ผลของการเสริมวิตามินซีในอาหารสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร และอัตราการรอดของปลาโมง

Effects of Vitamin C in Diet on Growth, Feed Efficiency and Survival Rate of *Pangasius bocourti* Sauvage, 1880

รัชนีกรณ์ มาพะเนาว์ (Ratchaneegorn Mapanao)[1] *และวิรัช จิ๋วแหยม (Wirat Jiwyam)*[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมวิตามินซีในอาหารต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหาร และ อัตราการรอดของปลาโมง โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) แต่ละชุดการทดลอง มีจำนวน 3 ซ้ำ ดำเนินการทดลองโดยใช้ตู้กระจกขนาด 45x90x45 เซนติเมตร บรรจุน้ำ 150 ลิตร ปล่อยลูกปลาโมงที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 1.16 กรัม ในอัตรา 20 ตัว/ตู้ ให้อาหารที่ใช้ในการทดลองซึ่งมีโปรตีน 30 % พลังงานที่ย่อยได้ 280 กิโลแคลอรี่/ 100 กรัม เสริมด้วยวิตามินซีชนิดเคลือบด้วยเซลลูโลส 4 ระดับ คือ 0% 0.5% 1% และ 2% ให้อาหารปลาในระดับที่ปลากินจนอิ่ม วันละ 2 ครั้ง คือ 09.00 น. และ 15.00 น. ทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าปลาที่ได้รับวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันสูงสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารที่มีวิตามินซี 1% มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด คือ 13.62±0.52 กรัม/ตัว 6.85±0.08 เซนติเมตร/ตัว และ 4.35±0.02 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ ปลามีอัตราการรอดตาย 100% ทุกชุดการทดลอง และปลาที่ได้รับวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการกินอาหาร อัตราการกินโปรตีน และอัตราการกินพลังงาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปลาได้รับอาหารที่มีวิตามินซี 1% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการกินอาหาร อัตราการกินโปรตีน และอัตราการกินพลังงานที่ย่อยได้ ดีที่สุด คือ 1.33±0.03, 323.18±2.48 มิลลิกรัม/วัน, 96.73±0.74 , มิลลิกรัม/วัน และ 0.89±0.01 กิโลแคลอรี่/วัน ตามลำดับ

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of vitamin C supplementation in the diet on growth, feed efficiency and survival rate of *Pangasius bocourti* Sauvage. The experiment was laid in a completely randomized design. There were 3 replicates for each treatment. A glass aquarium (dimension 45 x 90 x 45 cm), filled with 150 liters of water, was used as the experimental unit. Experimental fish with an initial mean weight of about 1.16 g,

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

were stocked at a stocking density of 20 fish/aquarium. Formulated diets contained 30% protein and 280 kcal/100 g digestible energy, and were supplemented with ethyl cellulose coated vitamin C at four levels (treatments); 0%, 0.5%, 1% and 2%. Fish were fed to satiation twice daily at 09:00 a.m. and 15:00 p.m. for an 8-week rearing period. The results show that the fish receiving diet containing 1% of vitamin C supplementation had the highest growth. There were significant differences in average weight gain, average length gain and specific growth rate among fish groups ($p < 0.05$). Growth parameters, average weight gain, average length gain and specific growth rate were 13.62±0.52 g/fish, 6.85±0.08 cm/fish and 4.35±0.02 %/day, respectively. Survival rate for all dietary treatments was 100 %. Supplementation of Vitamin C at different levels showed a significant effect on feed conversion ratio and feed intake among dietary treatments ($p<0.05$). The lowest feed conversion ratio (1.33±0.03), feed intake (323.18±2.48 mg/day), protein intake (96.73±0.74 mg/day), and energy intake (0.89±0.01 Kcal/day) were found in the fish receiving a diet supplemented with 1% of vitamin C.

คำสำคัญ : ปลาหนัง, โภชนาการ, การใช้ประโยชน์จากอาหาร
Keywords: Catfish, Nutrition, Feed Utilization

บทนำ

ปลาโมง (*Pangasius bocourti*) เป็นปลาในตระกูลเดียวกับปลาสวาย พบมากในลุ่มแม่น้ำโขงและแม่น้ำเจ้าพระยา (Tyson, 1991) ปลาโมงอยู่ในกลุ่มของ Pangasiid เป็นปลาชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื้อปลามีสีขาว รสชาติดี เป็นที่ต้องการของตลาดและมีราคาสูง โดยปลาโมงขนาด 0.7-1 กิโลกรัมๆ ละ 50 บาท ปลาโมงขนาด 1.5-2 กิโลกรัมๆ ละ 150 บาท (Prasertwattana et al., 2003) ซึ่งประเทศไทยและประเทศเวียดนามประสบความสำเร็จในการเพาะขยายพันธุ์และการเลี้ยงเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในประเทศเวียดนามมีการเลี้ยงปลาชนิดนี้อย่างแพร่หลายและส่งออกไปขายยังสหรัฐอเมริกาและประเทศในแถบยุโรป (*Lerssutthichawal* et al. 1999 ; Hung et al., 2002) ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีการเลี้ยงปลาชนิดนี้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งควรพัฒนาการเลี้ยงเพื่อให้เป็นปลาเศรษฐกิจที่สามารถส่งออกไปขายยังต่างประเทศได้

ในการผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงปลา นอกเหนือจากสารอาหารอื่นๆ แล้ว วิตามินถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของปลา โดยเฉพาะวิตามินซี ปลาส่วนมากไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีได้ ต้องได้รับจากอาหารที่กินเข้าไป (Stacey, 2006) วิตามินซีมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ระยะสืบพันธุ์ ความต้านทานโรค การทนทานต่อความเครียด ซึ่งความเครียดมีผลทำให้ระดับการสร้างแอนติบอดี้ของร่างกายลดลง และมีผลต่อการสังเคราะห์ คอลลาเจน (collagen) โดยทั่วไปในอาหารสัตว์น้ำมีวิตามินซีอยู่แล้วแต่จะค่อยๆลดลงระหว่างกระบวนการผลิตอาหาร และการเก็บรักษา อันเนื่องมาจากกระบวนการออกซิเดชั่น (Teshima et al., 1991; Thompson et al., 1993; Papp et al., 1999) ซึ่งปลาที่ขาดวิตามินซีจะมีอาการกระวนกระวาย ว่ายน้ำไม่มีทิศทาง เลือดขาดออกซิเจน เซื่องซึม ครีบหางซีกกร่อน มีอาการเลือดตกที่ผิวหนัง และตายในที่สุด (Soliman et al., 1994) วิตามินซีมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสุขภาพของปลา ส่วนปริมาณที่ต้องการขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของปลา

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของระดับวิตามินซีในอาหารต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพอาหารและอัตราการรอดของปลาโมง

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด Completely Randomized Design (CRD) ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ การเสริมวิตามินซีในอาหารสำเร็จรูปแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0% (ไม่เสริมวิตามินซี) 0.5% (วิตามินซี 4,950 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม) 1% (วิตามินซี 9,900 มิลลิกรัม/อาหาร 1กิโลกรัม) และ 2% (19,800 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม) แต่ละชุดการทดลอง มีจำนวน 3 ซ้ำ

การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ทดลองประกอบด้วย โปรตีน 30% และพลังงานที่ย่อยได้ 280 กิโลแคลอรี่/100 กรัม (ตารางที่ 1) อาหารแต่ละชุดการทดลองแตกต่างกันเพียงระดับวิตามินซีที่เสริมในอาหาร คือ 0% 0.5% 1% และ 2% วิตามินซีที่ใช้เป็นวิตามินซีชนิดเคลือบเซลลูโลส (ethyl cellulose coated) 99% (วิตามินซี 990,000 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม) ผสมอาหารและอัดอาหารเป็นเม็ด ด้วยเครื่องบดเนื้อ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วเก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำอาหารที่ได้ไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ โปรตีน เถ้า ความชื้น เยื่อใย ไขมัน ตามวิธีของ AOAC (1980)

การดำเนินการทดลอง

ลูกปลาโมง (*Pangasius bocourti*) ได้จากการเพาะพันธุ์โดยวิธีฉีดฮอร์โมนผสมเทียมที่สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดนครพนม ฝึกลูกปลาให้กินอาหารชุดควบคุมที่ไม่ได้ผสมวิตามินซี เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อเริ่มการทดลองปล่อยลูกปลาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 1.16 กรัม ลงในตู้กระจกจำนวน 12 ตู้ ขนาด 45x90x45 เซนติเมตร (บรรจุน้ำ 150 ลิตร) จำนวน 20 ตัวต่อตู้ ตู้ทดลองแต่ละตู้ติดตั้งเครื่องให้อากาศ นำของเสียที่อยู่ในน้ำออกจากตู้ทดลองทุกวันในช่วงเช้าก่อนให้อาหาร โดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50% ด้วยวิธีกาลักน้ำ เพื่อรักษาคุณภาพน้ำ ให้อาหารปลากินจนอิ่ม โดยสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของปลาและทำการปรับลดปริมาณการให้อาหารตามปริมาณการกินอาหารของปลาแต่ละมื้อ เพื่อไม่ให้มีอาหารเหลือในตู้ทดลอง ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (9.00 น. และ15.00 น.) ทุกวันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองบันทึกจำนวนปลาที่เหลือรอด ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปลาทั้งหมด

การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ ได้แก่ สภาพด่างรวมโดยวิธี Titritatic method ความกระด้างรวมโดยวิธี EDTA Titritatic method ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำใช้เครื่องวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ รุ่น YSI 52 ค่าความนำไฟฟ้าใช้เครื่อง Conductivity meter รุ่น HACH Sension 5 และค่าสภาพกรดหรือด่าง (pH) ใช้เครื่อง pH meter รุ่น IQ scientific instruments

การคำนวณและการวิเคราะห์ทางสถิติ

คำนวณหาน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการกินอาหาร อัตราการกินโปรตีน อัตราการกินพลังงานที่ย่อยได้ ดังนี้

น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม/ตัว)
= น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย – น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้น

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)
$$= \frac{\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาในการทดลอง}} \times 100$$

อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$$

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ
$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

อัตราการกินอาหาร (กรัม/ตัว/วัน)
= น้ำหนักอาหารที่ปลากินxระยะเวลาในการทดลอง / จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

อัตราการกินโปรตีน (มิลลิกรัม/ตัว/วัน)
= น้ำหนักอาหารที่ปลากิน x (%โปรตีนในอาหาร)/100

อัตราการกินพลังงานที่ย่อยได้ (กิโลแคลอรี่/ตัว/วัน)
= น้ำหนักอาหารที่ปลากินx (ระดับพลังงานที่ย่อยได้ในอาหาร)/100

นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ในแบบสุ่มตลอด และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple rang test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

อัตราการรอด (Survival rate)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าอัตราการรอดของปลามีค่าสูงมากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ระหว่างปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี และเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน โดยมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) และไม่พบอาการขาดวิตามินซีของปลา

การเจริญเติบโต (Growth rate)

น้ำหนักและความยาวของปลาโมงในทุกชุดการทดลองเมื่อเริ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 1.61 กรัม และมีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 4.88 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลาโมงที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี และอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย และความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1% มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยและความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด (ตารางที่ 2) ซึ่งการเสริมวิตามินซีในอาหารส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของปลาโมงมีค่าสูงขึ้น

การใช้ประโยชน์จากอาหาร (Feed Utilization)

อัตราการกินอาหารของปลาโมง พบว่าอาหารที่เสริมวิตามินซีและไม่เสริมวิตามินซีส่งผลให้อัตราการกินอาหารของปลาโมงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีตั้งแต่ 1% มีอัตราการกินอาหาร อัตราการกินโปรตีน และอัตราการกินพลังงานที่ย่อยได้สูงสุด แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี และเสริมวิตามินซี 0.5% ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี 1% มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด ซึ่งการเสริมวิตามินซีในอาหารปลาโมงส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาต่ำลง (ตารางที่ 2)

คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำระหว่างการทดลองมีค่าดังนี้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.5-10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 8.24-8.53 ค่าความเป็นด่างมีค่าอยู่ในช่วง 264.6 -287.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างมีค่าอยู่ในช่วง 196.20-256.26 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 27.1-27.6 องศาเซลเซียส ค่าความนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 498-535 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร

ตารางที่ 1. วัตถุดิบส่วนประกอบเป็นร้อยละของสูตรอาหารที่เสริมวิตามินซีแตกต่างกัน 4 ระดับ และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารแต่ละสูตร

ระดับวิตามินซี	0%	0.5%	1%	2%
สูตรอาหาร	1	2	3	4
วัตถุดิบ (%โปรตีน)				
ปลาป่น (62.1)	25	25	25	25
ปลายข้าว (6.47)	10	10	10	10
ข้าวโพด (6.79)	10	10	10	10
กากถั่วเหลือง (44.63)	25	25	25	25
รำอ่อน (11.69)	16.3	16.3	16.3	16.3
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1	1	1
แป้งมันสำปะหลัง (1.18)	7.7	7.7	7.7	7.7
แกลบบด (1.77)	5	4.5	4	3
วิตามินซีเคลือบเซลลูโลส 99% (ethyl cellulose coated vitamin C)	0	0.5	1	2
รวม	100	100	100	100
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง				
โปรตีน	30.73	29.65	29.93	30.57
ไขมัน	6.99	6.41	6.31	6.08
เยื่อใยหยาบ	9.65	9.28	9.43	9.05
เถ้า	4.18	3.88	2.99	3.17
ความชื้น	10.64	9.82	9.25	9.11
ค่าจากการคำนวณ				
NFE (%)	37.80	40.95	42.07	42.01
พลังงานรวม (kcal/100 g)* (gross energy, GE; kcal/100g)	394.64	396.01	401.29	402.52
พลังงานที่ย่อยได้ (kcal/100 g)** (digestible energy, DE; kcal/100g)	274.03	272.87	276.01	276.59
DE/P (kcal /protein)	8.92	9.20	9.22	9.05

หมายเหตุ * พลังงานรวม = (%โปรตีนx5.64) + (%ไขมันx9.44) + (%NFEx4.11) (NRC, 1993)

** ค่าพลังงานที่ย่อยได้ = (%โปรตีนx4) + (%ไขมันx8.1) + (%NFEx2.5) (NRC, 1993)

ตารางที่ 2. ผลของอาหารเสริมวิตามินซีต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดและการใช้ประโยชน์จากอาหาร ของปลาโมง เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (Mean±SE)

ผลการทดลอง	ระดับวิตามินซี (Mean±SE)				
	0%	0.5%	1%	2%	ค่า P-value
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	1.13±0.74	1.07±0.11	1.29±0.05	1.13±0.04	0.259
ความยาวเริ่มต้น (ซม/ตัว)	4.91±0.09	4.79±0.18	4.99±0.14	4.83±0.05	0.678
น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	8.81±0.13^{c}	9.00±0.24^{c}	13.62±0.52^{a}	10.81±0.24^{b}	<0.001
ความยาวเพิ่มเฉลี่ย (ซม/ตัว)	5.56±0.09^{c}	6.09±0.20^{ab}	6.85±0.08^{a}	6.55±0.23^{a}	0.003
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์/ตัว)	3.88±0.05^{b}	4.01±0.07^{b}	4.35±0.02^{a}	4.20±0.0^{a}	0.001
อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0	
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.43±0.01^{b}	1.46±0.03^{b}	1.33±0.03^{a}	1.42±0.01^{b}	0.022
อัตราการกินอาหาร (มิลลิกรัม/ตัว/วัน)	225.43±6.74^{b}	235.21±3.61^{b}	323.18 ±2.48^{a}	275.38±9.02^{b}	<0.001
อัตราการกินโปรตีน (มิลลิกรัม/ตัว/วัน)	69.27±2.07^{c}	69.74±1.07^{c}	96.73±0.74^{a}	84.18±2.7^{b}	<0.001
อัตราการกินพลังงานที่ย่อยได้ (กิโลแคลอรี่/ตัว/วัน)	0.62±0.17c	0.64±0.01c	0.89±0.01a	0.76±0.0b	<0.001

a b c ตัวอักษร ในแถวเดียวกันที่เหมือนกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองครั้งนี้พบว่าอัตราการรอดตายของปลาโมงไม่แตกต่างกันและไม่พบอาการขาดวิตามินซีของปลา ทั้งปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซีและอาหารเสริมวิตามินซี ทั้งนี้อาจเนื่องจากอาหารที่ใช้ทดลองไม่ใช่อาหารที่ปราศจากวิตามินซี ดังนั้นปลาโมงอาจได้รับวิตามินซีที่มีอยู่แล้วในอาหารถึงแม้ไม่ได้เสริมวิตามินซี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลของวิตามินซีในอาหารต่อน้ำหนักเฉลี่ย องค์ประกอบวิตามินซีในเนื้อปลา การตอบสนองต่อความเครียด และความต้านทานโรคของปลา Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) ขนาดน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 6.5 กรัม ระยะเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าปลาดุกมีอัตราการรอดไม่แตกต่างกัน และปลาไม่แสดงอาการขาดวิตามินซี ทั้งในอาหารที่เสริมและไม่เสริมวิตามินซี เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซีพบว่ามีวิตามินซีเป็นองค์ประกอบ 3.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (Li et al., 1998)

ส่วนการเจริญเติบโตของปลาโมงที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี และอาหารเสริมวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน มีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาในปลาหลายชนิด เช่น Wang et al. (2003) ศึกษาผลของความแตกต่างระดับวิตามินซีในอาหารต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงวิตามินซีในเนื้อเยื่อของปลา Parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*) เป็นเวลา 11 สัปดาห์ Ortuno et al. (1999) ศึกษาผลของระดับวิตามินซีที่สูงต่อการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน ของปลา gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) เป็นเวลา 10 สัปดาห์ และ Misra et al. (2007) ศึกษาผลของวิตามินซีในอาหารต่อภูมิคุ้มกัน การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกปลา Indian major carp (*Labeo rohita*) 56 วัน รายงานตรงกันว่าการเสริมวิตามินซี

ในอาหารปลามีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาอย่างชัดเจน โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีมีการเจริญเติบโตสูงกว่าปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมวิตามินซี และระดับวิตามินซีในอาหารมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของอาหาร โดยมีผลต่ออัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อย่างเห็นได้ชัด ปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี มีการใช้ประโยชน์จากอาหารลดลงและมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของวิตามินซี สอดคล้องกับการรายงานในปลาหลายชนิด เช่น รายงานการศึกษาในปลา Stinging Catfish *Heteropneustes fossilis* (Alam et al., 2009) ปลานิล (*Tilapia zillii*) (Anadu et al.,1990) ปลา Indian major carp (*Labeo rohita*) (Misra et al., 2007) และปลาดุก (*Clarias gariepinus*) (Adewolu and Aro, 2009) ซึ่งรายงานตรงกันว่าปลาที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี มีอัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ดีกว่าปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซี ทั้งนี้เนื่องจากวิตามินซีมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ metabolic ในร่างกาย (Hertrampf and Piedad-Pascual, 2000) การเจริญเติบโต พัฒนาการ การสืบพันธุ์ การรักษาบาดแผล การตอบสนองต่อความเครียด และเมตาบอลิซึมของไขมัน ปลาที่มีภาวการณ์ขาดวิตามินซีจะมีการเจริญเติบโตลดลง กระดูกสันหลังคดงอ ซี่เหงือกผิดปกติ ครีบกัดกร่อน ตกเลือดภายในและบริเวณครีบ ปลามีอาการเบื่ออาหาร (anorexia) และตายเพิ่มขึ้น (Verlhac and Gabaudan, 1997) นอกจากนี้วิตามินซียังมีหน้าที่เป็น cofactor ในกระบวนการ hydroxylation ของ กรดอะมิโน proline และ lysine เพื่อเปลี่ยนเป็น hydroxyproline และhydroxylysin ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นในการสร้างcollagen (procollagen) จำเป็นต่อการสร้างเนื้อเยื่อ ซ่อมแซมเนื้อเยื่อและมีส่วนในการสร้างกระดูก (Sandel and Deniel,1988 by NRC, 1993) Lim and Lovell (1978) รายงานว่าภาวการณ์ขาดวิตามินซีส่งผลให้ อัตราการเจริญเติบโตของปลาและคอลลาเจน (collagen) ในกระดูกของปลา channel catfish (*Ictalurus punctatus*) ลดลง

อย่างไรก็ตาม พบว่าระดับวิตามินซีที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตสูงสุดของปลาโมงในการทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 1% (9,900 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร) ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบการทดลองในปลาหลายชนิด ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งขึ้นอยู่กับอาหาร สภาพการทดลอง รูปแบบวิตามินซีที่ใช้ (Ai et al., 2004) อุณหภูมิของน้ำ (Hwang and Lin, 2002) ระบบการเลี้ยง ความถี่ในการเกิดความเครียด วิธีการผลิตอาหาร และวัตถุประสงค์ในการใช้ ถ้าเป็นการใช้เพื่อต้านการติดเชื้อแบคทีเรีย อาจต้องใช้วิตามินซีมากเป็น 100 เท่า ของความต้องการปกติ (Steffens, 1989) อย่างไรก็ตามระดับวิตามินซีที่คงเหลืออยู่ในอาหารจนถึงระดับวิตามินซีที่ปลาได้รับเข้าไปในการทดลองครั้งนี้ อาจมีปริมาณไม่เท่าเดิม เนื่องจากวิตามินซี ส่วนหนึ่งอาจสูญสลายไปในระหว่างกระบวนการผลิต และกระบวนการเก็บรักษา อรุณีพงศ์ และคณะ (2538) รายงานว่าอาหารสัตว์น้ำจะเกิดการสูญเสียวิตามินซีในระหว่างการผลิตประมาณ 4-25 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ขนาดของเม็ดอาหาร และกรรมวิธีในการผลิต การทดลองครั้งนี้เลือกใช้วิตามินซีชนิดเคลือบเซลลูโลส ซึ่งมีรายงานว่าเป็นชนิดที่มีความคงทนต่อกระบวนการผลิตอาหารที่มีความร้อนสูงได้ดี แต่กลับพบว่า วิตามินซีเคลือบเซลลูโลส มีความคงทนในน้ำได้ไม่ดีนัก เมื่อเทียบกับวิตามินซีเคลือบไขมันหรือน้ำมัน (Soliman at al., 1978)

นอกจากนี้ยังพบว่าระดับวิตามินซีที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของปลามีปริมาณที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของปลาเช่นปลา Japannese seabass (*Lateolabrax japonicus*) ต้องการวิตามินซี 53.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (Ai et al., 2004) ปลา Stinging Catfish (*Heteropneustes fassilis*) เจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเสริมวิตามินซีในอาหาร 1,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (Alam et al., 2009) และการเสริมวิตามินซีในอาหารปลาดุก (*Clarias gariepinus*) 1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ปลาเจริญเติบโตสูงสุด (Adewolu and Aro, 2009) ทั้งนี้ขนาดของปลายังมีผลต่อความต้องการวิตามินซีในระดับที่แตกต่างกัน โดยปลาขนาดใหญ่ต้องการวิตามินซีในระดับต่ำกว่าปลาขนาดเล็ก (Johnson and Ainsworth,1991) ดังเช่น การทดลองในปลา

channel catfish (*Ictalurus punctatus*) ขนาดเล็ก (3-19 กรัม) ระดับวิตามินซี 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตสูงสุด และปลาขนาดใหญ่ (9.7-150 กรัม) ระดับวิตามินซี 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตสูงสุด แสดงให้เห็นว่าวิตามินซีในอาหารปลา Channel Catfish ที่เหมาะสม ควรเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามขนาดของปลา (Li and Lovell,1985) การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในปลาโมงที่มีขนาดเล็ก (น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 1.63 กรัม) จึงทำให้ปลาโมงมีความต้องการวิตามินในระดับที่ค่อนข้างสูง

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการเลี้ยงปลาโมงขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 1.16 กรัม ความยาวเฉลี่ย 4.88 เซนติเมตร อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาควรเสริมด้วยวิตามินซีเข้มข้น 1% ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก สำหรับการเลี้ยงปลาโมงในการทดลองครั้งนี้

อย่างไรก็ตาม ควรทำการศึกษาเพื่อหาระดับวิตามินซีต่ำสุดที่เสริมในอาหาร ในปลาแต่ละขนาด ส่งผลให้ปลาเจริญเติบโตดี มีสุขภาพแข็งแรง และเหมาะสมกับสภาพการเลี้ยง เพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าวิตามินซีที่จะเสริมลงไปในอาหาร นอกจากนี้ควรมีการศึกษาชนิดของวิตามินซีที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เสริมลงไปในอาหาร สำหรับการเลี้ยงปลาโมง ซึ่งจะส่งผลให้การเลี้ยงปลาโมงมีประสิทธิภาพสูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนวิจัยประเภททุนอุดหนุนทั่วไป งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2552 และขอขอบคุณ สาขาการประมง สายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย ที่สนับสนุนสถานที่ทดลองจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

อรุณีพงศ์ ศรีสภาพร เยาวมาลย์ ค้าเจริญ วินัย ใจขาน พรรณศรี สากิยะ และสมพงษ์ ฉายพุทธ. 2538. การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ไวตามินในอาหารสัตว์. **รายงานการวิจัยหมวดเงินอุดหนุนทั่วไปปีงบประมาณ 2538** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Adewolu, M.A. and Aro, O.O. 2009. Growth, Feed Utilization and Haematology of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerling fed diets containing different Levels of vitamin C. **American Journal of Applied Sciences** 6: 1675-1681.

Ai, Q., Mai, K., Zhang, C., Xu, W., Duan, Q., Tan, B. and Liufu, Z. 2004. Effects of dietary vitamin C on growth and immune response of Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus*. **Aquaculture** 242: 489-500.

Alam, Md. J., Mustafa, Md. G. and Khaleque, Md. A. 2009. Evaluations of the effects of different dietary vitamin C levels on the body composition, growth performance and feed utilization efficiencies in Stinging Catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch, 1792). **Journal of American Science** 5(3): 31-40.

Anadu, D.I., Anozie , O.C. and Anthony, A.D. 1990. Growth response of *Tilapia Zillii* fed diets containing various levels of Ascorbic acid and Cobalt chloride **Aquaculture** 88: 329-336.

AOAC. 1980. **Official Method of Analysis. 13th ed.** Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

Hertrampf, J.W. and Piedad-Pascual, F. 2000. **Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds.** Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, London.

Hung, L.T., Tuan, N.A., Cacot , P. and Lazard, J. 2002. Larval rearing of the Asian Catfish, *Pangasius bocourti* (Siluroidei, Pangasiidae): alternative feeds and weaning time. **Aquaculture** 212: 115-127.

Hwang, D.F. and Lin, T.K. 2002. Effect of temperature on dietary vitamin C requirement and lipid in Common Carp. **Comparative biochemistry and physiology Part B** 131: 1-7.

Johnson, M.R. and Ainsworth, A.J. 1991. An elevated dietary level of Ascorbic acid fails to influence the response of anterior kidney neutrophils to *Edwardsiella ictaluri* in Channel Catfish. **Journal of Aquatic Animal Health** 3: 266-273.

Lerssutthichawal, T., Lim, S.L.H. and Chinabut, S. 1999. Monogeneans from the Pangasiid fishes of Thailand. **AAHRI Newsletter.** 8(1): 1-5.

Lim, C. and Lovell, R. T. 1978. Pathology of the vitamin C deficiency syndrome in Channel Catfish (*Ictalurus Punctatus*). **J. Nutr.** 108: 1137-1146.

Li, M.H., Wise, D.J. and Robinson, E.H. 1998. Effect of dietary vitamin C on weight gain, tissue ascorbate concentration, stress response, and disease resistance of Channel Catfish *Ictalurus punctatus.* **Journal of the world aquaculturesociety** 29(1): 1-7.

Li, Y. and Lovell, R.T. 1985. Elevated levels of dietary Ascorbic Acid Increase immune responses in Channel Catfish. **J. Nutr.** 115: 123-131.

Misra, C.K., Das, B.K., Mukherjee, S.C. and Pradhan, J. 2007. Effects of dietary Vitamin C on immunity, growth and survival of Indian major carp *Labeo rohita*, fingerlings. **Aquaculture Nutrition** 13: 35-44.

NRC (National Research Council). 1993. **Nutrient Requirements of Fish.** National Academy Press Washington, DC.

Ortuno, J., Esteban, M.A. and Meseguer, J. 1999. Effect of high dietary intake of vitamin C on non-specific immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). **Fish &Shellfish Immunology** 9: 429-443.

Papp, G.Z., Sarolia, M., Jeney, Z., Jeney, G. and Terova, G. 1999. Effects of dietary vitamin C on tissue ascorbate and Collagen Status in sturgeon hybrids (*Acipenser ruthenus* L.*XAcipenser baeri Brandt*). **J. Appl. Ichthyol** 15: 258-260.

Prasertwattana, P., Singsee, S. and Udomkarn, C. 2003. Survey of cage culture of Mekong indigenous fish along the Mekong and Songkhram River, Nakhonphanom Province, Thailand. Proceeding of the 5th Technical Symposium on Mekong Fisheries, **MRC Conference Series No. 4.** Thailand.

Soliman, A.K., Jauncey, K. and Robert, R. J. 1994. Water-soluble vitamin requirements of tilapia: Ascorbic acid (vitamin C) requirement of Nile tilapia: *Oreocromis niloticus* (L.). **Aquaculture and fisheries Management** 25: 269-276.

Soliman, A.K., Tauncey, K. and Roterts, R. I. 1978. Stability of L-ascorbic acid (vitamin) and its forms in fish feeds during processing storage and leaching. **Aquaculture** 60: 73-83.

Stacey, R. 2006. Nutrition Support of Fish. **Journal of Exotic Pet Medicine** 15(4): 264-268.

Steffens, W. 1989. **Principles of fish nutrition.** Ellis Horwood Limited, Chichester, England.

Teshima, S.I., Kanazawa, A., Koshio, S. and Itoh, S. 1991. L-ascorbyl-2-phosphate-mg as Vitamin C source for the Japanese flounder

(*Paralichthys olivaceus*). **Fish Nutrition in Practice.** Biarritz, France.

Thompson, I.A., White, A., Flectcher, T.C., Houlihan, D.F. and Secombes, C.J. 1993. The effect of stress on the immune response of Atlantic Salmon (*Salmo solar* L.) fed diets containing different amounts of vitamin C. **Aquaculture** 114: 1-18

Tyson, R.R. 1991. Systematic revision of the Asian catfish family Pangasiidae, with biological observation and descriptions of three new species. **Proceedings of The Academy of Natural Sciences Philadelphia** 143: 97-144.

Verlhac, V. and Gabaudan, J. 1997. **The effect of vitamin C on fish health.** Roche Technical Buletin, Hoffmann-La Roche limited, Vitamins, Basel, Switzerland.

Wang, X., Kim, K.W., Bai, S.C., Huh, M.D and Cho, B.Y. 2003. Effects of the different levels of dietary vitamin C on growth and tissue ascorbic acid changes in parrot fish (*Oplegnathus fasciatus*). **Aquaculture 2**15: 203-211.