

เคมีโลหิต โลหิตวิทยา แบบอิเล็กโทรโฟรีซิสของโปรตีน
ในพลาสมาและแถบอิเล็กโทรโฟรีซิสของฮีโมโกลบิน
ในไก่ฟ้า และนกยูง

**Blood Chemistry, Hematology, Plasma Protein
Electrophoretic Patterns and Hemoglobin
Electrophoretic Bands in Pheasant**

สมหมาย หอมสวาท วิราช นิमितสันติวงศ์ อุคเดช บุญประกอบ สันติ แก้วโมกุล
และ อาภัสสรา ชมิคท์

**Sommai Homswat, Wirat Nimitsuntiwong, Ukadej Boonyaparakob, Santi Kaewmukul
and Apassara Schmidt**

ABSTRACT

Bloods from different species of adult male and female pheasant were collected to study the hematological values, plasma biochemical values, including the activities of alkaline phosphatase, electrophoretic patterns of plasma protein and hemoglobin electrophoretic bands. The mean plasma values for glucose, nonprotein nitrogen compounds(urea, uric acid and creatinine), total protein, cholesterol, calcium, sodium, potassium and inorganic phosphate were similar in adult male and female pheasant. Alkaline phosphatase activities and chloride concentrations in the plasma of the adult female pheasant were greater than in the plasma of the adult males ($P < 0.05$). There are no difference in the packed cell volume and hemoglobin concentrations of both sexes of pheasant. The concentrations of hemoglobin in the male pheasant (*Lophura ignita*) were greater than the other species of male pheasant ($P < 0.05$). Cellulose acetate electrophoretic separation of the albumin and globulins in the plasma of adult pheasant were similar. The fastest moving band, and normally the most prominent, is the albumin band found closest to the anodic side of the supporting medium. The cellulose acetate electrophoresis of hemoglobin of adult pheasant showed one major band and one minor band.

Key words : pheasant, hematology, blood chemistry, hemoglobin, protein

ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

ตัวอย่างเลือดจากนกยูงเพศผู้และเพศเมียและไก่ฟ้าเพศผู้พันธุ์ต่างๆ ได้ถูกนำมาศึกษาค่าโลหิตวิทยา ค่าเคมีโลหิต ปริมาณของเอนไซม์ alkaline phosphatase ในพลาสมา แบบอิเล็กโทรโฟรีซิสของโปรตีนในพลาสมาและแถบอิเล็กโทรโฟรีซิสของฮีโมโกลบิน ความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของกลูโคส สารประกอบ non-protein nitrogen เช่น ยูเรีย กรดยูริก และครีเอตินีน โปรตีน โคลเลสเตอรอล แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม และฟอสเฟตอินทรีย์มีค่าใกล้เคียงกันในนกยูงเพศผู้และเพศเมีย แต่ปริมาณของเอนไซม์ alkaline phosphatase และความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของคลอไรด์ใน plasma ของนกยูงเพศเมียมีค่าสูงกว่านกยูงเพศผู้ ($P < 0.05$) ค่าโลหิตวิทยาที่ศึกษาคือ ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น และความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันในนกยูงเพศผู้และเพศเมีย แต่ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในไก่ฟ้าพันธุ์หน้าเขียว (*Lophura ignita*) เพศผู้มีค่าสูงกว่าไก่ฟ้าเพศผู้พันธุ์อื่นๆ ($P < 0.05$) การศึกษาการแยกโปรตีนในพลาสมาของนกยูงโดยใช้เทคนิค cellulose acetate electrophoresis พบว่า ได้แบบการแยกของอัลบูมินและกลอบูลินเหมือนกัน โดยอัลบูมินเป็นโปรตีนที่มีความเข้มข้นสูงที่สุดและเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกเร็วที่สุด การศึกษาแถบของฮีโมโกลบินในนกยูงโดยใช้เทคนิค cellulose acetate electrophoresis พบ 1 major band และ 1 minor band

คำนำ

ในปัจจุบันค่าเคมีโลหิตและค่าโลหิตวิทยาที่สำคัญของสัตว์ป่าในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาวิจัยกันอย่างจริงจัง ค่าเคมีโลหิตได้แก่ ปริมาณสารเคมีในเลือดที่ประกอบด้วยสารอาหารที่ถูกใช้โดยเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตเกลือแร่

และสารประกอบเคมีที่เป็นผลผลิตของกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารอาหารต่าง ๆ เช่น กรดยูริก (uric acid) ยูเรีย (urea) ครีเอตินีน (creatinine) แอมโมเนีย (ammonia) และกรดอะมิโน (amino acid) รวมทั้งปริมาณหรือระดับของเอนไซม์ (enzyme) ที่มีความสำคัญทางคลินิก (ธาดาและนวลทิพย์, 2535) ปริมาณของสารเคมีต่าง ๆ ในเลือดและค่าโลหิตวิทยาเหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาและการวิจัยทางสรีรวิทยาและพยาธิวิทยาของสัตว์ และยังใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลประกอบการวินิจฉัยโรค พยากรณ์โรค และติดตามผลการรักษาโรค เนื่องจากโรคบางโรคหรือเมื่อเกิดความผิดปกติในการทำงานของอวัยวะบางอวัยวะ โดยมีสาเหตุมาจากความผิดปกติของกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารอาหารจะมีผลกระทบต่อระดับหรือปริมาณของสารเคมีในเลือดแรธาตุ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมมีความสำคัญต่อการทำงานของร่างกาย การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแรธาตุเหล่านี้ในเลือดจะแสดงถึงความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อและของกระบวนการเมแทบอลิซึมได้ (ธาดาและนวลทิพย์, 2535) นอกจากนี้ความรู้ทางโลหิตวิทยาของสัตว์ชนิดต่าง ๆ ก็มีความสำคัญอย่างมากในการบ่งชี้ถึงสุขภาพของสัตว์เหล่านั้น ในสัตว์ที่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์จะตรวจพบปริมาณของเอนไซม์ที่มีความสำคัญทางคลินิกในระดับต่ำ แต่ถ้าเกิดความผิดปกติขึ้นกับอวัยวะที่เป็นแหล่งของเอนไซม์เหล่านี้จะมีการปล่อยเอนไซม์ออกมาอยู่ในเลือดในปริมาณสูงมาก (ธาดาและนวลทิพย์, 2535; Meyer et al., 1992) เนื่องจากการขาดข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเหล่านี้จึงจำเป็นต้องอาศัยการอ้างอิงถึงค่าต่างๆ จากเอกสารและรายงานการวิจัยในต่างประเทศที่มีความแตกต่างทั้งลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ อาหาร ตลอดจนพันธุ์สัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นสัตว์ป่าพันธุ์พื้นเมืองการอ้างอิงจากวารสารต่างประเทศก็มีข้อจำกัด เพราะฉะนั้นการ

ศึกษาวิจัยค่าเคมีโลหิตและค่าโลหิตวิทยาซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานของสัตว์ป่าชนิดต่างๆในประเทศไทยจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาค่าเคมีโลหิตและค่าโลหิตวิทยา แบบอิเล็กทรอนิกส์ของโปรตีนในพลาสมาและแถบอิเล็กทรอนิกส์ของฮีโมโกลบินของไก่ฟ้าและนกยูงในประเทศไทยเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของสัตว์ป่าในประเทศไทยสำหรับการอ้างอิงและการวิจัยทางสรีรวิทยาและพยาธิวิทยาของสัตว์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างเลือดและทำการวิจัย

ทำการเก็บตัวอย่างเลือดและพลาสมาที่สวนสัตว์เปิดเขาเขียว อ.บางพระ จ.ชลบุรี และทำการวิจัยที่ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

2. ประเภทสัตว์ที่เก็บตัวอย่างเลือด

ไก่ฟ้าอายุตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป ซึ่งประกอบด้วย ไก่ฟ้าพันธุ์หน้าเขียว (Crested Fireback Pheasant, *Lophura ignita*) เพศผู้จำนวน 4 ตัว ไก่ฟ้าพันธุ์แว่นสีเทา (Burmese Grey Peacock Pheasant, *Polyplectron biocalcaratum*) เพศผู้จำนวน 8 ตัว ไก่ฟ้าพันธุ์หลังขาว (Silver Pheasant, *Lophura nycthemera*) เพศผู้จำนวน 6 ตัว และไก่ฟ้าพันธุ์พญาลอ (Siamese Fireback Pheasant, *Lophura diardi*) เพศผู้จำนวน 4 ตัว และนกยูงไทย (Green Peafowl, *Pavo muticus*) อายุตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป เพศผู้จำนวน 8 ตัวและเพศเมียจำนวน 7 ตัว

3. วิธีการเก็บตัวอย่างเลือดและพลาสมา (plasma)

สัตว์ทุกตัวที่ถูกเก็บตัวอย่างเลือดและพลาสมามีสุขภาพสมบูรณ์และไม่แสดงอาการผิดปกติโดยการ

ชักประวัติจากผู้เลี้ยง เก็บตัวอย่างเลือดและพลาสมา เดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2538 โดยเจาะเลือดจาก jugular vein และ wing vein ตัวละประมาณ 10 ml โดยใช้ heparin (20 U/ เลือด 1 ml) เป็นสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด แบ่งตัวอย่างเลือดเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปศึกษาค่าโลหิตวิทยา และ ส่วนที่ 2 นำไปปั่นแยกพลาสมาเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าเคมีโลหิต ในกรณีการวิเคราะห์หาปริมาณกลูโคส (glucose) ใช้ sodium fluoride-sodium citrate เป็นสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด เก็บตัวอย่างพลาสมาโดย centrifuge เลือดที่ 3,000rpm นาน 10 นาที โดยใช้เครื่อง centrifuge (Hettich Universal II) พลาสมาที่ได้เก็บแช่แข็งไว้ที่ -20°C จนกระทั่งนำไปวิเคราะห์ค่าเคมีโลหิต

เม็ดเลือดแดงที่แยกออกจากพลาสมา ถูกนำมาเตรียมตัวอย่างฮีโมโกลบิน (hemoglobin) เพื่อนำไปศึกษาแถบของฮีโมโกลบิน (hemoglobin band) โดยใช้เทคนิค cellulose acetate electrophoresis ผสม packed red blood cells 1 ส่วน กับ hemolysate reagent 6 ส่วน เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จะได้สารละลายฮีโมโกลบิน นำไปศึกษาแถบของฮีโมโกลบิน ดังกล่าว

4. การวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา

นำตัวอย่างเลือดประมาณ 1 ml ซึ่งใส่สารป้องกันการแข็งตัวของเลือด มาหาค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed cell volume, PCV หรือค่า hematocrit) ใช้วิธี microcapillary ด้วยเครื่อง microhematocrit centrifuge (Haematokrit, Hettich) และปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb) ด้วยเครื่อง spectrophotometer (Spectronic 21, Bausch & Lomb) โดยวิธี Cyanmethemoglobin ภายใน 5 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่างเลือด

5. การวิเคราะห์ค่าเคมีโลหิต

นำตัวอย่างพลาสมาที่แช่แข็งที่ -20°C มาทำการตรวจวิเคราะห์ค่าเคมีโลหิตโดยใช้เครื่อง spectro-

tometer (Shimadzu UV-160) และใช้น้ำยาวิเคราะห์สำเร็จรูปของ หจก. คลินิกคอลไดแอกโนสติกส์ และ Bio-Medical Laboratory กรุงเทพฯ การวิเคราะห์ปริมาณของเอนไซม์ alkaline phosphatase (AP) ใช้วิธี p-Nitrophenyl phosphate วิเคราะห์ค่ากลูโคส ใช้วิธี o-Toluidine วิเคราะห์ค่าโปรตีน ใช้วิธี Biuret วิเคราะห์ค่ายูเรีย ไนโตรเจน (urea nitrogen หรือ BUN) ใช้วิธี Diacetyl Monoxime วิเคราะห์ค่ากรดยูริก ใช้วิธี Enzymatic Method วิเคราะห์ค่าครีเอตินีน ใช้วิธี Picric Acid และวิเคราะห์ค่าโคเลสเตอรอล ใช้วิธี Enzymatic Method

การวิเคราะห์ค่าแร่ธาตุต่างๆ วิเคราะห์ค่าแคลเซียมใช้วิธี o-Cresolphthalein Complexone วิเคราะห์ค่าคลอไรด์ ใช้วิธี Mercuric Chloranilate วิเคราะห์ค่าโปแตสเซียม ใช้วิธี Turbidimetric Method วิเคราะห์ค่าโซเดียม ใช้วิธี Colorimetric Method และวิเคราะห์ค่าฟอสเฟต อนินทรีย์ ใช้วิธี Molybdate

6. การศึกษาแบบของโปรตีนในพลาสมา (plasma protein pattern) และแถบของอีโมโกลบินโดยเทคนิค cellulose acetate electrophoresis

อุปกรณ์และเครื่องมือ cellulose acetate electrophoresis น้ำยาต่างๆ serum control และ hemoglobin control (AFSA₂) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Helena Laboratories, Texas สหรัฐอเมริกา

พลาสมาถูกเคลือบเป็นแถบบาง ๆ ด้วยเครื่อง applicator ของบริษัท Helena Laboratories, Texas บนแผ่น cellulose acetate เมื่อทำ electrophoresis โดยใช้ tris-barbital-sodium buffer, pH 8.8, 180 volts นาน 15 นาที ย้อมแถบต่างๆ ด้วยสีย้อม Ponceau S จะได้แบบของโปรตีนในพลาสมา

สารละลายอีโมโกลบินถูกเคลือบเป็นแถบบางๆ ด้วยเครื่อง applicator ของบริษัท Helena Laboratories, Texas บนแผ่น cellulose acetate อีโมโกลบินจะถูก

แยกโดย electrophoresis โดยใช้ tris-EDTA, boric acid buffer, pH 8.2-8.6, 350 volts นาน 25 นาที แล้วย้อมแถบด้วยสีย้อม Ponceau S จะได้แถบของอีโมโกลบิน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 กลุ่ม คือ สัตว์เพศผู้ และเพศเมีย ใช้วิธี t-test กำหนดความเชื่อมั่นที่ 95% การรายงานผลใช้ค่า P โดย $P > 0.05$ ในกรณีที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำกว่า 95% และ $P < 0.05$ ในกรณีที่ระดับความเชื่อมั่นสูงกว่า 95%

ผล

ค่าเคมีโลหิตและปริมาณของเอนไซม์ alkaline phosphatase ของนกยูงเพศผู้และเพศเมีย แสดงไว้ใน Table 1 ค่าโลหิตวิทยาของนกยูงเพศผู้และเพศเมีย รวมทั้งของไก่ฟ้าเพศผู้พันธุ์ต่าง ๆ แสดงไว้ใน Table 2

ผลจากการทำ cellulose acetate electrophoresis เพื่อศึกษาแบบของโปรตีนในพลาสมาของนกยูงได้แสดงใน Figure 1 และ 2 Figure 3 แสดงแถบของอีโมโกลบินชนิดต่างๆ หลังจากการทำ cellulose acetate electrophoresis ของอีโมโกลบินนกยูงเมื่อเปรียบเทียบกับอีโมโกลบินชนิดต่าง ๆ ของคน

วิจารณ์

ข้อมูลต่างๆทางโลหิตวิทยาและทางเคมีโลหิตของสัตว์ปีกซึ่งเป็นค่าปกติได้มีผู้ทำการวิเคราะห์และบันทึกไว้ (Harrison and Harrison, 1986; Fowler, 1986) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเคมีโลหิตของนกยูงใน Table 1 และค่าโลหิตวิทยาของนกยูงและไก่ฟ้าพันธุ์ต่างๆ ใน Table 2 จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าค่าเคมีโลหิตซึ่งได้แก่ ค่าความเข้มข้นของกลูโคส กรดยูริก

Table 1 Comparison of biochemical constituents of plasma in adult male and female pheasant and normal range in avian.

Constituents	Sex		Normal range in avian ^{1/}
	Male (n=10)	Female (n=5)	
Glucose (mmol/l)	15.64 ± 1.24	14.80±1.20	11.1-27.75
Uric acid (μmol/l)	264.39±71.15	218.96±40.06	118.97-892.28
BUN (mmol/l)	0.62±0.25	1.10±0.79	-
Creatinine (μmol/l)	109.22±9.99	110.06±2.30	26.52-44.20
Cholesterol (mmol/l)	6.26±1.10	6.11±0.91	-
Total protein (g/l)	56.51±9.43	60.56±3.26	35-60
Alkaline phosphatase (IU/l)	67.84±60.44 *	156.08±39.37 *	-
Calcium (mmol/l)	2.97±1.52	4.00±1.03	1.996-2.994
Chloride (mmol/l)	108.84±7.05 *	119.61±8.19 *	-
Potassium (mmol/l)	1.13±0.44	1.65±0.84	2.5-6
Sodium (mmol/l)	123.27±5.37	122.76±14.15	130-170
Inorganic phosphate (mmol/l)	1.16±0.15	1.39±0.29	0.646-1.937

* P < 0.05 between male and female

^{1/} Harrison and Harrison (1986)**Table 2** Comparison of hematology of different species of adult male and female pheasant and normal range in bird.

Species		Hematology	
		PCV (%)	Hb (g/dl)
Green peafowl (male)	(n=8)	41.00±5.12	12.74±1.78
Green peafowl (female)	(n=7)	39.18±2.68	12.02±1.06
Burmese grey peacock pheasant (male)	(n=8)	41.00±5.76	13.77±2.26
Crested Fireback pheasant (male)	(n=4)	45.69±4.73	15.23±1.31
Siamese Fireback pheasant (male)	(n=4)	40.25±2.09	13.44±0.48
Silver pheasant (male)	(n=6)	41.38±3.87	12.94±2.17
Normal range in bird ^{1/}		37-53	10-20

^{1/} Fowler (1986)

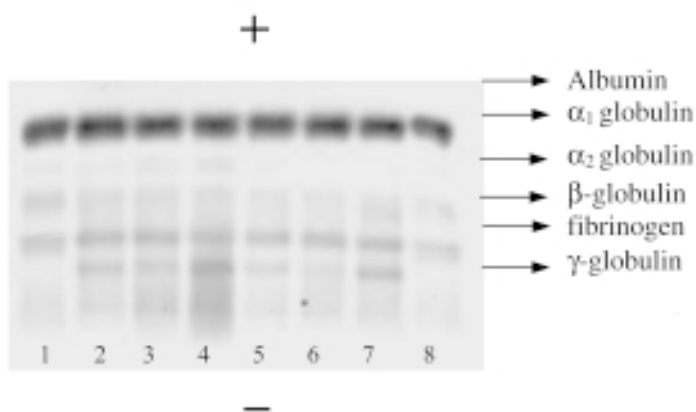


Figure 1 Comparison of cellulose acetate electrophoresis of pheasant plasma protein (2-7) and human serum protein (1, 8) at pH 8.8 (180 volts, 15 minutes).

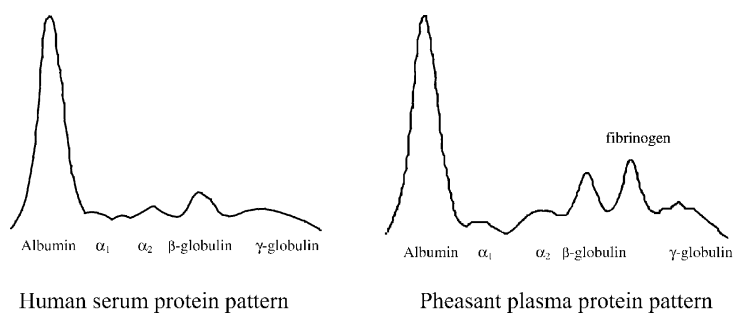


Figure 2 Cellulose acetate electrophoretogram of pheasant plasma protein and human serum protein.

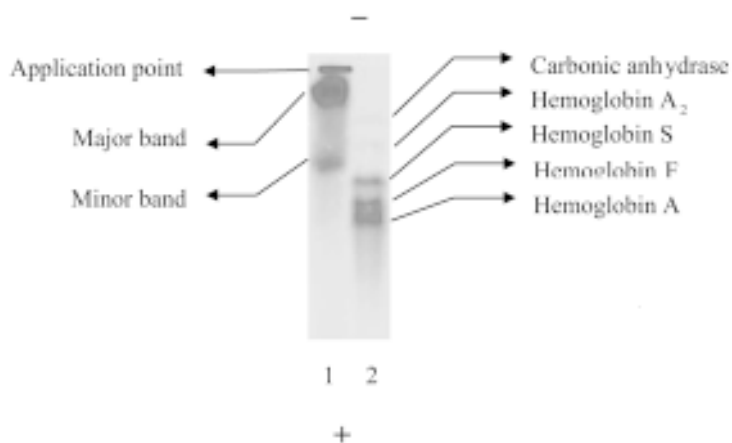


Figure 3 Comparison of cellulose acetate electrophoresis of pheasant hemoglobin (1) and human hemoglobin (2) at pH 8.2-8.6 (350 volts, 25 minutes).

โปรตีน และฟอสเฟตอินทรีย์ รวมทั้งค่าโลหิตวิทยา มีค่าใกล้เคียงกัน แต่พบว่าค่าความเข้มข้นของ แคลเซียมในนกยูงเพศเมียมีค่าสูงกว่าค่าปกติของสัตว์ปีก ในขณะที่ค่าความเข้มข้นของโปแตสเซียมและ โซเดียมในนกยูงเพศผู้และเพศเมียมีค่าต่ำกว่าค่าปกติของสัตว์ปีกค่าความเข้มข้นของครีเอตินีนในนกยูงทั้ง เพศผู้และเพศเมียมีค่าสูงกว่าค่าปกติของสัตว์ปีกมาก เมื่อเปรียบเทียบค่าเคมีโลหิตและค่าโลหิตวิทยาของ นกยูงเพศผู้และเพศเมีย พบว่าค่ายูเรียในโตรเจน กรด ยูริก ครีเอตินีน โปรตีน โคลเลสเตอรอล แคลเซียม โซเดียม โปแตสเซียม และฟอสเฟต อินทรีย์ มีค่า ใกล้เคียงกันในนกยูงเพศผู้และเพศเมีย แต่ค่าความเข้มข้นของคลอไรด์และปริมาณของเอนไซม์ alkaline phosphatase ในนกยูงเพศเมียมีค่าสูงกว่าในนกยูงเพศ ผู้ ($P < 0.05$) ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและความเข้มข้นของฮีโมโกลบินของนกยูงเพศผู้และเพศ เมียมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินของไก่ฟ้าพันธุ์หน้าเขียว (*Lophura ignita*) เพศผู้มีค่า สูงกว่าไก่ฟ้าพันธุ์อื่น ๆ ในเพศผู้ด้วยกัน ($P < 0.05$) ค่าเคมีโลหิตบางค่าที่มีความแตกต่างในนกยูงเพศผู้ และเพศเมียและค่าโลหิตวิทยาในไก่ฟ้าพันธุ์หน้าเขียว ที่มีความแตกต่างจากพันธุ์ต่าง ๆ ในเพศผู้ด้วยกัน หรือค่าเคมีโลหิตบางค่าในนกยูงเพศผู้และเพศเมียที่มี ความแตกต่างจากค่าปกติที่รายงานในวารสารต่าง ประเทศอาจเนื่องมาจากปัจจัยจำนวนมากที่เข้ามา เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลต่อส่วนประกอบต่าง ๆ ของเลือดที่ ถูกเจาะออกมาจากตัวสัตว์ ปัจจัยดังกล่าวได้แก่ ตำแหน่งของเส้นเลือดที่ถูกเจาะ เวลาที่เจาะเลือด ปัจจัยทางพันธุกรรม ได้แก่ สายพันธุ์ อายุ เพศ การใช้สารเคมีบังคับสัตว์ อาหาร สภาวะแวดล้อม ภาวะ ความเครียดและสรีรสภาพของสัตว์ (Jain, 1993) ปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีผลทำให้ค่าปกติทางโลหิตวิทยา และทางเคมีโลหิตที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันได้อย่างมีนัยสำคัญ

จาก Figure 1 และ 2 พบแถบของโปรตีนที่สำคัญในพลาสมาของนกยูงทั้งหมด 6 แถบ คือ แถบที่ 1 อัลบูมิน (albumin) มีความเข้มข้นสูงที่สุด และ เคลื่อนที่จาก application point เข้าหาขั้วบวกได้เร็ว ที่สุดอัลบูมินเป็นโปรตีนในพลาสมาที่มีขนาดเล็กที่สุด และประกอบด้วยหมู่ที่มีประจุลบมากที่สุด จึง เคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกได้เร็วที่สุดแถบที่ 2 α_1 -กลอบูลิน (globulin) แถบที่ 3 α_2 -กลอบูลิน แถบที่ 4 β -กลอบูลิน แถบที่ 5 ไฟบริโนเจน (fibrinogen) และแถบที่ 6 γ -กลอบูลิน แถบของไฟบริโนเจนจะปรากฏอยู่ระหว่าง แถบของ β -กลอบูลินและแถบของ γ -กลอบูลิน (Henry et al, 1974) เมื่อเปรียบเทียบกับแถบของโปรตีนที่สำคัญ ในซีรัมคนมีทั้งหมด 5 แถบ คือ อัลบูมิน α_1 -กลอบูลิน α_2 -กลอบูลิน β -กลอบูลิน และ γ -กลอบูลิน ลักษณะ การเคลื่อนที่ของโปรตีนเหล่านี้เหมือนกันทั้งในคน และในนกยูง

ฮีโมโกลบินของสัตว์ปีกประกอบด้วย iron-containing heme 4 หน่วย เช่นเดียวกับฮีโมโกลบินของ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเมื่อแยกฮีโมโกลบินโดยใช้เทคนิค electrophoresis ฮีโมโกลบินของสัตว์ปีกจะเคลื่อนที่ ด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างจากฮีโมโกลบินของสัตว์เลี้ยง ลูกด้วยนม ทั้งนี้เนื่องจากมีหน่วยโปรตีน กลอบินที่ต่างกัน ฮีโมโกลบินของสัตว์ปีกแต่ละชนิด (species) มีคุณสมบัติที่ต่างกัน (Sturkie, 1976) จาก การศึกษาการแยกฮีโมโกลบินของสัตว์ปีกวัยโตเต็มที่ (adult) ด้วยเทคนิค electrophoresis (Fowler, 1986; Sturkie, 1976; Washburn, 1968) พบฮีโมโกลบิน 3 ชนิด คือ major band พบในสัตว์ปีกทุกชนิด อีก 2 ชนิดคือ normal minor band และ abnormal minor band หรือ mutant band การเคลื่อนที่จาก application point ของฮีโมโกลบินทั้ง 3 ชนิด พบว่า abnormal minor band เคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกได้เร็วที่สุดรองลง มาคือ normal minor band และ major band เคลื่อนที่ช้าที่สุด นอกจากนี้ Washburn (1968) ได้

รายงานว่า ในลูกไก่ (hatched chick) มีฮีโมโกลบินเพิ่มอีก 1 ชนิด คือ embryonic band ซึ่งมีการเคลื่อนที่ช้าที่สุด เมื่อสัตว์ปีกโตเต็มที่ embryonic band จะหายไป สัตว์ปีกทุกช่วงอายุ มี major band ซึ่งมีความเข้มข้นสูงสุด และ normal minor band และ/หรือ abnormal minor band ฮีโมโกลบินชนิด abnormal minor band เกิดขึ้นจาก genetic mutation บนตำแหน่งที่ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน globin chain (Washburn, 1968) ในสัตว์ปีกที่พบ abnormal minor band จะพบ trace band เพิ่มอีก 1 band ซึ่งมีความเข้มข้นไม่สูงและมีการเคลื่อนที่ในตำแหน่งเดียวกับ normal minor band เพราะฉะนั้นในสัตว์ที่พบ normal minor band จึงไม่สามารถชี้ชัดว่าเป็น trace band หรือ normal minor band ด้วยเทคนิค electrophoresis เพราะ band ทั้ง 2 ชนิดปรากฏอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน และ normal minor band ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าจะบดบัง trace band ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินชนิด major band จะเพิ่มขึ้นตามอายุในขณะที่ minor band จะลดลงตามอายุ (Washburn, 1968) จาก Figure 3 พบว่านกยูงวัยโตเต็มที่ที่มีการเคลื่อนที่ของฮีโมโกลบินเป็น 2 แถบ คือ major band มีความเข้มข้นสูง เคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกช้ากว่า และ minor band มีความเข้มข้นต่ำกว่าและเคลื่อนที่เร็วกว่า เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวก ฮีโมโกลบินของนกยูงจะต่างจากฮีโมโกลบินคนอย่างมาก ฮีโมโกลบินนกยูงทั้ง 2 ชนิด มีการเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกช้ากว่าฮีโมโกลบินคนชนิด A

จากการรวบรวมข้อมูลต่างๆไม่ว่าจะเป็นค่าปกติทางเคมีโลหิต ค่าปกติทางโลหิตวิทยา รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแบบของพลาสมาโปรตีน และชนิดของฮีโมโกลบินของนกยูงและไก่ฟ้าพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีในวารสารและหนังสือทั้งของต่างประเทศและในประเทศพบว่ามีน้อยมาก ผลการวิจัยที่ได้ครั้งนี้จึงต้องเปรียบเทียบกับสัตว์ปีกชนิดอื่นๆที่มีผู้รายงานในต่าง

ประเทศ เพราะฉะนั้นข้อมูลต่างๆที่ได้จากการศึกษานี้จึงมีประโยชน์ในการเป็นข้อมูลพื้นฐานของประเทศไทยสำหรับการอ้างอิงและการค้นคว้าวิจัยทางด้านสรีรวิทยาและพยาธิวิทยาของสัตว์ป่าในประเทศไทย

สรุป

จากการศึกษาค่าเคมีโลหิตและค่าโลหิตวิทยาของนกยูงเพศผู้และเพศเมียครั้งนี้ พบว่า ค่ายูเรีย ไนโตรเจน กรดยูริก ตรีอะดินีน โปรตีน โคลเลสเตอรอล แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม และฟอสเฟต อนินทรีย์ มีค่าใกล้เคียงกันในนกยูงเพศผู้และเพศเมีย แต่ค่าความเข้มข้นของคลอไรด์และปริมาณของเอนไซม์ alkaline phosphatase ในนกยูงเพศเมียมีค่าสูงกว่าในนกยูงเพศผู้ ($P < 0.05$) ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและความเข้มข้นของฮีโมโกลบินของนกยูงเพศผู้และเพศเมียมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินของไก่ฟ้าพันธุ์หน้าเขียว (*Lophura ignita*) เพศผู้มีค่าสูงกว่าไก่ฟ้าพันธุ์อื่นๆในเพศผู้ด้วยกัน ($P < 0.05$) การศึกษาแบบของโปรตีนที่สำคัญในพลาสมานกยูง โดยใช้เทคนิค cellulose acetate electrophoresis พบโปรตีนที่สำคัญ 6 แถบ คือ อัลบูมิน α_1 -กลอบูลิน α_2 -กลอบูลิน β -กลอบูลิน ไฟบริโนเจน และ γ -กลอบูลิน แถบของอัลบูมินมีความเข้มข้นสูงที่สุด และเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกได้เร็วที่สุด และการศึกษาฮีโมโกลบินของนกยูงโตเต็มวัยโดยใช้เทคนิค cellulose acetate electrophoresis พบว่านกยูงโตเต็มวัยมีฮีโมโกลบิน 2 ชนิด คือ major band ที่มีความเข้มข้นสูง และ minor band ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า โดยที่ minor band เคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวกได้เร็วกว่า major band และการเคลื่อนที่ของฮีโมโกลบินคนและฮีโมโกลบินนกยูง จาก application point มีความแตกต่างกันมาก

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา
แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัย
ประจำปี 2538 สนับสนุนงานวิจัยเรื่องนี้ ขอขอบคุณ
น.สพ.สุเมธ กมลนรนาถ น.สพ.ชุมพล คชสิทธิ์และ
น.สพ.วันชัย ตันวัฒนะ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่าน
ของสวนสัตว์เปิดเขาเขียว อ.บางพระ จ.ชลบุรี ที่ได้
ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บตัวอย่างเลือด
และอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการวิจัย และ
ขอขอบคุณ น.ส.อัจฉรา ตันสวัสดิ์ และน.ส.นิศยา
บาลเพียร ผู้พิมพ์ต้นฉบับ และ นางสมทรง พวงศรี
ผู้ช่วยเหลือในการเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

ธาดา สืบหลินวงศ์ และ นวลทิพย์ กมลวารินทร์. 2535.
ชีวเคมีทางการแพทย์ : Medical Biochemistry.
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
220 น.
Fowler, M.E. 1986. Zoo and Wild Animal Medicine.
2nd ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia.
1127 p.
Harrison, G.J. and L.K. Harrison. 1986. Clinical
Avian Medicine and Surgery. W.B. Saunders

Company, Philadelphia. 717 p.
Henry, R.J., D.C. Cannon, and J.W. Winkelman.
1974. Clinical Chemistry : Principles and
Techniques. Harper and Row, Hagerstown,
Maryland. 1629 p.
Jain, N.C. 1993. Essentials of Veterinary Hematology.
Lea and Febiger, Philadelphia. 417 p.
Kitchen, H., F.W. Putnam, and W.J. Taylor. 1967.
Hemoglobin polymorphism in white-tailed deer
: subunit basis. Blood. 29 : 867-877.
Meyer, D.J., E.H. Coles, and L.J. Rich. 1992.
Veterinary Laboratory Medicine, Interpretation
and Diagnosis. W.B. Saunders Company, Phila-
delphia. 350 p.
Sturkie, P.D. 1976. Avian Physiology. 3rd ed.,
Springer-Verlag, New York. 400 p.
Washburn, K.W. 1968. Effects of age of bird and
hemoglobin type on the concentration of adult
hemoglobin components of the domestic fowl.
Poultry Sci. 47 : 1083-1089.

วันรับเรื่อง : 12 พ.ย. 41
วันรับตีพิมพ์ : 25 มิ.ย. 42