

ผลของเกลือแกงที่มีต่อค่าโลหิตวิทยา และปริมาณพลาสมาอิเล็กโทรไลต์ในปลาคูก้าน

Effects of Sodium Chloride on Hematology and Plasma Electrolytes in Walking Catfish (*Clarias batrachus* Linn.)

สงศรี มหาสวัสดิ์¹

Songsri Mahasawasde

ABSTRACT

Experiments on exposure of walking catfish (*Clarias batrachus* Linn.) to 5 and 10 g./liter of sodium chloride solution after period of a 3 days had shown that hematological parameters (hematocrit, red blood cell number, white blood cell number, MCV, MCH and MCHC) were not significantly different as compared to the control. However hemoglobin value is significantly different. Plasma electrolytes of Na^+ , Cl^- and Ca^{+2} were significantly increased but change of K^+ was not significantly different from the control.

บทคัดย่อ

ผลของเกลือแกงต่อค่าโลหิตวิทยาและปริมาณพลาสมาอิเล็กโทรไลต์ในปลาคูก้าน ที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 กรัม/ลิตร (0.5% และ 1%) เป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า การตรวจวัดค่าโลหิตวิทยา (ฮีมาโตคริต, จำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว รวมทั้งขนาดของเซลล์เม็ดเลือดแดง, ปริมาณของฮีโมโกลบินต่อหนึ่งเซลล์เม็ดเลือดแดง และเปอร์เซ็นต์ของฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง) ต่าง ๆ นี้ จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปลากลุ่มควบคุม ยกเว้นค่าฮีโมโกลบินเพียงค่าเดียวเท่านั้น สำหรับปริมาณพลาสมาอิเล็กโทรไลต์นั้น เกลือแกงจะมีผลทำให้โซเดียมไอออน, คลอไรด์ไอออน และแคลเซียมไอออน ในพลาสมาปลาคูก้าน

มีปริมาณสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่โปแตสเซียมไอออนมีปริมาณไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม

คำนำ

การศึกษาทางด้านโลหิตวิทยาของปลา ซึ่งคาดคะเนว่าจะเป็นตัวบ่งชี้เบื้องต้นถึงความผิดปกติของปลา เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคเข้าไปในร่างกายเหมือนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทั้งนี้เนื่องจากความรู้ทางด้านโลหิตวิทยาของปลามีความผันแปรที่ขึ้นอยู่กับขนาดความยาว น้ำหนัก และที่สำคัญคือ ชนิดของปลา และพฤติกรรมของปลาแต่ละชนิด เช่น ปลาที่มีการเคลื่อนไหวเกือบตลอดเวลา จะมีกลไกทางสรีรวิทยาของการ

¹ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หายใจมาก ซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของเม็ดเลือดแดงที่ยาวรี และมีขนาดใหญ่สามารถนำออกซิเจนได้ดี ดังนั้น ปริมาณความเข้มข้นของฮีโมโกลบินจะสูงตามไปด้วย (Kori-Siakpere, 1985) เนื่องจากข้อมูลทางด้านโลหิตวิทยาของปลาแต่ละชนิดยังมีน้อยไม่เพียงพอที่จะสรุปเป็นผลชี้แนะความผิดปกติออกมาได้ชัดเจน เหมือนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีการศึกษาสะสมข้อมูลกันมานานแล้ว อีกประเด็นหนึ่งก็คือ ปลาต้องอาศัยอยู่ในน้ำ อันเป็นสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีอิทธิพลต่อปลาอย่างมาก เช่น อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ความเป็นด่างของน้ำ และสภาพของน้ำที่ปลาอาศัยอยู่มีทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย รวมทั้งปริมาณอิเล็กโทรไลต์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของปลาในน้ำ แต่ละชนิดก็แตกต่างกันไป ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะเข้ามาเกี่ยวข้องกับการปรับสมดุลสิ่งแวดล้อมภายในร่างกายตัวปลาตลอดเวลาที่ปลายังมีชีวิตอยู่

เมื่อภาวะการเลี้ยงปลาเพียงพอขึ้น โดยเฉพาะบ่อฟาร์มปลาดุกด้าน สภาพของน้ำที่ใช้เลี้ยงมักอาศัยแหล่งน้ำธรรมชาติจากคลองชลประทานเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งที่จะมีการแพร่กระจายของโรคที่เกิดกับปลาได้รวดเร็ว เมื่อปลาอยู่ในสภาพน้ำที่ไม่เหมาะสม ปลาจะเริ่มอ่อนแอสภาพสมดุลของร่างกายเริ่มผิดปกติ ถ้าเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ค่าที่บ่งบอกถึงความผิดปกติของสมดุลของร่างกายคือ อุณหภูมิและความผิดปกติของเลือด สำหรับในบ่อปลามักจะใช้วิธีป้องกันมากกว่าการรักษา โดยการปรับคุณสมบัติของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลาให้ดีขึ้น เช่น การใส่ปูนขาวเพื่อปรับสภาพของน้ำให้เป็นด่าง และนิยมใช้เกลือแกงในอัตรา 0.1% - 1% ขึ้นอยู่กับขนาดของปลาจะช่วยทำให้ปลาแข็งแรงขึ้น (พรเลิศ และ ชลธ, 2529) ปกติแล้วเกลือแกงสามารถละลายน้ำได้ดี และแตกตัวให้โซเดียมและคลอไรด์-ไอออนเป็นส่วนใหญ่ รวมทั้งแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนเล็กน้อย อิเล็กโทรไลต์เหล่านี้จะไหลแบบ

พาสซีฟ หรือแอคทีฟเข้าและออกที่บริเวณเหงือกปลา จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความต้องการของตัวปลา และสุขภาพของปลา

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานทดลองนี้ เพื่อศึกษาข้อมูลขั้นพื้นฐานของปลาดุกด้าน ขนาด 22-23 ซม. เกลือแกงจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าโลหิตวิทยา และปริมาณพลาสมาอิเล็กโทรไลต์มากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นข้อมูลเสริมการใช้เกลือแกงในบ่อปลาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. นำปลาดุกด้านขนาดความยาวเฉลี่ย 22.35 ± 1.52 ซม. และน้ำหนักเฉลี่ย 82.33 ± 17.99 กรัม มาเลี้ยงในตู้กระจกที่จุน้ำ 50 ลิตร เพื่อให้ปลากันเคยกับสภาพของตู้กระจกเป็นเวลา 2 อาทิตย์ จคให้อาหารขณะทดลอง อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ทดลอง 25 องศาเซลเซียส และพีเอชของน้ำ 7.7
2. ใช้เกลือแกงเค็มลงในน้ำความเข้มข้น 2 ระดับ คือ 5 และ 10 กรัม/ลิตร (0.5% และ 1%) ทดลองระดับความเข้มข้นละ 3 ชั่วโมง ละ 5 ตัว และมีกลุ่มควบคุมทำการทดลองเป็นเวลา 3 วัน
3. การเก็บตัวอย่างเลือด จะทำปลาให้สลบด้วยยาสลบควินาดีน เพื่อให้ปลาบอบช้ำน้อยที่สุด ตัดหางปลาเก็บตัวอย่างเลือดไว้ในหลอดแก้วที่มีน้ำยาเฮพาริน กันการแข็งตัวของเลือด นำตัวอย่างเลือดไปตรวจวัดค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของเลือดดังนี้
 - ค่าฮีมาโตคริต นำเลือดใส่หลอดไมโครแคพิลลารี แล้วปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็ว 11,700 รอบ/นาที นาน 5 นาที แล้ววัดด้วย Microcapillary reader วิธีของ Larsen and Snieszko (1961)
 - ค่าฮีโมโกลบิน วัดด้วยเครื่องฮีโมมิเตอร์
 - การนับจำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว เจือจางเลือดด้วยน้ำยาไฮโกยาม่า นับจำนวนด้วยสไลด์ นับเม็ดเลือด ตามวิธีของ Grizzle and Rogers (1976)

นำข้อมูลของค่าฮีมาโตคริต ฮีโมโกลบิน และจำนวนเม็ดเลือดแดงไปคำนวณต่าง ๆ ตามวิธีของ Weinberg *et al.* (1972) ดังนี้

- ขนาดของเซลล์เม็ดเลือดแดง (mean corpuscular volume, MCV)
- ปริมาณฮีโมโกลบินต่อหนึ่งเซลล์เม็ดเลือดแดง (mean corpuscular hemoglobin, MCH)
- เปอร์เซ็นต์ฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง (mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC)

4. นำเลือดที่เก็บไว้ในหลอดแก้วส่วนหนึ่ง วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทิ้งไว้ให้เลือดตกตะกอน แล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น เพื่อให้เลือดตกตะกอนดีขึ้น จากนั้นดูดเก็บพลาสมาที่ใส ๆ เก็บไว้ในหลอดแก้วมาเชื้อในตู้รักษาอุณหภูมิ เพื่อนำไปวัดค่าพลาสมาอิเล็กโทรไลต์ของโซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียมไอออนด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer mod flame emission, Hitachi 170-30 ส่วนคลอไรด์-ไอออนใช้การไทเทรตแบบวิธีของ Schales and Schales (1941)

5. ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล โดยวิธี Complete randomized design และเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยวิธี Duncan's new multiple range test ในระดับความเชื่อมั่น 95% (จริญ, 2523)

ผลและวิจารณ์

ค่าโลหิตวิทยาและปริมาณพลาสมาอิเล็กโทรไลต์ของปลาอุกด้าน จากการเติมเกลือแองในระดับต่าง ๆ ดังแสดงข้อมูลไว้ใน Table 1 ปรากฏว่า

ค่าฮีมาโตคริตของปลาอุกด้านทั้งสองกลุ่มที่เติมเกลือ (5 และ 10 กรัม/ลิตร) มีค่าค่อนข้างสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติสำหรับค่าฮีโม-

โกลบิน จะสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างระหว่างกลุ่มที่เติมเกลือแองสองระดับ

จำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว รวมทั้งขนาดของเซลล์เม็ดเลือดแดง ปริมาณฮีโมโกลบินต่อหนึ่งเซลล์เม็ดเลือดแดง และเปอร์เซ็นต์ของฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง ทั้ง 3 กลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณพลาสมาอิเล็กโทรไลต์พบว่า โซเดียมและคลอไรด์ไอออน ทั้ง 3 กลุ่ม การทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่โซเดียมและคลอไรด์ไอออนจะมีปริมาณสูงตามระดับความเข้มข้นของเกลือที่มากขึ้นด้วย ส่วนแคลเซียมไอออน มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่เติมเกลือทั้ง 2 ระดับ สำหรับโพแทสเซียมไอออนในกลุ่มที่เติมเกลือทั้งสองระดับมีแนวโน้มต่ำลงแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม

จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า การตรวจวัดค่าโลหิตวิทยาของเลือดปลาอุกด้านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปลาอุกด้านกลุ่มควบคุม ยกเว้นเฉพาะค่าฮีโมโกลบินเท่านั้นที่มีแนวโน้มจะมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะกลุ่มปลาที่เติมเกลือ ซึ่งจากการศึกษาของ Kori-Siakpere (1985) ในปลา *Clarias isheriensis* กล่าวว่า ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินจะขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของปลา เมื่อปลามีการเคลื่อนไหวมากความต้องการออกซิเจนจะมากด้วย สะท้อนให้เห็นพฤติกรรมของการหายใจที่มีต่อการเคลื่อนไหวของปลา มีผลทำให้ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินสูง อาจจะเป็นไปได้ว่า ปลาอุกด้านที่นำมาทดลองนี้ปกติมีการเคลื่อนไหวน้อยอยู่กันน้ำ เมื่อเติมเกลือลงในน้ำ จะมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นกว่าปกติ ๆ ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าฮีโมโกลบิน

ปลาอุกด้านที่นำมาใช้ในการทดลองนี้จะได้จากบ่อที่เลี้ยงปลาใหญ่เพื่อส่งขายตามความต้องการของ

Table 1 Effects of salt (NaCl) on some hematological and plasma ions concentration in walking catfish ^{1/}(Mean $\pm$ S.D.)

NaCl gm/L	Hct %	Hb gm%	RBC 10 ⁶ /mm ³	WBC 10 ³ /mm ³	MCV Cu μ	MCH pg	MCHC %	Na ⁺ mEq/L	Cl ⁻ mEq/L	K ⁺ mEq/L	Ca ⁺ mEq/L
Control	39.70 ^a ± 0.30	9.56 ^a ± 0.06	2.67 ^a ± 0.36	97.25 ^a ± 11.62	153.09 ^a ± 39.73	36.71 ^a ± 4.22	24.07 ^a ± 1.13	70.65 ^a ± 0.19	100.00 ^a ± 1.80	33.55 ^a ± 1.62	0.88 ^a ± 0.03
5	43.42 ^a ± 3.26	10.68 ^b ± 0.10	2.71 ^a ± 0.38	102.58 ^a ± 9.82	165.65 ^a ± 12.90	41.04 ^a ± 6.18	24.69 ^a ± 1.78	76.81 ^b ± 1.25	113.34 ^b ± 5.77	26.71 ^a ± 3.70	1.50 ^b ± 0.33
10	40.87 ^a ± 2.21	10.87 ^b ± 0.13	2.98 ^a ± 0.53	112.42 ^a ± 16.54	146.18 ^a ± 33.88	38.87 ^a ± 8.18	26.64 ^a ± 1.50	92.39 ^c ± 5.44	132.22 ^c ± 3.85	25.64 ^a ± 5.55	1.59 ^b ± 0.35

^{1/}Means with the same letter are not significant different

Hct = Hematocrit
RBC = Red blood cell
MCV = Mean corpuscular volume
MCHC = Mean corpuscular hemoglobin concentration
Hb = Hemoglobin
WBC = White blood cell
MCH = Mean corpuscular hemoglobin

ตลาด ในการเติมเกลือลงในบ่อปลาจะต้องขึ้นอยู่กับขนาดของปลา ซึ่งขนาดที่ใช้ทำการทดลองนี้เมื่อเติมเกลือ 5 และ 10 กรัม/ลิตร จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโลหิตวิทยาของปลาดุกด้าน จากรายงานของพรเลิศ และ ชลธ (2529) กล่าวว่า เกลือแกงที่นิยมใช้ในบ่อปลาในช่วง 0.1% ถึง 1% เป็นความเข้มข้นที่ใช้ได้ปลอดภัยโดยไม่ต้องมีการวิเคราะห์น้ำ เพียงแต่ใช้ให้ถูกต้องตามขนาดของปลา ในการเติมเกลือในบ่อปลามากเกินไป จะทำให้ปลาเกิดความเครียด จากการทดลองของ Dheer *et al.*, (1986) ใช้ปลาครอบครัวปลาช่อน (*Channa punctatus*) ขนาดยาว 148 ± 6.0 มม. เติมเกลือในระดับ 1.2, 3.2 และ 6.2 กรัม/ลิตร ปรากฏว่าระดับ 6.2 กรัม/ลิตร ทำให้ปลาเกิดความเครียด มีผลทำให้ค่าโลหิตวิทยาต่าง ๆ คือ ฮีมาโตคริต, ฮีโมโกลบิน จำนวนเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นปลาในกลุ่ม 1.2 กรัม/ลิตร

การทำให้ปลาเกิดความเครียดไม่ว่าจะเป็นการเติมเกลือที่มากเกินไป การจับหรือการรบกวนให้ปลาดิ้นตกใจมีผลทำให้ค่าโลหิตวิทยาของปลาเปลี่ยนแปลงไป เช่น ฮีโมโกลบินและฮีมาโตคริต ถ้ายิ่งให้ปลาเครียดนานหลายชั่วโมงจะมีค่าต่ำลง (Turner *et al.*, 1983 และ Soivio and Oikari, 1976) ขณะที่ปลาเครียดจะไม่กินอาหาร จะมีผลทางอ้อมกับค่าโลหิตวิทยา และขบวนการเมตาบอริซึมต่าง ๆ อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงสมดุลของร่างกาย (Mazeaud *et al.*, 1977)

กรณีปริมาณพลาสมาอิเล็กโทรไลต์ในปลาดุกด้านที่ทดลอง พบว่า โซเดียม, คลอไรด์ และแคลเซียม-ไอออน มีปริมาณสูงขึ้นในกลุ่มที่เติมเกลือ โดยเฉพาะโซเดียม และคลอไรด์ไอออนในพลาสมาปลาดุกด้านจะมีปริมาณสูงตามระดับของเกลือที่มากขึ้น แสดงว่าการแตกตัวของเกลือแกง สามารถที่จะนำไอออนให้ไหลเข้า (influx) เข้าไปในตัวปลาเพิ่มมากกว่าปลากลุ่ม

ควบคุม ทำนองเดียวกับการทดลองของ Davis and Simco (1976) ในปลา Channel catfish ที่เติมเกลือ 4, 8, 10 และ 12 กรัม/ลิตร ทั้งไว้ 5 วัน พบว่าปริมาณพลาสมาโซเดียมและคลอไรด์ไอออนจะสูงขึ้นกว่าปลาที่เลี้ยงไว้ในน้ำธรรมชาติ

ส่วนโปแตสเซียมไอออน ปรากฏว่ามีแนวโน้มที่จะลดต่ำลงแต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม จากรายงานของ Redding and Schreck (1983) กล่าวว่า เหงือกของปลา กระดูกแข็งจะทำหน้าที่หลักในการแลกเปลี่ยนน้ำและไอออนอิเล็กโทรไลต์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกตัวปลา ที่เป็นไปตามหลักการแลกเปลี่ยนไอออนที่ร่างกายต้องการ ซึ่งในทางตรงกันข้าม ถ้าเมื่อใดทำให้ปลาเกิดความเครียด จะมีแนวโน้มที่จะทำให้พลาสมา-โปแตสเซียมสูงขึ้น ขณะที่คลอไรด์ไอออนจะต่ำลง (Railo *et al.*, 1985)

ปริมาณแคลเซียมไอออน ซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์ที่มีวาเลนซ์สองนี้ยังไม่ค่อยมีรายงานมากนัก เพียงแต่พบว่า ปลาสามารถรับแคลเซียมไอออนจากน้ำเค็มผ่านทางเหงือกได้เช่นเดียวกับโซเดียมและคลอไรด์-ไอออน (Redding and Schreck, 1983)

จากการทดลองนี้พอจะสรุปได้ว่า ปริมาณความเข้มข้นของเกลือแกงทั้งสองระดับในปลาดุกด้านขนาดที่ทำการทดลอง ในระยะเวลา 3 วัน จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าโลหิตวิทยามากนัก แต่จะมีผลต่อการเพิ่มปริมาณพลาสมาอิเล็กโทรไลต์ให้แก่ปลา ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้ปลาดุกด้านรักษากภาวะสมดุลของร่างกายและเป็นส่วนเสริมในการสร้างภูมิคุ้มกันทำให้ปลาแข็งแรงขึ้น ดังนั้นในการใช้เกลือแกงซึ่งมีราคาไม่แพงมากนักและเกษตรกรหาซื้อได้ทั่วไป เติมลงในบ่อปลาเมื่อเห็นปลาเริ่มอ่อนแอ หรือเพื่อปรับสภาพของน้ำจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณอิเล็กโทรไลต์ที่จำเป็นต่อร่างกายให้แก่ปลาด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณองค์การสะพานปลาที่ให้ทุนอุดหนุน
วิจัยในครั้งนี้ เป็นจำนวนเงิน 5,000 บาท มา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- เจริญ จันทลักษณ์. 2523. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผน
งานวิจัย. บริษัท สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์
กรุงเทพฯ. 468 น.
- พรเลิศ จันทรัชชกุล และ ชลอ ลัมสุวรรณ. 2529.
การใช้เกลือแกงในการป้องกันและรักษาโรคปลา.
วารสารประมงไทย. 1(9) : 24-26.
- Davis, K.B. and B.A. Simco. 1976. Salinity
effects on plasma electrolytes of Channel
catfish, *Ictalurus punctatus*. J. Fish. Res.
Board. Can. 33:741-746.
- Dheer, J.M.S., T.R. Dheer and C.L. Mahajan.
1986. Haematological and haematopoietic
response to sodium chloride stress in a fresh-
water air-breathing fish *Channa punctatus*
Bloch. J. Fish. Biol. 28:119-128.
- Grizzle, J.M. and W.A. Rogers. 1976. Anatomy
and histology of the channel catfish.
Auburn University agricultural experiment
station, Auburn, Alabama. 94 p.
- Kori-Siakpere, O. 1985. Hematological charac-
teristics of *Clarias isheriensis*. J. Fish. Biol.
27(2):259-263.
- Larsen, H.N. and S. F. Snieszko. 1961. Modifi-
cation of the microhematocrit technique
with trout blood. Trans. Amer. Fish. Soc.
90:139-142.
- Mazeaud, M.M., F. Mazeaud and E.E. Donald-
son. 1977. Primary and secondary effects
of stress in fish : some new data with a
general review. Trans. Amer. Fish. Soc.
106:201-212.
- Railo, E., M. Nikinmaa and A. Soivio. 1985.
Effect of samplings on blood parameters
in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richard-
son. J. Fish. Biol. 26(5):725-732.
- Redding, S.M. and C.B. Schreck. 1983. Influence
of ambient salinity on osmoregulation and
cortisol concentration in yearling coho
salmon during stress. Trans. Am. Fish.
Soc. 112:800-807.
- Schales, O. and S. Schales. 1941. A simple and
accurate method for the determination of
chloride in biological fluids. J. Biol. Chem.
140:879-885.
- Soivio, A. and A. Oikari. 1976. Hematological
effects of stress on a teleost (*Esox lucius*
L.). J. Fish Biol. 8:397-411.
- Turner, J.D., C.M. Wood and D. Chark. 1983.
Lactate and proton dynamics in the
rainbow trout (*Salmo gairdneri*). J. Exp.
Biol. 104:247-268.
- Weinberg, S.R., C.D. Siegel, R.F. Nigrelle and
A.S. Gordon. 1972. The hematological
parameters and blood cell morphology
of the brown bullhead catfish, *Ictalurus*
nebulosus (Le sueur). Zoologica. 57:71-78.