

ภาวะของระดับแร่ธาตุที่จำเป็นในเลือดช้างไทย

(*Elephas maximus indicus*)

2. ฟอสฟอรัส

Status of the Level of Essential Minerals in Blood of Thai Elephant (*Elephas maximus indicus*)

2. Phosphorus.

อังคณา ผ่องแผ้ว^{1/} ไกรแก้ว คำดี^{2/} เพ็ญศรี ธีระวัฒน์^{2/}

ปรีชา พวงคำ^{3/} สิทธิเดช มหาสาวังกู^{3/} ภุชญา ลังกร^{3/} พัทธมนฉัตร ดิศกุล^{4/}

Angkana Phongphaew^{1/} Kraikaew Kamdee^{2/} Pensri Teerawat^{2/}

Preecha Puangkum^{3/} Sittidet Mahasavangkul^{3/} Grishada Lungka^{3/} Phiphatanachatr Diskul^{4/}

Abstract : Study on blood phosphorus status of 41 Thai elephants (*Elephas maximus indicus*) at the Thai Elephant Conservation Center, Lampang province found that mean $\pm$ SD was 4.99 ± 1.15 mg%. Age negatively influenced on blood phosphorus ($b = -0.04$, $r^2 = 0.51$, $p < 0.01$) and variations among age groups were different ($p < 0.01$) but sexual difference could not be detected ($p > 0.05$). High significant differences among seasons were found, the lowest and highest means were in summer (4.71 ± 0.82 mg%) and in winter (5.31 ± 1.50 mg%) respectively. Ratio of Ca : P was 2.61 ± 1.51 (SE = 0.06) and variations among age groups were statistically different, whereas sexual difference was not significant.

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/} ศูนย์วิจัยและชันสูตรโรคสัตว์ภาคเหนือ อ. ห้างฉัตร จ. ลำปาง 52190

^{3/} ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย ฝ่ายอุตสาหกรรมป่าไม้ภาคเหนือ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง 52190

^{4/} นายสัตวแพทย์ประจำสำนักพระราชวัง ผู้ดูแลโรงช้างต้น สวนจิตรลดา คูสิต กรุงเทพฯ 10300

^{1/} Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200. Thailand.

^{2/} Northern Veterinary Research and Diagnostic Center, Hangchat, Lampang 52190. Thailand.

^{3/} Thai Elephant Conservation Center, Forest Industry Organization, Hangchat, Lampang 52190. Thailand.

^{4/} Royal Veterinarian Beaver of the Royal Household Department, Royal Elephant Stable, Chitrada Palace, Dusit, Bangkok 10300 Thailand

บทคัดย่อ : การศึกษาภาวะของฟอสฟอรัสในเลือดช้างไทย (*Elephas maximus indicus*) ของศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง จำนวน 41 เชือก พบว่า ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD เท่ากับ 4.99 ± 1.15 mg% อายุมีอิทธิพลทางลบต่อปริมาณฟอสฟอรัสในเลือด ($b = -0.04$, $r^2 = 0.51$, $p < 0.01$) ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มอายุแตกต่างกัน ($p < 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างเพศ ($p > 0.05$) ส่วนความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างฤดูกาลมีนัยสำคัญยิ่ง โดยฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (4.71 ± 0.82 mg%) และฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (5.31 ± 1.50 mg%) อัตราส่วนแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสมีค่าเฉลี่ย 2.61 ± 1.51 (SE = 0.06) และแต่ละกลุ่มอายุมีอัตราส่วนแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันระหว่างช้างเพศผู้และเพศเมีย ($p > 0.05$).

Index words : ฟอสฟอรัส, เลือดช้าง, ช้างไทย, Phosphorus, Elephant blood, Thai elephant, Blood phosphorus

คำนำ

ภาวะของแร่ธาตุในเลือดช้าง เป็นดัชนีบอกระดับความสมบูรณ์ของร่างกายและเกี่ยวข้องกับภาวะเจริญพันธุ์ของช้าง นอกเหนือจากอาหารซึ่งเป็นแหล่งแร่ธาตุที่ช้างได้รับโดยตรงแล้ว อายุและเพศของช้าง ตลอดจนปัจจัยแวดล้อมทางภูมิศาสตร์ในพื้นที่ที่ช้างอาศัยอยู่ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นในแต่ละฤดูกาล น่าจะมีอิทธิพลต่อระดับแร่ธาตุในเลือดช้างด้วย ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบหลักของโครงสร้างของร่างกายคู่กับแคลเซียม 80% ของฟอสฟอรัสในร่างกาย พบอยู่ในกระดูกและฟัน และอีก 20% อยู่ในของเหลวและเนื้อเยื่อต่างๆ ซึ่งทำหน้าที่จำเป็นหลายอย่างร่วมกับแคลเซียม ได้แก่ ควบคุมการส่งผ่านกระแสประสาทควบคุมการหดตัว-คลายตัวของกล้ามเนื้อ รวมถึงกล้ามเนื้อหัวใจด้วย และยังมิพบบทบาทสำคัญต่อการแข็งตัวตามปกติของเลือด (Underwood, 1981) ฟอสฟอรัสเป็นแร่ธาตุที่มีความแปรปรวนที่สุดในบรรดาแร่ธาตุที่พบในร่างกาย และสำคัญมากในการพัฒนาและคงอยู่ของระบบโครงสร้างของร่างกายเพราะเป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิก

ซึ่งจำเป็นต่อการพัฒนาของเซลล์ รักษาระดับความดันออสโมติก สมดุลกรด-เบส และทำหน้าที่สำคัญในขบวนการสร้างพลังงาน จึงเกี่ยวข้องกับ การควบคุมการกินอาหาร (Underwood, 1981 และ Amstutz et al., 1991) ค่าอัตราส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในเลือดที่ Silva and Kuruwita (1993) วิเคราะห์ในช้างเอเชียที่ศรีลังกา (*Elephas maximus ceylonicus*) เป็น 2.1 ± 0.9 , $n = 7$ แต่ Gromadzka-Ostrowska et al. (1988) พบในโปแลนด์เป็น 3.25 ± 0.34 , $n = 10$ แต่ยังไม่พบรายงานในช้างไทย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงภาวะของฟอสฟอรัสในเลือด อัตราส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในเลือด และอิทธิพลของอายุ เพศ และฤดูกาลต่อระดับของฟอสฟอรัสในเลือดช้างไทยไว้เป็นข้อมูลที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการและเลี้ยงดูช้าง เพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ของช้างไทย เพื่อการอนุรักษ์ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการวิจัยเกี่ยวกับช้างไทยในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์การวิจัย

- 1.1 ช้างไทย (*Elephas maximus indicus*) ของศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง จำนวน 41 เชือก แบ่งเป็นเพศผู้ 27 เชือก เพศเมีย 14 เชือก ช้างถูกเลี้ยงแบบปล่อยให้หาอาหารกินเองตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ หญ้าธรรมชาติ ใบไม้ เปลือกไม้สาก กกล้วย อ้อย โดยไม่มีการเสริมวิตามิน หรือแร่ธาตุใด ๆ
- 1.2 อุปกรณ์เจาะเลือด เก็บตัวอย่างเลือด และแยกซีรัมเพื่อนำไปวิเคราะห์
- 1.3 เครื่อง Spectrometer (Perkin Elmer Lambda 2) เพื่อตรวจวัดค่าฟอสฟอรัส และแคลเซียมในซีรัม

2. การเก็บตัวอย่างเลือด

- 2.1 เก็บตัวอย่างเลือดจากช้าง 41 เชือก เดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2539 ถึง ธันวาคม 2540 รวม 17 เดือน โดยเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำบริเวณใบหู (Ear vein) แล้วแยกซีรัม
- 2.2 นำซีรัมที่แยกไว้ไปวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส (หน่วย : mg%) โดยวิธี Direct UV method without reduction แล้วตรวจด้วยเครื่อง Spectrometer ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร
- 2.3 นำซีรัมที่แยกไว้ไปวิเคราะห์หาค่าแคลเซียม (หน่วย : mg%) โดยวิธี Arsenazo III method แล้วตรวจด้วยเครื่อง Spectrometer ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การจำแนกข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

3.1.1 วิชของช้าง แบ่งเป็น 4 วิชตามอายุ ดังนี้

วัยที่ 1 (วัยเด็ก-หนุ่มสาว) อายุต่ำกว่า 12 ปี เพศผู้ 5 เชือก และเพศเมีย 1 เชือก

วัยที่ 2 (วัยเจริญพันธุ์) อายุตั้งแต่ 12-20 ปี เพศผู้ 5 เชือก และเพศเมีย 5 เชือก

วัยที่ 3 (วัยเติบโต) อายุมากกว่า 20-46 ปี เพศผู้ 14 เชือก และเพศเมีย 6 เชือก

วัยที่ 4 (วัยสูงอายุ) อายุมากกว่า 46 ปี เพศผู้ 3 เชือก และเพศเมีย 2 เชือก (สุรเชษฐ์, 2537 และอำนาจ, 2505)

3.1.2 เพศ แบ่งเป็น เพศผู้ 27 เชือก และเพศเมีย 14 เชือก

3.1.3 ฤดูกาล แบ่งเป็น 3 ฤดู คือ

ฤดูร้อน : เดือน มีนาคม ถึง มิถุนายน

ฤดูฝน : เดือน กรกฎาคม ถึง ตุลาคม

ฤดูหนาว : เดือน พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์

3.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ

3.2.1 วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และรีเกรชัน ของปริมาณฟอสฟอรัสในเลือดต่ออายุ และสร้างสมการพยากรณ์

3.2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณฟอสฟอรัสในเลือด และอัตราส่วน Ca : P ของช้างเพศผู้ และเพศเมีย โดยใช้ Levene test ทดสอบความแปรปรวนของประชากร และ t-test ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

3.2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณฟอสฟอรัสในเลือกระหว่าง วิช ฤดูกาล โดยการ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว
และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี

Least Significant Difference test

3.2.4 วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ระหว่าง ปริมาณแคลเซียม และ
ฟอสฟอรัสในเลือด

3.2.5 วิเคราะห์ความแตกต่างของ
อัตราส่วน Ca:P ในแต่ละกลุ่ม
อายุ โดยการวิเคราะห์ความ
แปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบ
ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Sig-
nificant Difference test

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของอายุต่อปริมาณ
ฟอสฟอรัสในเลือดช้างไทย (*Elephas maximus indicus*) 41 เชือก ($n = 591$) พบว่า อายุ
มีอิทธิพลทางลบต่อปริมาณฟอสฟอรัสในเลือด
(Model 1) และค่าเฉลี่ย $\pm$ SD เท่ากับ 4.99 ± 1.15
mg% ช้างวัยเด็ก-หนุ่มสาว มี ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD เท่ากับ
 5.84 ± 0.84 mg% สูงกว่าวัยอื่น ดังแสดงไว้ใน
ตารางที่ 1

**Model 1 Relationship between blood phosphorus and age of 41 Thai elephants
(*Elephas maximus indicus*) .**

Correlation coefficient (r)	-0.72** (n = 41)
Regression coefficient of(b)	-0.04**
Coefficient of determination (r^2)	0.51
Predicted equation :	
$BP = 5.59 - 0.04 \text{ Age}$	

Abbreviations : BP = Blood phosphorus (mg%)
Age = Elephant's age (years)
n = Number of elephants
** Significant at $p < 0.01$

Table 1 Mean values of phosphorus in sera of 41 Thai elephants (*Elephas maximus indicus*) based on age group.

Age (years)	n	Mean $\pm$ SD	SE	95 % CI for Mean	Range
<12	96	5.84abc $\pm$ 0.84	0.09	5.67 - 6.01	4.10 - 9.60
12 - 20	149	5.09abc $\pm$ 0.93	0.08	4.94 - 5.24	2.60 - 9.10
>20 - 46	297	4.78bc $\pm$ 1.21	0.07	4.64 - 4.92	2.10 - 14.40
>46	49	4.28c $\pm$ 0.96	0.14	4.00 - 4.55	1.60 - 6.30
Total	591	4.99 $\pm$ 1.15	0.05	4.89 - 5.08	1.60 - 14.40

Means with different superscripts differ significantly at $p < 0.01$

CI = Confidence Interval.

จาก Model 1 ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชันของ ฟอสฟอรัสในเลือดต่ออายุมีค่าเป็นลบต่ำ ($b = -0.04$, $r^2 = 0.51$) ซึ่งแสดงว่า เมื่อช้างไทยอายุ มากขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสในเลือดจะลดลง เล็กน้อย สอดคล้องกับ Hill and Smith (1990) ที่พบในช้างแอฟริกา (*Loxodonta africana*) ว่า ช้าง อายุต่ำกว่า 4 ปี มีค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัส ในเลือดสูงสุด เมื่อเทียบกับวัยที่มีอายุสูงกว่า และ สุพิศ (2524) รายงานไว้ว่า ในคน (วัยเด็ก) ค่าปกติ อยู่ระหว่าง 4 - 7 mg% และค่าปกติในผู้ใหญ่ อยู่ที่ระดับ 3 - 4.5 mg% ค่าเฉลี่ยจากการวิจัยนี้ ใกล้เคียงกับ Brown and White (1980) พบใน ช้างเอเชีย คือ 3.19 - 5.61 mg% และ 5.6 mg% ซึ่งพบโดย Lewis (1974) ส่วนรายงานในสัตว์ ชนิดอื่นๆ มีดังนี้

โคนมเพศเมีย	5.71	mg% (นุสสุรา และคณะ, 2527)
กระบือปลักไทย	6.50 $\pm$ 1.5	mg% (ปราณี และ ไพวิภา, 2527)
แกะ	5.21 $\pm$ 0.11	mg% (สุพิศ, 2524)
สุกร (5 เดือน)	7.10 $\pm$ 0.09	mg% (สุพิศ, 2524)
โค (เดบโตเต็มที)	4.98 $\pm$ 0.17	mg% (สุพิศ, 2524)
โค (กำลังเดบโต)	9.28 $\pm$ 0.1	mg% (สุพิศ, 2524)

จากการวิจัยนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างเพศ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดัง Table 2. ซึ่งแสดงว่า เพศไม่มีอิทธิพลต่อระดับฟอสฟอรัสในเลือด ช้างไทย

Table 2 Mean values of phosphorus in sera of 41 Thai elephants (*Elephas maximus indicus*) based on sex.

Sex	n	Mean $\pm$ SD	SE	95 % CI for Mean	Range
Male	384	5.00 $\pm$ 1.26	0.06	4.87 - 5.13	1.60 - 14.40
Female	207	4.97 $\pm$ 0.92	0.06	4.84 - 5.09	2.20 - 8.10

Means differ not significantly ($p > 0.05$)

CI = Confidence Interval.

2. ฟอสฟอรัส

ด้านอิทธิพลของฤดูกาล ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสในเลือดในฤดูร้อนต่ำที่สุด (4.71 mg%) แตกต่างจากค่าเฉลี่ยในฤดูฝน (5.06 mg%) และฤดูหนาว (5.31 mg%) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งแตกต่างจากที่ Gromadzka-Ostrowska *et al.* (1989) พบในช้างเอเชีย (*Elephas maximus*) ที่เลี้ยงในประเทศโปแลนด์ว่า ฟอสฟอรัสในเลือดต่ำสุดในฤดูหนาว เป็นที่ทราบว่า ฟอสฟอรัส

เป็นแร่ธาตุที่มีความแปรปรวนที่สุดในบรรดาแร่ธาตุที่พบในร่างกาย (Underwood, 1981) และจากการศึกษาของมาลินี และคณะ (2525) เกี่ยวกับระดับแร่ธาตุในเลือดโคและกระบือ พบว่าปริมาณแร่ธาตุในเลือดสอดคล้องกับปริมาณแร่ธาตุในหญ้าในท้องที่เดียวกัน ดังนั้นช้างเอเชียที่เลี้ยงในสภาพภูมิประเทศต่างกัน ได้รับอาหารต่างกัน ระดับของฟอสฟอรัสในเลือดในแต่ละฤดูกาล จึงอาจแตกต่างกันได้

Table 3 Mean values of phosphorus in sera of 41 Thai elephants (*Elephas maximus indicus*) based on season.

Season	n	Mean $\pm$ SD	SE	95% CI for Mean	Range
Summer	241	4.71a $\pm$ 0.82	0.05	4.60 - 4.81	2.20 - 7.30
Rainy	182	5.06ab $\pm$ 1.07	0.08	4.90 - 5.21	1.60 - 8.20
Winter	168	5.31ab $\pm$ 1.50	0.12	5.08 - 5.54	2.60 - 14.40

Means with different superscripts differ significantly at $p < 0.01$

CI = Confidence Interval.

อนึ่ง ฟอสฟอรัส (P) กับแคลเซียม (Ca) มีความสัมพันธ์กันมากในร่างกายสัตว์ โดยเป็นสารประกอบของกระดูก, Phosphoproteins, Nucleic acid และ Phospholipids มีหน้าที่สำคัญใน Carbohydrate metabolism ระดับ P ในซีรัมอยู่ในช่วง 4 - 12 mg% และอัตราส่วนที่เหมาะสมของ Ca : P จะอยู่ในช่วง 1-2 : 1 (พันทิพา, 2535) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ Ca กับ P ในเลือด ซึ่งจากการวิจัยนี้ พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

เป็น -0.07 ($n=591$, $p=0.07$) ซึ่งแสดงแนวโน้มว่าค่าของแร่ธาตุทั้ง 2 ในเลือดสัมพันธ์กันเล็กน้อยในทางกลับกัน และค่า Ca : P ratio (ตารางที่ 4) อยู่ในระดับ 2.61 ± 1.51 ($SE = 0.06$) มากกว่าที่ Silva and Kuruwita (1993) พบในช้างเอเชียที่ศรีลังกา (2.1 ± 0.9) แต่น้อยกว่าที่ Gromadzka-Ostrowska *et al.* (1988) พบในโปแลนด์ (3.25 ± 0.34)

Table 4 Ratio of Ca : P of 41 Thai elephants (*Elephas maximus indicus*) based on age group.

Age (years)	n	Mean $\pm$ SD	SE	95% CI for Mean	Range
<12	6	3.25abc $\pm$ 1.37	0.14	2.97 - 3.53	0.10 - 9.20
12 - 20	10	2.61c $\pm$ 1.53	0.13	2.36 - 2.86	0.20 - 8.70
>20 - 46	20	2.47b $\pm$ 1.49	0.09	2.30 - 2.64	0.10 - 8.70
>46	5	2.13a $\pm$ 1.47	0.21	1.69 - 2.56	0.10 - 4.60
Total	41	2.61 $\pm$ 1.51	0.06	2.48 - 2.73	0.10 - 9.20

Means with different superscripts differ significantly at $p < 0.01$

n = Number of elephants.

Table 5 Ratio of Ca : P of 41 Thai elephants (*Elephas maximus indicus*) based on sex.

Sex	n	Mean $\pm$ SD	SE	95% CI for Mean	Range
Male	27	2.66 $\pm$ 1.56	0.08	2.50 - 2.82	0.10 - 9.20
Female	14	2.50 $\pm$ 1.42	0.10	2.31 - 2.70	0.10 - 5.00

Means differ not significantly ($p > 0.05$)

n = Number of elephants.

อัตราส่วนของแต่ละกลุ่มอายุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตราส่วน Ca : P ต่ำสุด (2.13) ในช้างสูงอายุ และสูงสุด (3.25) ในช้างวัยเด็ก-หนุ่มสาว แต่ไม่มีความแตกต่างในระหว่างช้างเพศผู้และเพศเมีย ($p > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 ค่าอัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในระดับปกติ (พันทิพา, 2535) หากจะเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในสัตว์กับชนิดอื่นตามที่ Capen and Rosol (1989) ได้รายงานไว้ ดังนี้

ชนิดสัตว์	Ca : P ที่เหมาะสม
แพะ	ไม่ต่ำกว่า 1.2 : 1
สุกร	1-1.5 : 1
แกะ	ไม่ต่ำกว่า 1 : 1
โคนม	ไม่ต่ำกว่า 1 : 1

และในซีรัมโค โดย มาลินี และคณะ (2525) ได้รายงานไว้ว่า ค่าอัตราส่วนที่สมดุลอยู่ที่ระดับ 2 : 1 จึงถือว่าค่าอัตราส่วน Ca : P ในช้างไทย (*Elephas maximus indicus*) ไม่แตกต่างจากสัตว์กับชนิดอื่นบางชนิด ซึ่งนักวิชาการอาหารสัตว์ใช้ค่าอัตราส่วนนี้ (1-2 : 1) ในการจัดสัดส่วนของ Ca และ P ในอาหารสัตว์ (พันทิพา, 2535 และ เมธา, 2529)

ดังนั้น ในแง่การจัดการดูแลเลี้ยงช้าง ปังจัยดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นปัจจัยที่ผู้เลี้ยงควรนำมาประกอบการพิจารณาก่อนตัดสินใจดำเนินการใดๆ

สรุป

1. ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD ของฟอสฟอรัสในเลือด เท่ากับ 4.99 ± 1.15 mg%
2. อายุมีอิทธิพลทางลบต่อปริมาณฟอสฟอรัสในเลือด
3. เพศไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในเลือด
4. ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในเลือด โดยฟอสฟอรัสในเลือดสูงสุดในฤดูหนาว และต่ำสุดในฤดูร้อน
5. อัตราส่วน Ca : P อยู่ในระดับ 2.61 ± 1.51 (SE = 0.06) และมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มอายุ (วัย) แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย และศูนย์วิจัยและชันสูตรโรคสัตว์ภาคเหนือ อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- นุสตราวัฒน์กุล, กัลยา มิตร์ไพบูลย์, พรรณพิไล เสกสิทธิ์, วิโรจน์ ทองเหลือ, ฤกษ์ รัชชัย, นวลมณี กาญจนพิบูลย์, จินตนา ภูติวรนาถ และประเสริฐ สงสะเสน. 2527. การศึกษาค่ามาตรฐานของแร่ธาตุที่มีผลต่อการผสมติในชีวม ของโคนม สมบูรณ์พันธุ์ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารสัตวแพทย์ปีที่ 5(3) : 158 - 165.
- ปราณี ดันดิวนิช และไพวิภา สุทธิพงศ์. 2527. ค่าระดับ Electrolyte ปกติในเลือดของกระบือปลักไทย. เวชสารสัตวแพทย์ 14 (1) : 1 - 5.
- พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2535. หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1 โภชนะ. สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 207 หน้า.
- มาลินี ลิ้มโกคา, ทวีวัฒน์ ทศนวัฒน์ และรัชชัย ศักดิ์ภู่อารม. 2525. การศึกษาปัญหาแร่ธาตุในปศุสัตว์ในประเทศไทย 1. การศึกษาปริมาณของแร่ธาตุในเลือดโค กระบือ หนู และดิน ในจังหวัดสกลนคร ดาก และสุโขทัย. วารสารสัตวแพทย์. 3(1) : 9 - 24.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2529. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ห้างหุ้นส่วนจำกัดพินิจพิชชี. กรุงเทพฯ. 387 หน้า.
- สุพิศ จินดาวณิก. 2524. ชีวเคมีคลินิก เล่ม 2. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 261 หน้า.
- สุรเชษฐ์ อุณกรกุล. 2537. สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของช้าง. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการฝึกอบรมผู้ดูแลสุขภาพช้างเบื้องต้น ณ ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง. 11 หน้า.
- อำนาจ คอวนิช. 2505. ความรู้เรื่องช้าง กองท่าไม้ภาคเหนือ จังหวัดลำปาง. 1 - 14.
- Amstutz, H.E., J. Armour, D.C. Blood, C.L. Chrisman, F.M. Loew and G.H. Snoeyenbos. 1991. The Merck Veterinary Manual 7th ed. Fraser, C.M. (editor) Bergeron, J.A., Mays, A. and Aiello, S.E. (associated editor). Merck & Co., Inc. New Jersey. 1832 p.
- Brown, I.R.F. and P.T. White. 1980. Elephant Blood Haematology and Chemistry. Comp. Biochem. Physiol. 65B: 1 - 12.
- Capen, C.C. and J.T. Rosol. 1989. Calcium-Regulating Hormones and Diseases of Abnormal Mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism In Clinical Biochemistry of Domestic Animals (Kaneko, J.J. editor) 4th ed. Academic Press, Inc. 678 - 752.
- Gromadzka-Ostrowska, J., K. Jakubow, B. Zalewska and Krzywicki, Z. 1989. Haematological and blood biochemical studies in female domesti-

- cated Indian elephants (*Elephas maximus* L.). Comparative Biochemistry and Physiology, A Comparative Physiology 89(3) : 313 - 315.
- Hill, F.W.G. and D.A. Smith. 1990. Clinical chemistry values for free-ranging elephants (*Loxodonta africana*) in Hwange National Park. Zimbabwe. Zimbabwe Veterinary Journal. 21(1) : 33 - 42.
- Lewis, J.H. 1974. Comparative hematology : studies on elephants, *Elephas maximus*. Comp. Biochem. Physiol., Vol. 49A : 175 - 181.
- Silva, I.D. and V.Y. Kuruwita. 1993. Hematology, plasma and serum biochemistry values in free-ranging elephants (*Elephas maximus ceylonicus*) in Sri Lanka. Journal of Zoo and Wildlife Medicine. 24(4) : 434 - 439.
- Underwood, E.J. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. 2nd ed. Page Bros(Norwich) Ltd. Norwich. England. 180 p.
-