รายงานการวิจัย

ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่เสริมในอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรังเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต

Rearing of Orange-spotted Grouper, *Epinephelus coioides,* by Different Level Of Palm Kernel Cake Supplementation in Pellet Feed for Cost Reduction

โดย

วัฒนา วัฒนกุล
อุไรวรรณ วัฒนกุล
เศวต ไชยมงคล

ว.
636.085
ว399
ง551

ได้รับทุนสนับสนุนจากเครือข่ายการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
ประจำปีงบประมาณ 2551

ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่เสริมในอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรังเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต

Rearing of Orange-spotted Grouper, *Epinephelus coioides,* by Different Level Of Palm Kernel Cake Supplementation in Pellet Feed for Cost Reduction

วัฒนา วัฒนกุล[1] อุไรวรรณ วัฒนกุล[1] เศวต ไชยมงคล[2]

Wattana Wattanakul[1] Uraiwan Wattanakul[1] Saweit Chaimongkol[2]

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ในอาหารปลากะรังดอกแดง จำนวน 6 สูตร ซึ่งใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 5, 10, 15, 20 เปอร์เซ็นต์ และ สูตรที่ใช้ปลาเป็ดสดเป็นอาหาร เลี้ยงปลากะรังดอกแดงที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 125 กรัม ในกระชังขนาด 1 X 1 X 2 เมตร ความหนาแน่น 40 ตัวต่อตารางเมตร เป็นเวลา 6 เดือน ให้อาหารจนอิ่มวันเว้นวันเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าชุดการทดลองที่ได้รับปลาเป็ดเป็นอาหาร ($p<0.05$) และพบว่าการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารทำให้ราคาอาหารถูกลง โดยสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนการผลิตปลาต่ำที่สุด คือ 74.93 ± 2.43 บาทต่อกิโลกรัม จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมที่จะเสริมในอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ทั้งในด้านการเจริญเติบโต และด้านเศรษฐศาสตร์

คำสำคัญ : กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน, ปลากะรังดอกแดง, อาหารปลา

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

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

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

[2] Faculty of Science and Technology, Prince of Songkhlanakarin University , Pattani Campus.

ABSTRACT

A nutrition study was carried out by supplementation of palm kernel cake in Grouper feed to explore the possibility of feed cost reduction. Grouper (125 g mean initial weight) were fed with 6 formulated diets that replace with palm kernel cake at substitute level 0, 5, 10, 15, 20 % and trash fish. The density were 40 fishes reared in 1 x1 x2 m. floating net cage. Feeding fish 2 day/time for six months. Fish fed diet number 1, 2, 3, 4 and 5 showed not significantly ($P>0.05$) growth rate but all of formulated diets had growth rate lower than trash fish. They were significantly different ($P<0.05$). Additionally, the supplementation of palm kernel cake in Grouper feed could reduce the feed cost leading to the production cost as low as 74.93 ± 2.43 baht/Kg. fish in 20% level. The current study showed that the supplementation of 15% palm kernel cake was optimum level for Grouper feed taking into account the weight increase and economic return.

Keywords : Palm Kernel Cake, Orange-spotted Grouper (*Epinephelus coioides*), Fishes nutrition

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเครือข่ายการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เป็นอย่างสูง ที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณ ประจำปี 2551 ทำให้โครงการวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณรศ.เจษฎา อิสเหาะเป็นอย่างสูงที่ให้คำแนะนำ และความอนุเคราะห์ในการสร้างสูตรอาหาร รวมถึงคณะผู้ร่วมวิจัยทุก ๆ ท่าน โดยเฉพาะผศ.อุไรวรรณ วัฒนกุล และอาจารย์เศวต ไชยมงคล ที่ได้กรุณาร่วมทำการวิจัย ให้คำแนะนำ ปรึกษา ตลอดจนการแก้ไขปรับปรุง เอกสารโครงการวิจัยจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

ขอขอบคุณนักศึกษาผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำการวิจัย จนบรรลุตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา น้อง ๆ ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนรายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

และสุดท้ายนี้ ความดีของรายงานฉบับนี้ ขอมอบแด่ อาจารย์ทุกท่านที่ได้คอยประสิทธิ์ประสาทวิชาการให้แก่ข้าพเจ้า

สารบาญ

	หน้า
สารบาญ	(1)
สารบาญตาราง	(2)
สารบาญภาพ	(3)
บทนำ	1
วิธีการวิจัย	3
ผลการวิจัย	7
วิจารณ์ผลการวิจัย	15
สรุปผลการวิจัย	17
ข้อเสนอแนะ	18
บรรณานุกรม	19
ภาคผนวก	22

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัสดุอาหารโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย±SD (% น้ำหนักแห้ง)	4
2	ส่วนประกอบของวัสดุอาหารในอาหารแต่ละสูตร (% น้ำหนักแห้ง)	4
3	การเจริญเติบโต (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว±SD หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน	8
4	การเจริญเติบโต (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว±SD หน่วยเป็นเซนติเมตร) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน	9
5	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) ระดับต่างๆ เป็นเวลา 6 เดือน	11
6	คุณภาพน้ำบริเวณกระชังที่ทำการทดลองเลี้ยงปลากะรังในกระชัง ด้วยอาหารสูตรต่างกัน บริเวณบ้านพรุจูด ต. บ่อหิน อ. สิเกา จ. ตรัง เป็นเวลา 6 เดือน	13
7	ราคาค่าอาหารและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตปลากะรังดอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน	13

สารบาญภาพ

ภาพผนวกที่		หน้า
1	เตรียมสถานที่และกระชังที่ใช้ทดลอง	23
2	เตรียมกระชังที่ใช้ทดลองเลี้ยงปลากะรังดอกแดง	23
3	ชั่งน้ำหนักปลาเป็ดซึ่งเป็นวัสดุหลักในสูตรอาหารทดลอง	24
4	การบดปลาเป็ดสดสำหรับการผลิตอาหารทดลองสูตรต่าง ๆ	24
5	อาหารทดลองที่ผ่านการอัดแน่น	25
6	การตากอาหารทดลองในตู้ควบคุมอุณหภูมิ	25
7	ทำการสุ่มปลากะรังดอกแดงที่ทดลองเลี้ยง	26
8	ปลากะรังดอกแดงที่สุ่มขึ้นมาเตรียมชั่งวัด	26
9	ชั่งน้ำหนักปลากะรังดอกแดงจากการทดลอง	27
10	วัดความยาวปลากะรังดอกแดงจากการทดลอง	27
11	การเจริญเติบโต (น้ำหนักตัวเฉลี่ย) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน	28
12	การเจริญเติบโต (ความยาวตัวเฉลี่ย) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน	28
13	ถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลการวิจัยให้กับกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังบ้านพรุจูด จ. ตรัง	29
14	ขยายผลการวิจัยให้กับกลุ่มเกษตรกรที่สนใจ	29

บทนำ

ปลากะรังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (Williams and Rimmer, 2005) ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย ปลากะรังแต่ละชนิดมีราคาแตกต่างกันไป แต่โดยรวมแล้วเป็นปลาที่มีมูลค่าสูง และให้ผลตอบแทนการเลี้ยงสูงกว่าปลาทะเลชนิดอื่น ทำให้ได้รับความนิยมจากเกษตรกรในการเลี้ยงเพื่อการค้า (Bondad-Reantaso *et al.*, 2002) ปริมาณผลผลิตการเลี้ยงปลากะรังของไทยตั้งแต่ปี 2541 ถึง 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)

ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อผลผลิตสัตว์น้ำ และเป็นต้นทุนการเลี้ยงที่สำคัญที่สูงที่สุดคือประมาณ 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) และอาหารในการเลี้ยงปลากะรังทางภาคใต้ของประเทศไทยที่ชาวบ้านเลือกใช้ส่วนใหญ่ ยังคงเป็นปลาสด (Sheriff, 2002) และเนื่องจากการใช้ปลาสดเป็นอาหารหลักอย่างเดียวในการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกร ทำให้เกิดปัญหาสำคัญหลาย ๆ ประการ เช่น ปริมาณปลาสดไม่เพียงพอต่อความต้องการ และปริมาณไม่มีความแน่นอนขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลา ราคาปลาสดมีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคายังผันผวนตามปริมาณ คุณภาพ สถานที่ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น และชนิดของปลาในแต่ละช่วง จึงมีผลทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงปลาในกระชังสูงขึ้นเป็นอย่างมาก คุณภาพของปลาสด ไม่มีคุณค่าทางอาหารครบ แม้ว่าปลาสดมีโปรตีนสูงแต่มักขาดวิตามินและแร่ธาตุ ปัญหาในการเก็บรักษา ซึ่งปลาสดจะเน่าอย่างรวดเร็วถ้าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง และปัญหาการเป็นพาหะนำโรคของปลาสด ปัญหาการสูญเสียและสร้างมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม โดยพบว่า การเลี้ยงปลากะรังด้วยปลาสดมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกสู่สิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้อาหารเม็ดเปียกถึง 17 เท่า (Chu, 2002) ปัญหาราคาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาด มีราคาแพง เกษตรกรไม่มั่นใจในความคุ้มค่าของการลงทุน ตลอดจนไม่มั่นใจในการเลี้ยงปลากะรังด้วยอาหารเม็ด เนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เกิดความไม่ยั่งยืนของอาชีพการเลี้ยงปลาในกระชัง และอาจจะต้องเลิกกิจการไปในที่สุด จึงเกิดความสำคัญ และที่มาของหัวข้อวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้น โดย

มีแนวทางในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. ลดการใช้ปริมาณปลาสดเป็นอาหารหลักในการเลี้ยงเพียงอย่างเดียว หันมาใช้อาหารเม็ดเปียกที่มีการนำแหล่งโปรตีนอื่นที่หาได้ง่ายและราคาถูกกว่ามาใช้ผสมในการผลิตอาหาร ให้ได้สารอาหารเฉพาะสำหรับปลากะรัง โดยมีราคาต่ำที่สุด แต่ไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากลดลง อาหารเม็ดเปียกที่มีการแนะนำจะประกอบไปด้วย ปลาเป็ด ถั่วเหลือง รำข้าวสุก วิตามินพรีมิกซ์ วิตามินซี แร่ธาตุ น้ำมันปลา หรือน้ำมันปลาหมึก (Sim *et al.*, 2005)

2. การนำเอาวัตถุดิบเหลือใช้หรือผลพลอยได้จากพืชที่หาได้ง่าย เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีน และพลังงาน มาทดแทนปลาสด มาใช้ผสมในอาหารเม็ดเปียกเป็นบางส่วน โดยเฉพาะวัตถุดิบเหลือใช้ เช่น กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน เนื่องจาก กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีคุณค่าทางโภชนะสูงพอสมควร โดยเฉพาะโปรตีน และไขมัน จึงสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้ ซึ่งได้มีงานวิจัยทดลองมาก่อนหน้านี้แล้ว พบว่า สามารถนำเอากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มาใช้ในการผสมอาหารปลานิล ทำให้ปลานิลมีการเจริญเติบโตดี (นิรุทธิ์, 2544) ปลานิลแดงแปลงเพศ (วุฒิพร และคณะ, 2547) และปลาดุกบิ๊กอุย (นารีรัตน์, 2548) ดังนั้นน่าจะเป็นทางเลือกใหม่ที่อาจจะช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำได้

3. และเป็นโอกาสดีของจังหวัดตรัง ที่สามารถหากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันได้ง่าย และมีราคาถูก เพราะมีการปลูกปาล์มน้ำมัน และมีโรงงานปาล์มน้ำมันหลายโรง

ดังนั้น การนำเอาวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือหรือผลพลอยได้ที่มีแพร่หลายในท้องถิ่นภาคใต้คือกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตอาหารปลากะรัง ลดการใช้ปริมาณปลาสดซึ่งเป็นอาหารหลักในการเลี้ยง จึงเป็นแนวทางของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางที่จะพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลากะรัง ลดต้นทุนค่าอาหาร และรู้จักใช้วัตถุดิบเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมุ่งเน้นศึกษาผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในปริมาณต่าง ๆ กันเป็นส่วนผสมในอาหารเม็ด ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนอาหารต่อผลผลิตปลากะรัง ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม สูตรต่าง ๆ ตลอดจนเป็นแนวทางเพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปไปสู่กลุ่มเป้าหมาย เนื่องจากอาหารเม็ดจะมีข้อดี คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสามารถผลิตได้เองที่ฟาร์ม สูตรการทำอาหารเม็ดเปียกนั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานที่ตั้งฟาร์มและสารอาหารอื่น ๆ ที่หาได้ในพื้นที่ ตลอดจนสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าปลาสด และคาดว่าผลการศึกษาวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เป็นองค์ความรู้ ในการผลิตอาหารเลี้ยงปลากะรังที่มีราคาถูก ภายใต้กระบวนการประหยัดต้นทุนการผลิตให้กับเกษตรกร เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของการพัฒนาการเลี้ยงปลากะรัง ของเกษตรกรชุมชนบ้านบ่อหิน จังหวัดตรัง และอุตสาหกรรมการเลี้ยงปลากะรังของประเทศไทยต่อไป

วิธีการวิจัย

การศึกษาผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เสริมในอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรัง เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) โดยจะศึกษาระดับปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารเม็ดที่ต่างกัน 5 ระดับคือ 0, 5, 10, 15, และ 20 % ตามลำดับ (การกำหนดระดับปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันประยุกต์ใช้จากรายงานการวิจัยในปลากินพืช (ปลานิล) ของนิรุทธิ์ (2544) และ วุฒิพรและคณะ (2547) ที่ระดับไม่เกิน 30% และในปลาน้ำจืดกินเนื้อ (ปลาดุกบิ๊กอุย) ของนารีรัตน์ (2548) ที่ระดับไม่เกิน 12%) และมีการทดลองเปรียบเทียบอีก 1 ชุดการทดลองคือชุดที่ใช้ปลาเป็ดเป็นอาหาร ดังนั้น จะมีจำนวนชุดการทดลองทั้งสิ้น 6 ชุดการทดลอง (6 สูตรอาหาร)

สร้างสูตรอาหาร

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของวัสดุที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารทดลอง โดยวิธี AOAC (1990) ซึ่งทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (%) ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เยื่อใย และความชื้น (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1) หลังจากนั้นนำมาคำนวณเพื่อสร้างเป็นสูตรอาหารตามแผนการทดลอง (ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2) วัสดุหรือวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบอาหารปลากะรังนั้น เป็นวัตถุดิบที่เกษตรกรสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องถิ่น

การเตรียมอาหารทดลอง

การทดลองในครั้งนี้จะมีทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ โดยชุดการทดลองที่ศึกษาระดับปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารเม็ดที่ต่างกัน 5 ระดับนั้น กำหนดให้มีระดับโปรตีนในอาหาร 40 % เท่ากันทุกสูตร (กำหนดตามรายงานของ Boonyaratpalin, 2002 และ Sim *et al.*, 2005) ไขมันไม่เกิน 10 % และระดับพลังงานที่ย่อยได้ (DE) ในสูตรอาหาร เท่ากัน คือ 3,300 Kcal/kg ซึ่งกำหนดตามรายงานของ นิรุทธิ์ (2544) และ วุฒิพรและคณะ (2547) เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิต และใช้วัตถุดิบ ปลาเป็ด (ภาพผนวกที่ 3) กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลายข้าว กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน วิตามิน (พรีมิกซ์) น้ำมันปลา (ประยุกต์ใช้ตามรายงานของ Sim *et al.*, 2005) เป็นส่วนผสมในอาหารเหมือนกันทุกสูตร โดยใช้เรื่องบดวัตถุดิบอาหารให้มีขนาดเล็ก (ภาพผนวกที่ 4) คลุกเคล้าให้ผสมเข้ากัน นำเข้าเครื่องอัดเม็ดอาหาร (mincer) เป็นอาหารเม็ดเปียก (ภาพผนวกที่ 5) นำอาหารที่เตรียมเสร็จแล้ว

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัสดุอาหารโดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย±SD (% น้ำหนักแห้ง)

วัสดุอาหาร	คุณค่าทางโภชนาการ					
	โปรตีน	ไขมัน	ความชื้น	เถ้า	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
ปลาเป็ด	66.91±1.02	11.85±0.42	6.29±0.04	12.72±0.21	0.33±0.01	2.23±0.06
กากถั่วเหลือง	46.28±0.87	1.13±0.02	8.99±0.05	7.35±0.04	7.45±0.23	36.25±0.85
รำละเอียด	9.26±0.19	9.10±0.05	7.84±0.04	10.72±0.05	19.19±0.28	63.08±0.87
ปลายข้าว	7.90±0.06	0.35±0.02	10.90±0.02	0.39±0.01	0.28±0.01	80.46±1.20
กากปาล์ม	16.34±0.08	9.81±0.16	3.70±0.06	4.44±0.04	25.21±0.77	40.50±0.84

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของวัสดุอาหารในอาหารแต่ละสูตร (% น้ำหนักแห้ง)

ส่วนประกอบในอาหาร	สูตรอาหาร					
(กรัม)	1	2	3	4	5	ปลาเป็ด
ปลาเป็ด	39.22	38.75	38.3	37.83	37.37	
กากถั่วเหลือง	19.61	19.38	19.15	18.92	18.68	
รำละเอียด	27.30	24.97	22.61	20.28	17.95	
ปลายข้าว	27.30	24.97	22.61	20.28	17.95	
กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน	0	5	10	15	20	
น้ำมันปลา	1	1	1	1	1	
Premix*	2	2	2	2	2	
รวม	116.42	116.06	115.67	115.31	114.95	
โปรตีน	40%	40%	40%	40%	40%	
DE (Kcal/kg) จากค่าคำนวณ	3,300.00	3,300.00	3,299.80	3,299.70	3,299.80	

หมายเหตุ : ปลาเป็ดคิดจากน้ำหนักแห้ง ต้องเอาน้ำหนักปลาเป็ดคูณด้วย 3.2 จึงจะได้น้ำหนักปลาเปียก

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

อบที่อุณหภูมิ 60 ^{0}C นาน 24 ชั่วโมง (ภาพผนวกที่ 6) หรือจนกว่าเม็ดอาหารแห้ง นำไปบรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บไว้ในที่แห้ง หรือเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 ^{0}C

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ปลากะรังดอกแดงที่ใช้ทดลองขนาด 7-9 นิ้ว นำมาปล่อยลงเลี้ยงในกระชังขนาด 3x3x2 ม. เป็นเวลา 15 วัน เพื่อให้ปลาปรับสภาพที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อม และอาหารทดลอง โดยให้อาหารเป็นสูตรที่ 1 ที่ใช้ทดลองวันละ 1 ครั้ง หลังจากนั้นนำปลาทดลองมาเลี้ยงในกระชังขนาด 1 x 1 x 2 เมตร ที่ติดตั้งบนโครงกระชังแบบลอยน้ำ ขนาด 3x3 เมตร (ภาพผนวกที่ 1 และ 2) จำนวน 18 กระชัง ๆ ละ 40 ตัว (ความหนาแน่น 40 ตัว/ตารางเมตร ประยุกต์ใช้ตามรายงานของกรมประมง (2536) และ วิเชียรและสมเดช (2528))

อาหารและการให้อาหาร

ทำการเลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 6 สูตร ตามที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น โดยจะให้อาหารวันเว้นวัน วันละ 1 ครั้ง ซึ่งประยุกต์ใช้จากรายงานการวิจัยของ Chua and Teng (1978), สามารถและคณะ (2547) และอุไรวรรณ และคณะ (2549) เพื่อต้องการลดต้นทุนการผลิต ในเรื่องการลดต้นทุนค่าอาหารได้ การให้อาหารจะให้ปลากินเต็มที่ และหยุดให้เมื่อเห็นว่าปลาหยุดกิน

การเก็บข้อมูล

การศึกษาการเจริญเติบโต โดยการสุ่มตัวอย่างปลากะรังจากทุกชุดการทดลอง จำนวน 10 ตัว/กระชัง ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเพื่อใช้เป็นเป็นน้ำหนักเริ่มต้นของการทดลอง หลังจากนั้นจึงทำการชั่งน้ำหนักและวัดความยาว (ภาพผนวกที่ 7, 8, 9 และ 10) เดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 6 เดือน เพื่อใช้ในการคำนวณหาการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) เปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ในรูปของค่าเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง และ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการนับจำนวนปลากะรังที่เหลือรอดจากทุก ๆ ชุดการทดลอง เพื่อนำไปใช้คำนวณหาอัตราการรอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)

การศึกษาคุณภาพน้ำ

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองทุก ๆ เดือนตลอดการทดลอง โดยดัชนีที่จะใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำประกอบด้วย ความเค็ม อุณหภูมิ pH ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (วัดด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบดิจิตอล YSI Model 650 MDS), ความเป็นด่างของน้ำ (ด้วยวิธีการ Titration) และความขุ่นใส (วัดด้วย Secchi disc)

การศึกษาต้นทุนการผลิต

$$\text{ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต (กก.)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด (กก.) x ราคาอาหาร (บาท)}}{\text{น้ำหนักผลผลิต (กก.)}}$$

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

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าการเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองของข้อมูลที่รวบรวมทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one way analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS)

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากโครงการวิจัย โดยการจัดฝึกอบรมให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย (ภาพผนวกที่ 13 และ 14) รวมทั้งจัดทำเอกสารผลการวิจัยเผยแพร่แจกจ่ายเกษตรกร ชุมชน ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีประจำตำบลบ่อหิน และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนจัดการเรียนรู้ควบคู่กับการดำเนินการวิจัย โดยการจัดกลุ่มผู้สนใจเข้าร่วมสังเกตการณ์ตามกระบวนการวิจัย

สถานที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ทำการทดลอง ณ กลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังบ้านพรุจูด ตำบลบ่อหิน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ในปีงบประมาณ 2551 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2551 - มิถุนายน 2552

ผลการวิจัย

1. การเจริญเติบโต

1.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดแตกต่างกัน คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20% และชุดการทดลองที่ได้รับปลาเป็ดเป็นอาหาร โดยที่น้ำหนักปลาเฉลี่ยต่อตัวเมื่อเริ่มทดลอง ของทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 125.79±7.23, 124.17±6.81, 123.84±6.60, 126.14±6.56, 123.31±6.72 และ 125.87±8.89 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพผนวกที่ 11 ตลอดระยะเวลาการทดลอง 6 เดือน พบว่า ปลามีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการทดลอง เมื่อพิจารณาในสูตรที่เป็นอาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร (PKC 0%, PKC 5%, PKC 10%, PKC 15% และ PKC 20%) มีแนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (PKC 0%) มีค่าสูงกว่าปลาทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (สูตรที่ 2, 3, 4 และ 5) แต่ทั้ง 5 สูตรที่ได้รับอาหารเม็ด มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 ปลากะรังที่เลี้ยงจากทั้ง 5 สูตรของอาหารเม็ด มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 371.52±10.68, 365.97±8.32, 363.64±8.26, 370.94±7.65 และ 360.11±7.49 กรัม ตามลำดับ ส่วนปลากะรังที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาเป็ด (สูตรที่ 6) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงกว่าปลากะรังที่ได้รับอาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร โดยเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตั้งแต่เดือนที่ 1 ไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งปลากะรังชุดการทดลองที่ได้รับปลาเป็ดเป็นอาหาร (สูตรที่ 6) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 567.14±9.34 กรัม (ตารางที่ 3 และภาพผนวกที่ 11)

1.2 ความยาวเฉลี่ยต่อตัว

ความยาวเฉลี่ยต่อตัวของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดแตกต่างกัน คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20% และชุดการทดลองที่ได้รับปลาเป็ดเป็นอาหาร โดยที่ความยาวเฉลี่ยต่อตัวเมื่อเริ่มทดลอง ของทุกชุดการทดลองมีความยาวใกล้เคียงกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 19.61±2.51, 19.51±2.02, 19.60±1.46, 19.52±1.69, 19.41±1.83 และ 19.49±1.58 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพผนวกที่ 12 ตลอดระยะเวลาการทดลอง พบว่า ปลามีความยาวเฉลี่ยต่อตัว เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการทดลอง เมื่อพิจารณาในสูตรที่เป็นอาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร (PKC 0%, PKC 5%, PKC 10%, PKC 15% และ PKC 20%) ปลากะรังที่ได้รับอาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโต (น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว±SD หน่วยเป็นกรัม) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน

สูตรอาหาร	ระยะเวลา (เดือน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1 (PKC 0%)	125.79 ± 7.23 [a]	165.59 ± 4.86 [b]	209.38 ± 6.49 [b]	243.30 ± 7.24 [b]	292.90 ± 11.32 [b]	331.20 ± 10.84 [b]	371.52 ± 10.68 [b]
2 (PKC 5%)	124.17 ± 6.81 [a]	163.47 ± 6.23 [b]	205.77 ± 7.46 [b]	240.07 ± 5.78 [b]	281.37 ± 9.72 [c]	326.67 ± 8.75 [b]	365.97 ± 8.32 [b]
3 (PKC 10%)	123.84 ± 6.60 [a]	163.14 ± 7.82 [b]	202.44 ± 6.83 [b]	241.74 ± 8.47 [b]	286.04 ± 7.47 [c]	320.34 ± 9.42 [b]	363.64 ± 8.26 [b]
4 (PKC 15%)	126.14 ± 6.56 [a]	165.44 ± 6.53 [b]	204.74 ± 7.15 [b]	244.04 ± 9.61 [b]	283.34 ± 6.43 [c]	329.64 ± 8.36 [b]	370.94 + 7.65 [b]
5 (PKC 20%)	123.31 ± 6.72 [a]	162.61 ±7.48 [b]	201.91 ± 6.23 [b]	239.21 ± 8.36 [b]	280.51 ± 6.69 [c]	319.81 ± 9.34 [b]	360.11 ± 7.49 [b]
ปลาเป็ด	125.87 ± 8.89 [a]	195.00 ± 11.3 [a]	262.43 ± 9.32 [a]	341.28 ± 8.35 [a]	418.36 ± 8.62 [a]	487.24 ± 10.66 [a]	567.14 ± 9.34 [a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโต (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว±SD หน่วยเป็นเซนติเมตร) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน

สูตรอาหาร	ระยะเวลา (เดือน)						
	0	1	2	3	4	5	6
1 (PKC 0%)	19.61 ± 2.51 [a]	20.51 ± 2.14 [a]	21.46 ± 1.96 [b]	22.34 ± 3.72 [b]	23.28 ± 4.25 [b]	24.11 ± 2.62 [b]	25.09 ± 3.46 [b]
2 (PKC 5%)	19.51 ± 2.02 [a]	20.41 ± 2.65 [a]	21.31 ± 3.01 [b]	22.21 ± 2.42 [b]	23.11 ± 2.68 [b]	24.01 ± 3.16 [b]	24.91 ± 2.69 [b]
3 (PKC 10%)	19.60 ± 1.46 [a]	20.50 ± 1.93 [a]	21.40 ± 2.06 [b]	22.30 ± 2.67 [b]	23.20 ± 3.62 [b]	24.10 ± 2.28 [b]	25.00 ± 1.98 [b]
4 (PKC 15%)	19.52 ± 1.69 [a]	20.42 ± 2.06 [a]	21.32 ± 1.98 [b]	22.22 ± 3.72 [b]	23.12 ± 2.53 [b]	24.02 ± 2.64 [b]	24.92 + 4.26 [b]
5 (PKC 20%)	19.41 ± 1.83 [a]	20.31 ± 2.03 [a]	21.21 ± 2.15 [b]	22.11 ± 2.74 [b]	23.01 ± 3.43 [b]	23.91 ± 1.26 [b]	24.81 ± 2.68 [b]
ปลาเป็ด	19.49 ± 1.58 [a]	20.69 ± 2.63 [a]	22.00 ± 2.84 [a]	23.93 ± 2.42 [a]	24.36 ± 1.89 [a]	25.57 ± 2.64 [a]	26.73 ± 2.28 [a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

อาหาร มีความยาวเฉลี่ยต่อตัวใกล้เคียงกัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 6 ปลากะรังที่เลี้ยงจากทั้ง 5 สูตรของอาหารเม็ด มีความยาวเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 25.09±3.46, 24.91±2.69, 25.00±1.98, 24.92±4.26, และ 24.81±2.68 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนปลากะรังที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาเป็ด (สูตรที่ 6) มีแนวโน้มของความยาวเฉลี่ยต่อตัวสูงกว่าปลากะรังที่ได้รับอาหารเม็ดผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันทั้ง 5 สูตร โดยเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ตั้งแต่เดือนที่ 2 ไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งปลากะรังชุดการทดลองที่ได้รับปลาเป็ดเป็นอาหาร (สูตรที่ 6) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีความยาวเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 26.73±2.28 เซนติเมตร (ตารางที่ 4 และภาพผนวกที่ 12)

2. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต (ADG : กรัม/วัน) และอัตราการอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดแตกต่างกัน คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20% และชุดการทดลองที่ได้รับปลาเป็ดเป็นอาหาร เป็นระยะเวลา 6 เดือน แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลากะรังชุดการทดลองที่ใช้ปลาเป็ดเป็นอาหาร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงที่สุด (350.57 ± 8.69 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.05) ส่วนปลากะรังจากชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองทั้ง 5 สูตร (PKC 0%, PKC 5%, PKC 10%, PKC 15% และ PKC 20%) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างต่ำ มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p> 0.05) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 192.48 ± 3.46 – 196.58 ± 3.72 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสูตรที่ 1 (PKC 0%) มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด (196.58 ± 3.72 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่ปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสูตรที่ 5 (PKC 20%) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด (192.48 ± 3.46 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 5)

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต (ADG : กรัม/วัน) ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น โดยปลากะรังชุดการทดลองที่ใช้ปลาเป็ดเป็นอาหาร มีอัตราการเจริญเติบโต สูงที่สุด (2.45 ± 0.24 กรัม/วัน) สูงกว่าชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.05) ส่วนปลากะรังจากชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองทั้ง 5 สูตร มีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำ มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p> 0.05) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.32 ± 0.18 – 1.37 ± 0.16 กรัม/วัน โดยปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสูตรที่ 1 (PKC 0%) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด (1.37 ± 0.16 กรัม/วัน) ในขณะที่ปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสูตรที่ 5 (PKC 20%) มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยที่สุด (1.32 ± 0.18 กรัม/วัน) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลากะรังดอกแดง ที่ได้รับอาหารเม็ดที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) ระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน

สูตรอาหาร	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%)	อัตราการเจริญเติบโต (ADG : กรัม/วัน)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	อัตราการรอดตาย (%)
1(PKC 0%)	196.58 ± 3.72 ^{b}	1.37 ± 0.16 ^{b}	2.89 ± 0.22 ^{b}	68.00 ± 5.54 ^{b}
2(PKC 5%)	194.73 ± 4.16 ^{b}	1.34 ± 0.14 ^{b}	2.90 ± 0.36 ^{b}	68.97 ± 4.38 ^{b}
3(PKC 10%)	193.63 ± 3.85 ^{b}	1.33 ± 0.19 ^{b}	2.93 ± 0.24 ^{b}	59.15 ± 4.46 ^{b}
4(PKC 15%)	194.88 ± 3.46 ^{b}	1.35 ± 0.17 ^{b}	2.90 ± 0.27 ^{b}	70.41 ± 7.28 ^{ab}
5(PKC 20%)	192.48 ± 4.78 ^{b}	1.32 ± 0.18 ^{b}	2.92 ± 0.31 ^{b}	65.64 ± 8.88 ^{b}
ปลาเป็ด	350.57 ± 8.69 ^{a}	2.45 ± 0.24 ^{a}	6.46 ± 0.59 ^{a}	80.97 ± 4.35 ^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร แสดงในตารางที่ 5 พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองทั้ง 5 สูตร (PKC 0%, PKC 5%, PKC 10%, PKC 15% และ PKC 20%) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าอยู่ในช่วง $2.89 \pm 0.22 - 2.93 \pm 0.24$ แต่ปลาที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองทั้ง 5 สูตรดังกล่าว มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่าปลากะรังชุดการทดลองที่ใช้ปลาเป็ดเป็นอาหาร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 6.46

สำหรับอัตราการรอดตายของปลากะรังที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองทั้ง 5 สูตร พบว่า อัตราการรอดตายของปลากะรังชุดการทดลองที่ใช้ปลาเป็ดเป็นอาหาร มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด (80.97 ± 4.35 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับอาหารเม็ดชุดการทดลองสูตรที่ 1, 2, 3 และ 5 แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองอาหารเม็ดสูตรที่ 4 (PKC 15%) เท่ากับ 70.41 ± 7.28 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดการทดลองอาหารเม็ดสูตรที่ 3 (PKC 10%) มีอัตราการรอดตายต่ำที่สุด เท่ากับ 59.15 ± 4.46 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

3. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำบริเวณกระชังที่ทำการทดลองเลี้ยงปลากะรังด้วยอาหารทดลอง 6 สูตร ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดแตกต่างกัน คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20% และชุดการทดลองที่ได้รับปลาเป็ดเป็นอาหาร พบว่า ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 15–31 ส่วนในพันส่วน เฉลี่ย 28 ± 2 ส่วนในพันส่วน อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 27-30 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 28 ± 1 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 8.29-8.72 เฉลี่ย 8.57 ± 0.16 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.4–8.2 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 7.1 ± 0.6 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 80-150 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 110 ± 5 มิลลิกรัม/ลิตร และค่าความขุ่นใสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 20-80 เซนติเมตร เฉลี่ย 70 ± 0.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

4. ราคาอาหารและต้นทุนการผลิต

จากการคำนวณราคาค่าอาหารเฉพาะต้นทุนค่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ ที่นำมาเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารทั้ง 6 สูตร พบว่า สูตรอาหารเม็ดที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นจะทำให้อาหารมีราคาลดต่ำลง และจากการวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารสูตรต่าง ๆ ต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม ของปลากะรังชุดการทดลองที่ใช้ปลาเป็ดเป็นอาหาร มีค่าสูงที่สุด (96.90 ± 4.87 บาท/กก.) สูงกว่าชุดการทดลองที่ได้รับ

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำบริเวณกระชังที่ทำการทดลองเลี้ยงปลากะรังในกระชัง ด้วยอาหารสูตรต่างกัน บริเวณบ้านพรุจูด ต.บ่อหิน อ.สิเกา จ.ตรัง เป็นเวลา 6 เดือน

	ความเค็ม (ppt)	อุณหภูมิ (^{0}C)	pH	DO (มก./ล.)	ความเป็นด่าง (มก./ล.)	ความขุ่นใส ของน้ำ (ซม.)
ค่าต่ำสุด	15	27	8.29	6.4	80	20
ค่าสูงสุด	31	30	8.72	8.2	150	80
ค่าเฉลี่ย±SD	28±2	28±1	8.57±0.16	7.1±0.6	110±5	70±0.5

ตารางที่ 7 ราคาค่าอาหารและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตปลากะรังดอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน

สูตรอาหาร	ราคาอาหาร (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักปลา (บาทต่อกิโลกรัม)
1	26.66	77.05 ± 3.23 ^{b}
2	26.41	76.59 ± 2.68 ^{b}
3	26.16	76.65 ± 2.46 ^{b}
4	25.91	75.14 ± 3.25 ^{b}
5	25.66	74.93 ± 2.43 ^{b}
ปลาเป็ด	15.00	96.90 ± 4.87 ^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น95 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$)

อาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ส่วนต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม ของปลากะรังชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเม็ดทดลองทั้ง 5 สูตร มีค่าลดลงเมื่อระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น แตกต่างกันระหว่างชุดการทดลองอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p> 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $74.93 \pm 2.43 - 77.05 \pm 3.23$ บาท โดยสูตรอาหารที่ 5 (PKC 20%) มีต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด (74.93 ± 2.43 บาท) (ตารางที่ 7)

5. การถ่ายทอดเทคโนโลยี

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากโครงการวิจัย โดยการจัดฝึกอบรมให้กับกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่เป้าหมาย และกลุ่มผู้สนใจ จำนวน 2 กลุ่ม (ประมาณ 30 คน) รวมทั้งจัดทำเอกสารผลการวิจัยเผยแพร่ แจกจ่ายเกษตรกร ชุมชน ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีประจำตำบลบ่อหิน และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการทดลอง ของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) ในสูตรอาหารเม็ด (5 สูตรอาหาร) แตกต่างกัน คือ 0%, 5%, 10%, 15%, 20% และชุดการทดลองที่ได้รับปลาเป็ดเป็นอาหาร จะเห็นได้ว่าปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ด (5 สูตรอาหาร) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว ความยาวเฉลี่ยต่อตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโต ลดลงตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร อาจชี้ให้เห็นว่าการแทนที่โปรตีนด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับสูงขึ้น ทำให้ปลากะรังได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เนื่องจากอาหารที่ได้รับมีสารอาหารไม่สมดุล จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับการศึกษาของ Nengas *et al.* (1996), Quartararo *et al.* (1998), Elangovan and Shim (2000) และ อัตรา และคณะ (2546) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่นที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลากะรังดอกแดง ได้รายงานว่า อัตราการเจริญเติบโตมีค่าลดต่ำลงในปลาที่ได้รับอาหาร ที่มีการแทนที่โปรตีนจากปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองในระดับที่สูงขึ้น และต่ำที่สุดที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์

ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจากการทดลองครั้งนี้ ในอาหารเม็ดที่มีส่วนผสมของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันนั้น (สูตรที่ 2 – 5) มีแนวโน้มว่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร และจะมีค่าสูงสุดในสูตรอาหารเม็ดสูตรที่ 5 (PKC 20%) ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมในสูตรอาหาร 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารเม็ดสูตรอื่น ๆ (สูตรที่ 1-4) อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่ได้รับอาหารเม็ดทั้ง 5 สูตร มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ยกเว้นปลาที่ได้รับอาหารปลาเป็ด ที่มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงที่สุด (6.46) สูงกว่าสูตรอาหารเม็ด (สูตรที่ 1-5) ($p<0.05$) ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับการศึกษาของ อัตรา และคณะ (2546) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่นที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลากะรังดอกแดง ได้รายงานว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจะมีค่าสูงขึ้นตามระดับการแทนที่ปลาป่นด้วยกากถั่วเหลือง ซึ่งมีค่าสูงสุดในอาหารที่มีการแทนที่โปรตีนจากปลาป่นในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ และจากผลการทดลองครั้งนี้ อาจชี้ให้เห็นว่าการแทนที่โปรตีนด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ที่ระดับสูงขึ้นในสูตรที่ 5 (PKC 20%) อาจทำให้ปลากะรังได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ จึงต้องกินอาหารเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากอาหารที่ได้รับมีสารอาหารไม่สมดุล จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตน้อยกว่า และยังทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ และจากผลการทดลองครั้งนี้พอสรุปได้ว่า สามารถเพิ่มระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เสริมในอาหารเม็ดได้มากขึ้น เนื่องจากผลการทดลองที่ผ่านมาที่มีการเสริมระดับ

กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 0%, 5%, 10%, 15% และ 20% ซึ่งทั้ง 5 สูตรอาหารมีการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อัตรา และคณะ (2546) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่นที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลากะรังดอกแดงเช่นเดียวกัน ได้รายงานว่า สามารถใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่โปรตีนจากปลาป่นในอาหารปลากะรังดอกแดงได้ถึงระดับ 30 เปอร์เซ็นต์

สำหรับอัตราการรอดตายของปลากะรังปลาที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ทั้ง 5 สูตร (0%, 5%, 10%, 15% และ 20%) มีอัตราการรอดตายที่ไม่แตกต่างกัน ($p> 0.05$) แสดงว่า อาหารทดลองที่มีการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในครั้งนี้ ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดตายของปลา สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของของอัตรา และคณะ (2546) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่นที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลากะรังดอกแดง แต่เป็นปลาขนาดเล็ก และทำการทดลองในบ่อซีเมนต์ ซึ่งรายงานว่า อาหารทดลองที่มีการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่น ไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลา

คุณภาพน้ำบริเวณที่ทำการทดลอง มีค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในการศึกษาทุกค่า มีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง มีค่าอุณหภูมิไม่สูงกว่า 33 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่าง 7.0-8.5 ความเค็มให้มีค่าเปลี่ยนแปลงจากสภาพทางธรรมชาติไม่เกินร้อยละ 10 ออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัม/ลิตร และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าไม่เกิน 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

จากการคำนวณต้นทุนค่าอาหาร พบว่า ต้นทุนค่าอาหารมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ โดยพบว่าสามารถผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารเม็ดเปียกสำเร็จรูป สำหรับเลี้ยงปลากะรังดอกแดงได้ถึง 20% โดยมีผลทำให้ต้นทุนสำหรับผลิตปลาต่ำที่สุด และการเลี้ยงปลาด้วยอาหารเม็ดจากทุกชุดการทดลอง ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่าการเลี้ยงด้วยปลาเป็ด แต่หากพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ค่าอัตราการเจริญเติบโต (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย พบว่า อาหารสูตรที่ 4 (PKC 15%) หรือ การผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมทั้งในด้านการเจริญเติบโต และด้านเศรษฐศาสตร์

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เสริมในอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรังเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต สรุปได้ว่า

1. สามารถผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 125 กรัม (ปลาขนาด 7-8 นิ้ว) ในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่ส่งผลให้การเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักและความยาว อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ต่างจากสูตรควบคุม (ระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 0 เปอร์เซ็นต์)

2. อาหารสูตรที่ 4 (PKC 20%) ส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารสำหรับการผลิตปลา 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในระดับอื่น ๆ และกับปลาเป็ดที่ทดสอบ แต่เมื่อพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ค่าอัตราการเจริญเติบโต (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายจากการทดลองครั้งนี้ พบว่า อาหารสูตรที่ 4 (PKC 15%) หรือ การผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านการเจริญเติบโต และด้านเศรษฐศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ใช้ปลาเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนหลัก และสามารถใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันผสมในสูตรอาหารที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลให้การเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักและความยาว อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ตลอดจนส่งผลให้ต้นทุนการผลิตปลาต่ำที่สุด ดังนั้นควรจะมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการเพิ่มระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารที่สูงขึ้นกว่านี้ เพื่อจะได้หาระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่สามารถทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในสูตรอาหารได้สูงที่สุด และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้สูงสุด

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันแทนที่ปลาป่นในอาหารปลากะรังดอกแดง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงปลากะรัง สำหรับต้องการลดต้นทุนการผลิต และมีอาหารไว้เลี้ยงปลาในช่วงที่ขาดแคลนปลาเป็ด

3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของประสิทธิภาพการย่อยอาหารทดลองในสูตรต่าง ๆ เพื่อที่จะยืนยันได้ว่า ปลากะรังสามารถใช้ประโยชน์จากกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ระดับใดที่เหมาะสมและคุ้มค่าที่สุด

4. ควรมีการศึกษาทางด้าน การวิเคราะห์ผลตอบแทน (กำไร/ขาดทุน) จากการใช้อาหารแต่ละสูตรในการเลี้ยงปลากะรังดอกแดงเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2538. รายงานคุณภาพน้ำทะเลและการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำทะเลในเขตควบคุมมลพิษ หมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ ปี พ.ศ. 2536-2537. กองจัดการคุณภาพน้ำ, กรมควบคุมมลพิษ. 51 น.

กรมประมง. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำกร่อย. เอกสารแนะนำ, กองส่งเสริมการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 83 น.

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2547. สถิติฟาร์มเลี้ยงปลาน้ำกร่อย ประจำปี 2545. เอกสารฉบับที่ 19/2547. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง. 26 น.

นารีรัตน์ มะหมัด. 2548. ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย. [online]. Avialable : http://www.bio.sci.tsu.ac.th/research/list.php?option=3&pageid=2 . (เข้าค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2551).

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

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

วิเชียร สาคเรศ และ สมเดช สุขบันเทิง. 2528. การทดลองเลี้ยงปลากะรัง (*Epinephelus tauvina* Forskal) ในกระชังด้วยอัตราปล่อยต่างๆ กัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2528 สถานีประมงน้ำกร่อย จ. ระยอง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 28 น.

สามารถ เดชสถิตย์, ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์ และ อาคม สิงหบุญ. 2547. ผลของความถี่การให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลากะรังเหลืองจุดฟ้า *Plectropomus maculates* (Bloch, 1790). เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2546. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 23 น.

อัตรา ไชยมงคล, มะลิ บุญยรัตผลิน, ชูศักดิ์ บริสุทธิ์ และ สุจินต์ บุญช่วย. 2546. การใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่นในอาหารปลากะรังดอกแดง. *ใน* : บทคัดย่อ การสัมมนาวิชาการประมง ประจำปี 2546. กรมประมง. หน้า 97.

อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล, จิโรจน์ พีระเกียรติขจร และ กิตติกร ขันแกล้ว. 2549. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเลี้ยงปลากะรังของชุมชนบ้านปากคลอง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง, ตรัง. 24 น.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. VA. 1298 PP.

Blyth, P.J. and R.A. Dodd. 2002. An economic assessment of current practice and methods to improve feed management of caged fish in several 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 fish 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 9 *Epinephilus spp*). In: Report of the APEC/NACA Cooperation Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April. 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 119-126.

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.

Chua, T.E. and S.K. Teng. 1978. Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina* (Forsskal), cultured in floating cages. Aquaculture 14: 31-47.

Elangovan, A. and K.F. Shim. 2000. The influence 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.

Kongkeo, H. and. M. Phillips. 2002. Regional overview of marine fish 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.

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* (I.). Aquaculture Research 27:147-156.

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.

Sheriff, N. 2002. Accesing 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.

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. 11 pp.

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 เตรียมสถานที่และกระชังที่ใช้ทดลอง

ภาพผนวกที่ 2 เตรียมกระชังที่ใช้ทดลองเลี้ยงปลากะรังดอกแดง

ภาพผนวกที่ 3 ชั่งน้ำหนักปลาเป็ดซึ่งเป็นวัสดุหลักในสูตรอาหารทดลอง

ภาพผนวกที่ 4 การบดปลาเป็ดสดสำหรับการผลิตอาหารทดลองสูตรต่าง ๆ

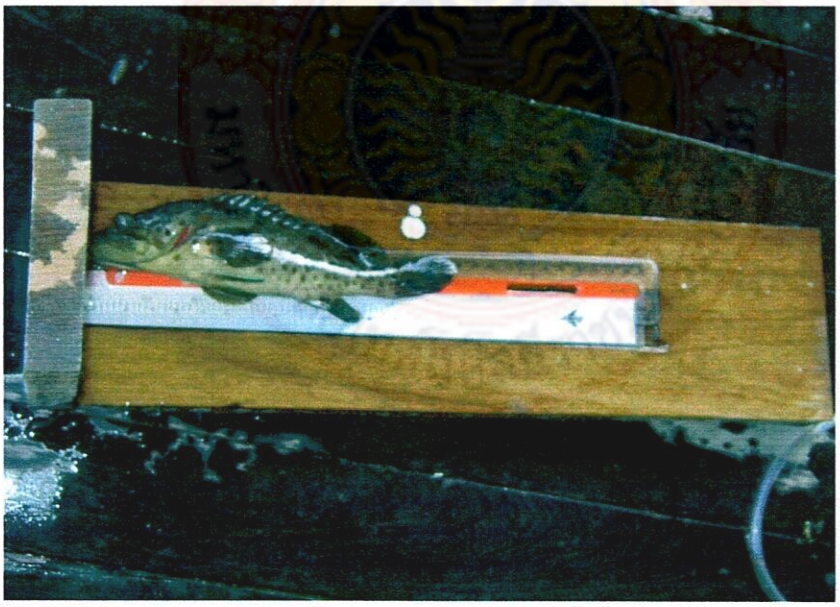
ภาพผนวกที่ 5 อาหารทดลองที่ผ่านการอัดแน่น

ภาพผนวกที่ 6 การตากอาหารทดลองในตู้ควบคุมอุณหภูมิ

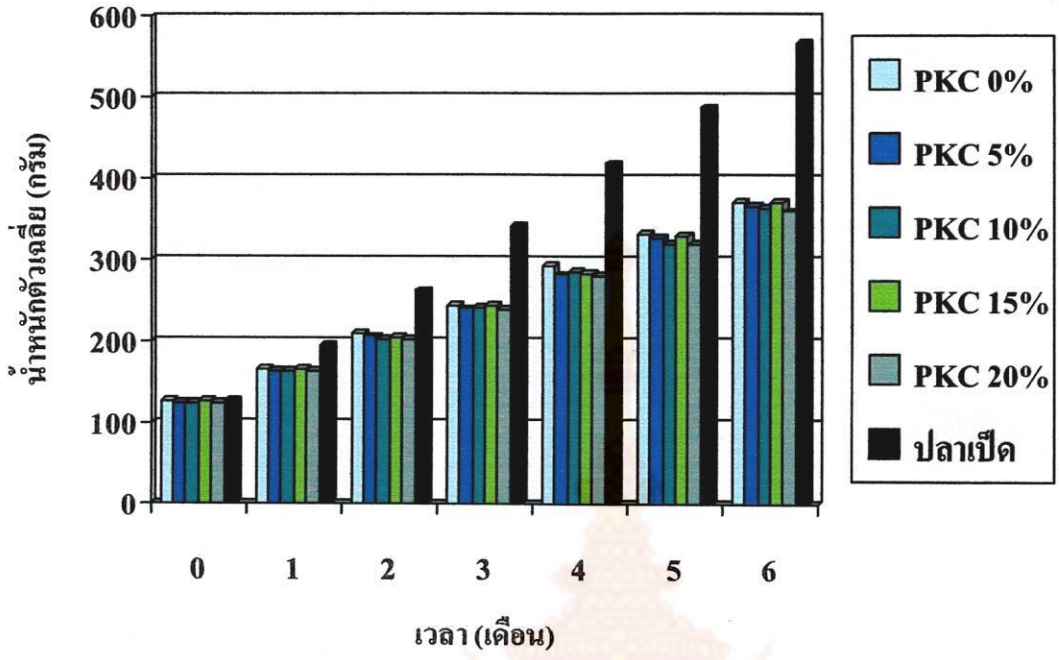
ภาพผนวกที่ 7 ทำการสุ่มปลากะรังดอกแดงที่ทดลองเลี้ยง

ภาพผนวกที่ 8 ปลากะรังดอกแดงที่สุ่มขึ้นมาเตรียมชั่งวัด

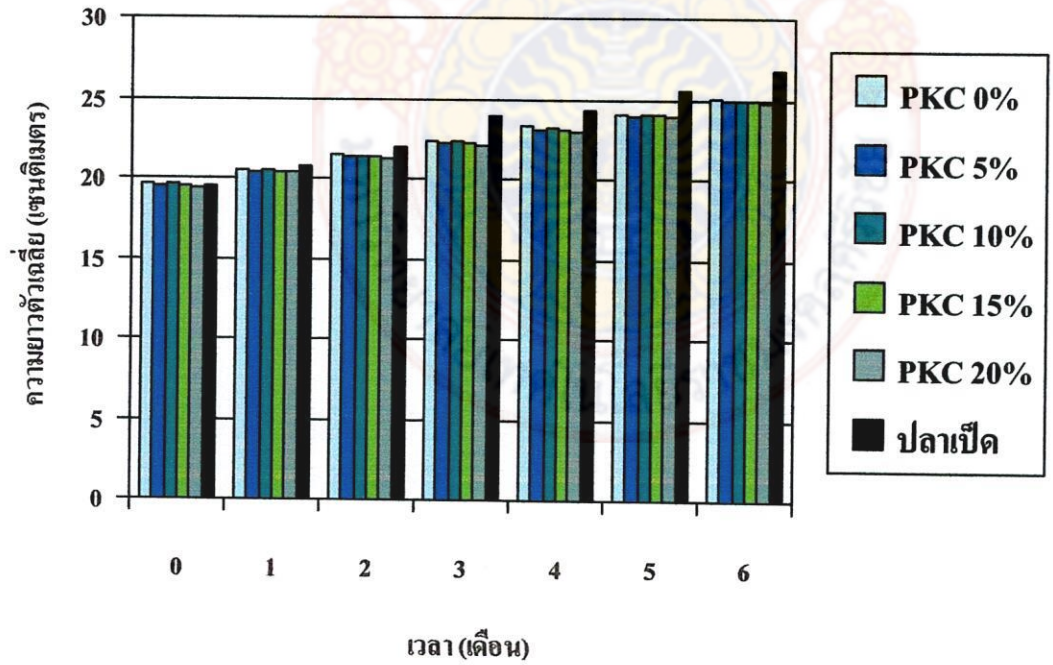
ภาพผนวกที่ 9 ชั่งน้ำหนักปลากะรังดอกแดงจากการทดลอง



ภาพผนวกที่ 10 วัดความยาวปลากะรังดอกแดงจากการทดลอง



ภาพผนวกที่ 11 การเจริญเติบโต (น้ำหนักตัวเฉลี่ย) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) ระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน



ภาพผนวกที่ 12 การเจริญเติบโต (ความยาวตัวเฉลี่ย) ของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) ระดับต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน

ภาพผนวกที่ 13 ถ่ายทอดเทคโนโลยีจากผลการวิจัยให้กับกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังบ้านพรุจูด จ. ตรัง

ภาพผนวกที่ 14 ขยายผลการวิจัยให้กับกลุ่มเกษตรกรที่สนใจ