ระดับพลังงานในอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบทางเคมีของปลาสังกะวาดเหลืองที่เลี้ยงในกระชัง

Effect of Dietary Energy Level on Growth and Carcass Composition of Siamensis Pangasius (*Pangasius macronema* Bleeker, 1851) in Cage Culture

ภาสกร แสนจันแดง (Pasakorn Saenjundaeng)[1]*
รัชนีกรณ์ มาพะเนาว์ (Ratchaneegorn Mapanao)[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและองค์ประกอบทางเคมีของปลาสังกะวาดเหลือง (*Pangasius macronema* Bleeker) ที่เลี้ยงในกระชังภายในบ่อดิน โดยให้อาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 250, 300, 350 และ400 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม ได้ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 5 เดือน โดยนำปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 2.92 ± 1.087 กรัม และความยาวเฉลี่ย 7.13 ± 0.898 เซนติเมตร มาเลี้ยงในกระชังขนาด 1x1x1.5 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 12 กระชัง โดยใช้อัตราการปล่อย 100 ตัว/กระชัง พบว่าปลาสังกะวาดเหลืองมี น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตายและอัตราแลกเนื้อมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ มีปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม มีปริมาณโปรตีนในตัวปลาสูงสุดและมีปริมาณไขมันต่ำสุด

Abstract

This research studied the growth and carcass composition of Siamensis Pangasius (*Pangasius macronema* Bleeker) cultured in floating cages hung in a pond at Nongkhai Campus, Khonkaen University. Four different digestible energy diets of 250, 300, 350 and 400 Kcal./ 100 g. (three replicates each) were applied to fish with an average weight and length of 2.92 ± 1.087 g. and 7.13 ± 0.898 cm. in 1x1x1.5 m. cages at a stocking rate of 100 individuals/ cage. The result of this five month research indicates that the mean weight and length gain, average daily weight gain, specific growth rate, food conversion ratio and the survival rate were not significantly different (P>0.05). The

[1] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาประมง สายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย*
[2] *อาจารย์ สาขาวิชาประมง สายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย*
* *Corresponding author, e-mail: passan@nkc.kku.ac.th*

carcass compositions in protein, lipid, moisture and ash of Siamensis Pangasius were significantly different (P<0.05). Protein level in carcass composition of fish fed with the diet of 250 kcal/100 g. was highest (P<0.05) and lipid level was lowest (P<0.05).

คำสำคัญ: ระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร, องค์ประกอบทางเคมี, ปลาสังกะวาดเหลือง
Keywords: Dietary Digestible Energy Level, Carcass Composition, Siamensis Pangasius

บทนำ

ปลาสังกะวาดเหลืองเป็นปลาน้ำจืดจัดอยู่ในกลุ่มปลาบึก ปลาสวายวงศ์ Pangasiidae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pangasius macronema* Bleeker, 1851 จัดอยู่ในกลุ่มปลาหนังที่ชอบอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง เนื้อของปลาสังกะวาดเหลืองมีรสชาติดีเป็นที่นิยมบริโภค ดังนั้นราคาปลาชนิดนี้ในท้องตลาดจึงค่อนข้างสูงโดยปลาขนาด 4-5 ตัวต่อกิโลกรัม มีราคากิโลกรัมละ 120-150 บาท ในบางช่วงอาจสูงถึงกิโลกรัมละ 180 บาท จึงได้มีชาวประมงพยายามรวบรวมลูกปลาจากบริเวณต่างๆ ในแม่น้ำโขงและลำน้ำสาขา นำมาเลี้ยงในกระชังโดยให้เศษอาหารเป็นอาหารเมื่อได้ขนาดที่ตลาดต้องการจึงนำส่งตามร้านอาหารต่อไป ปลาสังกะวาดเหลืองนอกจากนิยมนำมาเลี้ยงเพื่อการบริโภคแล้วในปลาขนาดเล็กยังนิยมนำมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงามอีกด้วย (ชวลิตและสมศักดิ์, 2536) ปลาสังกะวาดเหลืองเป็นปลาที่มีศักยภาพทางด้านการเพาะเลี้ยงค่อนข้างสูง ดังนั้นควรมีการศึกษาหาวิธีการเลี้ยงที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาสังกะวาดเหลืองในเชิงพาณิชย์

การศึกษาความต้องการระดับพลังงานของปลาสังกะวาดเหลืองเป็นการพัฒนาทางด้านอาหารสัตว์น้ำโดยพลังงานเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต สัตว์น้ำต้องได้รับพลังงานในการดำรงชีวิตให้เพียงพอเสียก่อนจึงจะใช้เพื่อการเจริญเติบโต (วิมล, 2537ก) ปลาที่ได้รับพลังงานต่ำกว่าความต้องการมีการเจริญเติบโตลดลง ถ้าปลาได้รับพลังงานพอดีกับความต้องการมีการเจริญเติบโตเร็วที่สุด แต่ถ้าได้รับพลังงานมากเกินไปทำให้พลังงานสะสมในรูปของไขมันทำให้มีผลต่อคุณภาพซาก (carcass quality) ทั้งยังส่งผลให้การเจริญเติบโตของปลาลดลงด้วย เพราะปลากินอาหารลดลง ความหนาแน่นของพลังงานในอาหารเป็นตัวกำหนดปริมาณอาหารที่ปลาสามารถกินได้และการที่ปลากินอาหารได้น้อยทำให้ได้รับสารอาหารอื่นๆ น้อยตามไปด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ปลาเจริญเติบโตช้า (NRC, 1993)

ดังนั้นการศึกษาระดับพลังงานที่เหมาะสมในอาหารของปลาสังกะวาดเหลืองจึงเป็นข้อมูลสำคัญที่สามารถนำไปปรับใช้ในการสร้างสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการเลี้ยงปลาสังกะวาดเหลืองเพื่อการค้าต่อไปในอนาคตได้

วิธีการวิจัย

การเตรียมกระชัง

เตรียมกระชังขนาด 1x1x1.5 เมตร ขึงด้วยตาข่ายขนาดช่องตาประมาณ 0.5 เซนติเมตร จำนวน 12 กระชัง ลอยตัวอยู่ด้วยทุ่นลอย แขวนลอยอยู่บนแพเหล็กในบ่อดินขนาด 10 ไร่ ภายในวิทยาเขตหนองคาย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การเตรียมลูกปลา

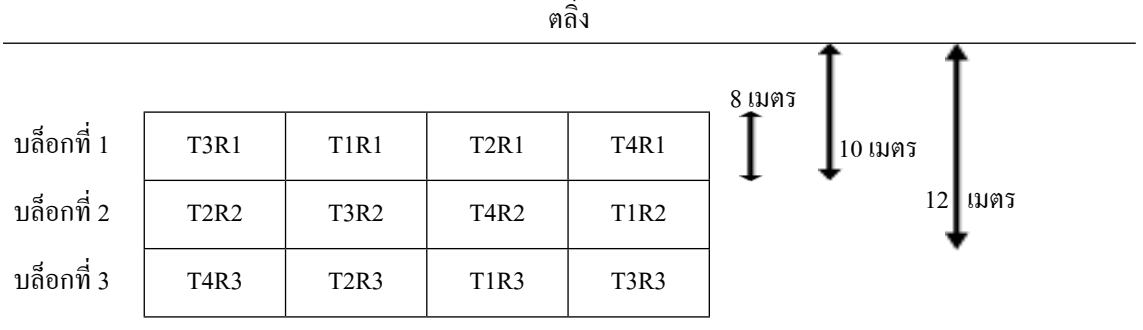
รวบรวมลูกปลาสังกะวาดเหลืองจากธรรมชาติมาเลี้ยงในกระชังในบ่อดินและฝึกให้กินอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำ วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และ 17.30 น. เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นจึงนำลูกปลาจำนวน 1,200 ตัว มาใช้สำหรับงานทดลองโดยสุ่มชั่งน้ำหนักและความยาวเริ่มต้นจำนวน 240 ตัว แล้วจึงนำปลาทดลองไปแยกลงเลี้ยงในกระชังที่เตรียมไว้ในอัตราการปล่อย 100 ตัว/กระชัง

การเตรียมอาหารทดลอง

ทำการผลิตอาหารทดลองทุกสูตรให้มีระดับโปรตีน 34 เปอร์เซ็นต์ แต่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy, DE) แตกต่างกัน 4 ระดับคือ 250, 300, 350 และ 400 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม ด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารชนิดลอยน้ำ จากนั้นนำอาหารที่ได้ไปตากในโรงตากจนแห้งแล้วนำไปเก็บไว้เพื่อใช้ในการทดลอง อาหารแต่ละสูตรที่ผลิตขึ้นนำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน เถ้า ความชื้น เยื่อใย ไขมัน ตามวิธีของ AOAC (1980) โดยองค์ประกอบของอาหารและผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการแสดงไว้ตามตารางที่ 1

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) โดยแบ่งเป็น 3 บล็อก ปัจจัยที่ต้องการศึกษาคือ อาหารที่มีระดับพลังงานแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ อาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 (T1), 300 (T2), 350 (T3) และ 400 (T4) กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม แต่ละปัจจัยที่ต้องการศึกษามี 3 ซ้ำ (R1-R3) และบล็อกของการทดลองคือ ระยะห่างจากตลิ่งที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 8, 10 และ 12 เมตร สุ่มปัจจัยที่ต้องการศึกษาโดยใช้ตารางเลขสุ่มได้ผลดังรูปที่ 1



รูปที่ 1. แผนผังการวางกระชังทดลอง

ตารางที่ 1. องค์ประกอบอาหารปลาสังกะวาดเหลืองที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วัตถุดิบอาหาร (เปอร์เซ็นต์)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ระดับพลังงาน (Kcal/100 g.)	250	300	350	400
ปลาป่น	30	30	30	32.52
ปลายข้าว	7	5.8	2	1
ข้าวโพด	7.12	6.52	4	0.92
มันสำปะหลัง	5	6.12	2	0.72
กากถั่วเหลือง	26.12	25.12	24.64	23.40
รำอ่อน	13.32	19	25.32	21.12
น้ำมันถั่วเหลือง	-	4	10.56	18.92
แกลบบด	10	2	-	-

ตารางที่ 1. องค์ประกอบอาหารปลาสังกะวาดเหลืองที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ต่อ)

วัตถุดิบอาหาร (เปอร์เซ็นต์)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
พรีมิกซ์	1.52	1.52	1.52	1.52
รวม (กก.)	100	100	100	100
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (เปอร์เซ็นต์)				
โปรตีน	34.94	34.60	34.96	34.86
ไขมัน	3.72	7.80	16.50	24.31
เยื่อใย	6.93	3.90	3.60	3.53
เถ้า	10.45	9.30	9.53	9.58
ความชื้น	3.35	5.96	4.24	5.20
GE (Kcal/100 g.)	443.76	470.60	513.31	536.23
ค่าจากการคำนวณ				
NFE (%)	40.61	38.43	31.17	22.51
DE (Kcal/100 g.)*	273.76	301.92	361.38	408.35
DE/P	7.84	8.73	10.34	11.17

หมายเหตุ *ค่าพลังงานที่ย่อยได้ = (%โปรตีนx4.5)+(%ไขมันx8.4)+(%NFEx2.1) (วิมล, 2536)
หมายเหตุ: ฟรีมิกซ์ 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย วิตามินเอ 36,000 IU วิตามินดี3 9,000 IU วิตามินอี 187 มิลลิกรัม วิตามินเค 19 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 52 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 97 มิลลิกรัม วิตามินบี6 46 มิลลิกรัม วิตามินซี 69,800 มิลลิกรัม activity วิตามินบี 12 60 mcg. แพนโททินิก แอซิด 93 มิลลิกรัม ไนอาซิน 130 มิลลิกรัม โพลิค แอซิด 10 มิลลิกรัม อิโนซิทอล 225 มิลลิกรัม ไบโอทิน 450 mcg. แมงกานีส 105 มิลลิกรัม คอปเปอร์ 9 มิลลิกรัม เหล็ก 90 มิลลิกรัม สังกะสี 90 มิลลิกรัม ไอโอดีน 1.8 มิลลิกรัม โคบอลต์ 450 mcg. แมกนีเซียม 1,900 มิลลิกรัม ซีรีเนียม 150 mcg. โซเดียม 117 มิลลิกรัม โปแทสเซียม 3,600 มิลลิกรัม แคลเซียม 219 มิลลิกรัม และสื่อเติมจนครบ 1,000 กรัม

การให้อาหาร

ให้อาหารปลาทดลองวันละ 2 ครั้ง เวลา 9.00 และ 16.00 น. โดยให้อาหารทีละน้อยจนปลาอิ่ม โดยสังเกตจากพฤติกรรมของปลาที่จะหยุดกินอาหารภายในเวลา 1 ชั่วโมง (ดนัย, 2548; Ai et al., 2006) จดบันทึกข้อมูลน้ำหนักอาหารที่ให้แต่ละกระชังทุกครั้งเพื่อนำไปศึกษาถึงการยอมรับอาหารแต่ละสูตรและอัตราแลกเนื้อใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 5 เดือน

การสุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลด้านน้ำหนักและความยาวของปลาแต่ละกระชังโดยสุ่มปลาทดลองมา 20 เปอร์เซ็นต์ ทุกๆ 30 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง การวัดความยาว วัดจากปลายสุดของจะงอยปากจนถึงปลายสุดของหาง (total length) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร การชั่งน้ำหนักโดยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่งมีหน่วยเป็นกรัม ข้อมูลที่ได้นำไปคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

1) น้ำหนักเฉลี่ย เป็นน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (กรัม) ของปลาในแต่ละกระชังทดลอง ตามอายุการเลี้ยงที่กำหนดและสุดท้ายเมื่อเลี้ยงได้ 5 เดือน

2) น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น เป็นน้ำหนักปลาที่เพิ่มเฉลี่ยต่อตัว (กรัม) ของปลาในแต่ละกระชังทดลองเมื่อเลี้ยงได้ 5 เดือน

3) ความยาวตัวเฉลี่ย เป็นความยาวของปลาเฉลี่ยต่อตัว (เซนติเมตร) ในแต่ละกระชังทดลองตามอายุการเลี้ยงที่กำหนดและสุดท้ายเมื่อเลี้ยงได้ 5 เดือน

4) ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น เป็นความยาวของปลาที่เพิ่มเฉลี่ยต่อตัว (เซนติเมตร) ในแต่ละกระชังทดลองเมื่อเลี้ยงได้ 5 เดือน

5) น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (average daily weight gain = ADG: กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ใช้ทดลอง}}$$

6) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate = SGR: เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$= \frac{\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ใช้ทดลอง}} \times 100$$

7) อัตราการรอดตาย (survival rate: เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือรอดในกระชังเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาที่ปล่อยในกระชังเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

8) อัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio = FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของอาหารที่ปลาแต่ละตัวกินในแต่ละกระชังเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของปลาแต่ละตัวที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกระชังเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

9) ปริมาณการกินอาหาร (กรัม/ตัว/วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด}}{\text{จำนวนปลาที่รอดตาย x ระยะเวลาทดลอง}}$$

10) ประสิทธิภาพของโปรตีน (protein efficiency ratio = PER)

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

11) ปริมาณการกินโปรตีน (กรัม/ตัว/วัน)

= ปริมาณการกินอาหารของปลา x (%โปรตีนในอาหาร)/100

12) ปริมาณการกินพลังงานที่ย่อยได้ (กิโลแคลอรี่/ตัว/วัน)

= ปริมาณการกินอาหาร x (ระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร)/100

13) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาทั้งก่อนและหลังจากสิ้นสุดการทดลอง ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า (AOAC, 1980)

การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำระหว่างการทดลองเดือนละ 1 ครั้ง โดยตรวจวัดคุณภาพน้ำภายในบริเวณกระชัง 3 จุด ในเวลา 10.00 น. ตรวจวัดคุณภาพน้ำได้แก่ อุณหภูมิ (temperature) และ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง Multi-Channel Analysers C831, ค่าความนำไฟฟ้า (conductivity) โดยใช้เครื่อง Conductivity Meter Sension™5 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) โดยใช้เครื่อง YSI model 52 วัดค่าต่างๆ ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร จากผิวน้ำ วัดความโปร่งแสงของน้ำโดยใช้แผ่นวัดความโปร่งแสง (secchi disk) ในเวลา 12.00 น.

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (one way analysis of variance) พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัว ความยาว น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย อัตราแลกเนื้อ ผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมี ตามวิธีการของ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการทดลอง

ด้านการเจริญเติบโตและอัตราการรอด

ผลจากการเลี้ยงปลาสังกะวาดเหลืองที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 2.92 ± 1.087 กรัม และความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 7.13 ± 0.898 เซนติเมตร ด้วยสูตรอาหารซึ่งมีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ เป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่า น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราแลกเนื้อ และอัตราการรอดตาย ของปลาสังกะวาดเหลืองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แสดงในตารางที่ 2

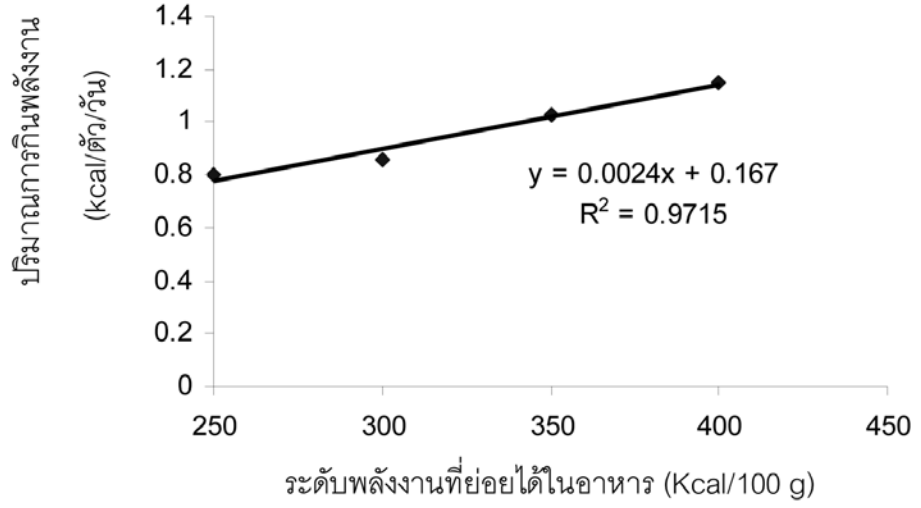
ตารางที่ 2. การเจริญเติบโตของปลาสังกะวาดเหลืองที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ ในระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน (Mean ± SD)

พารามิเตอร์	ระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร (Mean ± SD)				ค่า P-value
	250 kcal/100 g	300 kcal/100 g	350 kcal/100 g	400 kcal/100 g	
ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร)	13.35 ± 0.729	13.27 ± 0.690	13.25 ± 0.691	13.30 ± 0.626	0.896
ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)	6.22 ± 0.318	6.14 ± 0.206	6.12 ± 0.405	6.17 ± 0.129	0.896
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม/ตัว)	22.31 ± 3.676	23.26 ± 3.503	23.87 ± 3.743	23.51 ± 3.780	0.182
น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	19.39 ± 2.044	20.34 ± 1.020	20.95 ± 1.667	20.59 ± 0.824	0.182
น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	0.13 ± 0.014	0.14 ± 0.07	0.14 ± 0.011	0.14 ± 0.005	0.070
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ(%/วัน)	1.35 ± 0.062	1.38 ± 0.030	1.40 ± 0.047	1.39 ±0.023	0.243
อัตราแลกเนื้อ	2.61 ± 0.028	2.54 ± 0.086	2.39 ± 0.152	2.44 ± 0.238	0.304
อัตราการรอดตาย (%)	96.67 ± 0.58	94.00 ± 5.29	90.00 ± 5.29	92.00 ± 5.57	0.479
ปริมาณการกินอาหาร(กรัม/ตัว/วัน)	0.29 ± 0.014	0.29 ± 0.038	0.29 ± 0.029	0.28 ± 0.015	0.911
ประสิทธิภาพของโปรตีน (PER)	1.27 ± 0.07	1.38 ± 0.12	1.41 ± 0.11	1.41 ± 0.12	0.425
ปริมาณการกินโปรตีน (กรัม/ตัว/วัน)	0.10 ± 0.005	0.10 ± 0.013	0.10 ± 0.010	0.10 ± 0.005	0.873
ปริมาณการกินพลังงานที่ย่อยได้ (กิโลแคลอรี่/ตัว/วัน)	0.80 ± 0.038 [b]	0.86 ± 0.113 [b]	1.03 ± 0.104 [a]	1.15 ± 0.061 [a]	0.004

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่เหมือนกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ด้านการใช้ประโยชน์จากอาหาร

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปริมาณการกินอาหาร ประสิทธิภาพของโปรตีน และปริมาณการกินโปรตีน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ยกเว้นปริมาณการกินพลังงานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยปลาสังกะวาดเหลืองที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 400 และ 350 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม มีปริมาณการกินพลังงานที่ย่อยได้มากกว่าปลาสังกะวาดเหลืองที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 และ 300 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม ปลาสังกะวาดเหลืองที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 400 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม มีปริมาณการกินพลังงานมากที่สุด แสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 2



รูปที่ 2. ปริมาณการกินพลังงานที่ย่อยได้ของปลาสังกะวาดเหลืองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานแตกต่างกัน 4 ระดับ

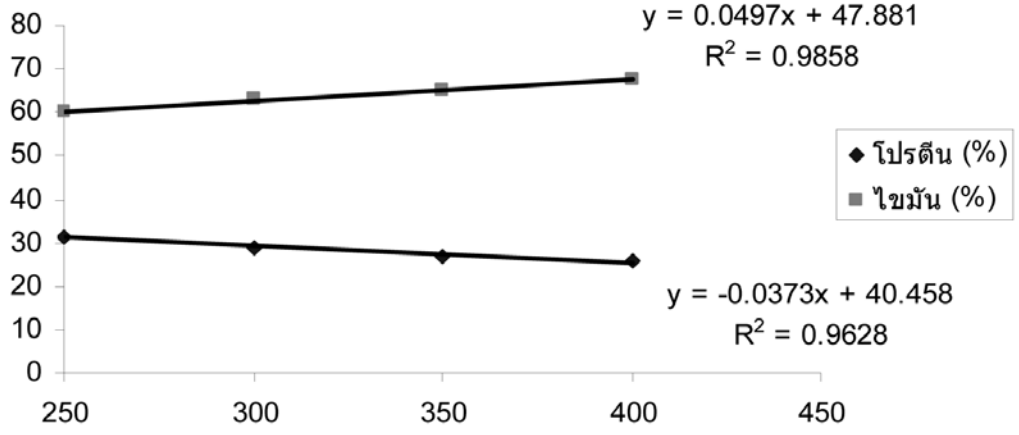
ด้านองค์ประกอบทางเคมีของปลาสังกะวาดเหลือง

ก่อนทำการทดลองเลี้ยงปลาสังกะวาดเหลืองในกระชังได้ทำการสุ่มลูกปลาเพื่อนำไปทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณโปรตีน 35.61 ± 0.40 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 45.47 ± 1.49 เปอร์เซ็น ความชื้น 83.17 ± 2.14 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 8.47 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์ หลังสิ้นสุดการทดลองได้นำปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกันทั้ง 4 สูตร ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลที่ได้แสดงไว้ตามตารางที่ 3 เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์โปรตีน ความชื้น และเถ้า ในตัวปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม มีค่ามากที่สุด และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้เพิ่มขึ้น โดยมีค่าน้อยที่สุดในตัวปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 400 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม ในทางตรงกันข้ามพบว่าปริมาณไขมันในตัวปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 400 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม มีค่ามากที่สุด และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานต่ำลง โดยมีค่าน้อยที่สุดในตัวปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม (รูปที่ 3 และรูปที่ 4) องค์ประกอบทางเคมีในตัวปลาสังกะวาดเหลืองแสดงในตารางที่ 3

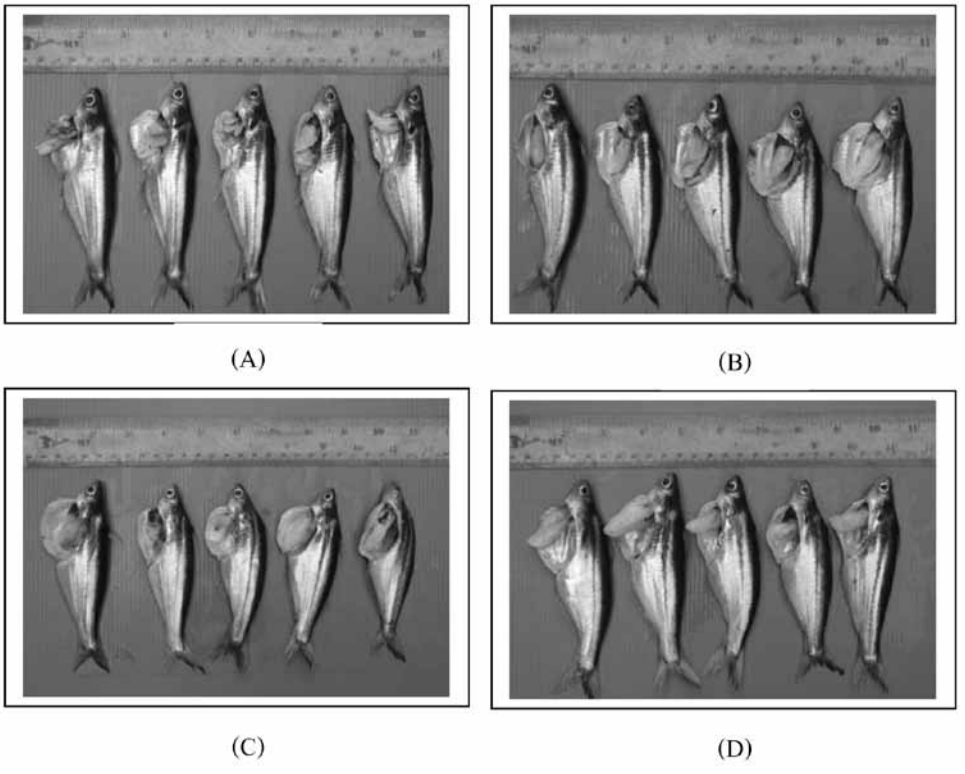
ตารางที่ 3. องค์ประกอบทางเคมีในตัวปลาสังกะวาดเหลืองที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารที่มีพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ ในระยะเวลาการเลี้ยง 5 เดือน (Mean ± SD)

พารามิเตอร์	ระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร (Mean ± SD)				ค่า P-value
	250 kcal/100 g	300 kcal/100 g	350 kcal/100 g	400 kcal/100 g	
โปรตีน	31.49 ± 0.21 [a]	28.96 ± 0.13 [b]	26.88 ± 0.18 [c]	25.96 ± 0.11 [d]	< 0.001
ไขมัน	59.97 ± 0.33 [d]	63.35 ± 0.25 [c]	65.20 ± 0.79 [b]	67.64 ± 0.43 [a]	< 0.001
ความชื้น	58.01 ± 0.04 [a]	56.00 ± 0.01 [b]	54.21 ± 0.06 [c]	53.04 ± 0.02 [d]	< 0.001
เถ้า	5.05 ± 0.11 [a]	4.66 ± 0.04 [b]	4.15 ± 0.08 [c]	3.35 ± 0.07 [d]	< 0.001

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่เหมือนกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)



รูปที่ 3. องค์ประกอบโปรตีน และไขมันในตัวปลาสังกะวาดเหลืองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ



รูปที่ 4. ไขมันที่สะสมในช่องท้องของปลาสังกะวาดเหลืองที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง
(A) เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรี่/ อาหาร 100 กรัม
(B) เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 300 กิโลแคลอรี่/ อาหาร 100 กรัม
(C) เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 350 กิโลแคลอรี่/ อาหาร 100 กรัม
(D) เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 400 กิโลแคลอรี่/ อาหาร 100 กรัม

ด้านคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำระหว่างการทดลองมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย 6.8 ± 0.03 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรดหรือด่างมีค่าเฉลี่ย 6.97±0.03 ความนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 141.65 ± 0.46 ไมโครซีเมนส์/เซนติเมตร อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 26.19 ± 0.08 องศาเซลเซียส ความโปร่งแสงของน้ำ มีค่าเฉลี่ย 41.83 ± 8.26 เซนติเมตร

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองเลี้ยงปลาสังกะวาดเหลืองด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้แตกต่างกัน 4 ระดับ พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราแลกเนื้อ และอัตราการรอดตาย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่าอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม มีระดับพลังงานเพียงพอต่อความต้องการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของปลาสังกะวาดเหลือง โดยอาหารที่นำมาใช้เลี้ยงปลานั้นควรมีระดับพลังงานที่เพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา (NRC, 1993 ; Lovell, 1989; วิมล, 2536) การทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาระดับพลังงานในอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบทางเคมีของ

ปลาเทโพ โดยพบว่าอาหารที่มีโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม ทำให้ปลาเทโพมีการเจริญเติบโตดีที่สุดและไม่แตกต่างกันกับปลาที่ได้รับพลังงานที่ย่อยได้ 300 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม (ณรงค์ศักดิ์และคณะ, 2544) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาสังกะวาดเหลืองที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารทั้ง 4 สูตร หลังสิ้นสุดการทดลอง พบว่าปลามีปริมาณโปรตีนในตัวน้อยกว่าก่อนการทดลองทั้งนี้อาจเป็นเพราะปลาที่มีขนาดใหญ่มีการใช้พลังงานในกระบวนการเมแทบอลิกน้อยกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก จึงทำให้เกิดการสะสมไขมันมากกว่า (NRC, 1997) ส่งผลให้องค์ประกอบโปรตีนในตัวปลามีสัดส่วนลดลง

จากการทดลองครั้งนี้พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม มีปริมาณโปรตีนในตัวปลาสูงที่สุด แตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 300, 350 และ 400 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีแนวโน้มว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานสูงขึ้นจะมีปริมาณโปรตีนในตัวปลาลดลง ทั้งนี้เนื่องปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานสูงทำให้ปริมาณไขมันในตัวปลามากกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานต่ำกว่า (Wen-jim et al., 1998) สอดคล้องกับการทดลองเลี้ยงปลาช่อนด้วยอาหารที่มีระดับพลังงานแตกต่างกัน โดยพบว่าเมื่อให้อาหารที่มีระดับพลังงานสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณไขมันในตัวปลาเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (วิทยากร, 2540) และปลาที่ได้รับพลังงานในอาหารมากเกินความต้องการจะมีผลทำให้เกิดการสะสมไขมันในเนื้อและช่องท้องของตัวปลาทำให้ปริมาณเนื้อลดลง (วิมล, 2537ข) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับพลังงานในอาหารมีผลต่อปริมาณความชื้นและเถ้าภายในตัวปลาอย่างเห็นได้ชัดโดยปลาที่ได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าของความชื้นและเถ้าภายในตัวปลามีค่าลดลง

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าอาหารสูตรที่ 1 ที่มีระดับโปรตีน 34 เปอร์เซ็นต์ มีระดับพลังงานที่ย่อยได้ 250 กิโลแคลอรี่/อาหาร 100 กรัม มีผลทำให้การเจริญเติบโต และคุณภาพของซากปลาสังกะวาดเหลืองดีที่สุดในการศึกษาครั้งนี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ทุนอุดหนุนการวิจัยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2552 ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงนักศึกษาสาขาประมง วิทยาเขตหนองคาย และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ช่วยเหลือจนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ชวลิต วิทยานนท์ และสมศักดิ์ รุ่งทองใบสุรีย์. 2536. พรรณปลาสวายและสังกะวาด (วงศ์ Schilbeidae และ Pangasiidae) ของไทย. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 150.** สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

ดนัย อุ่นใจ. 2548. การศึกษาระดับของวิตามินซีที่เสริมในอาหารสำเร็จรูปต่อการอนุบาลและการเลี้ยงปลากดเหลือง. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาประมง.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณรงค์ศักดิ์ ศุภรัตน์ ฉัตร จริยเวศน์ และสมเกียรติ พงษ์ศิริจันทร์. 2544. ระดับพลังงานในอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบทางเคมีของปลาเทโพ. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2544.** ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดอุบลราชธานี กองประมงน้ำจืด กรมประมง.

วิมล จันทรโรทัย. 2536. พลังงานอาหารเพื่อการอยู่รอดของปลา. **วารสารการประมง** 46(5): 465-470.

วิมล จันทรโรทัย. 2537ก. อาหารและการให้อาหารสัตว์น้ำ สาระสำคัญโดยสรุป. **เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 25.** สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

วิมล จันทรโรทัย. 2537ข. อาหารปลากดหลวงและการใช้อาหารปลาดุกเพื่อเลี้ยงในเชิงพานิชย์. **วารสารการประมง** 47(6): 511-558.

วิทยากร ภาคสุชล. 2540. ระดับโปรตีนและพลังงานเพื่อการเจริญเติบโตสูงสุดของลูกปลาช่อน. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ai, Q., Mai, K., Tan, B., Xu, W., Zhang, W., Ma, H. And Liufu, Z. 2006. Effects of dietary vitamin C on survival, growth and immunity of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea.* **Aquaculture** 261: 327-336.

AOAC. 1980. **Official method of analysis 12th ed.** Association of Official Analytical chemists. Washington, D.C.

Lovell, T. 1989. **Nutrition and feeding of fish.** Kluwer Academic Publishers. Massachusetts.

NRC. 1993. **Nutrient requirements of fish.** National Academy Press. Washington, D.C.

NRC. 1997. **Nutrient requirement of warm water fish.** National Acadamy Press. Washington, D.C.

Wen-jim, S., Chen Huei, H., and Hon-Cheng, C. 1998. Effects of dietary protein concentration on growth and muscle composition of juvenile *Zacco barbata.* **Aquaculture** 167:35-42.