

ภาวะของระดับแร่ธาตุที่จำเป็นในเลือดช้างไทย

(*Elephas maximus indicus*)

1. แคลเซียม

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

1. Calcium.

อังคณา ม่วงแก้ว¹ ไกรแก้ว คำดี² เพ็ญศรี วีระวัฒน์³
ปรีชา พวงคำ⁴ สิทธิเดช มหาสวังกุล⁴ กฤษณา ดังกา⁴ พิพัฒน์ฉัตร ดิศกุล⁴
Angkana Phongphaew¹ Kraikaew Kamdee² Pensri Teerawat³
Preecha Puangkum⁴ Sittidet Mahasavangkul⁴ Grishada Lungka⁴ Phiphatanachatr Diskul⁴

Abstract : Study on blood calcium status of 41 Thai elephants (*Elephas maximus indicus*) at the Thai Elephant Conservation Center, Lampang province found the mean \pm SD was 9.27 ± 0.99 mg%. Age negatively influenced blood calcium ($b = -0.04$, $r^2 = 0.25$; $p < 0.01$), but sexual influence was highly significant. Seasonal variations were found, by which the highest mean in summer (9.61 ± 0.90 mg%) differed from rainy season and winter (9.11 ± 1.07 mg% and 8.95 ± 0.88 mg%) respectively ($p < 0.01$).

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 ผู้ดูแลโรงช้างคั่น 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 : การวิจัยภาวะของแคลเซียมในเลือดช้างไทย (*Elephas maximus indicus*) ของศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง จำนวน 41 เชือก พบว่า มีค่าเฉลี่ย \pm SD เท่ากับ 9.27 ± 0.99 mg% อายุมีอิทธิพลทางลบต่อปริมาณแคลเซียมในเลือด ($b = -0.04$, $r^2 = 0.25$; $p < 0.01$) และค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มอายุไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ส่วนเพศแตกต่างกัน ($p < 0.001$) ค่าเฉลี่ยแคลเซียมในเลือดระหว่างฤดูกาลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบค่าเฉลี่ยสูงสุด (9.61 ± 0.90 mg%) ในฤดูร้อน แยกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างค่าเฉลี่ยในฤดูฝน (9.11 ± 1.07 mg%) และฤดูหนาว (8.95 ± 0.88 mg%)

Index words : แคลเซียม, เลือดช้าง, ช้างไทย, Calcium, Blood calcium, Elephant blood, Thai elephant

คำนำ

ปัจจุบัน ช้างไทย (*Elephas maximus indicus*) ที่เลี้ยงกันในประเทศไทยลดจำนวนลง จึงจำเป็นต้องอนุรักษ์โดยให้ช้างสามารถขยายพันธุ์เพิ่มมากขึ้น ในการเลี้ยงการจัดการช้างให้มีสุขภาพดีสมบูรณ์แข็งแรง เพื่อให้มีการเจริญพันธุ์สูงจึงเป็นสิ่งจำเป็นของการอนุรักษ์ช้าง

การทราบถึงภาวะของแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของร่างกาย และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณแร่ธาตุในเลือดช้าง จึงมีประโยชน์ในการจัดการเพื่อคงความสมบูรณ์ของร่างกายแคลเซียม นอกจากจะเป็นแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของโครงสร้างร่างกาย ได้แก่ กระดูกและฟันแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย หากร่างกายมีแคลเซียมในเลือดต่ำ ช้างจะเป็นโรคกระดูกอ่อน เกิดอาการสั้น และไวต่อสิ่งกระตุ้น แต่หากมีแคลเซียมในเลือดสูงจะลดการทำงานของกล้ามเนื้อเรียบของระบบทางเดินอาหาร ลดการทำงานของกล้ามเนื้อและประสาท ทำให้ช้างมีอาการซึม มึนงง ไม่รู้สึกตัว กล้ามเนื้อเกร็ง หัวใจเต้นไม่เป็นจังหวะ และมีพฤติกรรมเปลี่ยนไป (Capen and Rosol, 1989 และ Underwood, 1981) ซึ่งเป็นผลกระทบต่อการ

ดำรงชีวิต ระดับแคลเซียมในเลือดไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณแคลเซียมที่มีอยู่ในอาหารเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการนำแคลเซียมที่มีอยู่ในอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ด้วย การให้ช้างได้รับแสงแดด ทำให้ร่างกายสร้างวิตามินดีจะช่วยในการดูดซึมแคลเซียมจากอาหารเข้าสู่ลำไส้ ดังนั้นหากเลี้ยงช้างไว้แต่ในร่มโดยไม่ให้ได้รับแสงแดดเป็นเวลานานทำให้ร่างกายไม่สร้างวิตามินดี เป็นผลให้ไม่มีการดูดซึมแคลเซียมจากอาหารเข้าสู่ลำไส้ ทำให้ช้างขาดแคลเซียมและเกิดอาการของการขาดแคลเซียมตามมา ซึ่งเป็นผลเสียโดยตรงต่อสุขภาพช้าง (ปานเทพ, 2537)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงภาวะของแคลเซียมในเลือดและอิทธิพลของอายุเพศ และฤดูกาลต่อปริมาณแคลเซียมในเลือดช้างไทยไว้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของการจัดการการเลี้ยงช้างให้มีสุขภาพสมบูรณ์ และเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในอนาคตเพื่ออนุรักษ์พันธุ์ช้างไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์การวิจัย

- 1.1 ช้างไทย (*Elephas maximus indicus*) ของศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัด ลำปาง จำนวน 41 เชือก แบ่งเป็น เพศผู้ 27

เชือก เพศเมีย 14 เชือก ช้างถูกเลี้ยงแบบปล่อยให้หากินเองตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ หญ้าธรรมชาติ ใบไม้ เปลือกไม้สัก กล้วย อ้อย โดยไม่มีการเสริมวิตามินหรือแร่ธาตุใด ๆ

- 1.2 อุปกรณ์เจาะเลือด เก็บตัวอย่างเลือด และแยกซีรัมเพื่อนำไปวิเคราะห์
- 1.3 เครื่อง Spectrometer (Perkin Elmer Lambda 2) เพื่อตรวจวัดค่าแคลเซียมในซีรัม

2. การเก็บตัวอย่างเลือด

- 2.1 เก็บตัวอย่างเลือดจากช้าง 41 เชือก เดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2539 ถึง ธันวาคม 2540 รวม 17 เดือน โดยเก็บตัวอย่างเลือดจาก เส้นเลือดดำบริเวณใบหู (Ear vein) แล้วแยกซีรัม
- 2.2 นำซีรัมที่แยกไว้ไปวิเคราะห์หาค่าแคลเซียม (หน่วย , mg%) โดยวิธี Arsenazo III method แล้วตรวจด้วยเครื่อง Spectrometer ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การจำแนกข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

- 3.1.1 วัยของช้าง แบ่งเป็น 4 วัยตามอายุ 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 และรีเกรชันของปริมาณแคลเซียมในเลือดต่ออายุและสร้างสมการพยากรณ์

3.2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณแคลเซียมในเลือดของช้างเพศผู้และเพศเมีย โดยใช้ Levene test ทดสอบความแปรปรวนของประชากร และ t-test ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

3.2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณแคลเซียมในเลือด ระหว่าง วัย ฤดูกาล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference test

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเลือดช้างไทย (*Elephas maximus indicus*) จำนวน 41

1. แคลเซียม

เชือก (n = 591) พบว่า ค่าเฉลี่ย \pm SD เท่ากับ 9.27 ± 0.99 mg% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าปกติในช้างอินเดีย (*Elephas maximus*) ที่มีในรายงานและค่าปกติในคน และสัตว์บางชนิดดังนี้

ช้างอินเดีย	11.30	mg%	(Niemuller, et al., 1990)
ช้างอินเดีย	9.74	mg%	(Brown and White, 1980)
คน	10.0	mg%	(สุพิศ, 2524)
โคนมเทศเม็กซิโก	8.6	mg%	(นุสตรา และคณะ, 2527)
กระบือปลักไทย	8.9 \pm 1.4	mg%	(ปราณี และไพวิภา, 2527)
แพะ	9.52 \pm 0.74	mg%	(สุพิศ, 2524)
โค	10.03	mg%	(สุพิศ, 2524)
สุกร	10.86	mg%	(สุพิศ, 2524)

ทั้งนี้ พบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมในเลือดในทางลบ ($r = -0.5$; $p < 0.01$) จากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชันของปริมาณแคลเซียมในเลือดกับอายุ (Model 1) ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรชันเป็นลบต่ำ (-0.04) บ่งชี้ว่าเมื่อช้างไทยมีอายุมากขึ้นปริมาณแคลเซียมในเลือดจะลดลงเล็กน้อย และจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มอายุ (ตารางที่ 1) ค่าเฉลี่ยในกลุ่มช้างสูงอายุ (กลุ่มที่ 4) น้อยที่สุด และช้างกลุ่มอายุ 12-20 ปี มีแคลเซียมในเลือดสูงสุด แต่ความแตกต่างระหว่างกลุ่มอายุไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

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

Correlation coefficient (r)	-0.5** (n = 41)
Regression coefficient (b)	-0.04**
Coefficient of determination (r ²)	0.25
Predicted equation:	
BCa = 9.33 - 0.04 Age	

Abbreviations : BCa = Blood calcium (mg%)

Age = Elephant's age (years)

n = Number of elephants

** Significant at $p < 0.01$

Table 1 Mean values of calcium 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	9.16 \pm 0.95	0.10	8.97 - 9.35	6.50 - 11.60
12 - 20	149	9.40 \pm 0.90	0.07	9.25 - 9.54	5.80 - 11.70
>20 - 46	297	9.27 \pm 1.04	0.06	9.15 - 9.39	4.30 - 12.60
>46	49	9.10 \pm 1.05	0.15	8.80 - 9.40	7.10 - 11.30
Total	591	9.27 \pm 0.99	0.04	9.19 - 9.35	4.30 - 12.60

Means differ not significantly ($p > 0.05$)

CI = Confidence Interval

ในช่วงวัยเด็ก - หนุ่มสาว ร่างกายของคนและสัตว์มีการพัฒนาทางด้านโครงสร้างของร่างกายอันได้แก่ กระดูกและฟัน เป็นสำคัญ ซึ่งแคลเซียมเป็นธาตุหลักของโครงสร้างของร่างกายในคน ช่วงอายุ 18-20 ปีแรก กระดูกจะเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ ถึงแม้หลังระยะนี้ไปแล้วก็ตามก็ยังมี การสร้างเพิ่มเติมและมีการสลายเกิดขึ้นอยู่เสมอในกระดูกทุกส่วน และกระดูกมีเส้นเลือดฝอยอยู่ ซึ่งนำอาหารและออกซิเจนมาให้และถ่ายเทของเสียออกไป (คณาจารย์ภาควิชาชีวเคมี, 2523) ผลการวิจัยในช่วงอายุ 12-20 ปี ซึ่งเป็นช่วงของการเจริญเติบโตของช้าง ค่าเฉลี่ยแคลเซียมในเลือดสูงสุดและรองลงมาคือ ช่วงอายุมากกว่า 20 ถึง 46 ปีสอดคล้องกับการสรุปข้างต้นและกับรายงานของ

สุพิศ (2524) ที่ว่า เมื่อสัตว์อายุมากขึ้นค่าเฉลี่ยของแคลเซียมในเลือดจะลดลง และ Sreekumar and Nirmalan (1989) พบว่า แคลเซียมในเลือดช้างอายุน้อยสูงกว่าในช้างอายุมากแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับที่ Hill and Smith (1990) พบในช้างแอฟริกันว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ Hill and Smith (1990) ยังพบว่า ค่าเฉลี่ยในเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Sreekumar and Nirmalan (1989) ในช้างอินเดีย (*Elephas maximus indicus*) ว่าไม่มีความแตกต่างกันซึ่งต่างจากผลการศึกษาในที่พบว่าแตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 แสดงว่าเพศมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับแคลเซียมในเลือดช้างไทย

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

Sex	n	Mean ± SD	SE	95% CI for Mean	Range
Male	384	9.13 ± 0.94	0.05	9.04 - 9.22	5.80 - 11.70
Female	207	9.53 ± 1.04	0.07	9.38 - 9.67	4.80 - 12.60

Means differ significantly at $p < 0.01$
 CI = Confidence Interval

แสงแดดเป็นสิ่งจำเป็นต่อร่างกายช้าง ในการสังเคราะห์วิตามินดี และดูดซึมแคลเซียมจากอาหารเข้าสู่ลำไส้ จากตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยแคลเซียมในเลือดสูงสุดในฤดูร้อน และต่ำสุดในฤดูหนาว โดยค่าเฉลี่ยในฤดูร้อนแตกต่างจากฤดูฝนและฤดูหนาว ($p < 0.01$) ซึ่งอาจเป็นผลจากการที่ในฤดูร้อนช้างได้รับแสงแดดมากกว่าทำให้ร่างกายมีการสังเคราะห์วิตามินดีและดูดซึมแคลเซียมจากอาหาร

เข้าสู่ลำไส้และเข้าสู่กระแสโลหิตได้มากกว่าและในฤดูฝนพืชอาหารสำหรับช้างมีความอุดมสมบูรณ์ และน้ำกินมากกว่าในฤดูหนาว ช้างมีโอกาสเลือกกินได้มากกว่า การศึกษานี้ทำให้ทราบว่าฤดูกาลมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับแคลเซียมในเลือดช้างไทยที่เลี้ยงในภาคเหนือของประเทศ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในแต่ละฤดูกาลที่แตกต่างกัน

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

Season	n	Mean ± SD	SE	95% CI for Mean	Range
Summer	241	9.61 ^{ab} ± 0.90	0.06	9.50 - 9.73	5.80 - 11.80
Rainy	182	9.11 ^b ± 1.07	0.08	8.95 - 9.26	4.80 - 11.80
Winter	168	8.95 ^a ± 0.88	0.07	8.82 - 9.09	6.50 - 12.60

Means with different superscripts differ significantly at $p < 0.01$
 CI = Confidence Interval

สมการพยากรณ์ค่าแคลเซียมในเลือดช้างไทย (Model 1) โดยใช้ค่า อายุ (Age) เป็นตัวแปร แม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจค่อนข้างต่ำ ($r^2 = 0.25$) แต่ก็อาจจะเป็นประโยชน์ในการจัดการดูแลสุขภาพช้างในเมืองต้นไค้บ้าง หากมีข้อมูลเกี่ยวกับอายุของช้างที่ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะหากช้างมีแคลเซียมในเลือดสูงเกินปกติ ทำให้การทำงานของอวัยวะภายในผิดปกติไป อาทิ การทำงานของกล้ามเนื้อเรียบระบบทางเดินอาหาร ลดลง การทำงานของกล้ามเนื้อและประสาทลดลง ช้างจะซึม มีนงง ไม่รู้สึกตัว หรือในทางกลับกัน หากมีแคลเซียมในเลือดต่ำจะทำให้ช้างเพิ่มการตื่นตัวของประสาทและกล้ามเนื้อ เกิดอาการชัก ระดับแคลเซียมในเลือดต่ำอาจเนื่องมาจากวิตามินดีในเลือดน้อยกว่าปกติ หึ่งเดินอย่างรุนแรง หรือคับอ่อนอึกเสบอย่างเฉียบพลัน ซึ่งเป็นผลเสียต่อร่างกายช้างทั้งสิ้น (สุพิศ, 2524) ดังนั้น ผู้เลี้ยงจึงควรระมัดระวังในเรื่องนี้

สรุป

1. ค่าเฉลี่ย \pm SD ของปริมาณแคลเซียมในเลือดเท่ากับ 9.27 ± 0.99 mg%
2. อายุมีอิทธิพลทางลบต่อปริมาณแคลเซียมในเลือด
3. เพศมีอิทธิพลต่อปริมาณแคลเซียมในเลือด
4. ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อปริมาณแคลเซียมในเลือด โดยแคลเซียมในเลือดสูงสุดในฤดูร้อน และต่ำสุดในฤดูหนาว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย และศูนย์วิจัยและชันสูตรโรคสัตว์ภาคเหนือ อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาชีวเคมี. 2523. ชีวเคมี ฉบับปรับปรุงใหม่. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศ.ศ. การพิมพ์. กรุงเทพฯ. 582 หน้า.
- นุศตรา วัฒนกุล, กัลยา มิตรไพบูลย์, พรรณพิไล เสกสิทธิ์, วิโรจน์ ทองเหลือ, กุญชร วัชชัย, นวลมณี กาญจนพิบูลย์, จินตนา ภูติวรนาถ และประเสริฐ สงสะเสน. 2527. การศึกษาค่ามาตรฐานของแร่ธาตุที่มีผลต่อการผสมติด ในซีรัมของโคนมสมบูรณ์พันธุ์ ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารสัตวแพทย์ 5(3) : 158 - 165.
- ปานเทพ รัตนากร. 2537. ชีววิทยาของช้างและโภชนาการของช้าง. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการฝึกอบรมผู้ดูแลสุขภาพช้างเบื้องต้น ณ ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง. 9 หน้า.
- ปราณี ดันตวินิช และไพวิภา สุทธิพงษ์. 2527. ค่าระดับ Electrolyte ปกติในเลือดของกระบือปลักไทย. เวชสารสัตวแพทย์ 14(1) : 1 - 5.
- สุพิศ จินดาวณิก. 2524. ชีวเคมีคลินิก เล่ม 2. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 261 หน้า.

1. แคลเซียม

- สุรเชษฐ์ อุษณกรกุล. 2537. สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของช้าง. เอกสารประกอบการบรรยายโครงการฝึกอบรมผู้ดูแลสุขภาพช้างเบื้องต้น ณ ศูนย์อนุรักษ์ช้างไทย จังหวัดลำปาง. 11 หน้า.
- อำนาจ คอวนิช. 2505. ความรู้เรื่องช้าง กองทำไม้ภาคเหนือ จังหวัดลำปาง. 1 - 14.
- Brown, I.R.F. and P.T. White. 1980. Elephant blood haematology and chemistry. *Comp. Biochem. Physiol.* 65 B: 1 - 12.
- Capen, C.C. and T.J. Rosol. 1989. Calcium-Regulating and Hormones and Diseases of Abnormal Mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism In *Clinical Biochemistry of Domestic Animal* (Kaneko, J.J. editor) 4th ed. Academic Press, Inc. 678 - 752.
- Hill, F.W.G. and D.A. Smith. 1990. Clinical chemistry values for free-ranging elephants (*Loxodonta africana*) in Hwange National Park. *Zimbabwe Veterinary Journal.* 21(1) : 33 - 42.
- Niemuller, C.,P.A. Gentry and R.M. Liptrap. 1990. Longitudinal study of haematological and biochemical constituents in blood of the Asian elephant (*Elephas maximus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 96 A(1): 131 - 134.
- Sreekumar, K.P. and G. Nirmalan. 1989. Mineral status in the blood of Indian elephants. *Indian Journal of Animal Sciences.* 59(10) : 1253 - 1258.
- Underwood, E.J. 1981. *The Mineral Nutrition of Livestock.* 2nd ed. Page Bros(Norwich) Ltd. Norwich. England. 180 p.
-