

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๗/๒๕๔๕



Technical Paper no. 7/2006

การเลี้ยงปลากะรังดอกแดง *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822)
ด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป

**REARING OF ORANGE-SPOTTED GROUPER, *Epinephelus coioides*
(Hamilton, 1822), WITH ARTIFICIAL FLOATING PELLET FEED**

โดย

สามารถ เดชสถิตย์

Samart Detsathit

ไพบุณย์ บุญลิปตานนท์

Paiboon Bunlipatanon

สมศักดิ์ จิระวัฑโฒ

Somsak Jirawuttho

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

**Coastal Fisheries Research and Development Bureau
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives**

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๗/๒๕๔๕



Technical Paper no. 7/2006

การเลี้ยงปลากะรังดอกแดง *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822)
ด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป

**REARING OF ORANGE-SPOTTED GROUPER, *Epinephelus coioides*
(Hamilton, 1822), WITH ARTIFICIAL FLOATING PELLET FEED**

โดย

สามารถ เดชสถิตย์

Samart Detsathit

ไพบุญย์ บุญลิปตานนท์

Paiboon Bunlipatanon

สมศักดิ์ จิระวัฑโฒ

Somsak Jirawuttho

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่

**Krabi Coastal Fisheries Research and
Development Center**

๑๔๑ หมู่ ๖ ตำบลไสไทย อำเภอเมือง

141 Moo 6, Tambol Saithai, Muang District,

จังหวัดกระบี่ ๘๑๐๐๐

Krabi Province 81000

๒๕๔๕

2006

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 48-0345-45118-042

การเลี้ยงปลากระังดอกแดง *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822)

ด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป

สามารถ เดชสถิตย์*, ไพบุญ บุญลิปตานนท์ และ สมศักดิ์ จิระวัชร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ ๑๕๑ ม.๖ ต.ไสไทย อ.เมือง จ.กระบี่ ๘๑๐๐๐

โทร ๐-๗๕๖๕-๕๑๕๐ E-mail: detsahit@hotmail.com

บทคัดย่อ

การทดลองเลี้ยงปลากระังดอกแดง *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) ดำเนินการที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ เมื่อ พ.ศ. 2548 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ทดลอง เลี้ยงปลากระังดอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป โดยมีระดับความถี่การให้อาหารต่างกัน 4 ระดับ (treatments) คือ ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ ให้อาหารวันเว้นวัน แต่ละระดับมี 3 ซ้ำ (replications) หน่วยทดลองเป็นกระชังลอยน้ำขนาด 1x1x1 เมตร ใส่ปลากระังละ 75 ตัว ให้ปลากินอาหารเต็มที่ทุกครั้ง ระยะเวลาการทดลอง 43 วัน ปลาชุดที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ ให้อาหารวันเว้นวัน มีน้ำหนักตัว เริ่มต้น (average body weight) 335±6, 336±8, 335±3 และ 336±4 กรัม ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเพิ่ม (body weight gain) ของปลาเป็น 137±9, 106±4, 91±9 และ 56±9 กรัม/ตัว อัตราการ เจริญเติบโตสัมบูรณ์ (absolute growth rate) มีค่าเป็น 3.18±0.20, 2.46±0.10, 2.11±0.20 และ 1.31±0.20 กรัม/วัน และ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (food conversion ratio) มีค่าเป็น 1.63±0.07, 1.65±0.28, 1.64±0.06 และ 2.86±0.61 ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ของปลาทุกชุดการ ทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่ให้อาหาร 3, 2 และ 1 ครั้ง/วัน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดการทดลองที่ให้อาหารวันเว้นวัน จากการทดลองสรุปได้ว่า สามารถเลี้ยงปลากระัง ดอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปได้ และการให้อาหารวันละ 3 ครั้ง ปลามีการเจริญเติบโตสูงสุดและ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำสุด

คำสำคัญ: ปลากระังดอกแดง *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) อาหารเม็ด

*ผู้รับผิดชอบข้อมูล

REARING OF ORANGE-SPOTTED GROUPER, *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822), WITH ARTIFICIAL FLOATING PELLET FEED

Samart Detsathit*, Paiboon Bunlipatanon and Somsak Jirawuttho

Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center
141 Moo 6, Tambol Saithai, Muang District, Krabi Center, Thailand, 81000
Tel. 0-7569-5150 E-mail: detsathit@hotmail.com

ABSTRACT

Experiment on rearing of orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822), with artificial floating pellet feed was carried out at the Krabi Coastal Fisheries Research and Development Center in 2005. It was designed on CRD with 4 treatments (different feeding frequency of 3, 2, 1 times/day and alternate day) and 3 replications. Seventy-five fishes were stocked in each 1x1x1 m floating net and fed commercial artificial floating pellet feed at satiation level for 43 days. Initial average body weight of fishes which fed 3, 2, 1 times/day and alternate day were 335±6, 336±8, 335±3 and 336±4 g, respectively. Finally, the body weight gains were 137±9, 106±4, 91±9 and 56±9 g, absolute growth rates were 3.18±0.20, 2.46±0.10, 2.11±0.20 and 1.31±0.20 g/day and food conversion ratios were 1.63±0.07, 1.65±0.28, 1.64±0.06 and 2.86±0.61, respectively. Body weight gain and absolute growth rate were significantly improved with increasing the feeding frequency ($p < 0.05$). No significant difference was observed between the food conversion ratio of fishes fed 3, 2 and 1 time/day ($p > 0.05$), while these were significantly better than fish fed alternate day ($p < 0.05$). The experiment has conclusively shown that orange-spotted grouper could be reared with commercial artificial floating pellet feed. For rapid growth and better food conversion ratio, fishes should be fed 3 times/day.

Key words: Orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822), pellet feed

*Correspondence

คำนำ

การเลี้ยงปลากะรังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (Williams and Rimmer, 2005) ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วย ปลากะรังแต่ละชนิดมีราคาแตกต่างกันไป แต่โดยรวมแล้วเป็นปลาที่มีมูลค่าสูงและให้ผลตอบแทนการเลี้ยงสูงกว่าปลาทะเลชนิดอื่น ทำให้ได้รับความนิยมจากเกษตรกรในการเลี้ยงเพื่อการค้า (Bondad-Reantaso *et al.*, 2002) ในประเทศไทยมีการเลี้ยงปลากะรังหลายชนิด แต่ชนิดที่แพร่หลายมากที่สุดและเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญได้แก่ ปลากะรังดอกแดง (orange-spotted grouper หรือ green grouper; *Epinephelus coioides*) โดยประเทศไทยมีส่วนแบ่งการตลาดของปลาชนิดนี้ในตลาดฮ่องกงมากที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2542-2546 (Muldoon *et al.*, 2004)

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)

ปลากะรังเป็นปลากินเนื้อและมีความต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูง เกษตรกรนิยมใช้ปลาสดเป็นอาหารเลี้ยงปลากะรัง อย่างไรก็ตาม การใช้ปลาสดเป็นอาหารปลากะรังมีปัญหาสำคัญหลายประการได้แก่

- ปัญหาการเก็บรักษา ปลาสดจะเน่าอย่างรวดเร็วถ้าไม่มีการแช่เย็นหรือแช่แข็ง
- ปัญหาปริมาณปลาสด พบว่าปริมาณปลาสดไม่เพียงพอต่อความต้องการและปริมาณไม่มีความแน่นอน ขึ้นอยู่กับฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ และช่วงเวลา มีรายงานว่า ผลพลอยได้จากการประมงรวมถึงปลาสดที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ในประเทศไทยมีปริมาณคงที่มากกว่า 5 ปี (Thongrod, 2005) และปริมาณผลผลิตการเลี้ยงปลากะรังของไทยอยู่ในระดับทรงตัวตั้งแต่ปี 2541 ถึง 2545 คือมีผลผลิต 1,390, 1,143, 1,332, 1,442 และ 1,170 ตัน/ปี ตามลำดับ (กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง, 2547)

- ปัญหาด้านราคา ราคาปลาสดมีแนวโน้มสูงขึ้นทุก ๆ ปี เนื่องจากความต้องการใช้มากขึ้น ราคาขึ้นผันผวนตามปริมาณ คุณภาพ สถานที่ และชนิดของปลาในแต่ละช่วง

- ปัญหาคุณภาพของปลาสด หากต้องการให้ปลาได้รับวิตามินและแร่ธาตุครบถ้วน ต้องใช้ปลาที่มีความสดและคุณภาพสูงมากเท่านั้นซึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยาก แม้ว่าปลาสดมีโปรตีนสูงแต่มีกรดไขมัน โดยเฉพาะวิตามินซี ปลาหลังเขียวมีกรดไขมันที่จำเป็นในปริมาณที่เพียงพอแต่ปลาสดชนิดอื่นมักมีไม่เพียงพอ การใช้ปลาที่ไม่สดนอกจากคุณค่าทางโภชนาการไม่ดีแล้ว อาจปนเปื้อนไปด้วยฮิสตามีน แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทำให้ปลาอ่อนแอและนำไปสู่การเพิ่มโอกาสในการติดเชื้อ (Ruangpanit, 1998; Bondad-Reantaso *et al.*, 2002; Yashiro *et al.*, 2002)

- ปัญหาการสูญเสียและสร้างมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม มีการประมาณกันว่า 75-85 % ของคาร์บอน 40-80 % ของไนโตรเจน และ 65-73 % ของฟอสฟอรัส จากอาหารที่ใส่ลงไปในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อม และนำไปสู่มลภาวะเป็นพิษ โดยพบว่าการเลี้ยงปลากะรังด้วยปลาสดมีการปลดปล่อยไนโตรเจนออกสู่สิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้อาหารเม็ดเปียกถึง 17 เท่า (Chu, 2002)

- ปัญหาการเป็นพาหะนำโรค มีรายงานว่าปรสิตพวกหนอนตัวแบนหลายชนิดที่พบในปลากะรังในฟาร์มเกิดจากการได้รับเชื้อจากพลาสติก (Bondad-Reantaso *et al.*, 2002)

- ปัญหาการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า พลาสติกที่นำมาใช้เลี้ยงปลากะรังมักเป็นปลานขนาดเล็กยังไม่เจริญพันธุ์ การจับปลาเหล่านี้มาใช้ประโยชน์เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า ตัดห่วงโซ่อาหารและทำให้เสียสมดุลธรรมชาติ (Yongzhong, 2002)

- ความไม่ยั่งยืนของอาชีพการเพาะเลี้ยง การยึดติดกับพลาสติกทำให้ไม่สามารถขยายกิจการได้เพราะถูกจำกัดด้วยปริมาณพลาสติกและราคาที่สูงขึ้น (Rosario, 2002; Svennevig, 2002)) หากไม่มีพลาสติกก็ต้องเลิกกิจการในที่สุด Sheriff (2002) รายงานว่า การเลี้ยงปลากะรังในภาคใต้ของประเทศไทยยังคงใช้พลาสติกเป็นอาหารเนื่องจากเกษตรกรไม่มีทางเลือกอื่น

เห็นชัดเจนว่า พลาสติกเป็นปัจจัยจำกัด (limiting factor) ในการพัฒนาและขยายการเลี้ยงปลากะรัง จุดมุ่งหมายในการพัฒนาการเลี้ยงปลานอกจากด้านผลตอบแทนแล้ว ควรส่งเสริมให้เกิดความยั่งยืนของอาชีพและให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม ต้องระมัดระวังต่อการสร้างมลภาวะหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ หลายประเทศเริ่มมีความกังวลเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และอาจนำไปสู่มาตรการกีดกันทางการค้า ดังนั้นการผลิตอาหารทะเลต้องเป็นไปตามมาตรฐาน HACCP และ ISO 9000/14000 รวมไปถึง ฉลากรักษาสิ่งแวดล้อม (eco-labeling) (Ramelan, 2000)

จากปัญหาต่าง ๆ ของการใช้พลาสติกเป็นอาหารปลากะรัง ทำให้นักวิจัยพยายามพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากะรังเพื่อทดแทนการใช้พลาสติก เนื่องจากอาหารสำเร็จรูปมีข้อดีกว่าพลาสติกหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณและคุณภาพสม่ำเสมอ สามารถกำหนดคุณค่าสารอาหารให้ตรงตามความต้องการของปลา การเจริญเติบโตเร็ว สุขภาพแข็งแรง การเก็บรักษาอาหารเม็ดทำได้ง่าย มีการสูญเสียหรือปลดปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำน้อยกว่าพลาสติก และลดความเสี่ยงในการเกิดโรค (Sim *et al.*, 2005) การศึกษาเน้นไปที่การพัฒนาอาหารสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางอาหารตรงกับความต้องการของปลา ทำให้ปลาโตเร็ว มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย และมีความเหมาะสมด้านราคา (Marte, 2002; Rimmer *et al.*, 2002)) ผลการศึกษาพบว่า ปลากะรังต้องการอาหารที่มีโปรตีนประมาณ 45-50 % และ ไขมัน 10 % (บุญชูและคณะ, 2530; วิเชียรและคณะ, 2539; อัคราและคณะ, 2546; Millamena and Toledo, 2004; Williams and Rimmer, 2005) อย่างไรก็ตาม อาหารที่มีโปรตีนสูงมีราคาแพงไม่เหมาะแก่การใช้งานจริง ระดับโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปที่มีความเหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์ (economical optimum dietary protein level) สำหรับปลากะรังควรมีโปรตีนประมาณ 40 % (Boonyaratpalin, 2002) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อโดยทั่วไปอยู่ที่ 1.5-2.0 (Blyth and Dodd, 2002; Sim *et al.*, 2005)

นอกจากคุณภาพของอาหาร การจัดการด้านอาหารก็มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารและการเจริญเติบโตของปลา การจัดการด้านอาหารประกอบด้วย การกำหนดหรือตัดสินใจเกี่ยวกับความถี่การให้อาหาร ปริมาณการให้อาหาร อัตราการให้อาหาร และเวลาการให้อาหาร ความถี่การให้อาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และต้นทุนการผลิต ความถี่การให้อาหารที่เหมาะสม

แตกต่างกันตามชนิดและขนาดของปลา (เวียง, 2542; Wilkinson, 2003a) จึงจำเป็นต้องทดลองหาระดับความถี่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลากะรังดอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป

ปัจจุบัน เกษตรกรในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย สองกง จีนและไต้หวัน เริ่มใช้อาหารสำเร็จรูปเลี้ยงปลากะรัง (Ali, 1998; Subramaniam, 2002; Sim and Williams, 2005) สำหรับในประเทศไทย แม้จะมีการศึกษาด้านอาหารสำเร็จรูปสำหรับปลากะรังมาเป็นเวลานาน และเริ่มมีบริษัทเอกชนผลิตอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปสูตรสำหรับปลาทะเลและวงขายในท้องตลาดทั่วไป แต่ยังไม่ได้รับความนิยมจากเกษตรกรในการใช้เลี้ยงปลากะรังเนื่องจากไม่มั่นใจในผลการใช้ ความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ และไม่ทราบเทคนิคการใช้ที่เหมาะสม การทดลองเลี้ยงปลากะรังดอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปในครั้งนี้ จึงวางแผนการทดลองในภาคสนาม (field study) เพื่อศึกษาผลการใช้อาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต ต้นทุนการผลิต และเทคนิคการใช้ (ความถี่การให้อาหารที่เหมาะสม) ซึ่งจะทำให้มีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาใช้อาหารสำเร็จรูปแทนปลาสด เพื่อให้การเลี้ยงปลากะรังมีการพัฒนาไปสู่ทิศทางที่มีความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (environmentally sustainable aquaculture)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และต้นทุนอาหารในการเลี้ยงปลากะรังดอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป โดยมีความถี่การให้อาหารต่าง ๆ กัน
2. ศึกษาผลของความถี่การให้อาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดของปลากะรังดอกแดง

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. แบบแผนการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD: completely randomized design) โดยมี 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง

ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง

ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารวันเว้นวัน

2. วิธีการทดลอง

2.1 กระจก และบ่อทดลอง

กระจกที่ใช้ทดลองเป็นกระจกแบบมีโครงหุ้มด้วยอลูมิเนียมขนาดตาเขียยดประมาณ 1.5 เซนติเมตร ขนาดกระจก 1 X 1 X 1 เมตร ติดตั้งบนโครงกระจกแบบลอยน้ำในบ่อดินขนาด 4 ไร่ ระดับน้ำลึกประมาณ 2 เมตร อัตราการถ่ายน้ำ 20-50 %/สัปดาห์ มีเครื่องให้อากาศแบบกักน้ำ 2 ชุด เปิดทำงานระหว่างเวลา 21.00-06.00 นาฬิกา

2.2 การเตรียมพันธุ์ปลา

ปลากะรังดอกแดงที่ใช้ทดลองได้จากการเพาะพันธุ์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ และฝึกให้กินอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปตั้งแต่เล็ก ๆ จนถึงขนาดที่ทดลอง ทำการสุ่มปลาที่มีขนาดเท่า ๆ กันลงกระจก ๆ ละ 75 ตัว จำนวน 12 กระจก และสุ่มระดับความถี่การให้อาหารให้กับปลาแต่ละกระจกโดยใช้ตารางเลขสุ่ม

2.3 อาหารและการให้อาหาร

อาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป สูตรสำหรับปลาทะเล ที่วางขายทั่วไปในท้องตลาด ซึ่งระบุคุณค่าทางโภชนาการข้างกระสอบว่ามีโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 % และไขมันไม่น้อยกว่า 5 % (ตารางที่ 1) วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร ได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง น้ำมันปลา และ วิตามิน เลือกลำอาหารเบอร์ 5 ซึ่งมีขนาด 12-13 มิลลิเมตร (วัดด้วยเวอร์เนีย) น้ำหนักประมาณ 0.7606 กรัม/เม็ด หรือ 1,315 เม็ด/กิโลกรัม (ชั่งด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า)

เวลาให้อาหารเป็นดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง เวลา 08.00, 12.00 และ 16.00 นาฬิกา ชุดการทดลองที่ 2 ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 และ 16.00 นาฬิกา ชุดการทดลองที่ 3 ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง เวลา 08.00 นาฬิกา และ ชุดการทดลองที่ 4 ให้อาหารวันเว้นวัน เวลา 08.00 นาฬิกา (ตารางที่ 2) การให้อาหารจะให้ปลากินเต็มที่จนอาหารเหลือ เมื่อเห็นว่าปลาหยุดกินแล้วจึงใช้สวิงช้อนอาหารออกจากกระชังและนับจำนวนเม็ดอาหารที่เหลือเพื่อคำนวณอาหารที่ปลากินจริงในแต่ละวัน (ตามสูตร) เครื่องชั่งที่ใช้ชั่งอาหารเป็นเครื่องชั่งสปริงขนาด 1 กิโลกรัม ความละเอียด 5 กรัม

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป สูตรสำหรับปลาทะเล ขนาดเม็ดเบอร์ 5 ตามที่ระบุข้างกระสอบเป็นดังนี้

คุณค่าทางโภชนาการ	ส่วนประกอบ (%)
โปรตีน ไม่น้อยกว่า	40
ไขมัน ไม่น้อยกว่า	5
เถ้า ไม่มากกว่า	5
ความชื้น ไม่มากกว่า	12

ตารางที่ 2 เวลาการให้อาหารสำหรับความถี่การให้อาหารระดับต่าง ๆ

ความถี่การให้อาหาร	เวลา
วันละ 3 ครั้ง	08.00, 12.00 และ 16.00 น.
วันละ 2 ครั้ง	08.00 และ 16.00 น.
วันละ 1 ครั้ง	08.00 น.
วันเว้นวัน	08.00 น.

2.4 การเก็บข้อมูล

ข้อมูลน้ำหนักและอัตราการรอดของปลาใช้วิธีชั่งน้ำหนักและนับจำนวนของปลาทั้งหน่วยทดลอง (กระชัง) เมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง วางยาสลบปลาก่อนชั่งน้ำหนักด้วยยาสลบควินอลดีน (quinaldine) ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบสปริง นำค่าที่ได้ไปคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลา (average body weight) น้ำหนักเพิ่ม (body weight gain) อัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ (absolute growth rate) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (food conversion ratio; FCR)

ข้อมูลอาหาร เก็บข้อมูลอาหารที่ปลากินในแต่ละวันเพื่อคำนวณอาหารที่กินทั้งหมด (total feed intake) อัตราการกินอาหาร (feeding rate) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

สูตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

น้ำหนักเฉลี่ย (ก.) =	น้ำหนักปลาทั้งกระชัง (กก.) X 1,000
	จำนวนปลาทั้งกระชัง

น้ำหนักเพิ่ม (ก.) =	น้ำหนักเฉลี่ยสิ้นสุดการทดลอง (ก.) – น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มทดลอง (ก.)
---------------------	--

อัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ (กรัม/วัน) =	น้ำหนักเพิ่ม (ก.)
	ระยะเวลาทดลอง (วัน)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ =	น้ำหนักอาหารที่ปลากิน (กก.)
	น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กก.)

อาหารที่กิน (ก.) =	น้ำหนักก่อนให้ (ก.) – น้ำหนักหลังให้ (ก.) – (จำนวนเม็ดที่เหลือ X 0.7606 (ก.))
--------------------	---

อาหารที่กินต่อมื่อ (กรัม/มื่อ/กระชัง) =	อาหารที่กินตลอดการทดลอง (กก.) X 1,000
	จำนวนมื่ออาหารตลอดการทดลอง (มื่อ/กระชัง)

อัตราการกินอาหาร	=	อาหารที่กินตลอดการทดลอง(กก.) / ระยะเวลา(วัน) X 100
(%น้ำหนักตัว/วัน)		(น้ำหนักปลาทั้งกระชังสิ้นสุดการทดลอง(กก.) + น้ำหนักปลาทั้งกระชังเริ่มทดลอง(กก.) / 2

3. คุณภาพน้ำ

ตรวจสอบอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทุกวัน เวลาประมาณ 08.30 น. ส่วนคุณภาพน้ำอื่น ๆ ตรวจสอบสัปดาห์ละครั้ง โดยเก็บตัวอย่างน้ำเวลาประมาณ 08.30 น. และส่งตรวจที่หน่วยตรวจสอบคุณภาพวัดอุณหภูมิน้ำ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ ความเป็นด่าง (pH) โดยใช้ pH meter model 50 ของ Denver Instrument ความเค็มโดยใช้ hand refractometer ยี่ห้อ ATAGO อุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท (วัดในบ่อโดยตรง) ไนไตรท์ (nitrite-nitrogen) ใช้วิธี diazotization method แอมโมเนีย (ammonia-nitrogen) ใช้วิธี modified indophenol blue method อัลคาไลด์ (alkalinity) ใช้วิธี potentiometric titration to pre-selected pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ใช้วิธี Winkler method (azide modification) (คณิตและคณะ, 2537)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป microsoft excel 97 และ SPSS for windows version 11.5 ค่าที่นำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง

น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตสมบูรณ์ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อาหารรวมที่กิน อาหารที่กินต่อมือ อัตราการกินอาหาร และอัตราการอด ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) และเปรียบเทียบเชิงซ้อน (multiple comparisons) ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (กัลยา, 2546)

ผลการศึกษา

1. การเจริญเติบโต (growth)

1.1. น้ำหนักเฉลี่ย (average body weight)

1.1.1. น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มทดลอง (initial average body weight)

ปลาที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 335 ± 6 , 336 ± 8 , 335 ± 3 และ 336 ± 4 กรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

1.1.2. น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (final average body weight)

ปลาที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน มีน้ำหนักเฉลี่ย 472 ± 12 , 442 ± 5 , 425 ± 12 และ 393 ± 8 กรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของปลาที่ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความถี่การให้อาหารอื่น ๆ ($p < 0.05$) การให้อาหารวันละ 2 และ 1 ครั้งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับการให้อาหารวันเว้นวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความถี่การให้อาหารอื่น ๆ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

1.2. น้ำหนักเพิ่ม (body weight gain)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย 137 ± 9 , 106 ± 4 , 91 ± 9 และ 56 ± 9 กรัม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า น้ำหนักเพิ่มของทุกระดับความถี่การให้อาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

1.3. อัตราการเจริญเติบโตสมบูรณ์ (absolute growth rate)

อัตราการเจริญเติบโตสมบูรณ์ของปลาที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน มีค่าเฉลี่ย 3.18 ± 0.20 , 2.46 ± 0.10 , 2.11 ± 0.20 และ 1.31 ± 0.20 กรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า อัตราการเจริญเติบโตสมบูรณ์ของทุกระดับความถี่การให้อาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

2. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (food conversion ratio)

ปลาที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ย 1.63 ± 0.07 , 1.65 ± 0.28 , 1.64 ± 0.06 และ 2.86 ± 0.61 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า การให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้อาหารวันเว้นวัน ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

3. อัตรารอด (survival rate)

อัตราการรอดของทุกหน่วยทดลองเป็น 100 %

4. การกินอาหาร (feed intake)

4.1. อาหารรวมที่กิน (total feed intake)

ปลาที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน กินอาหารเฉลี่ย 16.8 ± 1.7 , 13.0 ± 1.9 , 11.2 ± 0.9 และ 11.9 ± 1.4 กิโลกรัม/กระชัง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า การให้อาหารวันละ 3 ครั้ง ปลา กินอาหารได้มากที่สุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับระดับความถี่อื่น ๆ สำหรับการให้อาหารวันละ 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน ปริมาณอาหารรวมที่ปลากินแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 3)

4.2. อาหารที่กินต่อมื้อ (feed per meal)

ปลาที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน กินอาหารเฉลี่ย 130 ± 13 , 152 ± 22 , 260 ± 22 และ 565 ± 64 กรัม/มื้อ/กระชัง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า การให้อาหารวันเว้นวัน ปลากินอาหารต่อมื้อได้มากที่สุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับระดับความถี่อื่น ๆ สำหรับการให้อาหารวันละ 2 และ 3 ครั้ง ปริมาณอาหารที่ปลากินต่อมื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้อาหารวันละ 1 ครั้ง (ตารางที่ 3)

4.3. อัตราการกินอาหาร (feeding rate)

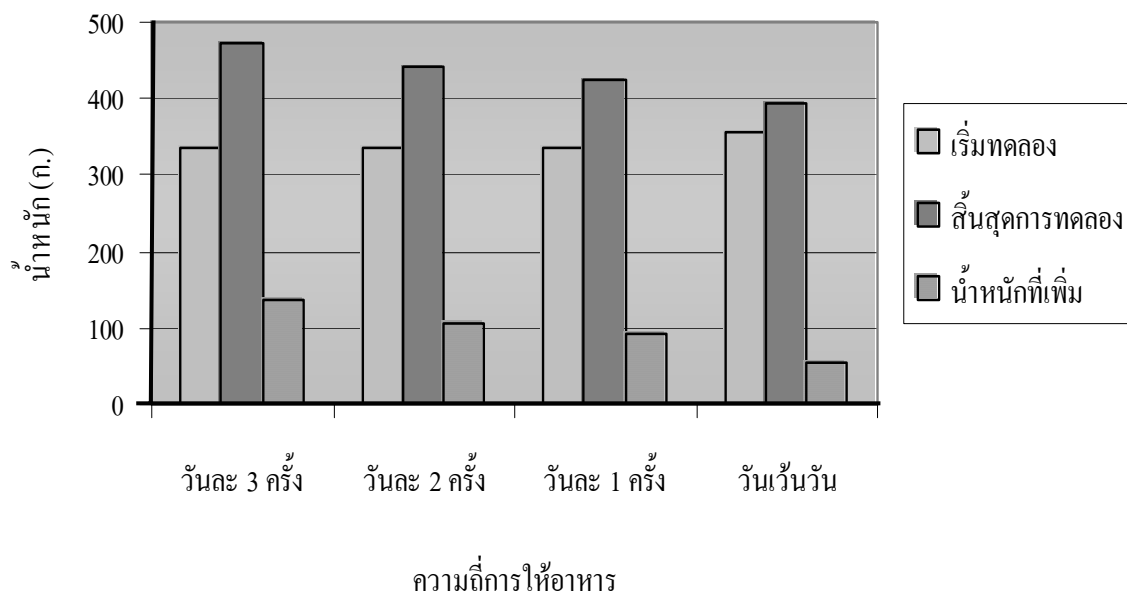
ปลาที่ให้อาหารวันละ 3, 2, 1 ครั้ง และ วันเว้นวัน มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ย 1.32 ± 0.12 , 1.06 ± 0.14 , 0.93 ± 0.07 และ 2.06 ± 0.23 % ของน้ำหนักตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการเปรียบเทียบเชิงซ้อนพบว่า การให้อาหารวันเว้นวัน อัตราการกินอาหารสูงที่สุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับระดับความถี่อื่น ๆ สำหรับการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง อัตราการกินอาหารแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับการให้อาหารวันละ 1 และ 3

ครั้ง แต่การให้อาหารวันละ 1 และ 3 ครั้ง อัตราการกินอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการเลี้ยงปลากะรังดอกแดงด้วยระดับความถี่การให้อาหารต่างกัน

ค่าวิเคราะห์	ความถี่การให้อาหาร			
	3 ครั้ง/วัน	2 ครั้ง/วัน	1 ครั้ง/วัน	วันเว้นวัน
น้ำหนักเมื่อเริ่มทดลอง (ก./ตัว)	335±6 ^a	336±8 ^a	335±3 ^a	336±4 ^a
น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก./ตัว)	472±12 ^a	442±5 ^b	425±12 ^b	393±8 ^c
น้ำหนักเพิ่ม (ก./ตัว)	137±9 ^a	106±4 ^b	91±9 ^c	56±9 ^d
อัตราการเจริญเติบโตสัมบูรณ์ (ก./วัน)	3.18±0.20 ^a	2.46±0.10 ^b	2.11±0.20 ^c	1.31±0.20 ^d
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.63±0.07 ^a	1.65±0.28 ^a	1.64±0.06 ^a	2.86±0.61 ^b
อาหารรวมที่กิน (กก./กระชัง)	16.8±1.7 ^a	13.0±1.9 ^b	11.2±0.9 ^b	11.9±1.4 ^b
อาหารที่กินต่อมือ (กรัม/มือ/กระชัง)	130±13 ^a	152±22 ^a	260±22 ^b	565±64 ^c
อัตราการกินอาหาร (%ของน้ำหนักตัว/วัน)	1.32±0.12 ^a	1.06±0.14 ^{ab}	0.93±0.07 ^b	2.06±0.23 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่ 1 กราฟเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลากะรังดอกแดงที่เลี้ยงด้วยความถี่การให้อาหารต่าง ๆ โดยให้อาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปเป็นอาหาร ในระยะเวลา 43 วัน

5. คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในบ่อดินที่ใช้ทดลอง อุณหภูมิ 29-31 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 30 ± 1 องศาเซลเซียส ความเค็ม 32-34 ส่วนในพันส่วน เฉลี่ย 33 ± 1 ส่วนในพันส่วน ความเป็นด่าง 7.5-8.5 เฉลี่ย 8.0 ± 0.3 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 4.5-5.7 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 5.2 ± 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร อัลคาไลด์ 130-154 มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 142 ± 8 มิลลิกรัม/ลิตร ไนโตรที่ $0.0004-0.0079$ มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 0.0033 ± 0.0027 มิลลิกรัม/ลิตร และ แอมโมเนีย $0.0008-0.0542$ มิลลิกรัม/ลิตร เฉลี่ย 0.0232 ± 0.0205 มิลลิกรัม/ลิตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำในบ่อดินระหว่างการทดลอง

คุณภาพน้ำ	อุณหภูมิ	ความเค็ม	ความเป็นด่าง	ออกซิเจนละลายน้ำ	อัลคาไลด์	ไนโตรที่	แอมโมเนีย
	(°C)	(ppt)		(มก./ล.)	(มก./ล.)	(มก./ล.)	(มก./ล.)
ค่าเฉลี่ย	30 ± 1	33 ± 1	8.0 ± 0.3	5.2 ± 0.3	142 ± 8	0.0033 ± 0.0027	0.0232 ± 0.0205
ค่าต่ำสุด	29	32	7.5	4.5	130	0.0004	0.0008
ค่าสูงสุด	31	34	8.5	5.7	154	0.0079	0.0542
ค่ามาตรฐาน ¹	≤ 33	$\pm 10\%$ ²	7.0-8.5	≥ 4	-	-	≤ 0.4

หมายเหตุ 1 หมายถึง มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

2 หมายถึง มีค่าเปลี่ยนแปลงจากสภาพธรรมชาติไม่เกินร้อยละ 10

วิจารณ์ผล

จากการทดลองเลี้ยงปลากะรังคอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปพบว่าปลาอมรับอาหารเป็นอดี คล้ายกับปลากะรังชนิดอื่น ๆ ที่พบว่าปลาอมรับอาหารเม็ดแห้ง (ส่วนใหญ่เป็นแบบจมช้า, slow sinking dry pellet feed) ได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน (Rimmer *et al.*, 2004) การเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อรวมถึงต้นทุนด้านอาหารอยู่ในระดับเหมาะสมสำหรับการเลี้ยงเพื่อการค้า ซึ่งเกษตรกรของออสเตรเลียในปัจจุบันได้เลี้ยงปลาทะเลชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปลากะพงขาว ปลากะพงแดง และปลาแอตแลนติกแซลมอน โดยใช้อาหารเม็ดแห้งเพียงอย่างเดียว (Sim and Williams, 2005) ผลการทดลองยังชี้ให้เห็นว่า ความถี่การให้อาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต (body weight, weight gain และ absolute growth rate) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (food conversion ratio) และปริมาณอาหารรวมที่กิน (total feed intake) แต่ไม่มีผลต่ออัตราการรอด (survival rate) ของปลา สอดคล้องกับผลการทดลองในปลากะรังเหลืองจุดฟ้า (สามารถและคณะ, 2547) และปลากะรัง *E. tauvina* (Chua and Teng, 1978)

การเจริญเติบโตของปลากะรังคอกแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปสูงที่สุดเมื่อให้อาหารวันละ 3 ครั้ง และการเจริญเติบโตลดลงเรื่อย ๆ เมื่อให้อาหารด้วยระดับความถี่ (ครั้ง/วัน) ที่ลดลง เนื่องจากการให้อาหารด้วยระดับความถี่ที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณอาหารรวมที่ปลากินมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Tuan (2005) ที่ทดลองเลี้ยงปลากะรังคอกดำและพบว่า เมื่อปลาได้กินอาหารมากขึ้นอัตราการเจริญเติบโตจะสูงขึ้น ปลาที่ได้กินอาหารบ่อยครั้งจะได้รับอาหารเพียงพออยู่เสมอ ทำให้ปริมาณอาหารที่ปลาได้กินเท่ากับปริมาณอาหารที่ปลาควรได้รับ การเจริญเติบโตจึงสูง ส่วนการให้อาหารด้วยความถี่น้อย ปลาได้รับอาหารน้อยกว่าความต้องการทำให้การเจริญเติบโตต่ำ การให้อาหารควรให้กินจนอิ่มทุกครั้ง การจำกัดปริมาณอาหารหรือให้อาหารน้อยเกินไปทำให้การเจริญเติบโตช้า (เวียง, 2542; Wilkinson, 2003a) ดังนั้นในการเลี้ยงปลากะรังคอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป เพื่อให้ปลาเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วควรให้อาหารวันละ 3 ครั้ง และให้ปลากินจนอิ่มทุกครั้ง

Ahmad (1998) รายงานว่าปลากะรังคอกแดงน้ำหนัก 730 กรัม ที่เลี้ยงด้วยปลาสด มีอัตราการเจริญเติบโต 2.56 กรัม/วัน และปลากะรังคอกแดงขนาด 500 กรัม ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 50 % มีอัตราการเจริญเติบโต 1.95 กรัม/วัน สำหรับการทดลองครั้งนี้ปลากะรังคอกแดงขนาดน้ำหนักเริ่มต้น 335 กรัม ที่ให้กินอาหารวันละ 3 ครั้ง มีอัตราการเจริญเติบโต 3.18 กรัม/วัน ซึ่งสูงกว่ารายงานดังกล่าว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อม สายพันธุ์ปลา และ เทคนิคการให้อาหาร เพราะการทดลองครั้งนี้ให้อาหารถึงวันละ 3 ครั้ง ทำให้ปลาได้รับอาหารอย่างเพียงพอ แต่ในรายงานดังกล่าวระบุว่าให้อาหารปลาเพียงวันละครั้ง

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะรังคอกแดงที่ให้กินอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปวันละ 1, 2 และ 3 ครั้ง มีค่า 1.63-1.65 แต่จากการเลี้ยงปลากะรังคอกแดงในระดับงานทดลองในห้องปฏิบัติการโดยใช้อาหารเม็ดทดลองพบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออยู่ในช่วงเพียง 0.9-1.5 (Eusebio *et al.*, 2004;

Millamena, 2004) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อระดับนี้ต้องใช้อาหารที่มีโปรตีนสูง (45-50 %) และระดับไขมันที่เหมาะสม (ประมาณ 10 %) (บุญชูและคณะ, 2530; วิเชียรและคณะ, 2539; อัคราและคณะ, 2546; Millamena and Toledo, 2004; Williams and Rimmer, 2005) แต่อาหารที่มีโปรตีนสูงมีราคาแพงไม่เหมาะแก่การใช้งานจริง ระดับโปรตีนในอาหารที่เหมาะสมในทางเศรษฐศาสตร์ (economical optimum dietary protein level) ควรต่ำกว่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมทางชีววิทยา (biological optimum) เนื่องจากโปรตีนที่ลดลงทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลงเพียงเล็กน้อย แต่ทำให้ผลผลิตโดยรวมมีกำไรมากขึ้น (Wilkinson, 2003a) อาหารสำเร็จรูปที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ควรมีโปรตีนประมาณ 40 % (Boonyaratpalin, 2002) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อโดยทั่วไปจะอยู่ที่ 1.5-2.0 (Blyth and Dodd, 2002; Sim *et al.*, 2005) แสดงว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปที่ใช้อยู่ในระดับเหมาะสมต่อการใช้งานจริง

เกษตรกรทั่วไปมองว่าอาหารเม็ดมีราคาแพง ทำให้ต้นทุนอาหารสูง ไม่คุ้มค่าในการผลิต เนื่องจากเกษตรกรมักเปรียบเทียบในด้านเดียวคือราคา แต่ไม่ได้มองว่าปลาสดมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากถึง 70 % ในขณะที่อาหารเม็ดแห้งมีน้ำเพียง 10 % ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบราคาต่อปริมาณสารอาหารกลับพบว่าอาหารเม็ดมีราคาถูกกว่า (Sim and Williams, 2005) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากระรังที่เลี้ยงด้วยปลาสดในระดับงานทดลอง และมีการควบคุมดูแลอย่างดีอาจมีค่าประมาณ 3.5 (วิชชัยและคณะ, 2548) แต่ในการเลี้ยงจริงของเกษตรกรมักอยู่ที่ 5.5-7.5 (กรมประมง, 2536; ธนาวุฒิและวาตุกา, 2542; Agbayani, 2002; Thongrod, 2005) และอาจสูงได้ถึง 17 (Williams and Rimmer, 2005) จากการสำรวจต้นทุนการเลี้ยงปลากระรังทางฝั่งอันดามันของประเทศไทยปี 2540-2541 พบว่า มีต้นทุนอาหาร(ปลาสด)ในการผลิตปลา 1 กิโลกรัม ประมาณ 85 บาท หรือ 57.1 % ของต้นทุนทั้งหมด (Boonchuwong and Lawapong, 2002) จากการทดลองครั้งนี้พบว่า เมื่อให้อาหารวันละ 3 ครั้ง อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้ออยู่ที่ 1.63 และราคาอาหารประมาณ 40 บาท/กิโลกรัม หมายความว่า ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตปลา 1 กิโลกรัม มีค่าประมาณ 65 บาท ต่ำกว่าการใช้ปลาสดอาหารถึง 20 บาท

การให้อาหารวันเว้นวันทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงถึง 2.86 ในขณะที่การให้อาหารวันละ 1-3 ครั้ง มีค่าเพียง 1.63-1.65 แสดงว่าการให้อาหารวันเว้นวันทำให้ปลาใช้ประโยชน์จากอาหารได้น้อยลง ซึ่งอาจเกิดจากประสิทธิภาพการย่อยที่ไม่สมบูรณ์หรือเกิดการสูญเสียอาหารจากการสำรอก เมื่อพิจารณาอาหารที่ปลากินพบว่า การให้อาหารวันเว้นวันปลากินอาหารต่อมื้อได้มากที่สุด แสดงว่าปลาหิวเต็มที่และไม่มีอาหารเหลือในกระเพาะ ทำให้ปลาพยายามกินอาหารให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ แต่การกินอาหารครั้งละมาก ๆ ทำให้อาหารในระบบทางเดินอาหารเคลื่อนที่เร็วและการย่อยลดประสิทธิภาพลง (เวียง, 2542) นอกจากนั้น จากคุณสมบัติของอาหารเม็ดลอยน้ำที่เป็นเม็ดแห้ง เมื่อดูดซับน้ำจะขยายตัวและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ดังนั้น อาหารเม็ดแห้งที่อัดแน่นอยู่เต็มกระเพาะปลาเมื่อดูดซับน้ำแล้วจึงมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเกินกว่าที่กระเพาะจะรับได้ ปลาจึงต้องสำรอกอาหารบางส่วนทิ้งไป กลายเป็นของเสียที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ทั้งสองกรณีนี้จึงส่งผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง ในทางตรงกัน

ข้าม การให้อาหารบ่อยครั้งทำให้ปลาได้รับอาหารครั้งละน้อย ปริมาณอาหารที่ขยายเพิ่มขึ้นยังอยู่ในระดับที่กระเพาะรองรับได้ ทำให้ใช้ประโยชน์จากอาหารได้เต็มที่และสม่ำเสมอ

จากการทดลอง พบว่า ความถี่การให้อาหาร ไม่มีผลต่ออัตราการรอดของปลา ตรงกับผลการทดลองในปลากะรังเหลืองจุดฟ้า ปลากะรังดอกดำ และปลากะรัง *E. tauvina* (บุญชูและนัทรชัย, 2534; สามารถและคณะ, 2546; Chau and Teng, 1978) ทั้งนี้เนื่องจากอาหารเม็ดประกอบด้วยสารอาหารที่ตรงกับความต้องการของปลาทำให้ปลามีสุขภาพดีและภูมิคุ้มกันสูง นอกจากนั้นการให้อาหารเม็ดยังมีการปลดปล่อยของเสียและอาหารเหลือน้อยกว่าปลาสด (Chu, 2002) ทำให้คุณภาพน้ำดีกว่าการใช้ปลาสด ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากคุณภาพน้ำที่เสื่อมลง (Blyth and Dodd, 2002) การเลี้ยงด้วยปลาสด แม้ว่าปลาจะชอบมากกว่า แต่มักมีเชื้อโรคหรือปรสิตติดมาด้วยและเป็นต้นเหตุของการเกิดโรค (Bondad-Reantaso *et al.*, 2002; Pomeroy *et al.*, 2002)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงปลากะรังดอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป ควรให้อาหารวันละ 3 ครั้ง ซึ่งเป็นความถี่การให้อาหารที่สูงกว่าการเลี้ยงด้วยปลาสดโดยทั่วไป ซึ่งจากการทดลองเลี้ยงปลากะรัง *E. tauvina* โดยใช้ปลาสดเป็นอาหารด้วยระดับความถี่การให้อาหารต่าง ๆ กัน โดย Chua and Teng (1978) พบว่า การเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดดีที่สุดเมื่อให้อาหาร 2 วัน/ครั้ง และไม่มีผลจำเป็นที่จะต้องให้อาหารวันละ 2 หรือ 3 ครั้ง ในทำนองเดียวกัน จากการทดลองเลี้ยงปลากะรังดอกดำ (*E. malabaricus*) ด้วยระดับความถี่ของการให้อาหารต่าง ๆ กัน คือ 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 วัน/ครั้ง และให้ปลาสดเป็นอาหารจนอิ่ม โดย บุญชูและนัทรชัย (2534) พบว่า อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตต่อกระชังแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และสำหรับการเลี้ยงปลากะรังในกระชังโดยทั่วไปที่ใช้ปลาสดเป็นอาหาร เกษตรกรนิยมให้อาหารวันละครั้งหรือวันเว้นวัน (Ali, 1998; Rimmer, 2002; Sim *et al.*, 2005) ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับความถี่การให้อาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปกับปลากะรัง อย่างไรก็ตาม Sim *et al.* (2005) แนะนำว่า การเลี้ยงปลากะรังที่มีน้ำหนักมากกว่า 300 กรัม ด้วยอาหารเม็ดแห้งควรให้อาหารจนอิ่มวันละครั้ง แต่จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ปลากะรังดอกแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปและให้อาหารวันละ 3 ครั้ง มีการเจริญเติบโตสูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการให้อาหารวันละ 2 และ 1 ครั้ง ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ปลากะรังดอกแดงมีความสามารถในการย่อยและใช้ประโยชน์จากอาหารเม็ดลอยน้ำและปลาสดได้ต่างกัน เนื่องจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปผลิตจากวัตถุดิบที่บดละเอียด เมื่อดูดซับน้ำแล้วมีความนุ่ม ทำให้ปลาย่อยได้ง่ายและเร็วกว่าปลาสดซึ่งมีความเหนียวมากกว่า ย่อยได้ยากกว่า จากประสบการณ์ของผู้ทดลองเองพบว่าปลาขนาดประมาณ 500 กรัมที่ถูกจับขึ้นมาจากกระชังหลังจากให้อาหารไปแล้วประมาณ 24 ชั่วโมง ปลาที่กินอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปไม่มีการสำรอกอาหาร แต่ถ้าใช้ปลาสดเป็นอาหารจะมีการสำรอกอาหารและปลาสดที่ปลากินเข้าไปยังมีลักษณะเป็นชิ้น ๆ ชัดเจน นั้นแสดงให้เห็นว่า ปลาย่อยอาหารเม็ดลอยน้ำได้เร็วกว่าปลาสด ในส่วนของผู้ผลิตอาหารก็ได้แนะนำวิธีการให้อาหารไว้ข้างกระสอบว่า ควรให้อาหารวันละ

2-3 ครั้ง แต่เวลาที่แท้จริงในการย่อยอาหารเม็ดแห้งของปลากะรังขนาดต่าง ๆ ควรมีการทดลองต่อไป เพราะจะสามารถกำหนดความถี่ที่เหมาะสมในการให้อาหารสำหรับปลากะรังขนาดต่าง ๆ ได้แม่นยำยิ่งขึ้น

ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งไว้ดังนี้ (ยกมาเฉพาะค่าที่สนใจ) อุณหภูมิไม่สูงกว่า 33 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดต่าง 7.0-8.5 ความเค็มให้มีค่าเปลี่ยนแปลงจากสภาพทางธรรมชาติไม่เกินร้อยละ 10 ออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัม/ลิตร และ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าไม่เกิน 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) (ตารางที่ 4) ค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในการศึกษาครั้งนี้เป็นไปตามมาตรฐานทุกค่า แสดงว่าคุณภาพน้ำมีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

- สามารถใช้อาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปเลี้ยงปลากะรังคอกแดงได้ เนื่องจากปลาชอบรับอาหารเป็นอย่างดี มีการเจริญเติบโตดี และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ
- ความถี่การให้อาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แต่ไม่มีผลต่ออัตราการรอดของปลา
- การเลี้ยงปลากะรังคอกแดงด้วยอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูป เพื่อให้ปลามีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำควรให้อาหารวันละ 3 ครั้ง และให้จนอิ่มทุกครั้ง
- อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเมื่อให้อาหารวันละ 3 ครั้ง คือ 1.63 หรือคิดเป็นต้นทุนค่าอาหาร 65 บาท/กิโลกรัม
- เสนอแนะให้เสริมสารอาหารในอาหารเม็ดลอยน้ำสำเร็จรูปด้วยวิตามินซีหรือวิตามินรวม 1 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม และเสริมน้ำมันปลาหรือน้ำมันปลาหมึก 5 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เพื่อให้อาหารเม็ดลอยน้ำดังกล่าวมีไขมันเพิ่มจาก 5 % เป็น 10 % ตรงตามความต้องการไขมันของปลากะรัง การเสริมวิตามินทำให้ปลาแข็งแรงและมีภูมิต้านทานสูง ส่วนการเสริมไขมันเป็นการเพิ่มพลังงานในอาหาร ทำให้ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีขึ้น (เวียง, 2542; Wilkinson, 2003b) และส่งผลสุดท้ายต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 6, ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 536 หน้า.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2538. รายงานคุณภาพน้ำทะเล และการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำทะเลในเขตควบคุมมลพิษ หมู่เกาะพีพี จังหวัดกระบี่ ปี พ.ศ. 2536-2537. กองจัดการคุณภาพน้ำ, กรมควบคุมมลพิษ. 51 หน้า.
- กรมประมง. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำกร่อย. กองส่งเสริมการประมง, กรมประมง. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 43 หน้า.
- กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติประมง. 2547. สถิติฟาร์มเลี้ยงปลาน้ำกร่อย ประจำปี 2545. เอกสารฉบับที่ 19/2547. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง. 26 หน้า.
- คณิต ไชยคำ, สิริ ทุกข์วินาศ, ยงยุทธ ปริดาत्मภบุตร, พุทธ ส่องแสงจินดา และ ดุสิต ต้นวิไล. 2537. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. หน้า 55-65.
- ชนาวุฒิ กล่าวเกลี้ยง และ วาลูกา กฤตรัชตนันต์. 2542. การเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 2/2542. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 29 หน้า.
- ธวัชชัย ทองน้อย, ชนาวุฒิ กล่าวเกลี้ยง, วาลูกา กฤตรัชตนันต์ และ อิสมะแอณ อีสหมาน. 2548. การเลี้ยงปลากระดังงาแดง (*Epinephelus coioides*) ในบ่อดินที่ความหนาแน่น 2 ระดับ. ใน: บทคัดย่อ สัมมนาวิชาการด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ประจำปี 2548, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. วันที่ 26-29 พฤษภาคม 2548. ณ โรงแรมเซอร์มิเทจ รีสอร์ท แอนด์ สปา, นครราชสีมา. หน้า 38.
- บุญชู เจริญฤทธิ์ และ ฉัตรชัย พลายละหาร. 2534. การทดลองเลี้ยงปลากระดังงาในกระชังระดับความถี่ของการให้อาหารต่าง ๆ กัน. ใน: รายงาน การสัมมนาวิชาการประจำปี 2534 กรมประมง. วันที่ 16-18 กันยายน 2534. ณ สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 92-96.
- บุญชู เจริญฤทธิ์, สุขศรี สัมภาวะผล, อดุลย์ แม่ไร่, ชม อนงค์ และกิตติพงษ์ ชนะไพริน. 2530. การทดลองเลี้ยงปลากระดังงาด้วยอาหารผสมระดับโปรตีนต่าง ๆ กัน และปลาเปิดในกระชัง. เอกสารวิชาการเลขที่ 15/2530. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดสตูล, กรมประมง. 11 หน้า.
- วิเชียร สากเรศ, เพ็ญแข คุณาวงศ์เดช และ สากร โสภา. 2539. การทดลองอนุบาลลูกปลากระดังงา *Epinephelus malabaricus* ขนาดปลาน้ำจืดด้วยอาหารที่เสริมไขมัน 2 ระดับ. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539 กรมประมง. วันที่ 18-20 กันยายน 2539. ณ ห้องประชุมอานนท์และสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด บางเขน กรุงเทพมหานคร. หน้า 164-173.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 255 หน้า.

- สามารถ เศษถิตย์, ไพบูลย์ บุญลิปตานนท์ และ อาคม สิงหนบุญ. 2546. ผลของควมถี่การให้อาหารต่อการเจริญเติบโตของปลากะรังเหลืองจุดฟ้า *Plectropomus maculatus* (Bloch, 1790). เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2546. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. 23 หน้า.
- อัครา ไชยมงคล, มะลิ บุญยรัตผลิน, ชูศักดิ์ บริสุทธิ์ และ สุจินต์ บุญช่วย. 2546. ผลของสัดส่วนระหว่างโปรตีนและไขมันในอาหารต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบทางเคมีของปลากะรังดอกแดง. ใน: บทคัดย่อ การสัมมนาวิชาการประมง ประจำปี 2546. กรมประมง. หน้า 97.
- Agbayani, R.F. 2002. Seafarming and community development in the Philippines. **In:** Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp.177-186.
- Ali, H.B.M. 1998. Status of grouper aquaculture in Malaysia. **In:** Proceedings Grouper Aquaculture Research Workshop. 7-8 April 1998. Bangkok, Thailand. pp. 54-59.
- Ahmad, T. 1998. Status of research on grouper in Indonesia. **In:** Proceedings Grouper Aquaculture Research Workshop. 7-8 April 1998. Bangkok, Thailand. pp. 42-49.
- 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 Cooperative 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 Cooperative 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.

- Eusebio, P.S., R.M. Coloso and R.E.P. Mamauag. 2004. Evaluation of some terrestrial proteins in complete diets for grouper (*Epinephelus coioides*) juveniles. **In:** Rimmer, M.A., S. Macbride and K.C. Williams (eds.). Advance in Grouper Aquaculture. Canberra. ACIAR Monograph 110. pp. 79-84.
- 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.
- Marte, C.L. 2002. Grouper research ant the Southeast Asian Fisheries Development Center Aquaculture Department. **In:** Report of the APEC/NACA Cooperative Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 143-151.
- Millamena, O.M. 2004. Replacement of fish meal by animal by-product meals in a practical diet for grow-out culture of grouper (*Epinephelus coioides*). **In:** Rimmer, M.A., S. Macbride and K.C. Williams (eds.). Advance in Grouper Aquaculture. Canberra. ACIAR Monograph 110. pp. 110-112.
- Millamena, O.M. and J.D. Toledo. 2004. Development of formulated feeds for grow-out culture of grouper (*Epinephelus coioides*)-tank and field studies. **In:** Rimmer, M.A., S. Macbride and K.C. Williams (eds.). Advance 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.
- Pomeroy, R., R. agbayani, J. Toledo, K. Sugama, B. Slamet and Tridjoko. 2002. The status of grouper culture in Southeast Asia. *SPC Live Reef Fish Trade Bulletin* **10**: 22-26.
- Ramelan, S.H. 2002. Present status and strategy of Indonesian mariculture development. **In:** Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp. 29-33.
- Rimmer, M.A. 2002. Overview of grouper production technology in the Asia-Pacific region. **In:** Report of the APEC/NACA Cooperative Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 107-111.
- 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 Cooperative Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 63-73.

- Rimmer, M.A., S. McBride and K.C. Williams (eds.). 2004. Advance in grouper aquaculture. Canberra. ACIAR Monograph 110. 137 pp.
- 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.
- Ruangpanit, N. 1998. A review of grouper culture (*Epinephelus spp.*) in Thailand. **In:** Proceedings Grouper Aquaculture Research Workshop. 7-8 April 1998. Bangkok, Thailand. pp. 69-74.
- 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.
- Sim, S.Y. and K. Williams. 2005. Feed and feeding practices at farm level for marine finfish aquaculture in Asia-Pacific. *Aquaculture Asia Magazine* **10(1)**:25-28.
- Subramaniam, K. 2002. Grouper aquaculture in Malaysia. **In:** Report of the Regional Workshop on Sustainable Seafarming and Grouper Aquaculture. 17-20 April 2000. Medan, Indonesia. pp. 123-127.
- 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.
- Thongrod, S. 2005. Case study on trash fish and fishmeal utilization in Thailand. Paper presented at the “Regional Workshop on Low Value and “Trash Fish” in the Asia-Pacific Region”. 7-9 June 2005. Hanoi, Vietnam. 7 pp.
- Tuan, L.A. 2005. Best practices for using trash fish in the culture of juvenile malabar grouper, *Epinephelus malabaricus*. *Aquaculture Asia magazine* **10(1)**:40-41.
- Wilkinson, S. 2003a. Aquaculture fundamentals: Getting the most out of your feed. *Aquaculture Asia* **8(1)**:50-53.
- Wilkinson, S. 2003b. Aquaculture fundamentals: Getting the most out of your feed Part II: The role of macronutrients. *Aquaculture Asia* **8(2)**:6-9.

- 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”. 7-9 June 2005. Hanoi, Vietnam. 11 pp.
- Yashiro, R., V. Vatanakul and P. Panichsuke. 2002. Status of grouper culture in Thailand. **In:** Report of the APEC/NACA Cooperative Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 27-35.
- Yongzhong, L. 2002. The status and development of grouper culture in Guangdong. **In:** Report of the APEC/NACA Cooperative Grouper Aquaculture Workshop. 7-9 April 1999. Hat Yai, Thailand. pp. 57-61.