญเติบโตโดยความยาว (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นเซนติเมตร) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	29
9 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปลากะรังดอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	32
10 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ราคาอาหาร (บาท/กก.) และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตปลากะรังดอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ดและปลาเหยื่อเป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	34
11 คุณภาพความสดทางประสาทสัมผัสของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อเป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	36
12 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)	36
13 คุณภาพน้ำบริเวณกระชังที่ทำการทดลองเลี้ยงปลากะรังที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือนบริเวณบ้านพรุจูด ต.บ่อหิน อ.สิเกา จ.ตรัง ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม 52 ถึงวันที่ 25 มกราคม 53	38

รายการตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) เป็นส่วนผสม ที่ใช้สำหรับการผลิตอาหารทดลอง	56
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของน้ำหนักปลากะรัง จำแนกตามระดับของการผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร (5สูตร) อาหารเม็ดสำเร็จรูป และปลาเหยื่อสด โดยควบคุมเวลาที่เก็บข้อมูล	57
3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความยาวปลากะรัง จำแนกตามระดับของการผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร (5สูตร) อาหารเม็ดสำเร็จรูป และปลาเหยื่อสด โดยควบคุมเวลาที่เก็บข้อมูล	57
4 เปรียบเทียบผลของสูตรอาหารทดลองต่อการเจริญเติบโตของปลากะรังดอกแดง ที่ทำการทดลองเลี้ยงในกระชัง เป็นระยะเวลา 8 เดือน โดยควบคุมปัจจัยเวลาที่เก็บข้อมูล (น้ำหนักเฉลี่ย $\pm$ SD และความยาวเฉลี่ย $\pm$ SD)	58

รายการภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1 พื้นที่วางกระชังทำการทดลองเลี้ยงปลา	59
2 โครงกระชังที่ใช้ทดลอง	59
3 กระชังที่ใช้ทดลองขนาด 1.5 x 1.5 x 2 เมตร	60
4 โครงกระชังแบบมีทุ่นลอยที่ใช้ทดลอง	60
5 การจิงกระชังกับโครงกระชัง	61
6 แกลลอนน้ำมันใส่ทรายสำหรับเป็นวัสดุถ่วงกระชัง	61
7 วัตถุดิบอาหารที่ผ่านการบดละเอียด	62
8 การร่อนวัตถุดิบอาหารเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน	62
9 วัตถุดิบอาหารที่ผ่านการร่อนพร้อมสำหรับการคลุกเคล้าผสม	63
10 ใส่น้ำมันในขั้นตอนการคลุกเคล้าผสมวัตถุดิบ	63
11 วัตถุดิบอาหารที่ผ่านการคลุกเคล้าผสมแล้ว	64
12 อัดเม็ดอาหารทดลอง	64
13 อบอาหารที่อัดเม็ดแล้วในโรงอบ	65
14 โรงอบอาหารที่มีการควบคุมอุณหภูมิ	65
15 การเตรียมขนย้ายปลากระรัง	66
16 ลูกพันธุ์ปลากระรังที่ใช้ในการทดลอง	66
17 ปล่อยปลาเลี้ยงในกระชัง	67
18 ปิดกระชังด้วยตาข่ายป้องกันปลากระโดด	67
19 การเตรียมปลากระรังเพื่อชั่ง - วัดการเติบโต	68
20 ปลากระรังในระหว่างการทดลองเลี้ยง	68
21 การขนย้ายปลาทำการวัดการเจริญเติบโต	69
22 ทำการวัดการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์	69
23 การชั่งน้ำหนักปลาทดลอง	70
24 การวัดความยาวลำตัวปลาทดลอง	70
25 การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากระรัง คอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 เดือน	71

รายการภาพผนวก (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
26 การเจริญเติบโตโดยความยาว (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็น ซม.) ของปลากะรัง ดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 เดือน	71
27 ปลาจากการทดลองที่นำมาตรวจคุณภาพปลาสดทั้งตัว	72
28 การแล่เนื้อปลากะรังเพื่อนำมาทดสอบความชอบโดยรวม	72
29 เนื้อปลากะรังที่ทำการแล่เสร็จแล้ว เตรียมพร้อมสำหรับนำไปนึ่ง	73
30 เนื้อปลากะรังหลังจากนำไปนึ่ง เป็นเวลา 10 นาที	73
31 วิธีการตรวจสอบความชอบโดยรวม จากการทดสอบชิมปลากะรัง	74
32 ผู้ทดสอบชิมปลากะรัง ให้คะแนนในใบรายงานผลการทดสอบ	74

บทนำ

จังหวัดตรัง เป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ทางชายฝั่งทะเลอันดามัน จึงมีประชากรส่วนหนึ่งที่ประกอบอาชีพ และมีรายได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง และจากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2550 รายงานว่า ผลผลิตการเลี้ยงปลากระชังในกระชังของจังหวัดตรัง มีปริมาณถึง 327 ตัน (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2550) มูลค่าหลายล้านบาท ซึ่งชุมชนบ้านบ่อหิน อ.สิเกา จ.ตรัง เป็นชุมชนหนึ่งที่ประชากรมีอาชีพทำการประมง และเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง นอกเหนือจากการทำสวนยางพารา และปาล์มน้ำมัน ปลาน้ำกร่อยเศรษฐกิจที่นิยมเลี้ยงได้แก่ ปลากระชัง และปลากระพงขาว ทั้งนี้เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหลายประการ ดังเช่น สภาพล้าคลองเป็นป่าชายเลนสมบูรณ์ สามารถป้องกันคลื่นลมในฤดูมรสุมได้ ความลึกอยู่ในช่วงระหว่าง 2-4 เมตร ไม่มีปัญหาการลักเล็กขโมยน้อย เพราะมีการจัดกลุ่มเลี้ยงปลาและเฝ้าระวัง โดยการนอนเฝ้าที่กระชัง อีกทั้งมิใช่อุปนิสัยของคนในชุมชน แต่ในขณะนี้ ประสบปัญหาเป็นอย่างมากในเรื่องของต้นทุนการผลิต เนื่องจากการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกรชุมชนบ้านบ่อหินจะใช้ปลาสดเป็นอาหาร ซึ่งมีปัญหาสำคัญหลายประการ เช่น ปัญหาปริมาณปลาสด ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และปริมาณไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลา ปัญหาด้านราคา ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคายังผันผวนตามปริมาณ คุณภาพสถานที่ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น และชนิดของปลาในแต่ละช่วง จึงมีผลทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงปลาในกระชังสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ปัญหาคุณภาพของปลาสด ไม่มีคุณค่าทางอาหารครบ แม้ว่าปลาสดมีโปรตีนสูงแต่มีกรดไขมันและแร่ธาตุ ปัญหาในการเก็บรักษา ซึ่งปลาสดจะเน่าอย่างรวดเร็วถ้าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง ปัญหาการเป็นพาหะนำโรคของปลาสด (Sim *et al.*, 2005) และปัญหาราคาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาดมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลากระชังไม่มีความมั่นใจที่จะใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยง ซึ่งอาจจะไม่มีความคุ้มค่ากับการลงทุน

จากปัญหาต่าง ๆ ของการใช้ปลาสด และอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีราคาแพง เป็นอาหารในการเลี้ยงปลากระชังของชุมชนบ้านบ่อหิน ทำให้เกิดความไม่ยั่งยืนของอาชีพการเลี้ยงปลาในกระชัง และอาจจะต้องเลิกกิจการไปในที่สุดนั้น จึงเกิดความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีแนวทางในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. ลดการใช้ปลาสดเป็นอาหารหลักในการเลี้ยง หันมาใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีการนำแหล่งโปรตีนอื่นที่หาได้ง่ายและราคาถูกกว่ามาใช้ในการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปทดแทนปลาป่นซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ราคาอาหารปลาแพง ให้ได้สารอาหารเฉพาะสำหรับปลากระชัง ซึ่งมีราคาต่ำที่สุด แต่ไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากลดลง เช่นการนำเอาวัตถุดิบเหลือใช้หรือผลพลอยได้

จากพืชที่หาได้ง่ายมาทดแทนเป็นบางส่วน โดยเฉพาะวัตถุดิบเหลือใช้ เช่น กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีน และพลังงานทดแทน มาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร

2. กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีคุณค่าทางโภชนาการสูงพอสมควร โดยเฉพาะโปรตีน 13 – 16% และไขมัน 6 – 23% จึงสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ อาจช่วยลดการใช้โปรตีนจากปลาป่น และ ถั่วเหลืองในการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้ ซึ่งได้มีงานวิจัยทดลองมาก่อนหน้านี้แล้วพบว่า สามารถนำเอากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มาใช้ในการผสมอาหารปลานิล (นิรุทธิ์, 2544) และปลานิลแดง แปลงเพศ (วุฒิพร และคณะ, 2547) ทำให้ปลานิลมีการเจริญเติบโตดี นับว่าเป็นทางเลือกใหม่ที่จะช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำได้

3. และในจังหวัดตรังเองสามารถหากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ได้ง่าย และมีราคาถูก เพราะมีการปลูกปาล์มน้ำมัน และมีโรงงานปาล์มน้ำมันหลายโรง

เห็นชัดเจนว่า ปลาสด และราคาแพงของอาหารเม็ดสำเร็จรูป เป็นปัจจัยจำกัด (limiting factor) ดังนั้น การนำเอาวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบเหลือใช้ หรือผลพลอยได้ ที่มีแพร่หลายในท้องถิ่น จังหวัดตรัง คือกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปของปลากะรัง จึงเป็นแนวทางของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยมุ่งเน้นการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลากะรัง เพื่อเป็นแนวทางที่จะพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลากะรัง ลดปริมาณการใช้ปลาสด ลดต้นทุนค่าอาหาร และรู้จักใช้วัตถุดิบเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และคาดว่าผลการศึกษานี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของการพัฒนาการเลี้ยงปลากะรัง ให้เกิดความยั่งยืนในอาชีพ ของเกษตรกรชุมชนบ้านบ่อหิน จ.ตรัง เครือข่ายประมงพื้นบ้าน และอุตสาหกรรมการเลี้ยงปลากะรังของประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะรังที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และคุณภาพของปลากะรัง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนอาหารต่อผลผลิตปลากะรัง ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน สูตรต่าง ๆ
3. เพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่กลุ่มเป้าหมาย

การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงปลากะรัง

การเลี้ยงปลากะรังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (Williams and Rimmer, 2005) ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย ปลากะรังแต่ละชนิดมีราคาแตกต่างกันไป แต่โดยรวมแล้วเป็นปลาที่มีมูลค่าสูง และให้ผลตอบแทนการเลี้ยงสูงกว่าปลาทะเลชนิดอื่น ทำให้ได้รับความนิยมจากเกษตรกรในการเลี้ยงเพื่อการค้า (Bondad-Reantaso *et al.*, 2002) ปริมาณผลผลิตการเลี้ยงปลากะรังของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2541 ถึง ปี 2545 มีผลผลิต 1,390, 1,143, 1,332, 1,442 และ 1,170 ตัน/ปี (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2547) ในประเทศไทยมีการเลี้ยงปลากะรังหลายชนิด แต่ชนิดที่แพร่หลายมากที่สุดและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญได้แก่ ปลากะรังดอกแดง (orange-spotted grouper หรือ green grouper; *Epinephelus coioides*) โดยประเทศไทยมีส่วนแบ่งการตลาดของปลาชนิดนี้ในตลาดฮ่องกงมากที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2542-2546 (Muldoon *et al.*, 2004)

อาหารปลากะรัง

ในการเลี้ยงปลา อาหารเป็นต้นทุนที่สูงที่สุดคือประมาณ 50-70 % ของต้นทุนทั้งหมด (Blyth and Dodd, 2002; Kongkeo and Phillips, 2002) จากการสำรวจต้นทุนการเลี้ยงปลากะรังทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2540-2541 พบว่า มีต้นทุน 148.8 บาท/กิโลกรัม แยกเป็นต้นทุนอาหาร 85.0 บาท/กิโลกรัม หรือ 57.1 % ของต้นทุนทั้งหมด (Boonchuwong and Lawapong, 2002)

ปลากะรังเป็นปลากินเนื้อ และมีความต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูง เกษตรกรนิยมใช้ปลาสดเป็นอาหารเลี้ยงปลากะรัง อย่างไรก็ตามการใช้ปลาสดเป็นอาหารปลากะรัง มีปัญหาสำคัญหลายประการ ได้แก่

1. ปัญหาปริมาณปลาสด พบว่าปริมาณปลาสดไม่เพียงพอต่อความต้องการ และปริมาณไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศและช่วงเวลา
2. ปัญหาด้านราคา ราคาปลาสดมีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคายังผันผวนตามปริมาณ คุณภาพ สถานที่ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น และชนิดของปลาในแต่ละช่วง จึงมีผลทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงปลาในกระชังสูงขึ้นเป็นอย่างมาก
3. ปัญหาคุณภาพของปลาสด ไม่มีคุณค่าทางอาหารครบ แม้ว่าปลาสดมีโปรตีนสูงแต่มีกรดไขมันและแร่ธาตุ ปัญหาในการเก็บรักษา ซึ่งปลาสดจะเน่าอย่างรวดเร็วถ้าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง และปัญหาการเป็นพาหะนำโรคของปลาสด (Sim *et al.*, 2005)

4. ปัญหาการสูญเสียและสร้างมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม ปลาเบ็ดถูกนำไปสับเป็นชิ้นเล็ก เมื่อนำไปใช้เลี้ยงปลากะรัง พบว่า 30 ถึง 50 % ของปริมาณปลาเบ็ด จะสูญหายไประหว่างการให้อาหารปลา ปริมาณการสูญเสียประมาณด้วยปลาเบ็ด 2-4 เท่า มากกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ด (Sim *et al.*, 2005) และพบว่า การเลี้ยงปลากะรังด้วยปลาสดมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกสู่สิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้อาหารเม็ดเพียงถึง 17 เท่า (Chu, 2002)

5. ความไม่ยั่งยืนของอาชีพการเพาะเลี้ยง การยึดติดกับปลาสดทำให้ไม่สามารถขยายกิจการได้ เพราะถูกจำกัดด้วยปริมาณปลาสด และราคาที่สูงขึ้น (Rosario, 2002; Svennevig, 2002) หากไม่มีปลาสดก็อาจจะต้องเลิกกิจการไปในที่สุด ซึ่ง Sheriff (2002) รายงานว่า การเลี้ยงปลากะรังในภาคใต้ของประเทศไทยยังคงใช้ปลาสดเป็นอาหาร เนื่องจากเกษตรกรไม่มีทางเลือกอื่น และในปัจจุบันอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาดมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลากะรังไม่มีความมั่นใจที่จะใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยง ซึ่งอาจจะไม่มีความคุ้มค่ากับการลงทุน

ความต้องการสารอาหารของปลากะรังในระยะต่าง ๆ

เวียง (2542) รายงานว่า ปัจจุบันยังไม่มีรายงานการศึกษา ความต้องการสารอาหารของปลากะรังอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม จากการทดลองเลี้ยงปลากะรังของนักวิชาการซึ่งยังมีไม่มากนัก พอสรุปความต้องการสารอาหารอย่างกว้าง ๆ ของปลากะรังขนาดต่าง ๆ ได้ ลูกปลากะรังวัยอ่อน (อายุ 1-50 วัน) ต้องการกรดไขมันที่จำเป็นในกลุ่มโอเมก้า-3 ($20:5n-3$, $22:6n-3$) สำหรับการเจริญเติบโตและการรอดตายเช่นเดียวกับลูกปลาทะเลอื่น ๆ โดยต้องการในอาหาร 1.84-3.5% ปลาขนาด 1-4 นิ้ว อาหารที่ใช้เลี้ยงได้ผลดีทั้งการเจริญเติบโต การรอดตาย และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ควรมีโปรตีน 45-50% (บุญชู และคณะ, 2530) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงความต้องการสารอาหารของปลาในกลุ่มปลากะรังไว้ โดยนักวิจัยหลายท่าน Teng *et al.* (1977) รายงานว่า ปลา *Epinephelus tauvina* ต้องการโปรตีนในระดับ 50% เพื่อการเจริญเติบโตสูงสุด แต่ระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับปลา *E. tauvina* น่าจะอยู่ที่ระดับ 45% (El-Dakour and George, 1982) ขณะที่ระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารสำหรับปลากะรัง *E. malabaricus* อยู่ที่ระดับ 47.8% (Chen and Tsai, 1994) ส่วนความต้องการไขมันในอาหารปลากะรังอยู่ที่ระดับ 14% (New, 1987)

การพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากะรัง

จากปัญหาต่าง ๆ ของการใช้ปลาสดเป็นอาหารปลากะรัง ปลากะรังเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตค่อนข้างเร็ว ฝึกให้กินอาหารเม็ดแห้งได้ และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อค่อนข้างต่ำ ทำให้นักวิจัยพยายามพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากะรังเพื่อทดแทนการใช้ปลาสด เนื่องจากอาหารสำเร็จรูปมีข้อดีกว่าปลาสดหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณและคุณภาพสม่ำเสมอ สามารถกำหนดคุณค่าสารอาหารได้

ตรงตามความต้องการของปลา การเจริญเติบโตเร็ว สุขภาพแข็งแรง การเก็บรักษาอาหารเม็ดทำได้ง่าย มีการสูญเสียหรือปลดปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำน้อยกว่าสด และลดความเสี่ยงในการเกิดโรค (Sim *et al.*, 2005) การศึกษาเน้นไปที่การพัฒนาอาหารสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางอาหารตรงกับความต้องการของปลา ทำให้ปลาโตเร็ว มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย และมีความเหมาะสมด้านราคา (Marte, 2002; Rimmer *et al.*, 2002) ผลการศึกษาพบว่า ปลากระังต้องการอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 43-50 % และไขมัน 10 % (บุญชู และคณะ, 2530; วิเชียร และคณะ, 2539; อัครา และคณะ, 2547; อัครา, 2547; Millamena and Toledo, 2004; Williams and Rimmer, 2005) อย่างไรก็ตามอาหารที่มีโปรตีนสูงมีราคาแพง ไม่เหมาะสมแก่การใช้งานจริง ระดับโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปที่มีความเหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์ (economical optimum dietary protein level) สำหรับปลากระังควรมีโปรตีนประมาณ 40 % (Boonyaratpalin, 2002) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อโดยทั่วไปอยู่ที่ 1.5-2.0 (Blyth and Dodd, 2002; Sim *et al.*, 2005) โดย Sim *et al.*, 2005 รายงานว่า ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของปลากระังที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ด จะมีค่าต่ำกว่า 2 : 1 กล่าวคือ ปลากินอาหารเม็ดแห้งระหว่าง 1.5 และ 2 กิโลกรัม ทำให้ปลากระังมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ในขณะที่ถ้าใช้ปลาเป็ดซึ่งมีคุณภาพดีเป็นอาหาร ค่า FCR ที่ได้คำนวณไว้เท่ากับ 6 : 1 หรือมากกว่า

ปัจจุบัน เกษตรกรในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย สหองกง จีน และไต้หวัน เริ่มใช้อาหารสำเร็จรูปเลี้ยงปลากระัง (Sim *et al.*, 2005) สำหรับประเทศไทย แม้จะมีการศึกษาด้านอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากระังมาเป็นเวลานาน และเริ่มมีบริษัทเอกชนผลิตอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปสูตรสำหรับปลาทะเล และวางขายในท้องตลาดทั่วไป แต่ยังไม่ได้รับความนิยมนอกจากเกษตรกรในการใช้เลี้ยงปลากระัง เนื่องจากไม่มั่นใจในผลการใช้ ความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ (สามารถ และคณะ, 2549) อาหารเม็ดสำเร็จรูปในท้องตลาดที่ชาวประมงนำมาเลี้ยงปลากระังในปัจจุบัน เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลาทะเล (ไฮเกรด) ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการที่ระบุไว้ข้างกระสอบ ดังนี้ โปรตีนไม่ต่ำกว่า 40% , ไขมันไม่ต่ำกว่า 5%, ความชื้นไม่มากกว่า 12% และกากไม่มากกว่า 5% โดยมีส่วนผสมคือ ปลาป่น, ปลาหมึกป่น, กากถั่วเหลือง, แป้งสาลี, รำสาลี, ข้าวโพด, วิตามินและเกลือแร่ จำนวนน้ำหนัก 20 กิโลกรัม/กระสอบ มีราคา ตั้งแต่ 750 – 850 บาท ดังนั้น เมื่อคิดราคาต้นทุนอาหารต่อกิโลกรัม พบว่ามีราคาประมาณ 37.50-42.50 บาท (ราคาอาหาร ณ ปี พ.ศ. 2552)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเพื่อพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปลากระัง เช่นการผลิตอาหารปลาสำเร็จรูปที่ผลิตเองสูตร สสข. เลี้ยงปลากระังดอกแดง ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 75 ± 10 กรัมเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อศึกษาถึงผลของอาหารสำเร็จรูปต่อองค์ประกอบเลือด การทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน การเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตาย พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสามารถใช้เลี้ยงปลากระังได้โดยไม่มีผลต่อสุขภาพปลา มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับ

อาหารเม็ดสำเร็จรูปตามท้องตลาด แต่มีอัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายดีกว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยปลาสดเป็นอาหาร (เจนจิตต์ และคณะ, 2551)

การศึกษาผลตอบแทนของการใช้อาหารสำเร็จรูปเลี้ยงปลาทะเล

จากรายงานการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่ำสลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีนปกติ ต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร (สุนิตย์ และคณะ, 2547) ซึ่งเป็นอาหารปลาทะเลที่มีระดับโปรตีน 38.30 และ 45.48% ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบกับการให้ปลาหลังเขียวเพียงอย่างเดียว พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีนต่ำสลับกับโปรตีนปกติ มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปโปรตีนปกติ และปลาที่เลี้ยงด้วยปลาหลังเขียว ตามลำดับ ตลอดจนมีผลผลิตและให้ผลตอบแทนสูงกว่า และเมื่อคำนวณต้นทุนค่าอาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) พบว่า การใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปจะลดต้นทุนได้มากกว่าการใช้ปลาสด ซึ่งในสูตรอาหารทั้งสองสูตรมีองค์ประกอบทางเคมี และราคาต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง จากการวิเคราะห์

	สูตร 1	สูตร 2	ปลาหลังเขียว
โปรตีน ¹	45.48	38.30	69.80
ไขมัน ¹	12.09	12.02	7.74
เถ้า ¹	19.93	20.35	2.10
ความชื้น ²	5.68	3.94	74.75
ราคา ³ (บาทต่อกิโลกรัม)	31.10	29.85	13.00

หมายเหตุ 1: % น้ำหนักแห้ง

2: % ตามลักษณะตัวอย่างที่เก็บ

3: ราคาวัสดุอาหาร ปลาป่น 27.5 บาท/กก., กากถั่วเหลือง 13.60 บาท/กก., หัวกุ้งป่น 13 บาท/กก., แปะงา 16 บาท/กก., ปลาขี้ขาว 8 บาท/กก., แอลฟาสตาร์ช 25 บาท/กก., น้ำมันปาล์ม 20 บาท/กก., น้ำมันปลา 100 บาท/กก., แร่ธาตุรวม 90 บาท/กก., cophos 30 บาท/กก., วิตามินรวม 360 บาท/กก. และ วิตามินซี 520 บาท/กก. (สุนิตย์ และคณะ, 2547)

ความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำ

โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ที่พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ทั้งสัตว์ พืช และจุลินทรีย์ โดยในสัตว์มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบมากกว่าในสิ่งมีชีวิตประเภทอื่น (เวียง, 2542) โปรตีนเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการมีชีวิต และการเจริญเติบโต มีหน้าที่ในการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ฮอร์โมน สารภูมิคุ้มกันโรค และฮีโมโกลบิน ดังนั้นปลาจึงมีความต้องการโปรตีนที่มากเพียงพอ และต่อเนื่อง ปลาว่ายอ่อนต้องการโปรตีนปริมาณมาก และความต้องการโปรตีนจะลดลงเมื่อปลาโตขึ้น การกำหนดปริมาณโปรตีนที่ปลาได้รับในวันหนึ่ง ๆ นอกจากจะพิจารณาถึง วัย ขนาด ชนิด และสภาวะแวดล้อม ปริมาณความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำยังแตกต่างกันไปตามอุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนในน้ำ ซึ่งมีผลต่อการใช้โปรตีนของสัตว์น้ำเป็นอย่างมาก เพราะ อุณหภูมิ และออกซิเจนในน้ำ จะช่วยเร่งอัตราการเผาผลาญอาหาร ขณะเดียวกันอาหารที่มีโปรตีนมากเกินไป นอกจากจะทำให้สัตว์น้ำไม่เจริญเติบโต อันเนื่องจากต้องสูญเสียพลังงานในกระบวนการดีอะมิเนชัน (deamination) ภายในร่างกายของสัตว์น้ำโดยตรง สารประกอบไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายลงไปในน้ำจะทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมลง เป็นผลให้ปลาเบื่ออาหาร การใช้ประโยชน์จากอาหารได้น้อย และอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ดังนั้นปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาคือ ปริมาณโปรตีนซึ่งน้อยที่สุดที่ทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตดีที่สุด (เวียง, 2528) นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ของโปรตีนในสัตว์น้ำจะขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำ สิ่งแวดล้อม คุณภาพของโปรตีน ระดับโปรตีนที่เหมาะสม พลังงานที่มีในอาหาร ชนิดของแหล่งพลังงาน และปริมาณอาหารที่ปลากิน (Steffens, 1981)

ในการใช้โปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต ไม่เพียงแต่สัตว์น้ำจะต้องได้รับโปรตีนจากอาหารประจำวันในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการเท่านั้น อาหารจะต้องมีพลังงานจากไขมันและคาร์โบไฮเดรตเพียงพอความต้องการของสัตว์น้ำด้วย ในกรณีที่อาหารมีระดับโปรตีนสูงเพียงพอความต้องการแต่มีพลังงานต่ำ อาหารนั้นก็จะไม่ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตเหมือนอย่างที่ปรากฏกับปลาคดหลวง (Mangalik, 1986) ทั้งนี้เพราะโปรตีนจะต้องถูกเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานเสริมกับพลังงานจากไขมันและคาร์โบไฮเดรต ผลจากการเปลี่ยนโปรตีนเป็นพลังงานทำให้จำเป็นต้องเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารให้สูงขึ้น (NRC, 1981; 1983) และการเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารทำให้เกิดสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นพิษในร่างกายของสัตว์น้ำเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย โดยเหตุนี้อาหารจึงควรมีโปรตีนและพลังงานในสัดส่วนที่เหมาะสม มีรายงานว่าอาหารสัตว์น้ำควรมีพลังงาน 8-9 กิโลแคลอรีต่อโปรตีน 1 กรัม (Hajra *et al.*, 1988; Lim and Dominy, 1989) สำหรับปลาและกุ้งที่เลี้ยงในเอเชีย อาหารที่มีพลังงาน 1 กิโลแคลอรี ควรมีโปรตีน 63-84 และ 88 มิลลิกรัมตามลำดับ (Pandian, 1989)

เนื่องจากระดับโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างดังกล่าวแล้วข้างต้น ระดับโปรตีนในอาหารสำหรับสัตว์น้ำที่นิยมเลี้ยงจึงแตกต่างกัน ค่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารควร

ประเมินจากการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ตามหลักการและวิธีการของ Almquist (1972) โดยที่ Pandian (1987) ได้อาศัยหลักการ และวิธีการดังกล่าว ประเมินหาค่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารสัตว์น้ำทั่วไป และสรุปว่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารสำหรับปลากินพืช ปลากินพืชและสัตว์ และกุ้งก้ามกรามมีค่าเท่ากัน คือ 20 – 30% สำหรับปลากินเนื้อ 30-40% และสำหรับกุ้งทะเล 40-50% โดยเฉพาะปลากะรังมีระดับโปรตีนในอาหาร เท่ากับ 40-50% (Teng *et al.*, 1978) บุญชู และคณะ (2530) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลากะรังในกระชังด้วยอาหารผสมเปรียบเทียบกับอาหารเลี้ยงด้วยปลาเป็ด พบว่า อาหารที่มีระดับโปรตีน 50% ทำให้ปลาทดลองเจริญเติบโตดีกว่าปลาเป็ด ส่วนอัตราการรอดและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม และเลี้ยงด้วยปลาเป็ดมีค่าใกล้เคียงกัน อาหารผสมประกอบด้วยปลาป่น แบ่งเหี่ยว วิตามินรวม และแร่ธาตุรวม 80, 15, 2 และ 3 % ตามลำดับ

แหล่งโปรตีนของอาหารปลา

อาหาร เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อความสำเร็จในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำ พบว่า ในการเลี้ยงปลา อาหารเป็นต้นทุนที่สูงที่สุดคือประมาณ 50-70 % ของต้นทุนทั้งหมด (Blyth and Dodd, 2002; Kongkeo and Phillips, 2002) ทั้งนี้มีโปรตีนเป็นสารอาหารหลักที่จำเป็น และราคาแพง

ปลาป่นถือเป็นวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของโปรตีนหลักที่มีการใช้อย่างกว้างขวางในองค์ประกอบของอาหารสัตว์น้ำ เพราะมีกรดอะมิโนสูงโดยเฉพาะ ไลซีน เมทไธโอนีน และมีความสมดุล ปลาป่นจะช่วยเพิ่มไลซีน และเมทไธโอนีนให้กับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนจากพืช เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง วัตถุดิบเหล่านี้มักจะมีเมทไธโอนีน ซิสทีน และไลซีนต่ำ ปลาป่นมีแร่ธาตุ เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม ทองแดง สังกะสี แมงกานีส ไอโอดีน และวิตามิน เช่น วิตามินเอ ดี บี12 บิรวม ในปริมาณที่มากพอ นอกจากนี้ยังมี unidentified growth factor ซึ่งนักโภชนาการจัดว่าเป็นองค์ประกอบของโภชนะที่สำคัญ (ทัศนีย์, 2546) นอกจากนี้ปลาป่นยังเป็นแหล่งน้ำมันที่อุดมด้วยกรดไขมันที่จำเป็นสำหรับสัตว์น้ำ ได้แก่กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวชนิด n-3 HUFA อีกด้วย คุณภาพของปลาป่นที่ใช้ในอาหารจึงมีบทบาทสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพของอาหารนั้น และปลาป่นจะมีคุณภาพแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดของวัตถุดิบ คุณภาพของวัตถุดิบ และกรรมวิธีการผลิต ปลาป่นที่มีคุณภาพดีนั้นสัตว์น้ำจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตได้สูงสุด และมีสุขภาพดี ส่วนปลาป่นที่มีคุณภาพต่ำมีผลทำให้ อัตราการเจริญเติบโตช้า อัตราการตายต่ำ และอัตราแลกเนื้อสูง (จูอะดี และคณะ, 2540) อัตรา และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาถึงผลของคุณภาพปลาป่นในอาหารต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และองค์ประกอบทางเคมีของปลากะรังดอกแดง โดยการใช้ปลาป่นต่างชนิดกัน (จำนวน 4 สูตรอาหารเม็ดแห้ง) คือ ปลาป่นเกรด 1 ปลาป่นเกรด 2 ปลาป่นที่ผลิตจากส่วนเหลือของการทำซูริมิ และปลาป่นที่ผลิตจากส่วนเหลือจากการแปรรูปปลาทูน่า เป็นแหล่งโปรตีนเพียง

แหล่งเดียวในอาหารเลี้ยงปลากะรังดอกแดงที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 1.33 กรัม เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า ปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารสูตร 1 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตราการกินอาหารของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารสูตร 1 และอาหารสูตร 2 มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่าสูงกว่าปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารสูตร 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ และสรุปว่าปลาป่นเกรด 1 มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารปลากะรังดอกแดงมากที่สุด

การใช้แหล่งโปรตีนจากพืชทดแทนปลาป่นในอาหารปลา

ผลผลิตจากปลาป่นของโลกร้อยละ 12 หรือประมาณ 62 ล้านตัน ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำโดยความต้องการเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในขณะที่ปริมาณปลาป่นที่ผลิตได้ทั่วโลกมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการลดลงของปลาในแหล่งธรรมชาติ ส่งผลให้ปลาป่นมีแนวโน้มหาได้ยากและมีราคาสูงขึ้น มีรายงานว่าในปี ค.ศ. 2000 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำใช้ปลาป่นประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตปลาป่นทั้งหมด และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 44 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตปลาป่นทั้งหมด ในปี ค.ศ. 2010 (Hardy, 2000) ซึ่งให้เห็นว่าปลาป่นมีความต้องการเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากขึ้น จนมีการเกรงว่าผลผลิตปลาป่นจะเพียงพอต่อความต้องการหรือไม่ในอนาคต ด้วยเหตุดังกล่าวนี้ จึงเป็นเหตุให้นักวิจัยอาหารสัตว์น้ำหันมาศึกษา และพยายามที่จะนำวัตถุดิบชนิดอื่น จากแหล่งโปรตีนอื่นที่หาได้ง่าย และราคาถูกกว่ามาใช้ หรือวัตถุดิบเหลือใช้จากกิจการต่าง ๆ ที่หาได้ง่าย เพื่อใช้แทนที่ปลาป่นในอาหารสัตว์น้ำหลาย ๆ ชนิด โดยใช้วัสดุจากพืชและสัตว์ เช่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด เลือดปลาน้ำจืด และกระดูกป่น (Kikuchi, 1999; Carter and Hauler, 2000; Elangovan and Shim, 2000; Abery *et al.*, 2002; Stone *et al.*, 2003) สำหรับการทดลองในปลาน้ำกร่อยที่มีงานทดลองในประเทศไทย เช่น การใช้กากถั่วเหลืองและโปรตีนข้าวโพดในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาว (จู่ะดี และมะลิ, 2538) การแทนที่ปลาป่นด้วยผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองชนิดต่าง ๆ ในอาหารปลากะพงขาว (มะลิ และคณะ, 2539) หรือ การใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่นในอาหารปลากะรังดอกแดง ที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40% พบว่าสามารถใช้ได้ถึงระดับ 30% โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลากะรังดอกแดง (อัตราและคณะ, 2546 (ข)) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุดิบเหลือใช้จากพืช เช่น กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีน และพลังงานทดแทน มาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร ในปลานิล (นิรุทธิ์, 2544) ปลานิลแดงแปลงเพศ (วุฒิพร และคณะ, 2547) ส่วนผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลากินเนื้อ พบว่า ในการทดลองให้อาหารที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่างกัน 5 ระดับ คือ 0 – 12% ในการเลี้ยงปลาคูบักอยู่ พบว่า สามารถเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้ถึง 9% แต่ที่ระดับ 3% มีการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มควบคุม (นาริรัตน์, 2548)

การใช้วัตถุดิบพืชเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารสัตว์น้ำ สามารถใช้ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากโปรตีนจากพืชมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าปลาป่น และสัตว์น้ำมีความสามารถในการใช้วัตถุดิบพืชเป็นแหล่งโปรตีนได้ต่ำกว่าปลาป่น เมื่อใช้วัตถุดิบพืชเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารในปริมาณที่สูง สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ รวมทั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพ เนื่องจากพืชมีปัจจัยจำกัด กล่าวคือ มีความไม่สมดุลของสารอาหารสำหรับสัตว์น้ำ เช่น กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีกรดอะมิโนที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ เช่น เมทไธโอนีน และไลซีน ในปริมาณต่ำ (ตารางที่ 2) มีสารต้านโภชนาการ (anti-nutritional factor) เช่น สารยับยั้งทริปซิน โกลสลิโพล (gossypol) กรดไขมันไซโคลโพรเพน (cyclopropene fatty acid) และมินอสีน (minosine) เป็นต้น นอกจากนั้นแหล่งวัตถุดิบพืชยังมีเยื่อใยสูง และถ้าใช้วัตถุดิบพืชระดับสูงในอาหารจะลดความน่ากินของอาหาร และมีผลต่อคุณภาพเมื่อกินอาหาร ถึงแม้วัตถุดิบพืชที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำจะส่งผลด้านลบต่อสัตว์น้ำบ้าง แต่วัตถุดิบพืชก็มีราคาถูก และหาได้ง่ายกว่า จึงมีการพัฒนาการใช้วัตถุดิบพืชเป็นแหล่งโปรตีนในอาหาร ในระดับที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ปลาป่น หรือวัตถุดิบสัตว์ชนิดอื่น ๆ จะเป็นการช่วยลดต้นทุนในอาหารสัตว์น้ำลงได้

การใช้วัตถุดิบพืชเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำ ควรพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการย่อย และการใช้สารอาหารของสัตว์น้ำแต่ละชนิด เช่น ปลากินพืชเป็นปลาที่สามารถใช้อาหารที่เป็นวัตถุดิบพืชได้ดีกว่าปลาอื่น ๆ นอกจากนั้นจะต้องเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่าย ราคาถูก คุณค่าทางอาหารของวัตถุดิบพืช และระดับการยอมรับวัตถุดิบพืชของสัตว์น้ำ เพื่อให้การใช้วัตถุดิบพืชเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์น้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ปลาป่นลง เป็นการลดต้นทุนการผลิตอาหาร เพิ่มผลกำไรในการผลิตได้มากขึ้น (นิรุทธิ์, 2544)

ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตระกูลปาล์ม เช่นเดียวกับ มะพร้าว ตาล และจาก มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Elaeis guineensis* Jacq. มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา อเมริกากลาง และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยครั้งแรก หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ที่จังหวัดสงขลา และมีการปลูกเชิงเศรษฐกิจครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดกระบี่และสตูล โดยนำพันธุ์มาจากประเทศมาเลเซีย ต่อมาได้มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในอีกหลายจังหวัดโดยในปี พ.ศ. 2530 จังหวัดที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมากได้แก่ กระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และตรัง ตามลำดับ มีพื้นที่ปลูกทั้งหมดประมาณร้อยละ 95.46 ของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งประเทศ ในปี พ.ศ. 2531 ผลผลิตปาล์มน้ำมันทั้งทะเลสาบเท่ากับ 885,000 ตัน และในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งสิ้น ประมาณ 1,096,615 ไร่ โดยมีผลผลิตรวม 2,680,342 ตัน (สุดารัตน์, 2540) ความต้องการน้ำมันปาล์มดิบของโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มและอุตสาหกรรมอื่น ๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการ

เจริญเติบโตของเศรษฐกิจ และประชากร นอกจากนั้นน้ำมันปาล์มยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ได้อย่างกว้างขวาง อีกทั้งเป็นพืชยืนต้นที่ให้น้ำมันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ (ชัยรัตน์, 2538)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกรดอะมิโน ในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (palm kernel cake : PKC)

โปรตีน/กรดอะมิโน	ส่วนประกอบโดยรวม 16.06 (%)
อะลานีน	0.92
อาร์จินีน	2.18
แอสพาร์ติก แอซิด	1.55
ซิสทีน	0.20
กลูตามิก แอซิด	3.15
ไกลซีน	0.82
ฮิสติดีน	0.29
ไอโซลิวซีน	0.62
ลูซีน	1.11
ไลซีน	0.59
เมทไธโอนีน	0.30
ฟีนีลอลานีน	0.73
โพรลีน	0.62
เซอรัลีน	0.69
ทรีโอนีน	0.55
ทริฟโตเฟน	0.17
ไทโรซีน	0.83
แวลีน	0.93

ที่มา : Yeong *et al.* (1983)

ในอุตสาหกรรมสกัด (หีบ) ปาล์มน้ำมัน ผลพลอยได้คือกากผลปาล์มน้ำมัน (oil palm meal) ซึ่งได้จากการนำเอาปาล์มทั้งผลมาสกัดน้ำมัน อีกส่วนคือ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (palm kernel meal : PKM หรือ palm kernel cake : PKC) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการนำเมล็ดปาล์ม ที่แยกเอาส่วนของ

เปลือกนอกออกแล้วมาสกัดน้ำมัน ซึ่งเป็นส่วนที่มีกะลาปนอยู่ ส่วนประกอบทางเคมีของส่วนนี้มี ความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการหีบน้ำมัน และวัตถุดิบ โดยมีโปรตีนสูงประมาณ 10-12 % หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับรูปแบบของการสกัดน้ำมัน เยื่อใยประมาณ 20-25 % และมีความสมดุลระหว่างแคลเซียม และฟอสฟอรัสดีกว่ากากเมล็ดพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ จึงนิยมนำไปใช้ในส่วนผสมของอาหารสำหรับเลี้ยง สัตว์ (วุฒิพร และคณะ, 2547) ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหีบผลปาล์มเพื่อ ได้น้ำมัน นับวันจะมีปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นทุกปี กากปาล์มน้ำมัน และกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือ หรือผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมสกัดปาล์ม น้ำมัน ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงพอสมควร (ตารางที่ 3) หาได้ง่าย และมีราคาถูก ซึ่งสามารถ นำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้ นับว่าเป็นทางเลือกใหม่ที่อาจจะช่วยลด ต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำ (นิรุทธิ์, 2544)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (บนฐานของวัตถุแห้ง)

รูปแบบของการสกัด น้ำมัน	วัตถุแห้ง (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	ไนโตรเจนฟรี เอกซ์แทรก (%)	เยื่อใย (%)	เถ้า (%)
หีบด้วยเกลียวอัด ¹	90.20	16.63	14.55	49.03	14.97	4.82
หีบด้วยเกลียวอัด ²	93.89	13.51	16.16	52.11	15.11	3.11
หีบด้วยเกลียวอัด ³	91.90	11.75	11.21	44.33	29.65	3.06
หีบด้วยเกลียวอัด ⁴	93.89	13.78	16.72	51.29	15.11	3.10
หีบด้วยเกลียวอัด ⁵	94.85	14.11	23.77	42.68	16.22	3.22
หีบด้วยเกลียวอัด ⁶	90.89	18.58	6.77	59.97	10.46	4.22
สกัดด้วยสารเคมี ⁷	90.30	16.00	0.80	63.50	15.70	4.00
สกัดด้วยสารเคมี ⁸	90.00	20.56	1.89	56.55	16.67	4.33

ที่มา : อ้างตาม นิรุทธิ์ สุขเกษม (2544)

หมายเหตุ: 1. ยุทธนา และสมเกียรติ (2532)

2. เสาวนิต และคณะ (2530)

3. วินัย และคณะ (2526)

4. วินัย และคณะ (2528)

5. ทวีศักดิ์ (2529)

6. Fetuga และคณะ (1977)

7. Yeong (1981)

8. Wiseman (1987)

วิธีการศึกษา

โครงการวิจัยส่วนที่เมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากระังดอกแดง : กรณีศึกษา บ้านบ่อหิน อำเภอลีเกา จังหวัดตรัง มีวิธีการศึกษาวิจัยที่ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1. วางแผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยจะศึกษาปัจจัยของระดับปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน โดยต้องการให้มีสัดส่วนของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในสูตรอาหารเม็ดที่ผลิตขึ้นต่างกัน 5 ระดับคือ 0, 5, 10, 20, และ 30 เปอร์เซ็นต์ และมีชุดการทดลองเปรียบเทียบอีก 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ ที่มีขายตามท้องตลาดเป็นอาหาร (อาหารปลาทะเลใหญ่ ไฮเกรด ของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหารจำกัดมหาชน) และชุดการทดลองที่ใช้พลาสติก (ปลาทุแวก) เป็นอาหาร ดังนั้น จะมีจำนวนชุดการทดลองทั้งสิ้น 7 ชุดการทดลอง (7 สูตรอาหาร) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ

2. การเตรียมกระังทดลอง

พื้นที่ทำการทดลองเลี้ยงมีลักษณะเป็นลำคลองลึกเข้าไปจากปากคลองลีเกา เป็นระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร ชายฝั่งทั้ง 2 ข้างเป็นป่าชายเลน (ภาพผนวกที่ 1) ซึ่งสามารถช่วยลดความแรงของกระแสน้ำ และกระแสน้ำในฤดูมรสุมได้ การวางโครงกระัง จะวางจากชายฝั่งลงไปแนวขวางของลำคลอง (ภาพผนวกที่ 2) กระังที่ใช้ทดลองเป็นกระังลอยแบบไม่มีโครงขนาด 1.5x1.5x2 เมตร (ภาพผนวกที่ 3) จำนวน 21 กระัง ตามชุดการทดลอง (7 Treatments 3 Replications) ตัวกระังเป็นอวนไนลอนสีดำขนาดตาเหยียด 2 ขนาด คือ 1.2 นิ้ว ซึ่งใช้เลี้ยงปลาทดลองในช่วง 4 เดือนแรก และขนาดตาอวน 1.5 นิ้ว ในช่วงการเลี้ยง 4 เดือนหลัง ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนกระังเพื่อให้มีการถ่ายเทหมุนเวียนน้ำได้ดี และลดการอุดตัน เนื่องจากการเกาะของเพรียงและหอยเมื่อเลี้ยงปลาไปนาน ๆ ตัวกระังจะผูกแขวนอยู่กับโครงกระัง ซึ่งใช้ท่อเหล็กแป้น้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว นำมาประกอบเป็นช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 3.5x3.5 เมตร จำนวน 6 ช่องโดยมีท่อนโพนเป็นตัวพยุงให้ลอยน้ำ (ภาพผนวกที่ 4) และปูทางเดินด้วยไม้กระดาน ซึ่งมีความกว้าง 40 เซนติเมตร เพื่อสะดวกในการเดินให้อาหารปลาที่เลี้ยงในกระัง ทำการจึงกระังกับโครงกระังช่องละ 4 กระัง (ภาพผนวกที่ 5) และใช้แกลลอนน้ำมันเปล่าใส่ทรายเพื่อให้มีน้ำหนักทำเป็นวัสดุถ่วง (ภาพผนวกที่ 6) ผูกยึดวัสดุถ่วงไว้กับโครงกระัง และใส่ถ่วงไว้ตามมุมทั้ง 4 มุม เพื่อช่วยให้กระังคงรูปอยู่ได้

3. การเตรียมอาหารทดลอง

โดยชุดการทดลองที่ศึกษาระดับปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในอาหารเม็ดที่ต่างกัน 5 ระดับนั้น กำหนดให้มีระดับโปรตีนในอาหาร 40% เท่ากันทุกสูตร (กำหนดตามรายงานของ Boonyaratpalin, 2002 และ Sim *et al.*, 2005) ไขมันไม่น้อยกว่า 10% (กำหนดตามรายงานของ อัครา, 2547) และระดับพลังงานที่ย่อยได้ (DE) ในสูตรอาหาร เท่ากัน คือ 3,600 Kcal/kg การปรับระดับพลังงานที่ย่อยได้ ใช้การเติมน้ำมันปลาและน้ำมันพืช (ในสัดส่วน 1:1) ค่าพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร คำนวณโดยใช้ค่าต่างๆ ซึ่งประยุกต์มาจากค่าที่ใช้ในปลาทราย คือ 4.5 Kcal/g สำหรับโปรตีน 8.4 Kcal/g สำหรับไขมัน และ 2.1 Kcal/g สำหรับคาร์โบไฮเดรต (วิมล และคณะ, 2535)

อาหารทดลองทั้ง 5 สูตร ใช้วัตถุดิบ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลาขี้ขาว น้ำมันปลา น้ำมันพืช วิตามิน แร่ธาตุผสม และ สารเหนียว ผสมกับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหาร เหมือนกันทุกสูตร แต่มีปริมาณแตกต่างกันตามสูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 อาหารสูตรควบคุม (ไม่ผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน)

สูตรที่ 2 อาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 5 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 3 อาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 4 อาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 5 อาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนในการเตรียมอาหารทดลอง

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทดลอง โดยวิธี AOAC (1990) ซึ่งได้แก่ โปรตีน ไขมัน เหนือใย เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 เพื่อใช้ค่าจากการวิเคราะห์ในการสร้างเป็นสูตรอาหารแต่ละสูตร

วิธีการเตรียมอาหารทดลอง นำวัตถุดิบส่วนประกอบอาหารที่ใช้ เช่น กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลาขี้ขาว ที่ผ่านการบดด้วยเครื่องบดให้ละเอียดมีขนาด 0.5-0.8 มิลลิเมตร (ภาพผนวกที่ 7) และทำการร่อนด้วยอวนมุ้งสีฟ้าขนาดตาอวน 1 มิลลิเมตร เพื่อคัดแยกสิ่งเจือปนที่อาจตกค้างออกอีกครั้ง (ภาพผนวกที่ 8 และ 9) วิธีการผสมวัตถุดิบอาหารทำได้โดยนำมาชั่งให้น้ำหนักตามที่คำนวณไว้ในแต่ละสูตร (ตารางที่ 5) รวมทั้งวัตถุดิบที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมัน โดยนำวัตถุแห้งทั้งหมดมาผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอาหาร (ภาพผนวกที่ 10 และ 11) เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นจึงค่อย ๆ เติมน้ำมันลงไปทีละน้อย (ภาพผนวกที่ 10) และเปิดเครื่องผสมอาหารเป็นเวลา 5 นาที แล้วค่อย ๆ เติมน้ำสะอาดในปริมาตร 35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหาร เปิดเครื่องอีกครั้งนาน 10 นาที เมื่อวัตถุดิบอาหารผสมเข้ากันเป็นอย่างดี (ภาพผนวกที่ 10) จึงนำเข้าเครื่องอัดเม็ดอาหาร (mincer) (ภาพผนวกที่ 11 และ 12) ที่มีหน้าแวนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จากนั้นนำอาหาร (ภาพผนวกที่ 12) ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในโรงอบอาหาร (ภาพผนวกที่ 13 และ 14) ภายในโรง

อบแห้งจะมีชุดให้ความร้อนที่สามารถตั้งอุณหภูมิ และรักษาอุณหภูมิให้คงที่ด้วย Thermostat และมีการถ่ายเทความชื้นภายในโรงอบด้วยพัดลมดูดอากาศ เมื่ออาหารทดลองแห้งดีแล้วจึงนำไปบรรจุในถุงพลาสติก แล้วเก็บรักษาไว้ในถังพลาสติก ที่อุณหภูมิห้อง และอากาศมีการถ่ายเทดี อาหารทดลองที่ผลิตแต่ละครั้ง ผลิตในปริมาณที่พอให้ปลากินเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวอาหารที่ผลิตยังมีคุณภาพที่ดี โดยดูได้จากการที่ไม่พบเชื้อรา และยังไม่มียีสหรือเห็ดขึ้นบนอาหารทดลองทุกสูตรมาวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และความชื้น ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกซ์, nitrogen free extract, NFE) คำนวณได้จากสูตร $100 - (\text{ความชื้น} + \text{โปรตีน} + \text{ไขมัน} + \text{เถ้า} + \text{เยื่อใย})$ ก่อนที่นำไปใช้ในการทดลอง

4. การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำลูกปลากะรังดอกแดงขนาด 6-9 นิ้ว ที่ใช้ทดลอง (ภาพผนวกที่ 15 และ 16) มาปล่อยลงเลี้ยงในกระชังขนาด 3x3x2 ลบ.ม. เป็นเวลา 15 วัน เพื่อให้ปลาปรับสภาพให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อม และอาหารทดลองโดยให้อาหารที่เป็นอาหารสูตรที่ 1 ที่ใช้ในการทดลอง วันละ 1 ครั้ง หลังจากนั้น ทำการสุ่มปลาปล่อยลงเลี้ยงในกระชังที่ใช้ทดลอง (ภาพผนวกที่ 17) ตามแผนการทดลองจำนวน 21 กระชัง ๆ ละ 50 ตัว {ความหนาแน่นประมาณ 23 ตัว/ตารางเมตร, กรมประมงได้แนะนำให้ปล่อยในอัตรา 15 – 60 ตัวต่อตารางเมตร (กรมประมง, 2536)}

5. อาหารและการให้อาหาร

เลี้ยงปลาทดลองด้วยปลาสด และอาหารเม็ดทั้ง 6 สูตร ตามที่กล่าวไว้ในข้อ 1 และจะให้อาหารทุกวัน วันละครั้ง ในกระบวนการให้อาหารจะให้อาหารในช่วงเวลาที่กระแสน้ำนิ่ง เพื่อลดภาวะการฉวยเหยื่ออาหารจากกระแสน้ำพัดพา และ การให้อาหารจะให้อาหารในช่วงเวลาประมาณ 16.00 น. ของทุกวัน ให้จนปลากินอิ่ม (Satiation) โดยสังเกตจากการที่ปลาไม่ขึ้นมาสูบน้ำอาหาร จะไม่ให้เพื่อเหลือ เพื่อให้ค่าที่ได้จะใกล้เคียงความเป็นจริง บันทึกน้ำหนักอาหารที่ปลากิน เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการแลกเนื้อต่อไป

6. การศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย

ทำการสุ่มตัวอย่างปลากะรังจากทุกชุดการทดลอง จำนวน 10 ตัว/กระชัง เพื่อชั่งน้ำหนักและวัดความยาวทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 เดือน (ภาพผนวกที่ 18, 19, 20, 21, 22, 23, และ 24) นำมาคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เพอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการรอดตาย โดยใช้สูตรในการคำนวณดังนี้

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

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

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

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain \%)} = \frac{(\text{น.น. ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น.น. ปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100}{\text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มต้น}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER)} = \frac{\text{น.น. ปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น.น. โปรตีนที่ปลากิน}}$$

$$\text{อัตราการรอดตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$$

7. การศึกษาคุณภาพน้ำ

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ในระหว่างการทดลอง ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลองโดยดัชนีที่จะใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำประกอบด้วย ความเค็ม, อุณหภูมิ, pH, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (วัดด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบดิจิทัล YSI Model 650 MDS), ความเป็นด่างของน้ำ (ด้วยวิธีการ Titration) และความขุ่นของน้ำ (วัดด้วย Secchi disc)

8. การศึกษาต้นทุนการผลิต

เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการรวบรวมข้อมูลน้ำหนักผลผลิตทั้งหมด และน้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมดมาทำการศึกษาต้นทุนการผลิตจากสูตร

$$\text{ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต (กก.)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด (กก.)} \times \text{ราคาอาหาร (บาท/กก.)}}{\text{น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด (กก.)}}$$

$$\text{น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด (กก.)} = \text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}$$

9. การศึกษาคุณภาพของปลากะรังทางประสาทสัมผัส

หลังจากสิ้นสุดการทดลอง ทำการประเมินคุณภาพของปลากะรังทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการ มกอช. 7016-2549 (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) (ภาพผนวก 3) เก็บตัวอย่างโดยการสุ่มปลากะรังจากทุกชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ตัว มาตรวจประเมินการแบ่งชั้นคุณภาพปลาสดทั้งตัวโดยบุคคลที่มีความชำนาญ โดยตรวจประเมินความสดจากคุณลักษณะภายนอก ได้แก่ ตา ผิวหนังและลำตัว เหงือก (ภาพผนวกที่ 27) และทดสอบความชอบโดยรวมจากการชิม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมแบบ 9-Herodic Scale คะแนน 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึง ไม่ชอบที่สุด ด้วยการสุ่มปลามาชุดการทดลองละ 3 ตัว โดยแต่ละเอาเฉพาะส่วนเนื้อ (ภาพผนวกที่ 28 และ 29) แล้วห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียมฟอยล์ (ภาพผนวกที่ 30) นึ่งเป็นเวลาประมาณ 10 นาทีหลังจากน้ำเดือด นำไปให้ผู้เข้าทดสอบซึ่งเป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จำนวน 30 คนชิม และตอบแบบสอบถามประเมินความชอบ (ภาพผนวกที่ 31 และ 32)

10. ขอบเขตการวิจัย

10.1 ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะรังที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และคุณภาพของปลากะรัง

10.2 ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนอาหารต่อผลผลิตปลากะรัง ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม ในสูตรต่าง ๆ และเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป และปลาสด

11. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และคุณภาพของปลากะรังวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง treatment ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

12. การสรุปผลการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยี ประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

12.1 วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลองทั้งหมด เพื่อนำผลข้อมูลมาจัดทำรายงานการวิจัย

12.2 จัดทำเอกสารเผยแพร่ฉบับย่อผลการวิจัยแจกจ่ายเกษตรกร ชุมชน ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี ประจำตำบลปอหิน โรงเรียนในเขตพื้นที่ และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

12.3 จัดฝึกอบรม และถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากโครงการวิจัย ให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย และพื้นที่ใกล้เคียง โดยจัดให้มีโครงการประชุมเชิงปฏิบัติการขึ้นหลังจากที่สิ้นสุดการทดลอง (ภาคผนวก 4)

ผลการศึกษา

ผลของโครงการวิจัยสัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง : กรณีศึกษา บ้านบ่อหิน อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง มีดังต่อไปนี้

1. การสร้างสูตรอาหารสำหรับการทดลองพร้อมวิเคราะห์คุณค่า

ทำการจัดซื้อวัตถุดิบอาหารที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทดลอง และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหาร โดยวิธี AOAC (1990) ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เยื่อใย และความชื้น (ตารางที่ 4) วัสดุหรือวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบอาหารปลากะรังนั้นเป็นวัตถุดิบที่เกษตรกรสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องถิ่น ในการจัดซื้อแต่ละครั้งราคาวัตถุดิบอาหารจะเท่ากัน หรือแตกต่างกันบ้างตามสภาวะราคาน้ำมัน และแหล่งของวัตถุดิบ ราคาที่ได้เป็นราคาเฉลี่ยที่ดำเนินการจัดซื้อในปี 2552

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารปลากะรัง (ค่าเฉลี่ย±SD)

วัตถุดิบอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี (%)					
	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	ความชื้น	เถ้า	NFE
รำละเอียด	10.50±0.19	11.21±0.05	18.80±0.28	7.86±0.03	10.72±0.05	40.91±0.87
กากถั่วเหลือง	46.01±0.87	1.32±0.02	7.43±0.23	8.99±0.05	7.35±0.04	28.90±0.85
กากปาล์ม	13.56±0.08	9.34±0.16	37.71±0.77	3.70±0.06	4.44±0.04	31.25±0.84
ปลายข้าว	6.64±0.06	0.22±0.02	0.28±0.01	10.90±0.02	0.39±0.01	81.57±1.20
ปลาป่น	57.11±0.78	7.97±0.06	-	5.31±0.03	17.43±0.09	12.19±0.18
ปลาเหยื่อ*	66.91±1.02	11.85±0.42	0.33±0.01	6.29±0.04	12.72±0.21	2.23±0.06
อาหารเม็ด	43.63±2.28	14.38±1.54	7.42±1.43	1.32±0.14	10.49±0.63	22.76±1.07

หมายเหตุ : - ราคาวัตถุดิบอาหาร รำละเอียด 8 บาท/กก., กากถั่วเหลือง 15 บาท/กก.,
 กากปาล์ม 6 บาท/กก., ปลายข้าว 10 บาท/กก., ปลาป่น 25 บาท/กก.,
 แอลฟา-สตาร์ช 35 บาท/กก., น้ำมันปลา 85 บาท/กก., น้ำมันพืช 30 บาท/กก.,
 วิตามินรวม 90 บาท/กก., premix 70 บาท/กก.
 - * % น้ำหนักแห้ง

2. การสร้างสูตรอาหารทดลอง

การทดลองครั้งนี้มี 7 ชุดการทดลอง (7 สูตรอาหาร) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารที่ต่างกัน 5 ระดับ (5 สูตร) และสูตรอาหารอีก 2 สูตร คือ อาหารเม็ดสำเร็จรูป และปลาเหยื่อสด เป็นสูตรเปรียบเทียบ ทั้ง 5 สูตรอาหารที่สร้างขึ้น ใช้วัตถุดิบ ปลา ปั่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลาขี้ขาว กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน น้ำมันปลา น้ำมันพืช สารเหนียว วิตามินผสม และพรีมิกซ์ เป็นส่วนผสมในอาหารเหมือนกันทุกสูตร ซึ่งตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ คือ มีปริมาณของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารทดลอง เท่ากับ 0%, 5%, 10%, 20% และ 30% และกำหนดให้มีระดับโปรตีนในอาหาร 40 % เท่ากันทุกสูตร (กำหนดตามรายงานของ Boonyaratpalin, 2002 และ Sim *et al.*, 2005) ไขมันไม่น้อยกว่า 10 % (กำหนดตามรายงานของ อัครา, 2547) และระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร (DE) ในสูตรอาหาร เท่ากัน คือ 3,600 Kcal/kg เมื่อทราบองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหาร (ตารางที่ 4) แล้วนำมาคำนวณเพื่อสร้างเป็นสูตรอาหารตามแผนการทดลอง ซึ่งจากผลการสร้างสูตรอาหารดังกล่าว พบว่า เมื่อใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 0, 5, 10, 20 และ 30 กรัมในสูตรอาหาร ทำให้ผลรวมของปริมาณอาหารไม่เท่ากับ 100 ส่วน (ตารางผนวกที่ 1) ปริมาณอาหารรวมในสูตรอาหาร ที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการคำนวณ หาค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร และค่า DE ซึ่งแต่ละสูตร พบว่า ได้ค่าไม่เท่ากัน และหลาย ๆ สูตร ผลรวมของปริมาณอาหารไม่เท่ากับ 100 ส่วน ทั้งนี้เนื่องจากสูตรที่คำนวณในการทดลอง เน้นกำหนดให้ระดับค่า % โปรตีนในอาหาร และ ค่า DE เท่ากันทุกสูตร จึงทำให้ค่าผลรวมของปริมาณอาหารในหลาย ๆ สูตร ไม่ได้ลงตัวเท่ากับ 100 ส่วนพอดี และพบว่าหากปรับปริมาณอาหารให้เท่ากับ 100 ส่วนเท่ากันทุกสูตร แต่กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารยังคงเท่าเดิม คือ 0, 5, 10, 20 และ 30 กรัม จะทำให้อาหารที่ได้มีค่า % โปรตีนในอาหาร และค่า DE ไม่เท่ากันทุกสูตร ซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการสร้างสูตรอาหารในแต่ละชุดการทดลอง (treatment) ตามที่วางแผนไว้ในโครงการวิจัย ดังนั้น จึงส่งผลให้ต้องมีการปรับสัดส่วนของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร เพื่อให้ได้ผลรวมของปริมาณอาหาร 100 ส่วน ทั้ง 5 สูตร มีค่าเท่ากับ 0%, 4.88%, 9.48%, 17.97% และ 25.62% ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ได้วางแผนการทดลองไว้เดิมเพียงเล็กน้อย แต่อาหารทดลองทั้ง 5 สูตรนั้น ยังคงมีคุณค่าของระดับโปรตีน และ DE เท่ากับที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง คือ 40 % และ 3,600 Kcal/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ทำการผลิตอาหารทดลองที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมทั้ง 5 สูตรตามสูตรอาหารที่คำนวณไว้ในตารางที่ 5 แล้วนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี พบว่าทั้ง 5 สูตรมีค่าระดับโปรตีนใกล้เคียงกับแผนการทดลองที่ตั้งไว้ คือ 40% ปริมาณของ Crude fiber มีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่ม

ระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) เป็นส่วนผสม ที่ได้จากการคำนวณ

วัตถุดิบ (กรัม)	สูตรอาหารที่มีปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสม (%)				
	1 (0%)	2 (4.88%)	3 (9.48%)	4 (17.97%)	5 (25.62%)
ปลาป่น	49.80	47.56	45.20	41.30	38.00
กากถั่วเหลือง	24.90	23.52	22.48	20.53	18.98
รำละเอียด	1.55	1.42	1.32	1.00	0.90
ปลายข้าว	1.55	1.42	1.32	1.00	0.90
กากปาล์ม	0	4.88	9.48	17.97	25.62
น้ำมันปลา	6.60	6.10	5.60	4.60	3.30
น้ำมันพืช	6.60	6.10	5.60	4.60	3.30
วิตามินผสม	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 (%)	17.65	17.34	17.03	16.40	15.78
DE(Kcal/100g)	360	360	360	360	360
ราคาอาหาร/กก.	28.46	27.36	26.23	24.15	22.27

หมายเหตุ : * Premix (สารผสมล่วงหน้า) ประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุในปริมาณ/อาหาร 1 กก. ดังนี้

vitamin A 1,000 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม; vitamin D₃ 250 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม;
 vitamin E 5 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม; vitamin B₁ 2,000 มิลลิกรัม; vitamin B₂ 800 มิลลิกรัม;
 vitamin B₆ 2,000 มิลลิกรัม; vitamin B₁₂ 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 6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

สูตรอาหาร	Percent on received basis					
	Protein	Fat	Moisture	Ash	Crude fiber	NFE
1 (0%)	40.14 $\pm$ 0.15	17.31 $\pm$ 0.35	1.93 $\pm$ 0.10	12.93 $\pm$ 0.02	5.19 $\pm$ 0.24	22.50 $\pm$ 0.06
2 (4.88%)	40.10 $\pm$ 0.64	14.82 $\pm$ 0.82	1.99 $\pm$ 0.26	13.01 $\pm$ 0.04	7.14 $\pm$ 0.11	22.94 $\pm$ 0.85
3 (9.48%)	40.08 $\pm$ 0.16	14.93 $\pm$ 1.20	1.27 $\pm$ 0.12	11.82 $\pm$ 0.04	8.25 $\pm$ 0.35	23.65 $\pm$ 0.87
4 (17.97%)	39.98 $\pm$ 0.09	17.31 $\pm$ 0.80	1.78 $\pm$ 0.17	11.59 $\pm$ 0.06	10.36 $\pm$ 0.15	18.98 $\pm$ 1.20
5 (25.62%)	39.97 $\pm$ 0.39	15.37 $\pm$ 0.68	1.26 $\pm$ 0.09	13.74 $\pm$ 0.02	11.54 $\pm$ 0.27	18.12 $\pm$ 1.28
6 (อาหารเม็ด)	43.63 $\pm$ 0.18	9.90 $\pm$ 0.78	6.25 $\pm$ 0.16	10.49 $\pm$ 0.05	2.02 $\pm$ 0.14	27.71 $\pm$ 1.34
7 (ปลาเหยื่อ ¹)	19.90 $\pm$ 0.65	3.85 $\pm$ 0.87	75.29 $\pm$ 0.09	1.80 $\pm$ 0.03	-	-

หมายเหตุ : ในวงเล็บคือ ระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหาร

1 : ตามลักษณะตัวอย่างที่เก็บ

4. การศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย

จากการศึกษาทดลองเป็นระยะเวลา 8 เดือนตามแผนการทดลอง และดำเนินการเลี้ยงปลากะรัง คอกแดงด้วยอาหารสูตรต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น ได้ดำเนินการสุ่มชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวเพื่อที่จะดูการเจริญเติบโต ทุก ๆ 2 สัปดาห์ มีค่าการเจริญเติบโต ดังนี้

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 7 สูตร ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดแตกต่างกัน คือ (สูตรที่ 1 PKC 0%), (สูตรที่ 2 PKC 4.88%), (สูตรที่ 3 PKC 9.48%), (สูตรที่ 4 PKC 17.97%), (สูตรที่ 5 PKC 25.62%), ชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (สูตรที่ 6) และชุดการทดลองที่ได้รับปลาเหยื่อหรือปลาเป็ดเป็นอาหาร (สูตรที่ 7) โดยที่น้ำหนักปลาเฉลี่ยต่อตัวเมื่อเริ่มทดลอง ของทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งในแต่ละชุดการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 138.45 $\pm$ 68.92, 136.55 $\pm$ 72.51, 133.62 $\pm$ 65.72, 134.79 $\pm$ 81.69, 130.43 $\pm$ 96.48, 136.75 $\pm$ 74.63 และ 137.68 $\pm$ 92.76 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพผนวกที่ 25 น้ำหนักต่อตัวเฉลี่ยของปลากะรังเริ่มมีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 เดือน พบว่า ปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการทดลอง โดยปลากะรังกลุ่มที่ได้รับปลาสด หรือปลาเหยื่อเป็นอาหารจะมีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด รองลงมา

ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (สูตรที่ 7) และปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรที่ 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแต่ละระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารสำเร็จรูป (สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5) ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรที่ 1 (PKC 0%) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงกว่าปลาทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (สูตรที่ 2, 3, 4 และ 5) รองลงมาคือ ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรที่ 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับปลาเหยื่อเป็นอาหาร (สูตรที่ 7) ยังคงมีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด (556.90 ± 185.41 กรัม) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 รองลงมาคือ ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 6 ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 365.36 ± 126.15 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับกับปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 ($p > 0.05$) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 339.17 ± 85.11 กรัม และ 328.26 ± 70.88 กรัม ตามลำดับ แต่ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงกว่าปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 339.17 ± 85.11 กรัม และ 328.26 ± 70.88 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 ($p < 0.05$) โดยปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (PKC 25.62%) มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด เท่ากับ 235.02 ± 68.11 กรัม (ตารางที่ 7 และภาพผนวกที่ 25)

เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลานานถึง 8 เดือน เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA ดังตารางที่ 7 ได้ทราบเพียงการเจริญเติบโตของปลาแต่ละช่วงเวลา ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ผลของอาหารต่อการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักของปลากะรัง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of covariance : ANCOVA เพื่อดูผลของระยะเวลาเลี้ยง เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของน้ำหนักปลาเฉลี่ย ตลอดระยะเวลา 8 เดือน จำแนกตามระดับของการผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารทั้ง 7 สูตร โดยควบคุมเวลาที่เก็บข้อมูล พบว่า ระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลากะรัง ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ดังตารางผนวกที่ 2 โดยปลากะรังกลุ่มที่ได้รับปลาเหยื่อเป็นอาหาร (สูตรที่ 7) ยังคงมีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด (380.60 ± 185.02 กรัม) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) กับปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 รองลงมาคือ ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 6 ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 256.95 ± 105.33 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับกับปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 ($p > 0.01$) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 243.39 ± 81.47 กรัม และ 242.44 ± 50.84 กรัม ตามลำดับ แต่ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ

2 มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงกว่าปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 224.41 ± 43.86 กรัม และ 196.55 ± 64.79 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.01$) แต่มีค่าสูงกว่าปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 ($p < 0.05$) โดยปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (PKC 25.62%) มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด เท่ากับ 160.04 ± 62.90 กรัม (ตารางผนวกที่ 4)

ความยาวเฉลี่ยต่อตัว

ความยาวเฉลี่ยต่อตัวของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 7 สูตร ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดแตกต่างกัน คือ (สูตรที่ 1 PKC 0%), (สูตรที่ 2 PKC 4.88%), (สูตรที่ 3 PKC 9.48%), (สูตรที่ 4 PKC 17.97%), (สูตรที่ 5 PKC 25.62%), ชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (สูตรที่ 6) และชุดการทดลองที่ได้รับปลาเหยื่อหรือปลาเป็ดเป็นอาหาร (สูตรที่ 7) โดยที่ความยาวปลาเฉลี่ยต่อตัวเมื่อเริ่มทดลอง ของทุกชุดการทดลองมีความยาวใกล้เคียงกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งในแต่ละชุดการทดลองมีความยาวเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 17.56 ± 2.63 , 18.13 ± 2.42 , 18.10 ± 3.08 , 17.73 ± 3.29 , 17.46 ± 2.75 , 17.09 ± 3.08 และ 17.68 ± 2.98 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพผนวกที่ 26 ความยาวต่อตัวเฉลี่ยของปลากะรังเริ่มมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 เดือน พบว่าปลาที่มีความยาวเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการทดลอง โดยปลากะรังกลุ่มที่ได้รับปลาเหยื่อเป็นอาหารจะมีการเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (สูตรที่ 7) และปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรที่ 1, 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแต่ละระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารสำเร็จรูป (สูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5) ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรที่ 1 (PKC 0%) มีความยาวเฉลี่ยต่อตัวสูงกว่าปลาทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (สูตรที่ 2, 3, 4 และ 5) รองลงมาคือ ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรที่ 2, 3, 4, และ 5 ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับปลาเหยื่อเป็นอาหาร (สูตรที่ 7) ยังคงมีการเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด (38.71 ± 3.55 เซนติเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 รองลงมาคือ ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 6 ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 32.53 ± 3.58 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับกับปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 ($p > 0.05$) ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 31.36 ± 3.12 เซนติเมตร และ 30.07 ± 2.81 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 มีความยาวเฉลี่ยต่อตัวสูงกว่าปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 28.58 ± 2.09 เซนติเมตร และ 27.85 ± 3.32 เซนติเมตร

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ความยาวเฉลี่ยต่อตัวของปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าสูงกว่าปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 ($p < 0.05$) โดยปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (PKC 25.62%) มีการเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด เท่ากับ 25.56 ± 3.01 เซนติเมตร (ตารางที่ 8 และภาพผนวกที่ 26)

และเมื่อทำการวิเคราะห์ผลของอาหารต่อการเจริญเติบโตทางด้านความยาวของปลากะรัง โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of covariance : ANCOVA เพื่อดูผลของระยะเวลาเลี้ยงเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความยาวเฉลี่ย ตลอดระยะเวลา 8 เดือน จำแนกตามระดับของการผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารทั้ง 7 สูตร โดยควบคุมเวลาที่เก็บข้อมูล พบว่าระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลากะรัง ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ดังตารางผนวกที่ 3 โดยปลากะรังกลุ่มที่ได้รับปลาเหยื่อสดเป็นอาหาร (สูตรที่ 7) ยังคงมีการเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยต่อตัว สูงที่สุด (26.84 ± 5.23 เซนติเมตร) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) กับปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 รองลงมาคือ ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปสูตรที่ 6 ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยต่อตัวเท่ากับ 24.33 ± 3.99 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับกับปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2 และ 3 ($p > 0.01$) ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 24.11 ± 3.64 เซนติเมตร, 23.98 ± 2.51 เซนติเมตร และ 23.60 ± 2.50 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 มีความยาวเฉลี่ยต่อตัวสูงกว่าปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4 ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 22.92 ± 3.15 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ความยาวเฉลี่ยต่อตัวของปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.01$) และปลากะรังกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (PKC 25.62%) มีการเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยต่อตัวต่ำที่สุด เท่ากับ 21.27 ± 3.02 เซนติเมตร (ตารางผนวกที่ 4)

ตารางที่ 7 การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะรังคอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย±SD)

ว/ด/ป	สูตรอาหาร					อาหารเม็ด	ปลาเหยื่อ
	1 (0%)	2 (4.88%)	3 (9.48%)	4 (17.97%)	5 (25.62%)		
20-05-52*	138.45±68.92 ^a	136.55±72.51 ^a	133.62±65.72 ^a	134.79±81.69 ^a	130.43±96.48 ^a	136.75±74.63 ^a	137.68±92.76 ^a
04-06-52	144.75±72.59 ^b	145.04±58.79 ^b	141.62±63.78 ^{ab}	138.30±57.38 ^{ab}	132.45±62.76 ^a	146.32±86.34 ^b	157.74±81.29 ^c
19-06-52	151.90±86.32 ^b	154.38±61.31 ^b	152.18±72.16 ^b	144.80±72.63 ^{ab}	135.91±56.34 ^a	154.46±69.57 ^b	180.30±86.74 ^c
04-07-52	160.11±48.94 ^c	163.81±37.93 ^c	160.20±46.18 ^{bc}	152.92±60.99 ^{ab}	140.50±45.99 ^a	163.02±82.74 ^c	209.90±67.21 ^d
19-07-52	170.26±61.03 ^c	173.06±53.46 ^c	171.90±68.32 ^{bc}	160.43±64.19 ^b	145.13±60.16 ^a	172.38±58.62 ^c	225.31±110.65 ^d
03-08-52	180.88±68.09 ^c	182.67±44.99 ^c	182.25±49.42 ^c	169.87±69.67 ^{ab}	152.25±57.04 ^a	181.04±78.38 ^c	248.91±182.69 ^d
18-08-52	189.91±62.78 ^c	193.63±51.74 ^c	190.62±52.13 ^c	178.56±64.75 ^{ab}	160.44±65.23 ^a	190.04±78.38 ^c	265.42±112.17 ^d
02-09-52	196.67±75.30 ^c	204.58±42.51 ^c	201.00±47.77 ^c	188.75±71.78 ^b	168.83±67.30 ^a	201.75±90.43 ^c	283.10±128.08 ^d
16-09-52	214.83±73.26 ^c	210.86±67.25 ^c	212.84±59.23 ^c	192.87±62.25 ^b	172.88±71.27 ^a	217.81±92.43 ^c	324.85±132.26 ^d
30-09-52	228.26±68.27 ^c	219.23±70.24 ^c	219.17±61.25 ^c	198.31±59.28 ^b	178.27±62.75 ^a	232.33±81.25 ^c	258.62±126.70 ^d
14-10-52	243.23±69.54 ^c	238.78±75.61 ^c	226.59±70.38 ^{bc}	206.69±63.74 ^{ab}	184.81±56.86 ^a	245.91±90.56 ^c	386.02±127.92 ^d
28-10-52	251.63±86.24 ^c	246.25±76.32 ^c	232.89±68.42 ^{bc}	215.08±63.62 ^b	189.13±58.49 ^a	254.21±69.43 ^c	412.71±141.37 ^d
07-11-52	263.89±91.47 ^c	258.44±51.10 ^c	240.67±46.06 ^c	222.78±75.97 ^{ab}	195.33±54.36 ^a	267.67±93.88 ^c	428.33±150.81 ^d
21-11-52	276.89±83.67 ^c	270.83±68.61 ^c	247.23±70.25 ^{bc}	231.26±66.84 ^b	204.31±60.27 ^a	289.55±101.65 ^c	436.75±156.67 ^d

ตารางที่ 7 (ต่อ) การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

ว/ด/ป	สูตรอาหาร						
	1 (0%)	2 (4.88%)	3 (9.48%)	4 (17.97%)	5 (25.62%)	อาหารเม็ด	ปลาเหยื่อ
05-12-52	289.83±75.29 ^c	281.38±62.45 ^c	255.123±39.08 ^{bc}	239.40±70.02 ^b	207.29±72.02 ^a	317.02±113.84 ^c	454.40±141.15 ^d
19-12-52	301.85±69.86 ^c	292.31±71.10 ^c	264.63±56.74 ^{bc}	245.08±59.73 ^{ab}	212.32±64.26 ^a	331.54±102.97 ^c	471.83±136.43 ^d
02-01-53	312.60±86.94 ^c	304.31±80.39 ^c	271.90±48.70 ^b	251.43±57.80 ^b	218.90±67.12 ^a	346.19±119.20 ^c	496.67±183.43 ^d
16-01-53	324.36±80.26 ^c	316.98±67.28 ^c	279.28±51.73 ^b	259.78±60.82 ^{ab}	226.38±72.56 ^a	356.28±86.48 ^c	524.18±144.92 ^d
25-01-53	339.17±85.11 ^c	328.26±70.88 ^c	287.17±49.37 ^b	269.43±57.80 ^{ab}	235.02±68.11 ^a	365.36±126.15 ^c	556.90±185.41 ^d

หมายเหตุ : - ในวงเล็บ คือระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหาร

- * เริ่มทดลอง

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอนโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (p>0.05)

ตารางที่ 8 การเจริญเติบโตโดยความยาว (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นเซนติเมตร) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน
ระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย±SD)

ว/ด/ป	สูตรอาหาร					อาหารเม็ด	ปลาเหยื่อ
	1 (0%)	2 (4.88%)	3 (9.48%)	4 (17.97%)	5 (25.62%)		
20-05-52*	17.56±2.63 ^a	18.13±2.42 ^a	18.10±3.08 ^a	17.73±3.29 ^a	17.46±2.75 ^a	17.09±3.08 ^a	17.68±2.98 ^a
04-06-52	17.83±3.06 ^a	18.88±3.17 ^a	18.65±3.25 ^a	18.40±2.81 ^a	17.67±2.68 ^a	18.16±2.94 ^a	18.72±3.09 ^a
19-06-52	18.73±3.46 ^{ab}	19.74±3.24 ^b	19.48±2.85 ^{ab}	19.26±3.36 ^{ab}	18.21±3.14 ^a	18.93±3.29 ^{ab}	19.62±3.73 ^b
04-07-52	19.82±2.91 ^{ab}	20.52±2.14 ^b	20.21±2.63 ^b	20.15±3.26 ^{ab}	18.85±2.59 ^a	19.99±3.19 ^{ab}	20.51±3.47 ^b
19-07-52	20.49±2.87 ^b	20.86±2.64 ^{bc}	20.87±3.05 ^{bc}	20.52±2.82 ^b	18.93±3.09 ^a	21.76±3.16 ^c	21.15±3.84 ^b
03-08-52	20.76±3.00 ^{ab}	21.18±2.49 ^b	21.23±2.42 ^b	20.81±3.18 ^{ab}	19.25±2.68 ^a	20.82±3.18 ^{ab}	21.69±3.64 ^b
18-08-52	21.36±2.71 ^b	21.71±2.47 ^b	21.91±2.76 ^b	21.43±2.38 ^b	19.72±2.66 ^a	21.54±3.15 ^b	22.95±2.42 ^b
02-09-52	22.18±3.10 ^b	22.86±2.33 ^b	22.82±2.04 ^b	21.84±3.06 ^{ab}	20.31±2.87 ^a	22.19±3.40 ^b	24.25±3.84 ^c
16-09-52	22.54±2.94 ^b	23.22±2.62 ^{bc}	23.24±2.13 ^{bc}	22.27±3.02 ^b	20.71±3.17 ^a	22.94±3.63 ^b	25.62±3.83 ^c
30-09-52	22.92±3.10 ^b	23.81±3.86 ^{bc}	23.76±1.86 ^{bc}	22.69±2.89 ^b	21.13±2.97 ^a	23.46±3.72 ^{bc}	26.46±3.27 ^c
14-10-52	23.57±2.93 ^b	24.33±2.96 ^b	24.42±2.01 ^b	23.06±3.14 ^b	21.56±4.02 ^a	24.17±3.62 ^b	27.31±3.68 ^c
28-10-52	24.12±3.48 ^{bc}	24.84±2.74 ^{bc}	24.94±1.96 ^{bc}	23.68±3.26 ^{ab}	21.98±3.14 ^a	25.73±3.17 ^{bc}	28.17±3.37 ^d
07-11-52	25.63±3.63 ^{bc}	25.27±2.37 ^{bc}	25.47±1.97 ^{bc}	24.28±3.75 ^{ab}	22.35±2.93 ^a	26.49±3.48 ^c	29.08±3.64 ^d
21-11-52	26.12±3.15 ^{bc}	25.78±3.02 ^{bc}	25.98±1.78 ^{bc}	24.75±3.05 ^{ab}	22.81±2.98 ^a	27.92±3.52 ^c	30.96±3.46 ^d

ตารางที่ 8 (ต่อ) การเจริญเติบโตโดยความยาว (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นเซนติเมตร) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม น้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย±SD)

ว/ด/ป	สูตรอาหาร						
	1 (0%)	2 (4.88%)	3 (9.48%)	4 (17.97%)	5 (25.62%)	อาหารเม็ด	ปลาเหยื่อ
05-12-52	27.78±3.05 ^{bc}	26.64±2.50 ^{bc}	26.35±1.83 ^{bc}	25.33±2.93 ^b	23.26±4.29 ^a	28.43±3.29 ^c	32.78±3.28 ^d
19-12-52	28.19±3.63 ^{bc}	27.49±2.87 ^{bc}	26.86±1.86 ^{bc}	25.16±2.94 ^{ab}	23.68±3.08 ^a	29.98±3.66 ^c	34.62±2.98 ^d
02-01-53	29.78±3.24 ^{bc}	28.23±2.64 ^{bc}	27.43±1.97 ^{bc}	26.04±2.84 ^b	24.12±3.16 ^a	30.42±3.70 ^c	35.57±4.81 ^d
16-01-53	31.84±3.28 ^c	29.18±2.75 ^{bc}	27.91±2.02 ^{bc}	26.93±2.93 ^{ab}	24.75±3.39 ^a	31.92±3.73 ^c	36.52±3.47 ^d
25-01-53	31.36±3.12 ^c	30.07±2.81 ^c	28.58±2.09 ^{bc}	27.85±3.32 ^{ab}	25.56±3.01 ^a	32.53±3.58 ^c	38.71±3.55 ^d

หมายเหตุ : - ในวงเล็บ คือระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหาร

- * เริ่มทดลอง

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวนอนโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (p>0.05)

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลอง เพอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย ของปลากะรังคอกแดงที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร คือ สูตรที่ 1 (PKC 0%), สูตรที่ 2 (PKC 4.88%), สูตรที่ 3 (PKC 9.48%), สูตรที่ 4 (PKC 17.97%), สูตรที่ 5 (PKC 25.62%), สูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) และ สูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) เป็นระยะเวลา 8 เดือน แสดงในตารางที่ 9 พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลากะรังที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง $81.59 \pm 50.88 - 306.22 \pm 144.13$ เพอร์เซ็นต์ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 7 ที่ได้รับปลาเหยื่อเป็นอาหาร มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด (306.22 ± 144.13 เพอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6, 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง $81.59 \pm 50.88 - 168.70 \pm 85.49$ เพอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาปลากะรังจากชุดการทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปลาล์มน้ำมันในสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร (สูตรที่ 1 – 5) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลากะรังที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด (145.05 ± 63.02 เพอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (81.59 ± 50.88 เพอร์เซ็นต์)

ส่วนผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด (0.59 ± 0.06 เพอร์เซ็นต์ต่อวัน) รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 ซึ่งมีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.40 ± 0.04 เพอร์เซ็นต์ต่อวัน ในขณะที่ปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลอง ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปลาล์มน้ำมันในสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร (สูตรที่ 1 – 5) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลากะรังที่ได้รับอาหารทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด (0.38 ± 0.02 เพอร์เซ็นต์ต่อวัน) รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะน้อยที่สุด (0.25 ± 0.02 เพอร์เซ็นต์ต่อวัน)

สำหรับอัตราการรอดตายของปลากะรังที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง $49.50 \pm 17.50 - 80.67 \pm 16.29$ เพอร์เซ็นต์ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด (80.67 ± 16.29 เพอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 6, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีอัตราการรอดตายน้อยที่สุด (49.50 ± 17.50 เพอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย±SD)

สูตรอาหาร	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัมต่อตัว)	น้ำหนักสุดท้าย (กรัมต่อตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (% ต่อวัน)	อัตราการรอดตาย (%)
1 (0%)	138.45±68.92 ^a	339.17±85.11 ^c	145.05±63.02 ^c	0.38±0.02 ^b	62.67±14.65 ^a
2 (4.88%)	136.55±72.51 ^a	328.26±70.88 ^c	142.54±21.91 ^c	0.37±0.02 ^b	61.17±5.20 ^a
3 (9.48%)	133.62±65.72 ^a	287.17±49.37 ^b	114.55±14.71 ^b	0.32±0.03 ^a	55.18±7.22 ^a
4 (17.97%)	134.79±81.69 ^a	269.43±57.80 ^{ab}	101.65±33.83 ^{ab}	0.29±0.01 ^a	51.67±11.27 ^a
5 (25.62%)	130.43±96.48 ^a	235.02±68.11 ^a	81.59±50.88 ^a	0.25±0.02 ^a	49.50±17.50 ^a
6 (อาหารเม็ด)	136.75±74.63 ^a	365.36±126.15 ^c	168.70±85.49 ^c	0.40±0.04 ^b	55.50±11.46 ^a
7 (ปลาเหยื่อ)	137.68±92.76 ^a	556.90±185.41 ^d	306.22±144.13 ^c	0.59±0.06 ^c	80.67±16.29 ^b

หมายเหตุ :- ในวงเล็บ คือระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p>0.05$)

5. ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ราคาอาหาร และต้นทุนการผลิต

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ราคาอาหาร และต้นทุนการผลิตของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร คือ สูตรที่ 1 (PKC 0%), สูตรที่ 2 (PKC 4.88%), สูตรที่ 3 (PKC 9.48%), สูตรที่ 4 (PKC 17.97%), สูตรที่ 5 (PKC 25.62%), สูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) และ สูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) เป็นระยะเวลา 8 เดือน แสดงในตารางที่ 10 พบว่า ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 7 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.714 ± 0.02 – 1.283 ± 0.04 ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 ที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (ไฮเกร็ด 9775) เป็นอาหาร มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน สูงที่สุด (1.283 ± 0.04) รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 7 ตามลำดับ และพบว่า ในสูตรอาหาร ที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ (สูตรที่ 1 – 5) จะมีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลง เมื่อเพิ่มระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารให้สูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.149 ± 0.01 – 1.211 ± 0.01 และปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 7 มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.714 ± 0.02

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.97 ± 0.06 – 7.03 ± 0.15 ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 7 ที่ได้รับปลาเหยื่อเป็นอาหาร มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ สูงที่สุด (7.03 ± 0.15) รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5, 4, 3, 2, 1 และ 6 ตามลำดับ และพบว่า ในสูตรอาหาร ที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ (สูตรที่ 1 – 5) จะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารให้สูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.09 ± 0.02 – 2.22 ± 0.03 และปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.97 ± 0.06

จากการคำนวณราคาค่าอาหารที่นำมาเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารทั้ง 7 สูตร พบว่า ในสูตรอาหารที่มีระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น (สูตรที่ 1 – 5) จะทำให้อาหารมีราคาลดลง ดังตารางที่ 10 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 21.17 – 28.46 บาท/กิโลกรัม ส่วนในสูตรที่ 6 ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป (ไฮเกร็ด 9775) จะมีราคาสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 42.00 บาท/กิโลกรัม และจากการวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารสูตรต่าง ๆ ต่อการผลิตปลากะรังดอกแดง 1 กิโลกรัม พบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) (ตารางที่ 10) โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) มีต้นทุนค่าการผลิตปลาต่อหน่วยสูงที่สุด (139.70 ± 13.36 บาท/กิโลกรัม) รองลงมาคือ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) ซึ่งมีค่าต้นทุนค่าการผลิตปลาต่อหน่วย เท่ากับ 81.94 ± 3.43 บาท/กิโลกรัม และในทำนองเดียวกัน ในสูตรอาหารที่มีระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น (สูตรที่ 1 – 5) จะทำให้มีต้นทุนการผลิตปลาต่อหน่วยอาหารต่ำลง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 49.68 ± 4.12 – 59.51 ± 1.98 บาท/กิโลกรัม

ตารางที่ 10 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ราคาอาหาร (บาท/กก.) และ ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตปลากะรังดอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดใน ปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

สูตรอาหาร	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	ราคาอาหาร (บาท/กก.)	ต้นทุนอาหาร/นน.ปลา (บาท/กก.)
1 (0%)	1.211 $\pm$ 0.01 ^c	2.09 $\pm$ 0.02 ^a	28.46	59.51 $\pm$ 1.98 ^c
2 (4.88%)	1.199 $\pm$ 0.02 ^c	2.10 $\pm$ 0.01 ^a	27.36	57.20 $\pm$ 2.18 ^{bc}
3 (9.48%)	1.180 $\pm$ 0.01 ^b	2.14 $\pm$ 0.01 ^{ab}	26.23	56.17 $\pm$ 1.62 ^b
4 (17.97%)	1.151 $\pm$ 0.01 ^b	2.19 $\pm$ 0.03 ^b	24.15	53.63 $\pm$ 2.97 ^a
5 (25.62%)	1.149 $\pm$ 0.01 ^b	2.22 $\pm$ 0.03 ^b	21.17	49.68 $\pm$ 4.12 ^a
6 (อาหารเม็ด)	1.283 $\pm$ 0.04 ^c	1.97 $\pm$ 0.06 ^a	42.00	81.94 $\pm$ 3.43 ^d
7 (ปลาเหยื่อ)	0.714 $\pm$ 0.02 ^a	7.03 $\pm$ 0.15 ^c	19.00	139.70 $\pm$ 13.36 ^c

หมายเหตุ : -ในวงเล็บ คือระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มี ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p>0.05$)

6. คุณภาพของปลากะรังทางประสาทสัมผัส และการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

คุณภาพทางประสาทสัมผัส (มกอช. 7016-2549) และความชอบโดยรวม จากการประเมินของผู้ทดสอบที่ได้ผ่านกระบวนการฝึกฝนจนมีความเชี่ยวชาญ ในปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร คือ สูตรที่ 1 (PKC 0%), สูตรที่ 2 (PKC 4.88%), สูตรที่ 3 (PKC 9.48%), สูตรที่ 4 (PKC 17.97%), สูตรที่ 5 (PKC 25.62%), สูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) และ สูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) เป็นระยะเวลา 8 เดือน แสดงในตารางที่ 11 และตารางที่ 12 พบว่า ความสดที่สังเกตจากตาของปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 6 และ 7 ผู้ทดสอบให้ความยอมรับในความสดมากที่สุด เท่ากัน คือมีคะแนน เท่ากับ 4.00 $\pm$ 0.00 ส่วนปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3, 4 และ 5 ผู้ทดสอบให้การยอมรับว่ามีความสดรองลงมา ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 3.83.00 $\pm$ 0.41 แต่ความสดที่สังเกตจากตาของปลากะรังในทุกสูตรอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ความสดที่สังเกตจากผิวหนัง และลำตัว ของปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 4, 6 และ 7 ผู้ทดสอบให้ความยอมรับในความสดมากที่สุด เท่ากัน คือมีคะแนน เท่ากับ 4.00 $\pm$ 0.00 ส่วนปลากะรัง ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 5 ผู้ทดสอบให้การยอมรับว่ามีความสดรองลงมา

ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ $3.83.00 \pm 0.41$ แต่ความสดที่สังเกตจากผิวหนัง และลำตัว ของปลากะรังในทุกสูตรอาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ความสดที่สังเกตจากเหงือกของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 7 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) พบว่า ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 4, 6 และ 7 ผู้ทดสอบให้ความยอมรับในความสดที่สังเกตจากเหงือกมากที่สุดเท่ากัน คือ มีคะแนน เท่ากับ 4.00 ± 0.00 ส่วนปลากะรัง ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3 และ 5 ผู้ทดสอบให้การยอมรับว่ามีความสดรองลงมา ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 3.50 ± 0.55 (ตารางที่ 11)

ความชอบโดยรวมของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารทั้ง 7 สูตร คือ สูตรที่ 1 (PKC 0%), สูตรที่ 2 (PKC 4.88%), สูตรที่ 3 (PKC 9.48%), สูตรที่ 4 (PKC 17.97%), สูตรที่ 5 (PKC 25.62%), สูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) และ สูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) เป็นระยะเวลา 8 เดือน แสดงในตารางที่ 12 พบว่า คะแนนความชอบโดยคุณลักษณะปรากฏของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 7 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง $6.03 \pm 1.87 - 7.03 \pm 1.13$ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยคุณลักษณะปรากฏ สูงที่สุด (7.03 ± 1.13) ส่วนค่าคะแนนความชอบ โดยคุณลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม พบว่า ทั้ง 7 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 (PKC 4.88%) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด รองลงมาปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5, 6, 3, 4, ปลาเหยื่อ และ สูตรที่ 1 ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 11 คุณภาพความสดทางประสาทสัมผัสของปลากระรังคอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมลิ็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

สูตรอาหาร	คะแนนการตรวจชั้นคุณภาพ (คุณลักษณะ) ปลาสดทั้งตัว		
	ตา	ผิวหนังและลำตัว	เหงือก
1 (0%)	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^b
2 (4.88%)	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^b
3 (9.48%)	3.83 $\pm$ 0.41 ^a	3.83 $\pm$ 0.41 ^a	3.50 $\pm$ 0.55 ^a
4 (17.97%)	3.83 $\pm$ 0.41 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^b
5 (25.62%)	3.83 $\pm$ 0.41 ^a	3.83 $\pm$ 0.41 ^a	3.50 $\pm$ 0.55 ^a
6 (อาหารเม็ด)	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^b
7 (ปลาเหยื่อ)	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^a	4.00 $\pm$ 0.00 ^b

หมายเหตุ : - วงเล็บในสูตรอาหาร คือระดับกากเนื้อเมลิ็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p>0.05$)

ตารางที่ 12 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อปลากระรังคอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมลิ็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

สูตรอาหาร	ความชอบของผู้ทดสอบต่อเนื้อปลากระรังคอกแดง (คะแนน)					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1 (0%)	6.47 $\pm$ 1.60 ^{ab}	6.43 $\pm$ 1.60 ^a	6.27 $\pm$ 1.63 ^a	6.40 $\pm$ 1.92 ^a	6.47 $\pm$ 1.60 ^a	6.57 $\pm$ 1.50 ^a
2 (4.88%)	7.03 $\pm$ 1.13 ^b	7.00 $\pm$ 1.20 ^a	6.77 $\pm$ 1.28 ^a	6.50 $\pm$ 1.57 ^a	6.83 $\pm$ 1.39 ^a	7.13 $\pm$ 1.04 ^a
3 (9.48%)	6.93 $\pm$ 1.40 ^b	6.67 $\pm$ 1.51 ^a	6.33 $\pm$ 1.38 ^a	6.50 $\pm$ 1.25 ^a	6.77 $\pm$ 1.19 ^a	6.70 $\pm$ 1.15 ^a
4 (17.97%)	6.57 $\pm$ 1.43 ^{ab}	6.70 $\pm$ 1.37 ^a	6.27 $\pm$ 1.64 ^a	6.20 $\pm$ 1.81 ^a	6.70 $\pm$ 1.53 ^a	6.63 $\pm$ 1.71 ^a
5 (25.62%)	6.73 $\pm$ 1.23 ^{ab}	6.80 $\pm$ 1.21 ^a	6.60 $\pm$ 1.40 ^a	6.47 $\pm$ 1.50 ^a	6.67 $\pm$ 1.37 ^a	6.93 $\pm$ 0.94 ^a
6 (อาหารเม็ด)	6.37 $\pm$ 1.69 ^{ab}	6.13 $\pm$ 1.65 ^a	6.60 $\pm$ 1.85 ^a	6.63 $\pm$ 1.63 ^a	6.77 $\pm$ 1.48 ^a	6.87 $\pm$ 1.20 ^a
7 (ปลาเหยื่อ)	6.03 $\pm$ 1.87 ^a	6.23 $\pm$ 1.87 ^a	6.17 $\pm$ 1.89 ^a	6.17 $\pm$ 1.97 ^a	6.43 $\pm$ 1.59 ^a	6.60 $\pm$ 1.69 ^a

หมายเหตุ : - วงเล็บในสูตรอาหาร คือระดับกากเนื้อเมลิ็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($p>0.05$)

7. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำบริเวณกระชังที่ทำการทดลองเลี้ยงปลากะรังด้วยอาหารทดลอง 7 สูตร คือ สูตรที่ 1 (PKC 0%), สูตรที่ 2 (PKC 4.88%), สูตรที่ 3 (PKC 9.48%), สูตรที่ 4 (PKC 17.97%), สูตรที่ 5 (PKC 25.62%), สูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) และ สูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) เป็นระยะเวลา 8 เดือน แสดงในตารางที่ 13 พบว่า ความเค็ม (Salinity) มีค่าอยู่ในช่วง 12.00–33.25 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิ (Temperature) มีค่าอยู่ในช่วง 28.45–30.40 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีค่าอยู่ในช่วง 6.9–8.0 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) มีค่าอยู่ในช่วง 5.70–7.80 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นด่างของน้ำ (Alkalinity) มีค่าอยู่ในช่วง 102–136 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความขุ่นใสของน้ำ (transparency) มีค่าอยู่ในช่วง 40–65 เซนติเมตร ซึ่งค่าคุณสมบัติน้ำดังกล่าวบริเวณทำการทดลองที่ผ่านมา มีความเหมาะสมที่จะเลี้ยงปลาน้ำกร่อยได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

8. การถ่ายทอดเทคโนโลยี

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากโครงการวิจัย โดยเฉพาะการผลิตอาหารปลากะรังตามสูตรที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุด มีความคุ้มค่าต่อการนำไปขยายผลการวิจัย โดยจัดฝึกอบรมให้กับกลุ่มเกษตรกร และกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในอำเภอต่าง ๆ ของจังหวัดตรัง และพัทลุง ในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2553 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง คู่มือการผลิตอาหารปลา และเข้าเยี่ยมชมพื้นที่ทำการทดลองเลี้ยงปลากะรังในกระชัง ส่งผลให้มีกลุ่มที่สนใจและมีความพร้อมในการจะนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้อย่างจริงจัง ได้แก่ กลุ่มเลี้ยงปลาในกระชังอำเภอปะเหลียน กลุ่มวิสาหกิจชุมชนชนเลี้ยงปลากระชังบ้านพรุจูด อ. สิเกา และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงปลาในกระชังอ่างเก็บน้ำคลองท่าแง อ. ห้วยยอด จ. ตรัง (ภาคผนวก 3)

ตารางที่ 13 คุณภาพน้ำบริเวณกระชังที่ทำการทดลองเลี้ยงปลากะรังที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดใน
ปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ อาหารเม็ด และปลาเหยื่อ เป็นเวลา 8 เดือน บริเวณ บ้านพรุจูด
ตำบลบ่อหิน อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง ระหว่าง 1 พฤษภาคม 2552 - 25 มกราคม 2553

วัน/เดือน/ปี	คุณภาพน้ำ					
	ความเค็ม (ppt)	อุณหภูมิ (°C)	pH	DO (mg/l)	ความเป็นด่าง (mg/l)	ความขุ่นใส (เซนติเมตร)
01-5-52	24.59	29.25	7.5	6.45	102	60
20-5-52	28.71	29.90	7.3	6.86	119	65
04-6-52	28.09	30.00	7.4	6.15	136	65
19-6-52	24.48	30.34	7.4	7.23	106	60
04-7-52	25.48	30.40	6.9	7.80	102	65
19-7-52	22.50	28.49	7.3	7.19	119	65
03-8-52	27.55	29.08	7.0	6.75	136	55
18-8-52	20.65	28.54	7.3	6.48	102	60
02-9-52	12.00	29.87	7.4	7.28	119	50
16-09-52	13.50	28.56	8.0	6.35	126	55
30-09-52	12.89	28.45	7.3	6.50	129	60
14-10-52	15.65	29.35	7.6	5.90	110	55
28-10-52	12.68	28.56	8.0	5.70	129	45
07-11-52	15.36	29.30	7.8	6.10	114	40
21-11-52	15.69	29.75	8.0	5.90	126	50
05-12-52	20.23	28.65	7.9	6.25	134	55
19-12-52	20.14	29.50	7.8	6.82	114	60
02-01-53	30.25	28.65	7.6	7.10	130	65
16-01-53	31.15	30.05	8.0	6.35	129	60
25-01-53	33.25	29.75	7.6	6.00	134	65
เฉลี่ย	21.74±1.24	29.32±0.21	7.56±0.23	6.56±0.41	120.80±5.63	57.75±1.45

วิจารณ์

การเลี้ยงปลากะรังดอกแดงของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง สืบเนื่องจากปัญหาของการเลี้ยงปลากะรังดอกแดงของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง ซึ่งปัญหาที่สำคัญได้แก่ อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงไม่ว่าจะเป็นราคาที่แพงขึ้น หรือปริมาณของปลาเหยื่อ หรือปลาสดที่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาใช้กันอยู่นั้นมีน้อยลงอย่างมากและหาได้ยากในปัจจุบัน ทำให้ต้องมีการศึกษาเพื่อพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากะรังเพื่อทดแทนปลาสด และในการศึกษาทดลองครั้งนี้ ก็เพื่อที่จะผลิตอาหารปลากะรัง โดยใช้วัตถุดิบอาหารที่เหลือใช้ หรือผลพลอยได้จากพืช ที่หาได้ง่ายและราคาถูกมาใช้ ดังนั้นแนวทางของการทำการศึกษาวิจัย จะมุ่งเน้น การศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เพื่อเป็นแนวทางที่จะพัฒนาสูตรอาหารให้มีคุณภาพดี ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า โดยได้ดำเนินการทดลองเลี้ยงปลากะรังดอกแดงที่น้ำหนักต่อตัวเฉลี่ยเริ่มต้นที่ประมาณ 135.10 ± 64.58 กรัม ด้วยอาหารทดลอง 7 สูตร คือ สูตรที่ 1 (PKC 0%) , สูตรที่ 2 (PKC 4.88%), สูตรที่ 3 (PKC 9.48%), สูตรที่ 4 (PKC 17.97%), สูตรที่ 5 (PKC 25.62%) สูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) และสูตรที่ 7 (ปลาเป็ด) เป็นเวลา 8 เดือน ซึ่งสูตรอาหารที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่แตกต่างกัน 5 ระดับ (สูตรที่ 1-5) ที่สร้างขึ้นนั้น กำหนดให้มีระดับโปรตีน และพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร (DE) เท่ากัน คือ 40 เปอร์เซ็นต์ และ 3,600 kcal/kg. ตามลำดับ ไขมันไม่น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสูตรที่ 6 และ 7 เป็นสูตรเปรียบเทียบ จากผลการทดลองครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า ปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร (สูตร 1-5) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในสัปดาห์ที่ 2 ของการทดลอง ($P < 0.05$) และผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกัน นั่นคือ การเจริญเติบโตของปลาทดลองตามระดับของการเนื้อเมล็ดในปาล์มที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร โดยปลาที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร 4.88 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ PKC 0%) ซึ่งไม่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันผสมอยู่เลย อาจชี้ให้เห็นว่าการแทนที่โปรตีนด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับสูงขึ้น ทำให้ปลากะรังได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เนื่องจากอาหารที่ได้รับมีสารอาหารไม่สมดุล จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับการศึกษาของ Nengas *et. al.* (1996), Quartararo *et. al.* (1998), Elangovan and Shim (2000) และ อัครา และคณะ (2546) ทำการทดลองแทนที่โปรตีนในสูตรอาหารด้วยโปรตีนจากพืช โดยได้ทำการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่น ที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลากะรังดอกแดง และได้รายงานว่า อัตราการเจริญเติบโตมีค่าลดลง ในปลาที่ได้รับอาหารที่มีการแทนที่โปรตีนจากปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองใน

ระดับที่สูงขึ้น และต่ำที่สุดที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ และเป็นไปในทิศทางเดียวกับ วุฒิพรและคณะ (2547) ได้ทำการทดลองแทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล ด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยให้มีระดับโปรตีน 30% ไขมัน 7-9% และพลังงานที่ย่อยได้ 3,200 กิโลแคลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม รายงานว่าการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและสัมประสิทธิ์การย่อยอาหารลดลง ตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยการเจริญเติบโตของปลาสูงที่สุดเมื่อปลาได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 10% ซึ่งไม่ต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรพื้นฐาน ระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ 4.88 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับผลของนาริรัตน์ (2548) ซึ่งได้ศึกษาระดับการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหาร โดยได้ทำการทดลองเลี้ยงปลาดุกบักอู๋ ด้วยอาหารที่ผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 3, 6, 9 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ได้รายงานว่า ปลาดุกบักอู๋ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาดุกบักอู๋ในด้านการเจริญเติบโต โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด และลดลงตามระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหารที่เพิ่มขึ้น

จากการเปรียบเทียบผลด้านอื่น ๆ ของการศึกษาครั้งนี้ ก็เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยพบว่า เมื่อนำกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันมาผสมในอาหารที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้นไป จะส่งผลให้น้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลากระรังลดลงเป็นลำดับ แสดงให้เห็นว่า การนำโปรตีนจากกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันไปผสมในอาหารปลากระรัง สามารถนำมาใช้ได้เพียงระดับหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุที่ปลากระรังเป็นประเภทปลากินเนื้อ ซึ่งวิรพงศ์ (2536) ได้รายงานว่าปลากินเนื้อ จะมีปริมาณเอนไซม์ที่ย่อยคาร์โบไฮเดรตโดยเฉพาะน้อยกว่าปลากินพืช จึงส่งผลให้ความสามารถในการย่อยคาร์โบไฮเดรต เพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานน้อยลง และ เวียง (2542) รายงานว่า ในอาหารสัตว์น้ำนั้นควรมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตไม่มากจนเกินไป เนื่องจากสัตว์น้ำ (สัตว์ประเภทกินเนื้อ) ใช้ประโยชน์จากคาร์โบไฮเดรตที่มาจากพืชได้น้อย เพราะมีบางส่วนที่เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ในพืช ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโพลีแซ็กคาไรด์ หรือเรียกว่า กากอาหาร (fiber) นั้น สัตว์น้ำย่อยไม่ได้ สอดคล้องกับการทดลองของ จูอะดี และมะลิ (2538) ที่ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันและข้าวโพดในอัตรา 5:3 แทนที่ปลาป่นในอาหารปลากะพงขาว พบว่า สามารถใช้แทนที่ได้ที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ของปลาป่นในอาหาร โดยปลามีอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อไม่แตกต่างจากอาหารสูตรควบคุม และเมื่อเพิ่มระดับการแทนที่จะทำให้เกิดการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนลดลงแต่อัตราการแลกเนื้อสูงขึ้น เนื่องจากปลากะพงขาวเป็นปลากินเนื้อ (carnivorous) ความสามารถในการย่อยโปรตีนจากกากถั่วเหลืองและโปรตีนข้าวโพดซึ่งย่อยยาก

สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้ต้องจำกัดปริมาณการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน จากผลการทดลองในครั้งนี้ คือ องค์ประกอบของกรดอะมิโน (amino acid profile) ในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ข่อยได้มีอยู่ในปริมาณต่ำ สอดคล้องกับการทดลองของ วุฒิพร และคณะ (2547) ได้ทำการทดลองแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ ด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่า การผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับไม่เกิน 10 % ส่งผลให้การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และสัมประสิทธิ์การย่อยอาหารของปลานิล ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 3 -83 กรัม มีค่าสูงสุด ไม่ต่างกับสูตรควบคุม และจะลดต่ำลงเมื่อผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับปลานิลในระดับที่สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก องค์ประกอบของกรดอะมิโนในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทั้งในแง่ของความสะดวก และชนิดของกรดอะมิโนที่ข่อยได้มีอยู่ในปริมาณต่ำ โดยเฉพาะกรดอะมิโนจำเป็นของปลาได้แก่ ไลซีน เมทไธโอนีน และทริปโตเฟน สอดคล้องกับรายงานของ Yeong *et. al.* (1983) ได้รายงานว่า ในกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีปริมาณกรดอะมิโน (% โดยน้ำหนักแห้ง) ได้แก่ ไลซีน เมทไธโอนีน และทริปโตเฟน ในปริมาณต่ำ คือ 0.59, 0.30 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาถึงระดับของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ต่อประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เป็นไปในทิศทางเดียวกับการเจริญเติบโต คือเมื่อเพิ่มระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และประสิทธิภาพของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อลดลง โดยการศึกษาครั้งนี้ ประสิทธิภาพของการใช้โปรตีนต่ำสุดในปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (PKC 25.62 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจะมีค่าสูงสุดในอาหารที่มีการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 25.62 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 5) และมีค่าสูงกว่าปลากระังที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการทดลองของ อัทธาและคณะ (2546) โดยได้ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่โปรตีนจากปลาป่นในอาหารปลากะรังดอกแดงที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมีค่าต่ำที่สุดในปลาที่ได้รับอาหารที่มีการแทนที่โปรตีนจากปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าสูงสุดในอาหารที่มีการแทนที่โปรตีนจากปลาป่นในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ๆ จากผลดังกล่าวอาจชี้ให้เห็นว่า การแทนที่ปลาป่นในระดับที่สูงขึ้น อาจทำให้ปลากระังได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ จึงต้องกินอาหารเพิ่ม แต่เนื่องจากอาหารที่ได้รับมีสารอาหารไม่สมดุล จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่า และยังทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ๆ

จากผลการทดลองครั้งนี้พอจะสรุปได้ว่า ระดับของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารปลากะรังที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสม เนื่องจาก มีการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะ อัตราการรอดตาย และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่า ปลา

กะรังในสูตรอาหารที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 9.48, 17.97 และ 25.62 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าต่ำกว่า และการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ ดังกล่าวมีค่าต่างๆ ดังที่กล่าวมา ไม่แตกต่างกับปลากระรังในสูตรอาหารพื้นฐาน (PKC 0%) และสูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) แต่มีราคาค่าอาหาร ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลา 1 กิโลกรัม และมีค่าเปอร์เซ็นต์ โปรตีนในอาหารน้อยกว่า คือ สูตรที่ 1 และ 2 มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 40.14 และ 40.10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อาหารเม็ดสำเร็จรูป (สูตรที่ 6) มีค่าเท่ากับ 43.63 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) ถึงแม้จะมีการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตายสูงที่สุด สอดคล้องกับ Chen and Tsai (1994) รายงานว่า การเลี้ยงปลากระรังโดยใช้ปลาสดเป็นอาหารนั้น น่าจะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ปลากระรังที่เลี้ยงมีการเจริญเติบโตดีที่สุด เนื่องจากปลาสดมีโปรตีนสูงถึง 70.53 % ของน้ำหนักแห้ง แต่การเลี้ยงด้วยปลาสดก็มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลา 1 กิโลกรัมสูงกว่าทุกสูตรอาหาร สอดคล้องกับ Sim *et. al.* (2005) และ Williams and Rimmer (2005) รายงานว่า ปลาสดมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากถึง 70% ในขณะที่อาหารเม็ดแห้งมีน้ำเพียง 10% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบราคาต่อปริมาณสารอาหารกลับพบว่า อาหารเม็ดมีราคาถูกกว่า

สำหรับอัตราการรอดตายของปลากระรังดอกแดงที่ได้รับอาหาร อาหารทดลองทั้ง 7 สูตร สำหรับสูตรที่ 1 – 5 เป็นอาหารทดลองที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันแตกต่างกัน สูตรที่ 6 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป และสูตรที่ 7 เป็นอาหารปลาเหยื่อ ซึ่งอัตราการรอดตายของปลากระรัง สูตรที่ 1 – 6 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 49.50 ± 17.50 - 62.67 ± 14.65 % แต่จะแตกต่างกับสูตรที่ 7 โดยที่ปลากระรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด คือ 80.67 ± 16.29 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 5 (PKC 25.62%) มีอัตราการรอดตายต่ำที่สุด คือ 49.50 ± 17.50 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุที่อัตราการรอดตายของปลากระรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 – 6 มีค่าต่ำกว่า สูตรที่ 7 เนื่องจากลูกปลาที่ทดลองมีความคุ้นเคยต่ออาหารปลาเหยื่อมาก่อนหน้าที่จะมาทดลองกับอาหารเม็ด ทำให้ในช่วงแรกของการเลี้ยงมีการตายสูง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง จึงส่งผลให้อัตราการรอดตายของปลากระรัง สูตรที่ 1- 6 มีค่าต่ำ เมื่อพิจารณาอัตราการรอดตายของปลากระรังที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ทั้ง 5 สูตร (PKC 0%, PKC 4.88%, PKC 9.48%, PKC 17.97%, PKC 25.62%) มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าอาหารทดลองที่มีการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในครั้งนี้ ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดตายของปลา สอดคล้องกับการวิจัยของ อัคราและคณะ (2546) ที่ได้ทำการศึกษากการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่นที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลากระรังดอกแดง รายงานว่า อาหารทดลองที่มีการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันในแทนที่ปลาป่น ไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลา และสอดคล้องกับการทดลองของ วุฒิพร และคณะ (2547) ที่ได้ทำการทดลองแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศด้วยกาก

เนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่า การผสมกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลาที่ทดลอง

เมื่อพิจารณาราคาอาหารต่อกิโลกรัม พบว่า การเพิ่มกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร (สูตรที่ 1 – 5) ทำให้ราคาอาหารลดลงตามลำดับ โดยพบว่า เมื่อเพิ่มระดับกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร จากที่ระดับ 0 – 25.62% ทำให้ราคาอาหารลดลงจาก 28.46 – 21.17 บาท สอดคล้องกับการทดลองของวุฒิพรและคณะ (2547) ที่ได้ทำการทดลองแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงเพศด้วยกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่า ราคาอาหารจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร โดยราคาอาหารจะลดลงจาก 19.02 บาท จนถึง 13.83 บาท และเป็นไปในทำนองเดียวกับการศึกษาของ นิรุทธิ์ (2544) ที่ได้ทำการทดลองถึงผลของระดับกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยทำการศึกษาถึงระดับของกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร 0, 15 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเพิ่มกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันทำให้ราคาอาหารลดลงประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ ต่อการเพิ่มระดับกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม พบว่า ราคาต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิต มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการรอดตาย ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วย พบว่าการใช้กากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมในอาหาร ยังมีต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วย (57.20 ± 2.18 บาทต่อกิโลกรัม) ต่ำกว่าสูตรอาหารที่ไม่ใส่กากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรอาหารที่มีระดับกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมัน 4.88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปลากะรังมีการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม (PKC 0%) ซึ่งมีต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยเท่ากับ 59.51 ± 1.98 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งมีต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยเท่ากับ 56.17 ± 1.62 , 53.63 ± 2.97 และ 49.68 ± 4.12 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ถึงแม้ว่าระดับของกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร ที่ 3, 4 และ 5 ที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยลดลงมากกว่าสูตรที่ 2 ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น สรุปได้ว่า จากผลการทดลองครั้งนี้ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ของอาหารสูตรที่ 2 (PKC 4.88%) เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดทั้งในแง่ผลผลิตและทางเศรษฐศาสตร์ สอดคล้องกับการทดลองของวุฒิพร และคณะ (2547) ที่ทำการทดลองแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงเพศด้วยกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมัน รายงานว่า สามารถผสมกากเนื้อเมลิคในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลได้ไม่เกิน 20% โดยมีผลทำให้ต้นทุนสำหรับผลิตปลาต่ำที่สุด

จากการเปรียบเทียบระหว่างสูตรอาหารที่ 1, 2, 6 และ 7 จากผลการทดลอง พบว่า สูตรอาหารที่ 1, 2 และ 6 ปลากระังมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อคำนวณราคาต้นทุนการผลิตอาหารและต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลากระัง 1 กิโลกรัม พบว่า สูตรที่ 2 ราคาอาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตน้อยที่สุด (27.36 บาทต่อกิโลกรัม และ 57.20 ± 2.18 บาทต่อกิโลกรัม) ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม (PKC 0%) และสูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูปจากท้องตลาด) ในขณะที่สูตรที่ 1 และ 2 มีระดับโปรตีนต่ำกว่า สูตรที่ 6 โดยทั้ง 3 สูตร อาหารมีระดับโปรตีนเท่ากับ 40.14, 40.10 และ 43.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้น การเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอาหารปลากระัง และเมื่อเปรียบเทียบสูตรอาหารที่มีการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันและอาหารสำเร็จรูปกับสูตรที่ 7 (ปลาเหยื่อ) พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตของอาหารสำเร็จรูปมีราคาถูกกว่า เนื่องจากปลาสดที่เป็นปลาเหยื่อมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากถึง 70% ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงตามไปด้วย

สำหรับการทดสอบความชอบโดยรวมของผู้บริโภค โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค โดยใช้ตามเกณฑ์กำหนดคุณภาพตาม มกอช. 7016-2549 เพื่อประเมินคุณภาพความสด พบว่า ความสดที่ประเมินจากลักษณะของตาและผิวหนังลำตัวปลาที่ทดลองในทุกสูตรอาหารไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่า อาหารที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน อาหารสำเร็จรูป และปลาเหยื่อ ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏและความสดของปลา นอกจากนี้การยอมรับของผู้บริโภคด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมทุกสูตรอาหารไม่มีความแตกต่างกัน บ่งชี้ว่า อาหารที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน อาหารสำเร็จรูป และปลาเหยื่อ ไม่มีผลต่อความชอบโดยรวมของผู้บริโภค แตกต่างกับการศึกษาของ ทศนีย์ (2546) ในการใช้คั๊กแด่ไหมบ้านเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารปลาคูกลูกผสม โดยใช้คั๊กแด่ไหมทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการใช้คั๊กแด่ไหมบ้านเป็นแหล่งโปรตีน ทำให้กลิ่นคาว ความนุ่ม รสชาติ และความพอใจโดยรวมแตกต่างกัน โดยสามารถใช้คั๊กแด่ไหมบ้านทดแทนกากถั่วเหลืองได้ 25 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนจากกากถั่วเหลืองที่ไม่มีผลกระทบต่อความพอใจโดยรวมของผู้บริโภค

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณกระชังที่ทำการทดลอง พบว่า คุณภาพน้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลากระังคอกแดง โดยมีค่าความเค็มเฉลี่ย 21.74 ± 1.24 ppt ซึ่งเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย (ขงยุทธ และคณิต, 2537) อุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ย 29.32 ± 0.21 องศาเซลเซียส pH มีค่าเฉลี่ย 7.56 ± 0.23 อยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่ง Boyd and Tucker (1998) รายงานว่า ค่า pH ที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำควรอยู่ในช่วง 6.5 – 9.0 pH ของน้ำมีผลต่อการทำงานของระบบต่างๆ ภายใน

ร่างกายของสัตว์น้ำ จึงต้องควบคุม pH ของน้ำให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ย 6.56 ± 0.41 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) ค่าความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย 120.80 ± 5.63 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสม โดยอุปถัมภ์ (2540) รายงานว่า ค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมในน้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งควรมีค่าประมาณ 106 มิลลิกรัม/ลิตร และน้ำที่ให้ผลผลิตสัตว์น้ำสูงควรมีค่าความเป็นด่างมากกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าความเป็นด่างช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำไม่ให้เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป ค่าความขุ่นใส มีค่าเฉลี่ย 57.75 ± 1.45 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

สรุป

การศึกษาระดับที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดงบริเวณบ้านพรุจูด ตำบลบ่อหิน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง สรุปได้ว่า

1. สูตรอาหารที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสม 4.88 เปอร์เซ็นต์ มีระดับโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ และระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร 3,600 Kcal/Kg. เป็นสูตรอาหารที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และคุณภาพของปลากะรัง ดีเทียบเท่ากับอาหารสูตรควบคุม (สูตรที่ 1 PKC 0%) และ อาหารเม็ดสำเร็จรูป (สูตรที่ 6)

2. การผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารที่ระดับ 25.62 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตปลากะรังต่ำที่สุด แต่ที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ ของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในสูตรอาหารที่ 2 ให้ผลตอบแทนดีที่สุด เมื่อพิจารณาจาก % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ดังนั้น การเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารปลากะรังที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ในด้านการเจริญเติบโตและทางด้านเศรษฐศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพการย่อยอาหาร และคุณภาพซากของปลากะรังที่ทำการทดลอง เพื่อเป็นการยืนยันได้ว่าสูตรอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ นั้น ปลามีประสิทธิภาพการย่อยอาหาร และมีผลต่อความชอบรวมของผู้บริโภคแตกต่างกันอย่างไร
2. อาหารปลากะรังที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ ในครั้งนี้ให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากว่า และให้การเจริญเติบโตไม่แตกต่างทางสถิติจากอาหารเม็ดสำเร็จรูป แต่มีการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่า ดังนั้นควรมีการปรับปรุงสูตรให้ดีขึ้นกว่านี้ เช่น ให้ระดับโปรตีนเทียบเท่ากับอาหารเม็ดสำเร็จรูป คือ 43.63 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตให้เทียบเท่าหรือดีกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูป หรือมีการทดลองใส่กรดอะมิโนที่ยังขาดอยู่เพิ่มเติมลงไป
3. การที่เพิ่มระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารบางครั้งทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ชวนกินอาหาร (Feed palatability) ของปลากะรัง ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงพัฒนาสูตรอาหาร โดยการเสริมวัตถุดิบอาหารที่ช่วยในเรื่องของการเพิ่มกลิ่น และเพิ่มระดับของโปรตีนในอาหารได้ เช่น น้ำมันปลาผง เป็นต้น
4. จากผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำสูตรอาหารดังกล่าวไปต่อยอดได้ เช่นนำไปผลิตอาหารเชิงอุตสาหกรรม เนื่องจากทางโรงงานอุตสาหกรรมมี extender/pelleting machine ทำให้ได้อาหารที่ดีกว่าที่ผู้วิจัยทำแบบชาวบ้าน เพราะในกระบวนการที่ผ่านเครื่องทำอาหารจริงจะมีการเพิ่มอุณหภูมิ ทำให้แป้งและวัตถุดิบอื่นผสมกันดีขึ้น และผลที่ได้ในการเลี้ยงปลาจะดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2538. รายงานคุณภาพน้ำทะเล และการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำทะเลในเขตควบคุมมลพิษ หมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ ปีพ.ศ. 2536-2537. กองจัดการคุณภาพน้ำ, กรมควบคุมมลพิษ. 51 น.
- กรมประมง. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำกร่อย. เอกสารคำแนะนำ กองส่งเสริมการประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 43 น.
- กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2547. สถิติฟาร์มเลี้ยงปลาน้ำกร่อย ประจำปี 2545. เอกสารฉบับที่ 19/2547. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง. 26 น.
- กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2550. สถิติการประมง. [online]. Available : [http://www.fisheries.go.th/it-stat/data_2550/yearbook2007\(2550\)](http://www.fisheries.go.th/it-stat/data_2550/yearbook2007(2550)). [เข้าถึงเมื่อ 16 ธันวาคม 2552].
- เจนจิตต์ คงกำเนิด, เพ็ญศรี บุญตามช่วย และ จำเริญศรี พวงแก้ว. 2551. การตอบสนองของภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะและการเจริญเติบโตของปลากะรังดอกแดง (*Epinephelus coioides* Hamilton, 1882) วัยรุ่นที่ให้อาหารสำเร็จรูปและปลาสด. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 17/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 17 น.
- จوزهดี พงษ์มณีรัตน์ และมะลิ บุญยรัตผลิน. 2538. การใช้แหล่งโปรตีนพืชบางชนิดในอาหารสำหรับปลากะพงขาว. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 14/2538. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กรมประมง. 12 น.
- จوزهดี พงษ์มณีรัตน์, มะลิ บุญยรัตผลิน และ ชุศักดิ์ บริสุทธิ์. 2540. ผลของปลาป่นไทยต่อการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาดำ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2540. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กรมประมง. 16 น.
- ชัยรัตน์ นิลนนท์. 2538. การใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพปาล์มน้ำมัน. ใน ปาล์มน้ำมัน. สงขลา: ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ทัศนีย์ กชสิทธิ์. 2546. การใช้ดักแด้โหมบเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารปลาอุกอุกผสม. วิทยานิพนธ์ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต. 2529. ผลการใช้กากปาล์มน้ำมันชนิดกะเทาะเปลือกในอาหารสุกรขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นาริรัตน์ มะหมัด. 2548. ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลาคูบิกอูย. [online]. Available : <http://www.bio.sci.tsu.ac.th/research/list.php>. [เข้าถึงเมื่อ 18 มีนาคม 2551].

- นิรุทธิ์ สุขเกษม. 2544. ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลานิล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวนิชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุญชู เจริญฤทธิ์, สุขศรี สัมภพผล, อดุลย์ แม่ไร่, ชม อนงค์ และกิตติพงษ์ ชนะไพริน. 2530. การทดลองเลี้ยงปลากะรังด้วยอาหารผสมระดับโปรตีนต่างๆ กัน และปลาเปิดในกระชัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15/2530. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสตูล, กรมประมง. 11 น.
- มะลิ บุญรัตผลิน, ประวิทย์ สุรนิภา และ ชำรงศักดิ์ ดันภิบาล. 2539. การแทนที่ปลาป่นด้วยผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ ในอาหารปลากะพงขาว. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 19/2539. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กรมประมง. 30 น.
- มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 7016-2549. 2549. ปลากะพงขาว. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 9 น.
- ขยยุทธ ปริดาลัมพะบุตร และ คณิต ไชยคำ. 2537. ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2537. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, 39 หน้า.
- ยุทธนา ศิริวิชนนกุล และสมเกียรติ ทองรักษ. 2532. การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเสริมด้วยกรดอะมิโนสังเคราะห์ แทนรำข้าวในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโต (20-60 กก.). วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 11:29-36.
- วิเชียร ศาครศ, เพ็ญแข คุณาวงศ์เดช และสาคร โสภา. 2539. การทดลองอนุบาลลูกปลากะรัง *Epinephelus malabaricus* ขนาดปลานี้ด้วยอาหารที่เสริมไขมัน 2 ระดับ. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539. กรมประมง. วันที่ 18-20 กันยายน 2539. ณ ห้องประชุมอานนท์และสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 164-173.
- วินัย ประลัมภ์กาญจน์, วรวิทย์ วนิชภักษิต, อุดมศักดิ์ จันทร์อำไพ และบุญธรรม พฤษวานิช. 2526. การศึกษาระดับที่เหมาะสมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระທ. วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 5:331-336.
- วินัย ประลัมภ์กาญจน์, เสาวนิต คุปประเสริฐ, สุรพล ชลดำรงกุล และสมเกียรติ ทองรักษ. 2528. ผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันรับต่างๆ ในอาหารสุกรขุน. วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 7:137-144.
- วิมล จันทรโรทัย, ประเสริฐ สีตะสิทธิ์, ศิริมล ชุ่มสูงเนิน และ สมฤกษ์ ชินมุก. 2535. อาหารที่มีโปรตีนระดับต่างกันแต่พลังงานคงที่ต่อการเจริญเติบโต และการสะสมไขมันของปลาสวาย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 124. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรุงเทพฯ. 13 น.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. ภาควิชาวนิชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 216 น.

วุฒิพร พรหมขุนทอง, วรรณชัย พรหมเกิด, กิจการ สุขมาตย์, วุฒิกรณ์ จิตติวรรณ และ ดุสิต นาคะ
ชาต. 2547. การแทนที่ปลาปนในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม
น้ำมัน. วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 26(2) : 167-179.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2528. อาหารปลา. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 111 น.

_____. 2542. โภชนาศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 น.

สามารถ เดชสถิต, ไพบุญ บุญลิปตานนท์ และ สมศักดิ์ จิระวัทโธ. 2549. การเลี้ยงปลากะรังดอก
แดง *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) ด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป. เอกสาร
วิชาการ ฉบับที่ 7/2549. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่, กรมประมง. 21 น.

สุดารัตน์ เตชะสีประเสริฐ. 2540. ปาล์มน้ำมัน. ข่าวนานาชาติเกษตร 43:17-18.

สุนิตย์ ไรจนพิทยากุล, เจนจิตต์ คงกำเนิด และ อัครา ไชยมงคล. 2547. การเลี้ยงปลากะพงขาว *Lates
calcarifer* (Bloch) ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนต่ำสลับกับอาหารที่มีระดับโปรตีน
ปกติ ต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 9/2547.
สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, สงขลา. 17 น.

เสาวนิต ภูประเสริฐ, วินัย ประถมพิกุล, สุพล ชลดำรงกุล และสุจิตร์ ชลดำรงกุล. 2530.
ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพของกากปาล์มน้ำมัน. วารสารสงขลา
นครินทร์ วทท. 9:163-167.

อัครา ไชยมงคล, มะลิ บุญรัตผลิน, ชุศักดิ์ บริสุทธิ์ และสุจินต์ บุญช่วย. 2546. การใช้กากถั่วเหลือง
สกัดน้ำมันแทนที่ปลาปนในอาหารปลากะรังดอกแดง. [online]. Available : [http:// www.
Nicaonline.com/article10/site/view_article.asp?idarticle=270](http://www.Nicaonline.com/article10/site/view_article.asp?idarticle=270). [เข้าถึงเมื่อ 28 ธันวาคม 2551].

อัครา ไชยมงคล, มะลิ บุญรัตผลิน, สุจินต์ บุญช่วย และชุศักดิ์ บริสุทธิ์. 2547. ผลของคุณภาพปลาปน
ในอาหารต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และองค์ประกอบทางเคมีของปลา
กะรังดอกแดง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 45/2547. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง,
กรมประมง. 9 น.

อัครา ไชยมงคล. 2547. ผลของสัดส่วนระหว่างโปรตีนและไขมันในอาหารต่อการเจริญเติบโตและ
องค์ประกอบทางเคมีของปลากะรังดอกแดง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 46/2547. สถาบัน
วิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 10 น.

อุปถัมภ์ ภาณุตานนท์ ณ มหาสารคาม. 2540. การทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบยั่งยืนโดยการบำบัดน้ำทิ้ง
ด้วยวิธีชีวภาพ. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 14/2540. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.
40 หน้า.

- Abery, N.W., R.M. Gunasekera and S.S. De Silva. 2002. Growth and nutrient utilization of Murray cod *Maccullochella peelii* (Mitchell) fingerlings fed diets with varying levels of soybean meal and blood meal. *Aquaculture Research* 33 : 279-289.
- Almquist, H.J. 1972. Protein and amino acids in animal nutrition. 5th ed S.B. Penick. New York.
- AOAC . 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Fifteenth edition, Washington, D.C. 1298 pp.
- Blyth, P.J. and R.A. Dodd. 2002. An economic assessment of current practice and methods to improve feed management of caged finfish in serveral SE Asia regions. Akvasmart Pty. Ltd. Australia. 18 pp.
- Bondad-Reantaso, M.G., S. Kanchanakhan and S. Chinabut. 2002. Review of grouper diseases and health management strategies for grouper and other marine finfish diseases. *In*: Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp 61-92.
- Boonchuwong, P. and A. Lawapong. 2002. Marketing and exporting of grouper in Thailand. *In*: Report of the APEC/NACA Cooperation Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 45-50.
- Boonyaratpalin, M. 2002. Nutritional requirements of grouper (*Epinephelus* spp). *In*: Report of the APEC/NACA Cooperation Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 119-126.
- Boyd, C.E. and C.S. Tucker. 1998. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publishers, Boston. 700 pp.
- Carter, C.G. and R.C. Hauler. 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture* 185 : 299-311.
- Chen, H.Y. and J.C. Tsai. 1994. Optimal dietary protein level for the growth of juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*, fed semi purified diets. *Aquaculture* 119:265-271.
- Chu, J.C.W. 2002. Environmental management of mariculture: the effect of feed types on feed waste. *In*: Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp. 61-92.
- Elangovan, A. and K.F. Shim. 2000. The influcnce of replacing fish meal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*barbodes altus*). *Aquaculture* 189 : 133-144.

- El-Dakour, S. and K.A. George. 1982. Growth of *Epinephelus tauvina* fed on different protein : energy ratios. *Kuwait Inst. Sci. Res.* pp. 75-77.
- Fetuga, B.L., Babatunde, G.M. and V.A. Oyenuga. 1977. The value of palm kernel: the proportion of protein contribution from blood meal and palm kernel meal on the performance and carass quality of finishing plage. *J. Agric. Sci. Comb.* 88 : 663-669.
- Hajra, A., A. Ghosh and S.K. Mandal. 1988. Biochemical studies on the determination of optimum dietary protein to energy ratio for tiger prawn *Penaeus monodon* (Fab.) juveniles. *Aquaculture* 71:71-79.
- Hardy, R.W. 2000. New developments in aquatic feed, ingredients, and potential of enzyme supplements. In, L.E. Cruz-Suarez, D. Ricque-Maric, M. Tapia-Salazar, M.A. Olvera-Novoa, and R. Civera-Cerecedo.(eds.). *Advances en Nutricio'n Acuicola V.*
- Kikuchi, K. 1999. Used of defatted soybean meal as a substitute for fish meal in diets of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture* 179;3-11.
- Kongkeo, H. and M. Phillips. 2002. Regional overview of marine finfish 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.
- Lim, C. and W.G. Dominy. 1989. Utilization of plant proteins by warmwater fish. Paper Persented at the AOCS World Congress on Vegetable Protein Utilazation in Human Food and Animal Feed-stuff, 2-7 October 1988, Singapoer. ASA Technical Bulletin, Vol. 3AQ15 89-4. 13p.
- Mangalik, A. 1986. Dietary energy requirements for channel catfish. Ph.D. Dissertation, Auburn University, Auburn, AL.
- Marte, C.L. 2002. Grouper research and the Southeast Asian Fisheries Development Center Aquaculture Department. In: Report of the APEC/NACA Cooperation Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 143-151.
- Millamena, O.M. and J.D. Toledo. 2004. Development of Formulated Feedes for grow-out Culture of Grouper (*Epinephelus coioides*)-tank and field studies. In: Rimmer, M.A. , S. Macbride and K.C. Williams (eds.). *Advanced in Grouper Aquaculture.* Canberra. ACIAR monograph 110. pp. 115-118.
- Muldoon, G., L. Peterson and B. Johnston. 2004. Trade and market trends in the live reef food fish trade. *Aquaculture Asia* 9(4):40-45.

- Nengas, I., M.N. Alexis and S.J. Devies. 1996. Partial substitution of fish meal with soybean meal Products and derivatives in diets for the gilthead sea bream *Sparus aurata* (L.). *Aquaculture Research* 27:147-156.
- New, M.B. 1987. Feed and feeding of fish and shrimp: A manual on the preparation and presentation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture. United Nations Development Program, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 111 pp.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of coldwater fishes. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- NRC. 1983. Nutrient requirements of coldwater fishes. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Pandian, T.J. 1987. Fish energetics, pp. 357-465. In T.J. Pandian and F.J. Vernbeg (eds.). *Animal energetics*, Vol. 2, Academic Press, New York.
- Pandian, T.J. 1989. Protein requirements of fish and prawns cultured in Asia, *In* : S.S. De Silva (ed.). *Fish nutrition research in Asia. Proceedings of the Thrid Asian Fish Nutrition Network Meeting. Asian Fish. Soc. Spec. Publ. 4. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. pp. 11-22.*
- Quartararo, N., G.L. Allanand and J.D. Bell. 1998. Replacement of fish meal in diets for Australian Snapper, *Pargus auratus*. *Aquaculture* 166:279-295.
- Rimmer, M.A., K.C. Williams, M.J. Phillips and H. Kongkeo. 2002. Development of a regional cooperative network for grouper aquaculture research. *In*: Report of the APEC/NACA Cooperation Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 63-73.
- Rosario, W.P. 2002 Grouper aquaculture in the Philippines. *In*: Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp. 119-121.
- Sheriff, N. 2002. Accessing the sustainability of small-scale grouper culture in Southern Thailand. *In*: Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp. 209-211.
- 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.

- Steffens, W. 1981. Protein utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and carp (*Cyprinus carpio*) : a brief review. *Aquaculture* 23 : 337-345.
- Stone, D.A.J., G.L. Allan, S. Parkinson and J. Frances. 2003. Replacement of fishmeal in diets for Australian silver perch *Bidyanus bidyanus* (Mitchell). II. Effect of cooking on digestibility of a practical diet containing different starch products. *Aquaculture Research*, 34 : 195-204.
- Svennevig, N. 2002. Perspective on future direction in cage culture relate to Asia. *In* : Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp. 143-160.
- Teng, S.K., T.E. Chua and P.E. Lim. 1977. Preliminary observation on the dietary protein requiremet of estury grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsskal) cultured in floating net cages. In Grouper Abstract, Brackishwater Aquaculture Information System, SEAFDEC, Philippines, 60 p.
- Teng, S., T. Chua and P. Lim. 1978. Preliminary observation on the dietary protein requiremet of estury grouper, *Epinephelus salmoides* Maxwell, cultured in floating net-cages. *Aquaculture* 15 : 257-271.
- Williams, K.C. and M.A. Rimmer. 2005. The future of feeds and feeding of marine finfish in The Asia-Pacific region: the need to develop alternative aquaculture feeds. Paper presented at the "Regional Workshop on Low Value and "Trash Fish" in the Asia-Pacific Region". June 2005. Hanoi, Vietnam. 11pp.
- Wiseman, J. 1987. Feeding of Non-Ruminant Livestock. London: Butterworths.
- Yeong, S.W. 1981. Biological Utilization of Palm By-Products by Chickens. Ph.D. Dissertation. University of Malaysia.
- Yeong, S.W., T.K. Mukherjee, and R.I. Hutagulung. 1983. The nutritive value of palm kernel cake As a feestuff for poultry. *In* : Proc. Of the national workshop on oil palm by-products Utilization. pp. 100-107.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

ตารางผนวกที่ 1 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) เป็นส่วนผสม ที่ใช้สำหรับการผลิตอาหารทดลอง

วัตถุดิบ (กรัม)	สูตรอาหารที่มีปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสม (%)				
	1 (0%)	2 (4.88%)	3 (9.48%)	4 (17.97%)	5 (25.62%)
ปลาป่น	49.60	48.77	47.93	46.28	44.61
กากถั่วเหลือง	24.80	24.38	23.97	23.14	22.31
รำละเอียด	1.525	1.455	1.390	1.230	1.090
ปลายข้าว	1.525	1.455	1.390	1.230	1.090
กากปาล์ม	0	5	10	20	30
น้ำมันปลา	6.60	6.25	5.90	5.20	4.50
น้ำมันพืช	6.60	6.25	5.90	5.20	4.50
วิตามินผสม	2	2	2	2	2
Premix*	3	3	3	3	3
Alfa starch	4	4	4	4	4
Filler	0.35	0	0	0	0
รวม	100.00	102.56	105.48	111.28	117.10
โปรตีน(%)	40	40	40	40	40
ไขมัน (%)	17.65	17.34	17.03	16.40	15.78
DE(Kcal/100g)	360	360	360	360	360
ราคาอาหาร/กก.	28.46	27.36	26.23	24.15	22.27

หมายเหตุ : * Premix (สารผสมล่วงหน้า) ประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุในปริมาณ/อาหาร 1 กก. ดังนี้
 vitamin A 1,000 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม; vitamin D₃ 250 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม;
 vitamin E 5 หน่วยสากลต่อมิลลิกรัม; vitamin B₁ 2,000 มิลลิกรัม; vitamin B₂ 800 มิลลิกรัม;
 vitamin B₆ 2,000 มิลลิกรัม; vitamin B₁₂ 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

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของน้ำหนักปลากระรังจำแนกตามระดับของการผสม
กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร (5สูตร) อาหารเม็ดสำเร็จรูป และปลาเหยื่อ
สด โดยควบคุมเวลาที่เก็บข้อมูล

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F
Corrected Model	3.447(a)	7	.492	28.350
Intercept	157.201	1	157.201	9050.132
TIME	1.763	1	1.763	101.500
TREATMENT	1.684	6	.281	16.158**
Error	2.779	160	.017	
Total	920.690	168		
Corrected Total	6.226	167		

หมายเหตุ : ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความยาวปลากระรัง จำแนกตามระดับของการ
ผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร (5สูตร) อาหารเม็ดสำเร็จรูป และปลา
เหยื่อสด โดยควบคุมเวลาที่เก็บข้อมูล

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F
Corrected Model	.461(a)	7	.066	29.876
Intercept	56.995	1	56.995	25865.703
TIME	.340	1	.340	154.222
TREATMENT	.121	6	.020	9.151**
Error	.353	160	.002	
Total	317.056	168		
Corrected Total	.813	167		

หมายเหตุ : ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

ตารางผนวกที่ 4 เปรียบเทียบผลของสูตรอาหารทดลองต่อการเจริญเติบโตของปลากระดังแดง ที่ทำการทดลองเลี้ยงในกระชัง เป็นระยะเวลา 8 เดือน โดยควบคุมปัจจัยเวลาที่เก็บข้อมูล (น้ำหนักเฉลี่ย $\pm$ SD และความยาวเฉลี่ย $\pm$ SD)

สูตรอาหาร	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)
1 (0%)	243.39 $\pm$ 81.47 ^c	24.11 $\pm$ 3.64 ^c
2 (4.88%)	242.44 $\pm$ 50.84 ^c	23.98 $\pm$ 2.51 ^c
3 (9.48%)	224.41 $\pm$ 43.86 ^b	23.60 $\pm$ 2.50 ^{bc}
4 (17.97%)	196.55 $\pm$ 64.79 ^{ab}	22.92 $\pm$ 3.15 ^{ab}
5 (25.62%)	160.04 $\pm$ 62.90 ^a	21.27 $\pm$ 3.02 ^a
6 (อาหารเม็ด)	256.95 $\pm$ 105.33 ^c	24.33 $\pm$ 3.99 ^c
7 (ปลาเหยื่อ)	380.60 $\pm$ 185.02 ^d	26.84 $\pm$ 5.23 ^d

หมายเหตุ :- ในวงเล็บ คือระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหาร

- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแนวดิ่งโดยใช้ตัวอักษร ถ้าตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ($p>0.01$)

ภาคผนวก 2



ภาพผนวกที่ 1 พื้นที่วางกระชังทำการทดลองเลี้ยงปลา



ภาพผนวกที่ 2 โครงกระชังที่ใช้ทดลอง



ภาพผนวกที่ 3 กระชังที่ใช้ทดลองขนาด 1.5 x 1.5 x 2 เมตร



ภาพผนวกที่ 4 โครงกระชังแบบมีทุ่นลอยที่ใช้ทดลอง



ภาพผนวกที่ 5 การจูงกระชังกับโครงกระชัง



ภาพผนวกที่ 6 แกลลอนน้ำมันใส่ทรายสำหรับเป็นวัสดุถ่วงกระชัง



ภาพผนวกที่ 7 วัดฤดูบอาหารที่ผ่านการบดละเอียด



ภาพผนวกที่ 8 การร่อนวัดฤดูบอาหารเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน



ภาพผนวกที่ 9 วัตถุดิบอาหารที่ผ่านการร่อน พร้อมสำหรับการคลุกเคล้าผสม



ภาพผนวกที่ 10 ใส่น้ำมันในขั้นตอนการคลุกเคล้าผสมวัตถุดิบอาหาร



ภาพผนวกที่ 11 วัตถุดิบอาหารที่ผ่านการคลุกเคล้าผสมแล้ว



ภาพผนวกที่ 12 อัดเม็ดอาหารทดลอง



ภาพผนวกที่ 13 อบอาหารที่อัดเม็ดแล้วในโรงอบ



ภาพผนวกที่ 14 โรงอบอาหารที่มีการควบคุมอุณหภูมิ



ภาพผนวกที่ 15 การเตรียมขนย้ายปลากะรัง



ภาพผนวกที่ 16 ลูกพันธุ์ปลากะรังที่ใช้ในการทดลอง



ภาพผนวกที่ 17 ปล่อยปลาลงเลี้ยงในกระชัง



ภาพผนวกที่ 18 ปิดกระชังด้วยตาข่ายป้องกันปลากระโดด



ภาพผนวกที่ 19 การเตรียมปลากะรังเพื่อซั้ง – วัดการเคียบโต



ภาพผนวกที่ 20 ปลากะรังในระหว่างการทดลองเลี้ยง



ภาพผนวกที่ 21 การขนย้ายปลาทำการวัดการเจริญเติบโต



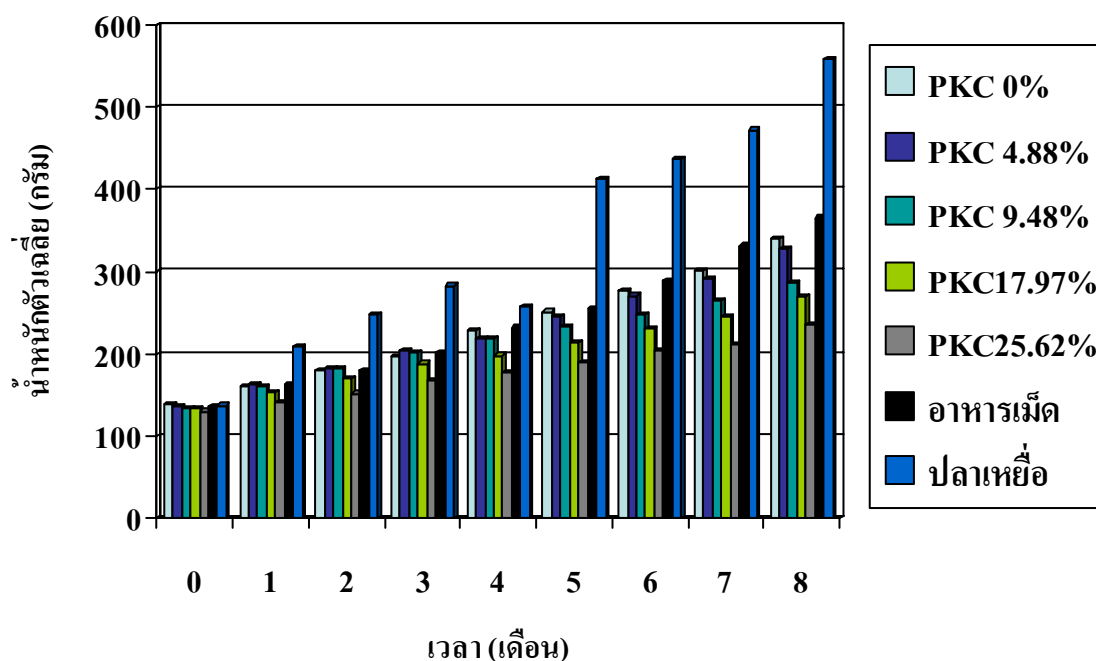
ภาพผนวกที่ 22 ทำการวัดการเจริญเติบโตทุก 2 สัปดาห์



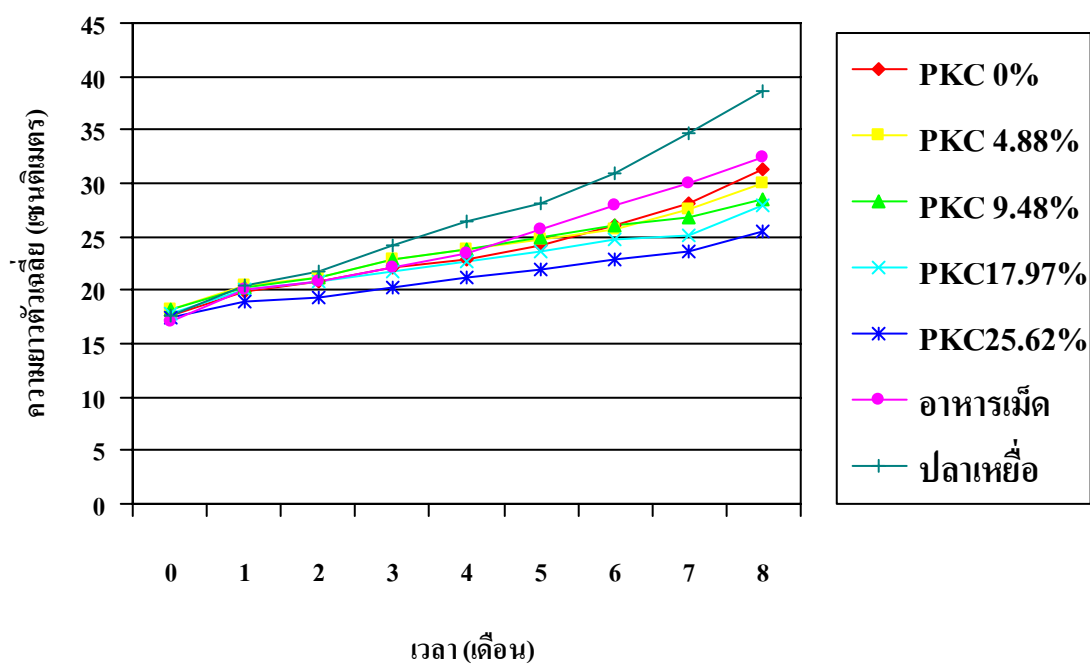
ภาพผนวกที่ 23 การชั่งน้ำหนักปลาทดลอง



ภาพผนวกที่ 24 การวัดความยาวลำตัวปลาทดลอง



ภาพผนวกที่ 25 การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะรัง
 ดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 8 เดือน



ภาพผนวกที่ 26 การเจริญเติบโตโดยความยาว (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว หน่วยเป็น ซม.) ของปลากะรัง
 ดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 8 เดือน



ภาพผนวกที่ 27 ปลาจากการทดลองที่นำมาตรวจคุณภาพปลาสดทั้งตัว



ภาพผนวกที่ 28 การแล่เนื้อปลากะรังเพื่อนำมาทดสอบความชอบโดยรวม



ภาพผนวกที่ 29 เนื้อปลากะรังที่ทำการแล่เสร็จแล้ว เตรียมพร้อมสำหรับนำไปนึ่ง



ภาพผนวกที่ 30 เนื้อปลากะรังหลังจากนำไปนึ่ง เป็นเวลา 10 นาที



ภาพผนวกที่ 31 วิธีการตรวจสอบความชอบโดยรวม จากการทดสอบชิมปลากะรัง



ภาพผนวกที่ 32 ผู้ทดสอบชิมปลากะรังให้คะแนนในใบรายงานผลทดสอบ

ภาคผนวก 3

หลักเกณฑ์การให้คะแนนการตรวจชั้นคุณภาพปลาสดทั้งตัว (มกอช.7016-2549)

คุณลักษณะ

ระดับคะแนน

ตา

- มีลักษณะนูนเต่ง ใส ดำเป็นมันแวววาว 4
- สีตาขุ่นเล็กน้อย บริเวณตรงกลางตาอยู่ในสภาพนูน เรียบ หรือจมลงเล็กน้อย 3
- ตาจมลึกลงในเบ้าตา ตาขาวขุ่น ตาดำเริ่มเป็นสีแดง 2
- ตาจมลึกลงไปเบ้าตามาก ตาขาวขุ่น ตาดำเป็นสีแดง 1

ผิวหนังและลำตัว

- เกล็ดมีสีธรรมชาติ สดใส เป็นเงามัน คัดแน่น มีเมือกมากและใส ด้านท้องสีขาวเป็นมันวาว มีกลิ่นตามธรรมชาติ เนื้อสัมผัสแน่นยืดหยุ่นมาก ไม่มีรอยฟกช้ำบนลำตัว 4
- เกล็ดมีสีธรรมชาติ สดใส เป็นเงา มีเมือกน้อยและขุ่น ด้านท้องสีขาวจนถึงชมพูอ่อน ปราศจากกลิ่นคาว เนื้อสัมผัสแน่นยืดหยุ่นปานกลาง ลำตัวมีรอยฟกช้ำเล็กน้อย 3
- เกล็ดไม่เป็นเงา หลุดร่วงบ้างเล็กน้อย สีซีดจางเล็กน้อย อาจมีกลิ่นคาวเล็กน้อย เนื้อสัมผัสไม่แน่นและยืดหยุ่นน้อย ลำตัวมีรอยฟกช้ำเล็กน้อย 2
- เกล็ดไม่เป็นเงา หลุดร่วงมาก สีซีดจางมาก มีกลิ่นคาวรุนแรง เนื้อสัมผัสนุ่มและไม่ยืดหยุ่น ลำตัวมีรอยฟกช้ำมาก 1

เหงือก

- สีแดงเข้มสดใส ไม่มีกลิ่นคาว มีเมือกใส 4
- สีแดงคล้ำ มีกลิ่นคาวเล็กน้อย มีเมือกขุ่นเล็กน้อย 3
- สีน้ำตาล มีกลิ่นคาวมาก มีเมือกขุ่นมาก 2
- สีน้ำตาลซีดจาง มีกลิ่นคาวรุนแรง มีเมือกขุ่นมาก 1

การประเมินให้คะแนนการแบ่งชั้นคุณภาพต้องประเมินโดยบุคคลที่มีความชำนาญ

แบบรายงานผลทดสอบความชอบโดยรวม

ชื่อตัวอย่าง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ทดสอบ.....เวลา.....น.

คำแนะนำ ทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะของเนื้อปลา.....

ตามคำอธิบายข้างล่างนี้ และกรณียบ้วนปากทุกครั้งหลังการชิมตัวอย่าง

1= ไม่ชอบมากที่สุด

4= ไม่ชอบเล็กน้อย

7= ชอบปานกลาง

2= ไม่ชอบมาก

5= บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่

8= ชอบมาก

3= ไม่ชอบปานกลาง

6= ชอบเล็กน้อย

9= ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง

ลักษณะปรากฏ

สี

กลิ่น

รสชาติ

เนื้อสัมผัส

ความชอบรวม

คำแนะนำ

..... ..

..... ..

..... ..

ภาคผนวก 4

เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยี

โครงการประชุมเชิงปฏิบัติการ

เรื่อง “ การผลิตอาหารปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ”

หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง โดยเฉพาะปลากะรัง และปลาทองขาว ต้องประสบปัญหาเป็นอย่างมาก ในเรื่องของต้นทุนการผลิต เนื่องการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกรจะใช้ปลาสดเป็นอาหาร ซึ่งมีปัญหาสำคัญหลายประการ เช่น ปัญหาปริมาณปลาสด ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และปริมาณไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลา ปัญหาด้านราคา ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคายังผันผวนตามปริมาณ คุณภาพ สถานที่ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น และชนิดของปลาในแต่ละช่วง จึงมีผลทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงปลาในกระชังสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ปัญหาคุณภาพของปลาสด ไม่มีคุณค่าทางอาหารครบ แม้ว่าปลาสดมีโปรตีนสูงแต่มีขาดวิตามินและแร่ธาตุ ปัญหาในการเก็บรักษา ซึ่งปลาสดจะเน่าอย่างรวดเร็วกว่าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง ปัญหาการเป็นพาหะนำโรคของปลาสด และปัญหาราคาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาดมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลากะรังไม่มีความมั่นใจที่จะใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยง ซึ่งอาจจะไม่มีความคุ้มค่ากับการลงทุน

จากประเด็นที่ได้กล่าวถึงข้างต้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง ด้วยการลดการใช้ปลาสดเป็นอาหารหลักในการเลี้ยง หันมาใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีการนำแหล่งโปรตีนอื่นที่หาได้ง่าย และราคาถูกกว่ามาใช้ในการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปทดแทนปลาป่นซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ราคาอาหารปลา มีราคาแพง ให้ได้สารอาหารเฉพาะสำหรับปลากะรัง ซึ่งมีราคาต่ำที่สุด แต่ไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากลดลง เช่นการนำเอาวัตถุดิบเหลือใช้หรือผลพลอยได้จากพืชที่หาได้ง่ายมาทดแทนเป็นบางส่วน โดยเฉพาะวัตถุดิบเหลือใช้ เช่น กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีน และพลังงานทดแทน มาใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร และเป็นการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด ดังนั้น จึงควรมีการประชุมสัมมนาให้ความรู้ในเรื่องการผลิตอาหารปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตอาหารสัตว์น้ำราคาถูกลงจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นได้ ซึ่งเมื่อนำไปปฏิบัติจริงในการเลี้ยงสัตว์น้ำ ก็จะสามารถเพิ่มรายได้จากผลผลิตให้แก่เกษตรกร และทำให้เกิดความยั่งยืนของอาชีพตลอดจนอุตสาหกรรมเลี้ยงปลากะรังของประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการเชิงปฏิบัติการในการผลิตอาหารปลากะรัง ที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ให้กับเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง
2. เพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตอาหารสัตว์น้ำราคาถูกจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการประชุมเชิงปฏิบัติการไปปฏิบัติจริงในการเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. สามารถเพิ่มรายได้จากผลผลิตให้แก่เกษตรกร และทำให้เกิดความยั่งยืนของอาชีพการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง ตลอดจนอุตสาหกรรมการเลี้ยงปลากะรังของประเทศไทยต่อไป

ผู้เข้าร่วมประชุม

ผู้ที่เข้าร่วมประชุมมีจำนวน 50 คน ประกอบด้วยเกษตรกร และกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชัง อำเภอสีเกา จ. ตรัง หรือผู้สนใจทั่วไป

สถานที่จัดประชุมเชิงปฏิบัติการ

ห้องประชุมชั้น 2 ตึกสำนักงานวิทยาเขตตรัง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง และดูงานพื้นที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงปลากระชังบ้านพรุจูด ต. บ่อหิน อ. สีเกา จ. ตรัง

กำหนดการจัดประชุม

วันพฤหัสบดีที่ 25 กุมภาพันธ์ 2553 เวลา 9.00 – 16.00 น

งบประมาณ

ใช้งบประมาณจากโครงการวิจัยเรื่อง สัตว์ส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังคอกแดง : กรณีศึกษา บ้านบ่อหิน อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง จากการสนับสนุนทุนวิจัยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) หมดค่าใช้จ่าย

กำหนดการประชุมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การผลิตอาหารปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน
ณ ห้องประชุมชั้น 2 สำนักงานวิทยาเขต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
วันพฤหัสบดีที่ 25 กุมภาพันธ์ 2553

เวลา	กิจกรรม/หัวข้อบรรยาย	วิทยากร/ผู้รับผิดชอบ
08.30 – 09.00 น.	ลงทะเบียน	ห้องประชุมชั้น 2 วข. ตรัง
09.00 – 09.30 น.	พิธีเปิด	โดยรองอธิการบดีวิทยาเขตตรัง
09.30 – 10.30 น.	การเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชังของจังหวัดตรัง แนวทางการลดต้นทุนและการผลิตอาหารสำเร็จรูปปลาน้ำกร่อย (กะพงขาว)	โดย คุณอรุณี มานะกล้า นักวิชาการชำนาญการ กรมประมง โดยนายธำรงค์ ต้นภิบาล วิทยาลัยเกษตรและ - เทคโนโลยีพังงา
10.30 – 10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม	สำนักงานวิทยาเขตตรัง
11.00 – 12.00 น.	การผลิตอาหารปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	โดย ผศ. วัฒนา วัฒนกุล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
12.00 – 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน	ลานใต้อาคารสำนักงานวิทยาเขต
13.00 – 15.00 น.	ศึกษาดูงานวิธีการผลิตอาหารสำเร็จรูปปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	โดย ผศ. วัฒนา วัฒนกุล และ ผศ. อุไรวรรณ วัฒนกุล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
15.00 – 15.15 น.	พักรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่ม	ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงปลากระชังบ้านพรุจูด
15.15 – 15.30 น.	ศึกษาดูงานการเลี้ยงปลากะรังด้วยอาหารสำเร็จรูปที่เสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงปลากระชังบ้านพรุจูด อ. สีกา จ. ตรัง	โดย ผศ. วัฒนา วัฒนกุล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
15.30 – 16.00 น.	ร่วมประชุมเพื่อพัฒนาความร่วมมือทางวิชาการและพิธีปิด	โดย รศ. ดร. สมยศ หุ่นหัว ผศ. วัฒนา วัฒนกุล และคณะ



โครงการประชุมเชิงปฏิบัติการ
การผลิตอาหารปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน
ณ ห้องประชุมสำนักงานวิทยาเขตตรัง มทร. ศรีวิชัย
วันพฤหัสบดีที่ 25 กุมภาพันธ์ 2553



โดย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง สัตว์ส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง : กรณีศึกษา บ้านบ่อหิน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
 ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ 5 จังหวัดภาคใต้ตอนกลาง

เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การผลิตอาหารปลากระรังกี่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

ณ ห้องประชุมสำนักงานวิทยาเขตตรัง มทร. ศรีวิชัย
วันพฤหัสบดีที่ 25 กุมภาพันธ์ 2553

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนา วัฒนกุล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุไรวรรณ วัฒนกุล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ 5 จังหวัดภาคใต้ตอนกลาง

คำนำ

การประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “ การผลิตอาหารปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม น้ำมัน” เป็นการขยายผลรายงานโครงการวิจัย เรื่อง สัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม น้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง : กรณีศึกษา บ้านบ่อหิน อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ 5 จังหวัดภาคใต้ตอนกลาง โดยมีเป้าหมายเพื่อการลดต้นทุนการผลิตปลากะรังโดยการใช้อาหารสำเร็จรูปทดแทนปลาเหยื่อ และใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์ม น้ำมันทดแทนปลาป่นในอาหารสำเร็จรูป

การประชุมเชิงปฏิบัติการครั้งนี้ ได้ถ่ายทอดผลการทดลองในด้านการผลิตอาหารปลากะรังอย่างง่าย ผสมผสานกับสูตรที่ได้จากการทดลองที่ยังคงอัตราการเจริญเติบโตของปลากะรัง เท่าเทียมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีการจำหน่ายในท้องตลาด การทดลองนี้ได้ทำการศึกษา ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงปลากะรังบ้านพรุจูด ต. บ่อหิน อ. สีเกา จ. ตรัง โดยได้รับความช่วยเหลือและร่วมมืออย่างดีจาก คุณบรรจง นฤพรเมธี ประธานกลุ่ม ฯ และ คุณวรุต อัครกลับ เลขานุการกลุ่ม ฯ จนจบโครงการ

คณะผู้วิจัยประกอบด้วย ผศ. วัฒนา วัฒนกุล และ ผศ. อุไรวรรณ วัฒนกุล ขอขอบคุณผู้สนับสนุน และหน่วยงานที่ให้ความร่วมมือในการทำการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ 5 จังหวัดภาคใต้ตอนกลางคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มทร.ศรีวิชัย วจ. ตรัง กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงปลากะรังบ้านพรุจูด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ. เจษฎา อีสหะระ มทร.สุพรรณภูมิ ที่ได้ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือทุกอย่างจนงานวิจัยประสบความสำเร็จ อีกทั้งกัลยาณมิตรทางการศึกษาที่มีอาภักถ์นามได้หมด รวมถึงข้อมูลในอินเทอร์เน็ต บางส่วนที่นำมาเรียบเรียงประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ สุดท้ายนี้ คณะผู้วิจัย หวังเป็นอย่างยิ่งว่าความรู้ที่ได้จะมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้บ้างไม่มากนักน้อย ทั้งนี้เพื่อการพัฒนาเป็นอาชีพทางเลือกต่อไปในอนาคต

คณะผู้วิจัย

25 กุมภาพันธ์ 2553

การผลิตอาหารปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

ความเป็นมา

ปัจจุบันเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง โดยเฉพาะปลากะรัง และ ปลากะพงขาว ต้องประสบปัญหาเป็นอย่างมากในเรื่องของต้นทุนของการผลิต เนื่องการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกรชุมชนบ้านบ่อหินจะใช้พลาสติกเป็นอาหาร ซึ่งมีปัญหาค่าใช้จ่ายหลายประการพอสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาปริมาณพลาสติก ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และปริมาณไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลา
2. ปัญหาด้านราคา ราคาพลาสติกมีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคาขึ้นผันผวนตามปริมาณ คุณภาพ สถานที่ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น
3. ปัญหาคุณภาพของพลาสติก ไม่มีคุณค่าทางอาหารครบ แม้ว่าพลาสติกมีโปรตีนสูงแต่มีขาดวิตามินและแร่ธาตุ
4. ปัญหาในการเก็บรักษา ซึ่งพลาสติกจะเน่าอย่างรวดเร็วกว่าถ้าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง และปัญหาการเป็นพาหะนำโรคของพลาสติก
5. ปัญหาการสูญเสียและสร้างมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม
6. อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาดมีราคาแพง

จากปัญหาต่าง ๆ ของการใช้พลาสติกในการเลี้ยงปลากะรัง ทำให้เกิดความไม่ยั่งยืนของอาชีพการเลี้ยงปลาในกระชัง และอาจจะต้องเลิกกิจการไปในที่สุดนั้น มีแนวทางในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. ใช้อาหารสำเร็จเป็นอาหารปลา เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารครบ มีใช้ทุกฤดูกาล เก็บรักษาได้ง่าย
2. ผลิตอาหารสำเร็จรูปใช้เอง โดยนำแหล่งโปรตีนอื่นที่หาได้ง่ายและราคาถูกกว่ามาใช้ในการผลิตอาหารสำเร็จรูป ให้ได้สารอาหารเฉพาะสำหรับปลากะรัง แต่มีราคาต่ำที่สุด ซึ่งไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากลดลง เช่นการนำเอาวัตถุดิบเหลือใช้หรือผลพลอยได้จากพืชที่หาได้ง่ายและมีคุณค่าทางโภชนาการ มาทดแทนเป็นบางส่วน

ดังนั้น การนำเอาวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือหรือผลพลอยได้ สามารถหาได้ง่าย มีราคาถูกในจังหวัดตรัง คือกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน นับว่าเป็นทางเลือกใหม่ที่อาจจะช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำ

การอบรมเชิงปฏิบัติการ ในการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลากระรังเพื่อลดต้นทุนการผลิตครั้งนี้ เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในการพัฒนาการเลี้ยงปลากระรังของชุมชน และอุตสาหกรรม การเลี้ยงปลากระรังของประเทศไทยต่อไป

อาหารและสารอาหาร

อาหาร คือบ่อเกิดของพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และการเจริญพันธุ์ ดังนั้น ในแง่ของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารคือ สิ่งที่สัตว์น้ำกินได้และเกิดประโยชน์ต่อร่างกาย โดยซ่อมแซม ส่วนที่สึกหรอ สร้างความเจริญเติบโตให้แก่ร่างกายและช่วยทำให้กระบวนการต่างๆ ในการดำรงชีวิต ดำเนินไปอย่างปกติ

อาหารสัตว์น้ำทั้งที่มาจากพืช สัตว์ แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งมีส่วนประกอบที่ แตกต่างกันในทางเคมี ส่วนประกอบนั้นเรียกว่า สารอาหาร ในอาหารแต่ละชนิด มีสารอาหารที่ แตกต่างกันไป สารอาหารมีอยู่ด้วยกัน 5 ชนิด คือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และ แร่ธาตุ

ความต้องการโภชนะหรือสารอาหารของสัตว์น้ำ

โภชนะ	ความสำคัญ
โปรตีนและกรดอะมิโนจำเป็น	เป็นสารอาหารจำเป็นในการสร้างเนื้อ-หนัง สารพันธุกรรมน้ำย่อย ฮอโมน ควรได้สารจากแหล่งโปรตีนสัตว์ 2/3 ส่วน โปรตีนจากพืชมีข้อจำกัดและใช้น้อยเนื่องจากขาดกรดอะมิโนจำเป็นบางตัวและมีสารทำให้ไม่โตหรือโตช้า
คาร์โบไฮเดรต	นิยมใช้แป้งเป็นแหล่งพลังงานและเป็นตัวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และไขมันในร่างกายของสัตว์น้ำให้ดียิ่งขึ้น
ไขมันและสารจำเป็นจากไขมัน	เป็นแหล่งให้พลังงานที่ย่อยได้ดีที่สุด และให้วิตามินที่ละลายในไขมัน (เอ ดี อี เค) น้ำมันถั่วเหลืองเป็นแหล่งกรดไขมันจำเป็นกลุ่มโอเมก้า 6 และน้ำมันปลาหมึกให้กลุ่มโอเมก้า 3 และคอเลสเตอรอลซึ่งช่วยการลอกคราบและเจริญเติบโตในกุ้ง
วิตามินและแร่ธาตุ	ต้องการในปริมาณน้อย แต่สำคัญเพื่อให้การทำงานของร่างกายเป็นไปตามปกติ การขาดทำให้เบื่ออาหาร โตช้า การย่อยไม่ดี

ปัจจัยเกี่ยวข้องในการผลิตอาหารและคุณภาพที่ดีที่ใช้ในฟาร์ม

1. คน ควรมีความเข้าใจเพียงพอในการผลิตอาหาร โดยเฉพาะ การเลือกใช้สูตรอาหารให้เหมาะกับชนิดและอายุของปลา รู้ข้อดี และข้อด้อยของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหาร

2. วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตอาหาร ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด ควรเลือกจากแหล่งที่เชื่อถือได้ มีใบรับรอง ตรวจสอบฉลาก และมีการบันทึกวันที่ซื้อ ไม่เก็บนานเกิน 3 เดือน พวกที่มีไขมันสูง เช่น รำสด เก็บได้ไม่นาน จะหืนง่าย พวกวิตามิน-แร่ธาตุรวมและยา ควรเก็บในภาชนะที่ป้องกันการถูกแสง-ความร้อน และไล่อากาศออกก่อนปิดปากถุง ถ้าเก็บในตู้เย็นจะช่วยยืดอายุการเก็บได้นาน 6 – 12 เดือน

วัตถุดิบที่ใช้ในอาหารสำเร็จรูป

ก. วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน สามารถแบ่งได้ 2 แหล่ง

1. แหล่งโปรตีนจากสัตว์ ได้แก่ ปลาป่น ปลาสด เลือดป่น ขนไก่ป่น เนื้อกระดูกป่น กุ้งป่น เครื่องในไก่ หัวไก่ ปูป่น ผลิตภัณฑ์จากนม ฯลฯ

2. แหล่งโปรตีนจากพืช ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากเมล็ดฝ้าย กากมะพร้าว กากปาล์ม ใบกระถินป่น โปรตีนสกัดเข้มข้นจากข้าวโพด และ จากข้าวสาลี ฯลฯ

ข. วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งพลังงาน วัตถุดิบประเภทนี้มีโปรตีนต่ำกว่า 20% แต่มีคาร์โบไฮเดรตหรือแป้งสูง ได้แก่ เมล็ดและผลิตภัณฑ์ของเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี และรำ โปรตีนของวัตถุดิบเหล่านี้มีค่าระหว่าง 8 -12% มีแป้งในปริมาณสูงถึง 60 – 80% และไขมันมีค่าระหว่าง 1 - 8% โดยเฉพาะกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม น้ำมันปาล์ม มีโปรตีน 13.56% และไขมัน 9.34%

ค. วัตถุดิบจำพวกวิตามินและแร่ธาตุ วิตามินและแร่ธาตุที่ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารมักอยู่ในรูปของสารประกอบเคมี และเนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในปริมาณน้อยมาก ในสูตรอาหาร จึงทำให้เกิดปัญหาในการผสมให้ทั่วถึงในทุกๆ ส่วน ดังนั้นจึงไม่นิยมผสมวิตามินและแร่ธาตุในตัวอย่างอาหารโดยตรง จึงมักถูกผสมไว้ก่อนล่วงหน้ากับสื่อบางชนิด เช่น กากถั่วเหลือง รำ แกลบบด หรือหินปูน แล้วเรียกสารผสมเหล่านี้ว่า “สารผสมล่วงหน้า (พรีมิกซ์)” บางครั้งอาจเรียกว่า “อาหารเสริม”

ง. วัตถุดิบจำพวกไขมันหรือน้ำมัน เป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานกรดไขมันที่จำเป็น วิตามินที่ละลายได้ในไขมันและบางครั้งใช้สารแต่งกลิ่นอาหารเพื่อกระตุ้น ให้สัตว์น้ำกินอาหารได้มากขึ้น น้ำมันที่ใช้ผสมอาหารสัตว์น้ำ แบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

1. น้ำมันจากสัตว์ ได้แก่ น้ำมันปลา น้ำมันปลาหมึก น้ำมันหมู

2. น้ำมันจากพืช ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันปาล์ม ฯลฯ

จ. วัตถุดิบจำพวกเสริมคุณภาพของอาหาร วัตถุดิบจำพวกนี้ใช้ผสมอาหารเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ที่ไม่ใช่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ถึงแม้ว่าบางครั้งใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเสริมคุณภาพแต่ตัวมันเองจะมีคุณภาพอาหารอยู่ด้วย วัตถุดิบจำพวกนี้แบ่งออกได้ 3 ประเภท

1. สารเหนียว หรือ บายเคอร์ หรือสารประสานอาหาร เป็นสารที่ช่วยที่อาหารมีความคงทนในน้ำได้นาน การใช้สารเหนียวมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการทำอาหารสำหรับสัตว์น้ำที่กินอาหารซ้ำ เช่น กุ้ง ประเภทของสารเหนียวที่นิยมใช้เช่น เจลาติน แป้งสูก กล้วย ซีเอ็มซี และ อัลฟาสตาร์ช ฯลฯ

2. สารแต่งกลิ่นอาหาร เป็นสารช่วยเพิ่มกลิ่นและรสของอาหารให้มีความน่ากินมากขึ้น กลิ่นในอาหารที่สัตว์น้ำชอบ มักเป็นกลิ่นที่มีในอาหารตามธรรมชาติของมัน เช่น อาหารปลาที่กินเนื้อเป็นอาหาร จะชอบกลิ่นของเนื้อกุ้ง หอย ปู ปลา ปลาหมึก ฯลฯ ซึ่งกลิ่นเหล่านี้สามารถหาได้จากเศษชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปแล้วของสัตว์ต่างๆ ดังกล่าวเช่น น้ำมันปลา น้ำมันปลาหมึก หัวและเปลือกกุ้งป่น เศษปลาหมึกป่น ฯลฯ

3. สารกันหืนและรา ความหืนของอาหารเกิดขึ้นจากไขมันในอาหาร เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและการที่อาหารขึ้นรา ก็เพราะอาหารนั้นมีความชื้นสูงเกิน 12% ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้คุณค่าของอาหารเสียไป ในการทำอาหารจึงมักเติมสารเคมีเพื่อป้องกันหืนในอาหารนั้นด้วย บี เอช ที และ บี เอช เอ ซึ่งใช้ในปริมาณ 0.2 % ส่วนสารกันราที่ใช้กันมาก ได้แก่ กรดโพทิโอนิก ซึ่งใช้ในปริมาณ 0.3%

3. อุปกรณ์การผลิต มีข้อดี ข้อเสีย หรือข้อควรระวังอย่างไร เช่น เครื่องบดวัตถุดิบแบบจาน สับจะบดได้ละเอียดกว่าแบบใบมีดสับ เครื่องผสมอาหารแนวตั้งใช้ผสมแบบแห้งเท่านั้น เครื่องผสมแนวนอน ผสมได้ทั้งเปียกและแห้ง เป็นต้น

4. ขั้นตอนและขบวนการผลิต ควรเข้าใจขั้นตอนที่ชัดเจน หรือแต่ละขั้นตอนมีข้อควรระวังอย่างไร เช่น หากผสมน้ำมากเกินไปในสูตรอาหารจะทำให้ไม่สามารถอัดเม็ดอาหารได้ หรือเสียเวลาในการอบ หรือตากแห้งนานขึ้น

ตารางแสดงองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตอาหาร

ชนิดอาหาร	ความชื้น %	โปรตีน %	คาร์โบไฮเดรต %	ไขมัน %	เถ้า %	พลังงาน %	Ca %	P %
ปลาป่นดี	93.04	49.91	3.34	0.43	30.35	2997.47	-	-
ปลาป่นกลาง	94.78	39.52	6.11	5.63	43.52	3015.42	-	-
ปลาป่นต่ำ	94.68	34.10	5.36	4.07	51.16	2531.02	-	-
กากถั่วลิสงป่น	89.59	41.66	32.45	8.31	7.18	4469.53	-	0.59
กากถั่วเหลืองป่น	91.90	43.69	36.74	3.98	7.47	4350.93	0.51	-
กากถั่วเขียวป่น	93.93	22.81	64.91	2.29	3.92	4166.48	0.39	-
กากนมถั่วเหลือง	22.57	40.39	6.44	0.69	1.03	577.28	-	0.42
กากกุ้งแห้ง	88.51	22.24	26.74	0.95	38.58	2442.74	-	-
ข้าวโพดแห้งป่น	90.58	9.57	77.64	1.92	1.45	3905.34	-	-
ปลายข้าว	87.28	9.19	77.28	-	0.80	-	1.34	0.08
รำละเอียด	89.49	14.03	50.11	16.29	9.04	4438.60	-	-
แป้งมัน	90.68	1.19	87.05	0.41	2.02	3675.03	-	-
ลำปะหลัง								
ใบกระถิน	91.16	18.77	58.31	4.62	4.45	3887.80	0.22	0.19
ไขมัน (แห้ง)	79.78	17.88	38.20	0.20	23.50	2595.32	0.09	-
ผักบุ้ง (สด)	10.27	2.86	1.48	12.77	1.15	1429.03	-	-
ไรแดง (สด)	5.33	3.94	0.65	3.94	0.54	300.29	-	1.10
หนอนแดง (สด)	8.61	5.29	2.01	1.21	0.89	495.51	-	0.06
เนื้อกุ้งก้ามกราม (สด)	28.72	19.28	-	5.46	4.63	765.20	-	-
เนื้อปลาสด	19.45	16.74	0.49	0.32	0.89	996.14	-	-

ที่มา : http://coursewares.mju.ac.th/section2/fa301/img_lesson/l4/4-1t.gif

การทำอาหารสัตว์น้ำสำเร็จรูป

เกษตรกรที่มีฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็กและขนาดกลางที่มีเงินทุนพอสมควร สามารถที่จะทำการผลิตอาหารสำเร็จรูปขึ้นใช้เองได้ ในรูปแบบของอาหารเม็ดจมน้ำชนิดเปียก และแห้ง โดยใช้เครื่องมือในการผลิตที่สามารถหาซื้อได้ในท้องตลาด อีกทั้งราคาก็ไม่แพงมากนัก ส่วนการทำอาหารลอยน้ำต้องใช้เวลาลงทุนสูงในการซื้อเครื่อง

ขั้นตอนการทำอาหารสัตว์น้ำสำเร็จรูป มีขั้นตอนดังนี้

1. สูตรอาหาร สิ่งแรกที่เกษตรกรจะคิดทำอาหารสำเร็จรูป ขึ้นใช้เองนั้น คือ จะต้องรู้ว่าตนเองต้องการอาหารชนิดใดเลี้ยงสัตว์น้ำของตน สูตรอาหารที่ดีมีข้อสังเกตดังนี้

- 1.1 ทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตเร็ว แข็งแรงและมีภูมิคุ้มกันโรคดี
- 1.2 ทำให้สัตว์น้ำมีอัตราการแลกเนื้อที่ดี และอัตราการตายสูง
- 1.3 วัตถุดิบต่างๆ ที่ใช้สามารถจัดซื้อหาได้ง่าย ราคาถูก และสะดวกต่อการเก็บรักษา

การจะได้มาซึ่งสูตรอาหารที่ดีมีอยู่ 2 ทาง คือ

- สอบถามจากผู้มีความรู้และประสบการณ์ ทางด้านอาหารสัตว์น้ำ เช่นกรมประมง โดยเฉพาะกองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ
- เรียนรู้และศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเองและสามารถหาคำตอบด้วยประสบการณ์ของตน

2. การบด

เมื่อได้สูตรอาหารที่จะทำแล้ว ก็ต้องเตรียมจัดหาวัตถุดิบต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ให้ครบตามสูตรอาหารและมีปริมาณเพียงพอที่จะทำการผลิต วัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่ จะต้องผ่านการบดก็เพื่อลดขนาดของวัตถุดิบให้เล็กลง เป็นประโยชน์ต่อสัตว์น้ำ สามารถที่จะย่อยได้ง่ายขึ้น การบดละเอียดยังช่วยในเรื่องการอัดเม็ด โดยช่วยให้เม็ดอาหารมีความคงตัวดี สำหรับเครื่องบด อาหารที่ ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของวัตถุดิบ ถ้าใช้วัตถุดิบแบบแห้ง เช่น ปลาข้าว กากถั่วเหลือง ข้าวโพด ก็ให้ใช้เครื่องบดแบบมีดสับหรือแบบจาน แต่ถ้าเป็นวัตถุดิบแบบเปียก เช่น ปลาเป็ด ไค้ ไร้ กล้วย ก็ให้ใช้เครื่องโม่ปลาหรือเครื่องบดเนื้อ

3. การชั่ง

เมื่อได้จัดเตรียมวัตถุดิบต่างๆ ที่มีขนาดละเอียดแต่ละชนิดแล้วก็จะทำการชั่งน้ำหนักให้ได้ตามสัดส่วนในสูตรอาหารนั้น

4. การผสม

เป็นการกระจายคุณค่าอาหารให้สม่ำเสมอในทุกส่วนของอาหารที่ทำขึ้นโดยการผสมรวมกัน

เป็นเนื้อเดียว เครื่องผสมอาหารที่แนะนำให้ใช้ควรเป็นเครื่องผสมอาหารที่ใช้ผสมได้ทั้งวัตถุดิบเปียกและแห้ง เครื่องผสมดังกล่าวเป็นแบบแนวนอน หรืออาจผสมเองด้วยมือ หรือปลั๊กก็ได้ในกรณีที่ใช้วัตถุดิบแห้งประมาณ 30 – 40% ของสูตรอาหาร เมื่อผสมอาหารเข้ากันดีแล้วจึงนำไปอัดเม็ดอาหาร

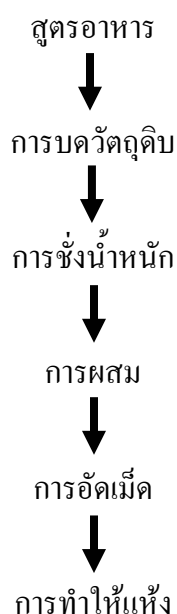
5. การอัดเม็ด

เป็นการทำให้อาหารที่ผสมกันแล้วถูกอัดออกมาเป็นเส้นหรือเป็นแท่ง ซึ่งทำให้คุณค่าอาหารจากวัตถุดิบทุกชนิดจับตัวกันอยู่ทำให้เกิดการสูญเสียน้อยเมื่อสัมผัสกับน้ำ การอัดเม็ดสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือปลา หรือเครื่องอัดเม็ดอาหาร

6. การทำให้แห้ง

เป็นขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการทำอาหารแห้งเพื่อลดความชื้นในอาหารลง และสามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่ขึ้นรา การทำอาหารให้แห้งสามารถทำได้โดยการเกลี่ยอาหารให้แผ่บางในภาชนะรองรับเพื่อเข้าสู่อบ ที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส หรือตากแดด และพลิกกลับเป็นบางครั้งเพื่อให้แห้งสม่ำเสมอและทั่วถึง

สรุปขั้นตอนการผลิตอาหารสัตว์น้ำ



ปัจจัยสำคัญในขั้นตอนการผลิตอาหารสัตว์น้ำ มีดังนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้ต้องบดละเอียด (เป็นผงแบบแป้ง)
 - มีผลต่อค่าการย่อยและใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตดี อาหารคงตัวในน้ำดี (ไม่แตกเมื่อดำน้ำ)
 - น้ำย่อยทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ย่อยอาหารและดูดซึมสารอาหารได้เร็วขึ้น
2. วัตถุดิบที่ใช้ควรจะใหม่ สด (วัตถุดิบแห้งไม่ควรเก็บนาน เกิน 1-3 เดือน) ไม่มีแมลง กรวดทราย หรือสารอื่นเจือปน
3. วัตถุดิบที่เป็นแป้งควรทำให้สุก เพื่อช่วยให้กระบวนการย่อยอาหารเร็วขึ้น สัตว์น้ำใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น ปลาช่อน ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น
4. การผสมอาหารควรมีการผสมกันอย่างทั่วถึง เพื่อให้กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ มีสารอาหารครบถ้วนในเม็ดอาหาร
5. อาหารควรมีความชื้นไม่เกิน 10 – 12% ไม่เก็บอาหารไว้นานเกินไป ถ้าเก็บในที่เย็นสามารถเก็บได้นานถึง 2 เดือน ถ้าอาหารไม่แห้งจะเกิดเชื้อราและเป็นอันตรายกับสัตว์น้ำ

หลักการเลือกซื้ออาหารสัตว์น้ำอย่างถูกวิธี

1. เลือกอาหารให้ถูกต้องกับชนิดสัตว์น้ำที่เลี้ยง
2. เลือกขนาดและรูปแบบของอาหารให้เหมาะสมกับขนาดของสัตว์น้ำ
3. พิจารณาวัตถุดิบที่ใช้เป็นองค์ประกอบของอาหารสัตว์น้ำ
4. ควรมีกลิ่นหอมเพื่อดึงดูดให้สัตว์น้ำเข้ามากินอาหารได้มากขึ้น
5. ควรมีสีสันสม่ำเสมอทั้งหมดทั้งถุง
6. ความสดของอาหาร ไม่ควรนานเกิน 3 เดือน
7. ไม่ควรมีสสิ่งปะปนอยู่ เช่น แมลง ก้อนกรวด หิน ทราย หอย และอื่น ๆ
8. อาหารที่ดีไม่ควรมีฝุ่นเกิน ร้อยละ 2
9. ความคงทนของอาหารในน้ำ สำหรับอาหารปลา ไม่ต่ำกว่า 15 นาที – 1 ชั่วโมง
10. ต้องซื้ออาหารที่ยังไม่หมดอายุ

ราคาวัตถุดิบอาหาร หน่วย บาทต่อกิโลกรัม

วัตถุดิบอาหาร	บาท/กก.
รำละเอียด	8
กากถั่วเหลือง	15
ปลายข้าว (สุก)	10
ปลาป่น	22-28
กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	4.5-6
แอลฟา – สตาร์ท	35
น้ำมันปลา	85
น้ำมันพืช	30
วิตามินรวม	90
พรีมิกซ์	70

สูตรการผลิตอาหารเพื่อลดต้นทุน (สูตรผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 5%)

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์
ปลาป่น	48.77
กากถั่วเหลือง	24.38
รำละเอียด	1.46
ปลายข้าว	1.46
กากปาล์ม	5
น้ำมันปลา	6.25
น้ำมันพืช	6.25
วิตามินผสม	2
พรีมิกซ์	3
Alfa starch	4
เปอร์เซ็นต์ โปรตีน	40%
พลังงานที่ย่อยได้ (Kcal/kg)	3,299.70
ราคาอาหาร/กก.	27.36

หมายเหตุ : ราคาอาหารเม็ดสำเร็จรูปปลาทะเลอยู่ที่ 38 – 42 บาท/กิโลกรัม

การจัดเก็บอาหารและการควบคุมคุณภาพ

การจัดเก็บอาหารที่ถูกต้อง เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเลี้ยงปลากระรัง สถานที่จัดเก็บอาหารที่ไม่ดีทำให้อาหารเสื่อมเร็ว ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและปลาขาดสารอาหาร มีปัญหาต่อสุขภาพ และทำให้อัตราการตายสูง ดังนั้นการจัดเก็บอาหารที่ดีมีดังต่อไปนี้

1. มีที่กำบังแสงแดด และฝน
2. เป็นที่โปร่งลมพัดได้ดี มีอากาศเย็น
3. แห้งและมีความชื้นต่ำ
4. มีการป้องกันสัตว์ (หนู/หมัด) และแมลง
5. จัดเก็บอาหารให้สูงพ้นจากพื้นดินเพื่อป้องกันความชื้นและเชื้อราที่จะทำให้อาหารเสียหาย
6. จัดเก็บอาหารให้พ้นจากสารเคมีและยา

ขั้นตอนการผลิตอาหาร



เตรียมผสมวัตถุดิบอาหาร



อาหารที่ผสมกากปาล์มแล้ว



เครื่องอัดเม็ดอาหาร



อาหารที่ผ่านการอัดเม็ด



อาหารพร้อมสำหรับการนำไปตาก



โรงอบอาหารเพื่อลดความชื้น

ภาพประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2553



บรรยากาศในห้องประชุม ณ ตึกสำนักงานวิทยาเขต ชั้น 2



ผู้เข้าร่วมอบรมตั้งใจอ่านเอกสารประกอบการอบรม



คณะวิทยากรที่เข้าร่วมให้ความรู้แก่ผู้เข้ารับการอบรม



ผู้เข้าร่วมอบรมเข้าเยี่ยมชมสถานที่ผลิตอาหารปลากระรัง



ผู้เข้ารับการอบรมดูกระบวนการใช้เครื่องผลิตอาหารปลากระรัง



ผู้เข้าร่วมอบรมลงพื้นที่เยี่ยมชมสถานที่ทำการทดลองเลี้ยงปลากระรัง



โครงการประชุมเชิงปฏิบัติการ
การผลิตอาหารปลากระรังกึ่งที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

ณ ห้องประชุมสำนักงานวิทยาเขตตรัง มทร. ศรีวิชัย
วันพฤหัสบดีที่ 25 กุมภาพันธ์ 2553

ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง สัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม
น้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง : กรณีศึกษา บ้านบ่อหิน
อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

โดย ผศ. วัฒนา วัฒนกุล และ ผศ. อุไรวรรณ วัฒนกุล

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ 5 จังหวัดภาคใต้ตอนกลาง

อาหารสัตว์น้ำ

1. มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต
2. การเจริญพันธุ์
3. ให้พลังงาน ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ
4. มีผลต่อต้นทุนการผลิต

ความต้องการสารอาหารของสัตว์น้ำ

- ☐ โปรตีนและกรดอะมิโนจำเป็น
- ☐ คาร์โบไฮเดรต หรือแป้ง
- ☐ ไขมัน
- ☐ วิตามิน
- ☐ แร่ธาตุ

การใช้ปลาสด.... คืออย่างไร

- ☐ ปลาที่มีการเจริญเติบโตเร็ว
- ☐ เป็นอาหารธรรมชาติ

ข้อเสียของการใช้ปลาสด

- ☐ หาซื้อปลาหายาก เก็บรักษายาก ง่ายเสียง่าย
- ☐ การขาดแคลนในบางฤดูกาล
- ☐ ปลาเหยี่ยวบางชนิดคุณค่าทางโภชนาการไม่สมดุล
- ☐ สูญเสียระหว่างให้อาหาร
- ☐ อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคต่าง ๆ
- ☐ การจับลูกปลา (ปลาเล็ก) มาใช้เป็นปลาเหยื่อ ทำให้จำนวนปลาในธรรมชาติลดลง

ข้อดีของการใช้อาหารผสมเลี้ยงปลา

- ☐ เก็บรักษาวัตถุดิบแห้งได้นาน
- ☐ หาซื้อได้ง่าย มีตลอดปี
- ☐ คุณค่าอาหารครบถ้วน
- ☐ เสริมวิตามิน และแร่ธาตุในอาหารได้ง่าย
- ☐ ไม่มีเชื้อโรคปนเปื้อน
- ☐ ไม่เน่าเสีย
- ☐ ช่วยลดปัญหาน้ำเสีย การสะสมตะกอนมากกว่าปลาสด

การผลิตอาหารปลากะรังที่เสริมด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

- ☐ วัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อลดต้นทุนการผลิต (ทดแทนปลาป่น) แต่ไม่ทำให้การเจริญเติบโตลดลง เมื่อใช้อาหารสูตรนี้
- ☐ จึงจำเป็น ต้องหา : สัดส่วนที่เหมาะสมควรอยู่ในระดับเท่าไร
- ☐ ใช้มากเกินไป ไม่ดี (โปรตีนไม่ถึง, กลิ่นไม่ชวนกิน, ย่อยไม่ได้)
- ☐ ใช้น้อยเกินไป ไม่ลดต้นทุน

ตั้งโจทย์..... และตอบคำถามโจทย์ ดังนี้

- ☐ สร้างสูตรอาหารมา 5 สูตร เพื่อหาระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดและอัตราการแลกเนื้อ โดยเปรียบเทียบกับอาหารสำเร็จรูป และปลาเหยื่อ
- ☐ 0, 5, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (สัดส่วนของกากปาล์ม)
- ☐ ผลิตอาหาร ตามกระบวนการที่ถูกต้อง
- ☐ นำมาเลี้ยงปลากะรังในกระชังเป็นเวลา 8 เดือน
- ☐ ทดสอบรสชาติโดยการชิม ว่า แตกต่างกันหรือไม่ ในปลาทั้ง 5 สูตร

ขั้นตอนการผลิตอาหาร

- ☐ สร้างสูตรอาหาร

ส่วนประกอบ	เปอร์เซ็นต์
ปลาป่น	48.77
กากข้าวเหลือง	24.38
รำละเอียด	1.46
ปลายข้าว	1.46
กากปาล์ม	5
น้ำมันปลา	6.25
น้ำมันพืช	6.25
วิตามินผสม	2
ฟอสฟอรัส	3
อัลฟา สตาร์ท	4
เปอร์เซ็นต์ โปรตีน	40 %
พลังงานที่ย่อยได้	3,299.70
ราคาอาหาร/กก.	27.36

ขั้นตอนการผลิตอาหาร

- ☐ การบดวัตถุดิบ



ขั้นตอนการผลิตอาหาร

- ☐ การชั่งวัตถุดิบ



ขั้นตอนการผลิตอาหาร

การผสมวัตถุดิบ



ขั้นตอนการผลิตอาหาร

การผสมวัตถุดิบ



ขั้นตอนการผลิตอาหาร

การอัดเม็ดอาหาร



ขั้นตอนการผลิตอาหาร

การทำแห้ง

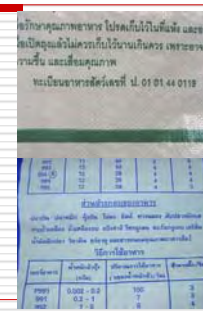


ขั้นตอนการผลิตอาหาร

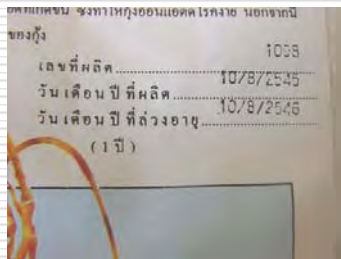
การเก็บรักษา



ฉลากอาหาร

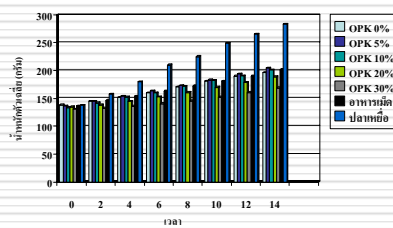


ข้อควรสังเกตก่อนการเลือกซื้อ

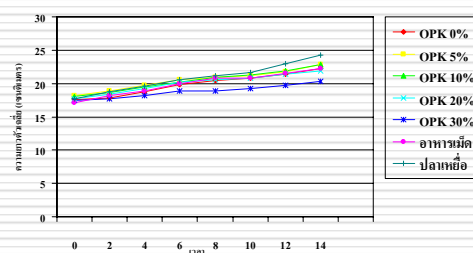


ผลการศึกษา

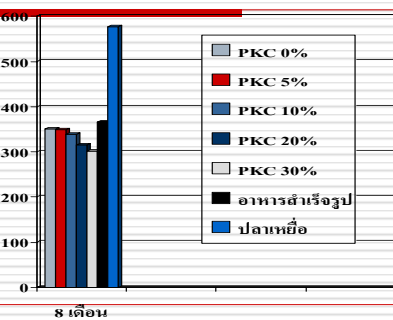
การเจริญเติบโต (น้ำหนัก)



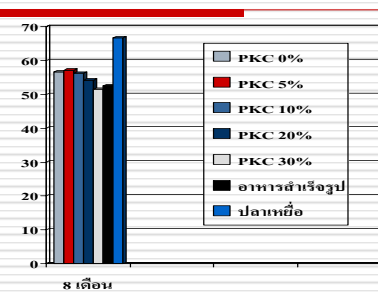
การเจริญเติบโต (ความยาว)



สิ้นสุดการทดลอง (น้ำหนัก)



สิ้นสุดการทดลอง (อัตรารอด)



สิ้นสุดการทดลอง

☐ อัตราอดตาย ไม่แตกต่าง

☐ อัตราการแลกเนื้อ

ระดับ 0% อัตราการแลกเนื้อ 2.03

ระดับ 5% อัตราการแลกเนื้อ 2.06

ระดับ 10% อัตราการแลกเนื้อ 2.12

ระดับ 20% อัตราการแลกเนื้อ 2.46

ระดับ 30% อัตราการแลกเนื้อ 2.51

อาหารเม็ดสำเร็จรูป อัตราการแลกเนื้อ 2.01

ปลาเหยื่อ อัตราการแลกเนื้อ 6.32

ผลการทดสอบรสชาติ (การชิม)

☐ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม

☐ อันดับหนึ่ง อาหารที่มีส่วนผสมของกากปาล์ม 5%

☐ อันดับสอง อาหารที่มีส่วนผสมของกากปาล์ม 30%

☐ อันดับสาม อาหารสำเร็จรูป

☐ อันดับสี่ อาหารที่มีส่วนผสมของกากปาล์ม 10%

☐ อันดับห้า อาหารที่มีส่วนผสมของกากปาล์ม 20%

☐ อันดับหก ปลาเหยื่อ

☐ สุดท้าย อาหารที่มีส่วนผสมของกากปาล์ม 0%

ข้อเสนอแนะ

☐ กลิ่นของอาหารเมื่อใส่กากปาล์มเพิ่มมากขึ้น

☐ หาวัดดูเศษเหลือที่สามารถทดแทนโปรตีนในปลาป่น

☐ หาวัดดูเศษเหลือที่มีกลิ่นกระตุ้นการกินอาหารของปลา

☐ ปรับปรุงให้อาหารมีกลิ่นที่ชวนดึงดูดการกินของปลาระวัง แต่สามารถลดต้นทุนลงได้

สรุป

☐ ระดับของกากปาล์มที่เหมาะสมในส่วนผสมอาหารคือ 5%

☐ สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ โดยมีราคาต่อกิโลกรัม 27.36

ในขณะที่อาหารเม็ดสำเร็จรูปในท้องตลาด ราคา 38 — 42 บาท/กก.