การควบคุมอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในการเลี้ยงปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) โดยการปรับความถี่การให้อาหารและวิธีการให้อาหาร

พิเชต พลายเพชร[1*] จีรรัตน์ เกื้อแก้ว[1] นงลักษณ์ สำราญราษฎร์[1] และประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ[2]

[1]สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง [2]ราชการบริหารส่วนกลาง กรมประมง

บทคัดย่อ

ปลาช่อนทะเลเป็นปลาเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สามารถส่งเสริมการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ได้ เนื่องจากเจริญเติบโตเร็ว รสชาติดีและราคาค่อนข้างสูงหากจำหน่ายเป็นปลามีชีวิต แต่มีอุปสรรคสำคัญคืออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงจนทำให้ไม่มีความคุ้มค่าในการเลี้ยง โดยการจัดการด้านอาหารที่ไม่เหมาะสมอาจเป็นสาเหตุหนึ่ง ดังนั้น ได้มีการทดลองเลี้ยงปลาช่อนทะเลเพื่อศึกษาผลของความถี่และวิธีการให้อาหารต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ทำการเลี้ยงปลาที่มีขนาดน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 100 กรัม โดยใช้ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 49 % และระดับไขมัน 12.9 % เป็นระยะเวลา 6 เดือน ด้วยวิธีการที่เกิดจากรวมของ 2 ปัจจัย คือ ความถี่ในการให้อาหาร 3 ระดับ (ให้วันละ 2 ครั้ง เวลา 09.00 และ 16.00 น. ให้วันละครั้ง เวลา 09.00 น. และให้ครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน เวลา 09.00 น.) และวิธีการให้อาหาร 2 วิธี (ให้แบบกินจนอิ่มและแบบควบคุมปริมาณอาหาร) โดยปริมาณอาหารสำหรับการให้แบบควบคุมคำนวณจากการกำหนดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่มีค่าในช่วง 1.0-1.5 และอัตราการให้อาหารเท่ากับ 4-5 % เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลาช่อนทะเลสามารถเจริญเติบโตจนมีน้ำหนักประมาณ 700-1,200 กรัม โดยความถี่และวิธีการให้อาหารมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ขนาดน้ำหนักตัว คุณภาพทางกายภาพและเคมีของปลาอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) และทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมต่อค่าเหล่านี้ โดยการให้อาหารแบบกินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง เป็นวิธีการเลี้ยงที่ดีที่สุดเนื่องจากมีผลให้ปลาเจริญเติบโตดีที่สุด มีอัตรารอดตายสูง (95 %) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าประมาณ 1.3 รองลงมาคือ การให้อาหารแบบกินจนอิ่มวันละครั้ง ที่ทำให้ปลามีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อประมาณ 1.6 โดยมีความเป็นไปได้ที่วิธีการให้อาหารทั้งสองรูปแบบนี้สามารถลดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อให้ต่ำกว่า 1.5 สำหรับการเลี้ยงปลาช่อนทะเลด้วยอาหารสำเร็จรูปจนได้ขนาดตลาด เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีแนวโน้มลดลงทุกเดือนตลอดระยะเวลาเลี้ยง

คำสำคัญ : ปลาช่อนทะเล อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ความถี่การให้อาหาร วิธีการให้อาหาร

ผู้รับผิดชอบ: *ต. บางพระ อ. ศรีราชา จ. ชลบุรี ๒๐๑๑๐ โทร (๐๓๘) ๓๒๖๕๑๒

E-mail: pichet28@yahoo.com

Feed Conversion Ratio Controlling in Cobia Culture, (*Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766) Using Different Feeding Frequencies and Feeding Regimes

Pichet Plaipetch[1*], Jeerarat Kuekaew[1], Nonglak Samranrat[1] and Pradit chonchuenchob[2]

[1]Coastal Aquatic Feed Research Institute [2]Department of Fisheries

Abstract

Cobia is an economic fish that could be candidate for commercial farming. Because its growth is very fast, tasty and the live fish has rather high price. However, high feed conversion ratio (FCR) is a main constraint resulting in cost ineffectiveness for culturing this species. This may be caused by inappropriate feeding management. Therefore, a feeding trial was conducted to evaluate the effects of feeding frequency and regime on FCR of Cobia. A complete feed containing 49 % protein and 12.9 % lipid feed was fed to the test fish (an initial weight of 100 grams) for 6 months by the methods integrated feed frequency with regime. The feeding frequency consisted of three levels, namely feeding twice daily (at 09.00 and 16.00), once daily (at 09.00) and once every two days (at 09.00). While the feeding regime consisted of feeding to satiation and feeding with the fixed amount. Controlling feed amount was assigned by fixing FCR in range of 1.0-1.5 at feeding rate of 4-5 % BW. When the experiment finished, the test fish could reach 700-1,200 grams. The results indicated that both feeding frequency and regime affected significantly on fish growth performance, survival rate, FCR, size distribution, physical and chemical qualities ($p<0.01$). Both factors also showed interaction on these parameters. Among these integrated methods, feeding Cobia twice daily to satiation was the best practice due to provision of the best growth performance, high survival rate (95 %) and FCR by approximately 1.3. Subsequently, feeding once daily to satiation provided FCR by approximately 1.6. There was feasibility that these two feeding methods could reduce FCR lower than 1.5, for culturing Cobia with complete feed until marketable size. Because their FCRs showed in decreasing trend along with the culture period increased.

Keywords: Cobia, feed conversion ratio, feeding frequency, feeding regime

Corresponding Author *Bangpra Sub – district, Sriracha, Chonburi Province 20110

TEL. (038) 326512**,** E-mail: pichet28@yahoo.com

คำนำ

ปลาช่อนทะเลมีศักยภาพที่จะเป็นปลาเศรษฐกิจชนิดใหม่ของไทยได้ เนื่องจากมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและรสชาติดี โดยในระยะเวลา 3-4 ปี ที่ผ่านมา ประเทศไทยได้เริ่มทดลองเลี้ยงปลาชนิดนี้แต่ปัจจุบันยังไม่แพร่หลาย แม้ว่าตลาดมีความต้องการสูงแต่กลับไม่มีผลผลิตในปริมาณมากพอ เนื่องจากต้นทุนการผลิตที่สูงจากอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงเป็นข้อจำกัดที่สำคัญประการหนึ่งในการตัดสินใจเลี้ยงของเกษตรกร ผลผลิตที่น้อยและไม่แน่นอนนี้ทำให้โรงงานแปรรูปไม่มีความมั่นใจในการทำตลาด เพราะอาจขาดความต่อเนื่องของสินค้าที่จะป้อนโรงงานตลอดทั้งปี โดยปัญหาเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น การให้อาหารที่มีโภชนะต่ำกว่าที่สัตว์น้ำต้องการ วิธีการให้อาหารไม่เหมาะสม เกิดโรคหรือคุณภาพน้ำไม่ดี ส่งผลให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตช้า จากปัญหาดังกล่าวปัจจัยที่สามารถควบคุมได้คือคุณภาพของอาหารที่ใช้เลี้ยง ซึ่งในปลาช่อนทะเลมีการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการสารอาหารเกือบครบถ้วนแล้ว รวมทั้งเกษตรกรสามารถป้องกันการเกิดโรคและเลือกสถานที่เลี้ยงให้เหมาะสมได้ ที่ยังขาดอยู่คือการศึกษาวิธีการให้อาหารที่เหมาะสมกับสภาพการเลี้ยงในประเทศไทยเพื่อที่จะลดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อให้ต่ำลง ตัวอย่างเช่นการเลี้ยงปลาทะเลเชิงพาณิชย์ในต่างประเทศโดยเฉพาะการเลี้ยงปลาแซลมอนที่มีให้อาหารปลาด้วยเครื่องอัตโนมัติ (automatic feeder) ทั้งแบบให้ตามเวลาที่กำหนดหรือแบบให้ตามความต้องการของสัตว์น้ำ วิธีการนี้สามารถคุมอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาแซลมอนให้อยู่ในช่วง 1.0-1.2 ซึ่งทำให้เกิดความคุ้มทุนแม้ราคาอาหารสูง ในทางตรงข้ามเทคโนโลยีนี้ยังเป็นเรื่องใหม่และมีการลงทุนที่สูงทำให้ยังไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาในประเทศไทยเมื่อเทียบกับวิธีการให้อาหารแบบใช้แรงงานที่เกษตรกรไทยนิยมปฏิบัติกัน ดังนั้น การวิจัยนี้ได้ดำเนินการขึ้นเพื่อประเมินหาความถี่และวิธีการให้อาหารที่เหมาะสมสำหรับปลาช่อนทะเลด้วยแรงงาน โดยมุ่งเน้นปรับปรุงให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาชนิดนี้มีค่าที่ดีขึ้นเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรไทย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของความถี่และวิธีการให้อาหารปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเล ต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ขนาดน้ำหนักตัว องค์ประกอบทางเคมีและองค์ประกอบทางกายภาพ (สัดส่วนของเนื้อ ตับและอวัยวะภายใน) สำหรับประเมินหาความถี่และวิธีการให้อาหารที่เหมาะสมในการควบคุมอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อให้มีค่าต่ำที่สุด

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

อาหารและปลาทดลอง

เลี้ยงลูกปลาช่อนทะเลขนาดน้ำหนักประมาณ 80 กรัม ซึ่งได้รับจากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งภูเก็ต ในบ่อคอนกรีตขนาด 15 ลูกบาศก์เมตร บ่อละ 500 ตัว โดยมีการติดตั้งระบบหมุนเวียนเพื่อบำบัดคุณภาพน้ำของบ่อเลี้ยง เลี้ยงปลาด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดจมน้ำซึ่งผลิตโดยสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง ที่มีระดับโปรตีนประมาณ 49 % และไขมัน 12.9 % ที่มีองค์ประกอบวัตถุดิบอาหารดังแสดงใน **ตารางที่ 1** ฝึกให้ปลากินอาหารแบบกินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง เพื่อให้คุ้นเคยกับรูปแบบอาหารและวิธีการให้อาหาร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นจึงนำปลาไปเลี้ยงในกระชังทะเลบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยปล่อยปลาลงเลี้ยงในกระชังขนาด 4 X 4 X 2.5 เมตร จำนวน 18 กระชังๆ ละ 20 ตัว ใช้กระชังไนลอนที่มีขนาดตา 3 เซนติเมตร ใน 3 เดือนแรก และเปลี่ยนเป็นขนาดตา 6 เซนติเมตร ใน 3 เดือนสุดท้ายของการเลี้ยง

ตารางที่ 1 วัตถุดิบและคุณค่าทางโภชนาการของอาหารทดลอง (%)

วัตถุดิบ	(%)	คุณค่าทางโภชนาการ (%)	
ปลาป่นไทย (60 % P)	50	ความชื้น	10.20
กากถั่วเหลือง	27	โปรตีน	48.98
ตับหมึกป่น	10	ไขมัน	12.91
ปลายข้าว	7	เถ้า	13.24
รำข้าว	2	ใยอาหาร	1.53
น้ำมันปลาทูน่า	1.90	คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้	13.14
โปรตีนข้าวสาลี	1.20	**รวม**	**100.00**
วิตามินรวม	0.30		
แร่ธาตุรวม	0.43		
วิตามินซี (99 %)	0.10		
กรดโปรปิโอนิก	0.05		
บีเอชที	0.02		
รวม	**100.00**		

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 Factorial in CRD (Completely Randomized Design) เพื่อศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ความถี่ในการให้อาหารซึ่งมี 3 ระดับ คือ ให้วันละ 2 ครั้ง (09.00 และ 16.00 น.) ให้วันละครั้ง (09.00 น.) และให้ครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน (09.00 น.) และวิธีการให้อาหาร 2 วิธี คือ แบบให้กินจนอิ่ม และให้อาหารโดยควบคุมปริมาณอาหาร กล่าวคือมีการกำหนดปริมาณอาหารในแต่ละวันโดยคิดเป็น % ของ

น.น. ตัว และมีการประมาณการน้ำหนักเพิ่มของปลาตามอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่กำหนดไว้ เพื่อเพิ่มปริมาณอาหารสำหรับวันถัดไป เช่น ปลามีน้ำหนักเริ่มต้น 100 กรัม ให้อาหารวันแรกในอัตรา 5 % ของน้ำหนักตัว คิดน้ำหนักอาหารเป็น 5 กรัม และกำหนดอัตราแลกเนื้อที่ประมาณการไว้เท่ากับ 1.0 หมายความว่าในวันถัดไป ปลาจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 105 กรัม ดังนั้นปริมาณอาหารที่ต้องให้ในวันถัดไป เท่ากับ 5.25 กรัม (คิดจาก 105 x 0.05) เป็นต้น โดยมีการกำหนดค่าต่างๆ สำหรับการให้อาหารมีดังนี้ เดือนที่ 1-2 กำหนดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ 1.5 ที่อัตราการให้อาหารเท่ากับ 5 %, เดือนที่ 3-4 กำหนดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ 1.3 ที่อัตราการให้อาหารเท่ากับ 4.5 %, และเดือนที่ 5-6 กำหนดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ 1.0 ที่อัตราการให้อาหารเท่ากับ 4 % โดยการรวมกันของ 2 ปัจจัยการทดลอง สามารถสรุปเป็นวิธีการทดลองได้ ดังนี้

วิธีที่ 1 ให้อาหารให้วันละ 2 ครั้ง แบบให้กินจนอิ่ม
วิธีที่ 2 ให้อาหารให้วันละ 2 ครั้ง แบบควบคุมปริมาณอาหาร
วิธีที่ 3 ให้อาหารวันละครั้ง แบบให้กินจนอิ่ม
วิธีที่ 4 ให้อาหารวันละครั้ง แบบควบคุมปริมาณอาหาร
วิธีที่ 5 ให้อาหารครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน แบบให้กินจนอิ่ม
วิธีที่ 6 ให้อาหารครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน ควบคุมปริมาณอาหาร

การวัดการเจริญเติบโตและการวัดผลทางสถิติ

ระหว่างการทดลอง มีการบันทึกปริมาณอาหารที่ปลากินในแต่ละวันทั้งแบบให้กินจนอิ่มและแบบควบคุมปริมาณอาหาร ส่วนการวัดผลการเจริญเติบโตทำเดือนละครั้งโดยสุ่มปลากระชังละ 5 ตัว เพื่อชั่งน้ำหนักปลาและวัดความยาว (ทำการสุ่มเพียง 25 % เพื่อลดความบอบช้ำของปลา) พร้อมทั้งตรวจสอบอัตราการรอดตายของปลาที่เหลือในกระชัง ส่วนคุณภาพน้ำของทะเลบริเวณที่ตั้งกระชังได้ใช้ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำของสถาบันฯ ซึ่งทำการตรวจวัดเดือนละครั้ง โดยค่าที่ตรวจวัด ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ออกซิเจนที่ละลายน้ำและแอมโมเนียรวม โดยพบว่าระหว่างการทดลองคุณภาพน้ำมีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ กล่าวคือความเค็มอยู่ในช่วง 26-35 ppt อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 26.5-30.0 ^{0}C ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำทีค่าในช่วง 4.0-6.5 mg/L และค่าแอมโมเนียรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.05-0.82 ppm เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 6 เดือน ทำการชั่งน้ำหนักปลาทุกตัวที่เหลือในแต่ละกระชัง และสุ่มมาจำนวน 5 ตัว เพื่อวิเคราะห์สัดส่วนของเนื้อ ตับ อวัยวะภายในและองค์ประกอบทางเคมี นอกจากนี้ ทำการเก็บตัวอย่างปลาเริ่มทดลองและอาหารทดลองเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้าและใยอาหาร ด้วยวิธีการดังนี้ วิเคราะห์โปรตีนด้วยเครื่อง Truspec CN Carbon/Nitrogen Determination (LECO) วิเคราะห์ไขมันด้วยเครื่อง Fat Extractor TFE 2000 (LECO) วิเคราะห์เถ้า ความชื้นและใยอาหาร ตามวิธีของ AOAC (1995)

การคำนวณค่าต่างๆ มีสูตร ดังนี้

น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม) = น้ำหนักรวม/จำนวนปลา

อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/วัน) = น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น/วัน

อัตราการรอดตาย (%) = (จำนวนปลาที่เหลือ/จำนวนปลาเริ่มต้น) x 100

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ = ปริมาณอาหารที่ปลากิน/น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น

อัตราการกินอาหาร (% นน.ตัว/วัน) = ปริมาณอาหารที่ปลากิน/(ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก)/วัน) x 100

การแพร่กระจายของขนาดน้ำหนักปลา (%) = (จำนวนปลาที่มีขนาดที่ต้องการ/จำนวนปลาทั้งหมด) x 100

สัดส่วนเนื้อ (%) = (น้ำหนักของเนื้อปลาส่วนที่แล่ได้/น้ำหนักปลา) x 100

สัดส่วนตับ (%) = (น้ำหนักของตับ/น้ำหนักปลา) x 100

สัดส่วนอวัยวะภายใน (%) = (น้ำหนักของอวัยวะภายใน/น้ำหนักปลา) x 100

นำข้อมูลเหล่านี้รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของปลา มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's HSD Test ด้วยโปรแกรม SYSTAT version 5.0 (Wilkinson *et al*., 1992)

ผลการทดลอง

หลังสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปลาช่อนทะเลในระบบกระชังทะเลด้วยอาหารทดลองชนิดจมน้ำที่มีระดับโปรตีน 49 % และไขมัน 12.9 % ซึ่งผลิตโดยสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าการเลี้ยงปลาช่อนทะเลแบบให้กินอาหารจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง เป็นวิธีการที่มีผลให้ปลามีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุดและมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าวิธีการอื่นๆ ตลอดระยะเวลาทดลอง รองลงมาคือ การให้กินอาหารจนอิ่มวันละครั้ง ซึ่งการเลี้ยงทั้ง 2 วิธีนี้ มีผลให้ปลาเจริญเติบโตจนมีขนาดเกิน 1 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาที่เลี้ยงแบบให้กินอาหารจนอิ่มทั้ง 2 วิธี นี้ ให้ค่าดีที่สุด ส่วนอัตราการกินอาหารพบว่าการเลี้ยงแบบให้กินอาหารจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง มีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ การให้กินอาหารจนอิ่มวันละครั้ง โดยเมื่อเทียบกันระหว่างการให้อาหารแบบกินจนอิ่มกับการให้แบบควบคุมปริมาณ พบว่าอัตราการกินของปลาที่มีการให้อาหารแบบควบคุมปริมาณมีค่าสูงการให้กินจนอิ่มประมาณ 2 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากมีการให้อาหารในปริมาณที่แน่นอนทุกครั้ง (ชั่งไว้ล่วงหน้า) แต่ปลากลับไม่ได้เจริญเติบโตตามที่คาดการณ์ไว้ ในส่วนอัตรารอดตายพบว่าปลาที่เลี้ยงแบบให้กินอาหารจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ การให้กินอาหารจนอิ่มวันละครั้ง **(ตารางที่ 2, รูปที่ 1 และ 2)**

เมื่อพิจาณาถึงอิทธิพลของความถี่และรูปแบบการให้อาหารและอิทธิพลร่วม พบว่าทั้งสองค่ามีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการกินอาหารและอัตรารอดตายอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) และทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมต่อค่าเหล่านี้ โดยการเลี้ยงปลาแบบให้กินอาหารจนอิ่มให้ผลดีกว่าการให้แบบควบคุมปริมาณ และการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ให้ผลดีกว่าการให้วันละครั้งและครั้งเดียวแบบ

วันเว้นวัน **(ตารางที่ 3)** การศึกษาการแพร่กระจายขนาดน้ำหนักของปลาที่เลี้ยงด้วยความถี่และรูปแบบการให้อาหารต่างๆ พบว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อค่าดังกล่าว โดยการให้อาหารแบบให้กินอาหารจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง มีผลให้มีสัดส่วนของปลาที่มีขนาดตั้งแต่ 1 กิโลกรัม ขึ้นไป (ผลรวมของปลาขนาด > 1.2 และ 1.0-12 กก.) สูงกว่าความถี่และวิธีการให้อาหารแบบอื่นๆ รองลงมาคือ การให้อาหารแบบควบคุมปริมาณวันละ 2 ครั้ง เมื่อเทียบกันระหว่างการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง กับความถี่อื่นๆ พบว่าการให้วันละ 2 ครั้งมีผลให้มีสัดส่วนของปลาที่มีขนาดตั้งตั้งแต่ 1 กิโลกรัม ขึ้นไป สูงกว่าความถี่อื่นๆ เช่นเดียวกันกับการให้อาหารแบบกินจนอิ่มที่ให้ผลดีกว่าการให้แบบควบคุมปริมาณ **(ตารางที่ 4)**

ส่วนอิทธิพลของทั้งสองปัจจัยต่อองค์ประกอบทางกายภาพของปลาทดลอง พบว่าสัดส่วนเนื้อของปลาที่เลี้ยงแบบให้กินอาหารจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ การให้แบบกินจนอิ่มวันละครั้ง เมื่อเทียบกันระหว่างการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง กับความถี่อื่นๆ พบว่าการให้วันละ 2 ครั้ง มีผลให้ปลามีสัดส่วนของเนื้อสูงกว่าความถี่อื่นๆ เช่นเดียวกันกับการให้อาหารแบบกินจนอิ่มที่ให้ผลดีกว่าการให้แบบควบคุมปริมาณ แนวโน้มนี้ยังพบในส่วนของสัดส่วนตับและอวัยวะภายใน **(ตารางที่ 5)** การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของปลาพบว่าการให้อาหารด้วยความถี่และรูปแบบต่างๆ ไม่มีผลต่อการสะสมของโปรตีนของตัวปลาแต่มีอิทธิพลต่อการสะสมไขมัน โดยการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ทำให้มีการสะสมของไขมันในตัวปลาสูงกว่าความถี่อื่นๆ ขณะที่การให้อาหารแบบควบคุมปริมาณอาหารทำให้มีการสะสมของไขมันสูงกว่าการให้แบบกินจนอิ่มเฉพาะการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง และวันครั้ง **(ตารางที่ 6)**

ตารางที่ 2 อิทธิพลของความถี่และวิธีการให้อาหารต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอดตายของปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลเป็นระยะเวลา 6 เดือน

ดัชนี	ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง		ให้อาหารวันละครั้ง		ให้อาหารครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน	
	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ
IW (Kg)	0.11 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0.00	0.12 ± 0.00
FW (Kg)	1.19 ± 0.01^{a}	0.96 ± 0.04^{b}	1.16 ± 0.01^{a}	0.86 ± 0.00^{c}	0.81 ± 0.03^{c}	0.73 ± 0.02^{d}
DWG (g/d)	6.00 ± 0.04^{a}	4.65 ± 0.23^{b}	5.80 ± 0.08^{a}	4.17 ± 0.03^{bc}	3.91 ± 0.12^{c}	3.39 ± 0.13^{d}
FI (% BW/d)	2.20 ± 0.10^{d}	5.95 ± 0.00^{a}	2.51 ± 0.17^{c}	5.95 ± 0.00^{a}	1.78 ± 0.20^{e}	2.97 ± 0.00^{b}
FCR	1.34 ± 0.08^{e}	1.78 ± 0.09^{c}	1.59 ± 0.12^{d}	2.11 ± 0.23^{b}	1.69 ± 0.10^{cd}	2.54 ± 0.23^{a}
SR (%)	95.00 ± 0.00^{a}	86.67 ± 2.89^{a}	86.67 ± 2.89^{a}	72.50 ± 3.54^{b}	67.50 ± 3.54^{b}	63.33 ± 2.89^{b}

หมายเหตุ อักษรตัวยกในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)

IW = น.น. เริ่มต้น, FW = น.น. สุดท้าย, DWG = อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน, FI = อัตราการกิน

FCR = อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, SR = อัตรารอดตาย

DWG, FI และ FCR เป็นค่าเฉลี่ยของ 6 เดือน

ตารางที่ 3 อิทธิพลของความถี่ วิธีการให้อาหาร และอิทธิพลร่วมต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตรารอดตาย ของปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลเป็นระยะเวลา 6 เดือน

ดัชนี	ความถี่ในการให้			วิธีการให้อาหาร		อิทธิพลร่วม
	วันละ 2 ครั้ง	วันละครั้ง	ครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	
FW (Kg)	1.07 ± 0.16^{a}	1.01 ± 0.21^{a}	0.77 ± 0.57^{b}	1.05 ± 0.21^{a}	0.85 ± 0.11^{b}	(p< 0.01)
DWG (g/d)	5.32 ± 0.95^{a}	4.98 ± 1.15^{a}	3.65 ± 0.37^{b}	5.24 ± 1.15^{a}	4.07 ± 0.64^{b}	(p< 0.05)
FI (%BW/d)	4.07 ± 2.65^{b}	4.23 ± 2.43^{a}	2.37 ± 0.84^{c}	2.16 ± 0.37^{b}	4.96 ± 1.72^{a}	(p< 0.01)
FCR	1.56 ± 0.31^{b}	1.85 ± 0.37^{ab}	2.11 ± 0.60^{a}	1.54 ± 0.18^{b}	2.14 ± 0.38^{a}	(p< 0.05)
SR (%)	90.87 ± 5.89^{a}	79.58 ± 10.02^{b}	65.45 ± 2.95^{c}	83.06 ± 14.10^{a}	74.17 ± 11.76^{b}	(p< 0.01)

หมายเหตุ อักษรตัวยกในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p<0.01) โดยเปรียบเทียบแยกกันระหว่างแต่ละปัจจัย

ตารางที่ 4 อิทธิพลของความถี่และวิธีการให้อาหารต่อการแพร่กระจายของขนาดน้ำหนักปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลเป็นระยะเวลา 6 เดือน (%)

น้ำหนัก	ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง		ให้อาหารวันละครั้ง		ให้อาหารครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน	
(Kg)	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ
(>1.2)	14.16 ± 2.20^{b}	23.33 ± 4.25^{a}	18.18 ± 4.18^{b}	00.00 ± 0.00^{c}	00.00 ± 0.00^{c}	00.00 ± 0.00^{c}
(>1.0–1.2)	58.06 ± 8.56^{a}	43.34 ± 5.09^{b}	45.79 ± 3.04^{b}	24.88 ± 9.47^{c}	48.08 ± 2.72^{b}	00.00 ± 0.00^{d}
(>0.8–1.0)	24.07 ± 7.17^{c}	33.33 ± 6.05^{b}	36.03 ± 5.59^{b}	34.22 ± 8.39^{b}	51.92 ± 2.72^{a}	23.52 ± 3.27^{c}
(>0.6–0.8)	00.00 ± 0.00^{c}	00.00 ± 00.00^{c}	00.00 ± 00.00^{c}	22.72 ± 2.15^{b}	00.00 ± 0.00^{c}	58.82 ± 8.24^{a}
(<0.6)	3.71 ± 1.42^{b}	00.00 ± 00.00^{c}	00.00 ± 00.00^{c}	18.18 ± 5.71^{a}	00.00 ± 00.00^{c}	17.66 ± 4.97^{a}

หมายเหตุ อักษรตัวยกในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (p< 0.01)

ตารางที่ 5 อิทธิพลของความถี่และวิธีการให้อาหารต่อองค์ประกอบทางกายภาพของปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลเป็นระยะเวลา 6 เดือน (%)

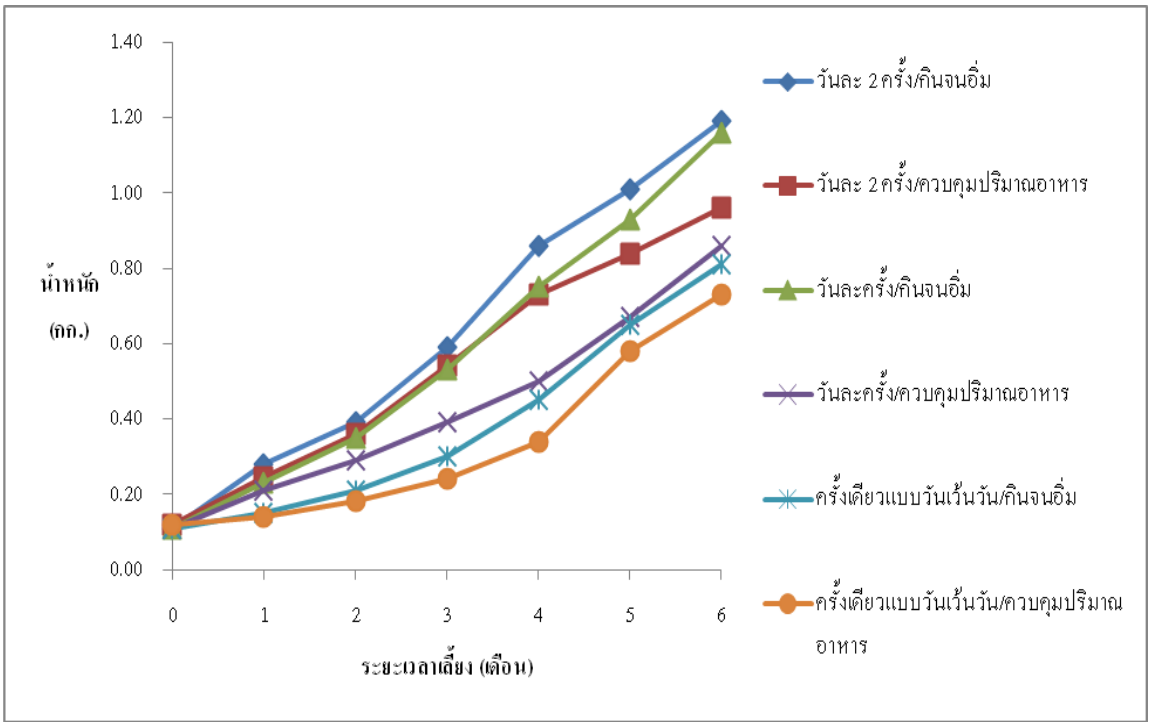
ดัชนี		ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง		ให้อาหารวันละครั้ง		ให้อาหารครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน	
	เริ่มต้น	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ
Flesh	45.72 ± 1.08	44.22 ± 2.10^{a}	43.38 ± 1.15^{a}	43.76 ± 0.88^{a}	42.11 ± 2.04^{ab}	39.80 ± 0.60^{b}	38.20 ± 1.302^{b}
HSI	2.48 ± 0.42	2.14 ± 0.20^{a}	2.03 ± 0.35^{ab}	1.97 ± 0.08^{bc}	1.84 ± 0.10^{c}	1.89 ± 0.05^{c}	1.87 ± 0.17^{c}
VSI	13.09 ± 0.97	8.98 ± 0.50^{a}	7.35 ± 0.27^{b}	7.11 ± 0.44^{bc}	6.75 ± 0.80^{c}	6.97 ± 0.71^{c}	6.74 ± 0.32^{bc}
Other	38.71 ± 1.41	44.66 ± 1.02^{d}	47.24 ± 1.13^{c}	47.16 ± 0.88^{c}	49.30 ± 1.05^{bc}	51.34 ± 2.36^{ab}	53.19 ± 0.67^{a}

หมายเหตุ อักษรตัวยกในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.05) ไม่ได้เปรียบเทียบค่าเริ่มต้นกับค่าหลังการทดลอง, Flesh (สัดส่วนเนื้อ) HSI = Hepato-somatic index (สัดส่วนตับ), VSI = Viscero-somatic index (สัดส่วนอวัยวะภายใน), Other = Scale + Bone + fin (อื่นๆ)

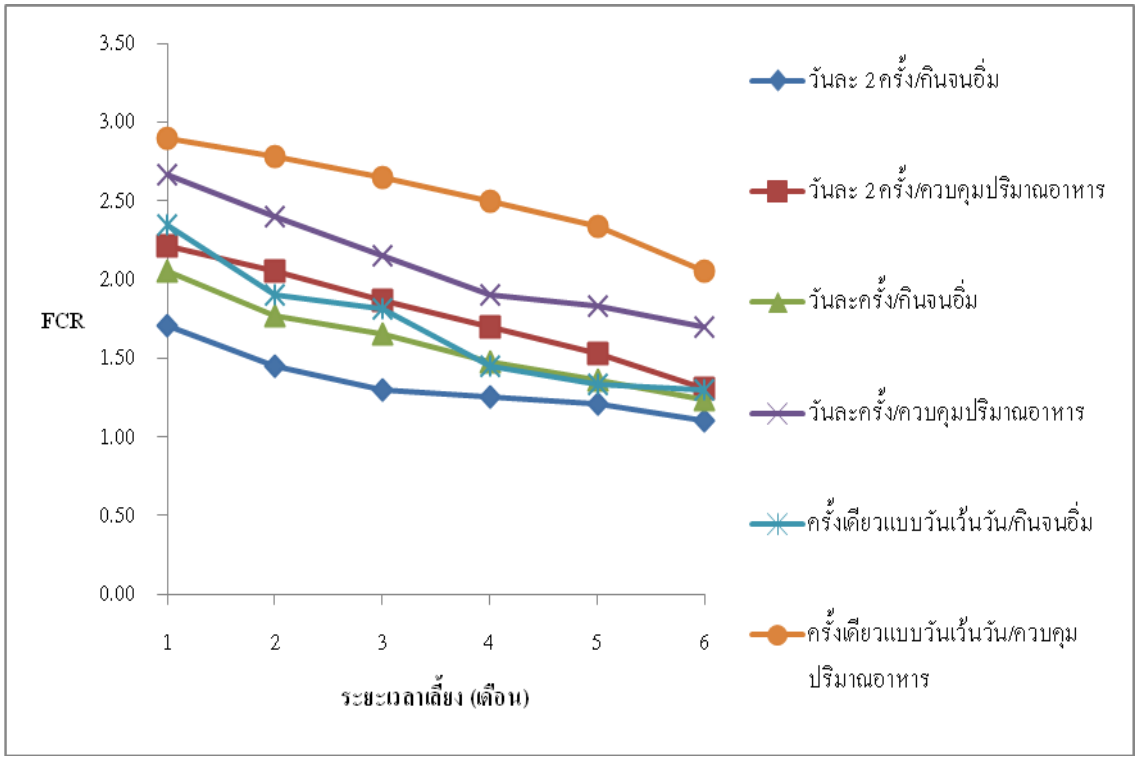
ตารางที่ 6 อิทธิพลของความถี่และวิธีการให้อาหารต่อองค์ประกอบทางเคมีของปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงในระบบกระชังทะเลเป็นระยะเวลา 6 เดือน (%)

ดัชนี		ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง		ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง		ให้อาหารครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน	
	เริ่มต้น	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ	กินจนอิ่ม	ควบคุมปริมาณ
Moist	73.52 ± 0.788	74.75 ± 1.13	74.17 ± 0.94	74.31 ± 1.08	74.62 ± 0.81	74.84 ± 0.75	75.06 ± 1.18
Protein	22.00 ± 0.40	20.83 ± 0.75	21.29 ± 0.65	21.79 ± 1.10	20.61 ± 0.91	20.79 ± 0.71	21.12 ± 0.77
Lipid	2.78 ± 0.17	3.00 ± 0.49^{a}	3.27 ± 0.87^{a}	2.44 ± 0.34^{b}	2.89 ± 0.60^{ab}	2.66 ± 0.61^{ab}	1.81 ± 0.22^{c}
Ash	1.70 ± 0.30	1.27 ± 0.19^{a}	1.07 ± 0.07^{b}	1.05 ± 0.08^{b}	1.04 ± 0.10^{b}	1.01 ± 0.20^{b}	0.96 ± 0.11^{b}
Fi+NFE	(ND)	0.15 ± 0.04^{d}	0.19 ± 0.06^{d}	0.41 ± 0.05^{c}	0.85 ± 0.05^{b}	0.71 ± 0.10^{b}	1.05 ± 0.11^{a}

หมายเหตุ อักษรตัวยกในแนวนอนที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) การทดลองนี้ไม่ได้เปรียบเทียบค่าเริ่มต้นกับค่าหลังการทดลอง, Fi = fiber (ใยอาหาร), NFE = nitrogen free extract (คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้), ND = not detected



รูปที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาช่อนทะเลที่ให้อาหารด้วยความถี่และวิธีการให้อาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 6 เดือน



รูปที่ 2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาช่อนทะเลที่ให้อาหารด้วยความถี่และวิธีการให้อาหารต่างๆ เป็นระยะเวลา 6 เดือน

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเลี้ยงปลาช่อนทะเลในไต้หวันนิยมใช้อาหารที่มีระดับโปรตีนประมาณ 45 % และไขมัน 16 % โดยสูตรอาหารดังกล่าวได้มีการดัดแปลงจากอาหารปลากะพงขาว (Chen, 2005) อย่างไรก็ตาม ในการทดลองนี้ได้ใช้อาหารสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีนประมาณ 49 % และไขมัน 12.9 % เนื่องจากในรายงานของ Chou *et al*. (2001) แสดงให้เห็นว่าระดับโปรตีนที่สูงขึ้นคือ 48-52 % มีผลให้ปลาเจริญเติบโตและมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าอาหารที่มีระดับโปรตีน 45 % ซึ่งหากให้ปลากินอาหารที่มีโปรตีนระดับนี้ น่าจะสามารถช่วยลดระยะเวลาเลี้ยงและต้นทุนอาหารได้ (ต้นทุนอาหาร = ผลคูณของราคาอาหารและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ) เช่นเดียวกันกับระดับไขมันในอาหารปลาช่อนทะเลที่รายงานว่าระดับไขมันในช่วง 6-18 % มีผลให้ปลาช่อนทะเลมีการเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างกัน สาเหตุประการหนึ่งคือปลาชนิดนี้สามารถใช้ประโยชน์คาร์โบไฮเดรตได้สูงกว่าปลาทะเลชนิดกินเนื้ออื่นๆ (Craig *et al*., 2007) อย่างไรก็ตาม ในการทดลองนี้ให้ความสำคัญเรื่องความถี่และรูปแบบการให้อาหารเป็นหลัก และคำนึงถึงการให้ปลาทดลองได้รับกรดไขมันจำเป็นอย่างเพียงพอ ดังนั้นจึงผลิตอาหารที่มีไขมันระดับ 12.9 % ซึ่งเป็นค่ากึ่งกลาง

ในการทดลองนี้พบว่าการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง มีผลให้ปลาช่อนทะเลเจริญเติบโตดีกว่าการให้วันละครั้งและการให้ครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน เนื่องจากการให้วันละ 2 ครั้ง มีระยะเวลาห่างกัน 7 ชั่วโมง น่าจะมีความสดคล้องกับกลไกการย่อยอาหารของปลากินเนื้อรวมทั้งปลาช่อนทะเล ดังที่มีรายงานในปลา

เรนโบว์เทร้า ที่มีการให้อาหารแบบกินจนอิ่มโดยปลาจะเริ่มหิวเมื่อเหลืออาหารในกระเพาะประมาณ 10-20 % หรือหลังจากกินอาหารอิ่มแล้ว 6 ชั่วโมง และปลาจะหิวเต็มที่หลังการกินอาหารประมาณ 12 ชั่วโมง (Groove *et al*., 1978) แม้ว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปลาที่มีการให้อาหารวันละครั้งจะมีน้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกับปลาที่มีการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง โดยน่าจะเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการ ประการแรกคือการให้อาหารวันละครั้งทำให้ปลาได้รับอาหารไม่เพียงพอจนนำไปสู่การกินกันเองสังเกตได้จากอัตรารอดตายที่ต่ำกว่า ทั้งนี้มีรายงานว่าปลาช่อนทะเลเป็นปลากินเนื้อ มีนิสัยกินสัตว์ที่มีขนาดเล็กกว่าและตะกละ (Shaffer and Nakamura, 1989) เป็นผลให้ปลาที่เลี้ยงในกระชังที่มีการให้อาหารแบบจนอิ่มวันละครั้งจึงเหลืออยู่แต่ปลาขนาดใหญ่ สอดคล้องกับกระจายของขนาดปลาในการทดลองนี้ที่ใกล้เคียงกับปลาที่มีการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักต่อตัวของปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่มีการให้อาหารทั้งสองความถี่นี้มีค่าใกล้เคียงกัน

ส่วนอิทธิพลของรูปแบบการให้อาหาร พบว่าการให้อาหารแบบกินจนอิ่มให้ผลดีกว่าการควบคุมปริมาณต่อการเจริญเติบโต เช่นเดียวกันกับ Sun *et al.* (2006) ที่รายงานว่าการเลี้ยงลูกปลาช่อนทะเลขนาด 10 กรัม โดยการให้กินอาหารจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง มีผลให้ปลามีการเจริญเติบโตดีกว่าการกำหนดปริมาณอาหาร 3-9 % ทั้งนี้ปลาที่ได้รับอาหารแบบกินจนอิ่มน่าจะได้รับสารอาหารและพลังงานที่เพียงพอสอดคล้องกับการเจริญเติบโตและกิจกรรมประจำวัน (เวียง, 2542) การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการประมาณการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เพื่อกำหนดปริมาณอาหารในแต่ละครั้งหรือต่อวันเพื่อควบคุมอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสำหรับการเลี้ยงปลาชนิดนี้ยังไม่มีความเหมาะสม ซึ่งเห็นได้ชัดจากการที่ปลาที่เลี้ยงด้วยรูปแบบนี้มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าการให้อาหารแบบกินจนอิ่ม ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการสารอาหารของปลาแต่ละวันอาจแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมหรืออื่นๆ และขณะทดลองยังพบว่าการให้อาหารแบบจำกัดปริมาณทำให้ปลาได้รับอาหารไม่ทั่วถึง โดยได้สังเกตพบพฤติกรรมของปลาขนาดใหญ่ที่กีดกันการกินอาหารของปลาขนาดเล็ก ทำให้ปลาขนาดเล็ดขาดแคลนอาหารและนำไปสู่การเจริญเติบโตในภาพรวมที่ต่ำลง โดยอาจสังเกตได้จากการแพร่กระจายของขนาดน้ำหนักปลา ที่การให้อาหารแบบควบคุมปริมาณมีผลให้มีปลาขนาดเล็กกว่า 1 กิโลกรัมสูงกว่าการให้อาหารแบบกินจนอิ่ม ขณะที่ก็พบพฤติกรรมนี้ในปลาที่มีการเลี้ยงแบบให้กินจนอิ่มเช่นกันแต่น้อยกว่า โดยเมื่อปลาขนาดใหญ่กินอาหารจนอิ่มจะแสดงพฤติกรรมการกีดกันการกินอาหารน้อยลง เป็นการเปิดโอกาสให้ปลาขนาดเล็กได้กินอาหาร

ในส่วนอื่นๆ พบว่าปลาทดลองที่เลี้ยงแบบให้กินอาหารจนอิ่มวันละครั้ง มีอัตราการกินอาหารสูงกว่าการให้วันละ 2 ครั้ง ทั้งนี้น่าจะเกิดจากการเปลี่ยนพฤติกรรมการกินจากการถูกจำกัดโอกาสในการได้รับอาหาร ปลาจึงจำเป็นต้องกินอาหารให้มากที่สุดเมื่อมีโอกาส อัตราการกินนี้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการทดลองของ Williams and Barlow (1999) ที่พบว่าปลากะพงขาวที่ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง มีอัตราการกินสูงกว่าการให้วันละ 2 ครั้ง และการให้วันละ 2 ครั้ง สูงกว่าการให้วันละ 3 ครั้ง ตามลำดับ เมื่อพิจารณาในส่วนของการเลี้ยงปลาแบบให้กินอาหารจนอิ่มเทียบกับการให้แบบควบคุมปริมาณของการทดลองนี้ พบว่าอัตราการกินของปลาที่เลี้ยงแบบควบคุมปริมาณอาหารมีค่าสูงกว่าการให้แบบกินจนอิ่มประมาณ 2 เท่า ทั้งนี้

เนื่องจากปลาไม่ได้เจริญเติบโตตามที่คาดการณ์เนื่องจากพฤติกรรมการกีดกันการกินอาหารดังที่กล่าวมาในข้างต้น ทำให้เมื่อคิดเป็นอัตราการกิน (ปริมาณอาหาร/น้ำหนักปลา/วัน) จึงมีค่าสูง

อัตรารอดตายซึ่งเป็นดัชนีสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ ในการทดลองนี้พบว่าความถี่และรูปแบบการให้อาหารมีอิทธิพลเป็นอย่างมากต่ออัตรารอดตายของปลาชนิดนี้ การให้อาหารที่ถี่มากขึ้นและให้แบบกินจนอิ่มช่วยเพิ่มอัตรารอดตายจากการลดการกินกันเองหรือการขาดแคลนอาหาร แต่ความถี่ในการให้อาหารไม่ควรมากเกินไป โดยในการทดลองนี้การให้อาหารวันละ 2 ครั้ง นับว่าเหมาะสม เนื่องจากหากเพิ่มเป็นให้วันละ 3 ครั้ง ขึ้นไป อาจเป็นตัวเร่งให้ปลาใช้ประโยชน์อาหารไม่เต็มที่และนำไปสู่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงรวมทั้งเพิ่มภาระสำหรับคนงาน ดังที่ Williams and Barlow (1999) ได้แนะนำว่าควรเลี้ยงปลากะพงขาวปลาขนาดเล็กวันละ 2 ครั้งและลดเหลือวันละ 1 ครั้ง สำหรับปลาขนาดใหญ่ เนื่องจากการให้ในความถี่ที่มากกว่านี้ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงขึ้น นอกจากนี้ พบว่าปลาช่อนทะเลในการทดลองนี้ที่มีการให้อาหารแบบกินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง มีสัดส่วนของเนื้อใกล้เคียงกับค่าปกติของปลาชนิดนี้คือ 45-50 % (Frazer, 2007) และมีค่าสูงกว่าการให้อาหารวันละครั้งหรือครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน เป็นการย้ำว่าวิธีการนี้เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาช่อนทะเล

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาในการทดลองนี้ พบว่าปลาที่เลี้ยงวันละ 2 ครั้ง มีการสะสมไขมันในตัวสูงกว่าความถี่การให้ที่น้อยกว่า ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากการให้วันละ 2 ครั้ง ทำให้ปลาได้รับพลังงานจากอาหารมากกกว่าจนนำไปสู่การสะสมพลังงานในรูปไขมันที่สูงกว่า (เวียง, 2542) ส่วนการให้อาหารแบบควบคุมปริมาณวันละ 2 ครั้ง และวันละครั้ง มีผลให้มีการสะสมของไขมันในตัวปลาสูงกว่าการให้แบบกินจนอิ่มทั้ง 2 ความถี่ ประเด็นนี้อาจเกิดจากการที่ปลามีการปรับตัวต่อสภาวะการได้รับสารอาหารในแต่ละวันอย่างจำกัดโดยมีการสะสมพลังงานในรูปไขมันให้มากขึ้น เช่นเดียวกันกับข้อจำกัดเรื่องเวลาในกรณีของการเลี้ยงแบบให้กินจนอิ่มครั้งเดียววันเว้นวัน ที่ปลามีการสะสมไขมันในตัวสูงกว่ากว่าการให้อาหารแบบกินจนอิ่มวันละครั้ง อย่างไรก็ตาม เมื่อปลาถูกจำกัดทั้งเวลาและปริมาณอาหารแต่มีการใช้พลังงานทุกวัน ดังเช่น การให้อาหารแบบควบคุมปริมาณและให้ครั้งเดียวแบบวันเว้นวัน ทำให้ปลาไม่สามารถปรับตัวเพื่อสะสมไขมันได้

ส่วนการประเมินอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาช่อนทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปซึ่งเป็นประเด็นหลักในการวิจัยนี้ พบว่าการให้อาหารแบบกินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง มีผลให้ปลาช่อนทะเลที่มีขนาดเริ่มต้นจาก 100 กรัม สามารถเจริญเติบโตจนมีน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม ภายในระยะเวลา 6 เดือน และมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อประมาณ 1.3 โดยมีค่าใกล้เคียงกับรายงานการเลี้ยงปลาช่อนทะเลด้วยอาหารสำเร็จรูปเชิงพาณิชย์ในเวียดนาม (ปลามีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อประมาณ 1.5) อย่างไรก็ตาม ในรายนี้กล่าวว่าเมื่อเลี้ยงปลาต่อไปอีก 6 เดือน (รวมระยะเวลาเลี้ยง 1 ปี) แม้ปลาเจริญเติบโตเร็วมากจนมีน้ำหนักได้ถึง 5-6 กิโลกรัม แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อกลับเพิ่มขึ้นเป็น 3.2 (Merican, 2008) เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองนี้ เป็นไปได้ว่าหากมีการเลี้ยงปลาช่อนทะเลด้วยอาหารสำเร็จรูปของการทดลองนี้จนครบ 1 ปี อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่น่าจะเพิ่มขึ้นจนเกิน 1.5 เนื่องจากระหว่างการทดลองพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาช่อนทะเล มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการเลี้ยง นอกจากนี้

ในรายงานดังกล่าวไม่ได้รายละเอียดถึงข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการให้ ความถี่ในการให้อาหารหรืออื่นๆ ทำให้ไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริงของการที่ปลามีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมากขึ้นเมื่อเลี้ยงนานขึ้น

จากแนวโน้มของค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาช่อนทะเลที่ลดลงในทุกเดือนของการทดลองนี้ จึงมีความเป็นไปได้ในการลดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของการเลี้ยงปลาช่อนทะเลจนได้ขนาดตลาดให้ต่ำกว่า 1.5 (ระยะเวลาเลี้ยง 1 ปี) และอาจดีกว่าเมื่อเทียบกับการเลี้ยงปลาชนิดนี้ด้วยอาหารสำเร็จรูปในไต้หวันที่มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ย 1.6-1.8 (Chou *et al*., 2001; Shiau, 2007) แม้มีงานวิจัยและการทดเลี้ยงของนักวิจัยหลายท่านก่อนหน้านี้ที่ชี้ว่าปลาการเลี้ยงปลาชนิดนี้มีค่าดังกล่าวสูง แต่การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าหากเลือกใช้อาหารที่คุณค่าทางโภชนาการเหมาะสม มีความถี่และรูปแบบการให้อาหารที่มีประสิทธิภาพและผู้เลี้ยงมีความใส่ใจในการให้อาหาร ย่อมส่งผลให้อาหารถูกกินและนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตได้อย่างเต็มที่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อน่าจะสามารถลดต่ำลงและเกิดความคุ้มค่าต่อการเลี้ยงของเกษตรกรได้

สรุปผลการทดลอง

การวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าความถี่และวิธีการให้อาหารเลี้ยงปลาช่อนทะเลมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ขนาดน้ำหนักตัว คุณภาพทางกายภาพและเคมีของปลา และทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อค่าเหล่านี้ โดยการให้อาหารแบบกินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง เป็นวิธีการที่ดีที่สุด รองลงมาคือการให้อาหารแบบกินจนอิ่มวันละครั้ง มีความเป็นไปได้ที่ทั้งสองวิธีนี้สามารถลดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลาของช่อนทะเลที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปจนถึงขนาดตลาดให้มีค่าต่ำกว่า 1.5

เอกสารอ้างอิง

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 หน้า.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 16th edition. Arlington, VA USA. 1,018 pp.

Chen, H. Y. 2005. Nutritional problems of cobia fed with feeds rich in plant ingredients. **In:** World Aquaculture Society 2005, Bali, Indonesia. Retrieved from: www.was.org/documents/meetingpresentations.

Chou, R. L., M. S. Su and H. Y. Chen. 2001. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture* 193 : 81-89.

Craig, S. R., M. H. Scharz and E. McLean**.** 2007. Use of a purified carbohydrate source in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. Retrieved from: www.gms-ain.org.

Frazer, S. 2007. Freshwater-raised cobia the next chicken of the sea. Retrieved from: www.aquafeed.com.

Groove, R. W., L. G. Loizides and J. Nott. 1978. Satiation amount, frequency of feeding and gastric emptying rate in Salmo gairdneri. *J. Fish Biol*. 12 : 507-516.

Merican, Z. 2008. Cobia in idyllic central Vietnam. *Aqua Culture Asia Pacific* 4 (6) : 25-26.

Shaffer, R. V. and E. L. Nakamura. 1989. Synopsis of Biological Data of the Cobia, *Rachycentron canadum* (Pisces : Rachycentridae). NOAA Technical Report NMFS 82, FAO Fisheries.

Shiau, S. Y. 2007. Nutrition research of new species in Taiwan. Retrieved from: www.animalscience.ucdavis.edu. events/special.

Sun, L., H. Chen, L. Huang, Z. Wang and Y. Yan. 2006. Growth and energy budget of juvenile Cobia (*Rachycentron canadum*) relative to ration. *Aquaculture* 257 : 214-220.

Wilkinson, L., M. Hill, J. P. Welna, and G. K. Birkenbeue. 1992. SYSTAT for Windows: Statistics, version 5.0. SYSTAT, Inc., Evanston, IL.

Williams, K. C. and C. G. Barlow. 1999. Dietary requirement and optimal feeding practice for barramundi (*Lates calcarifer*). Final Report of Project 92/63. Queensland Department of Primary Industries, Queensland, Australia.