

ผลของความเค็มจากเกลือสินเธาว์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต  
ของปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*)

Effects of rock salt salinity on growth efficiency of Silver barb  
(*Barbonymus gonionotus*)

ศตพร โนนคู่เขตโขง<sup>1</sup>, ขจรเกียรติ ศรีนวลสม<sup>2</sup>, ทศนีย์ อนุกุลประเสริฐ<sup>1</sup>, ธนสรณ์ รักคนตรี<sup>3</sup>  
และ รักพงษ์ เพชรคำ<sup>1</sup>

Sataphon Nonkhukhetkhong<sup>1</sup>, Khajornkiat Srinaunson<sup>2</sup>, Thatsanee Anukoolprasert<sup>1</sup>, Thanasorn Rukdontri<sup>3</sup>  
and Rakpong Petkam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาการประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

<sup>1</sup>Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

<sup>2</sup>คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

<sup>2</sup>Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai 50290

<sup>3</sup>คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

<sup>3</sup>Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

\*Corresponding author e-mail: [rakpong@kku.ac.th](mailto:rakpong@kku.ac.th)

### บทคัดย่อ

การปรับตัวในสภาวะต่าง ๆ ในน้ำของสัตว์น้ำจะถูกควบคุมด้วยกระบวนการรักษาสมดุลที่ต้องใช้พลังงานในการดูดซึมหรือขับออกของไอออนต่าง ๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตได้ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของความเค็มจากเกลือสินเธาว์ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) และอัตราการรอดตาย โดยทดลองกับความเค็ม 4 ระดับได้แก่ น้ำจืด (ชุดควบคุม), 3.0, 6.0 และ 9.0 ppt เป็นเวลา 8 สัปดาห์ เป็นการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomize Design) ใช้ปลาน้ำหนักเฉลี่ย  $25.97 \pm 2.54$  กรัม ความยาวเฉลี่ย  $11.37 \pm 0.57$  เซนติเมตร ทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า น้ำหนักสุดท้ายมีความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสุดท้ายในแต่ละกลุ่มพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่มีน้ำหนักสุดท้ายมากกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความยาวสุดท้ายไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ( $P > 0.05$ ) ในส่วนของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรวม (FCR) พบความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มทดลองพบว่า กลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt มีค่า FCR สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt อัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยต่อวัน (ADG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) พบความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า ADG ในแต่ละกลุ่มพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่แตกต่างจากกลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ SGR ในแต่ละกลุ่มพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่แตกต่างจากกลุ่ม

ที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt ตลอดจนการทดลองไม่พบการตายของปลาในทุกกลุ่ม ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าปลาตะเพียนขาวสามารถเจริญเติบโตได้ดีในระดับความเค็มไม่เกิน 3.0 ppt

**คำสำคัญ:** ความเค็ม เกลือสินเธาว์ ปลาตะเพียนขาว การเจริญเติบโต อัตรารอดตาย

### Abstract

Aqueous environmental adaptation of aquatic animals was regulated via osmoregulation to maintain homeostasis. The mechanisms of these regulations require energy for ions transfer which may affect on growth. The present study aimed to investigate effects of rock salt salinity on growth efficiency of Silver barb (*Barbonymus gonionotus*). Fish, 25.97±2.54 g mean weight and 11.37±0.57 cm total length, were exposed to 4 treatments with 3 replications including freshwater (control), 3.0, 6.0 and 9.0 parts per thousand (ppt) using a Completely Randomized Design for an 8 weeks experiment period. At the end of the experiment, it was found that there was a statistically different in final body weight ( $P<0.05$ ) among treatments. When mean final weight was compared, it was found that fish exposed to 3.0 ppt was not differed from the control but significantly higher than that of 6.0 and 9.0 ppt treatments. However, there was no significant difference in final length ( $P>0.05$ ). For feed conversion ratio (FCR), there was significant different ( $P<0.05$ ) among treatments. Mean FCR of fish exposed to 6.0 and 9.0 ppt was significantly higher than that of the control and 3.0 ppt treatments. In term of an average daily gain (ADG) and specific growth rate (SGR), there were significantly different ( $P<0.05$ ) among treatments. When mean ADG was compared, it was found that ADG of fish in 3.0 ppt group was not differed from the control, but significantly higher than that of 6.0 and 9.0 ppt treatments. Similarly, mean SGR of 3.0 ppt and the control was not significant different, but significantly higher than that of 6.0 and 9.0 ppt treatments. Mortality was not observed throughout an 8 weeks experimental period. Based on the results of this study, good growth performance of silver barb could be obtained when rearing in rock salt salinity not higher than 3.0 ppt.

**Keywords:** Salinity, Rock salt, Silver barb, Growth, Survival rate

### บทนำ

ในปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือกำลังประสบปัญหาการแพร่กระจายของพื้นที่ดินเค็ม โดยมีพื้นที่ที่สามารถเกิดการแพร่เกลือในชั้นดินได้ประมาณ 19.4 ล้านไร่ (Department of Land Development, 2006) พื้นที่ดินเค็มนั้นทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเพาะปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่งผลกระทบต่อการเกษตรและการประมงในพื้นที่โดยรอบ (Williamson *et al.*, 1989) จากรายงานของ Stickney (2000) ที่ทำการศึกษาส่วนประกอบของน้ำทะเลธรรมชาติจากแหล่งต่าง ๆ พบว่ามีระดับความเค็มอยู่ในช่วง 32-36 ppt และสามารถแบ่งเป็นกลุ่มแร่ธาตุหลักที่มีความเข้มข้นสูง ได้แก่ คลอไรด์ โซเดียม ซัลเฟต แมกนีเซียม แคลเซียม

โพแทสเซียม เป็นต้น และแร่ธาตุรองจำพวกโลหะหนักต่างๆ โดยความเค็มของน้ำในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะอยู่ที่ 3-9 ppt ขึ้นกับฤดูกาล (Tanomtong *et al.*, 2006) ซึ่ง Ta-Oon (2004) และ Siriporn *et al.* (2013) รายงานตรงกันว่าน้ำเค็มจากเกลือสินเธาว์มีองค์ประกอบในกลุ่มแร่ธาตุหลัก เช่น โซเดียมไอออน ( $\text{Na}^+$ ) และคลอไรด์ไอออน ( $\text{Cl}^-$ ) ในปริมาณความเข้มข้นสูง และมีไอออนธาตุอื่น ๆ ในกลุ่มแร่ธาตุรองอยู่เล็กน้อย ซึ่งมีความใกล้เคียงกับน้ำทะเลมาก

การศึกษาในปลาเกี่ยวกับการปรับตัวต่อสิ่งต่าง ๆ นิยมศึกษาในปลาวัยอ่อน และปลาขนาดเล็ก ซึ่งเป็นขนาดเริ่มต้นในการเลี้ยงปลาหลายชนิดในเชิงพาณิชย์ (Akkataweewat, 2004; Boonaya and Duljindachabaporn, 2009) โดยกลไกการปรับตัวในสภาวะต่าง ๆ ของสัตว์น้ำจะขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของสารละลายและไอออนต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ (Evans *et al.*, 2005) ผ่านกระบวนการดูดซึมหรือขับออกนอกร่างกายที่ควบคุมด้วยระบบการรักษาสมดุลร่างกาย (Osmoregulation) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้พลังงานจากร่างกายเป็นตัวขับเคลื่อน ส่งผลให้สัดส่วนพลังงานที่นำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตลดลงได้ (Gonzalez, 2012) ปลาดูบ ( *Barbonymus gonionotus* ) เป็นปลาในวงศ์ปลาดูบ (Cyprinidae) เมื่อโตเต็มที่มีขนาด 40-50 เซนติเมตร สามารถเลี้ยงและขยายพันธุ์ได้ดีทั้งในบ่อดินและในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยทั่วไปมักเลี้ยงร่วมกับปลากินพืชชนิดอื่น เช่น ปลายี่สก ปลากระแห และปลานวลจันทร์ เป็นต้น เนื่องจากเป็นปลาที่มีเนื้อนุ่ม และมีรสชาติดี สามารถนำไปประกอบอาหารและแปรรูปได้หลากหลาย (Daungsawas *et al.*, 1984) มีมูลค่าทางการตลาดและแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นโดยตลอด โดยสถิติจากการเพาะเลี้ยงในปี พ.ศ. 2558 มีมูลค่ารวมประมาณ 2.3 พันล้านบาท (Department of Fisheries, 2017) สืบเนื่องจากปัญหาน้ำเค็มในพื้นที่น้ำจืด ซึ่งเป็นสภาวะที่ส่งผลต่อการทำการเกษตรและการประมงในพื้นที่โดยรอบ ระดับความเค็มที่สามารถทนได้ และระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาชนิดนี้จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องทำการศึกษา แหล่งของความเค็มในการทดลองนี้จึงใช้เกลือสินเธาว์เพื่อจำลองให้สภาพในน้ำใกล้เคียงกับน้ำเค็มจากดินเค็มมากที่สุด ข้อมูลจากการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์และใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพและพัฒนาการเพิ่มผลผลิตปลาดูบ หรือนำไปปรับใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำบนพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำเค็มจากดินเค็มได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมพันธุ์ปลา

พักลูกปลาดูบจากฟาร์มเพาะเลี้ยงของเอกชนจำนวน 200 ตัว ในถังไฟเบอร์กลาสที่บรรจุน้ำจืด 500 ลิตร เป็นเวลา 15 วัน เพื่อเกิดการปรับตัว ให้อาหารสำเร็จรูปเม็ดลอยสำหรับปลากินพืชที่ระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 18% วันละ 2 มื้อ (08.00 น. และ 17.00 น.) ก่อนเริ่มการทดลองวัดความยาวเหยียด (Total Length) หน่วยเป็นเซนติเมตร และชั่งน้ำหนักปลา (Body Weight) หน่วยเป็นกรัม จากนั้นสุ่มลงหน่วยทดลองละ 15 ตัว โดยปลาที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย  $25.97 \pm 2.54$  กรัม และมีความยาวเฉลี่ย  $11.37 \pm 0.57$  เซนติเมตรตามลำดับ

## แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) กำหนดให้มี 4 กลุ่ม ได้แก่ น้ำจืด (ชุดควบคุม) น้ำเค็มจากเกลือสินเธาว์ความเข้มข้น 3.0, 6.0 และ 9.0 ส่วนในพันส่วน (ppt) ตามลำดับ ใช้ปลาหน่วยทดลองละ 15 ตัว ในตู้กระจกขนาด 90x45x45 เซนติเมตร ปริมาณน้ำ 150 ลิตร ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ น้ำที่ใช้ในการทดลองเตรียมในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 500 ลิตร จำนวน 1 ถัง โดยนำเกลือสินเธาว์ (NaCl) 10 กิโลกรัม ละลายผ่านถุงกรองขนาดตา 20 ไมครอน ในน้ำ 500 ลิตร จะได้ Stock solution ของน้ำเค็ม 20 ppt ปริมาณ 500 ลิตร คำนวณความเค็มแต่ละระดับแล้ว นำ Stock solution เติมลงในแต่ละตู้ทดลองก่อนปรับปริมาตรด้วยน้ำจืดให้ได้ปริมาณ 150 ลิตร ตรวจสอบความเค็มของน้ำด้วย Conductivity/salinity meter (YSI model 30) ในด้านคุณภาพน้ำมีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของน้ำ, สภาพกรด-ด่าง (pH) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ด้วย pH meter (Extech model PH100) และ Conductivity/salinity meter (YSI model 30) เปลี่ยนถ่ายน้ำในอัตรา 45-50% ของปริมาณน้ำในตู้ทุก 7 วัน ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ให้อาหารโดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโดยให้จนอิ่ม วันละ 2 มื้อ เวลา 08.00 น. และ 17.00 น. มีการให้อากาศตลอดเวลาและบันทึกจำนวนปลาตายในแต่ละตู้ก่อนให้อาหารครั้งแรกของทุกวัน

## การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลทุก 1 สัปดาห์ โดยดให้อาหารก่อนเก็บข้อมูล 1 วัน จากนั้นบันทึกจำนวนปลาที่ยังมีชีวิตอยู่ แล้วชั่งน้ำหนักปลาด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักชนิด 2 ตำแหน่ง และวัดความยาวเหยียด (Total Length) ด้วยไม้บรรทัดที่มีความละเอียด 0.1 เซนติเมตร นำค่าที่วัดได้คำนวณหาอัตราการรอด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio; FCR) อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain; ADG) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) ตามวิธีของ Okeke *et al.* (2014) ดังนี้

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวสุดท้าย (กรัม) - น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กรัม)}}$$

$$ADG \text{ (กรัม/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวสุดท้าย (กรัม) - น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่เลี้ยง (วัน)}}$$

$$SGR \text{ (%/วัน)} = \frac{\ln \text{ น้ำหนักตัวสุดท้าย (กรัม)} - \ln \text{ น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาที่เลี้ยง (วัน)}} \times 100 \%$$

## การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเมื่อพบความแตกต่างทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS 24.0

## ผลการวิจัย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ไม่พบการตายของปลาในทุกกลุ่มการทดลอง คุณภาพน้ำโดยรวมตลอดการทดลอง พบว่ามีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอยู่ที่  $24.56 \pm 1.11$  องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ที่  $8.16 \pm 0.08$  และค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่  $7.34 \pm 0.09$  มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

### ผลของระดับความเค็มต่อน้ำหนักตัวและความยาวลำตัว

ด้านน้ำหนักตัวเฉลี่ยตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 5 พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ( $P > 0.05$ ) ในสัปดาห์ที่ 6 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt มีค่ามากกว่าทุกกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $44.09 \pm 1.06$  กรัม สำหรับสัปดาห์ที่ 7 พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 ppt แต่มากกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 9.0 ppt ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่า พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $52.28 \pm 2.78$  กรัม (Table 1) ส่วนด้านความยาวลำตัวพบว่าตลอดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ( $P > 0.05$ ) (Table 2)

**Table 1** Effects of salinity on body weight (g) of Silver barb in an 8 weeks experimental period

Treatment	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8
Control	$25.97 \pm 2.54^a$	$30.35 \pm 1.20^a$	$27.84 \pm 0.76^a$	$32.99 \pm 2.44^a$	$36.33 \pm 1.11^a$	$37.65 \pm 0.94^a$	$39.59 \pm 0.30^a$	$44.13 \pm 1.20^{ab}$	$48.22 \pm 1.02^{bc}$
3.0 ppt	$25.97 \pm 2.54^a$	$27.07 \pm 1.02^a$	$31.21 \pm 1.93^a$	$34.60 \pm 1.17^a$	$36.17 \pm 0.49^a$	$39.12 \pm 1.68^a$	$44.09 \pm 1.06^b$	$46.62 \pm 1.93^b$	$52.28 \pm 2.78^c$
6.0 ppt	$25.97 \pm 2.54^a$	$29.42 \pm 2.03^a$	$31.64 \pm 2.85^a$	$34.46 \pm 3.67^a$	$36.43 \pm 1.85^a$	$36.86 \pm 1.40^a$	$40.62 \pm 0.99^a$	$42.52 \pm 1.33^{ab}$	$44.39 \pm 0.63^{ab}$
9.0 ppt	$25.97 \pm 2.54^a$	$30.44 \pm 1.11^a$	$31.60 \pm 1.21^a$	$33.08 \pm 1.56^a$	$34.46 \pm 1.76^a$	$35.83 \pm 1.78^a$	$38.01 \pm 1.05^a$	$39.87 \pm 0.67^a$	$41.62 \pm 1.31^a$

<sup>a,b</sup> mean $\pm$ SE (n=3) within column with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ )

**Table 2** Effects of salinity on total length (cm) of Silver barb in an 8 weeks experimental period.

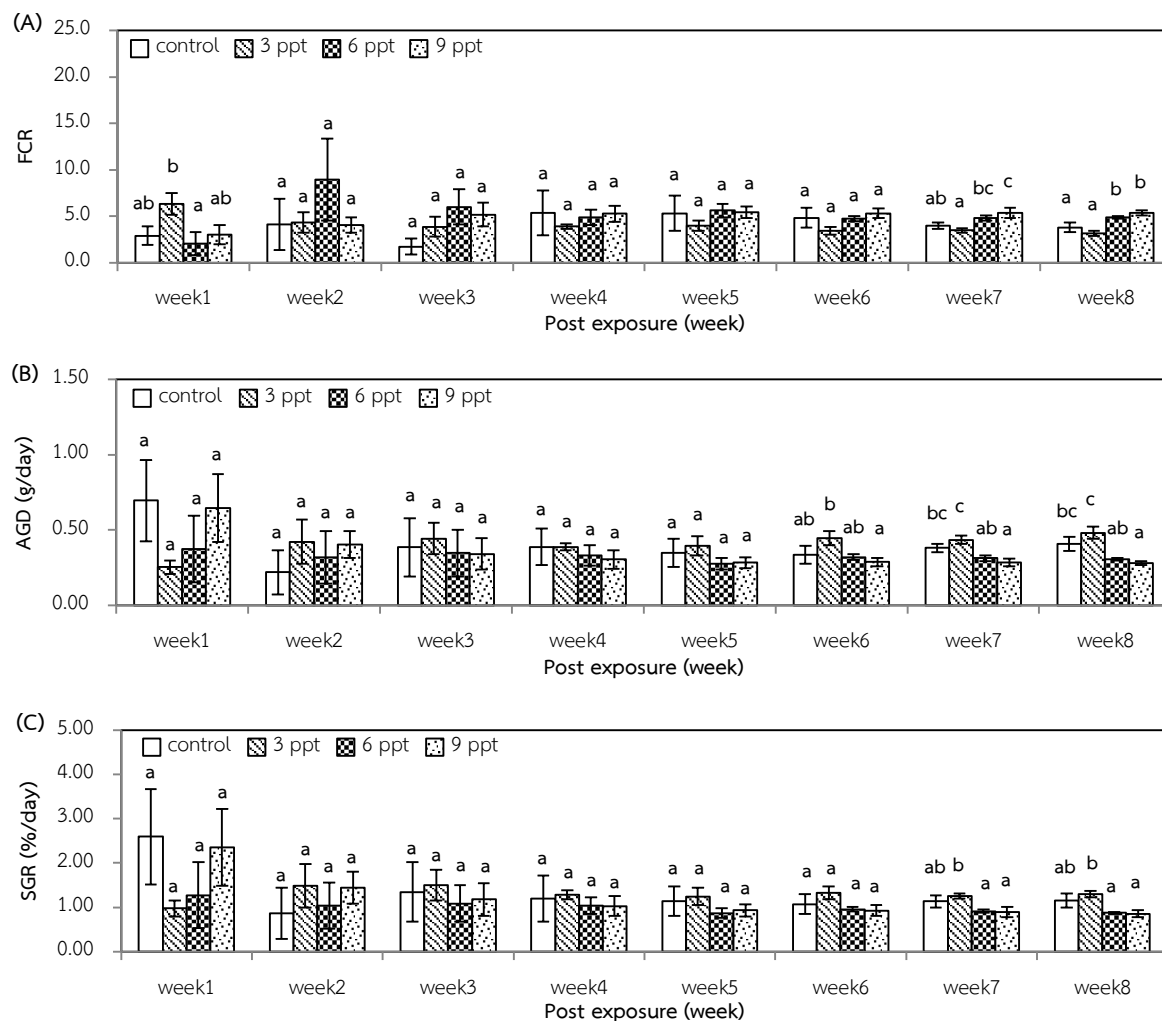
Treatment	Week 0	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	Week 7	Week 8
Control	$11.4 \pm 0.57^a$	$12.0 \pm 0.10^a$	$11.9 \pm 0.12^a$	$12.3 \pm 0.43^a$	$12.2 \pm 0.17^a$	$12.1 \pm 0.48^a$	$13.3 \pm 0.47^a$	$13.7 \pm 0.28^a$	$14.5 \pm 0.29^a$
3.0 ppt	$11.4 \pm 0.57^a$	$12.5 \pm 0.35^a$	$12.0 \pm 0.31^a$	$12.7 \pm 0.27^a$	$12.3 \pm 0.22^a$	$12.8 \pm 0.20^a$	$13.2 \pm 0.30^a$	$13.6 \pm 0.12^a$	$14.1 \pm 0.29^a$
6.0 ppt	$11.4 \pm 0.57^a$	$11.6 \pm 0.21^a$	$12.4 \pm 0.42^a$	$12.7 \pm 0.47^a$	$12.4 \pm 0.35^a$	$12.8 \pm 0.23^a$	$13.0 \pm 0.15^a$	$13.5 \pm 0.06^a$	$13.8 \pm 0.10^a$
9.0 ppt	$11.4 \pm 0.57^a$	$12.0 \pm 0.27^a$	$12.1 \pm 0.34^a$	$12.2 \pm 0.25^a$	$12.6 \pm 0.33^a$	$12.9 \pm 0.29^a$	$13.1 \pm 0.33^a$	$13.1 \pm 0.23^a$	$13.5 \pm 0.20^a$

<sup>a,b</sup> mean $\pm$ SE (n=3) within column with different superscripts are significantly different ( $P < 0.05$ )

### ผลของระดับความเค็มต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

ด้านอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) สัปดาห์ที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 9.0 ppt แต่น้อยกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ( $P > 0.05$ ) ในสัปดาห์ที่ 7 พบความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลอง

ในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 ppt แต่น้อยกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 9.0 ppt สำหรับสัปดาห์ที่ 8 พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่น้อยกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt (Figure 1A) ด้านน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 5 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างกลุ่มทดลอง ( $P > 0.05$ ) ในสัปดาห์ที่ 6 พบความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 ppt แต่มากกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 9.0 ppt ส่วนสัปดาห์ที่ 7 และ 8 พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่มากกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt (Figure 1B) ส่วนด้านอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 6 ไม่พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ( $P > 0.05$ ) สำหรับสัปดาห์ที่ 7 และ 8 พบความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแล้วพบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แต่มากกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt (Figure 1C)



**Figure 1** Effects of salinity on feed conversion ratio (FCR) (A), average daily gain (ADG) (B) and specific growth rate (SGR) (C) of Silver barb in an 8 weeks experimental period. Different letters in the graphs mean significantly differences ( $P < 0.05$ ).

### วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลจากการทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาวในน้ำที่มีระดับความเค็มแตกต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ด้านน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น พบว่าน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มต้นการทดลองจนถึงสัปดาห์ที่ 5 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 จนถึงสิ้นสุดการทดลอง พบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในปลาน้ำจืดต้องใช้พลังงานในการรักษาความเข้มข้นของไอออนในเซลล์และขับน้ำส่วนเกินออกนอกร่างกายอยู่เสมอ ที่ระดับความเข้มข้นของไอออนต่ำกว่าจึงใช้พลังงานในการรักษาสมดุลน้อยกว่า ทำให้สัดส่วนพลังงานจากอาหารที่ได้รับถูกนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้มากกว่า (Evans *et al.*, 2005; Amin *et al.*, 2016) การศึกษาของ Faizul and Christianus (2013) ที่ศึกษาในปลาตะเพียนขาว และ Abdel-Tawwab and Monier (2018) ที่ศึกษาในปลาไน (*Cyprinus carpio*) รายงานว่าการเลี้ยงที่ระดับความเค็มสูงกว่า 5.0 ppt จะทำให้น้ำหนักตัวน้อยลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่เลี้ยงในน้ำจืดทั่วไป ด้านความยาวลำตัวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับรายงานของ

Das *et al.* (2012) ที่ศึกษาในปลาตะเพียนขาว และรายงานของ Cardona (2000) ที่ศึกษาในปลากระบอกเทา (*Mugil cephalus*) ว่าระดับเข้มข้นของไอออนในน้ำส่งผลกับความยาวลำตัวน้อยมาก โดยจะส่งผลกับน้ำหนักตัวมากกว่าความยาวลำตัว ในด้านอัตราการรอดไม่พบการตายของปลาทุกกลุ่มทดลอง ตลอดระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์ แสดงว่าปลาตะเพียนขาวสามารถอาศัยในน้ำที่มีระดับความเค็ม 9.0 ppt ซึ่งเป็นระดับความเค็มสูงสุดที่ใช้ในการทดลองนี้ได้ ผลที่ได้จากการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ Akther *et al.* (2009) และ Amin *et al.* (2016) ในปลาตะเพียนขาว ซึ่งรายงานว่าเริ่มพบการตายตั้งแต่ที่ระดับความเค็ม 10 ppt ภายในระยะเวลา 72 ชั่วโมง และรายงานของ Kunlapapak *et al.* (2015) ยังพบว่าสามารถพบปลาในสกุล *Barbonymus* รวมถึงปลาตะเพียนขาวในเขตน้ำกร่อยบริเวณปากแม่น้ำได้

ในด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ค่า FCR พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างกลุ่มทดลอง แต่ความแตกต่างของค่า FCR ภายในระยะเวลาสั้นๆ ไม่สามารถสรุปได้ว่าปลามีการเติบโตที่แตกต่างกันได้ (Hussian *et al.*, 1989; Gonzalez, 2012) ค่า FCR เฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 6 พบว่า ในทุกกลุ่มทดลองมีแนวโน้มลดลงทุกสัปดาห์ แสดงว่าปลาสามารถปรับตัวได้จนสามารถกินอาหารดีขึ้น แล้วด้วยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ FCR ค่อยๆ ลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง (Sarker, 2002; Paolucci *et al.*, 2010) ในสัปดาห์ที่ 7 และ 8 กลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt มีค่า FCR ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมและมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt แสดงว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ใช้พลังงานจากอาหารในการรักษาสมดุลไอออนในระดับที่ไม่รบกวนต่อการเจริญเติบโต ส่วนกลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt คาดว่าปลาอยู่ในภาวะที่เกิดความเครียดและใช้พลังงานในการรักษาสมดุลไอออนอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นน้อยกว่าที่ควรจะเป็น และอาจมีผลต่อการกินได้ ทำให้ปลา กินอาหารได้น้อยลง และมีค่า FCR สูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Chaudhary *et al.* (2008) ซึ่งรายงานว่าปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงในระดับความเค็ม 5.0-6.0 ppt ในบ่อดินมีค่า FCR เพิ่มขึ้น และทำให้ค่า SGR เฉลี่ยรวมถึงอัตราการรอดต่ำลง ด้านค่า ADG พบว่าตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึง 5 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ส่วนค่า ADG ในสัปดาห์ที่ 6 ถึงสัปดาห์ที่ 8 พบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 9.0 ppt มีค่าต่ำกว่าทุกกลุ่ม หมายความว่าที่ระดับความเค็มดังกล่าวมีการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันน้อยที่สุด เนื่องจากกลุ่มนี้ต้องใช้พลังงานในการปรับสมดุลมากกว่ากลุ่มอื่น แต่เมื่อพิจารณาในภาพรวมจะพบว่าค่า ADG มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ หมายความว่าปลา กินอาหารในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยงเนื่องจากการให้อาหารในการทดลองเป็นการให้อาหารอิ่ม สอดคล้องกับน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ ซึ่งต่างจากรายงานของ Akther *et al.* (2009) ที่ศึกษาในปลาตะเพียนขาว พบว่าระดับความเค็มในน้ำส่งผลต่อพฤติกรรมและการกินอาหาร โดยในกลุ่มที่ระดับความเค็มสูงกว่า 8 ppt การเคลื่อนไหวจะน้อยลงและการกินอาหารจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนในด้านค่า SGR มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับค่า ADG กล่าวคือระหว่างสัปดาห์ที่ 1 ถึง 6 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติในระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งในสัปดาห์ที่ 7 และ 8 พบว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt มีค่าไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมและสูงกว่ากลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 6.0 และ 9.0 ppt สอดคล้องกับแนวโน้มของค่า ADG และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น Hopkins (1992) อธิบายว่าโดยปกติแล้วการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำระยะหลังช่วงวัยอ่อนจะมีความสัมพันธ์ของระดับการเจริญเติบโตและระยะเวลา



เป็นเส้นตรง แต่แนวโน้มของค่า SGR ในการทดลองนี้อาจมีค่าต่ำกว่าปกติ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความเครียดจากการปรับตัวต่อความเค็มและสภาพการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ (Evans *et al.*, 2005; Paolucci *et al.*, 2010) เมื่อศึกษาในภาพรวมทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงที่ระดับความเค็มสูงกว่า 3.0 ppt จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารได้ เห็นได้จากค่า FCR ที่สูง รวมไปถึงค่า ADG และ SGR ที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทดลองในระดับความเค็ม 3.0 ppt ดังนั้นการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวที่ระดับความเค็มสูงกว่า 3.0 ppt อาจส่งผลให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตลดลงได้ อย่างไรก็ตาม การขยายผลการศึกษาโดยเพิ่มระยะเวลาในการเลี้ยงและสภาพการทดลองที่ใกล้เคียงกับสภาพการเลี้ยงธรรมชาติมากขึ้นอาจทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น

### สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเลี้ยงปลาตะเพียนขาว น้ำหนักเฉลี่ย  $25.97 \pm 2.54$  กรัม และความยาวเฉลี่ย  $11.37 \pm 0.57$  ซม. ในน้ำที่มีระดับความเค็ม 4 ระดับเป็นระยะเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ สรุปได้ว่า ปลาตะเพียนขาวสามารถเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มของเกลือสินเธาว์ได้ไม่เกิน 3.0 ppt โดยไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับทุนวิจัยคณาจารย์บัณฑิตศึกษา ประจำปีการศึกษา 2559 ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- Abdel- Tawwab, M. and Monier, M. N. 2018. Stimulatory effect of dietary taurine on growth performance, digestive enzymes activity, antioxidant capacity, and tolerance of common carp, *Cyprinus carpio* L., fry to salinity stress. *Fish Physiol Biochem.* 44(2): 639-649.
- Akkataweewat, S. 2004. Thai Freshwater fish 1. Suksapan. Bangkok. 257p. [in Thai]
- Akther, M., A. R. Mollah and Kadir, M. 2009. Laboratory investigation on salinity tolerance to *Barbodes gonionotus* (Bleeker). *Progress Agric.* 20(2): 193-200.
- Amin, F. B., T. Farhana, G. M. Mostakim, M. M. Zahangir, M. M. Mishu and Islam, M. S. 2016. Behavioral and physiological stress responses of Java barb (*Barbonymus gonionotus*) to environmental salinity challenge. *J Aquacult Eng Fish Res.* 2(4): 176-184.
- Boonaya, P. and Duljindachabaporn, S. 2009. Effect of Optimal Premix Levels on Nursing of Green Catfish (*Mystus nemurus*). *RMUTTO Res J.* 2(1): 58–66. [in Thai]

- Cardona, L. 2000. Effects of salinity on the habitat selection and growth performance of Mediterranean flathead grey mullet *Mugil cephalus* (Osteichthyes, Mugilidae). *Estuar Coast Shelf Sci.* 50(5): 727-737.
- Chaudhary, S. N., M. K. Shrestha, D. K. Jha and Pandit, N. P. 2008. Growth performance of Silver barb (*Puntius gonionotus*) in mono and polyculture Systems. *Our Nature.* 6: 38-46.
- Das, P. C., J. Jena, B. Mishra and Pati, B. K. 2012. Impact of aeration on the growth performance of Silver barb, *Puntius gonionotus*, during fingerling rearing. *J World Aquacult Soc.* 43(1): 128-134.
- Daungsawas, S., Sunthonsatit, T., Banyen, S. and Kertkomut, B. 1984. Study on biology of Rohu (*Labeo rohita*). Page Technical Paper No. 42. National Fisheries Institute, Department of Fisheries. 29 p. [in Thai]
- Department of Fisheries. 2017. Fisheries statistics of Thailand 2015. Depart of Fisheries. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok. 87 p. [in Thai]
- Department of Land Development. 2006. A map of problematic soil. Department of land development. Bangkok. 14 p. [in Thai]
- Evans, D. H., Piermarini, P. M. and Choe, K. 2005. The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, Acid-base and excretion on nitrogenous waste. *Physiol Rev.* 85: 97-177.
- Faizull, M. I. M. and Christianus, A. 2013. Salinity and stocking density effect on growth and survival of *Barbodes gonionotus* (Bleeker, 1850) Fry. *J Fish Aquat Sci.* 8(2): 419-424.
- Gonzalez, R. J. 2012. The physiology of hyper-salinity tolerance in teleost fish: A review. *J Comp Physiol B: Biochem Syst Environ Physiol.* 182(3): 321–329.
- Hopkins, K. D. 1992. Reporting Fish Growth: A Review of the Basics<sup>1</sup>. *J World Aquacult Soc.* 23(3): 173-179.
- Hussain, M. G., Akteruzzaman, M., Kohinoor, A. H. M. and Shah, K. A. 1989. Semi intensive culture of silver barb. *J Fish.* 12: 32-38.
- Kunlapapak, S., Kulabtong, S. and Saipattana, P. 2015. Updated checklist of freshwater and brackish fishes of Phetchaburi Basin, Northwest Gulf of Thailand Drainages. *Biodivers J.* 6(4): 837-842.
- Okeke, J. J., I. Ijuh, Nwankwo, O. D. and Arazu, V. N. 2014. The effect of *Leucena leucocephala* (lead plant) on the growth performance of catfish (*Clarias gariepinus*). *Am J BioSci.* 2(4): 111–114.

- Paolucci, E. M., Thuesen, E. V., Cataldo, D. H. and Boltovsko, D. 2010. Veligers of an introduced bivalve, *Limnoperna fortunei*, are a new food resource that enhances growth of larval fish in the Paraná River (South America). *Freshwater Biol.* 55(9): 1,831-1,844.
- Sarker, P. K., Chowdhury, B. B. P., Khan, M. S. A., Pal, H. K. and Mondal, S. 2002. A study on Silver barb (*Puntius gonionotus*) monoculture vs. mixed culture with carp (*Cyprinus carpio*) in the yard ditches of Bangladesh. *Online J Boil Sci.* 2(4): 230-231.
- Siriporn K., Penpun, S. and Somsamorn, G. 2013. Major Mineral Composition of Sea water Compare to Rock Salt Water for Nursing *Macrobrachium rosenbergii* larvae. *Khon Kaen Agr. J.* 41(4): 419-424. [in Thai]
- Stickney, R. R. 2000. *Encyclopedia of Aquaculture*. A Wiley-Inter Science Publication John Wiley and Sons, Inc. New York. 1,088 p.
- Tanomtong, P., Treelagate, W. and Angwanich, W. 2006. Effect of rock salt salinity on morphometric and physiological changes of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* linn. ). *KKU Res J.* 11(1): 46-52. [in Thai]
- Ta-Oon, M. 2004. Rehabilitation/management of salt-affected and low fertility soil. Department of land resources and environment, Faculty of Agriculture. Khon Kaen University. Khon Kaen. 164 p. [in Thai]
- Williamson, D. R., Peck, A. J., Turner, J. V. and Arunin, S. 1989. Groundwater hydrology and salinity in a valley in Northeast Thailand. In: *Groundwater Contamination*. International Association of Hydrological Sciences (IAHS). 185: 147-154.