

ผลการให้แร่ธาตุต่อความเข้มข้นของระดับแร่ธาตุในเลือดโค

ที่ปล่อยและเก็บในสภาพทุ่งหญ้าธรรมชาติ

วัชรินทร์ วาณะมะ^{1/}

อุคร เสนากัสป^{1/} พิไลวรรณ พลพิช^{2/} สาหิส ผลภาค^{3/}

มาฆวิภา ผลภาค^{3/} ศิริพันธุ์ วักคักเพอร์^{3/}

บทคัดย่อ

การเสริมแร่ธาตุแก่โคและเก็บในทุ่งหญ้าธรรมชาติ และได้รับหญ้าแห้งคุณภาพต่ำ ในฤดูแล้ง ระหว่างเดือนตุลาคม 2531 - มีนาคม 2532 พบว่าโคกลุ่มที่ให้แร่ธาตุเสริมบริโภครแร่ธาตุในปริมาณน้อยมาก เฉลี่ยตัวละ 10 กรัมต่อวัน ผลการวิเคราะห์เลือด จำนวน 3 ครั้ง และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างระหว่างโคทั้งสองกลุ่ม ระดับฟอสฟอรัสในการตรวจวัดครั้งที่ 2 และ 3 ต่ำลงกว่าการตรวจครั้งที่ 1 ($P < .01$) แต่ก็อยู่ในเกณฑ์ของค่าฟอสฟอรัสปกติ ระดับฮีโมโกลบินต่ำลงในการตรวจวัดครั้งที่ 3 ($P < .05$) ในขณะที่ Alkaline phosphatase, serum glutamic oxalacetic transaminase และ creatinine สูงขึ้น ($P < .01$, ($P < .05$, ($P < .05$) ตามลำดับ ระดับยูเรียในเลือดต่ำลงอย่างมาก อัตราส่วนระหว่าง BUN/serum creatinine ในการตรวจครั้งที่ 3 เท่ากับ 4.05 : 1 ซึ่งแสดงว่าโคขาดพลังงานและโปรตีนอย่างมาก โคกลุ่มที่ได้รับการเสริมแร่ธาตุและไม่ได้รับการเสริมแร่ธาตุสูญเสียน้ำหนักตัวระหว่างวันที่ 21 ธันวาคม 2531 - 23 มีนาคม 2532 เฉลี่ย 32.29 และ 34.14 กิโลกรัม ตามลำดับ

* โครงการวิจัยลำดับที่ 13-0356-32

1/ กองอาหารสัตว์

2/ ฝ่ายวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์

3/ ศูนย์วิจัยและรับส่งโรคสัตว์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น
กองวิชาการ

Effect of Mineral Supplement on the Level of Blood
constituents of Cattle Grazing Native Pasture *

Watcharin Wakama^{1/}

Udorn Senakas^{1/} Piliwan Polperch^{2/} Satis Pholpark^{3/}

Marnwika Pholpark^{3/} Siripan Wapakpetch^{3/}

Abstract

Mineral supplement to cattle grazing on native pasture and
fet ruzi hay (after seed harvested) during dry season (October, 1987
to March, 1988). Consumption of mineral mixed of supplement group
average were 10 g/h/d Daily gain and blood constituents of with and
without supplement group were not significant difference. Serum
phosphorus were lower in the third than the others ($P < .01$),
however, there're remained in normal level (5.04 mg/dl). Hemoglo-
bin and blood urea nitrogen reduced 'n the third collection ($P < .05$)
whilst alkaline phosphatase, serum glutamic oxalacetic transaminase
and serum creatinine were increased ($P < .01$, $P < .05$ and $P < .05$),
respectively, BUN/Serum creatinine ratio were 4.05:1 which indicated
high energy and protein deficiencies. Average body weight lost were
32.29 and 34.14 Kilograms during December 21, 1987 to March 23, 1988.
in two groups, respectively.

* Research Project No. 13-0356-32

^{1/} Division of Animal Nutrition.

^{2/} Animal Nutrition Laboratory, Division, Division of Animal
Nutrition.

^{3/} Northeast Regional Research and Diagnostic Center, Khon Kaen.

คำนำ

การเลี้ยงโคของเกษตรกร โดยปล่อยหะเล็มในทุ่งหญ้าธรรมชาติหรือตามที่ว่าง
ขอบคันนาโดยที่ไม่ได้เสริมอาหาร โคอาจจะได้รับแร่ธาตุบางชนิดน้อยกว่าความต้องการโดย
เฉพาะในแหล่งซึ่งดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทำให้เจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร สุขภาพทรุดโทรม
และน้ำหนักลดในฤดูที่อาหารค่อนข้างขาดแคลน โดยหะเล็มในภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งได้
รับการเสริมโซเดียม สามารถให้ผลผลิตรวมเพิ่มขึ้น (Falvey, 1980) การเสริมแร่ธาตุ
ให้แก่โคหะเล็มในหมู่บ้านภาคกลางพบว่า การสนองตอบของโคในฤดูแล้งดีกว่าในฤดูฝน และทำให้
อัตราการผสมติดสูงขึ้น (Tumwasorn, 1980) ในทางตรงข้าม Vijichulata et al
(1981) ไม่พบความแตกต่างระหว่างโคกลุ่มที่ได้รับการเสริมแร่ธาตุ และไม่ได้รับการเสริม
แร่ธาตุที่ปล่อยเลี้ยงหะเล็มในแปลงหญ้าชนบรี เวชมาหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตกำแพงแสน
การให้แร่ธาตุเสริมแก่โคหะเล็มในทุ่งหญ้าธรรมชาติในประเทศอินโดนีเซีย บราซิล และเปรู
พบว่า การเจริญเติบโตของโคกลุ่มที่ได้รับการเสริมแร่ธาตุดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมแร่ธาตุ
(McDowell, 1981)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งกินส่วนใหญ่เป็นดินทรายปนคิ ร่วน
จึงมีค่อนข้างขาดความอุดมสมบูรณ์โดยส่วนใหญ่มีปริมาณแคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม
โซเดียมและฟอสฟอรัส ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจัดอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำจนถึงต่ำ (เพิ่มพูน,
2527) พืชอาหารสัตว์ที่ขึ้นในดินเหล่านี้จึงอาจมีแร่ธาตุบางชนิดต่ำไปด้วย โคซึ่งได้รับแร่ธาตุ
จากอาหารสัตว์เพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ซึ่งอาหารค่อนข้างขาดแคลน และมี
คุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำ จะได้รับโภชนาไม่เพียงพอตามความต้องการของร่างกาย การให้
แร่ธาตุเสริมอาจจะช่วยให้การกินได้และการย่อยได้ของโคสูงขึ้น อันจะมีผลให้การสูญเสีย น้ำ
หนักตัวไม่สูงมาก และสุขภาพสัตว์ดีขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองที่สำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น พื้นที่แปลงเลี้ยงสัตว์เป็นหมู่บ้านธรรมชาติในถิ่นชุกโคราช มีสภาพใกล้เคียงกับการเลี้ยงโคของเกษตรกรในพื้นที่ทุ่งหญ้าสาธารณะในหมู่บ้าน วางแผนการทดลองแบบ Group comparison ใช้โคทั้งชุดคุณสมบัติเมืองบราห์มัน ระดับสายเลือดพื้นเมืองค่อนข้างสูง จำนวน 14 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 7 ตัว ในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยโคเพศผู้ 4 ตัว และเพศเมีย 3 ตัว กลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ย 209.28 กิโลกรัม และกลุ่มที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ย 190.14 กิโลกรัม อายุเฉลี่ยประมาณ 2 ปี โคทั้งสองกลุ่มเลี้ยงโดยปล่อยให้หะเล็มหญ้าธรรมชาติร่วมกัน ในเวลากลางวัน แยกกลุ่มขังคอกในเวลาเย็น กลุ่มเปรียบเทียบ (Control) ไม่ได้รับการเสริมแร่ธาตุ กลุ่มที่ 2 มีแร่ธาตุผงวางให้เลี้ยงกันโดยอิสระ (Free choice) ภายในคอก ทั้งสองกลุ่มมีน้ำสะอาดให้กินได้ตลอดเวลา ทำการทดลองระหว่างวันที่ 20 ตุลาคม 2531 ถึง 24 เมษายน 2532

ในระยะที่ผลผลิตในแปลงหญ้าธรรมชาติไม่เพียงพอสำหรับการหะเล็ม (24 กุมภาพันธ์ ถึง 24 เมษายน 2532) โคได้รับอาหารข้นแห้ง (หลังเก็บเกี่ยวเมล็ด) ซึ่งน้ำหนักโคทุกตัวทั้งสองกลุ่มทุกระยะเวลา 1 เดือนตลอดการทดลอง เก็บตัวอย่างเลือดจำนวน 3 ครั้ง (20 ตุลาคม 2531, 18 มกราคม 2532 และ 29 มีนาคม 2532) แยกเก็บซีรัม วิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟอรัส ทองแดง ซีลีเนียม Alkaline phosphatase (ALP), Glutamic oxalacetic transaminase (GOT), Creatinine และ Blood Urea Nitrogen (BUN) เก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ในแปลงที่โคหะเล็มและหญ้าที่แห้ง (หลังเก็บเกี่ยวเมล็ด) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน Acid detergent fiber, Neutral detergent fiber, Lignine แคลเซียม ฟอสเฟอรัส แมกนีเซียม แมงกานีส ทองแดง เหล็ก สังกะสี และ ซีลีเนียม

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก กระจกแร่ธาตุและเอนไซม์จะนำมาหาค่า Means
เปรียบเทียบ Group Comparison โดย t-test และหากพบว่าทั้งสองกลุ่มไม่มีความ
แตกต่างกันจะวิเคราะห์ข้อมูลรวมกันโดยวิเคราะห์ one-way analysis of variance
เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการรักษาแต่ละครั้ง โดยวิธี Duncan's multiple
range tests.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ระหว่าง 20 ตุลาคม 2531 - 18 มกราคม 2532 โคทั้งสองกลุ่มทะเล
เดิมในแปลงหญ้าพื้นเมือง โดยที่ผลผลิตหญ้าเริ่มลดลง จากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทาง
เคมี (ตารางที่ 1) พบว่าอาหารธรรมชาติผสม มีปริมาณโปรตีนประมาณ 6.85 เปอร์เซ็นต์
ปริมาณ Cell Wall 67.57 เปอร์เซ็นต์ ค่าพลังงาน 7.361 ME MJ/Kg DM.
แคลเซียมและฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.66 ± 0.24 และ 0.19 ± 0.09 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง
ตามลำดับอยู่ในเกณฑ์พอเพียงตามที่ NRC (1978) ระบุว่าควรมีแคลเซียมในอาหารประมาณ
 $0.40 - 0.24$ และฟอสฟอรัส $0.22 - 0.18$ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง อัตราส่วนระหว่าง
แคลเซียมต่อฟอสฟอรัสในหญ้าพื้นเมืองผสมมีค่าประมาณ $3.4 : 1$ ซึ่งเป็นอัตราที่ไม่กว้าง
เกินไปนัก แมงกานีสมีค่าค่อนข้างสูงกว่าปกติ คือ 788 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง
สังกะสีมีค่าเฉลี่ย 32.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ต่ำกว่าระดับ NRC (1978)
ระบุเล็กน้อยคือ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซีลีเนียมมีค่าเฉลี่ย 0.03 มิลลิกรัม
ต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ต่ำกว่า NRC (1978) ซึ่งระบุว่าควรมีซีลีเนียมในอาหาร
ประมาณ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง อย่างไรก็ตามระดับซีลีเนียมในปริมาณ
 $0.03 - 0.04$ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งในพืชอาหารสัตว์ในทุ่งหญ้าของประเทศ
นิวซีแลนด์ สามารถทำให้การเจริญเติบโตของแกะเป็นปกติและไม่แสดงอาการขาดซีลีเนียม
แต่อย่างใด (Hartley and Grand, 1961 อ้างโดย Underwood, 1981)

ในระยะเวลาที่โกแทะเต็มในทุ่งหญ้าดังกล่าวแล้ว โกทคองสามารถเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ย

9.52 กรัมต่อวัน (20 ตุลาคม 2531 - 21 ธันวาคม 2531)

ระดับแร่ธาตุในปัสสาวะในการตรวจวิเคราะห์ครั้งแรก (20 ตุลาคม 2532) แตกต่าง
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโกทั้งสองกลุ่ม โดยมีระดับฟอสฟอรัสเฉลี่ย 7.01 ± 1.23
mg/dl ทองแดง 0.59 ± 0.19 ug/ml และซีลีเนียม 50.97 ± 17.18 ug/ml

(ตารางที่ 2) ระดับ ALP, SGOT, Creatinine ซีโมโกลบิน ฮีมาโตคริต BUN และ
BUN/Serum Creatinine อยู่ในภาวะปกติ

เก็บตัวอย่างเลือดและตรวจวิเคราะห์ครั้งที่ 2 (18 มกราคม 2532) พบว่า
ระดับฟอสฟอรัสเฉลี่ยลดลงและแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโกทั้งสองกลุ่ม มีค่า
เฉลี่ย

Feed/Period fed	CP (%)	NDF (%)	ADF (%)	Lignin (%)	Ca (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Zn mg/kg	Se ug/kg
Mixed native													
Grasses (20/10/88-18/1/89)	6.85	67.57	47.32	8.46	0.66	0.19	0.09	0.22	0.05	788.83	-	32.6	29.5
												+13.7	+42.28
Ruzi hay (after seed harvested)	1.99	70.86	44.83	7.71	0.25	0.04	0.64	0.22	159.4	41.2	167.3	25.8	107.8

Table 2. Means of serum minerals, Hematocrit(PCV), Hemoglobin, Alkaline phosphatase (ALP). and Serum Glutamic Oxalacetic Transaminase(SGOT) level.

Date	P.,**mg.dl	Cu.ug/ml	Se,ng/ml	PCV. %	Hemoglobin* g/100 g	ALP* i.u./l	SGOT* u/l
20/10/88	7.01±1.23 ^a	0.59±0.19	50.97±17.18	39.85	15.35 ^a	46.71±11.05 ^b	24.14±6.24 ^b
18/1/89	5.39±0.84 ^b	0.64±0.13	56.70±15.89	36.50	14.45 ^a	44.0±10.06	27.21±4.66 ^b
23/3/89	5.04±0.50 ^b	0.59±0.08	50.85±7.51	36.00	10.46 ^b	62.42±12.57 ^a	30.85±6.18 ^a

(**) Difference at 99 percent and (*) at 95 percent level in DMRT.

Table 3. Msans of BUN. Serum Creatinine and BUN/Serum Creatinine ratlo.

Date	BUN*(mg/dl)	Creatinine*(mg/dl)	BUN/Serum Creatinine ratio
20/10/88	35.55 ^a	1.39 $\pm$ 0.9 ^b	25.57:1
18/1/89	18.90 ^b	1.87 $\pm$ 0.26 ^a	10.10:1
23/3/89	7.86 ^c	1.94 $\pm$ 0.63 ^a	4.05:1

(*) Difference at 95 percent level in DMRT

5.39 0.48 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร แต่ต่ำกว่าการตรวจวิเคราะห์ครั้งที่ 1 ($P < .05$) ในทำนองเดียวกันกับระดับ BUN ต่ำกว่าครั้งที่ 1 ($P < .05$) ในขณะที่ Creatinine สูงขึ้น ($P < .01$) อัตราส่วน BUN/Serum Creatinine ประมาณ 10.10:1 (ตารางที่ 3) ซึ่งบ่งชี้ว่าโคทั้งสองกลุ่มขาดโปรตีน และมีการสลายตัวของกล้ามเนื้อ (สุพิศ, 2524 ; ปราณีและคณะ, 2523) อย่างไรก็ตาม ทองแดง ซีลีเนียม ALP และ SGOT ไม่แตกต่างจากการตรวจวิเคราะห์ครั้งที่ 1

ในช่วงเวลา 19 มกราคม ถึง 24 มีนาคม 2532 แปลงหญ้าเป็นผลผลิตไม่พอเพียงสำหรับการเพาะเลี้ยง โคได้รับอาหารขึ้นแห้ง (หลังเก็บเกี่ยวเมล็ด) จากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีพบว่ามีความชื้นโปรตีน 1.99 เปอร์เซ็นต์ Cell wall 70.86 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักแห้ง กล่าวได้ว่ามีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำมาก โคทั้งสองกลุ่มบริโภคน้ำขึ้นแห้งประมาณตัวละ 2.95 0.20 กิโลกรัมต่อวัน ประมาณค่าพลังงานที่โคได้รับ 20.80 ME MJ/d และโปรตีนรวมประมาณ 50.70 กรัมต่อวัน ซึ่งต่ำกว่าระดับความต้องการพลังงานและโปรตีนสำหรับการดำรงชีพ (maintenance requirements) ซึ่งโคที่มีน้ำหนักประมาณ 200 กิโลกรัม ต้องการพลังงานประมาณ 27.15 ME MJ/d และโปรตีนรวมประมาณ 299 กรัมต่อวัน (Kearl, 1982)

ปริมาณพลังงานและโปรตีนจากอาหารที่โคได้รับไม่พอเพียงแม้เพื่อการดำรงชีพมีผลให้โคสูญเสียน้ำหนักและร่างกายทรุดโทรมอันเนื่องมาจากการสลายตัวของเนื้อเยื่อทำให้โคไม่มีความอยากกินอาหาร (anorexia) ขาดความต้านทานโรค ประมาณ 24 กุมภาพันธ์ 2532 พบว่าโคเกิดโรคพยาธิในเลือด trypanosomiasis ติดต่อกันกระปือ ทำการรักษาโดยใช้ Samorin Trypamidum (Isometamidium Chloride) โคสูญเสียน้ำหนักตัวมากในช่วงระยะเวลานี้

ตัวอย่างเลือดและซีรัมในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 (29 มีนาคม 2532)

ระดับ ALP, SGOT, Creatinine สูงขึ้น การตรวจวัดในครั้งที่ 2 ($P < .01$)

และ BUN ต่ำลง ($P < .01$) BUN/Serum Creatinine เท่ากับ 4.05 : 1
ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าโรคไตโปรตีนอย่างมาก และเกิดการสลายตัวของเนื้อเยื่ออย่างมากเช่น
(Acute tubular necrosis) อย่างไรก็ตามระดับโพสฟอรัส ทองแดง และซีดีเอ็นเอ
ในซีรัมลดลงเล็กน้อย

Table 4. Average roughage and estimated ME and Protein Intake.

Period	19/1/89-29/3/89
Avg. roughage	
Intake (kg/h/d)	2.95 ± 0.20
* ME intake (MJ/D)	20.80
CP intake (G/d)	58.70

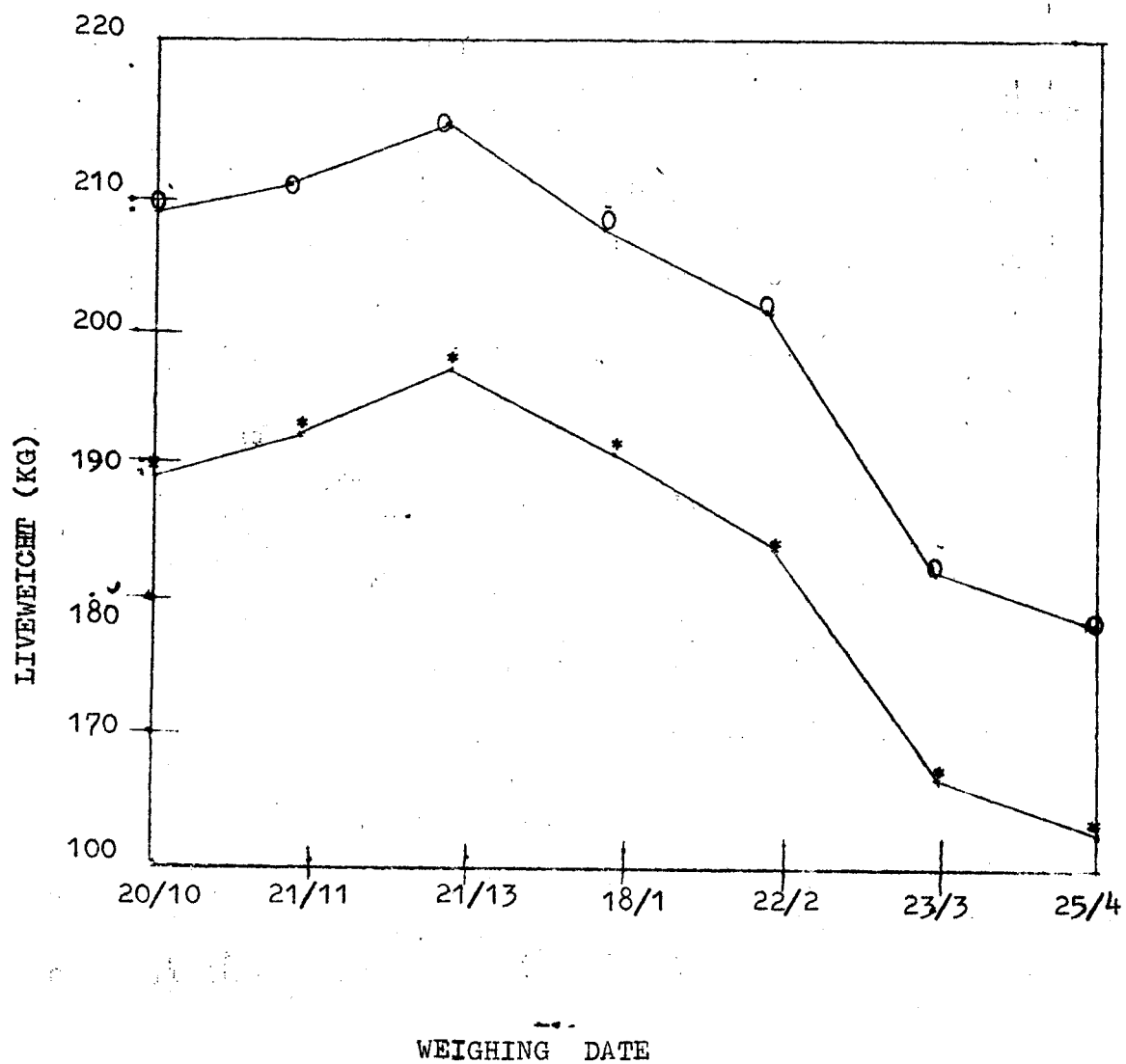
* Estimated from Morgan (1979) equation;

ME MJ/kgDM = $13.5 - 0.14 \% \text{ CP} - 0.15 \% \text{ ADF}$

Table 5. Composition of minerals mixed.

Ingredient	
Dicalciumphosphate	16.7 kg
Salt	4.6 kg
Cupric Sulfate	39.37 g
Zinc oxide	49.81 g
Sodium Selenate	0.24 g

CHANGES IN LIVWEIGHT OF CATTLES



O NON SUPPLEMENT

* SUPPLEMENT

แตกต่างจากการตรวจวิเคราะห์ครั้งที่ 2 โดยที่ระดับฟอสฟอรัสอยู่ในเกณฑ์ปกติ ทั้งนี้อาจจะเกิดจากฟอสฟอรัสที่ถูกชะล้างออกจากกระดูกและจากการสลายตัวของเนื้อเยื่อ

การทดลองครั้งนี้พบว่าในภาวะที่โภชนาการขาดแคลนโภชนะ เช่น พลังงานและโปรตีนอย่างรุนแรง การให้แร่ธาตุผสมเกลือไม่ทำให้ปริมาณการกินโคของอาหารขางสูงขึ้น โคกลุ่มที่ได้รับการเสริมแร่ธาตุ ผสม (ตารางที่ 5) บริโภคแร่ธาตุในปริมาณที่ต่ำมากโดยเฉลี่ยประมาณ 10 กรัมต่อตัวต่อวัน จึงทำให้ผลที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างระหว่างโคทั้งสองกลุ่ม การสูญเสียน้ำหนักโคระหว่างวันที่ 21 ธันวาคม 2531 ถึง 23 มีนาคม 2532 เฉลี่ย 34.14 และ 32.29 กิโลกรัมต่อตัว ทั้งสองกลุ่มตามลำดับ (รูปที่ 1) เป็นไปเช่นเดียวกับรายงานผลการเสริมแร่ธาตุแก่โคและเฒ่าในทุ่งหญ้าแพน (bamboo grasses) ในฤดูแล้งที่อัตราการขาดเฒ่า 1.1, 2.1 และ 3.2 b.ha⁻¹ ทำให้น้ำหนักลดลง 20, 20 และ 32 กิโลกรัมต่อตัว และแม้ว่าจะเลี้ยงในทุ่งหญ้าปรับปรุงในฤดูแล้งที่อัตราการขาดเฒ่า 2.1, 3.2 และ 4.3 b.ha⁻¹ ก็ยังมีผลให้โค สูญเสียน้ำหนัก 9, 17 และ 31 กิโลกรัมตามลำดับ (โครงการปรับปรุงทุ่งหญ้า มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1984)

การเสริมแร่ธาตุให้แก่โคและเฒ่าโดยเฉพาะในฤดูแล้งที่อาหารขาดแคลน และมีคุณภาพต่ำในครั้งต่อไปจำเป็นต้องควบคู่ไปพร้อม ๆ กับการเสริมอาหารพลังงานและโปรตีนอย่างน้อย เพื่อการดำรงชีพ (maintenance) ซึ่งอาจจะมีผลให้โคบริโภคแร่ธาตุได้มากขึ้นและโคมีสุขภาพดีขึ้น

กิจกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบคุณ นายราชูชัย มณีคุณย์ นางเชาวลนวิ โรจนสถิตย์ นางวอนนีย์ กาญจนพิบูลย์ ดร.สมใจ ศรีทาเคิม ดร.อุทัย พิเศษต์ ดร.แววจักร กองพลพรหม นายวัชรินทร์ บุญภักดี นางฉายแสง ไช้แก้ว นายอิทธิา วรจินดา นางสาวจันทนา บุญประภาพิทักษ์ นายเกรียงไกร โชประการ นายวิทยา สุมาณาลัย และเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความแนะนำ อนุญาตให้ใช้เครื่องมือวัดทดลองและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลง

เอกสารอ้างอิง

- ปราณี สิงห์ประเสริฐ กุมรา ศาสตราจารย์ บุญจรรณ รุ่งปิติรังสี โชคชัย สักตะไพโรจน์
วันงาม กองเกตุใหญ่ ปิยะรัตน์ โอภาสเกียรติกุล วัฒนา เตี้ยวัฒนา.
2529 พยาธิ วิทยาคลินิก. คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัย
มหิดล บางกอกน้อย กรุงเทพฯ 219 หน้า
- เพิ่มพูน กীরติกสิกร. 2527 ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. โครงการสิ่งตีพิมพ์
ทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยความร่วมมือ
จากสถานทูตแคนาดาประจำประเทศไทย. 250 หน้า
- สุพิศ จินดาพิศ. 2524. ชีวเคมีคลินิก. เล่ม 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
212 หน้า
- Blood, D.C., O.M. Radostitis and J.A. Henderson. 1983. Veterinary
Medicine. 6th ed. Baillie're Tindall, Eastbourne, London.
- Falvey. L. 1980. Sodium and phosphorus supplementation studies in
the Thai highlands In: Proc. of 1st seminar on Mineral Nu-
trition in Thailand, February 4, Dept. of Anim. Sci Faculty
of Agril., Kasetsart University. Bangkok. Thailand.
- Kearl. L.C , 1982. Nutrient requirements of ruminants in developing
countries. International Feedstuffs Institute, Utah Agricul-
tural Experiment Station., Utah State University, Logan,
Utah, USA.

Kearl, L.C. 1984. Khon-Kaen University Pasture Improvement project.

Final Report. Faculty of Agriculture, Khon-Kaen University.

Khon-Kaen, Thailand.

McDowell, L.R., J.H. Conrad and J.K. Loosli. 1981. Mineral deficiencies

and toxicities for grazing ruminants in the tropics. In:

Proc. of 2nd Seminar on Mineral Nutrition in Thailand, April

28, (Ed. P. Vijchulata and S. Tumwasorn) Kasetsart University.

Bangkok, Thailand

NRC. 1978. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Natt. Acad. Sci.,

Washington, D.C.

Tumwasorn, S., C. Najasingha. C. Kaewphrommarn and A. Wanitchart.

1980. Mineral supplementation for one-fourth American-

Brahman crossbred calves in the village. In: Proc. of 1st

Seminar on Mineral Nutrition in Thailand. February 4, Dept.

of Anim. Sci., Faculty of Agri., Kasetsart University,

Bangkok, Thailand

Tumwasorn, S., 1981. Response of beef calves to mineral supplement

in the central Thai villages. In: Proc. of 2nd Seminar on

Mineral Nutrition in Thailand, April 28, Kasetsart University

Underwood, H.J., 1981. The mineral nutrition of livestock. 2nd ed.,

Commonwealth Agricultural Bureaus, England.

Vijchulata, P., T. Srisak and P. Pruksasrt. 1981. Effects of mineral supplements on growth and mineral status of cattle grazed on pard-grass (Brachiaria mutica) Pasture. Dept. of Anim. Sci. Kasetsart University, Bangkok, Thailand