

ความเข้มข้นของเกลือที่มีผลต่อคุณภาพน้ำและเลือด (โซเดียมและคลอไรด์)  
ของปลาแฟนซีคาร์พ (*Cyprinus carpio* Linn.)

Effect of salt concentrations on water qualities and blood (sodium and chloride)  
of fancy carp (*Cyprinus carpio* Linn.)

นงนุช อัสววงศ์เกษม และ วิณา เคยพุดซา\*

Nongnut Assawongkasem and Weena Koeypuksa\*

ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330.

Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

\* ผู้รับผิดชอบบทความ: kweena@chula.ac.th, kweena@hotmail.com

\* Corresponding author: kweena@chula.ac.th, kweena@hotmail.com

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้คือ ศึกษาผลของระยะเวลาและระดับความเข้มข้นของเกลือที่มีผลต่อค่าคุณภาพน้ำและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปลา จากค่าโซเดียมและคลอไรด์ในเลือดปลาแฟนซีคาร์พ (*Cyprinus carpio* Linn.) โดยใช้ระดับความเข้มข้นของเกลือที่แตกต่างกัน (0.0, 0.1, 0.3 และ 0.5%) การทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่เปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% ทุกวัน (กลุ่ม A) และไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำเลยตลอดการทดลอง 14 วัน (กลุ่ม B) ตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกวัน (ความเค็ม พีเอช ความกระด้าง ความเป็นด่าง ไนโตรที่แอมโมเนีย และแคลเซียม) หลังจากนั้นได้เจาะเลือดปลาเพื่อตรวจค่าโซเดียมและคลอไรด์ในเลือดในวันที่ 14 ของการทดลอง จากการทดลองพบว่า การเติมเกลือที่ขนาด 0.5% สามารถลดการสูญเสียโซเดียมและคลอไรด์ที่เกิดจากความเครียดในปลา และลดแอมโมเนียและไนโตรที่แอมโมเนียได้ จากผลการทดลอง ได้แนะนำว่า ควรเลือกใช้เกลือที่สะอาดและควรใส่เกลือลงในน้ำที่ปลาอาศัยเพียงครั้งเดียวเมื่อมีความจำเป็น หรือทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกครั้งก่อนเติมเกลือซ้ำ

**คำสำคัญ:** *Cyprinus carpio* Linn. ปลาแฟนซีคาร์พ เลือดปลา เกลือ คุณภาพน้ำ

### Abstract

The present study was performed to investigate the effect of different durations and salt concentrations on water qualities and physiological responses of Fancy carps (*Cyprinus carpio* Linn.) by evaluated blood sodium/chloride values. The experiment was divided into 2 groups, A and B. Group A, salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5% were added and 50% water were changed every day. Group B, salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5% were added only once on day 1 and water was not changed for 14 days. The water qualities were daily measured, as following: salinity, pH, total hardness, alkalinity, nitrite, ammonium and calcium. Fish blood was investigated on day 14. The results were indicated that 0.5% salt in the tank might have a beneficial effect on reducing loss of plasma sodium/chloride or negative physiology responses which are activated by

stressful conditions, increase in ammonia and nitrite concentration. Applying clean salt in single dose or 50% water change before salt repeated are recommended for safety in fish.

**Keyword:** *Cyprinus carpio* Linn., fancy carp, fish blood, salt, water quality

## บทนำ

ปลาแพนซีคาร์พจัดเป็นปลาน้ำจืดกลุ่มตะเพียน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cyprinus carpio* Linn. เป็นปลาที่มีผู้ให้ความสนใจและนิยมเลี้ยง โดยการเลี้ยงปลาคาร์พต้องอาศัยระบบการเลี้ยงที่ดีทั้งระบบน้ำและออกซิเจน การให้อาหาร สภาพแวดล้อม รวมทั้งการบำรุงและการป้องกันโรคต่างๆ (Hoole et al., 2001) ซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปลามีสุขภาพดี มีขนาดและสีส้มตามต้องการ การใช้เกลือใส่ลงไปเป็นวิธีที่ผู้เลี้ยงปลาจำนวนมากในปัจจุบันใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยง เนื่องจากมีความสะดวกในการใช้ ราคาถูก และมีความปลอดภัย

เกลือแกง (sodium chloride) โดยทั่วไปมาจากการระเหยของน้ำเค็ม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำไม่บริสุทธิ์ แต่ไม่มีความเป็นพิษและสามารถใช้ในการรักษาปลาได้ค่อนข้างปลอดภัย เกลือบางชนิดอาจมีการใส่สารกันการจับตัวเมื่อโดนความชื้น ซึ่งส่วนใหญ่สารเหล่านี้ก็มีความปลอดภัยในการใช้เช่นกัน ยกเว้นสารกันการจับตัวชนิด Yellow prussate of soda (YPS) ซึ่งมีใช้ในบางประเทศและไม่สามารถนำเกลือที่มีสารนี้มาใช้ในปลา หรือสารเติมชนิดอื่นได้แก่ โซเดียมไอโอดด์ (Sodium iodide) ซึ่งมีประโยชน์ในคน แต่เป็นพิษในปลา การใช้เกลือในปลาน้ำจืด ต้องคำนึงถึงความเข้มข้นของสารละลายในพลาสมาของปลา ซึ่งมีความใกล้เคียงกับในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม คือ 0.9% (น้ำหนัก/ปริมาตร) และควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น ถ้าต้องการปรับควบคุมสมดุลออสโมติก ลดความเครียด ป้องกันการเกิดภาวะช็อคสามารถใส่ลงในความเข้มข้นที่ 0.3-0.5% (น้ำหนักเกลือ/ปริมาตรน้ำ) แช่ปลาตลอด (bath) หรือสามารถจุ่ม (dip) ที่ 1% นาน 10 นาที ในการใช้เพื่อควบคุมปรสิตภายนอก และในปลาที่มีขนาดใหญ่ไม่ต่ำกว่า 100 กรัม สามารถใช้ได้ถึง 3% หรือการใช้ 2.5% นาน 3-15 นาที 3-4 ครั้ง/สัปดาห์ ในการกำจัดเชื้อ *Ichthyophthirius* ซึ่งการจุ่มปลาในความเข้มข้นเกลือที่สูงควรมีการสังเกตอาการปลาตลอดการใส่เกลือโดยถ้ามีอาการผิดปกติควรเติมน้ำเพื่อลดความเค็มลง (Treves-Brown, 2000)

เนื่องจากประโยชน์และระดับความเข้มข้นที่ใช้มีความหลากหลายดังที่กล่าว จึงมีการใช้เกลือในปริมาณที่ไม่แน่นอน หรือปริมาณมาก และใส่อย่างต่อเนื่องในตู้ปลา ดังนั้นการศึกษานี้จึงทำการทดลองเพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของเกลือ และระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการใส่เกลือในตู้ปลา ผลของการสะสมของเกลือที่ละลายน้ำต่อคุณภาพน้ำปัจจัยอื่นๆ และค่าโซเดียมและคลอไรด์ในเลือด ซึ่งมีอิทธิพลจากระยะเวลาและปริมาณเกลือในระดับที่แตกต่างกัน

## อุปกรณ์และวิธีการ

### สัตว์ทดลอง

ซื้อปลาคาร์พจากร้านขายปลาสวยงาม ตลาดจตุจักร คณะแพศ ความยาวระหว่าง 4.5-5.0 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย  $21 \pm 3$  กรัม จำนวน 72 ตัว นำมาเลี้ยงในห้องทดลอง เพื่อให้ปลาปรับตัวก่อนทำการทดลอง 14 วัน เลี้ยงปลาในตู้กระจกขนาด 45x60x30 เซนติเมตร บรรจุน้ำปริมาตร 50 ลิตร โดยเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกัน อุณหภูมิตลอดการทดลอง ที่  $28 \pm 0.6$  องศาเซลเซียส ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำกินเต็มที วันละ 1 ครั้ง โดยหลังจากใส่อาหารลงไปในตัว 15 นาที จะตักอาหารเหลือออก

### การเตรียมน้ำในการทดลอง

ใช้เกลือสมุทร สะอาด จากร้านสะดวกซื้อ ซึ่งเก็บไว้ในถุงปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง มาชั่งในเครื่องชั่งให้ได้ ปริมาณ 50, 150 และ 250 กรัม ต่อน้ำ 50 ลิตร เพื่อใช้ในกุ่ม 0.1, 0.3 และ 0.5% ของกุ่มการทดลอง ตามลำดับ โดยนำเกลือที่ชั่งได้มาผสมกับน้ำในตัวเลี้ยงปลาให้ละลาย ก่อนนำสารละลายที่ได้เทกลับใส่ตู้ทดลอง นั้นๆ เพื่อให้ปริมาตรน้ำในตัวเท่าเดิม

### กุ่มทดลอง

สุ่มปลาคาร์พที่ซื้อมาทั้งหมด แบ่งออกเป็น 8 กุ่ม กุ่มละ 3 ตัว/ตู้ แบ่งทำ 3 ซ้ำ (24 ตู้) เพื่อทดสอบ ระยะเวลาและขนาดของเกลือความเหมาะสมในการเลี้ยงปลา โดยทำการทดลองเป็นระยะเวลา 14 วัน แบ่งกุ่มการทดลองดังนี้

1. กุ่มควบคุม A : เปลี่ยนน้ำ 50% ทุกวันตลอดการทดลอง เป็นระยะเวลา 14 วัน
2. กุ่ม A0.1 : เติมเกลือ 0.1% เปลี่ยนน้ำ 50% และเติมเกลือปริมาณเท่าเดิมทุกวัน
3. กุ่ม A0.3 : เติมเกลือ 0.3% เปลี่ยนน้ำ 50% และเติมเกลือปริมาณเท่าเดิมทุกวัน
4. กุ่ม A0.5 : เติมเกลือ 0.5% เปลี่ยนน้ำ 50% และเติมเกลือปริมาณเท่าเดิมทุกวัน
5. กุ่มควบคุม B : ไม่เปลี่ยนน้ำตลอดการทดลอง เป็นระยะเวลา 14 วัน
6. กุ่ม B0.1 : เติมเกลือ 0.1% ครั้งเดียวในวันที่ 1 และไม่เปลี่ยนน้ำตลอดการทดลอง
7. กุ่ม B0.3 : เติมเกลือ 0.3% ครั้งเดียวในวันที่ 1 และไม่เปลี่ยนน้ำตลอดการทดลอง
8. กุ่ม B0.5 : เติมเกลือ 0.5% ครั้งเดียวในวันที่ 1 และไม่เปลี่ยนน้ำตลอดการทดลอง

### การตรวจคุณภาพน้ำ

ตรวจคุณภาพน้ำในแต่ละตู้การทดลองทุกวัน ได้แก่ ความเค็ม (Hand refractometer, Atago, Ref 202 S/mill, Japan) ค่าพีเอช (pH meter, CG 840, Schott, Germany) ความกระด้าง (Hardness test kit, VBC, Thailand) ความเป็นด่าง (Alkaline test kit, VBC, Thailand) ไนไตรท์ (Nitrite test kit, VBC, Thailand) แอมโมเนีย (Ammonia test kit, VBC, Thailand) และแคลเซียม (Calcium test kit, VBC, Thailand) และตรวจวัดอุณหภูมิวันด้วยเทอร์โมมิเตอร์

## การเก็บเลือด

เจาะเลือดปลาทุกกลุ่มในวันที่ 14 ของการทดลอง โดยทำการวางยาสลบด้วยน้ำมันกานพลู เมื่อปลาเริ่มนอนหงาย จึงทำการเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำส่วนท้าย (caudal vein) ด้วยไซริงค์ที่เคลือบด้วยเฮปาริน และใส่เลือดใน capillary tube นำไปปั่นด้วย hematocrit centrifuge ที่ความเร็ว 11,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เพื่อวิเคราะห์หาค่าโซเดียม (mEq/L) และคลอไรด์ ในพลาสมา (mEq/L) โดย Vitros DTEII module (Johnson & Johnson Clinical Diagnostics, Careside Inc., CA).

## ผลการทดลอง

### 1. คุณภาพน้ำ

ค่าความเค็มในกลุ่มที่ทำการเปลี่ยนน้ำ 50% ทุกวัน (กลุ่ม A) และเติมเกลือเท่าเดิมทุกวัน ที่ 0.1, 0.3 และ 0.5% มีแนวโน้มคงที่และกลุ่มที่ไม่ทำการเปลี่ยนน้ำเลยตลอดการทดลอง (กลุ่ม B) และเติมเกลือ 0.1, 0.3 และ 0.5% ครั้งเดียวในวันที่ 1 มีแนวโน้มคงที่เช่นกัน

คุณภาพน้ำในกลุ่มที่มีการเติมเกลือที่ 0.1, 0.3 และ 0.5% พบว่า ค่าแอมโมเนีย มีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันแรกในกลุ่มที่ใส่เกลือทุกกลุ่ม (0.25 ppm) และกลุ่ม B0.5 มีค่าแอมโมเนียสูงกว่าทุกกลุ่มในวันที่ 7 รวมทั้งพบว่ากลุ่ม B ทั้งหมดมีค่าแอมโมเนียที่สูงกว่ากลุ่มอื่น ตั้งแต่วันที่ 7 ของการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง กลุ่ม B ทั้งหมด ที่มีการเติมเกลือครั้งเดียวในวันที่ 1 และไม่เปลี่ยนน้ำตลอดการทดลอง เป็นระยะเวลา 14 วัน มีค่าไนโตรท์ มีค่าสูงขึ้น (0.05-0.1 ppm) ในวันที่ 4 ของการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ตลอดการทดลอง ค่าแคลเซียม ค่าความกระด้างรวม ค่าความเป็นด่าง และค่าพีเอช มีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันในทุกวัน (ตารางที่ 1-7)

### 2. โซเดียมและคลอไรด์ในเลือด

จากการเจาะเลือดปลาทุกกลุ่มในวันที่ 14 ของการทดลอง (ตารางที่ 8) พบว่า กลุ่ม B0.1, B0.3, และ B0.5 เลือดที่เจาะได้มีลักษณะคล้ายวุ้น ทำให้ไม่สามารถนำมาตรวจได้ กลุ่มที่ตรวจได้ คือ กลุ่ม Control A, A0.1, A0.3, A0.5 และ Control B พบว่าค่าโซเดียมและคลอไรด์ในเลือดของกลุ่ม A0.5 มีค่าที่สูงที่สุด (Na=153-157 mEq/L, Cl=123-125 mEq/L) กลุ่ม Control B มีค่าต่ำที่สุด (Na=141mEq/L, Cl=90 mEq/L) ส่วนในกลุ่มอื่นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน (Na=143-148 mEq/L, Cl=102-117 mEq/L)

**Table 1** Average salinity (ppt, triplicate) from day 1 to day 14

| Group             | Day |   |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|-------------------|-----|---|-----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
|                   | 1   | 2 | 3   | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| A 0.0 (Control A) | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| A 0.1             | 1   | 3 | 3   | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0  | 1  | 0  | 3  | 3  |
| A 0.3             | 4   | 5 | 5   | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 2  | 5  | 2  | 5  | 5  |
| A 0.5             | 6   | 8 | 7   | 6 | 7 | 6 | 8 | 8 | 6 | 4  | 8  | 5  | 5  | 8  |
| B 0.0 (Control B) | 0   | 0 | 0   | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| B 0.1             | 3   | 2 | 1.5 | 0 | 3 | 0 | 2 | 2 | 3 | 0  | 2  | 0  | 0  | 4  |
| B 0.3             | 5   | 4 | 3   | 5 | 5 | 0 | 4 | 3 | 4 | 0  | 4  | 0  | 0  | 5  |
| B 0.5             | 6   | 5 | 3   | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 6 | 0  | 5  | 0  | 0  | 6  |

A: Salt was added every day and 50% water were changed every day.

B: Salt was added once on day 1 and 0% water was changed.

Number after A and B (0.0, 0.1, 0.3 and 0.5) were salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5%

**Table 2** Average ammonia (ppm, triplicate) from day 1 to day 14

| Group             | Day  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
| A 0.0 (Control A) | 0    | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0    | 0    | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.5  | 0    | 0.25 | 0    |
| A 0.1             | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0    | 0    | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0    | 0    |
| A 0.3             | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0    | 0    | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.5  | 0.25 | 0    | 0    |
| A 0.5             | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0    | 0    | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.5  | 0    | 0    | 0    |
| B 0.0 (Control B) | 0    | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 1    | 0.5  | 0    | 0.25 |
| B 0.1             | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.5  | 0.25 | 0.25 | 0.1  | 1    | 0.25 | 1    | 1    |
| B 0.3             | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.5  | 0.25 | 0.25 | 0.1  | 0.5  | 1    | 1    | 1    |
| B 0.5             | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.1  | 1    | 1    | 0.5  | 2    |

A: Salt was added every day and 50% water were changed every day.

B: Salt was added once on day 1 and 0% water was changed.

Number after A and B (0.0, 0.1, 0.3 and 0.5) were salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5%

Table 3 Average nitrite (ppm, triplicate) from day 1 to day 14

| Group             | Day |   |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|-----|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   | 1   | 2 | 3 | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
| A 0.0 (Control A) | 0   | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.25 | 0    | 0.1  |
| A 0.1             | 0   | 0 | 0 | 0    | 0    | 0    | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0    | 0    | 0.05 |
| A 0.3             | 0   | 0 | 0 | 0    | 0    | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0    | 0.05 |
| A 0.5             | 0   | 0 | 0 | 0    | 0    | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0    | 0    | 0.05 |
| B 0.0 (Control B) | 0   | 0 | 0 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 0.25 | 0.25 | 0.1  | 0.1  | 0.25 | 0    | 0.05 |
| B 0.1             | 0   | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| B 0.3             | 0   | 0 | 0 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 0.25 | 0.25 | 0.5  | 0.1  | 0.5  | 0.1  | 0.5  | 0.5  |
| B 0.5             | 0   | 0 | 0 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.25 | 0.25 |

A: Salt was added every day and 50% water were changed every day.

B: Salt was added once on day 1 and 0% water was changed.

Number after A and B (0.0, 0.1, 0.3 and 0.5) were salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5%

Table 4 Average calcium (ppm, triplicate) from day 1 to day 14

| Group             | Day |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| A 0.0 (Control A) | 300 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 100 |
| A 0.1             | 100 | 100 | 200 | 100 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| A 0.3             | 300 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| A 0.5             | 100 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 200 | 300 |
| B 0.0 (Control B) | 200 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 100 | 100 |
| B 0.1             | 100 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 300 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| B 0.3             | 100 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 | 300 | 200 | 200 | 200 |
| B 0.5             | 100 | 100 | 200 | 100 | 100 | 200 | 100 | 100 | 100 | 200 | 300 | 200 | 200 | 200 |

A: Salt was added every day and 50% water were changed every day.

B: Salt was added once on day 1 and 0% water was changed.

Number after A and B (0.0, 0.1, 0.3 and 0.5) were salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5%

**Table 5** Average total hardness (ppm, triplicate) from day 1 to day 14

| Group             | Day |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| A 0.0 (Control A) | 600 | 200 | 200 | 300 | 300 | 200 | 300 | 300 | 400 | 200 | 300 | 100 | 100 | 300 |
| A 0.1             | 200 | 200 | 100 | 300 | 300 | 300 | 300 | 400 | 400 | 200 | 300 | 200 | 200 | 400 |
| A 0.3             | 300 | 300 | 300 | 300 | 200 | 300 | 300 | 400 | 300 | 300 | 400 | 200 | 200 | 400 |
| A 0.5             | 200 | 400 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 400 | 400 | 300 | 400 | 300 | 300 | 500 |
| B 0.0 (Control B) | 600 | 300 | 300 | 400 | 300 | 300 | 300 | 400 | 500 | 400 | 400 | 200 | 200 | 300 |
| B 0.1             | 200 | 300 | 300 | 300 | 300 | 100 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 200 | 300 | 300 |
| B 0.3             | 200 | 400 | 300 | 400 | 200 | 200 | 400 | 400 | 500 | 200 | 400 | 200 | 200 | 400 |
| B 0.5             | 300 | 300 | 400 | 400 | 200 | 300 | 500 | 500 | 400 | 200 | 400 | 200 | 300 | 400 |

A: Salt was added every day and 50% water were changed every day.

B: Salt was added once on day 1 and 0% water was changed.

Number after A and B (0.0, 0.1, 0.3 and 0.5) were salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5%

**Table 6** Average alkalinity (ppm, triplicate) from day 1 to day 14

| Group             | Day |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                   | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| A 0.0 (Control A) | 40  | 50 | 40 | 60 | 60 | 70 | 70 | 60 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| A 0.1             | 50  | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | 50 | 60 | 50 | 60 | 60 | 60 | 50 | 60 |
| A 0.3             | 50  | 60 | 50 | 50 | 50 | 60 | 60 | 70 | 50 | 50 | 60 | 60 | 40 | 50 |
| A 0.5             | 50  | 60 | 50 | 50 | 50 | 70 | 60 | 60 | 60 | 60 | 50 | 70 | 40 | 50 |
| B 0.0 (Control B) | 40  | 60 | 50 | 40 | 60 | 60 | 80 | 50 | 60 | 60 | 50 | 60 | 50 | 60 |
| B 0.1             | 60  | 80 | 60 | 70 | 60 | 60 | 60 | 60 | 50 | 60 | 50 | 70 | 50 | 70 |
| B 0.3             | 50  | 70 | 50 | 60 | 40 | 60 | 70 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| B 0.5             | 60  | 70 | 60 | 60 | 50 | 90 | 70 | 70 | 50 | 60 | 50 | 60 | 50 | 50 |

A: Salt was added every day and 50% water were changed every day.

B: Salt was added once on day 1 and 0% water was changed.

Number after A and B (0.0, 0.1, 0.3 and 0.5) were salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5%

Table 7 Average pH (triplicate) from day 1 to day 14

| Group             | Day |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| A 0.0 (Control A) | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7   | 7.3 | 7   | 7   | 7.3 | 7.3 | 7   | 7.3 | 7.3 | 7   | 7   |
| A 0.1             | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7   | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.3 | 7.3 |
| A 0.3             | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7   | 7   | 7.6 | 7.6 | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7   | 7.3 |
| A 0.5             | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7   | 7.3 | 7   | 7   | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7   |
| B 0.0 (Control B) | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 |
| B 0.1             | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7   | 7.3 | 8   | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.6 | 7.6 |
| B 0.3             | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 |
| B 0.5             | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.6 | 7.3 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.6 |

A: Salt was added every day and 50% water were changed every day.

B: Salt was added once on day 1 and 0% water was changed.

Number after A and B (0.0, 0.1, 0.3 and 0.5) were salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5

Table 8 Sodium (mEq/L) and chloride (mEq/L) of fish blood on day 14

| Parameter        | Group                |       |       |       |       |       | B 0.0<br>(Control B) |
|------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
|                  | A 0.0<br>(Control A) | A 0.1 | A 0.3 | A 0.3 | A 0.5 | A 0.5 |                      |
| Sodium (mEq/L)   | 143                  | 146   | 145   | 148   | 157   | 153   | 141                  |
| Chloride (mEq/L) | 111                  | 102   | 108   | 117   | 123   | 125   | 90                   |

A: Salt was added every day and 50% water were changed every day.

B: Salt was added once on day 1 and 0% water was changed.

Number after A and B (0.0, 0.1, 0.3 and 0.5) were salt concentrations at 0.0, 0.1, 0.3 and 0.5%

Fish in B 0.1, B0.3 and B 0.5 could not be investigated because of jelly-like blood.

### วิจารณ์ผล

เมื่อใส่เกลือที่ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5% ลงไปในน้ำ ปลาการ์ตูนทุกตัวในทุกกลุ่มยังคงมีอากาศปกติ เนื่องจากปลาการ์ตูนสามารถดำรงชีวิตและเติบโตได้ในน้ำที่มีความเค็มสูงถึง 3.2% (น้ำหนัก/ปริมาตร) (Boyd, 1990) โดยวันแรกที่ใส่เกลือทั้งสามความเข้มข้นลงในน้ำที่มีความเค็มเท่ากับ 0 ppt พบว่าน้ำในแต่ละกลุ่มมีค่าความเค็มไม่สอดคล้องกับปริมาณของเกลือที่ใส่ลงไป ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากเกลือทั่วไปมาจากการระเหยของน้ำเค็ม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำไม่บริสุทธิ์ (Treves-Brown, 2000) หรือมีการเจือปนสิ่งต่างๆมาด้วย ทำให้ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ในหน่วยน้ำหนักของเกลือมีค่าที่ไม่แน่นอน ดังนั้นการใช้เกลือไม่บริสุทธิ์ในน้ำ



เลี้ยงปลาควรมีการตรวจค่าความเค็มทุกครั้ง เพื่อสามารถทำการปรับเปลี่ยนโดยการเติมเกลือหรือน้ำ เพื่อให้ได้ค่าความเค็มที่เหมาะสม

ในกลุ่มเติมเกลือที่ 0.1, 0.3 และ 0.5% เปลี่ยนน้ำ 50% และเติมเกลือเท่าเดิมทุกวัน ความเค็มของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนในกลุ่มที่มีการเติมเกลือที่ 0.1, 0.3 และ 0.5% ครั้งเดียวและไม่มีการเปลี่ยนน้ำเลยนั้นพบว่า ความเค็มในน้ำมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เนื่องจากเมื่อน้ำระเหยหรือซึมผ่านสิ่งดูดซับ เกลือจะคงอยู่ และถึงแม้จะมีการเปลี่ยนน้ำ ความเค็มก็จะเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (Boyd, 1990) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเติมเกลือซ้ำหลังจากเติมเกลือครั้งแรกอย่างน้อย 14 วันโดยไม่เปลี่ยนน้ำสามารถทำให้น้ำเกิดการสะสมของความเค็มที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก และการเติมเกลือซ้ำในตู้ปลา ควรมีการเปลี่ยนน้ำควบคู่ไปด้วย อย่างน้อย 50% ทุกครั้ง โดยเฉพาะในบริเวณที่ทำให้เกิดการระเหยของน้ำมาก ควรทำการเติมน้ำ และตรวจค่าความเค็มร่วมด้วยอย่างสม่ำเสมอ

ค่าแอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ ) จัดเป็นแอมโมเนียที่มีความเป็นพิษ แต่น้อยกว่าแอมโมเนียอิสระ ( $\text{NH}_3$ ) สัดส่วนของ  $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3 / \text{N}$  ในน้ำขึ้นกับพีเอช ความเค็ม และอุณหภูมิของน้ำ ทั่วไปความเป็นพิษของแอมโมเนียในปลาน้ำจืดจะอยู่ที่ 0.068-2 ppm (Eddy, 2005) โดยในปลาครีฟที่มีขนาด 1.0-1.5 นิ้วจะมี  $\text{LC}_{50}$  ของแอมโมเนียที่ 48, 96 และ 168 ชั่วโมงเท่ากับ 2.1, 2.1 และ 2 ppm (Boyd, 1990) ซึ่งแอมโมเนียเหล่านี้จะมีพิษต่อปลาในแง่ของการที่เมื่อมีแอมโมเนียในน้ำที่สูงเกินไป จะสามารถทำให้ปลาขับแอมโมเนียออกจากร่างกายได้น้อยลง มีระดับแอมโมเนียในเลือดและเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น ทำให้พีเอชในเลือดเพิ่มขึ้น และมีความผิดปกติของการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ความเสถียรของเยื่อหุ้มเซลล์ลดลง มีผลต่อการซึมผ่านน้ำของตัวปลา และลดความเข้มข้นของอิเล็กโตรไลต์ต่างๆ ในร่างกายเปลี่ยนแปลงไปในทางลบ อีกทั้งปลาที่อาศัยในน้ำที่มีแอมโมเนียสูงยังทำให้เนื้อเยื่อมีความต้องการในการใช้ออกซิเจนที่เพิ่มขึ้น ทำความเสียหายต่อเหงือก และลดความสามารถในการขนถ่ายออกซิเจน ปลาที่อยู่ในน้ำที่มีแอมโมเนียในระดับต่ำกว่าที่ทำให้ตาย (sublethal) จะทำให้ไวต่อการเกิดโรค ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง และการเจริญเติบโตลดลง (Eddy, 2005) ในการทดลองนี้ แอมโมเนียจะมีค่าเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ใส่เกลือทุกกลุ่ม (0.25 ppm) ตั้งแต่วันแรกของการทดลอง ซึ่งอาจเกิดจากการปนเปื้อนของเกลือด้วยสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่มีแอมโมเนียหรือไนเตรทเป็นองค์ประกอบ สังเกตได้จากทุกกลุ่มที่ทำการใส่เกลือ น้ำจะมีความขุ่นและมีคราบสีน้ำตาลตามขอบตู้ปลา คราบสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการมีสารอินทรีย์ละลายในน้ำปริมาณมาก (Boyd, 1990) และกลุ่ม B ทั้งหมดจะมีการเพิ่มของค่าแอมโมเนียที่สูงกว่ากลุ่มอื่น จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง เนื่องจากการไม่เปลี่ยนน้ำ ทำให้มีการสะสมของสิ่งขับถ่ายของปลา ซึ่งมากกว่า 50% ของสิ่งขับถ่ายนั้นอยู่ในรูปของแอมโมเนีย รวมทั้งเกิดจากการย่อยสลายของอาหารเหลือ (Boyd, 1990) ซึ่งเมื่อประกอบกับการใส่เกลือที่ไม่บริสุทธิ์ดังที่กล่าวข้างต้น ทำให้พบว่ากลุ่มที่ใส่เกลือมากที่สุด (B0.5) จะมีค่าแอมโมเนียที่พบในน้ำโดยเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มอื่นๆทุกกลุ่ม

ไนเตรทเป็นปัญหาที่สำคัญของการเลี้ยงปลา ปลาจะรับไนเตรทเข้าไปทางเหงือก ผ่านคลอไรด์เซลล์ (chloride cell) ทำให้ปลาที่ได้รับไนเตรทเข้าไปสะสมอยู่ในร่างกายเป็นจำนวนมาก ส่งผลต่อสมดุลของอิออน ทำให้คลอไรด์ในเลือดต่ำลงเนื่องจากไนเตรทจะแย่งจับคลอไรด์ และมีผลต่อสมดุลของโปแตสเซียม กระตุ้นให้โปแตสเซียมมีการไหลออกจากเซลล์กล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดง ทำให้ภายนอกเซลล์มีโปแตสเซียม

สูงขึ้น ซึ่งมีผลต่อกระบวนการ depolarization ทำให้หัวใจมีการเต้นเร็วขึ้นจนอาจเกิดภาวะหัวใจวาย กล้ามเนื้อเรียบที่หลอดเลือดคลายตัว ทำให้ความดันเลือดต่ำลง และเซลล์ประสาททำงานผิดปกติ รวมทั้งไนโตรที่ผ่านผิวเม็ดเลือดแดงจะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับฮีโมโกลบิน ทำให้เลือดเป็นสีน้ำตาลหรือสีคล้ำกว่าปกติ เรียกว่าเมทฮีโมโกลบิน (methaemoglobin) เม็ดเลือดเหล่านี้ไม่สามารถขนถ่ายออกซิเจนได้ (Jensen, 2003) ในปลาน้ำจืดจะมี  $LC_{50}$  ของไนโตรที่ 96 ชั่วโมงเท่ากับ 0.66-200 ppm ปลาที่อยู่ในน้ำที่มีไนโตรที่ขนาดต่ำกว่าระดับที่ทำให้ตาย (sublethal) จะทำให้ไวต่อการติดเชื้อแบคทีเรียมากขึ้น (Boyd, 1990) โดยในการทดลองนี้กลุ่ม B ทั้งหมดจะมีค่าไนโตรที่สูงตั้งแต่วันที่ 4 ของการทดลอง และมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ตลอดการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับค่าแอมโมเนียที่ตรวจพบเนื่องจากแอมโมเนียที่มีอยู่ในน้ำจะถูกจุลินทรีย์เปลี่ยนไปเป็นไนโตร (Boyd, 1990) เมื่อค่าแอมโมเนียสูงขึ้นค่าไนโตรที่จึงเพิ่มขึ้นตาม

ค่าแคลเซียม ค่าความกระด้างรวม ค่าความเป็นด่าง และค่าพีเอช ในทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงในทุกวัน ซึ่งเกิดจากคุณภาพน้ำที่มาจากแหล่งเดียวกัน เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำเหล่านี้แล้วพบว่าค่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในการเลี้ยงปลา ยกเว้นค่าความกระด้างรวมของแหล่งน้ำที่มีค่าปานกลางถึงค่อนข้างสูง (100-600) โดยน้ำที่มีค่าความกระด้าง 75-150, 150-300 และมากกว่า 300 ppm เป็นน้ำที่มีความกระด้างปานกลาง กระด้าง และกระด้างสูงตามลำดับ ความกระด้างของน้ำจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการจับตัวหรือมีปริมาณแคลเซียม (Ca) หรือแมกนีเซียม (Mg) และยังมีสารตั้งต้นประเภทเกลือคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และซัลเฟตที่อยู่ในน้ำ ความกระด้างของน้ำมักขึ้นกับแหล่งน้ำหรือพื้นที่ที่เก็บกักน้ำ โดยมากแล้วในน้ำจืด ความกระด้างจะขึ้นกับปริมาณของแคลเซียมคาร์บอเนต ยังมีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตมาก น้ำก็ยังมี ความกระด้างมาก (Boyd, 1990) สามารถแก้ไขโดยการตกตะกอน หรือตกผลึกโดยสารเคมี และการแลกเปลี่ยนไอออนโดยการเติมปูนไฮดรอกไซด์ หรือหาแหล่งน้ำใหม่ อย่างไรก็ตามความกระด้างของน้ำสามารถช่วยลดความเป็นพิษของสารพิษต่างๆได้ ดังนั้นน้ำกระด้างจึงเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำมากกว่าน้ำอ่อน

ค่าโซเดียมและคลอไรด์ในพลาสมาของปลาน้ำจืดปกติ ขึ้นอยู่กับการแลกเปลี่ยนอิเล็คโตรไลต์ผ่านทางเซลล์เยื่อบุผิวเหงือก ที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยน  $Na/H[NH_4]$  และ  $Cl/HCO_3$  ในระบบไหลเวียนของปลา ซึ่งมีอิทธิพลต่อการควบคุมแรงดันออสโมติก และสมดุลของอิเล็คโตรไลต์เมื่อความเค็มของน้ำเปลี่ยนแปลงไป โดยเหงือก ลำไส้ ต่อมที่ลำไส้ใหญ่ (rectal gland) และไตจะทำงานร่วมกันในการควบคุมปริมาณน้ำและเกลือในร่างกาย ค่าโซเดียมและคลอไรด์ในพลาสมาในปลาน้ำจืดอยู่ที่ประมาณ 150 mEq/L และ 130 mEq/L ตามลำดับ และค่าทั้งสอง (hyponatremia และ hypochloremia) จะลดลงเมื่อเกิดพยาธิสภาพที่เหงือก และไต หรือการอยู่ในน้ำที่มีความเป็นกรด หรือเป็นน้ำอ่อน (Thrall et al., 2004) จากผลของการเจาะเลือดปลาคาร์พ ในการทดลอง ในวันที่ 14 ของการทดลอง พบว่ากลุ่ม A0.5 มีค่าที่สูงที่สุด ( $Na=153-157$ ,  $Cl=123.125$ ) และกลุ่ม control B มีค่าต่ำที่สุด ( $Na=141$ ,  $Cl=90$ ) ส่วนในกลุ่มอื่นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ( $Na=143-148$ ,  $Cl=102-117$ ) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Carneiro and Urbinati (2001) ซึ่งรายงานว่า การเติมเกลือ 0.6% เป็นขนาดที่เหมาะสมที่สามารถลดการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากความเครียดได้ และทำให้ค่าโซเดียมและคลอไรด์มีค่าปกติ เนื่องจากความผิดปกติของแรงดันออสโมติกและการแลกเปลี่ยนอิเล็คโตรไลต์ เกิดมาจากความเครียด โดยความเครียดจะทำให้เกิดการหลั่งสารแคตทีโคลามีน (catecholamines) ส่งผลให้

เกิดการเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนเลือดและการซึมผ่านของเหงือก และผิวหนัง ทำให้มีการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ และมีการซึมผ่านน้ำเข้าในร่างกายมากขึ้นส่งผลให้ค่าโซเดียมและคลอไรด์ในพลาสมาต่ำลง อีกทั้งการเติมเกลือในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยลดการดูดซึมแอมโมเนียเข้าสู่กระแสเลือดเนื่องจากการแลกเปลี่ยนของ  $\text{Na}/\text{H}[\text{NH}_4]$  (Carneiro and Urbinati, 2001)

คลอไรด์เป็นอิเล็กโทรไลต์ กระจุกสำคัญที่อยู่ภายนอกเซลล์ ทำหน้าที่ควบคุมประจุในระบบบัฟเฟอร์ของเลือด โดยคลอไรด์ไอออนจะจับกับไฮโดรเจนไอออนที่มีประจุบวกที่ได้จากการแตกตัวของกรดคาร์บอนิก ( $\text{Cl}/\text{HCO}_3$  exchange) (Thrall *et al.*, 2004) ปลาที่เกิดความเครียดจะพบการลดลงของคลอไรด์ไอออนในเลือดอย่างชัดเจน (Carneiro and Urbinati, 2001) โดยคลอไรด์ในน้ำที่มาจากเกลือสามารถลดพิษของไนโตรที่ที่มีต่อปลาได้ ซึ่งมีการแนะนำให้ใช้คลอไรด์ในอัตราส่วน  $\text{Cl}:\text{NO}_2^- = 16:1$  จะสามารถทำลายพิษของไนโตรที่ได้หมดในบ่อปลาได้ จึงมีการแนะนำให้เติมเกลือ 25 มก./ล. ต่อทุก 1 มก./ล. ของไนโตรที่พบ เพื่อทำลายพิษของไนโตรที่ เช่นเดียวกับการเติมแคลเซียมคลอไรด์ ( $\text{CaCl}_2$ )

กล่าวโดยสรุป การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การเติมเกลือ 0.5% สามารถลดการสูญเสียโซเดียมและคลอไรด์ในพลาสมาของปลาที่เกิดจากความเครียด และการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนียและไนโตรที่ในน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาได้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยแนะนำว่า ควรเลือกใช้เกลือที่สะอาด และควรใส่เกลือลงในน้ำที่ปลาอาศัยเพียงครั้งเดียว โดยคำนึงวัตถุประสงค์ในการใช้ เลือกรูปแบบที่เหมาะสม และเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกครั้งอย่างน้อย 50% ก่อนการเติมเกลือซ้ำ ซึ่งจะทำให้การใช้เกลือมีความปลอดภัยต่อสัตว์และเกิดประโยชน์ในการใช้สูงสุด

### เอกสารอ้างอิง

- Boyd, C.E. 1990. Water Quality in ponds for Aquaculture. Principles of water quality. Shrimp Mart (Thai) Co. Ltd. Songkhla. Thailand. 32-34, 46-47, 80-86, 138-143, 156-160.
- Carneiro, P.C.F. and E.C. Urbinati, 2001. Salt as a stress response mitigator of matrixin, *Brycon cephalus* (Günther), during transport. Aquaculture Research 32, 297-304.
- Eddy, F.B. 2005. Ammonia in estuaries and effects on fish. Journal of fish Biology 67, 1495-1513.
- Hoole, D., D. Bucke, P. Burgess, and I. Wellby, 2001. Cyprinid biology. Disease of Carp and other cyprinid fishes. Blackwell science. USA. 8-9.
- Jensen, F.B. 2003. Review: Nitrite disrupts multiple physiological functions in aquatic animals. Comparative Biochemistry and Physiology Part A 135, 9-24.
- Thrall, M.A., D.C. Balcer, T.W. Campbell, D. Denicola, M.J. Fettman, E.D. Lassen, A. Rebar, and G. Weiser, 2004. Clinical Chemistry of Fish and Amphibians. Veterinary hematology and clinical chemistry. USA. 501-502.
- Treves-Brown, K.M. 2000. Common salt. Applied fish Pharmacology. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 278-2