เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒๓/๒๕๕๙

Technical Paper no. 23/2016

ผลการใช้สารดึงดูดผสมอาหารต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาบู่ทราย
The Effect of Feed Attractants on the Growth Performances of Sand Goby, *Oxyeleotris marmoratus* (Bleeker, 1852) Fingerlings

ประดิษฐ์ เพ็ชรจรูญ — Pradit Petcharoon
ดาราวรรณ ยุทธยงค์ — Darawan Yuttayong
ทวี วิพุทธานุมาศ — Thavee Viputhanumas
วิชัย วัฒนกุล — Vichai Wattanakul
สุวีณา บานเย็น — Suveena Banyen

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Inland Fisheries Research and Development Division
Department of Fisheries
Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๒๓/๒๕๕๙

Technical Paper no. 23/2016

ผลการใช้สารดึงดูดผสมอาหารต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาบู่ทราย
The Effect of Feed Attractants on the Growth Performances of Sand Goby, *Oxyeleotris marmoratus* (Bleeker, 1852) Fingerlings

ประดิษฐ์ เพ็ชรจรูญ — Pradit Petcharoon
ดาราวรรณ ยุทธยงค์ — Darawan Yuttayong
ทวี วิพุทธานุมาศ — Thavee Viputhanumas
วิชัย วัฒนกุล — Vichai Wattanakul
สุวีณา บานเย็น — Suveena Banyen

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดยะลา
กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด
กรมประมง
๒๕๕๙

Yala Inland Fisheries Research and Development Center
Inland Fisheries Research and Development Division
Department of Fisheries
2016

รหัสทะเบียนวิจัย 58-0550-58097

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	3
วิธีดำเนินการ	4
1. การวางแผนการทดลอง	4
2. วิธีการทดลอง	4
3. การจัดการการทดลอง	5
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	7
ผลการทดลอง	8
1. การเจริญเติบโต	8
2. อัตรารอด	15
3. น้ำหนักอาหารที่ปลากิน (total feed intake, TFI; กรัม/ตัว)	16
4. อัตราการกินอาหาร (daily feed intake; เปอร์เซ็นต์/วัน)	16
5. ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (protein efficiency ratio, PER)	16
6. ปริมาณการกินโปรตีน (protein consumption ; กรัม/ตัว)	17
7. ปริมาณการกินพลังงาน (Energy consumption ; kcal/ตัว)	17
8. อัตราการแลกเนื้อ (feed conversion ratio)	17
9. คุณสมบัติของน้ำ	18
สรุปและวิจารณ์ผล	19
ข้อเสนอแนะ	22
คำขอบคุณ	22
เอกสารอ้างอิง	23

กองวิจัยและพัฒนา กรมพัฒนาที่ดิน สัตว์น้ำจืด

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	6
2	น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	9
3	ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	9
4	อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	12
5	เปอร์เซ็นต์การกระจายน้ำหนักตัวของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	13
6	ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของการกระจายของน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ โดยวิธี chi-square (χ^2)	14
7	อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	15
8	ประสิทธิภาพของอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันในการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	18
9	คุณสมบัติของน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	19

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรมประมง

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	10
2	ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	10
3	เปอร์เซ็นต์การกระจายน้ำหนักตัวของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	15
4	อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์	16

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ผลการใช้สารดึงดูดผสมอาหารต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาบู่ทราย

ประดิษฐ์ เพ็ชรจรูญ[1]* ดาราวรรณ ยุทธยงค์[2] ทวี วิพุทธานุมาศ[3] วิชัย วัฒนกุล[4] และ สุวีณา บานเย็น[5]

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดยะลา

[2]สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด

[3]กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด

[4]ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพัทลุง

[5]ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสุราษฎร์ธานี

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการใช้สารดึงดูดผสมในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาบู่ทราย ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสงขลา ระหว่างเดือนเมษายนถึงสิงหาคม 2555 ระยะเวลา 20 สัปดาห์ จำนวน 7 ชุดการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 50 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานรวม 400 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ชุดการทดลองที่ 2-7 อนุบาลด้วยอาหารผสมสารดึงดูดที่แตกต่างกัน 6 ชนิด ได้แก่ fish soluble extract, น้ำมันหมึก, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract ทุกสูตรการทดลองผสมสารดึงดูดในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหาร จำนวนปลาตู้ละ 50 ตัว ทดลองในตู้กระจกขนาด 40x60x45 เซนติเมตร น้ำหนักลูกปลาเริ่มต้น 0.45±0.01 กรัม ให้อาหารวันละ 3 ครั้ง เวลา 07.00, 12.00 และ 17.00 น. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 1.12±0.10, 1.28±0.25, 1.41±0.22, 1.19±0.21, 1.33±0.41, 1.20±0.13 และ 1.42±0.21 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 0.67±0.09, 0.83±0.24, 0.96±0.22, 0.74±0.21, 0.88±0.42, 0.75±0.13 และ 0.97±0.22 กรัม ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.65±0.06, 0.74±0.12, 0.81±0.11, 0.68±0.12, 0.75±0.24, 0.70±0.08 และ 0.82±0.12 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ และ อัตรารอดเท่ากับ 30.52±4.22, 27.90±9.31, 26.41±11.29, 33.82±8.26, 32.83±3.89, 30.19±7.82 และ 30.35±6.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการเจริญเติบโตและอัตรารอด พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สรุปได้ว่าสามารถใช้ fish soluble extract, น้ำมันหมึก, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract เป็นสารดึงดูดผสมในอาหารสำเร็จรูปในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอนุบาลลูกปลาบู่ทรายขนาด 0.45 กรัม

คำสำคัญ: ปลาบู่ทราย, สารดึงดูด, การเจริญเติบโต

*ผู้รับผิดชอบ : 340 หมู่ 1 ต. ธารโต อ. ธารโต จ. ยะลา 95150 โทร. 073297042

e-mail : pradit.ifsk@gmail.com

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

The Effect of Feed Attractants on the Growth Performances of Sand Goby, *Oxyeleotris marmoratus* (Bleeker, 1852) Fingerlings

Pradit Petcharoon[1]* Darawan Yuttayong[2] Thavee Viputhanumas[3]
Vichai Wattanakul[4] and Suveena Banyen[5]
[1]Yala Inland Fisheries Research and Development center
[2]Inland Feed Research Institute
[3]Inland Fisheries Research and Development Division
[4]Pattalung Inland Fisheries Research and Development center
[5]Suratthani Inland Fisheries Research and Development center

Abstract

The effect of feed attractants on the growth performances of sand goby (*Oxyeleotris marmoratus* Bleeker, 1852) fingerlings had been conducted at Songkhla Inland Fisheries Research and Development Center for 20 weeks between April to August 2012. 7 treatments with 4 replications were designed. Treatment 1 the fingerlings were fed with formulated feed, which having protein 50 % and energy of 400 kcal/100 g. Treatment 2-7, fed with formulated feed mixed with 6 different attractants, which were fish soluble extract, squid oil, squid meal, squid liver powder, shrimp head meal and yeast extract respectively, at 5 % of feed. 50 fingerlings were released in each 40x60x45 cm aquaria. The average initial body weight was 0.45±0.01 g. Feed were fed third a day at 7.00 am, 12.00 am and 5 pm. The result came out that the average final weight were 1.12±0.10, 1.28±0.25, 1.41±0.22, 1.19±0.21, 1.33±0.41, 1.20±0.13 and 1.42±0.21 g, respectively. The average weight gain were 0.67±0.09, 0.83±0.24, 0.96±0.22, 0.74±0.21, 0.88±0.42, 0.75±0.13 and 0.97±0.22 g, respectively. The average specific growth rate were 0.65±0.06, 0.74±0.12, 0.81±0.11, 0.68±0.12, 0.75±0.24, 0.70±0.08 and 0.82±0.12 %/day, respectively. The survival rate were 30.52±4.22, 27.90±9.31, 26.41±11.29, 33.82±8.26, 32.83±3.89, 30.19±7.82 and 30.35±6.38 %, respectively. And there were no significant difference on growth performances and survival rate ($p>0.05$). Conclusion, fish soluble extract, squid oil, squid meal, squid liver powder, shrimp head meal and yeast extract could be utilized as an attractant in the formulated feed at 5 % of feed in nursing sand goby fingerlings.

Key words: Sand Goby, *Oxyeleotris marmorata*, feed attractants, growth rate
*Corresponding author : 340 Moo 1, T. Than To, A. Than To, P. Yala 95150 Tel. 0 7329 7042
e-mail : pradit.ifsk@gmail.com

กองวิจัยและพัฒนาการเกษตร กรมประมง สำนักวิจัย

คำนำ

ประเทศไทยมีปลาน้ำจืดมากมายหลายชนิดบางชนิดเป็นปลาน้ำจืดที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปลาน้ำจืดชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาอย่างต่อเนื่อง คือ ปลาบู่ ซึ่งมีชื่อเรียกแตกต่างตามภูมิภาค เช่น ปลาบู่ทราย, บู่จาก, บู่เอื้อย หรือบู่สิงโต จากสถิติการส่งออกปลาบู่ทรายของกรมประมงในปี พ.ศ. 2555 มีการส่งออกปลาบู่ปริมาณ 119 ตัน คิดเป็นมูลค่า 35,700,000 บาท ซึ่งเป็นการบริโภคในประเทศและส่งออกในรูปของปลามีชีวิต (กรมประมง, 2555) ผลผลิตส่วนใหญ่ได้จากธรรมชาติ ประเทศที่มีการนำเข้าปลาบู่ทราย เช่น จีน ฮ่องกง สิงคโปร์ และมาเลเซีย เนื่องจากปลาบู่ทรายมีรสชาติดี ทำให้เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ นำรายได้เข้าประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท (เฉิดฉัน และคณะ, 2538)

กรมประมงสามารถเพาะพันธุ์ปลาบู่ทรายสำเร็จตั้งแต่เมื่อปี พ.ศ. 2516 แต่การอนุบาลยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรมีอัตรารอดอยู่ระหว่าง 20-80 เปอร์เซ็นต์ ในระยะลูกปลาวัยอ่อน (สนธิพันธ์ และชัยศิริ 2525; ภาณุ และคณะ, 2532) และระยะการอนุบาลลูกปลาขนาด 1 นิ้วถึงขนาด 2-3 นิ้ว (สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, 2523) นอกจากปัญหาด้านอัตรารอดต่ำแล้วยังมีปัญหาด้านการเจริญเติบโต (Cheah *et al*., 1994; Lin and Kaewpaitoon, 2000) เพราะการเลี้ยงปลาบู่ทรายมักให้อาหารซึ่งมีคุณค่าต่ำ (Bundit and Jauncey, 2008) โดยเฉพาะอาหารสด ทำให้คุณภาพน้ำเสียได้ง่าย (Lam *et al*., 2014) และคณะผู้วิจัยเห็นว่าการใช้อาหารสดยังไม่ตรงตามความต้องการทางโภชนาการของลูกปลาระยะนี้จึงควรใช้อาหารสำเร็จรูปซึ่งสามารถผลิตอาหารได้ตามความต้องการทางโภชนาการของลูกปลาบู่ได้เพื่อให้มีการเจริญเติบโตดี รสชาติและกลิ่นของอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งในการทำให้ปลายอมรับอาหาร ดังนั้นอาหารชนิดนั้นจึงควรมีรสชาติและกลิ่นเหมือนธรรมชาติ การเพิ่มสารแต่งกลิ่นช่วยดึงดูดความสนใจและความอยากกินมากขึ้น (สุทิน และวิชิต, 2547) สำหรับข้อมูลการใช้สารกระตุ้นที่เหมาะสมกับปลาบู่ทรายยังมีจำกัด ดังนั้นการนำสารดึงดูดผสมในอาหารสำเร็จรูปอนุบาลปลาบู่ทรายขนาดเล็กจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำการศึกษา

จากงานวิจัยหลายฉบับมีการนำสารดึงดูดหลายชนิดมาใช้ในการกระตุ้นการกินอาหารกับปลาบู่ทรายทำให้เพิ่มการยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้ดีขึ้น เช่น การใช้ betaine, taurine, inosine, inosine 5′monophosphate disodium และ guanosine 5′-monophosphate disodium (Lim *et al*., 2016) Limtipsuntorn (2007) นำสารสกัดจากหอยแมลงภู่, หมึก, กุ้งฝอย, Glycine, L-alanine, L-proine, L-valine, L-taurine, mixture amino acid, betaine และ inosine-5-monophosphate โดยผสมในวุ้นเพื่อทดสอบการกินอาหารในปลาบู่ทราย และทวี และคณะ (2557) ศึกษาการใช้สารสกัดจากหมึกป่น, fish soluble extract, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract มาผสมในอาหารสำเร็จรูปเพื่อกระตุ้นการกินอาหารของปลาม้าซึ่งทำให้มีการยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้ดีขึ้น การศึกษาถึงชนิดของสารดึงดูดต่าง ๆ มาผสมในอาหารสำเร็จรูปในครั้งนี้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากหากปลาบู่ทรายสามารถยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้มากขึ้นก็สามารถนำไปพัฒนาการอนุบาลและเลี้ยงปลาบู่ทรายให้มีอัตรารอดสูงขึ้น แข็งแรง และการเจริญเติบโตดี จะทำให้เกิดอุตสาหกรรมการเลี้ยงปลาบู่ทรายเกิดขึ้นได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบถึงชนิดของสารดึงดูดในอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายขนาด 0.45 กรัม โดยพิจารณาจากการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกปลาบู่ทราย

วิธีดำเนินการ

1. การวางแผนการทดลอง

1.1 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 7 ชุดการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารสำเร็จรูปที่ผสม fish soluble extract

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารสำเร็จรูปที่ผสมน้ำมันหมึก

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารสำเร็จรูปที่ผสมหมึกป่น

ชุดการทดลองที่ 5 อาหารสำเร็จรูปที่ผสมตับหมึกป่น

ชุดการทดลองที่ 6 อาหารสำเร็จรูปที่ผสมหัวกุ้งป่น

ชุดการทดลองที่ 7 อาหารสำเร็จรูปที่ผสม yeast extract

1.2 สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสงขลา ต. คลองหอยโข่ง อ. คลองหอยโข่ง จ. สงขลา ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนสิงหาคม 2555 ระยะเวลา 20 สัปดาห์

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมลูกปลาทดลอง

นำลูกปลาบู่ทรายจากพ่อแม่พันธุ์ชุดเดียวกันและอนุบาลด้วยวิธีการเดียวกันจากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดปทุมธานีขนาดประมาณ 2.0-3.0 เซนติเมตร จำนวนประมาณ 1,500 ตัว มาพักไว้ในบ่อซีเมนต์กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.0 เมตร ใช้ระบบน้ำไหลผ่าน จำนวน 3 บ่อ ระดับน้ำลึก 30 เซนติเมตร มีหัวทรายให้อากาศ 3 จุด และให้ไรแดงเป็นอาหารเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นนำลูกปลาทั้งหมดไปอนุบาลในตู้กระจกขนาด 40x60x45 เซนติเมตร โดยมีระดับน้ำตู้ละ 20 เซนติเมตร และใช้ระบบน้ำไหลผ่าน จำนวน 5 ตู้ มีหัวทรายให้อากาศ 1 จุด ปล่อยลูกปลาจำนวนตู้ละประมาณ 300 ตัว และให้ไรแดงผสมกับอาหารชุดการทดลองที่ 1 เพื่อปรับให้ปลาคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมและฝึกให้ลูกปลายอมรับอาหารทดลองโดยสมบูรณ์เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการคัดลูกปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันและสุ่มปลาทดลองจำนวน 50 ตัวชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวเพื่อเป็นขนาดของลูกปลาเริ่มต้นการทดลองซึ่งในการทดลองนี้ลูกปลามีขนาดความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.36 เซนติเมตร และน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.45 กรัม จากนั้นสุ่มปลาลงตู้ทดลองขนาด 40x60x45 เซนติเมตร ใช้ระบบน้ำไหลผ่าน จำนวนตู้ละ 50 ตัว ให้อาหารทดลองตามแผนการทดลองที่เตรียมไว้

2.2 การเตรียมบ่อทดลอง

เตรียมตู้กระจกทดลองขนาด 40x60x45 เซนติเมตร เติมน้ำสูง 20 เซนติเมตร (ปริมาตรน้ำ 48 ลิตร) จำนวน 28 ตู้ ทุกตู้ทดลองมีหัวทรายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว จำนวน 1 หัว และใช้ระบบน้ำไหลผ่าน ทำความสะอาดตู้ทดลองโดยดูดตะกอนและเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ทุก ๆ 2 สัปดาห์ จนครบ 20 สัปดาห์

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

2.3 การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ใช้สูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน คือ มีระดับโปรตีนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และระดับพลังงาน 400 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม โดยแต่ละชุดการทดลองผสมสารดึงดูดในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัตถุดิบอาหาร (ตารางที่ 1) นำอาหารทดลองมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 5 กรัม มาผสมน้ำแล้วปั้นเป็นก้อน นำอาหารที่ปั้นเป็นก้อนแล้วเก็บในตู้เย็น สุ่มอาหารทดลองชุดการทดลองละ 200 กรัม นำไปวิเคราะห์คุณค่าทางเคมีของอาหาร (proximate analysis)

การหาค่าของโปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า และ เยื่อใย โดยวิธีการของ AOAC (2005) ดังนี้ คือ การวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี block digestion/steam distillation, ปริมาณไขมันโดยวิธี ether-extraction, ปริมาณความชื้นโดยวิธี oven drying, ปริมาณเถ้าโดยวิธี muffle furnace combustion และปริมาณเยื่อใยโดยวิธี acid-alkali digestion

การคำนวณหาค่าของคาร์โบไฮเดรต (nitrogen free extract, NFE) ใช้วิธีการคำนวณตาม FAO (1994), ค่าพลังงานรวมในอาหาร (gross energy, GE) คำนวณตามวิธีใน NRC (1993) และ ค่าพลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy, DE) ใช้วิธีการคำนวณตาม วิมล (2536) ดังนี้

NFE (%) = 100 - (% โปรตีน + % ไขมัน + % เยื่อใย + % เถ้า + % ความชื้น)

GE (kcal/100g) = (% โปรตีน x 5.64) + (% ไขมัน × 9.44) + (% NFE × 4.11)

DE (kcal/100g) = (% โปรตีน x 4.5) + (% ไขมัน x 8.4) + (% NFE x 2.1)

โดยนำอาหารทดลองไปวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี ณ ห้องปฏิบัติการทางเคมีของสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด กองวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง

3. การจัดการการทดลอง

3.1 การให้อาหารทดลอง

ให้อาหารปลาทดลองแต่ละสูตรตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้วันละ 3 ครั้ง เวลา 07.00, 12.00 และ 17.00 น. แต่ละครั้งให้ลูกปลากินจนอิ่ม (satiation) หากมีอาหารเหลือหลังจากให้อาหารแล้ว 30 นาที ทำการดูดตะกอนอาหารที่เหลือในตู้กระจกออก นำอาหารที่เหลือมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 137 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนอาหารมีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ชั่งน้ำหนักเพื่อทราบปริมาณอาหารที่ลูกปลากิน

3.2 การเก็บข้อมูล

ในระหว่างการทดลองทำการเก็บข้อมูลโดยชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเหยียด พร้อมกับนับจำนวนปลาที่เหลือรอดและรวบรวมปริมาณอาหารที่ปลากินทุก ๆ 4 สัปดาห์ โดยวันที่เก็บข้อมูลงดให้อาหารเวลา 07.00 น. และเมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการเก็บตัวอย่างปลาทั้งหมดมาชั่งน้ำหนักตัวและวัดความยาวเหยียดเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาการกระจายของขนาดปลา (size distribution) ตรวจสอบอัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดทดลองเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

3.3 วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำ

วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำทุก ๆ 4 สัปดาห์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำเวลา 06.00 น. ทุกตู้ทดลองเพื่อนำ ไปวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen) หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร, ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ความเป็นด่าง (alkalinity) หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ของ $CaCO_3$, ความกระด้าง (hardness) หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ของ $CaCO_3$, แอมโมเนียรวม (total ammonia) หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร และ ไนไตรท์ (nitrite) หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร โดยวิธีการไตเตรทตามวิธีการของ ไมตรี และจารุวรรณ (2528) และวัดอุณหภูมิน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์หน่วยเป็นองศาเซลเซียส

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ตารางที่ 1 สูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

วัตถุดิบ (%)	ชุดการทดลอง						
	ชุดควบคุม	fish soluble extract	น้ำมันหมึก	หมึกป่น	ตับหมึกป่น	หัวกุ้งป่น	yeast extract
ปลาป่น (60 %)	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00
Fish soluble extract	-	5.00	-	-	-	-	-
น้ำมันหมึก	-	-	5.00		-	-	-
หมึกป่น	-	-	-	5.00	-	-	-
ตับหมึกป่น	-	-	-	-	5.00	-	-
หัวกุ้งป่น	-	-	-	-	-	5.00	-
Yeast extract	-	-	-	-	-	-	5.00
Wheat gluten	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00.
แป้งข้าวเจ้า	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
CMC*	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
น้ำมันถั่วเหลือง	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
วิตามินรวม**	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
แร่ธาตุรวม***	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
แกลบบดละเอียด	5.00	-	-	-	-	-	-
รวม	100	100	100	100	100	100	100
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง)							
ความชื้น	8.89	9.00	10.74	9.26	9.46	9.31	9.48
โปรตีน	48.74	51.01	50.74	51.92	50.58	51.42	51.02
ไขมัน	8.36	8.21	9.03	8.75	9.01	8.33	8.32
กาก	3.24	0.72	0.67	1.34	1.31	1.47	1.94
เถ้า	13.36	12.47	13.10	12.17	12.48	13.24	12.40
ค่าจากการคำนวณ							
NFE (%)	17.41	18.59	15.72	16.56	17.16	16.23	16.84
พลังงานรวม (Kcal/100 g)	425.37	441.60	436.03	443.49	440.85	435.35	435.51
DE (Kcal/100 g)	326.12	337.55	337.19	341.92	339.33	335.45	334.84
DE/P	6.69	6.62	6.65	6.59	6.71	6.52	6.56

หมายเหตุ : *Carboxy Methyl cellulose

**วิตามินรวมในอาหาร 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย Vitamin A 0.8 ก; Vitamin D_3 0.16 ก; Vitamin K 5 ก.; Thiamine 6 ก.; Riboflavin 10 ก.; Pyridoxine 4 ก.; Calcium pantothenate 10 ก.; Niacin 40 ก.; Biotin 0.6 ก.; Folic acid 1.5 ก.; Vitamin B_{12} 0.1ก. และ Inositol 200 ก.

***แร่ธาตุรวมในอาหาร 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย Sodium chloride 73.47 ก.; Magnesium oxide 19.07 ก.; Potassium chloride 96.25 ก.; Dicalcium phosphate 283.0 ก.; Ferrous sulphate 21.6 ก.; Calcium 146.36 ก.; Potassium iodide 0.15 ก.; Copper sulphate 0.16 ก.; Manganese sulphate 0.8 ก.; Cobalt sulphate 1.19 ก. และ Zinc sulphate 2.98 ก.

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร นำมาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวน (one way analysis of variance) พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโต, การใช้ประโยชน์จากอาหาร และอัตรารอด ด้วยวิธี Duncan' s new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป กรณีข้อมูลที่เป็นอัตราส่วนและเปอร์เซ็นต์ ทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธี arcsine transformation ก่อนนำไปวิเคราะห์ ส่วนการกระจายของน้ำหนักปลานำไปวิเคราะห์ค่าด้วยวิธี Chi-square ดังต่อไปนี้

4.1 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กรัม)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{จำนวนตัว}}$$

4.2 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (daily weight gain, DWG; กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักปลาเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{ระยะเวลาทดลอง}}$$

4.3 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (percentage weight gain; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}} \times 100$$

4.4 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate; เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= \frac{(ln\ \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - ln\ \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาการเลี้ยง}} \times 100$$

4.5 อัตราการกินอาหาร (daily feed intake, DFI; เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินต่อวัน}}{(\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}+\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง})/2} \times 100$$

4.6 ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (protein efficiency ratio; PER)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น้ำหนักโปรตีนที่ปลากิน}}$$

4.7 น้ำหนักอาหารที่ปลากิน (total feed intake; TFI; กรัมต่อตัว)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารทั้งหมดที่ปลากิน}}{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

4.8 ปริมาณการกินโปรตีน (protein consumption; กรัม/ตัว)

= ปริมาณการกินอาหาร x เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหาร

4.9 ปริมาณการกินพลังงานที่ย่อยได้ (energy consumption; (Kcal/100 g /ตัว)

= ปริมาณการกินอาหาร x ระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร

4.10 อัตราการแลกเนื้อ (feed conversion ratio; FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหาร (แห้ง) ที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

4.11 อัตรารอด (survival rate; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือรอด}}{\text{จำนวนปลาที่เริ่มทดลอง}} \times 100$$

ผลการทดลอง

ผลการทดลองอนุบาลลูกปลาบู่ทรายในตู้กระจกด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกัน 6 ชนิด ได้แก่ ชุดควบคุม, fish soluble extract, น้ำมันหมึก, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract ระยะเวลา 20 สัปดาห์ ปลาบู่ทรายมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.45±0.01 กรัม ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.36±0.06 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองปรากฏผล ดังนี้

1. การเจริญเติบโต

1.1 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย

ลูกปลาบู่ทรายมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.45±0.01 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ลูกปลาบู่ทรายมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 1.12±0.10, 1.28±0.25, 1.41±0.22, 1.19±0.21, 1.33±0.41, 1.20±0.13 และ 1.42±0.21 กรัม ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 2, ภาพที่ 1)

1.2 น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย

ลูกปลาบู่ทรายมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.45±0.01 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ลูกปลาบู่ทรายมีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 0.67±0.09, 0.83±0.24, 0.96±0.22, 0.74±0.21, 0.88±0.42, 0.75±0.13 และ 0.97±0.22 กรัม/ตัว ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4)

1.3 ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย

ลูกปลาบู่ทรายมีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 3.36±0.06 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองลูกปลา พบว่า ลูกปลาบู่ทรายมีความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 4.70±0.08, 4.99±0.30, 5.16±0.36, 4.74±0.32, 4.95±0.51, 4.91±0.12 และ 5.17±0.27 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสม yeast extract มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารผสมหัวกุ้งป่น, ตับหมึกป่น, หมึกป่น, น้ำมันหมึก และ fish soluble extract แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปชุดควบคุมเพียงอย่างเดียว และลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารผสมหัวกุ้งป่น, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, fish soluble extract และชุดควบคุมมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 3, ภาพที่ 2)

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ตารางที่ 2 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

อายุ (สัปดาห์)	ชนิดสารดึงดูด						
	ชุดควบคุม	fish soluble extract	น้ำมันหมึก	หมึกปั่น	ตับหมึกปั่น	หัวกุ้งปั่น	yeast extract
เริ่มต้น	0.45±0.01^{a}	0.45±0.01^{a}	0.45±0.01^{a}	0.45±0.01^{a}	0.45±0.01^{a}	0.45±0.01^{a}	0.45±0.01^{a}
4	0.54±0.04^{a}	0.52±0.05^{a}	0.55±0.04^{a}	0.53±0.03^{a}	0.52±0.03^{a}	0.51±0.04^{a}	0.56±0.07^{a}
8	0.59±0.04^{a}	0.66±0.06^{ab}	0.67±0.05^{b}	0.61±0.08^{ab}	0.68±0.03^{b}	0.65±0.02^{ab}	0.65±0.05^{ab}
12	0.86±0.03^{ab}	0.92±0.07^{ab}	0.96±0.14^{ab}	0.84±0.10^{a}	0.89±0.11^{ab}	0.91±0.14^{ab}	1.00±0.12^{b}
16	0.95±0.05^{a}	0.12±0.19^{abc}	1.28±0.21^{bc}	1.09±0.17^{abc}	1.06±0.20^{abc}	1.04±0.06^{ab}	1.32±0.27^{c}
20	1.12±0.10^{a}	1.28±0.25^{a}	1.41±0.22^{a}	1.19±0.21^{a}	1.33±0.41^{a}	1.20±0.13^{a}	1.42±0.21^{a}

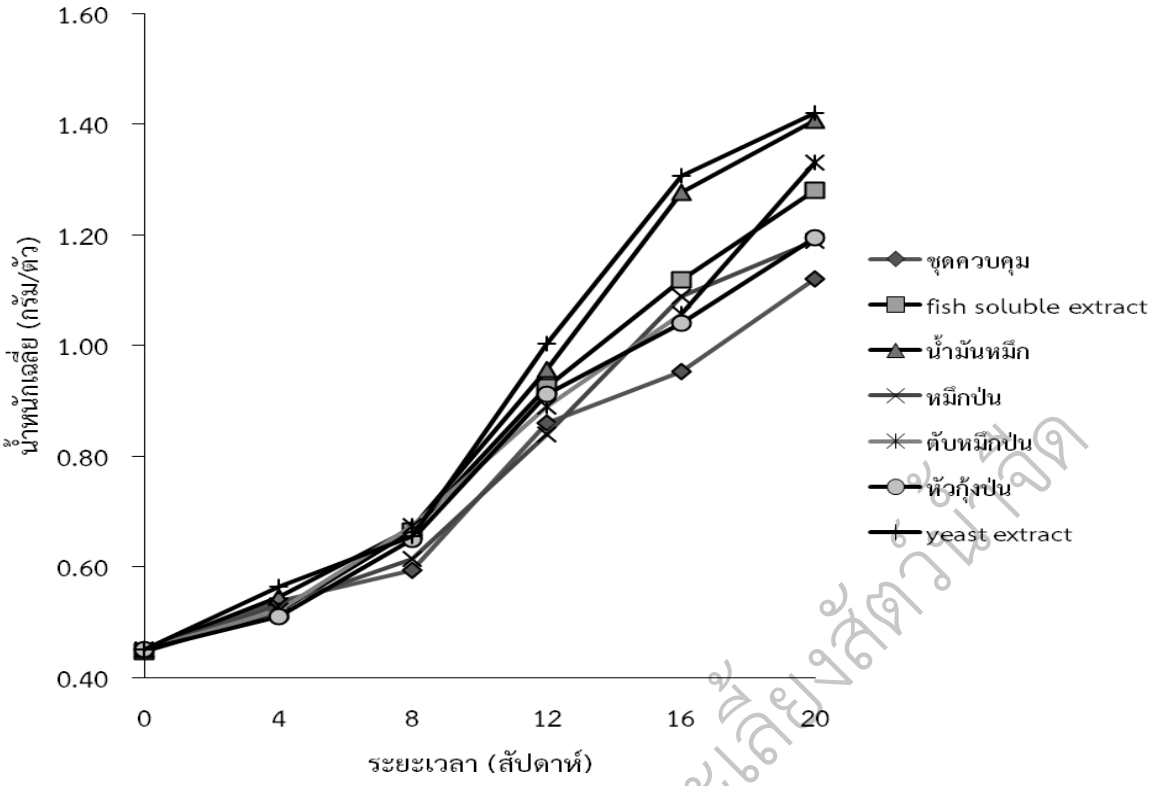
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean±sd) ในแนวนอนที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 3 ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

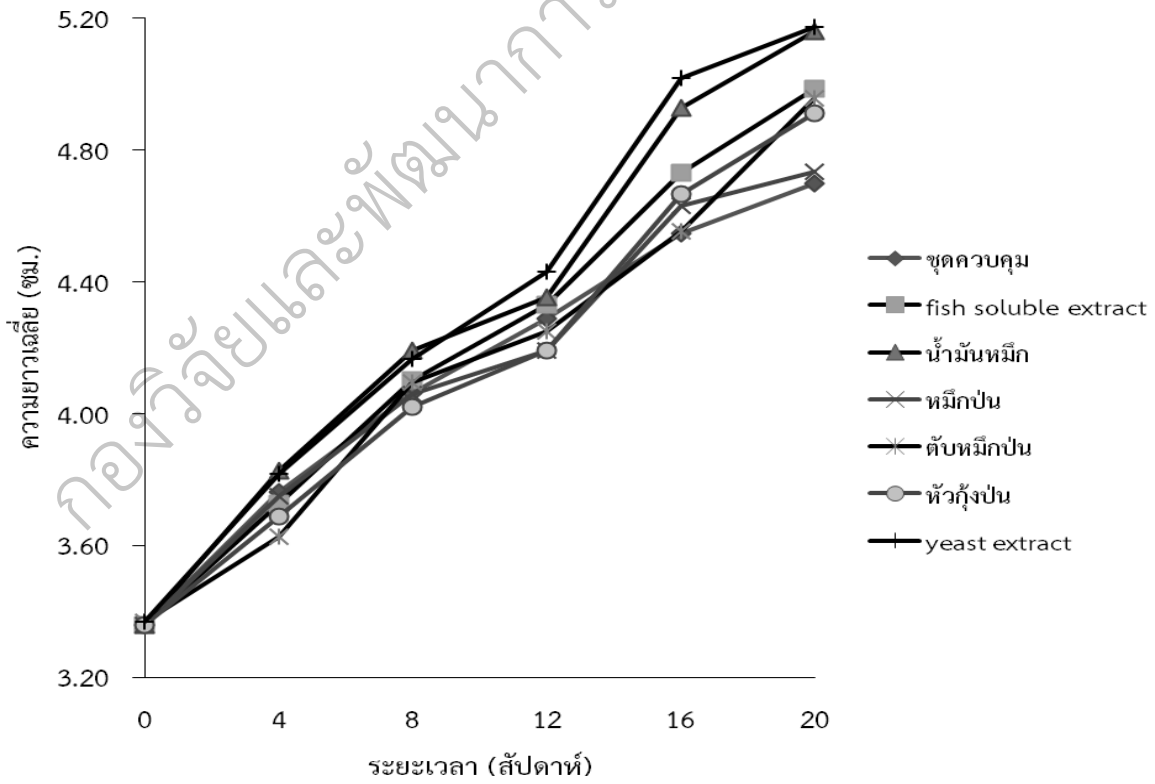
อายุ (สัปดาห์)	ชนิดสารดึงดูด						
	ชุดควบคุม	fish soluble extract	น้ำมันหมึก	หมึกปั่น	ตับหมึกปั่น	หัวกุ้งปั่น	yeast extract
เริ่มต้น	3.36±0.06^{a}	3.36±0.06^{a}	3.36±0.06^{a}	3.36±0.06^{a}	3.36±0.06^{a}	3.36±0.06^{a}	3.36±0.06^{a}
4	3.77±0.14^{ab}	3.73±0.09^{ab}	3.83±0.08^{b}	3.76±0.08^{ab}	3.63±0.11^{a}	3.69±0.06^{ab}	3.82±0.13^{b}
8	4.07±0.12^{a}	4.10±0.18^{a}	4.19±0.18^{a}	4.06±0.21^{a}	4.10±0.10^{a}	4.02±0.05^{a}	4.17±0.13^{a}
12	4.29±0.05^{ab}	4.33±0.13^{ab}	4.35±0.16^{ab}	4.20±0.18^{a}	4.25±0.17^{ab}	4.19±0.08^{a}	4.43±0.20^{b}
16	4.55±0.09^{a}	4.73±0.19^{abc}	4.93±0.32^{bc}	4.63±0.34^{ab}	4.56±0.25^{a}	4.67±0.07^{abc}	5.02±0.30^{c}
20	4.70±0.08^{a}	4.99±0.30^{ab}	5.16±0.36^{b}	4.74±0.32^{ab}	4.95±0.51^{ab}	4.91±0.12^{ab}	5.17±0.27^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean±sd) ในแนวนอนที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

กองวิจัยและพัฒนาการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกัน เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์



ภาพที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

1.4 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)

ลูกปลาบู่ทรายเริ่มต้นทดลองมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.45±0.01 กรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีน้ำหนักเพิ่มต่อวันเท่ากับ 0.005±0.001, 0.006±0.002, 0.007±0.002, 0.005±0.002, 0.006±0.003, 0.005±0.001 และ 0.007±0.002 กรัม /ตัว/วัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า น้ำหนักเพิ่มต่อวันมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4)

1.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (percent weight gain; เปอร์เซ็นต์)

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มของลูกปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ลูกปลามีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเท่ากับ 148.48±18.56, 183.36±51.73, 211.70±46.60, 163.41±43.71, 196.10±96.39, 165.37±30.87 และ 217.05±55.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4)

1.6 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate; เปอร์เซ็นต์/วัน)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกปลาบู่ทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ลูกปลามีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.65±0.06, 0.74±0.12, 0.81±0.11, 0.68±0.12, 0.75±0.24, 0.70±0.08 และ 0.82±0.12 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 4)

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ตารางที่ 4 อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

	ชนิดสารดึงดูด						
	ชุดควบคุม	fish soluble extract	น้ำมันหมึก	หมึกป่น	ตับหมึกป่น	หัวกุ้งป่น	yeast extract
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	0.45±0.01[a]	0.45±0.01[a]	0.45±0.01[a]	0.45±0.01[a]	0.45±0.01[a]	0.45±0.01[a]	0.45±0.01[a]
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม)	1.12±0.10[a]	1.28±0.25[a]	1.41±0.22[a]	1.19±0.21[a]	1.33±0.41[a]	1.20±0.13[a]	1.42±0.21[a]
ความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	3.36±0.06[a]	3.36±0.06[a]	3.36±0.06[a]	3.36±0.06[a]	3.36±0.06[a]	3.36±0.06[a]	3.36±0.06[a]
ความยาวสุดท้ายเฉลี่ย (เซนติเมตร)	4.70±0.08[a]	4.99±0.30[ab]	5.16±0.36[b]	4.74±0.32[ab]	4.95±0.51[ab]	4.91±0.12[ab]	5.17±0.27[b]
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	0.67±0.09[a]	0.83±0.24[a]	0.96±0.22[a]	0.74±0.21[a]	0.88±0.42[a]	0.75±0.13[a]	0.97±0.22[a]
น้ำหนักเพิ่มต่อวัน(กรัม/ตัว/วัน)	0.005±0.001[a]	0.006±0.002[a]	0.007±0.002[a]	0.005±0.002[a]	0.006±0.003[a]	0.005±0.001[a]	0.007±0.002[a]
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)	148.48±18.56[a]	183.36±51.73[a]	211.70±46.60[a]	163.41±43.71[a]	196.10±96.39[a]	165.37±30.87[a]	217.05±55.51[a]
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	0.65±0.06[a]	0.74±0.12[a]	0.81±0.11[a]	0.68±0.12[a]	0.75±0.24[a]	0.70±0.08[a]	0.82±0.12[a]
อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)	30.52±4.22[a]	27.90±9.31[a]	26.41±11.29[a]	33.82±8.26[a]	32.83±3.89[a]	30.19±7.82[a]	30.35±6.38[a]
อัตราการแลกเนื้อ	3.86±1.35[a]	4.62±2.67[a]	5.51±3.20[a]	3.31±0.70[a]	3.20±1.18[a]	3.88±1.60[a]	3.12±0.77[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean±sd) ในแนวนอนที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

1.7 เปอร์เซ็นต์การกระจายน้ำหนักตัว

เปอร์เซ็นต์การกระจายน้ำหนักตัวของลูกปลาบู่ทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมสารดึงดูดทั้ง 6 ชนิด มีเปอร์เซ็นต์การกระจายน้ำหนักตัวมากกว่า 1.2 กรัม มากที่สุดโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 40.58-53.23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันหมึกมีการกระจายขนาดน้ำหนักตัวมากกว่า 1.2 กรัม มากที่สุด คิดเป็น 53.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสม fish soluble extract คิดเป็น 48.21 เปอร์เซ็นต์ และอนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสม yeast extract คิดเป็น 43.86 เปอร์เซ็นต์ โดยอาหารชุดควบคุมมีการกระจายขนาดน้ำหนักตัวมากกว่า 1.2 กรัม น้อยที่สุดคิดเป็น 32.31 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การกระจายน้ำหนักตัวที่ 1.0-1.2 กรัม พบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมตับปลาหมึกป่น มีเปอร์เซ็นต์การกระจายขนาดมากที่สุด คิดเป็น 20.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสม yeast extract คิดเป็น 19.30 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์การกระจายขนาดน้ำหนักตัวน้อยกว่า 1.0 กรัม พบว่า ลูกปลาที่กินอาหารชุดควบคุมมีมากที่สุด คิดเป็น 52.31 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่อนุบาลด้วยอาหารสูตรอื่น ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 30.65-43.75 เปอร์เซ็นต์ โดยลูกปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันหมึกมีเปอร์เซ็นต์การกระจายขนาดน้ำหนักตัวน้อยที่สุดคิดเป็น 30.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 3)

การทดสอบทางสถิติโดยวิธี Chi-square เพื่อเปรียบเทียบการกระจายของขนาดน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาในแต่ละชุดการทดลอง พบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียวซึ่งเป็นชุดควบคุมมีผลการกระจายน้ำหนักตัวมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยน้ำมันหมึก (ค่า p-value มีค่าเท่ากับ 0.03) การกระจายน้ำหนักตัวของการอนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสม fish soluble extract กับ น้ำมันหมึก, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การกระจายน้ำหนักตัวของลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันหมึกเปรียบเทียบกับ หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การกระจายน้ำหนักตัวของลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมหมึกป่นเปรียบเทียบกับ ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การกระจายน้ำหนักตัวของลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมตับหมึกป่นเปรียบเทียบกับหัวกุ้งป่น และ yeast extract มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และการกระจายน้ำหนักตัว ของลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมหัวกุ้งป่น และ yeast extract มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 6)

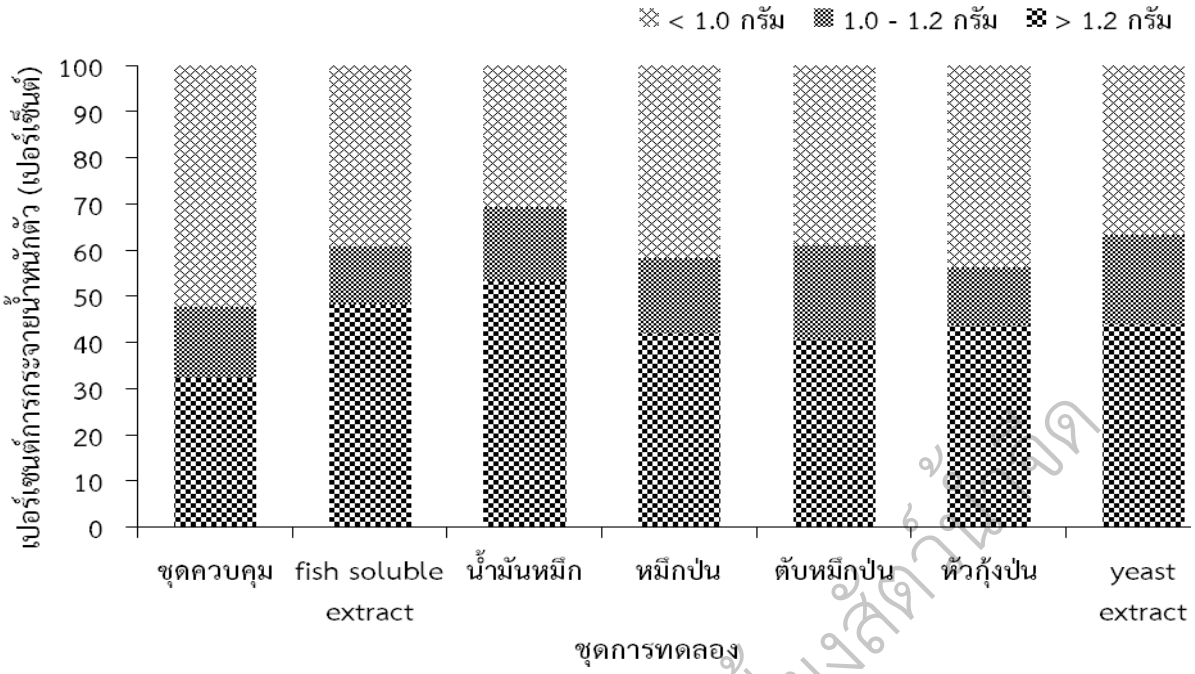
ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การกระจายน้ำหนักตัวของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

น้ำหนัก (กรัม)	ชนิดสารดึงดูด						
	ชุดควบคุม	fish soluble extract	น้ำมันหมึก	หมึกป่น	ตับหมึกป่น	หัวกุ้งป่น	yeast extract
< 1.0	52.31	39.29	30.65	41.79	39.13	43.75	36.84
1.0 - 1.2	15.38	12.50	16.13	16.42	20.29	12.50	19.30
> 1.2	32.31	48.21	53.23	41.79	40.58	43.75	43.86

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของการกระจายของน้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ โดยวิธี chi-square (χ^2)

ชนิดสารดึงดูด		ค่า (χ^2)	ค่า p
ชุดควบคุม	fish soluble extract	3.20	0.20
ชุดควบคุม	น้ำมันหมึก	6.85	0.03
ชุดควบคุม	หมึกป่น	1.61	0.45
ชุดควบคุม	ตับหมึกป่น	2.35	0.31
ชุดควบคุม	หัวกุ้งป่น	1.80	0.41
ชุดควบคุม	yeast extract	2.96	0.23
fish soluble extract	น้ำมันหมึก	1.05	0.59
fish soluble extract	หมึกป่น	0.65	0.72
fish soluble extract	ตับหมึกป่น	1.53	0.47
fish soluble extract	หัวกุ้งป่น	0.27	0.87
fish soluble extract	yeast extract	0.98	0.61
น้ำมันหมึก	หมึกป่น	1.99	0.37
น้ำมันหมึก	ตับหมึกป่น	2.11	0.35
น้ำมันหมึก	หัวกุ้งป่น	2.32	0.31
น้ำมันหมึก	yeast extract	1.04	0.59
หมึกป่น	ตับหมึกป่น	0.35	0.84
หมึกป่น	หัวกุ้งป่น	0.41	0.82
หมึกป่น	yeast extract	0.37	0.83
ตับหมึกป่น	หัวกุ้งป่น	1.47	0.48
ตับหมึกป่น	yeast extract	0.14	0.93
หัวกุ้งป่น	yeast extract	1.24	0.54

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด



ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์การกระจายน้ำหนักตัวของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

2. อัตรารอด

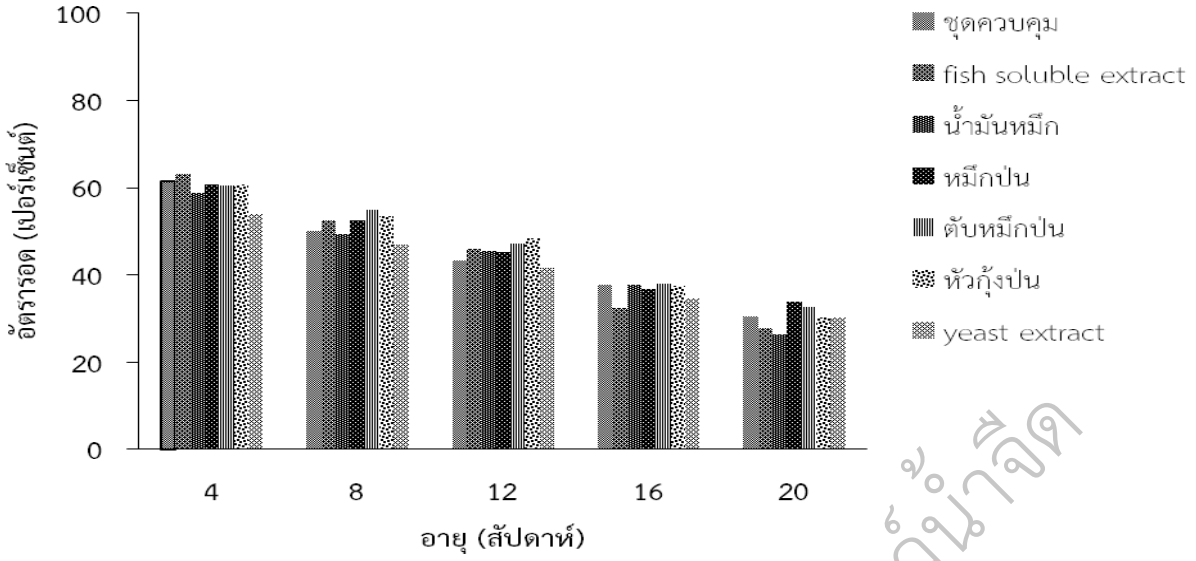
อัตรารอดของลูกปลาบู่ทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเท่ากับ 30.52±4.22, 27.90±9.31, 26.41±11.29, 33.82±8.26, 32.83±3.89, 30.19±7.82 และ 30.35±6.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 7 และภาพที่ 4)

ตารางที่ 7 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

อายุ (สัปดาห์)	ชนิดสารดึงดูด						
	ชุดควบคุม	fish soluble extract	น้ำมันหมึก	หมึกป่น	ตับหมึกป่น	หัวกุ้งป่น	yeast extract
เริ่มต้น	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}
4	61.43±3.26^{ab}	63.29±4.74^{b}	58.75±10.71^{ab}	60.79±3.80^{ab}	60.46±3.98^{ab}	60.69±8.73^{ab}	54.08±3.45^{a}
8	50.25±4.96^{a}	52.65±6.01^{a}	49.45±8.79^{a}	52.50±7.90^{a}	55.00±3.80^{a}	53.64±6.55^{a}	47.00±5.27^{a}
12	43.28±5.20^{a}	46.15±5.89^{a}	45.62±10.34^{a}	45.42±9.49^{a}	47.31±3.39^{a}	48.34±8.45^{a}	41.66±8.45^{a}
16	37.74±2.78^{a}	32.54±10.49^{a}	37.80±9.04^{a}	36.77±5.71^{a}	38.03±2.89^{a}	37.45±10.36^{a}	34.61±8.66^{a}
20	30.52±4.22^{a}	27.90±9.31^{a}	26.41±11.29^{a}	33.82±8.26^{a}	32.83±3.89^{a}	30.19±7.82^{a}	30.35±6.38^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean±sd) ในแนวนอนที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ



ภาพที่ 4 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกัน เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

3. น้ำหนักอาหารที่ปลากิน (total feed intake, TFI; กรัม/ตัว)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าน้ำหนักอาหารที่ลูกปลากินมีค่าเท่ากับ 4.29±1.33, 5.72±2.83, 7.78±4.37, 3.91±1.15, 4.07±0.44, 4.78±1.50, 4.56±0.78 กรัม/ตัว ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันหมึกมีค่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมหัวกุ้งป่นและfish soluble extract แต่แตกต่างจากลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมหมึกป่น, ตับหมึกป่น, yeast extract และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) น้ำหนักอาหารที่ปลากินของลูกปลาบู่ทรายที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสม fish soluble extract, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น, yeast extract และ ชุดควบคุมมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 8)

4. อัตราการกินอาหาร (daily feed intake; เปอร์เซ็นต์/วัน)

อัตราการกินอาหารของลูกปลาบู่ทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.92±1.30, 4.85±2.73, 6.09±3.45, 3.40±0.82, 3.37±0.70, 4.18±1.45 และ 3.49±0.60 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 8)

5. ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (protein efficiency ratio, PER)

ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารของลูกปลาบู่ทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.52±0.17, 0.50±0.23, 0.48±0.31, 0.56±0.16, 0.64±0.29, 0.49±0.15 และ 0.63±0.13 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ทุกชุดการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 8)

กองวิทยบริการเพื่อการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

6. ปริมาณการกินโปรตีน (protein consumption ; กรัม/ตัว)

ปริมาณการกินโปรตีนของลูกปลาบู่ทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.40±0.43, 1.95±0.96, 2.63±1.47, 1.35±0.40, 1.37±0.15, 1.63±0.52 และ 1.55±0.27 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมน้ำมันหมึกมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมหัวกุ้งป่น, yeast extract และ fish soluble extract แต่มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมหมึกป่น, ตับหมึกป่น และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสม fish soluble extract, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น, yeast extract และ ชุดควบคุม มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 8)

7. ปริมาณการกินพลังงาน (Energy consumption ; kcal/ตัว)

ปริมาณการกินพลังงานของลูกปลาบู่ทรายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเท่ากับ 12.16±3.75, 16.83±8.34, 22.61±12.69, 11.56±3.41, 11.96±1.29, 13.87±4.35 และ 13.24±2.27 กิโลแคลอรี/ตัว ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมน้ำมันหมึกมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมหัวกุ้งป่น และ fish soluble extract แต่แตกต่างจากลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสมหมึกป่น, ตับหมึกป่น, yeast extract และชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนลูกปลาที่อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปผสม fish soluble extract, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น, yeast extract และ ชุดควบคุม มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 8)

8. อัตราการแลกเนื้อ (feed conversion ratio)

อัตราการแลกเนื้อของลูกปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าเท่ากับ 3.86±1.35, 4.62±2.67, 5.51±3.20, 3.31±0.70, 3.20±1.19, 3.88±1.60 และ 3.12±0.77 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 8)

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพของอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกันในการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายเป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

รายการ	ชนิดสารดึงดูด						
	ชุดควบคุม	fish soluble extract	น้ำมันหมึก	หมึกป่น	ตับหมึกป่น	หัวกุ้งป่น	yeast extract
น้ำหนักอาหารที่ปลากิน (กรัม/ตัว)	4.29±1.33[a]	5.72±2.83[ab]	7 .78±4.37[b]	3.91±1.15[a]	4.07±0.44[a]	4.78±1.50[ab]	4.56±0.78[a]
อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์/วัน)	3.92±1.30[a]	4.85±2.73[a]	6.09±3.45[a]	3.40±0.82[a]	3.37±0.70[a]	4.18±1.45[a]	3.49±0.60[a]
ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร	0.52±0.17[a]	0.50±0.23[a]	0.48±0.31[a]	0.56±0.16[a]	0.64±0.29[a]	0.49±0.15[a]	0.63±0.13[a]
ปริมาณการกินโปรตีน (กรัม/ตัว)	1.40±0.43[a]	1.95±0.96[ab]	2.63±1.47[b]	1.35±0.40[a]	1.37±0.15[a]	1.63±0.52[ab]	1.55±0.27[ab]
ปริมาณการกินพลังงาน (กิโลแคลอรี/ตัว)	12.16±3.75[a]	16.83±8.34[ab]	22.61±12.69[b]	11.56±3.41[a]	11.96±1.29[a]	13.87±4.35[ab]	13.24±2.27[a]
อัตราการแลกเนื้อ	3.86±1.35[a]	4.62±2.67[a]	5.51±3.20[a]	3.31±0.70[a]	3.20±1.19[a]	3.88±1.60[a]	3.12±0.77[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย (mean±sd) ในแนวนอนที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

9. คุณสมบัติของน้ำ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 26-28 องศาเซลเซียส, ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 6.44-7.23, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.45-7.67 มิลลิกรัมต่อลิตร, ความเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 50.2-72.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ของ $CaCO_3$, ความกระด้างมีค่าอยู่ในช่วง 79.2-85.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ของ $CaCO_3$, ปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.004-0.020 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตร์ท มีค่าอยู่ในช่วง 0.03-0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 9)

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรมประมง

ตารางที่ 9 คุณสมบัติของน้ำระหว่างการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูดต่างกัน เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์

คุณสมบัติของน้ำ	ชนิดสารดึงดูด						
	ชุดควบคุม	fish soluble extract	น้ำมันหมึก	หมึกป่น	ตับหมึกป่น	หัวกุ้งป่น	yeast extract
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	26.0-27.0	26.0-28.0	26.0-28.0	27.0-28.0	27.0-28.0	27.0-28.0	27.0-28.0
ความเป็นกรดเป็นด่าง	6.50-7.19	6.53-7.02	6.46-7.23	6.44-7.03	6.50-6.83	6.49-6.73	6.56-6.68
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.45-7.55	6.65-7.57	6.47-7.57	6.65-7.65	6.65-7.65	6.90-7.60	7.20-7.67
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$)	50.2-70.2	50.2-71.4	50.2-71.2	50.2-70.2	50.2-70.6	50.2-72.2	50.2-70.2
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$)	79.2-84.8	79.2-84.8	79.2-84.8	79.2-85.8	79.2-85.8	79.2-84.8	79.2-85.8
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.004-0.016	0.004-0.018	0.004-0.020	0.004-0.020	0.004-0.018	0.004-0.020	0.004-0.020
ไนไตร์ท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.04-0.06	0.04-0.11	0.05-0.14	0.03-0.11	0.03-0.08	0.04-0.07	0.03-0.08

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการทดลองอนุบาลลูกปลาบู่ทรายด้วยอาหารสำเร็จรูปที่ผสมสารดึงดูด 6 ชนิด โดยมีวัตถุประสงค์ต้องการทราบถึงชนิดของสารดึงดูดที่มีความเหมาะสมในการนำมาผสมในอาหารสำเร็จรูปเพื่อให้ลูกปลายอมรับอาหารสำเร็จรูป พิจารณาจากข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกปลาบู่ทรายที่มีขนาดเริ่มต้นน้ำหนักเฉลี่ย 0.45±0.01 กรัม และความยาวเฉลี่ย 3.36±0.06 เซนติเมตร อนุบาลด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 50 เปอร์เซ็นต์ และระดับพลังงานรวม 400 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม อัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัตถุดิบอาหารทั้งหมด พบว่า การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสุดท้าย, น้ำหนักเพิ่ม, น้ำหนักเพิ่มต่อวัน, เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม และ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการกินอาหารและประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารที่ปลากินมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราแลกเนื้อและอัตรารอดของทุกชุดการทดลองก็มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลทดลองในครั้งนี้แสดงว่าสารดึงดูดทั้ง 6 ชนิดมีผลต่อการยอมรับอาหารสำเร็จรูปของลูกปลาบู่ทราย

ผลจากการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองเบื้องต้นซึ่งข้อมูลด้านการให้อาหารสำเร็จรูปกับลูกปลาบู่ทรายยังมีน้อยแต่จากการทดลองนี้ลูกปลาบู่ทรายสามารถรับอาหารสำเร็จรูปได้แม้ว่าปลาบู่ทรายซึ่งจัดเป็นปลากินเนื้อและไม่ค่อยยอมรับอาหารสำเร็จรูป (Rojtinnakorn *et al*., 2012) ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของลูกปลาบู่ทรายจะเฝ้าดูอาหารก่อนเข้ากินซึ่งมีรายงานของ Mearns *et al.* (1987) กล่าวว่าปลาบู่ทราย

กรมวิทยาศาสตร์บริการ กรมทรัพยากรเพื่อการเกษตร ลิขสิทธิ์

มีระบบประสาทที่เน้นการสัมผัสรสชาติอาหารมากกว่ากลิ่นและใช้สายตาเลือกอาหารคล้ายกับปลาเซลมอน ดังนั้นการใช้สารดึงดูดจึงต้องขึ้นอยู่กับชนิดของปลาและคุณสมบัติของสารดึงดูดแต่ละชนิดด้วย เพราะสารดึงดูดมีรสชาติและกลิ่นที่แตกต่างกัน (Kasumyan and Doving, 2003) การใช้สารดึงดูดทั้ง 6 ชนิด ลูกปลามีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับกับปลาม้าซึ่งทดลองโดย ทวี และคณะ (2557) ซึ่งทดลองอนุบาลปลาม้าขนาดน้ำหนัก 1.68 กรัม ด้วยสารดึงดูด 5 ชนิด คือ หมึกป่น, fish soluble extract, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract ผสมในอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 50 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 450 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ระยะเวลาทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่าปลาม้ามีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย, น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย, เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันเฉลี่ย, อัตราการแลกเนื้อ และอัตรารอด มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับการทดลองครั้งนี้แต่ผลจากการทดลองแตกต่างจากการทดลองในปลาบู่ทรายซึ่ง Limtipsuntorn (2007) ทดลองใช้สารดึงดูด 11 ชนิด คือ สารสกัดจากหอยแมลงภู่, หมึก, กุ้งฝอย, Glycine, L-alanine, L-proine, L-valine, L-taurine, mixture amino acid, betaine และ inosine-5′-monophosphate ผสมในวุ้นเพื่อทดสอบการกินอาหารของปลาบู่ทราย 2 ขนาด คือปลาบู่ทรายขนาดเล็กมีน้ำหนักระหว่าง 0.66-0.67 กรัม และปลาบู่ทรายขนาดใหญ่มีน้ำหนักระหว่าง 3.17-3.24 กรัม โดยการสังเกตพฤติกรรมการเข้ากิน พบว่าปลาบู่ทรายยอมรับอาหารที่ผสมสารสกัดจากกุ้งฝอยมากที่สุด และผลการทดลองที่มีความแตกต่างในครั้งนี้เกิดจากวิธีการประเมินการยอมรับอาหารซึ่งการประเมินทางตรง คือ สังเกตพฤติกรรมการเข้ากินอาหารทดลองซึ่งเห็นผลเร็วและประเมินทางอ้อม คือ การพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโตซึ่งเห็นผลช้านอกจากนั้นขนาดของปลาที่นำมาทดลองก็มีอิทธิพลอย่างมากต่อการตอบสนองต่อสารดึงดูดต่าง ๆ (Reig *et al*., 2003)

จากผลการทดลองชนิดของสารดึงดูดทั้ง 6 ชนิด มีความเหมาะสมในการนำมาเป็นสารดึงดูดให้ลูกปลาบู่ทรายยอมรับอาหารสำเร็จรูปเมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโต ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยอื่นที่ทดลองเกี่ยวกับการใช้สารดึงดูดว่าชนิดของสารดึงดูดให้ผลแตกต่างกัน เช่น ปลาบู่ทรายชอบสารสกัดจากกุ้งฝอยมากกว่าสารสกัดอย่างอื่น (Limtipsuntorn, 2007) ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับ มะลิ และนันทิยา (2528) ที่ทดลองนำหัวกุ้งสดในอัตรา 15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักอาหารมาเลี้ยงปลานิลขนาด 7.7-8.3 กรัม ระยะเวลาเลี้ยง 8 เดือน พบว่า อาหารสูตรที่มีหัวกุ้งสดผสมสามารถเร่งการเจริญเติบโตของปลานิลได้ เพราะสารสกัดจากกุ้งมีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ คือ glycine, taurine, alanine และ proline (Carr and Derby, 1986) ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ปลาโดยเฉพาะกลุ่มปลากินเนื้อยอมรับอาหารได้ดี (De la Higuera, 2001) และ Hertrampf and Piedad-Pascual (2000) รายงานผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการหัวกุ้งป่นที่ผ่านกระบวนการอบ พบว่า มีค่าความชื้น, โปรตีน,ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 4.4, 46.0, 9.8 และ 26.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหัวกุ้งป่นยังประกอบด้วยไคติน (chitin) สารสี กรดไขมันไม่อิ่มตัวกลุ่มโอเมก้า 3 (n-3 fatty acids) โคเลสเตอรอล (cholesterol) (Lovell, 1988) ที่มีคุณสมบัติเป็นสารดึงดูดการกินอาหารของสัตว์น้ำทำให้ได้ผลดีกว่าการใช้สารดึงดูดชนิดอื่น ส่วนการใช้ตะกอนน้ำนึ่งปลาซึ่งมีคุณสมบัติคล้าย fish soluble extract ในปลาดุกลูกผสมซึ่งมีรายงานว่าการใช้ตะกอนน้ำนึ่งปลาเป็นวัตถุดิบผสมในอาหารสำเร็จรูปไม่ควรเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เพราะตะกอนน้ำนึ่งปลามีปริมาณเกลือสูงซึ่งทำให้อาหารมีความเค็มทำให้ปลากินอาหารน้อยลง (สุทิน และวิชิต, 2547) สำหรับการใช้ yeast extract เป็นสารดึงดูดในอาหารสำเร็จรูปก็ให้ผลเช่นเดียวกับการใช้บริวเวอร์ยีสต์ผสมในอาหารเม็ดเลี้ยงปลากะพงขาวขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 0.43 กรัม ในกระชังที่มีระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า อาหารเม็ดที่ผสมบริวเวอร์ยีสต์ 1 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่ออัตรารอดอย่างมีนัยสำคัญ และถ้าผสมในอัตรา 2 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยและอัตราการแลกเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ (ธัชนนท์ และสมเกียรติ, 2552) เพราะองค์ประกอบส่วนใหญ่ของยีสต์สกัดเป็นโปรตีนประมาณ 73-75 เปอร์เซ็นต์ (Sommer, 1998) และพบว่ากุ้งกุลาดำมีการตอบสนองต่อยีสต์สกัดดีกว่าสารกระตุ้นตัวอื่น ๆ ซึ่งในการทดลองใช้ yeast extract ผสมในอาหารแล้วปลาบู่ทรายยอมรับอาหารได้จึงเจริญเติบโตดีจากผลการทดลองเมื่อใช้สารดึงดูดผสมในอาหารสำเร็จรูป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อกระตุ้นการกินอาหารทำให้ลูกปลาบู่ทรายยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้ โดยเฉพาะน้ำหนักสุดท้ายซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.12-1.42 กรัมต่อตัว น้ำหนักเพิ่มต่อวัน 0.005-0.007 กรัม/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 0.65-0.82 เปอร์เซ็นต์/วัน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองการใช้สารดึงดูดในปลาบู่ทรายซึ่ง Limtipsuntorn (2007) ใช้สารสกัดจากกุ้งฝอยผสมในวุ้นเพื่อทดสอบการกินอาหารของปลาบู่ทรายขนาดน้ำหนัก 0.69±0.04 กรัม ในบ่อคอนกรีตขนาด 2.5x2.0x1.1 ลบ.ม. ระยะเวลาทดลอง 15 สัปดาห์ มีน้ำหนักเพิ่มต่อวัน 0.02-0.05 กรัม/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 1.32-2.17 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ซึ่งความแตกต่างในครั้งนี้ศึกษาปลาที่เริ่มทดลองขนาดเล็กกว่า ทำให้การยอมรับอาหารสำเร็จรูปช้ากว่าปลาที่มีขนาดใหญ่กว่าส่งผลให้การเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักเพิ่มต่อวันและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะน้อยลงไปด้วย แต่ผลจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายน้ำหนักเริ่มต้น 1.0 กรัม และความยาวเริ่มต้น 4.50 เซนติเมตร ด้วยไข่ปลานิล, ลูกปลานิล, หนอนแดงแช่แข็ง, เนื้อปลาบดและอาหารสำเร็จรูป ระยะเวลาทดลอง 26 สัปดาห์ มีน้ำหนักเพิ่มต่อวัน 0.003-0.009 กรัม/ตัว/วัน (สุขาวดี และปรเมษฐ์, 2549) ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันมากว่าการให้หนอนแดงแช่แข็งซึ่งมีค่าน้ำหนักเพิ่มต่อวัน 0.003 กรัม/ตัว/วัน และยังให้ผลใกล้เคียงกับการทดลองอนุบาลปลาบู่ทรายด้วยเนื้อหอยแครงสับละเอียด, หนอนแดงมีชีวิต, ไส้เดือนสับ, ไส้เดือนน้ำ และไรแดง ซึ่งลูกปลามีน้ำหนักเริ่มต้น 0.28 กรัม และความยาวเริ่มต้น 2.89 เซนติเมตร ระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์ ลูกปลามีน้ำหนักสุดท้าย 0.47-1.00 กรัม น้ำหนักเพิ่มต่อวัน 0.003-0.013 กรัม/ตัว/วัน และความยาวสุดท้าย 3.59-4.52 เซนติเมตร (วัฒนะ และทวี, 2538) การเจริญเติบโตช้าในปลาบู่ทรายเพราะปลาบู่ทรายจัดเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตช้าเมื่อเปรียบเทียบกับปลาชนิดอื่น ๆ เช่น ปลา *Sarotherodon aureus* , ปลานิล, ปลาไน, ปลากดหลวง และ ปลาเซลมอน ซึ่งมีน้ำหนักเพิ่มต่อวันเท่ากับ 1-1.7, 1-2.3, 3.3-7.7, 1.5-2.2 และ 0.3-1.9 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (Coche, 1982) เพราะปลาบู่จัดเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตช้าอย่างยิ่ง (extreme slow-growing) ดังที่ Tay and Seow (1975) อ้างตาม Dodson (1993) ทดลองเลี้ยงลูกปลาบู่ทรายอายุ 67 วัน น้ำหนักเริ่มต้น 0.57 กรัม ในบ่อดินขนาด 30.5x21.3 เมตร โดย 5 เดือนแรกให้ปลากินยุง (guppies) เป็นอาหารหลังจากนั้นให้ลูกปลาหมอเทศเป็นอาหารอีก 7 เดือน และให้ปลาเป็ดอีก 4 เดือน รวมระยะเวลาเลี้ยง 16 เดือน ได้ปลาขนาดเฉลี่ย 175.1 กรัม น้ำหนักเพิ่มต่อวัน 0.36 กรัม/วัน ความแตกต่างในครั้งนี้เนื่องจากชนิดของอาหารที่ให้ซึ่งในการทดลองนี้ใช้อาหารสำเร็จรูปซึ่งโดยพฤติกรรมปลาบู่ทรายเป็นปลากินเนื้อ (Rojtinnakorn *et al*., 2012) และไม่ค่อยยอมรับอาหารสำเร็จรูป แต่เมื่อใช้สารดึงดูดและมีการฝึกปลาบู่ให้กินอาหารสำเร็จรูปทำให้เพิ่มการยอมรับอาหารสำเร็จรูปได้มากขึ้น การเจริญเติบโตของลูกปลาบู่ทรายมีการเจริญเติบโตช้าในช่วงแรกของการอนุบาล และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่วัยรุ่น (ทวี และอำนาจ, 2529) อัตราการกินอาหารมีค่าอยู่ในช่วง 3.37-6.09 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ซึ่งใกล้เคียงกับอุปนิสัยการกินอาหารของลูกปลาบู่ทรายในอ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณ์ที่มีอัตราการกินอาหารของลูกปลาขนาด 2.0-3.9 เซนติเมตร มีอัตราการกินอาหารเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (ธนาภรณ์ และคณะ, 2556)

อัตรารอดหลังจากอนุบาล 20 สัปดาห์ มีค่าอยู่ระหว่าง 26-33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำจากการสังเกตมีลูกปลาบางตัวที่ไม่ค่อยยอมกินอาหารถึงแม้ได้มีการฝึกให้ยอมรับอาหารสำเร็จรูปมาแล้วเป็นอย่างดีก็ตามเพราะปลาบู่มีระบบประสาทที่เน้นการสัมผัสรสชาติอาหารมากกว่ากลิ่นและใช้สายตาเลือกอาหารคล้ายกับปลาเซลมอน (Mearns *et al*., 1987) ทำให้มีปลาบางตัวอ่อนแอและตายลง อีกทั้งพฤติกรรมของลูกปลาที่มีขนาดเล็กเกินไปยังต้องการอาหารธรรมชาติ เช่น ไรแดง ลูกกุ้งเล็ก ๆ นอกเหนือจากอาหารสมทบที่ให้ปกติ (ทวี และคณะ, 2530) จากการทดลองนี้อัตรารอดมีแนวโน้มต่ำลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 เป็นต้นไป ซึ่งลูกปลามีขนาดความยาวมากกว่า 4 เซนติเมตร ซึ่งเป็นไปได้ว่าโดยพฤติกรรมของปลาบู่มีการสร้างอาณาเขตของตนเองทำให้มีการแย่งพื้นที่ มีความก้าวร้าวมากขึ้น โอกาสการกินกันเองก็มีสูง และเริ่มเป็นผู้ล่าเมื่อมีขนาดความยาวมากกว่า 4 เซนติเมตร (ธนาภรณ์ และคณะ, 2556) และปลาขนาดใหญ่กว่าอาจครอบครองพื้นที่หากินและที่อยู่ซึ่งมีรายงานว่าขนาด (size) เป็นสิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการเป็น Dominance (Barlow *et al*., 1975; Chapman and Bjorn, 1969; Yamagishi

et al., 1974) สำหรับอัตรารอดต่ำนี้มีแนวทางการเพิ่มอัตรารอด คือ การคัดขนาดลูกปลาบู่ทรายทุก ๆ 4 สัปดาห์ (Merican, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายในบ่อดินซึ่งแนวทางหนึ่งในการเพิ่มอัตรารอด คือ ต้องมีการคัดขนาด (จิระภา และคณะ, 2554) และการฝึกการยอมรับอาหารทดลองต้องใช้เวลามากขึ้นและเพิ่มความถี่ในการฝึกมากขึ้นเพราะเป็นช่วงวิกฤตการเปลี่ยนพฤติกรรมจากการกินอาหารมีชีวิตเป็นอาหารสำเร็จรูป (Cheah *et al*., 1994; Lin and Kaewpaitoon, 2000) อัตรารอดครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับการอนุบาลลูกปลาบู่ทรายด้วยไข่ปลานิล, ลูกปลานิล, หนอนแดงแช่แข็ง, เนื้อปลาบด และอาหารสำเร็จรูป ลูกปลามีน้ำหนักเริ่มต้น 1.0 กรัม ในตู้กระจก ระยะเวลา 26 สัปดาห์ อัตรารอด 24-78 เปอร์เซ็นต์ (สุขาวดี และปรเมษฐ์, 2549) และยังใกล้เคียงกับการอนุบาลด้วยไรแดง, เนื้อปลาบด และไรแดงผสมเนื้อปลาบด ในลูกขนาดน้ำหนักเริ่มต้น 0.26 กรัม และความยาวเริ่มต้น 2.70 เซนติเมตร ในกระชังผ้าโอล่อน ระยะเวลาทดลอง 24 สัปดาห์ อัตรารอด 24-60 เปอร์เซ็นต์ (ประดิษฐ์ และการุณ, 2551) และใกล้เคียงกับการอนุบาลด้วยไข่แดง, โรติเฟอร์, ไรแดง, หนอนแดง และอาหารผสมในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2x3 เมตร อัตรารอด 26-50 เปอร์เซ็นต์ (ทวี และคณะ, 2530)

คุณสมบัติของน้ำโดยทั่วไปของการทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง ตามที่ไมตรี และจารุวรรณ (2528) และ มั่นสิน และไพพรรณ (2544) รายงานไว้ เพราะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอนทุก ๆ 2 สัปดาห์ และทุกตู้ทดลองมีหัวทรายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว จำนวน 1 หัว เปิดให้อากาศตลอดเวลา ทำให้น้ำมีคุณสมบัติดีอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ตามที่ ไมตรี (2530) รายงานว่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำควรมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 23.0-32.0 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 6.5-9.0 ปริมาณแอมโมเนียไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเป็นด่างของน้ำควรมีค่ามากกว่า 40 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากผลการทดลองครั้งนี้ สรุปได้ว่าสามารถใช้ fish soluble extract, น้ำมันหมึก, หมึกป่น, ตับหมึกป่น, หัวกุ้งป่น และ yeast extract ในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ ผสมในอาหารสำเร็จรูปที่มีโปรตีน 50 เปอร์เซ็นต์ และระดับพลังงาน 400 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม สำหรับอนุบาลลูกปลาบู่ทราย ขนาดน้ำหนัก 0.45-1.42 กรัม

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาการใช้สารดึงดูดบางชนิดที่ใช้ผสมในอาหารสำเร็จรูป เช่น betaine, taurine, inosine (INO) ซึ่งมีรายงานว่าสามารถใช้การกระตุ้นการบริโภคอาหารของลูกปลาบู่ระยะความยาวระหว่าง 6.6-8.5 เซนติเมตร ได้ผลดี

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด กรมประมง ที่ให้ความอนุเคราะห์การผลิตอาหารทดลอง และขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดปทุมธานี ที่สนับสนุนพันธุ์ปลาบู่ทรายที่ใช้ในการทดลองจนทำให้เกิดการศึกษาในครั้งนี้

กองวิจัยและพัฒนาการเกษตร สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2555. สถิติผลการจับสัตว์น้ำจืดจากธรรมชาติประจำปี 2553. เอกสารฉบับที่ 11/2555. 31 หน้า.

จิระภา โพธิ์ศรี, ชัยสิทธิ์ เสนา, เกรียงไกร สหัสสานนท์ และ นันทิยา สหัสสานนท์. 2554. การอนุบาลปลาบู่ขนาด 5 เซนติเมตรในบ่อดินด้วยความหนาแน่นต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 25/2554. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 34 หน้า.

เฉิดฉัน อมาตยกุล, วัฒนะ ลีลาภัทร, สุรางค์ สุมโนจิตราภรณ์, ทวี วิพุทธานุมาศ, ประดิษฐ์ ศรีภัทรประสิทธิ์ และ สมพร กุลบุญ. 2538. ปลาบู่ทราย. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 89 หน้า.

ทวี วิพุทธานุมาศ และ อำนาจ ฟักเถื่อน. 2529. การเปรียบเทียบอาหารและที่หลบซ่อนในการอนุบาลลูกปลาบู่. รายงานประจำปี 2529. สถานีพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาจังหวัดปทุมธานี, กองนโยบายและแผนงานประมง, กรมประมง. หน้า 75-93.

ทวี วิพุทธานุมาศ, ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และ วีระ วัชรกรโยธิน. 2530. การเปรียบเทียบอัตราปล่อยลูกปลาบู่ในบ่อดิน. รายงานประจำปี 2530. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดปทุมธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. หน้า 218-241.

ทวี วิพุทธานุมาศ, ดาราวรรณ ยุทธยงค์ และ สุรังษี ทัพพะรังสี. 2557. การอนุบาลลูกปลาม้าด้วยสารดึงดูดผสมในอาหาร. วารสารการประมง 67 (1): 43-50.

ธัชนนท์ พุ่มโภคัย และ สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล. 2552. ผลของบริเวอร์ยีสต์และนิวคลีโอไทด์ในอาหารต่อการเติบโตและการรอดของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*). **ใน** : รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 : สาขาประมง. 17-20 ม.ค. 2552. กรุงเทพฯ. หน้า 444-452.

ธนาภรณ์ จิตตปาลพงศ์, มณฑรพ กากแก้ว, วิภารัตน์ ทองงอก และ อุไรวรรณ กว้างขวาง. 2556. อุปนิสัยการกินอาหารของลูกปลาบู่ (*Oxyeleotris marmorata* (Bleeker,1852) ในเขื่อนวชิราลงกรณ์. วารสารการประมง 66 (6): 489-499.

ประดิษฐ์ เพ็ชรจรูญ และ การุณ อุไรประสิทธิ์. 2551. การอนุบาลลูกปลาบู่ทรายวัยอ่อนด้วยอาหาร 3 ชนิด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 42/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 19 หน้า.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, อนุสรณ์ มีวรรณ, ทวี วิพุทธานุมาศ และ วีระ วัชรกรโยธิน. 2532. การเพาะและอนุบาลปลาบู่ทราย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2532. สถานีประมงน้ำจืดปทุมธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 25 หน้า.

มะลิ บุณยรัตผลิน และ นันทิยา อุ่นประเสริฐ. 2528. ผลของสารสีที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนสีและการเจริญเติบโตของปลานิลสีแดง. **ใน** : รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2528 ณ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติบางเขน : 16-18 กันยายน 2528. กรุงเทพฯ. หน้า 38-44.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 319 หน้า.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2530. เกณฑ์คุณสมบัติของน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 75/2530. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 38 หน้า.

วัฒนะ ลีลาภัทร และ ทวี วิพุทธานุมาศ. 2538. การทดลองใช้อาหารมีชีวิตบางชนิดในการอนุบาลลูกปลาบู่ทราย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2538. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพระนครศรีอยุธยา, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 30 หน้า.

วิมล จันทรโรทัย. 2536. การวางแผนวิจัยด้านอาหารปลา. วารสารการประมง 46(4): 323–328.

สุขาวดี กสิสุวรรณ และ ปรเมษฐ์ มุสิการุณ. 2549. การเลี้ยงปลาบู่ขนาดเล็ก (4.5 ซม.) ด้วยอาหารต่างชนิด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 12/2549. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสงขลา, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 30 หน้า.

สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 2523.ชีวประวัติของปลาบู่ทราย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2523. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 44 หน้า.

สุทิน สมบูรณ์ และ วิชิต เสมาชัย. 2547. การใช้ตะกอนน้ำนึ่งปลาเป็นสารแต่งกลิ่นในอาหารปลาดุกลูกผสม. **ใน** : รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. หน้า 93-100.

สนธิพันธ์ ผาสุขดี และ ชัยศิริ ศิริกุล. 2525. การทดลองอนุบาลปลาบู่ทรายโดยใช้โรติเฟอร์. รายงานประจำปี 2525. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยนาท, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. หน้า 116-127.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington. D. C. 1141 pp.

Barlow, H., D. M. Baur and K. R. Mckaye. 1975. A comparison of Feeding and Aggression in color Morphs of the Midas Cichlid. *Bahavior*. 54: 72-96 pp.

Bundit, J. and K. Jauncey. 2008. Farm-made feeds and their importance through using supplemental vitamin E, its effects on fish growth performance, biochemical composition and haematology of marble goby *Oxyeleotris marmoratus*. **In**: Proceedings in International Symposium on Sustaining Fish Diversity, Fisheries and Aquaculture in the Mekong Basin, Ubon Ratchathani, September 2008. Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University. 1-7 pp.

Carr, W. E. S., and C. D. Derby. 1986. Chemically stimulated feeding behavior in marine animals: Importance of chemical mixture and involvement of mixture interactions. *Journal of Chemical Ecology*. 12: 899-1011 pp.

Chapman, D. W. and T. C. Bjorn. 1969. Distribution of Salmonids in streams with special reference to food and feeding. **In**: Symposium on Salmon and Trout in streams. Macmillan Lectures in Fisheries. University of British Columbia. 153-176 pp.

Cheah, S. H., S. Senoo, S. Y. Lam and K. J. Ang. 1994. Aquaculture of a high-value freshwater fish in Malaysia : the marble or sand goby (*Oxyeleotris marmoratus,* Bleeker). *Naga ICLARM Q*. 17(2): 22-25 pp.

Coche, A. G. 1982. Cage culture of tilapia. **In**: Pullin, R.S.V. and R. H. Lowe-McConnell, (eds) The Biology and Culture of Tilapias. ICLARM conference Proceedings 7. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 432 pp.

De la Higuera, M. 2001. Effects of nutritional factors and feed characteristics on feed intake. **In**: Houlihan, D., T. Boujard and M. Jobling (*Eds*.), Food Intake in Fish. UK: Blackwell Science. 268 pp.

FAO. 1994. Nutrition of fish and crustaceans: a laboratory manual. GCP/RLA/102/ITA project. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome: 2-31 pp.

Hertrampt, J. W. and F. Piedad-Pascual. 2000. Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds London : Kluwer Academic Publishers. 573 pp.

Kasumyan, A. O. and K. B. Doving, 2003. Taste preferences in fishes. Fish and Fisheries. 4, 289-347 pp.

Lam, S. S., M. L. Ma. A, Jusoh and M. A. Ambak. 2014. A study on the optimal tank design and Feed type to the growth of marble goby (*Oxyeleotris marmorata* Bleeker) and Reduction of waste in a recirculating aquaponic system. Desalin Water Treat 52: 1044-1053 pp.

Lim, L. S., W. K. Chor, A. D. Tuzan, R. shapawi and G. Kawasamura. 2016. Betaine is a feed enhancer for juvenile grouper (*Epinephelus fuscoguttarus*) as determined behaviourally. J Appl Anim Res 44: 415-418 pp.

Limtipsuntorn, U. 2007. Evaluation of Feed Attractants to Improve Feeding Response and Growth of Marble Goby (*Oxyeleotris marmorata*) Fingerlings. M. S. Thesis. Asian Institute of Technology, Bangkok. 81 pp.

Lin, C. K., and K. Kaewpaitoon. 2000. An overview of freshwater cage culture in Thailand. **In**: Liao, I. C., C. K. Lin, (Eds.), Cage Aquaculture in Asia; Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines and World Aquaculture Society Southest Asian Chapter, Bangkok, Thailand, 253-257 pp.

Lovell, T. 1988. Nutrition and Feeding of Fish. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, 260 pp.

Mearns, K. J., O. F., Ellingsen, K. B. Doving and S. Helmer, (1987). Feeding behaviour in adult rainbow trout and atlantic salmon parr, elicited by chemical fractions and mixtures of compounds identifited in shrimp extract. Aquaculture, 64, 47-63 pp.

Merican, Z. (eds.). 2011. A Winner in Production of Marble goby Fry : *Aquaculture Asia Pacific Magazine*7(5): 30-31 pp.

NRC (National Research Council). 1993. Nutrient Requirement of fish. National Academy Press, Washington, D.C. 144 pp.

Reig, L., M. Ginovart and R. Flos. 2003. Modification of the feeding behaviour of sole (*Solea sole*) through the addition of a commercial flavour as an alternative to betaine. Journals of aquatic living resources. 16: 370-379 pp.

Rojtinnakorn, J., S. Rittiplang, S. Tongsiri and P. Chaibu. 2012. Tumeric extract inducing growth biomarker in sand goby (*Oxyeleotris marmoratus*). **In**: Proceeding of the 2nd International Conference on Chemical, Biological and Environment Sciences (ICCEBS 2012), Bali, June-July, 2012. Planetary Scientific Research Centre. 41-43 pp.

Sommer, R. 1998. Yeast extract: Production, properties and components. Food Australia. 50: 181-183 pp.

Tay, S. H. and P. C. Seow. 1974. Observations the monoculture of induced bred *Oxyeleotris marmoratus*, Bleeker (marble goby) in pond at Sembawang. Singapore J. Prim. Ind. 2(2): 150-154 pp.

Yamagishi, M., T. Maruyama and K. Mashika. 1974. Social Relations in a small Experimental Population of *Odontabutis ogscurus* Related to individual Growth and food intake. Oecogonia 17: 182-202 pp.

กองวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรม