รหัสโครงการ SUT3-303-50-12-09

รายงานการวิจัย

โลหิตวิทยาและชีวเคมีของโลหิตของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

Haematology and Blood Biochemistry of Flower Horn Fish

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผศ. น.สพ.ดร. ภคนิจ คุปพิทยานันท์

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผศ.สพ.ญ.ดร. ศจีรา คุปพิทยานันท์

สาขาวิชาชีววิทยา

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2553

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่สำหรับเลี้ยงสัตว์ทดลองและปฏิบัติงานวิจัย และขอขอบคุณทีมงานวิจัยทุกท่านที่ได้ทุ่มเทให้กับงานวิจัย ทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผศ.น.สพ.ดร. ภคนิจ คุปพิทยานันท์

มิถุนายน 2553

บทคัดย่อภาษาไทย

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีของโลหิต และผลของการเกิดภาวะการขาดออกซิเจน(Hypoxia) ต่อค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีของโลหิตของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น ซึ่งประกอบไปด้วย hematocrit (Ht), red blood cell count (RBC), white blood cell count (WBC),hemoglobin concentration (Hb), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), blood glucose, blood urea nitrogen (BUN), creatine kinase (CK), alanine aminotransferase (ALT), และ aspartate aminotransferase (AST)

ในการศึกษา ใช้ปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น จำนวนทั้งหมด 90 ตัว อายุประมาณ 1.5 ปี การทดลองที่ 1 ศึกษาค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีของโลหิตของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นโดยจัดเป็น 1 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของภาวะการขาดออกซิเจน(hypoxia) ต่อค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น ทำการสุ่มแบ่งปลา ออกเป็น 5 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว ให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจนโดยการลดปริมาณ O_2 ที่ละลายในน้ำ ด้วยการแทนที่ด้วย N_2 เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง และเก็บตัวอย่างเลือดจาก Caudal vein

ผลการทดลองพบว่าค่าโลหิตวิทยาประกอบด้วย WBC, RBC, Hb, Ht, MCV, MCH และ MCHC ของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นมีค่าเท่ากับ 3.15 ±0.64 x10^3 cell/µl, 2.23± 0.39x10^6 cell/µl, 7.50 ± 1.00 g/dl, 22.30 ± 2.24 % , 110.20 ± 26.69 fl, 37.88± 5.17 pg , 34.64 ± 4.92 g/dl ตามลำดับ และผลการศึกษาค่าชีวเคมีของโลหิตประกอบด้วย Glucose, CK, ALT, AST, BUN และ Cholesterol ของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นมีค่าเท่ากับ 56.34±6.63 mg/dl, 752.52 ±286.28 U/l, 4.58 ± 1.84 U/l, 30.71±10.80 , 1.22±0.27 mg/dl, 177.71±19.50 mg/dl ตามลำดับ ผลการศึกษาผลของ hypoxia ต่อค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น พบว่ามีผลทำให้ค่า RBC และ Cholesterol ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมีผลทำให้ค่า Glucose เพิ่มขึ้นในระยะแรกแล้วค่อยลดลงในชั่วโมงที่ 72 อย่างมีนัยสำคัญ แต่มีผลทำให้ค่า WBC, Hb, Ht, MCV และ MCH มีค่าพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองในภาพรวมบ่งชี้ให้เห็นว่าการเกิด hypoxia นานเกินกว่า 48 ชั่วโมงจะทำให้เกิดความเสียหายที่รุนแรงต่อปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นได้

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

The aims of this study were to investigate hematological and biochemical blood values and to determine the effects of severe lack of oxygen (hypoxia) on hematology and blood biochemistry in Flower Horn fish. These include the hematocrit (Ht), red blood cell count (RBC), white blood cell count (WBC), hemoglobin concentration (Hb), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), blood glucose, blood urea nitrogen (BUN), creatine kinase (CK), alanine aminotransferase (ALT), and aspartate aminotransferase (AST).

A total of 90 Flower Horn fish at 1.5 years of age were used in this study. In experiment I, investigating hematological and biochemical blood values, Flower Horn fish were divided into 1 group. Each group had 3 replications, 5 fish for each replication. In experiment II, investigating the effects of severe lack of oxygen (hypoxia) on hematology and blood biochemistry, Flower Horn fish were divided into 5 groups. Each group had 3 replications, 5 fish for each replication. Hypoxia was induced by substituted the amount of dissolved O_2 in water by N_2 for 0, 12, 24, 48 and 72 hours. Blood samples were collected from caudal vein.

The results showed that the hematology value of WBC, RBC, Hb, Ht, MCV, MCH and MCHC in Flower Horn fish was 3.15 ± 0.64 x10^3 cell / µl, 2.23 ± 0.39x10^6 cell / µl, 7.50 ± 1.00 g / dl, 22.30 ± 2.24%, 110.20 ± 26.69 fl, 37.88 ± 5.17 pg, 34.64 ± 4.92 g / dl, respectively. The biochemistry value of blood glucose, CK, ALT, AST, BUN, and cholesterol in Flower Horn Fish was 56.34 ± 6.63 mg / dl, 752.52 ± 286.28 U / l, 4.58 ± 1.84 U / l, 30.71 ± 10.80, 1.22 ± 0.27 mg / dl, 177.71 ± 19.50 mg / dl, respectively. Hypoxia affected the hematology and blood biochemistry of Flower Horn fish. The result showed that RBC and cholesterol were significantly decreased. Glucose level was increased in the initial stage, but significantly decreased in 72 hours. However, the value of WBC, Hb, Ht, MCV and MCH was significantly increased. The overall results indicate that exposing hypoxia for longer than 48 hours can cause serious damage in Flower Horn fish.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
บทที่ 1 บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	2
ข้อตกลงเบื้องต้น	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	2
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย	
แหล่งที่มาของข้อมูล	3
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	4
วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	5
บทที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
อภิปรายผล	6
บทที่ 4 บทสรุป	
สรุปผลการวิจัย	15
ข้อเสนอแนะ	20
บรรณานุกรม	21
ประวัติผู้วิจัย	24

สารบัญตาราง

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
1	ผลการศึกษาค่าโลหิตวิทยาของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น	7
2	ผลของค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น	9
3	ผลของ hypoxia ต่อค่าโลหิตวิทยาในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น	12
4	ผลของ hypoxia ต่อค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น	14

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

การประกอบธุรกิจปลาสวยงามของประเทศไทยเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่น่าจับตามอง เนื่องจากเป็นธุรกิจที่ลงทุนต่ำและให้ผลตอบแทนระยะเวลาสั้น นอกจากนี้ประเทศไทยยังจัดว่าเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากร ที่เอื้ออำนวยต่อการประกอบธุรกิจปลาสวยงามอย่างยิ่ง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การประกอบธุรกิจปลาสวยงามขยายตัวอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันประเทศไทยจัดเป็นอันดับที่ 3 ของโลกในธุรกิจส่งออกปลาสวยงาม แต่ละปีไทยสามารถส่งออกปลาสวยงามให้กับต่างชาติได้ไม่น้อยกว่า 5,000 ล้านบาท และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น ประเทศที่นำเข้าปลาสวยงามจากประเทศไทย 3 อันดับแรก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น นอกจากนั้นเป็นประเทศในกลุ่มตะวันออกกลาง อย่างไรก็ตามในการดำเนินธุรกิจการส่งออกปลาสวยงามนั้นประเทศไทยมีคู่แข่งทางการค้าที่สำคัญคือ ผู้ส่งออกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย ทั้งนี้เนื่องจากประเทศเหล่านี้มีปลาสวยงามที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับของไทย มีการตรวจคุณภาพปลาและคุณภาพในการขนส่ง มีการจัดตั้งสมาคมผู้ส่งออกที่เป็นรูปร่าง จึงทำให้ธุรกิจปลาสวยงามของประเทศเพื่อนบ้านเหล่านี้กลายเป็นคู่แข่งที่สำคัญของไทย นอกจากนี้ยังมีอีกหลายประเทศที่กำลังพัฒนาธุรกิจด้านนี้ เช่น ศรีลังกา ฮาวาย และจาไมก้า เป็นต้น

การที่ไทยจะส่งออกปลาสวยงามให้ประสบความสำเร็จได้ในอนาคตนั้น จึงต้องมีการพัฒนาคุณภาพของปลาสวยงามร่วมกับการพัฒนาด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม อาจกล่าวได้ว่างานวิจัยที่จะพัฒนาคุณภาพของปลาสวยงามมีจำนวนน้อยมากในประเทศไทย เมื่อเทียบกับสัตว์เศรษฐกิจชนิดอื่นๆ ยังมีงานวิจัยอีกหลายด้านเกี่ยวกับปลาสวยงามที่ยังต้องการการศึกษาเพิ่มเติม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิจัยพื้นฐานด้านชีววิทยา โครงการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลดังกล่าว โดยจะศึกษาในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นซึ่งเป็นปลาสวยงามชนิดหนึ่งกลุ่มปลาหมอสีครอสบรีดที่ได้รับความนิยมสูงทั้งในบรรดาผู้เลี้ยงประเทศนำเข้า และในประเทศไทยอยู่ในขณะนี้ ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะทำให้ทราบถึงพื้นฐานทางชีววิทยาของปลาดังกล่าว สามารถนำไปใช้ในการวิจัยขั้นสูงต่อไป และช่วยทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตและการจัดการทรัพยากรปลาสวยงามได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาค่าโลหิตวิทยาและชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

ขอบเขตของการวิจัย

กำหนดขอบเขตงานวิจัยไว้ดังนี้

9.1 ศึกษาในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นซึ่งเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างไตรมาคู เรดเดวิล และซินสไปรุ่ม

9.2 ศึกษาค่าโลหิตวิทยา hematocrit (Ht), red blood cell count (RBC), hemoglobin concentration ([Hb]), mean cell volume (MCV), cell hemoglobin (MCH), cell hemoglobin concentration (MCHC)

9.3 ศึกษาค่าชีวเคมีของโลหิต เช่น glucose, urea nitrogen, aspartate aminotransferase, creatine phosphokinase เป็นต้น

9.4 ศึกษาผลของภาวะการณ์ขาดออกซิเจน(hypoxia)ต่อค่าโลหิตวิทยาและชีวเคมีของโลหิต

ข้อตกลงเบื้องต้น

ไม่มี

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1) เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป
2) เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต
3) เป็นประโยชน์ต่อผู้เลี้ยงปลา ผู้ประกอบธุรกิจปลาสวยงาม สัตว์แพทย์ นักวิชาการประมง

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

แหล่งที่มาของข้อมูล

1) **สัตว์ทดลอง**

ชนิดของสัตว์ทดลอง ในการศึกษาใช้ปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น จำนวนทั้งหมด 90 ตัว อายุประมาณ 1.5 ปี ที่มีลักษณะภายนอกทั่วไปสมบูรณ์และแข็งแรง การว่ายน้ำและการกินอาหารเป็นปรกติ คละเพศ มีความยาวเฉลี่ย 18 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ย 7 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 116 กรัม นำมาเลี้ยงในห้องทดลองที่อุณหภูมิห้องเปิดปกติเพื่อปรับสภาพแวดล้อมและให้คุ้นกับอาหารเป็นระยะเวลา 3 เดือน

การทดลองที่ 1 ศึกษาค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีของโลหิตของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

ทำการสุ่มแบ่งปลา ออกเป็น 1 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว รวม 15 ตัว เลี้ยงปลาในตู้กระจกสำหรับเลี้ยงปลาขนาด ก*ย*ส(36x93x47.5) เซนติเมตร จัดสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นกรด – ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 7-7.8 อุณหภูมิ (temperature) 27-32 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) 100-200 มก/ล ค่าความกระด้างของน้ำ (hardness) ที่ 80-200 มก/ล ปริมาณ O_2 ที่ละลายในน้ำในช่วง 5-7 มก/ล ให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 2 เวลา เช้า-เย็น

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของภาวะการขาดออกซิเจน(hypoxia) ต่อค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

ทำการสุ่มแบ่งปลา ออกเป็น 5 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว รวม 75 ตัวทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจนโดยการลดปริมาณ O_2 ที่ละลายในน้ำ ด้วยการแทนที่ด้วย N_2 เป็นระยะเวลา

0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (แทนที่ O_2ด้วย N_2 เป็นระยะเวลา 0 ชั่วโมง)
กลุ่มที่ 2 แทนที่ O_2 ด้วย N_2 เป็นระยะเวลานาน 12 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 3 แทนที่ O_2 ด้วย N_2 เป็นระยะเวลานาน 24 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 4 แทนที่ O_2 ด้วย N_2 เป็นระยะเวลานาน 48 ชั่วโมง
กลุ่มที่ 5 แทนที่ O_2ด้วย N_2 เป็นระยะเวลานาน 72 ชั่วโมง

2) **อาหารสัตว์** ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปโปรตีน 56 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 เวลา

3) **ระยะเวลาในการทดลอง**

สิงหาคม 2552 ถึง พฤศจิกายน 2552

4) **สถานที่ดำเนินการทดลอง**

อาคารปฏิบัติการเครื่องมือ 3 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) การเก็บตัวอย่างเลือดปลา

วางยาสลบด้วย 2- phenoxyethanol ขนาด 0.05 มิลลิลิตรต่อลิตร บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล และคณะ (2004) ทำการเจาะเก็บเลือดจาก Caudal Vein โดยเลือดที่ได้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บไว้ใน microcentrifuge tube ตั้งทิ้งไว้ ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นนำเลือดที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 rpm นาน 10 นาที จะได้ส่วนซีรั่มแยกออกจากเม็ดเลือด ใช้ micropipettes ดูดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นซีรั่มใส่ microcentrifuge tube แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปวิเคราะห์ค่าทางชีวเคมีของโลหิต ส่วนที่สอง เก็บใส่หลอด microcentrifuge tube ที่มี (ethylenediaminete traacetic acid: EDTA) 1.0% เคลือบหลอด microcentrifuge tube เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด ทำการเก็บเลือดไว้ที่อุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปตรวจค่าโลหิตวิทยาและชีวเคมีของเลือดต่อไป

2) การตรวจวิเคราะห์ค่าทางโลหิต

ตรวจวัดค่า

1. Hematocrit (Hct) ด้วย capillary tube นำไปปั่นด้วยเครื่อง microhematocrit centrifuge ที่ความเร็ว 11,500-15,000 รอบ/นาที นาน 5 นาที
2. White blood cell count (WBC), Red blood cell (RBC) count ด้วยวิธี manual method อาศัยหลักการเจือจางเม็ดเลือดก่อนด้วย pipette นับเม็ดเลือด แล้วนำไปนับด้วย hemocytometer หรือ counting chamber โดยใช้กล้องจุลทรรศน์และนำไปคำนวณตามวิธี Terry. (1995)
3. Hemoglobin concentration (Hb) ทำการตรวจวัดโดยเครื่องวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดอัตโนมัติ (Hycel HC510)ตามวิธีของ Bentley et al. (1993) และ Buttarello et al. (1992) แล้วนำค่าที่ตรวจวัดได้มาคำนวณหาค่า Mean Corpuscular Volume (MCV),

Mean Corpuscular Haemoglobin (MCH) และค่า Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration (MCHC) ตามวิธีของ Terry. (1995)

3) การตรวจวิเคราะห์ค่าทางชีวเคมีของโลหิต

โดยใช้เครื่องตรวจวัดอัตโนมัติ Reflotron system รุ่น Reflotron ® IV (Roche Diagnostics Corporation, Indianapolis., Germany) โดยนำซีรั่มที่แยกได้มาหยดลงบน Reflotron tests kits (Roche Diagnostics Corporation, Indianapolis., Germany) ปริมาตร 32 µl แล้วนำไปวัดด้วยเครื่อง Reflotron system ทำการวัดระดับของค่า Glucose, CK, Cholesterol และค่าของ AST และตรวจหาค่า BUN และ ALT ด้วยเครื่อง BioSystems A15

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ของข้อมูลที่ได้ หากผลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองโดยการใช้ Duncan's new multiple-range test

บทที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าโลหิตวิทยาของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

จากการศึกษาผลของค่าโลหิตวิทยาประกอบด้วย WBC, RBC, Hb, Ht, MCV, MCH และ MCHC ของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น พบว่าในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นมีค่าของจำนวน WBC เท่ากับ เท่ากับ 3.15 ±0.64 $x10^3$ cell/µl จำนวนของ RBC เท่ากับ 2.23± 0.39$x10^6$ cell/µl ปริมาณของ Hb เท่ากับ 7.50 ± 1.00 g/dl ค่าของ Ht เท่ากับ 22.30 ± 2.24 % ค่าของ MCV เท่ากับ 110.20 ± 26.69 fl ค่าของ MCH เท่ากับ 37.88± 5.17 pg และค่าของ MCHC เท่ากับ 34.64 ± 4.92 g/dl (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 ผลการศึกษาค่าโลหิตวิทยาของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

Hematology(units)	Mean	SEM	Range
WBC (10^3 cell /µl)	3.15	0.64	1.18-4.30
RBC (10^6 cell /µl)	2.23	0.39	1.07-3.45
Hb (g/dl)	7.50	1.00	4.05-9.55
Ht (%)	22.30	2.24	16.50-30.00
MCV (fl)	110.20	26.69	62.11-247.6
MCH (pg)	37.88	5.17	22.98-48.72
MCHC (g/dl)	34.64	4.92	19.76-47.75

หมายเหตุ : White blood cell count (WBC), Red blood cell count (RBC), Hemoglobin concentration (Hb), Hematocrit (Ht), Mean cell volume (MCV), Mean cell hemoglobin (MCH), Mean cell hemoglobin concentration (MCHC), Femtoliter $=10^{-15}$(fl)

ค่าชีวเคมีของโลหิตของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

จากการศึกษาผลของค่าชีวเคมีของโลหิตประกอบด้วย Glucose, CK, ALT, AST, BUNและ Cholesterol ของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นที่นิยมเลี้ยงในปัจจุบันพบว่าในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นมีค่าของระดับ Glucoseในกระแสเลือดเท่ากับ 56.34±6.63 mg/dl ระดับของ CK ในกระแสเลือดเท่ากับ 752.52 ±286.28 U/l มีระดับของเอ็นไซม์ ALT ในกระแสเลือดเท่ากับ 4.58 ± 1.84 U/l ระดับของเอ็นไซม์ AST ในกระแสเลือดเท่ากับ 30.71±10.80 U/l มีระดับของ BUN ในกระแสเลือดเท่ากับ 1.22±0.27 mg/dl และระดับของ Cholesterolในกระแสเลือดเท่ากับ177.71±19.50 mg/dl (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 ผลของค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

Blood chemistry (units)	Mean	SEM	Range
Glucose (mg/dl)	56.34	6.63	32.50-82.30
CK (U/l)	752.52	286.28	156.20-1868
ALT (U/l)	4.58	1.84	1.00-10.00
AST (U/l)	30.71	10.80	9.37-59.50
BUN (mg/dl)	1.22	0.27	0.17-2.10
Cholesterol (mg/dl)	177.71	19.50	131.00-252.00

หมายเหตุ : Creatine kinase (CK), Alanine aminotransferase (ALT), Aspartate aminotransferase (AST), Blood urea nitrogen (BUN)

ผลของ hypoxia ต่อค่าโลหิตวิทยาในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

จากการศึกษาค่าโลหิตวิทยาในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นเมื่อได้รับ N_2 เป็นระยะเวลา 0, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เพื่อทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจน(hypoxia) พบว่ามีค่า Dissolved Oxygen (DO) ในน้ำเท่ากับ 5.53 , 1.94, 1.36 , 0.84 และ 0.78 mg/l ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าเมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ72 ชั่วโมง โดยในชั่วโมงที่ 72 มีระดับค่าเฉลี่ยของ White blood cell count (WBC) เพิ่มสูงขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เท่ากับ 3.02 และ 7.63 $x10^3$ cell/µl ตามลำดับ และจากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของ Red blood cell count (RBC) เมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยของ RBC ในกระแสเลือดลดลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 2.32, 1.21, 1.70, 1.74 และ 1.73 x 10^6 cell/µl ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มที่เกิด hypoxia ที่ระยะเวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยของ RBC ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มที่เกิด hypoxia (12 ชั่วโมง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 1.12, 1.70, 1.74 และ 1.73 x 10^6 cell/µl ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของปริมาณ Hemoglobin concentration (Hb) เมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณ Hb ในกระแสเลือดที่ชั่วโมงที่ 12, 24 และ 48 มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณ Hb เมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยของปริมาณ Hb ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 7.33 และ 9.63 g/dl ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของปริมาณ Hematocrit (Ht) เมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมงพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณ Ht ในกระแสเลือดสูงขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 24.37, 27.87, 28.63, 30.37 และ 29.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของ Mean cell volume (MCV) เมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมงพบว่าค่าเฉลี่ยของ MCV ในกระแสเลือดสูงขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 107.01, 232.64, 168.58, 174.57 และ 169.79 fl ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าค่าเฉลี่ยของ MCV เมื่อได้รับ N_2 เป็นระยะเวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยของ MCV ในกระแสเลือดลดลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เกิด hypoxia (12 ชั่วโมง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 232.64, 168.58, 174.57 และ 169.79 fl ตามลำดับ ในส่วนของค่า Mean cell hemoglobin (MCH) เมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าค่าเฉลี่ยของ MCH ในกระแสเลือดสูงขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 32.16, 70.66, 47.41, 49.20 และ 55.95 pg ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของ MCH เมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยของ MCH ในกระแสเลือดลดลงแตกต่างจากกลุ่มที่เกิด hypoxia (12 ชั่วโมง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 70.66, 47.41, 49.20 และ 55.95 pg

ตามลำดับ และพบว่าค่าเฉลี่ยของ Mean cell hemoglobin concentration (MCHC) เมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 ผลของ hypoxia ต่อค่าโลหิตวิทยาในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

Hematology	Experimental time (Mean ± SEM)				
	0 h	12 h	24 h	48 h	72 h
WBC (10^3 cell/µl)	3.02±0.52^{b}	2.96±0.19^{b}	3.00±0.41^{b}	3.45±0.39^{b}	7.63±2.06^{a}
RBC (10^6 cell/µl)	2.32±0.22^{a}	1.21±0.7^{c}	1.70±0.06^{b}	1.74±0.11^{b}	1.73±0.07^{b}
Hb (g/dl)	7.33±0.32^{b}	8.43±0.76^{ab}	8.03±0.41^{b}	8.50±0.15^{ab}	9.63± 0.48^{a}
Ht (%)	24.37±0.48^{b}	27.87±0.44^{a}	28.63±0.60^{a}	30.37±1.57^{a}	29.13±1.65^{a}
MCV (fl)	107.01±10.76^{c}	232.64±16.88^{a}	168.58±2.20^{b}	174.57±2.27^{b}	169.79±12.44^{b}
MCH (pg)	32.16±3.37^{c}	70.66±13.27^{a}	47.41±5.82^{b}	49.20±5.34^{b}	55.95±3.17^{b}
MCHC (g/dl)	30.15±1.73	30.23±1.14	28.08±1.15	28.17±1.73	33.14±1.99

หมายเหตุ ^{a,b,c} ในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$)

- White blood cell count (WBC), Red blood cell count (RBC), Hemoglobin concentration (Hb), Hematocrit (Ht), Mean cell volume (MCV), Mean cell hemoglobin (MCH), Mean cell hemoglobin concentration (MCHC),Femtoliter $=10^{-15}$(fl)

ผลของ hypoxia ต่อค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

การศึกษาค่าทางชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นเมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าระดับของ Glucose ในกระแสเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในชั่วโมงที่ 12 และ 24 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 59.49, 72.60 และ76.38 mg/dl ตามลำดับ แต่พบว่าในชั่วโมงที่ 72 ระดับ Glucose ในกระแสเลือดกลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 72.60, 76.38, 64.01 และ 44.66 mg/dl ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง และจากการตรวจค่า Creatine kinase (CK) พบว่าในชั่วโมงที่ 24, 48 และ72 ระดับของ CK ในกระแสเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 682.02, 2071.92, 1990.54 และ 2014.59 U/l ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และพบว่าค่า Alanine aminotransferase (ALT) ในชั่วโมงที่ 12,24 และ 48 มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม ($p>0.05$) แต่พบว่าชั่วโมงที่ 72 ระดับของ ALT ในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 3.72 และ 8.22 U/l ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในส่วนของค่าเอนไซม์ Aspartate aminotransferase (AST) เมื่อมีการเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมงมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าชั่วโมงที่ 24, 48 และ72 ระดับของ AST ในกระแสเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 27.34, 49.22, 63.85 และ 53.23 U/l ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และเมื่อตรวจค่า Blood urea nitrogen (BUN) พบว่าเมื่อเกิด hypoxia ชั่วโมงที่ 72 ระดับของ BUN ในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 1.11 และ 2.67 mg/dl เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในส่วนของค่า Cholesterol ในกระแสเลือดพบว่าเมื่อเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมงมีผลให้ระดับของ Cholesterol ในกระแสเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ176.68, 151.93, 147.80, 152.08 และ141.98 mg/dl ตามลำดับเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม(ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4 ผลของ hypoxia ต่อค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

Blood chemistry	Experimental time (Mean ± SEM)				
	0 h	12 h	24 h	48 h	72 h
Glucose (mg/dl)	59.49±3.49^{c}	72.60±0.90^{ab}	76.38±3.24^{a}	64.01±5.37^{bc}	44.66±2.59^{d}
CK (U/l)	682.02±107.24^{b}	1283.02±147.06^{ab}	2071.92±565.85^{a}	1990.54±231.76^{a}	2014.59±164.80^{a}
ALT (U/l)	3.72±0.49^{b}	5.11±1.15^{ab}	6.52 ±1.25^{ab}	6.61±0.87^{ab}	8.22 ±1.35^{a}
AST (U/l)	27.34±4.29^{b}	32.18±5.62^{b}	49.22±1.63^{a}	63.85±7.37^{a}	53.23±1.39^{a}
BUN (mg/dl)	1.11±0.15^{b}	1.16±0.07^{b}	1.18±0.16^{b}	2.13±0.07^{a}	2.67±0.45^{a}
Cholesterol (mg/dl)	176.68±6.87^{a}	151.93±2.98^{b}	147.80±3.22^{b}	152.08±2.17^{b}	141.98±8.69^{b}

หมายเหตุ ^{a,b,c,d} ในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ ($P<0.05$)

- Creatine kinase (CK), Alanine aminotransferase (ALT), Aspartate aminotransferase (AST), Blood urea nitrogen (BUN)

บทที่ 4
บทสรุป

ผลค่าโลหิตวิทยาของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

จากการศึกษาผลของค่าโลหิตวิทยาประกอบด้วย WBC, RBC, Hb, Ht, MCV, MCH และ MCHC ของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นพบว่าในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นมีค่า เท่ากับ 3.15 ±0.64 x10^3cell /µl , 2.23± 0.39x10^6 cell/µl , 7.50 ± 1.00 g/dl , 22.30 ± 2.24 % , 110.20 ± 26.69 fl , 37.88± 5.17 pg และ 34.64 ± 4.92 g/dl ตามลำดับ เช่นเดียวกับการทดลองของ ธเนศ ชินวราภรณ์, สกนธ์ จันทรอัมพร, อัมพล ทองสิมา, นันทริกา ชันซื่อ, ธีรศักดิ์ มาตาเดิม, อมรัตน์ ทัศนกิจ และ อัจฉริยา ไศละสูต (2003) ที่รายงานค่าโลหิตวิทยาของปลาเสือต่อ มีค่า WBC,RBC และ Ht เท่ากับ 32.4 ±10.30 x10^3 cell/µl, 4.00 ± 0.9x10^6 cell/µl และ 24.40 ± 5.60 % ตามลำดับ และจากรายงานของ นันทริกา ชันซื่อ และ มนทการติ์ วงค์ภากร (2006) ได้รายงานค่าโลหิตวิทยาในปลาหมอตาลว่ามีค่า WBC, RBC, Hbและ Ht มีค่าเท่ากับ 79.73 ±7.43 x10^3 cell/µl, 3.19± 0.11x10^6 cell/µl , < 5 g/dl และ 35.56± 8.06 % ตามลำดับ จากการศึกษาของ ส่งศรี มหาวัสดิ์ และรุ่งกานต์ กล้าหาญ (2003) ได้การรายงานผลค่าโลหิตของปลาในลุ่มน้ำเชื่อนป่าสักชลสิทธิ์จำนวน7 ชนิด คือ ปลากระแห (*Puntius schwanenfeldi*) ปลาสร้อย (*Labiobarbus spiropleura*) ปลากระมัง (*Puntius proctozysron*) ปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciatus*) ปลาตะเพียน (*Puntus gonionotus*) ปลากระดี่ (*Trichogaster trichopterus*) และปลาช่อน (*Channa striata*) โดยพบว่ามีค่า RBC, Ht และ Hb เท่ากับ 0.85 – 4.84 x10^6cell /µl, 11.4 – 51.7% และ 3.7 – 17.3 g/dl ตามลำดับ และจากรายงานของ Feldman,Zinkl and Jain (2000) เกี่ยวกับค่าโลหิตวิทยาของปลาพบว่าช่วงของค่า WBC, RBC, Hb, Ht, MCV, MCH และ MCHC คือ 10.10-282.00 x10^3cell /µl, 0.77-4.96 x10^6 cell/µl, 1.5-15 g/dl, 17-52 %, 81-553fl, 14.40-106 pg และ 5.60-38.00 g/dl ตามลำดับ และจากรายงานของ Guijarro, Patino, Piillos, Isorna, Pedro, Gomen, Bedate and Delgado (2003) ที่ได้พบว่าในปลา Tench (*Tinca tinca*) มีค่า WBC อยู่ในช่วง 3.08-19.27 x10^3 /µl จะเห็นได้ว่าค่าโลหิตวิทยาในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นมีค่าที่สอดคล้องกับรายงานดังกล่าวข้างต้น ซึ่งความแตกต่างของค่าโลหิตวิทยาขึ้นอยู่กับ ขนาด น้ำหนัก และ species ของปลา (ส่งศรี มหาสวัสิ์, 2532)

ผลค่าชีวเคมีของโลหิตของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

จากการศึกษาผลของค่าชีวเคมีของโลหิตประกอบด้วย Glucose, CK, ALT, AST, BUNและ Cholesterol ของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นที่นิยมเลี้ยงในปัจจุบันพบว่าในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นมีค่าของระดับ Glucoseในกระแสเลือดเท่ากับ 56.34±6.63 mg/dl ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hrubec et al. (2000) ที่พบว่าในปลา Tilapia (*Oreochromis Hybrid*) มีระดับของ Glucoseในกระแสเลือดอยู่ในช่วง 30-69

mg/dl รวมทั้งจากการทดลองของ ธเนศ ชินวราภรณ์ และคณะ (2003); นันทริกา ชันชื่อ และ สมหวัง พิมลบุตร (2007) ที่พบว่า Glucoseในกระแสเลือดของปลาเสือตอ,Family Cyprinidar และปลา *Ictalurus melas* และ *Ictalurus punctatus* มีระดับของ Glucose ในกระแสเลือดเท่ากับ 41.40±18.25 mg/l, 53.31±34.44 mg/dl, 32.50 ±0.70 ถึง 47.80 ±2.20 mg/dl ตามลำดับ Glucose เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในร่างกาย โดย Glucose ในเลือดจะอยู่ในรูป monosaccharide โดย Glucose ในกระแสเลือดจะมีปริมาณลดลงเมื่อถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานของเซลล์และเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย และจะถูกนำไปเก็บสะสมในรูปไกลโคเจนในเซลล์ตับเมื่อพลังงานในร่างกายมีมากเกินความต้องการ การควบคุมปริมาณน้ำตาลในร่างกายนั้นเกิดจากการประสานการทำงานกันระหว่างอินซูลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ลดระดับน้ำตาลในเลือดกับ กับ glucagon ซึ่งระดับน้ำตาล Glucose ในเลือดจะเป็นตัวบ่งบอกถึงสภาวะสมดุลของน้ำตาลในร่างกาย และ Glucose ยัง เป็นดัชนีในการบ่งบอกถึง secondary stress response ทั้งในภาวะ acute และ chronic stress อีกด้วย (Morales et al. (2005)) จากการศึกษาค่า CK ในกระแสเลือดของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น พบว่ามีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 752.52 ±286.28 U/l CK นั้นพบในไมโตคอนเดรีย และในไซโตปลาสซึมของเนื้อเยื่อต่างๆทั่วร่างกาย เป็นเอนไซม์ที่พบในกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อลายและสมอง ซึ่งทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยาดังสมการ

$$\text{สมการ :}\quad \text{Creatine kinase} + \text{ATP} \xrightleftharpoons{\text{CK}} \text{Cretine Phosphate} + \text{ADP}$$

ดังนั้นระดับของค่า CK ที่เพิ่มมากขึ้นจึงอาจใช้เป็นดัชนีที่บอกถึงความผิดปกติของ กล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อลายและสมอง นั่นเอง จากการศึกษาผลของค่าระดับของเอ็นไซม์ ALT และ AST ในกระแสเลือดมีค่าเท่ากับ 4.58 ± 1.84 U/l และ 30.71±10.80 U/l ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ธเนศ ชินวราภรณ์ และคณะ (2003) ที่รายงานว่าปลาเสือตอมีค่า ALT และ AST ในกระแสเลือดเท่ากับ 10.28± 6.53 U/l และ36.20± 10.78 U/l ตามลำดับ และจากการทดลองของ Rakovac, Perovic, Hacmanjek,Popovic, Lipej,and Sostaric (2005) พบว่าปลา *Dicentrarchus labrax* มีระดับ ALT และ AST ในกระแสเลือดเท่ากับน้อยกว่า 5 U/l และ 45.00 U/l ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม นันทริกา ชันชื่อ และ สมหวัง พิมลบุตร (2007) พบว่าระดับ ALT และ AST ในกระแสเลือดของปลาหมอตาลมีค่าเท่ากับ 65.22± 28.14 U/l และ 221.44±52.19 U/l ตามลำดับ

ALT หรือ Glutamate-pyruvate transaminase (GPT) เป็น เอนไซม์ที่พบในตับ ทำหน้าที่กระตุ้นปฏิกิริยาการย้ายหมู่ α –amino ของ alanine ไปให้ α- Ketoglutarate ได้เป็น Pyruvate และ Glutamate ดังสมการ

$$\text{สมการ :}\quad \text{Alanine} + \alpha\text{- Ketoglutarate} \xleftrightarrow{\text{ALT}} \text{Pyruvate} + \text{Glutamate}$$

AST หรือ glutamate-oxaloacetate transaminase (GOT) เป็น เอนไซม์ที่พบในตับ หัวใจและกล้ามเนื้อ ทำหน้าที่กระตุ้นปฏิกิริยาการย้ายหมู่ α –amino จาก glutamate ไปให้ oxaloacetate ได้เป็น aspatate และ α- Ketoglutarate ดังสมการ

สมการ: Glutamate + Oxaloacetate $\xleftrightarrow{\text{AST}}$ Aspatate + α- Ketoglutarate

ระดับของเอนไซม์ AST ในเลือดจะสูงขึ้นได้จากกรณีที่มีเนื้อเยื่อในร่างกายถูกทำลายไม่ว่าจะเป็นเนื้อเยื่อหัวใจและตับ โดยปกติการวัดระดับเอ็นไซม์ AST ในเลือดจะใช้ในการประเมินการทำงานของตับ โดยการนำไปพิจารณาร่วมกับผลการตรวจวัดระดับเอ็นไซม์ ALT ในเลือดเพื่อดูพยาธิสภาพของตับ

จากการศึกษาพบว่าระดับของ BUN ในกระแสเลือดเท่ากับ 1.22±0.27 mg/dl ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ นันทริกา ชันซื่อ และ มนทการติ์ วงค์ภากร (2006) ที่พบว่าในปลาหมอตาลมีระดับของ BUN น้อยกว่า 2 mg/l BUN เป็นของเสียที่เกิดจากการเผาผลาญโปรตีน ถูกขับถ่ายโดยไต BUN ในพลาสมา เป็นตัวชี้วัดการทำหน้าที่ของไตร่วมกับ creatinine ซึ่ง BUN เป็นสารตั้งต้นที่จะเปลี่ยน เป็น creatinine ในกล้ามเนื้อและถูกกรองที่ไต ส่วน BUN ที่เหลือจะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ ค่า BUN ที่สูงขึ้นอาจบ่งชี้ว่า ไตทำงานไม่ดี การได้รับโปรตีนมากเกินไป การได้รับยาบางชนิดที่ขับออกทางไต ดื่มน้ำน้อยไป เลือดออกในลำไส้เล็ก หรือการกรองของไตได้ลิ่มเหลวมากกว่า 50% ค่าที่ต่ำบ่งชี้ว่าขาดอาหาร การดูดซึมอาหารไม่ดี และจากการศึกษาผลของค่าชีวเคมีของโลหิตของปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นพบว่าระดับของ Cholesterolในกระแสเลือดมีค่าเท่ากับ 177.71±19.50 mg/dl ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Rakovac et al. (2005) พบว่าในกระแสเลือดของปลา *Dicentrarchus labrax* มีระดับ Cholesterolในกระแสเลือดเท่ากับ 141.92 mg/l อีกทั้ง Hrubec et al. (2000) พบว่าในปลา Tilapia (*Oreochromis Hybrid*) มีระดับ Cholesterolในกระแสเลือดเท่ากับ 110.00-318.00 mg/l Cholesterol เป็นไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ภายในร่างกายและเป็นสารตั้งต้นในการสร้างฮอร์โมนจำพวก steroid hormone เป็นองค์ประกอบของน้ำดี cholesterol ถูกสังเคราะห์ขึ้นที่ตับ ในทางการแพทย์ถ้าหากพบว่าระดับ cholesterol ในเลือดสูงเกินไปจะเกิดการสะสมในหลอดเลือด ทำให้มีความเสี่ยงสูงในการเกิดเส้นเลือดหัวใจตีบตันได้

ผลของ hypoxia ต่อค่าโลหิตวิทยาในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

จากการทดลองพบว่า หลังจากการเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง ส่งผลทำให้จำนวนของค่าเฉลี่ยของ WBC ในกระแสเลือดสูงขึ้นที่ชั่วโมงที่ 72 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการลดลงของระดับ O_2 ในน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งของการเกิดความเครียด ในสภาวะปกติเมื่อปลาเกิดความเครียดปลาจะเกิดการปรับตัวเป็นระยะหนึ่ง อย่างไรก็ตามเมื่อได้รับความเครียดเป็นเวลานานทำให้เกิดความไม่สมดุลของฮอร์โมนในร่างกายของปลาทำให้ไปยับยั้งระบบภูมิคุ้มโรคและส่งผลให้มีการติดเชื้อได้ง่ายขึ้นและจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าลักษณะภายนอกของตัวปลาจะมีการอักเสบ บวมแดงเป็นแผลที่ปากปลา ดังนั้นร่างกายจะสร้างเม็ดเลือดขาวมาเกาะบริเวณแผลเพื่อเก็บกินเชื้อโรคและของเสียที่เกิดขึ้นในตัวปลา ทำให้ปริมาณของเม็ดเลือดขาวสูงขึ้นจากกลุ่มควบคุม และจากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของ RBC ในกระแสเลือดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งขัดแย้งกับการทดลองของ Soldatov. (1995) ที่พบว่าเมื่อลดระดับของ O_2 ลดลงเหลือ 2.6–2.7 mg /l นานเป็นระยะ เวลา 24 ชั่วโมง ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของ RBCในกระแสเลือดสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มที่มีเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยของ RBC ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hall et al. (1926) และ Hall. (1928) ที่พบว่าการเกิด hypoxia ในปลา *Brevoortia tyrannus* มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของ RBC ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้จากการทดลองยังพบอีกว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณ Hb และ Ht สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Soivio et al. (1974a); Hall et al. (1926); Hall. (1928); Kirk. (1974); Swift and Lloyd. (1974)และ Wells et al. (1989) ที่พบว่าในการเกิด hypoxia ในปลา *Salmo gairdneri* และ *Ictalurus punctatus* มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณ Hb และ Ht สูงขึ้น และจากการทดลองของ Mattesson *et al.* (2001) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงค่า Ht ของปลามักเกิดจากความเครียด (stressor) จากหลายปัจจัย ปัจจัยที่พบบ่อยคือการอดอาหาร Blaxhall. (1972) การจับและการขนส่ง Hattingh and Van Pletzen. (1974) การติดเชื้อแบคทีเรีย Barham et al. (1980) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน Munkittrick and Leatherland. (1983) และการชักนำจากสารเคมี Benfey and Biron. (2000); Mattsson et al. (2001) ในส่วนของค่า MCV และ MCH พบว่าหลังจากเกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 0,12,24,48 และ 72 ชั่วโมง มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของ MCV และ MCH สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของ MCHC ซึ่งได้สอดคล้องกับการทดลองของ Wells et al. (1989) ซึ่งจากการรายงานของ Soivio et al. (1974b) ได้ทำการทดลองให้ปลาขาดออกซิเจน (hypoxia) พบว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงมีลักษณะบวม เป็นเหตุให้ค่าปริมาณ Ht เพิ่มสูงขึ้น และจึงมีผลทำให้ค่า MCV และ MCH เพิ่มสูงขึ้น ที่เป็นเช่นนี้อาจมีเหตุผลเนื่องมาจากร่างกายของปลามีการปรับตัวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งออกซิเจน เพื่อการอยู่รอดในสภาวะที่เกิด hypoxia

ผลของ hypoxia ต่อค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น

จากการศึกษาผลของ hypoxia ต่อระดับของ Glucose ในกระแสเลือดในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น จากการทดลองพบว่าระดับ Glucose ในกระแสเลือดสูงขึ้นชั่วโมงที่ 12 และ 24 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ที่เป็นเช่นนี้อาจมีสาเหตุมาจากภาวะความเครียดที่เกิดขึ้นในปลาเมื่อเกิด hypoxia ซึ่งเกิดจากการหลั่งของฮอร์โมนคอร์ติซอล มีผลต่อการเพิ่มระดับ Glucose เข้าสู่กระแสเลือดเพื่อสลายเป็นพลังงานในการลดภาวะเครียด(Morales et al. (2005)) และมีผลต่อเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรทและจะกระตุ้นให้เกิดกระบวนการ Gluconeogenesis ที่จะเปลี่ยนโปรตีนให้เป็นกลูโคสที่ตับ นอกจากนี้จากการทดลองยังพบอีกว่าชั่วโมงที่ 72 ระดับ Glucose ในกระแสเลือดกลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง จึงเป็นไปได้ว่าการลดลงของระดับ Glucose ในกระแสเลือดของปลาที่เกิด hypoxia เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง เกิดจากการใช้ Glucose เป็นแหล่งพลังงานในร่างกาย ซึ่งเมื่อมีการใช้สูงมากขึ้นโดยไม่มีการกินอาหารทดแทนก็จะส่งให้ระดับ Glucose ในกระแสเลือดของปลาลดลงได้ แต่อย่างไรก็ตามในทางกลับกันจากการทดลองของ วีณา และคณะ (2007) กลับพบว่า ระดับของ Glucose ในปลาดุกที่เกิด hypoxia มีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องจากเป็นเพราะว่าปลาดุกมีอวัยวะพิเศษที่ใช้ช่วยหายใจ

Creatine kinase (CK) หรืออีกชื่อหนึ่งคือ creatine phosphokinase (CPK) ที่พบในไมโตคอนเดรียและในไซโตปลาสซึมของเนื้อเยื่อต่างๆทั่วร่างกาย เป็นเอนไซม์ที่พบในกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อลายและสมอง จึงใช้สำหรับการตรวจการบาดเจ็บของหัวใจ กล้ามเนื้อลายและสมองเพราะเอนไซม์ CK มีมากในอวัยวะเหล่านี้ และจากการศึกษาผลของ hypoxia ต่อระดับของเอนไซม์ CK ในกระแสเลือดในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นจากการทดลองพบว่าระดับ เอนไซม์ CK ในกระเลือดที่ 24, 48 และ72 สูงขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ รายงานวิจัยของ Lehmann et al. (2003)

จากการศึกษาผลของ hypoxia ต่อระดับของเอนไซม์ ALT ในกระแสเลือดในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น จากการทดลองพบว่าระดับเอนไซม์ ALT ในกระเลือดชั่วโมงที่ 12,24 และ 48 มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นกว่ากลุ่ม control แต่ไม่พบความตกต่างกันทางสถิติอย่างไรก็ตามพบว่าชั่วโมงที่ 72 ระดับของ ALT ในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม control ซึ่งอาจบ่งชี้ได้ว่าตับถูกทำลาย หรือมีความผิดปกติเกี่ยวกับตับของปลาเกิดขึ้น

Aspartate aminotransferase (AST) หรือ glutamate-oxaloacetate transaminase (GOT) เป็นเอนไซม์ที่พบในตับ Trumble et al. (2006) หัวใจและกล้ามเนื้อ ระดับของเอนไซม์ AST ในเลือดที่สูงขึ้นได้จากกรณีที่มีเนื้อเยื่อในร่างกายถูกทำลายไม่ว่าจะเป็นเนื้อเยื่อหัวใจและตับ แต่ในทางกลับกันการขาดวิตามินบีและการตั้งท้องจะทำให้ระดับของเอ็นไซม์ AST ในเลือดลดลง จากการศึกษาผลของ hypoxia ต่อระดับของเอนไซม์ AST ในกระแสเลือดในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น พบว่าระดับเอนไซม์ AST ที่

ระยะเวลา 12 ชั่วโมงมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าชั่วโมงที่ 24, 48 และ72 ระดับของเอนไซม์ AST ในกระแสเลือดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่ม control ซึ่งเป็นการบ่งชี้ได้ว่ามีความผิดเกี่ยวกับตับ และ/หรือ หัวใจและ/หรือ กล้ามเนื้อ ของปลาเกิดขึ้น

Blood Urea Nitrogen (BUN) เป็นของเสียที่เกิดจากการเผาผลาญโปรตีน ถูกขับถ่ายโดยไต BUN เป็นตัวชี้วัดการทำหน้าที่ของไต ค่า BUN ที่สูงขึ้นบ่งชี้ว่าไตทำงานไม่ดี จากการศึกษาผลของ hypoxia ต่อระดับของ BUN ในกระแสเลือดในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น จากการทดลองพบว่าระดับ BUN ชั่วโมงที่ 12 และ 24 ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่พบว่าในชั่วโมงที่ 72 ระดับของ BUN ในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม ซึ่งเป็นการบ่งชี้ได้ว่ามีความผิดเกี่ยวกับไต ของปลาเกิดขึ้น

Cholesterol เป็นไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ รวมทั้งเป็นสารตั้งต้นในการสร้างฮอร์โมนจำพวก steroid hormone, glucocorticoid ที่ยังเป็นองค์ประกอบของน้ำดี cholesterol ถูกสังเคราะห์ขึ้นที่ตับ ในทางการแพทย์ถ้าหากพบว่าระดับ cholesterol ในเลือดสูงเกินไปจะเกิดการสะสมในหลอดเลือด ทำให้มีความเสี่ยงสูงในการเกิดเส้นเลือดหัวใจตีบตัน รวมทั้งโรคอ้วนตามมาได้ และจากการศึกษาผลของ hypoxia ต่อระดับของ cholesterol ในกระแสเลือดในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น พบว่าระดับ cholesterol ที่ระยะเวลา 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมงมีระดับของ Cholesterol ในกระแสเลือดมีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจเป็นการบ่งชี้ได้ว่ามีการใช้ Cholesterol เพื่อสลายเป็นพลังงานในภาวะเครียด และ/หรืออาจมีผลมาจากความผิดปกติของอวัยวะภายในของปลา เช่นตับซึ่งเป็นอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์cholesterol เกิดขึ้นในสภาวะที่เกิด hypoxia

ข้อเสนอแนะ

ค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีของโลหิตในปลาฟลาวเวอร์ฮอร์น เป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการเป็นค่าที่บ่งบอกถึงสุขภาพ ความสมบูรณ์ และ เป็นตัวบ่งชี้ถึงความผิดปกติของร่างกายอันเนื่องมาจากโรคและการจัดการ เช่น การจัดการขนส่งหรือส่งออกปลาสวยงาม ผลการทดลองในเรื่องของ hypoxia โดยภาพรวมแสดงให้เห็นว่าในภาวะที่ขาดออกซิเจนจะมีผลให้เกิดความผิดปกติของปลาขึ้น และการเกิดภาวะ hypoxia นานเกินกว่า 48 ชั่วโมงจะทำให้เกิดความเสียหายต่อปลาฟลาวเวอร์ฮอร์นที่รุนแรงได้

บรรณานุกรม

บัณฑิตย์ เต็งเจริญกุล, คมกริช พิมพ์ภักดี และ อุไร เต็งเจริญกุล (2004). ระดับของยาสลบ quinaldine sulfate และ 2-phenoxyethanol ในการนำสลบ ควบคุมระดับการสลบ และขนาดยาที่ทำให้ปลานิลวัยรุ่นลูกผสมตาย 50 เปอร์เซ็นต์.**วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอยแก่น**. 49-58

ส่งศรี มหาสวัสิ์ (2532). **เอกสารประกอบการสอนวิชาสรีรวิทยาของสัตว์น้ำ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 185.

ส่งศรี มหาสวัสิ์ และ รุ่งกานต์ กล้าหาญ (2546). สรีรวิทยาของปลาในลุ่มน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ.**การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41**: สาขาประมง. หน้า 344-351

นันทริกา ชันซื่อ และ มนทกานติ์ วงศ์ภากร. (2006). ค่าโลหิตวิทยาและค่าเคมีคลินิกของเลือดปลาหมอตาล ในบ่อเพาะเลี้ยงจังหวัดสุพรรณบุรี. **Thai-NIAH eJournal**. 1: 108-115.

วีณา เคยพุดซา, มาลินี กิตกำธร, เกสร สะดู่, และ อัจฉริยา ไศละสูต (2550). ผลของออกซิเจนละลายในน้ำต่ำระยะสั้น (DO 0 ppm, 3 ชั่วโมง) และออกซิเจนละลายในน้ำต่ำระยะยาว (DO 3-4 ppm, 90 วัน) ต่อค่าทางโลหิตวิทยาของปลาดุก. **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์**. 1-21.

ธเนศ ชินวราภรณ์, สกนธ์ จันทรอัมพร, อัมพล ทองสิมา, นันทริกา ชันซื่อ, ธีรศักดิ์ มาตาเดิม, อมรัตน์ ทัศนกิจ และ อัจฉริยา ไศละสูต (2003). ข้อมูลพื้นฐานทางโลหิตวิทยาและค่าทางสรีรวิทยาของปลาเสือต่อ.**เวชชสารสัตวแพทย์**. 33: 29-36.

Barham, W.T., Smit, G.L. and Schoonbee, H.J. (1980). The haematological assessment of bacterial injection in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. **Journal of Fish Biology**. 17: 275-281.

Benfey, T.J. and Biron, M. (2000). Acute stress response in triploid rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). **Aquaculture**. 184:167–176.

Bentley, SA., A. Jounson and CA. Bishop.(1993). A parallel evaluation of four automated hematology analyzers. **Am J Clin Patbol**. 100: 626-632.

Blaxhall, C. P. (1972). The haematological assessment of the health of freshwater fish. **Journal of Fish Biology**. 4: 593-604.

Buttarello, M., M. Gadotti and C. Lorenz. (1992). Evaluation of four automated hematology analyzers: a comparative study of differentia counts (imprecision and inaccuracy). **Am J Clin Patbol**. 97: 345-352.

Feldman, B. F., Zinkl, J.G. and Jain, N.C. (2000). Hematology of fish. **Veterinary Hematology**. 1120-1125.

Guijarro, A. I., Patino, M.A.L., Piillos, M. L., Isorna, E., Pedro, N. D., Alonso-Gomen, A. L., Alonso- Bedate, M. and Delgado, M.J. (2003). Seasonal changes in haematology and metabolic resources in the tench. **Journal of Fish Biology**. 62:803–815.

Hall, F.G. (1928). Blood concentration in marine fishes. **Journal of Biological Chemistry**. 76:623-631.

Hall, F.G., Gray, I.E. and Lepkovsky, S. (1926). The influence of asphyxiation on the blood constituents of marine fishes. **Journal of Biological Chemistry**. 67:549-554.

Hattingh, A.J.J. and Van Pletzen. (1974). The influence of capture and transportation on some blood parameters of fresh water fish. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**. 49: 607-609.

Hrubec, T. C., Cardinale, J. L. and Smith, S. A. (2000). Hematology and Plasma Chemistry Reference Intervals for Cultured Tilapia (Oreochromis Hybrid). **Veterinary Clinical Pathology**. 29(1): 12.

Kirk, W.L. (1974). The effects of hypoxia on certain blood and tissue electrolytes of channel catfish, ictalurus punctatus (Rafinesque). **Transactions of the American Fisheries Society**.103: 593-600.

Mattsson, K., Lehtinen, K.J. and Tana, J. (2001). Effects of pulp mill effluents and restricted diet on growth and physiology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**.49:144–154.

Morales, A.E., Cardenete, G., Abellan, E. and Garcia-Rejon, L. (2005). Stress-related physiological responses to handling in common dentex (Dentex dentex Linnaeus, 1758). **Aquaculture Research**. 36:33 – 40

Munkittrick, R.K and Leatherland, J.F.(1983). Haematocrit values in feral goldfish, *Carassius auratus* L., as indicators of the heath of the population. **Journal of Fish Biology**. 23: 153-161.

Rakovac, R. C., Perovic, I. S., Hacmanjek, M., Popovic, N. T., Lipej, Z. and Sostaric, B. (2005). Blood Chemistry and Histological Properties of Wild and Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) in the North Adriatic Sea. **Veterinary Research Communication**. 29:677-687.

Soivio, A., Westman, K. and Nyholm, K. (1974a). The influence of changes in oxygen tension on the haematocrit value of blood samples from asphyxic rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**. 3: 395-401.

Soivio, A., Westman, K. and Nyholm, K. (1974b). Changes in haematocrit value in blood samples treated with and without oxygen: a comparative study with four salmonid species. **Journal of Fish Biology**. 6:763-769.

Soldatov, A. A. (1995). The effect of hypoxia on red blood cells of flounder: a morphologic and autoradiographic study. **Journal of Fish Biology**. 48: 321 – 328.

Swift, D. J., and Lloyd ,R. (1974). Changes in urine flow rate and haematocrit value of rainbow trout *Salmo gairdneri* (Richardson) exposed to hypoxia. **Journal of Fish Biology**. 6: 379 – 387.

Terry, W.C. (1995). Avian hematology and cytology. 2nd ed. TechBook., Florida.

Trumble, S. J., Castellini, M. A., Mau, T. L. and Castellini, J. M. (2006). Dietary and seasonal influences on blood chemistry and hematology in captive harbor seals. **Marine mammal science**. 22(1): 104-123.

Wells, R.M.G., Grigg, G. C., Beard, L.A. and Summers, G. (1989). Hypoxia responses in a fish from a stable environment: blood oxygen transport in the Antarctic fish *Pagothenia borchgrevinko*. **Journal of Experimental Biology**. 141:97-111.

ประวัติผู้วิจัย

ผศ.น.สพ.ดร. ภคนิจ คุปพิทยานันท์ ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกิดวันศุกร์ที่ 1 เดือนมกราคม พุทธศักราช 2514 ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสัตวแพทยศาสตร์บัณฑิต จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีพุทธศักราช 2538 จากนั้นเดินทางไปศึกษาต่อระดับมหาบัณฑิตและดุษฎีบัณฑิตในสาขาสรีรวิทยาที่ มหาวิทยาลัยแมนเชสเตอร์ ประเทศอังกฤษ สำเร็จการศึกษาในปีพุทธศักราช 2546 ขณะกำลังศึกษา ณ สถานศึกษาดังกล่าว ได้รับทุน Oversea Research Student (ORS) Scholarship และ University Research Studentship จากมหาวิทยาลัยฯ ตลอดระยะเวลาการศึกษา ปัจจุบันปฏิบัติงานที่ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ถนนมหาวิทยาลัย 1 ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30000 มีประสบการณ์ในการวิจัยและผลงานทางวิชาการทางด้านสรีรวิทยาในสัตว์ที่ได้รับการตีพิมพ์ผลงานฉบับเต็มในวารสารนานาชาติ วารสารไทย และบทคัดย่อในวารสารนานาชาติจำนวนหลายเรื่อง