

## ผลของอาหารเสริมวิตามินซีต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร ของปลาช่อนวัยอ่อน

### Effect of Dietary Supplementation of Vitamin C on Growth Performances and Feed Efficiency of Striped Snakehead Fish (*Channa striata*) Fingerlings

ธัชพล การะเกตุ\*, เบญจพร ชมคำ และสาทร โปร่งเกษม

Thuchapol Karaket\*, Benjapon Chomcham and Sathorn Prongkasem

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Fisheries Science Program, Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment,  
Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

\* Corresponding author. E-mail address: thuchapolk@nu.ac.th

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการเสริมวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาช่อนวัยอ่อน โดยทำการทดลองเลี้ยงปลาช่อนที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น  $3.61 \pm 0.30$  กรัม และความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น  $6.32 \pm 0.54$  เซนติเมตร อายุ 45 วัน ในบ่อซีเมนต์กมลขนาดความจุ 250 ลิตร ที่ความหนาแน่น 60 ตัวต่อตารางเมตร โดยแบ่งชุดการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ คือ การเสริมวิตามินซีลงในอาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำสำหรับปลากินเนื้อที่มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ที่ระดับ 0 (ชุดควบคุม), 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่าปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 4 ชุดการทดลอง ให้ผลการเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่เนื่องจากการตรวจไม่พบวิตามินซีในอาหารเม็ดสำเร็จรูป ดังนั้น การเสริมวิตามินซีลงในอาหารสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำจึงมีความจำเป็นอย่างมาก

**คำสำคัญ:** การเสริมวิตามินซี การเจริญเติบโต ลูกปลาช่อน ปลาช่อน

#### Abstract

This study was conducted to determine the level of vitamin C supplementation in diet for growth of striped snakehead fish (*Channa striata*) fingerlings. The 45-day-old fingerlings with initial average weight of  $3.61 \pm 0.30$  g and length of  $6.32 \pm 0.54$  cm were raised in 250-L cement tank at 60 fish/m<sup>2</sup> stocking density. Fish were fed on a commercial diet (40% crude protein), which contained different levels of vitamin C (VC) supplements (0 (control), 500, 1,000 and 1,500 mg/kg) in triplicate replications. After 8 weeks, final length, final weight, SGR, ADG, FCR and survival rate were not significant different ( $p > 0.05$ ). Moreover, vitamin C in commercial diet was not detected. So, vitamin C supplementation in diets for aquatic animal is essential.

**Keywords:** Vitamin C Supplementation, Growth Performance, Fingerling, Striped Snakehead Fish

## บทนำ

ปลาช่อน เป็นปลาที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศไทย พบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดทั่วไป เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง และทะเลสาบ ปลาช่อนเป็นปลาที่มีรสชาติดี สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เป็นที่ต้องการของตลาดสูง มีราคาแพง แต่ในภาวะปัจจุบันปริมาณปลาช่อนที่จับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติมีจำนวนลดน้อยลง เนื่องจากการทำประมงเกินศักยภาพการผลิต ตลอดจนสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำเสื่อมโทรมหรือเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ปริมาณปลาช่อนในธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้ประโยชน์และความต้องการบริโภค เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว จึงเป็นแรงผลักดันให้การเลี้ยงปลาช่อนขยายตัวอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ ปลาช่อนกลายเป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย โดยเกษตรกรมีการเพาะเลี้ยงปลาช่อนในระบบพัฒนาขึ้นมาก ซึ่งระบบการเพาะเลี้ยงแบบนี้ จะมีการปล่อยปลาในอัตราความหนาแน่นสูง ให้อาหารจำนวนมาก มีเศษอาหารเหลือ อีกทั้งมีสิ่งขับถ่ายจากสัตว์น้ำ ทำให้มีสารอินทรีย์สะสมในบ่อปริมาณมาก เกิดการเน่าเสีย มีผลทำให้คุณภาพน้ำภายในบ่อแย่งลง ส่งผลให้เกิดความเครียดแก่สัตว์น้ำตามมา ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ปลาเกิดการเจริญเติบโตช้า อ่อนแอ มีความต้านทานต่อโรคต่ำ และอัตราการรอดตายต่ำ ทำให้ผลผลิตที่ได้น้อยลงตามไปด้วย (DOF, 2010)

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นมีหลายอย่าง อาทิเช่น สายพันธุ์ การจัดการคุณภาพน้ำ โดยเฉพาะอาหารที่จะเป็นตัวกำหนดรายได้และผลผลิตของสัตว์น้ำนั้น นอกจากสารอาหารหลักที่ให้พลังงาน คือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน แล้วยังมีวิตามินซึ่งเป็นสารอาหารที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย แต่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต ระบบสืบพันธุ์ และสุขภาพ (NRC, 2011) วิตามินซี (L-ascorbic acid) เป็นวิตามินชนิดละลายในน้ำ เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สิ่งมีชีวิตต้องการในปริมาณน้อยแต่มีความจำเป็นต่อระบบสรีระและกลไกทางชีวเคมีของร่างกายของสัตว์น้ำ ทำให้การเจริญเติบโตเป็นไปได้ด้วยดี มีการสังเคราะห์คอลลาเจนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระดูก เอ็น ผิวหนัง ฟัน ได้ตามปกติ มีความทนทานต่อสภาวะความเครียดต่าง ๆ ได้ดี มีความต้านทานต่อเชื้อโรค โดยเพิ่มระดับภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำ และเพิ่มอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำได้ (Darias *et al.*, 2011; Jiménez-Fernández *et al.*, 2015; Narra *et al.*, 2015) โดยปกติแล้วสัตว์น้ำส่วนใหญ่ไม่สามารถสังเคราะห์วิตามินซีเองได้ จึงจำเป็นต้องได้รับวิตามินซีจากอาหาร (Darias *et al.*, 2011) ถ้าในสภาพการเลี้ยงปลาที่ไม่หนาแน่นหรือปลาที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติ จะได้รับวิตามินซีจากอาหารธรรมชาติได้แก่ พืชน้ำ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และพืชน้ำ แต่ในสภาพการเลี้ยงปลาอย่างหนาแน่น ปริมาณอาหารธรรมชาติจึงไม่เพียงพอ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเสริมวิตามินซีลงในอาหาร ถึงแม้ว่าในอาหารสัตว์น้ำมีการเสริมวิตามินซีลงไปอยู่แล้ว แต่เนื่องจากวิตามินซีสามารถละลายได้ในน้ำและถูกทำลายได้ง่าย จึงสูญเสียวิตามินซีไปในกระบวนการการผลิตอาหาร การเก็บรักษา และระหว่างการให้อาหารสัตว์น้ำ ดังนั้น จึงต้องมีการเสริมวิตามินซีในอาหารเพื่อเป็นการชดเชยวิตามินซีที่สูญเสียไป เพื่อให้ปลาได้รับวิตามินซีในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย แต่เนื่องจากความต้องการวิตามินซีในสัตว์น้ำมีความแตกต่างกันไปตามชนิด ขนาด และอายุของสัตว์น้ำ สูตรอาหารที่ใช้ และสภาพการเลี้ยงที่หลากหลาย (Ai *et al.*, 2006) จะเห็นว่าปัจจัยต่างๆ มีอิทธิพลต่อความต้องการวิตามินซีของสัตว์น้ำ การศึกษาระดับความต้องการวิตามินซีที่เฉพาะเจาะจงกับสัตว์น้ำเศรษฐกิจในแต่ละชนิดจึงมีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะสัตว์

น้ำวัยอ่อนซึ่งเป็นระยะที่มีความอ่อนไหวและอ่อนแอต่อสภาวะแวดล้อมสูง ก่อนที่จะเจริญพัฒนาสู่ระยะตัวเต็มวัยต่อไป (Darias *et al.*, 2011) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นหาระดับหรือปริมาณของวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมลงไปให้อาหารสำหรับการเลี้ยงปลาช่อนวัยอ่อนอายุ 45 วัน ซึ่งน่าจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการรอดตายของลูกปลาช่อน อีกทั้งเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเพิ่มศักยภาพในการผลิตและการพัฒนาการเลี้ยงปลาช่อนเชิงพาณิชย์ต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ลูกปลาช่อนวัยอ่อน (*Channa striata*) อายุประมาณ 45 - 50 วัน มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น  $3.61 \pm 0.30$  กรัม และความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น  $6.32 \pm 0.54$  เซนติเมตร จากฟาร์มลุงชาญพันธุ์ปลาช่อน จังหวัดสุพรรณบุรี นำมาพักและเลี้ยงโดยใช้อาหารชุกควบคุมเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพลูกปลาให้คุ้นเคยก่อนการทดลอง การวางแผนการทดลอง

งานวิจัยนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยมีปัจจัยที่ต้องการศึกษาคือ ระดับของการเสริมวิตามินซีในอาหาร แบ่งเป็น 4 ระดับ (ชุดการทดลอง) คือ 0 (ไม่เสริมวิตามินซีเป็นชุดควบคุม), 500, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม แต่ละชุดการทดลองมีจำนวน 3 ซ้ำ

### การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปลอยน้ำสำหรับปลากินเนื้อที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ นำมาเสริมวิตามินซี (Sodium salt of L - Ascorbic acid) ลงไปตามชุดการทดลองที่วางแผนไว้ โดยละลายวิตามินซีในน้ำกลั่น 150 มิลลิลิตร แล้วสเปรย์ลงไปให้อาหารผสมให้ทั่ว จากนั้นเคลือบเม็ดอาหารด้วยน้ำมันปลา 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เพื่อป้องกันการละลายน้ำของวิตามินซี จากนั้นผึ่งลมให้แห้ง นำไปบรรจุในถุงพลาสติก และเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

### การดำเนินการทดลอง

สูมน้ำลูกปลาและปล่อยเลี้ยงในบ่อซีเมนต์กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร (บรรจุน้ำ 150 ลิตร) บ่อละ 30 ตัว (อัตราการปล่อย 60 ตัวต่อตารางเมตร) พร้อมติดตั้งระบบให้อากาศโดยใส่หัวทรายบ่อละ 1 จุด ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ 09.00 น. และ 15.00 น. (งดให้อาหารในวันที่มีการตรวจวัดการเจริญเติบโต) โดยให้อาหาร 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีการดูดตะกอนของเสียและเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% สัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง (ขึ้นกับคุณภาพน้ำภายในบ่อ) ตรวจวัดการเจริญเติบโตโดยการสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ทุก ๆ 2 สัปดาห์ เพื่อใช้ในการปรับปริมาณอาหาร หลังจากสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 นับจำนวนปลาที่เหลือรอด พร้อมกับตรวจวัดการเจริญเติบโตของปลาทั้งหมด

### การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ในระหว่างการดำเนินการทดลองมีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ โดยคุณภาพน้ำที่ทำกรวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลาย ปริมาณ แอมโมเนียและไนไตรท์

### การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลน้ำหนักและความยาวของปลา จำนวนปลาที่เหลือรอด และข้อมูล ปริมาณอาหาร มาคำนวณหา น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain) น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average daily growth; ADG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate; SGR) อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio; FCR) และอัตราการรอดตาย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความ แตกต่างทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน [Analysis of Variance (ANOVA)] และเปรียบเทียบ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## ผลการวิจัย

### ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหาร

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหารสำเร็จรูป พบว่ามีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าที่ คาดการณ์ไว้เล็กน้อยโดยเฉพาะค่าของโปรตีนรวม (Table 1) และตรวจไม่พบวิตามินซี แต่อาหารที่เสริม วิตามินซีที่ระดับต่าง ๆ สามารถตรวจพบปริมาณวิตามินซีได้ใกล้เคียงกับระดับที่เสริมลงไป (Table 2)

Table 1 Proximate analysis (dry weight basis) of the basal commercial diet.

Calculated composition	Amount
Crude protein (%)	32.9
Crude lipid (%)	8.34
Crude ash (%)	10.25
Crude fiber (%)	6.76
Moisture (%)	9.93
Carbohydrate (%)	38.58
Gross energy (Cal/g)	4,096
Vitamin C (mg/100g)	ND

Table 2 Vitamin C concentrations (mg/100g; DM) in the experimental diets.

	Dietary vitamin C level (mg/100g diet)			
	0	500	1,000	1,500
Vitamin C	ND	49.5	100.5	148.5

### การเจริญเติบโต (Growth performances)

น้ำหนักและความยาวเริ่มต้นของลูกปลาช่อนในทุกชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p>0.05$ ) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าน้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่การเสริมวิตามินซีในอาหารปลาช่อนที่ระดับ 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีผลทำให้การเจริญเติบโตดีที่สุด (Table 3 และ Figure 1 )

Table 3 Growth performances, survival rate and feed utilization of striped snakehead fish fingerlings

	Dietary vitamin C level (mg/kg diet)				P - value
	0	500	1,000	1,500	
Initial weight (g)	3.67 ± 0.28	3.55 ± 0.32	3.55 ± 0.32	3.67 ± 0.28	0.9589
Initial length (cm)	6.29 ± 0.48	6.22 ± 0.60	6.40 ± 0.51	6.35 ± 0.54	0.3842
Final weight (g)	13.12 ± 4.67	14.78 ± 4.61	14.55 ± 4.28	14.37 ± 3.95	0.6360
Final length (cm)	10.14 ± 1.29	10.62 ± 1.16	10.63 ± 1.14	10.48 ± 0.98	0.4020
Weight gain (g/fish)	9.46 ± 1.99	11.23 ± 1.74	11.00 ± 2.40	10.70 ± 1.30	0.6356
ADG (g/fish/day)	0.17 ± 0.04	0.20 ± 0.03	0.20 ± 0.04	0.19 ± 0.02	0.6810
SGR (%/day)	2.27 ± 0.39	2.55 ± 0.32	2.51 ± 0.45	2.44 ± 0.19	0.7801
Survival rate (%)	90.00 ± 10.00	92.22 ± 5.09	93.33 ± 8.82	97.78 ± 1.92	0.6220
Feed intake (g/fish)	21.63 ± 2.42	20.98 ± 1.18	20.81 ± 2.06	19.75 ± 0.38	0.6181
FCR	2.36 ± 0.45	2.13 ± 0.58	1.90 ± 0.05	1.88 ± 0.27	0.4535

feed different ascorbic acid levels for 8 weeks (mean±SD).

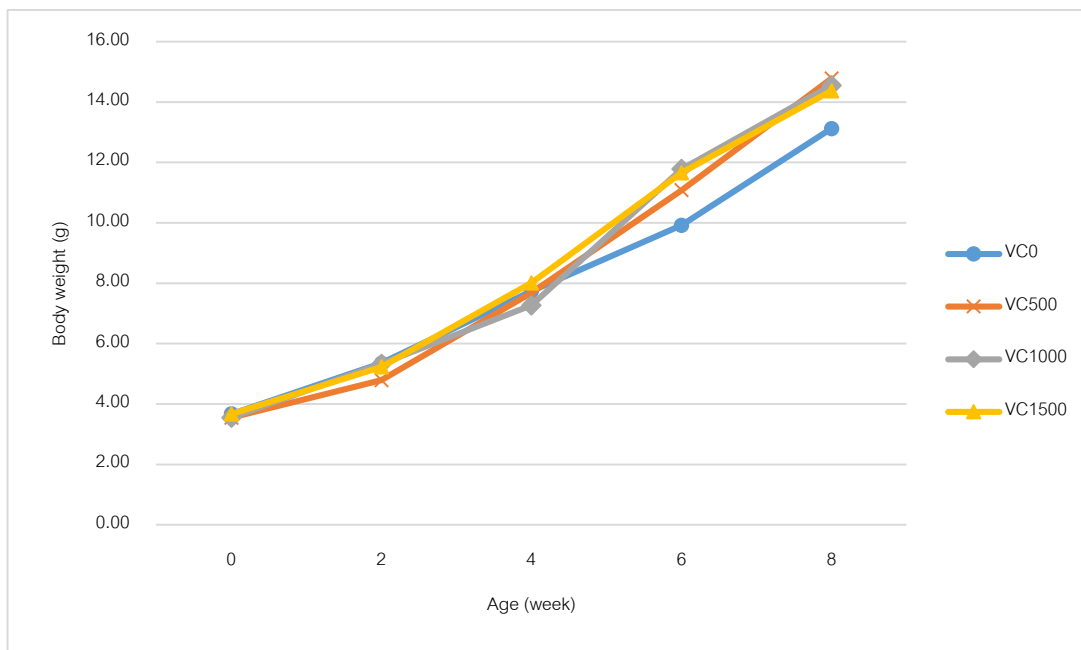


Figure 1 Average body weight at 0, 2, 4, 6 and 8 weeks of striped snakehead fish fingerlings fed different ascorbic acid levels for 8 weeks.

#### อัตราการรอดตาย (Survival rate)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าอัตราการรอดตายของลูกปลาช่อนมีค่าค่อนข้างสูง และสูงสุดในชุดการทดลองที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ระหว่างชุดการทดลอง (Table 3)

#### การใช้ประโยชน์จากอาหาร (Feed utilization)

การเสริมหรือไม่เสริมวิตามินซีลงไปในการไม่ส่งผลกระทบต่อการกินอาหารของลูกปลาช่อน ( $p>0.05$ ) แต่มีแนวโน้มว่าลูกปลาช่อนที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีในระดับสูงจะมีอัตราการกินอาหารต่อวันลดต่ำกว่าลูกปลาที่ได้รับอาหารในชุดควบคุม ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่การเสริมวิตามินซีในอาหารปลาช่อน มีแนวโน้มทำให้ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อลดต่ำลงได้เช่นกัน (Table 3)

#### คุณภาพน้ำ (Water quality)

คุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองทุกพารามิเตอร์มีความแตกต่างกันอย่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) โดยอุณหภูมิของน้ำในช่วงเช้า (08.00 น.) มีค่าเฉลี่ย  $26.01 \pm 1.03$  องศาเซลเซียส และช่วงบ่าย (16.00 น.) มีค่าเฉลี่ย  $28.52 \pm 1.37$  องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-เป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.62 – 8.83 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 4.98 – 6.24 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.11-0.43 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณไนโตรเจนมีค่าระหว่าง 0.08 – 0.24 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การเสริมวิตามินซีในอาหารสำเร็จรูปสำหรับลูกปลาช่อน มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต ทำให้ลูกปลาช่อนที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับต่าง ๆ มีน้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน เพิ่มมากขึ้น และสูงกว่าปลาที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี โดยวิตามินซีจะช่วยให้การเจริญเติบโตของลูกสัตว์น้ำเป็นไปได้ อย่างปกติ และ/หรือ ดีขึ้นได้ เช่นเดียวกับการศึกษาในปลาหมอไทย (Pimpimol and Klahan, 2014) ปลา Asian catfish (Kumari and Sahoo, 2005) ปลา Indian major carp ้วยช่อน (Misra *et al.*, 2007) ปลา red sea bream ้วยช่อน (Gao *et al.*, 2013) ปลา yellow catfish ้วยช่อน (Liang *et al.*, 2017) เป็นต้น ซึ่งวิตามินซีจะสามารถช่วยลดความเครียดของสัตว์น้ำ เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในที่กักขัง และในสภาพการ เลี้ยงจริงตามธรรมชาตินั้น สัตว์น้ำอาจเกิดความเครียดได้โดยตรงจากหลายสาเหตุ เช่น การปล่อยสัตว์น้ำใน ความหนาแน่นสูง การจับ การขนส่ง การขาดสารอาหารบางชนิด และกิจกรรมอื่น ๆ ที่อาจทำให้สัตว์น้ำได้รับ บาดเจ็บในระหว่างการเพาะเลี้ยง (Rottmann *et al.*, 1992) อุณหภูมิ การเน่าเสียของสารอินทรีย์ที่สะสมในบ่อ ปริมาณมาก อันเกิดจากเศษอาหารเหลือและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย ไนไตรท์ คาร์บอนไดออกไซด์ แต่ปริมาณของออกซิเจนละลายลดลง ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเปลี่ยนแปลง คุณภาพน้ำจึงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อสุขภาพและความเครียดของสัตว์น้ำ (Portz *et al.*, 2006) ดังเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ในสัปดาห์ที่ 5-6 ของการ ทดลอง (ไม่ได้แสดงข้อมูล) เนื่องจากการสะสมของเสียจากการเลี้ยง ซึ่งจะส่งผลต่อความเครียดของปลา แต่ เมื่อศึกษาผลการเจริญเติบโตในสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตของปลาช่อนที่ได้รับอาหาร เสริมวิตามินซีมีการเจริญเติบโตดีกว่าปลาช่อนที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าวิตามินซี มีผลต่อการเจริญโต นั่นคือเมื่อร่างกายปลาได้รับสิ่งกระตุ้นที่ก่อให้เกิดความเครียดทั้งนี้คือปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ในน้ำ ร่างกายของปลาจะมีการตอบสนอง ด้วยการหลั่งสาร corticosteroid ออกมามากกว่าปกติ (Iwama, 1998) ส่งผลให้ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น มีการ สลายไกลโคเจนที่ตับ ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง มีการสลายไขมันในร่างกาย สมดุลแร่ธาตุและเกลือแร่ใน ร่างกายเปลี่ยนแปลงไป โดยเมื่อปลาเกิดความเครียดจะมีการดึงวิตามินซีจากไตส่วนหน้ามาใช้ จากนั้นวิตามิน ซีจะถูกส่งเข้าไปในต่อมหมวกไตซึ่งต่อมนี้จะทำหน้าที่หลั่งสังเคราะห์สเตอรอยด์ (steroid) ทำให้มีการหลั่งสาร corticosteroid น้อยลง ซึ่งวิตามินซีนี้มีผลทำให้ร่างกายมีการทำงานของกระบวนการเมตาบอลิซึมมากขึ้น เพื่อ ช่วยลดความเครียดอันเนื่องมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Pimpimol and Klahan, 2014)

นอกจากนี้สาร corticosteroid ที่เกิดจากความเครียดดังกล่าว ไม่เพียงแต่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำเท่านั้น ยังมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ และยังทำให้การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย ลดต่ำลง จึงทำให้ปลาช่อนแอ เกิดการติดเชื้อได้ง่าย รวมถึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมต่างๆ เช่น มี อาการกระวนกระวาย มีบาดแผล ส่งผลให้สัตว์น้ำมีอัตราการรอดตายต่ำได้ (Barton, 2002) แต่จากการศึกษา ในปลาช่อนครั้งนี้ พบว่า การเสริมวิตามินซีในอาหาร ทำให้ปลาช่อนมีการเจริญเติบโตดี และรอดตายมากขึ้น สูงกว่าการไม่เสริมวิตามินซีลงไป ในอาหาร แต่เนื่องด้วยปริมาณความต้องการวิตามินซีในสัตว์น้ำแต่ละชนิดมี

ความแตกต่างกันอย่างมาก (NRC, 2011) ตัวอย่างเช่น ลูกปลาแก้ววัยอ่อนต้องการประมาณ 45.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (Lin and Shiau, 2005) ปลาช่อนทะเลวัยอ่อนมีความต้องการอยู่ในช่วง 96.6 – 386.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (Zhou *et al.*, 2012) ส่วนปลา largemouth bass วัยอ่อนต้องเสริมเข้าไปอยู่ในช่วง 102.6-109.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (Chen *et al.*, 2015) จึงจะช่วยให้มีการเจริญเติบโต และความต้านทานโรคดีขึ้น แต่สำหรับการศึกษานี้ ปลาช่อนที่ได้รับอาหารที่เสริมวิตามินซีในระดับ 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการรอดตายสูงสุด ซึ่งเป็นปริมาณที่มากกว่าการใช้เพื่อการเจริญเติบโตอย่างเดียว อาจเป็นเพราะปลาช่อนเป็นปลาในเขตร้อน จึงมีความต้องการวิตามินมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการต่อต้านความเครียด (Azad *et al.*, 2007) ที่เกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่นเดียวกับ ปลาโมง และปลานิลวัยอ่อนที่มีความต้องการสูงถึง 9,900 และ 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ตามลำดับ (Mapanao and Jiwyam, 2010; Suwanmanee *et al.*, 2012)

เนื่องด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปต้องผ่านกระบวนการผลิตหลากหลายขั้นตอน อีกทั้งการขนส่ง และเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ล้วนเป็นสาเหตุทำให้คุณค่าทางอาหารลดลงได้ จากผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นค่อนข้างชัดเจนว่าคุณค่าทางอาหารของอาหารเม็ดสำเร็จรูปลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะโปรตีนที่เป็นสารอาหารจำเป็นหลักสำหรับปลา ส่วนวิตามินซีนั้นอาจเสื่อมสภาพ หรือมีปริมาณเหลืออยู่น้อยมาก จนไม่สามารถตรวจพบได้ เมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์จากอาหาร จากอัตราการกินอาหาร และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ของการทดลองครั้งนี้พบว่า ปลาช่อนที่ได้รับอาหารที่มีการเสริมวิตามินซีมีประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ดีขึ้นตามการเพิ่มระดับของวิตามินซีในอาหาร โดยพบค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุดที่ระดับการเสริม 1,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม คือ 1.88 จึงถือเป็นค่าที่ดีพอสมควร เพราะโดยทั่วไปแล้วสำหรับปลากินเนื้อจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5-2.0 แต่ทั้งนี้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่สูงอาจเนื่องจากปลาช่อนเป็นปลากินเนื้อ และมีพฤติกรรมเป็นนักล่า จึงทำให้อาจกินอาหารเม็ดสำเร็จรูปได้ในปริมาณที่น้อย เพราะว่าการเสริมวิตามินซีจะลอยอยู่ในน้ำ และไม่เคลื่อนที่จึงไม่เป็นที่สนใจของปลาช่อน ประกอบกับอาหารเมื่ออยู่ในน้ำเป็นเวลานานทำให้อาหารสลายตัว จึงเกิดการสูญเสียอาหารระหว่างการทดลองไปบางส่วน (DOF, 2010)

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเสริมวิตามินซีในอาหารสำเร็จรูปของลูกปลาช่อนมีความจำเป็นอย่างมาก ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการรอดตายของลูกปลาช่อนเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากวิตามินซีในอาหารสำเร็จรูปอาจมีการสูญเสียไปในระหว่างกระบวนการผลิต การเก็บรักษา หรือกระบวนการอื่น ๆ แต่ควรเพิ่มปริมาณวิตามินซีในอาหาร เพื่อหาระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต และการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เพื่อการต่อต้านเชื้อโรคควบคู่กันไปด้วย เพราะจากการศึกษาในครั้งนี้อาจเสริมวิตามินซีในปริมาณที่น้อยเกินไป ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกปลาช่อนอย่างแท้จริง



## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร สำหรับอุปกรณ์ และสถานที่สำหรับการทำงานวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- 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(1): 327-336.
- Azad, I. S., Dayal, J. S., Poornima, M., and Ali, S. A. 2007. Supra dietary levels of vitamins C and E enhance antibody production and immune memory in juvenile milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal) to formalin-killed *Vibrio vulnificus*. *Fish Shellfish Immunol.* 23(1): 154-163.
- Barton, B. A. 2002. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integr. Comp. Biol.* 42(3): 517-525.
- Chen, Y. J., Yuan, R. M., Liu, Y. J., Yang, H. J., Liang, G. Y., and Tian, L. X. 2015. Dietary vitamin C requirement and its effects on tissue antioxidant capacity of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Aquaculture* 435: 431-436.
- Darias, M. J., Mazurais, D., Koumoundouros, G., Cahu, C. L., and Zambonino-Infante, J. L. 2011. Overview of vitamin D and C requirements in fish and their influence on the skeletal system. *Aquaculture* 315(1): 49-60.
- Department of Fisheries. (2010). Striped snakehead fish culture. [Online] Available from <http://www.fisheries.go.th/if-ubon/web2/images/download/plachon2.pdf> [2017, February 14] [in Thai]
- Gao, J., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Nguyen, B. T., and Mamauag, R. E. 2013. Effect of dietary oxidized fish oil and vitamin C supplementation on growth performance and reduction of oxidative stress in Red Sea Bream *Pagrus major*. *Aquac. Nutr.* 19(1): 35-44.
- Iwama, G. K. 1998. Stress in fish. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 851(1): 304-310.
- Jiménez-Fernández, E., Ponce, M., Rodríguez-Rúa, A., Zuasti, E., Manchado, M., and Fernández-Díaz, C. 2015. Effect of dietary vitamin C level during early larval stages in Senegalese sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture* 443: 65-76.
- Kumari, J., and Sahoo, P. K. 2005. High dietary vitamin C affects growth, non-specific immune responses and disease resistance in Asian catfish, *Clarias batrachus*. *Mol. Cell. Biochem.* 280(1-2): 25-33.

- Liang, X. P., Li, Y., Hou, Y. M., Qiu, H., and Zhou, Q. C. 2017. Effect of dietary vitamin C on the growth performance, antioxidant ability and innate immunity of juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco* Richardson). *Aquac. Res.* 48: 149-160.
- Lin, M. F., and Shiau, S. Y. 2005. Dietary L-ascorbic acid affects growth, nonspecific immune response and disease resistance in juvenile grouper, *Epinephelus malabaricus*. *Aquaculture.* 244(1):215-221.
- Mapanao, R., and Jiwyam, W. 2010. Effects of Vitamin C in Diet on Growth, Feed Efficiency and Survival Rate of *Pangasius bocourti* Sauvage, 1880. *KKU Res. J.* 15(11): 1043-1052. [in Thai]
- 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. *Aquac. Nutr.* 13(1): 35-44.
- Narra, M. R., Rajender, K., Rudra Reddy, R., Rao, J. V., and Begum, G. 2015. The role of vitamin C as antioxidant in protection of biochemical and haematological stress induced by chlorpyrifos in freshwater fish *Clarias batrachus*. *Chemosphere* 132: 172-178.
- National Research Council. 2011. *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. Washington, DC: The National Academies Press. 376 p.
- Pimpimol, T., and Klahan, R. 2014. Dietary vitamin C to influence growth and yield of Climbing perch (*Anabas testudineus*). *Thai Journal of Animal Science* 1(1): 35-44. [in Thai]
- Portz, D. E., Woodley, C. M., and Cech Jr, J. J. 2006. Stress-associated impacts of short-term holding on fishes. *Rev. Fish Biol. Fish.* 16(2): 125-170.
- Rottmann, R. W., Francis-Floyd, R., and Durborow, R. 1992. *The role of stress in fish disease*. Southern Regional Aquaculture Center. pp. 474.
- Suwanmanee, P., Areechon, N., Srisapoome, P., and Taparhaudee, W. 2012. Effect of vitamin C on growth and disease resistance of Nile tilapia larvae (*Oreochromis niloticus* Linn.). *Proceedings of 50<sup>th</sup> Kasetsart University Annual Conference: Animals, Veterinary Medicine, Fisheries*. Kasetsart University, Bangkok, January 31- February 2, 2012. 418-427.
- Zhou, Q., Wang, L., Wang, H., Xie, F., and Wang, T. 2012. Effect of dietary vitamin C on the growth performance and innate immunity of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Fish Shellfish Immunol.* 32(6): 969-975.