สัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง

Optimum Level of Palm Kernel Cake Supplementation in Feed for Rearing of Orange-Spotted Grouper, *Epinephelus coioides*

วัฒนา วัฒนกุล[1] และ อุไรวรรณ วัฒนกุล[1]

Wattana Wattanakul[1] and Uraiwan Wattanakul[1]

บทคัดย่อ

ทำการศึกษาผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เสริมในอาหารเลี้ยงปลากะรังดอกแดง เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต โดยใช้ปลาที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 135.10 $\pm$ 64.58 กรัม เลี้ยงในกระชังขนาด 1.5 x 1.5 x 2 เมตร อาหารทดลองมี 6 สูตร แต่ละสูตรมี 3 ซ้ำ โดยอาหารสูตรที่ 1 ถึง 5 มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) ที่ระดับ 0, 4.88, 9.48, 17.97 และ 25.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปรับระดับสารอาหารในทุกสูตรให้มีโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน (โปรตีน 40% และพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร 3,600 กิโลคาลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม) ส่วนอาหารสูตรที่ 6 คือ อาหารเม็ดสำเร็จรูป เป็นสูตรเปรียบเทียบ ทดลองนาน 8 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนลดลงตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุดเมื่อปลาได้รับอาหารสูตรที่ 2 (PKC 4.88 %) มีค่าเท่ากับ 0.37 $\pm$ 0.02 %/วัน และ 1.199 $\pm$ 0.02 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม (สูตรที่ 1 PKC 0%) ($p > 0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.38 $\pm$ 0.02 %/วัน และ 1.200 $\pm$ 0.01 ตามลำดับ แต่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 3, 4, และ 5 ($p < 0.05$) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้น ตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 (PKC 4.88%) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกับสูตรที่ 1 (PKC 0%) และอาหารสูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) ($p > 0.05$) ในขณะที่ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตมีค่าลดลงตามระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร และมีค่าต่ำสุดในสูตรอาหารสูตรที่ 5 (PKC 25.62%) โดยมีค่าเท่ากับ 49.68$\pm$4.12 บาท ต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างกับปลาที่รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่าง ๆ ($p < 0.05$) แต่หากพิจารณาจาก % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย พบว่า การเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันสูตรอาหารที่ระดับ 4.88% ดีเทียบเท่าอาหารสูตรควบคุม และอาหารสำเร็จรูป

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

คำสำคัญ : ปลากะรังดอกแดง อาหารปลา กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.ตรัง

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

Abstract

The study was carried out by utilization of palm kernel cake in grouper feed to explore the possibility of feed cost reduction. Grouper (135.10 ± 64.58 g mean initial weight) were stocked in polyethylene net cages (1.5 x 1.5 x 2 m) and fed with 6 formulated diets to three replicate groups for 8 months. The five formulated diets contained palm kernel cake at 0, 4.88, 9.48, 17.97 and 25.62%, respectively. These diets contained 40% protein, 3,600 Kcal DE/Kg and the compared diet (formular 6) was artificial floating pellet feed. The Results showed a decline in specific growth rate and protein efficiency ratio (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 but significant different from formula 3, 4, 5 ($p < 0.05$). Feed conversion ratio increased with the levels of palm kernel cake. Feed conversion ratio on diet 2 (PKC 4.88%) and control diet were not significantly different from artificial floating pellet feed. Feed cost decreased with an increase of palm kernel cake. The minimum feed cost was achieved in the fish given the fed with 25.62% (formular 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 artificial floating pellet feed. It was suggested that the optimum level of palm kernel cake in feed was 4.88% and 3,600 Kcal DE/kg for grouper feed taking into account the weight increase and economic returns.

Key Words : orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*), fish nutrition, palm kernel cake

บทนำ

จังหวัดตรัง เป็นจังหวัดหนึ่งที่อยู่ทางชายฝั่งทะเลอันดามัน จึงมีประชากรส่วนหนึ่งที่ประกอบอาชีพ และมีรายได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง และจากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2550 รายงานว่า ผลผลิตการเลี้ยงปลากะรังในกระชังของจังหวัดตรัง มีปริมาณถึง 327 ตัน (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2550) มูลค่าหลายล้านบาท ซึ่งชุมชนบ้านบ่อหิน อ.สิเกา จ.ตรัง เป็นชุมชนหนึ่งที่ประชากรมีอาชีพทำการประมง และเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง นอกเหนือจากการทำสวนยางพารา และปาล์มน้ำมัน ปลาน้ำกร่อยเศรษฐกิจที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ ปลากะรัง และปลากะพงขาว ทั้งนี้เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหลายประการ ดังเช่น สภาพลำคลองเป็นป่าชายเลนสมบูรณ์ สามารถป้องกันคลื่นลมในฤดูมรสุมได้ ความลึกอยู่ในช่วงระหว่าง 2-4 เมตร ไม่มีปัญหาการลักเล็กขโมยน้อย เพราะมีการจัดกลุ่มเลี้ยงปลาและเฝ้าระวังโดยการนอนเฝ้าที่กระชัง อีกทั้งมิใช่อุปนิสัยของคนในชุมชน แต่ในขณะนี้ ประสบ

ปัญหาเป็นอย่างมาก ในเรื่องของต้นทุนการผลิต เนื่องจากการเลี้ยงปลาในกระชังของเกษตรกรชุมชนบ้านบ่อหิน จะใช้ปลาสดเป็นอาหาร ซึ่งมีปัญหาสำคัญหลายประการ เช่น ปัญหาปริมาณปลาสด ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และปริมาณไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลา ปัญหาด้านราคา ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคายังผันผวนตามปริมาณ คุณภาพ สถานที่ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น และชนิดของปลาในแต่ละช่วง จึงมีผลทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงปลาในกระชังสูงขึ้นเป็นอย่างมาก ปัญหาคุณภาพของปลาสด ไม่มีคุณค่าทางอาหารครบ แม้ว่าปลาสดมีโปรตีนสูงแต่มักขาดวิตามินและแร่ธาตุ ปัญหาในการเก็บรักษ ซึ่งปลาสดจะเน่าอย่างรวดเร็วถ้าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง ปัญหาการเป็นพาหะนำโรคของปลาสด และปัญหาราคาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาดมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลากระชังไม่มีความมั่นใจที่จะใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในการเลี้ยง ซึ่งอาจจะไม่มีความคุ้มค่ากับการลงทุน

เห็นชัดเจนว่า ปลาสด และราคาแพงของอาหารเม็ดสำเร็จรูป เป็นปัจจัยจำกัด (limiting factor) ดังนั้น การนำเอาวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือหรือผลพลอยได้ ที่มีแพร่หลายในท้องถิ่นจังหวัดตรัง คือ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปของปลากะรัง โดยมุ่งเน้นการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง เพื่อเป็นแนวทางที่จะพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลากะรัง ลดปริมาณการใช้ปลาสด ลดต้นทุนค่าอาหาร และรู้จักใช้วัตถุดิบเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะรังต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของปลากะรัง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนอาหารต่อผลผลิตปลากะรัง ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน สูตรต่าง ๆ

กรอบแนวคิดในการวิจัยและวรรณกรรมสนับสนุนกรอบแนวคิด

ปลากะรังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย ปลากะรังแต่ละชนิดมีราคาแตกต่างกันไป แต่โดยรวมแล้วเป็นปลาที่มีมูลค่าสูง และให้ผลตอบแทนการเลี้ยงสูงกว่าปลาทะเลชนิดอื่น ทำให้ได้รับความนิยมจากเกษตรกรในการเลี้ยงเพื่อการค้า โดยประเทศไทยมีส่วนแบ่งการตลาดของปลาชนิดนี้ในตลาดฮ่องกงมากที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2542-2546 (Muldoon *et al.*, 2004)

ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ อาหารเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อผลผลิตสัตว์น้ำ และเป็นต้นทุนการเลี้ยงที่สำคัญที่สูงที่สุด คือ ประมาณ 50-70 % ของต้นทุนทั้งหมด 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) การเลี้ยงปลากะรังทางภาคใต้ของประเทศไทยอาหารที่ชาวบ้านเลือกใช้ส่วนใหญ่ ยังคงเป็นปลาสด และเนื่องจากการใช้ปลาสดเป็นอาหารหลัก

อย่างเดียวในการเลี้ยง ทำให้เกิดปัญหาสำคัญ หลาย ๆ ประการ เช่น ปริมาณปลาสดไม่เพียงพอต่อความต้องการ ไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลา ราคาปลาสดมีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มีมากขึ้น ราคายังผันผวนตามปริมาณ คุณภาพ สถานที่ ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น และชนิดของปลาในแต่ละช่วง จึงมีผลทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงปลาในกระชังสูงขึ้นเป็นอย่างมาก คุณภาพของปลาสด ไม่มีคุณค่าทางอาหารครบ แม้ว่าปลาสดมีโปรตีนสูงแต่มักขาดวิตามินและแร่ธาตุ ปัญหาในการเก็บรักษา ซึ่งปลาสดจะเน่าอย่างรวดเร็วถ้าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง และปัญหาการเป็นพาหะนำโรคของปลาสด ปัญหาราคาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาด มีราคาแพง เกษตรกรไม่มั่นใจในความคุ้มค่าของการลงทุน ตลอดจนไม่มั่นใจในการเลี้ยงปลากะรังด้วยอาหารเม็ด เนื่องจากยังไม่มีประสบการณ์

จากปัญหาต่าง ๆ ของการใช้ปลาสด และอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีราคาแพง เป็นอาหารในการเลี้ยงปลากะรังของชุมชนบ้านบ่อหิน ทำให้เกิดความไม่ยั่งยืนของอาชีพการเลี้ยงปลาในกระชัง และอาจจะต้องเลิกกิจการไปในที่สุดนั้น จึงเกิดความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัยเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยมีแนวทางในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. ลดการใช้ปลาสดเป็นอาหารหลักในการเลี้ยง หันมาใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีการนำแหล่งโปรตีนอื่นที่หาได้ง่ายและราคาถูกกว่ามาใช้ในการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปทดแทนปลาป่นซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ราคาอาหารปลามีราคาแพง ให้ได้สารอาหารเฉพาะสำหรับปลากะรัง ซึ่งมีราคาต่ำที่สุด แต่ไม่ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซากลดลง

2. กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มีคุณค่าทางโภชนะสูงพอสมควร โดยเฉพาะโปรตีน และไขมัน ซึ่งโปรตีนมีอยู่ประมาณ 10–12% หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับรูปแบบของการสกัดน้ำมัน มีเยื่อใยประมาณ 20-25% และมีความสมดุลระหว่างแคลเซียมและฟอสฟอรัสดีกว่ากากเมล็ดพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ จึงนิยมนำไปใช้ในส่วนผสมของอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ (วุฒิพร และคณะ, 2547) ซึ่งได้มีงานวิจัยทดลองมาก่อนหน้านี้แล้วพบว่า สามารถนำเอากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มาใช้ในการผสมอาหารปลานิล (นิรุทธิ์, 2544) และปลานิลแดงแปลงเพศ (วุฒิพร และคณะ, 2547) และปลาดุกบิ๊กอุย (นารีรัตน์, 2548) ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตดี นับว่าเป็นทางเลือกใหม่ที่อาจจะช่วยลดต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์น้ำได้

3. จังหวัดตรังสามารถหากากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ได้ง่าย และมีราคาถูก เพราะมีการปลูกปาล์มน้ำมัน และมีโรงงานปาล์มน้ำมันหลายโรง

ดังนั้น การนำเอาวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือหรือผลพลอยได้ที่มีแพร่หลายในท้องถิ่นภาคใต้ คือ กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน มาใช้เป็นวัตถุดิบผลิตอาหารปลากะรัง เพื่อลดการใช้ปลาสดซึ่งเป็นอาหารหลักในการเลี้ยง จึงเป็นแนวทางของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ที่จะพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลากะรัง ลดต้นทุนค่าอาหาร และรู้จักใช้วัตถุดิบเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมุ่งเน้นศึกษาผลของการใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ในปริมาณต่าง ๆ กันเป็นส่วนผสมในอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนอาหารต่อผลผลิตปลากะรัง ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์ม สูตรต่าง ๆ ตลอดจนเป็นแนวทางเพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปไปสู่เกษตรกรกลุ่มเป้าหมาย และคาดหวังว่าผลการศึกษาวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เป็นองค์ความรู้ ในการผลิตอาหารเลี้ยงปลากะรังที่มีราคาถูก ภายใต้กระบวนการประหยัดต้นทุน

การผลิตให้กับเกษตรกร เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของการพัฒนาการเลี้ยงปลากะรัง ของเกษตรกรชุมชนบ้านบ่อหิน จังหวัดตรัง รวมทั้งอุตสาหกรรมการเลี้ยงปลากะรังของประเทศไทยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) โดยศึกษาระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารเม็ดที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 4.88, 9.48, 17.97 และ 25.62 เปอร์เซ็นต์ และชุดที่ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตามท้องตลาดเป็นชุดการทดลองเปรียบเทียบอีก 1 ชุดการทดลอง ดังนั้น มีทั้งสิ้น 6 ชุดการทดลอง (6 สูตรอาหาร) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ

การสร้างสูตรอาหาร

เตรียมวัตถุดิบที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารทดลองโดยการบดละเอียด และนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิธี AOAC (1990) ซึ่งทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (%) ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เยื่อใย และความชื้น หลังจากนั้น นำมาคำนวณเพื่อสร้างเป็นสูตรอาหารตามแผนการทดลอง (ตารางที่ 1)

การเตรียมอาหารทดลอง

ชุดการทดลองที่ศึกษาระดับปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารเม็ดที่ต่างกัน 5 ระดับนั้น กำหนดให้มีระดับโปรตีนในอาหาร 40 % เท่ากันทุกสูตร และระดับพลังงานที่ย่อยได้ (DE) ในสูตรอาหาร เท่ากัน คือ 3,600 Kcal/kg ใช้วัตถุดิบ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลายข้าว กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน วิตามินรวม และพรีมิกซ์ น้ำมันปลา น้ำมันพืช และอัลฟาสตาร์ช เป็นส่วนผสมในอาหารเหมือนกันทุกสูตร โดยใช้เรื่องบดวัตถุดิบอาหารให้มีขนาดเล็ก คลุกเคล้าให้ผสมเข้ากัน นำเข้าเครื่องอัดเม็ดอาหาร (mincer) เป็นอาหารเม็ดเปียก นำอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วอบที่อุณหภูมิ 60 °ซ นาน 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าเม็ดอาหารแห้ง นำไปบรรจุในถุงพลาสติกแล้วเก็บไว้ในที่แห้ง หรือเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °ซ และทำการแบ่งไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของทุกสูตรอาหาร (ดังแสดงในตารางที่ 2)

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ปลากะรังดอกแดงที่ใช้ทดลองขนาด 6-9 นิ้ว (น้ำหนักประมาณ 100-180 กรัม) ปล่อยลงเลี้ยงในกระชังขนาด 3 x 3 x 2 เมตร เป็นเวลา 15 วัน เพื่อให้ปลาปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และอาหารทดลอง โดยให้อาหารเป็นสูตรที่ 1 วันละ 1 ครั้ง หลังจากนั้นนำปลาทดลองมาเลี้ยงในกระชังขนาด 1.5 x 1.5 x 2 เมตร กระชังละ 50 ตัว

อาหารและการให้อาหาร

เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 6 สูตร ตามที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น โดยจะให้อาหารวันละ 1 ครั้ง การให้อาหารจะให้จนปลากินอิ่ม (Satiation) และหยุดให้เมื่อเห็นว่าปลาหยุดกิน โดยสังเกตจากการที่ปลาไม่ขึ้นมาฮุบอาหาร บันทึกน้ำหนักอาหารที่ปลากินเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการแลกเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต

การศึกษาคุณภาพน้ำ

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

การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

สุ่มตัวอย่างปลากะรังจากทุกชุดการทดลอง จำนวน 10 ตัว/กระชัง ชั่งน้ำหนักทุก ๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 8 เดือน เพื่อใช้ในการคำนวณหาการเจริญเติบโต ในรูปของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยต่อวัน (%SGR) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการนับจำนวนปลากะรังที่เหลือรอดจากทุก ๆ ชุดการทดลอง เพื่อนำไปใช้คำนวณหาอัตราการรอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) และต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิต (กก.) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองของข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองด้วยวิธี DMRT วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS)

สถานที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ทำการทดลอง ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเลี้ยงปลากระชังบ้านพรุจูด ตำบลบ่อหิน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2552 - ธันวาคม 2552

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย

ปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารแตกต่างกัน 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%) และสูตรที่ 6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) ตลอดระยะ 8 เดือน พบว่า ปลามีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาของการทดลอง และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลากะรังที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p<0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 81.59 ± 50.88 – 168.70 ± 85.49 เปอร์เซ็นต์ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

ตามลำดับ เมื่อพิจารณาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลากะรังจากชุดการทดลองในสูตรที่ 1 – 5 พบว่า มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) (ตารางที่ 3)

ส่วนอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ให้ผลการทดลองเช่นเดียวกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด (0.40 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) รองลงมา ได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ในขณะที่ปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลอง ที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารทั้ง 5 สูตร (สูตรที่ 1 – 5) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 สูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน (PKC) เป็นส่วนผสม ที่สร้างขึ้นมาใช้สำหรับการทดลอง

วัตถุดิบ	สูตรอาหารที่มีปริมาณกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสม (%)				
(กรัม)	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
วิตามินรวม	2	2	2	2	2
Premix	3	3	3	3	3
Alfa starch	4	4	4	4	4
รวม	100	100	100	100	100
โปรตีน(%)	40	40	40	40	40
ไขมัน (%)	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 : ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (DE) ในสูตรอาหาร ได้จากการคำนวณ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

สูตรอาหาร	Percent on received basis					
	Protein	Fat	Moisture	Ash	Crude fiber	NFE
1 (PKC 0%)	40.14	17.31	1.93	12.93	5.19	22.5
2 (PKC 4.88%)	40.10	14.82	1.99	13.01	7.14	22.94
3 (PKC 9.48%)	40.08	14.93	1.27	11.82	8.25	23.65
4 (PKC 17.97%)	39.98	17.31	1.78	11.59	10.36	18.98
5 (PKC 25.62%)	39.97	15.37	1.26	13.74	11.54	18.12
6 (อาหารเม็ด)	43.63	9.90	6.25	10.49	2.02	27.71

จะเห็นได้ว่าปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 1-5 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ลดลงตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร อาจชี้ให้เห็นว่า การแทนที่ปลาป่นด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับสูงขึ้น ทำให้ปลากะรังได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ เป็นผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับการศึกษาของ วุฒิพรและคณะ (2547) ที่ทดลองแทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยให้มีระดับโปรตีน 30% ไขมัน 7-9% และพลังงานที่ย่อยได้ 3,200 กิโลคาลอรี/อาหาร 1 กิโลกรัม รายงานว่า การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและสัมประสิทธิ์การย่อยอาหารลดลง ตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยการเจริญเติบโตของปลาสูงที่สุดเมื่อปลาได้รับอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 10% ซึ่งไม่ต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรพื้นฐาน ระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ 4.88 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองครั้งนี้ใกล้เคียงกับผลของนารีรัตน์ (2548) ซึ่งได้ศึกษาระดับการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน ทำการทดลองเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย ด้วยอาหารที่ผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 3, 6, 9 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ได้รายงานว่า ปลาดุกบิ๊กอุยที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในด้านการเจริญ เติบโต โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด และลดลงตามระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมในอาหารที่เพิ่มขึ้น

สำหรับอัตราการรอดตายของปลากะรังที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร (ตารางที่ 3) พบว่า ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด (62.67 $\pm$ 16.65 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าชุดการทดลองที่ได้รับอาหารอีก 5 สูตร ($p > 0.05$) อัตราการรอดตายของปลากะรังจากการทดลอง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่า อาหารทดลองที่มีการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในครั้งนี้ ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดตายของปลา สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของวุฒิพรและคณะ (2547) ที่ทดลองแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่า การผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายของปลาที่ทดลอง

ตารางที่ 3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปลากะรังดอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ และอาหารเม็ดสำเร็จรูป เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย ± SD)

สูตรอาหาร	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%ต่อวัน)	อัตราการรอดตาย (%)
1 (PKC 0%)	145.05 ± 63.02^{c}	0.38 ± 0.02 ^{b}	62.67 ± 14.65 ^{a}
2 (PKC 4.88%)	142.54 ± 21.91^{c}	0.37 ± 0.02 ^{b}	61.17 ± 5.20 ^{a}
3 (PKC 9.48%)	114.55 ± 14.71^{b}	0.32 ± 0.03 ^{a}	55.18 ± 7.22 ^{a}
4 (PKC 17.97%)	101.65 ± 33.83^{ab}	0.29 ± 0.01^{a}	51.67± 11.27 ^{a}
5 (PKC 25.62%)	81.59 ± 50.88^{a}	0.25 ± 0.02 ^{a}	49.50 ± 17.50 ^{a}
6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป)	168.70 ± 85.49 ^{c}	0.40± 0.04 ^{b}	55.50 ± 11.46 ^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่ตัวอักษรเหมือนกันกำกับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$)

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิต

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลากะรังที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p < 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.149 ± 0.01 – 1.283 ± 0.04 ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 ที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (ไฮเกร็ด 9775) เป็นอาหาร มีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน สูงที่สุด (1.283 ± 0.04) รองลงมาได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ และพบว่า ในสูตรอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ (สูตรที่ 1 – 5) จะมีค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ลดลง (ตารางที่ 4)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p <.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.97 ± 0.06 – 2.22 ± 0.03 ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ สูงที่สุด (2.22 ± 0.03) รองลงมา ได้แก่ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 4, 3, 2, 1 และ 6 ตามลำดับ และพบว่า ในสูตรอาหาร ที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ (สูตรที่ 1 – 5) จะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารให้สูงขึ้น (ตารางที่ 4)

เมื่อพิจารณาถึงระดับของการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เป็นไปในทิศทางเดียวกับการเจริญเติบโต คือเมื่อเพิ่มระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและประสิทธิภาพของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อลดลง โดยการศึกษาครั้งนี้ ประสิทธิภาพของการใช้โปรตีนต่ำสุดในปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 (PKC 25.62 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจะมีค่าสูงสุดในปลาที่ได้รับอาหารสูตรที่ 5 และมีค่าสูงกว่าปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับการทดลองของ อัตราและคณะ (2546) ที่ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่โปรตีนจากปลาป่นในอาหารปลากะรังดอกแดงที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงาน

ว่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมีค่าต่ำที่สุดในปลาที่ได้รับอาหารที่มีการแทนที่โปรตีนจากปลาป่นด้วยกากถั่วเหลืองในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าสูงสุดในอาหารที่มีการแทนที่โปรตีนจากปลาป่นในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ๆ และเป็นไปในลักษณะเดียวกับการศึกษาของ วุฒิพรและคณะ (2547) ที่ทดลองแทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารเลี้ยงปลานิลด้วยอาหารผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ รายงานว่า ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และสัมประสิทธิ์การย่อยอาหารลดลง ตามระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร

จากการวิเคราะห์ต้นทุนค่าอาหารสูตรต่าง ๆ ต่อการผลิตปลากะรังดอกแดง 1 กิโลกรัม พบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง ($p<0.05$) โดยปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 6 (อาหารเม็ด) มีต้นทุนค่าการผลิตปลาต่อหน่วยสูงที่สุด (81.94+3.43 บาท/กิโลกรัม) รองลงมา คือ ปลากะรังที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (PKC 0%) ซึ่งมีค่าต้นทุนค่าการผลิตปลาต่อหน่วย เท่ากับ 59.51$\pm$1.98 บาท/กิโลกรัม และในทำนองเดียวกัน ในสูตรอาหารที่มีระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น (สูตรที่ 1 – 5) จะทำให้มีต้นทุนการผลิตปลาต่อหน่วยอาหารต่ำลง (ตารางที่ 4)

ราคาต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตจากการทดลองครั้งนี้ มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาด้านการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการอดตาย พบว่า การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันเป็นส่วนผสมในอาหาร ยังมีต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วย (57.20 $\pm$ 2.18 บาทต่อกิโลกรัม) ต่ำกว่าสูตรอาหารที่ไม่ใส่กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรอาหารที่มีระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 4.88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปลากะรังมีการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการรอดตาย ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม (PKC 0%) และเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ 3, 4 และ 5 ถึงแม้ว่าระดับของกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารที่ 3, 4 และ 5 ที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยลดลงมากกว่าสูตรที่ 2 ก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น สรุปได้ว่า จากผลการทดลองครั้งนี้ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ของอาหารสูตรที่ 2 (PKC 4.88%) เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดทั้งในแง่ผลผลิตและทางเศรษฐศาสตร์ สอดคล้องกับการทดลองของวุฒิพร และคณะ (2547) ที่ทำการทดลองแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน รายงานว่า สามารถผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับเลี้ยงปลานิลได้ไม่เกิน 20% โดยมีผลทำให้ต้นทุนสำหรับผลิตปลาต่ำที่สุด

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยการผลิตปลากะรังดอกแดง ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ และอาหารเม็ดสำเร็จรูป เป็นเวลา 8 เดือน (ค่าเฉลี่ย ± SD)

สูตรอาหาร	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	ต้นทุนอาหาร/นน.ปลา (บาท/กก.)
1 (PKC 0%)	1.211 ± 0.01^{c}	2.09 ± 0.02^{a}	59.51 ± 1.98^{c}
2 (PKC 4.88%)	1.199 ± 0.02^{c}	2.10 ± 0.01^{a}	57.20 ± 2.18^{bc}
3 (PKC 9.48%)	1.180 ± 0.01^{b}	2.14 ± 0.01^{ab}	56.17 ± 1.62^{b}
4 (PKC 17.97%)	1.151 ± 0.01^{b}	2.19 ± 0.03^{b}	53.63 ± 2.97^{a}
5 (PKC 25.62%)	1.149 ± 0.01^{b}	2.22 ± 0.03^{b}	49.68 ± 4.12^{a}
6 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป)	1.283 ± 0.04^{c}	1.97 ± 0.06^{a}	81.94 ± 3.43^{d}

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

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำบริเวณกระชังที่ทำการทดลองมีค่าความเค็มเฉลี่ย 21.74 ± 1.24 ppt อุณหภูมิของน้ำมีค่าเฉลี่ย 29.32 ± 0.21 องศาเซลเซียส pH มีค่าเฉลี่ย 7.56 ± 0.41 ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเฉลี่ย 6.56 ± 0.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย 120.80 ± 5.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความขุ่นใส มีค่าเฉลี่ย 57.75 ± 1.45 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

สรุปและข้อเสนอแนะ

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

2. การผสมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ (สูตรที่ 2) ให้ผลตอบแทนดีที่สุด เมื่อพิจารณาจาก % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ดังนั้น การเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารปลากะรังที่ระดับ 4.88 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลากะรังดอกแดง ในด้านการเจริญเติบโตและทางด้านเศรษฐศาสตร์

3. ควรมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพการย่อยอาหาร และคุณภาพซากของปลากะรังที่ทำการทดลอง

4. อาหารปลากะรังสูตรที่ 2 (PKC 4.88%) ให้ผลตอบแทนคุ้มค่า และให้การเจริญเติบโตไม่แตกต่างทางสถิติจากอาหารเม็ดสำเร็จรูป แต่มีการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่า ดังนั้นควรมีการปรับปรุงสูตรให้ดีขึ้นกว่านี้ เช่น ให้ระดับโปรตีนสูงขึ้นเทียบเท่ากับอาหารเม็ดสำเร็จรูป

5. กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารปลากะรัง ทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ชวนกินอาหาร (Feed palatability) ดังนั้น จึงควรมีการปรับปรุงพัฒนาสูตรอาหาร โดยการเสริมวัตถุดิบอาหารที่ช่วยในเรื่องของการเพิ่มกลิ่น และเพิ่มระดับของโปรตีนในอาหารได้ เช่น น้ำนึ่งปลาทูน่า เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2538. รายงานคุณภาพน้ำทะเลและการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำทะเลในเขตควบคุมมลพิษหมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ ปี พ.ศ. 2536-2537. *ใน* ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (2537). กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. 51 น.

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. 2550. สถิติการประมง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www. fisheries.go.th/it-stat/data_2550/yearbook2007(2550) (16 ธันวาคม 2552).

นารีรัตน์ มะหมัด. 2548. ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกบิ๊กอุย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.bio.sci.tsu.ac.th/research/list.php?option =3&pageid=2 (18 มีนาคม 2552)

นิรุทธิ์ สุขเกษม. 2544. ผลของระดับกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันต่อการเจริญเติบโตของปลานิล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วาริชศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

อัตรา ไชยมงคล, มะลิ บุณยรัตผลิน, ชูศักดิ์ บริสุทธิ์ และ สุจินต์ บุญช่วย. 2546. การใช้กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันแทนที่ปลาป่นในอาหารปลากะรังดอกแดง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http:// www. Nicaonline.com/article10/site/view_article.asp?idarticle=270 (28 ธันวาคม 2551).

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Arlington VA : Association of Official Analytical Chemists. 1298 p.

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.

Muldoon, G., L. Peterson and B. Johnston. 2004. Trade and market trends in the live reef food fish trade. ***Aquaculture Asia*** 9:40-45.