หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานผลการวิจัย

ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ปี พ.ศ.2525

เรื่อง

การศึกษาระดับของทองแดง โคบอลต์ และซีลีเนียม ในเซรุ่มของโคนม พืชอาหาร อาหารข้น และดินที่มวกเหล็ก

The Determinations of Cu, Co and Se level in sera of dairy cattle, fodders, concentrated feed and soil at Muaklek

โดย

อายุส พิชัยชาญณรงค์

ประภา ลอยเพ็ชร

ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร

พิภพ จาริตภากร

ธเนศร ทิพยรักษ์

นพคุณ ล่วนประเสริฐ

สุทัศน์ เจริญยวัญ

สมชาย ผลดีนานา

คิริเชิญ โกมลวานิช

ภานุมาศ เจริญเนติศาสตร์

หน่วยสรีรวิทยา

ภาควิชาสรีรวิทยา

คณะสัตวแพทยศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตุลาคม 2530

สารบาญ

	หน้า
สารบาญตาราง	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
บทนำ	1
อุปกรณ์และวิธีการ	1
ผลการทดลองและวิจารณ์	8
สรุป	17
เอกสารอ้างอิง	18

สารบาญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	8
ตารางที่ 2	9
ตารางที่ 3	10
ตารางที่ 4	11
ตารางที่ 5	12
ตารางที่ 6	15
ตารางที่ 7	17

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ที่อนุญาตให้ใช้โคทดลอง และยินยอมให้เจ้าหน้าที่องค์การฯ มาร่วมวิจัย และขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ หัวหน้าภาควิชาสัตวบาล และภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุญาตให้ใช้เครื่อง spectrophotofluorometer เครื่องบดอาหาร และเครื่อง atomic absorption spectroscopy ตามลำดับ และขอขอบคุณ Dr.G. Ellis, Animal Science Department, University of Florida, Gainsville, Florida, สหรัฐอเมริกา ที่ได้กรุณานำผักอาหารบางตัวอย่างไปวิเคราะห์ เพื่อใช้ตรวจสอบความแม่นยำของการวิเคราะห์ที่กระทำที่คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษานี้ได้รับเงินอุดหนุนวิจัย - งบประมาณแผ่นดินประจำปี 2525

บทนำ

อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี เป็นอาณาบริเวณที่มีการพัฒนาการเลี้ยงโคอย่างจริงจัง จนกระทั่งประสบความสำเร็จ กล่าวคือเกษตรกรสามารถยึดเป็นอาชีพได้ ในการนี้ได้มีการแก้ไขปรับปรุงทุ่งหญ้า อาหาร คอกอาคัย การเลี้ยงดู การผสมบำรุงพันธุ์ ตลอดจนการรักษาและป้องกันโรค

ณ พื้นที่นี้ แร่ธาตุบางอย่างในพืชอาหารที่จำเป็นต่อสุขภาพมีน้อยไป บางชนิดก็ไม่มีเลย เช่น ไอโอดีน และซีลีเนียม (ยอด วัดนลินรู้, 2506) เนื่องจากการวิเคราะห์กระทำประมาณ 20 ปีที่แล้ว ตลอดเวลาที่ผ่านมาสภาพแวดล้อมที่อำเภอมวกเหล็กได้เปลี่ยนไปอย่างมาก เช่น ป่าไม้ถูกตัดทำลายเกือบหมด ทำให้เกิดภาวะแห้งแล้ง อากาศร้อนขึ้น และเมื่อฝนตกก็จะชะล้าง ทำให้ดินยากแร่ธาตุบางอย่างได้ พืชอาหารที่ปลูกในบริเวณนี้ก็จะยากธาตุเหล่านี้ไปด้วย ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าโคที่กินพืชอาหารเหล่านี้ก็จะเกิดภาวะยากธาตุบางชนิดได้ นี่เป็นสิ่งดูงใจให้คณะวิจัยมาศึกษางานนี้ เพื่อจะได้ทราบว่าขณะนี้ ทองแดง สังกะสี และซีลีเนียมในพืชอาหารและดินมีปริมาณเท่าใด ในเวลาเดียวกันจะได้วิเคราะห์หาธาตุทั้ง 3 นี้ในอาหารข้น อาหารแร่ธาตุที่ทาง อสค. จัดให้โคว่ามีปริมาณเท่าใด และดูการสนองตอบของโคต่อการได้รับธาตุทั้งสามจากอาหารและแร่ธาตุที่เสริมเข้าไป จึงได้วิเคราะห์หาธาตุทั้งสามในเซรุ่มโคไปพร้อม ๆ กัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ใช้โคนมพันธุ์ผสม 40 ตัวของ อสค. มวกเหล็ก สระบุรี โดยเจาะโลหิต 10 มล. จากเส้นโลหิตดำจูกูลาร์ของ

ลูกโคเมีย	อายุ 1 เดือน	5 ตัว
ลูกโคเมีย	อายุ 6 เดือน	5 ตัว
ลูกโคเมีย	อายุ 1 ปี	5 ตัว
โคสาว	อายุ 2 ปี	5 ตัว
แม่โคออกลูกได้ 1 เดือน		5 ตัว
แม่โคกำลังให้นม		5 ตัว
โคผู้ขุน		5 ตัว
โคพ่อพันธุ์		5 ตัว

2. ใช้ลูกโคเพศเมียและผู้ อายุ 6 เดือน อย่างละ 20 ตัว โดยเจาะโลหิต เช่น ข้อ 1. กระทำเป็น 3 ระยะ คือ

2.1 มกราคม ตรงกับกลางฤดูหนาว ขณะนั้นลูกโคได้กินทั้งหญ้าสดและหญ้าหมัก

2.2 พฤษภาคม ตรงกับปลายฤดูร้อนหรือต้นฤดูฝน ลูกโคอายุ 10 เดือน กินหญ้าสด และหญ้าหมัก

2.3 กันยายน ตรงกับปลายฤดูฝน ลูกโคอายุได้ 14 เดือน กินพืชอาหารสัตว์อย่างเดียว

เก็บพืชอาหาร อาหารข้น แร่ธาตุ และดินจากแปลงที่เก็บตัวอย่างพืชในระยะทั้ง 3 พร้อม ๆ กันไปด้วย

3. ถ่ายโลหิตที่เจาะได้เข้าหลอดทดลอง ตั้งที่อุณหภูมิห้อง 3-4 ชั่วโมง แล้วเข้าเครื่องปั่นความเร็วประมาณ 2,500 รอบต่อนาที ดูดแยกเซรุ่มด้วยพาสเตอร์ปิเปต ถ่ายเข้าขวดโพลีโพไพลีน ปิดฝาให้แน่น แล้วนำไปเก็บในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -20°ซ.

4. ตัวอย่างพืชอาหาร

ดำเนินการเก็บตัวอย่างตามวิธีของ ปิยา โสภณ (2528) ดังรายละเอียด

หญ้าสด สุ่มเก็บตัวอย่างให้มากจุดที่สุด ตัดใบ และลำต้นในช่วงความยาวที่เครื่องเก็บเกี่ยวตัด เก็บตัวอย่างสดประมาณ 1 กก. นำไประเหยน้ำโดยเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 65°ซ. ใช้กรรไกรเหล็กไม่เป็นสนิมตัดหญ้าแห้งนี้เป็นชิ้น ๆ ยาวประมาณ $\frac{1}{2}$ ซม. นำไปบดด้วยเครื่องบดโดยใช้ตะแกรง 20 mesh เก็บตัวอย่างในขวดโพลีโพไพลีน แล้วนำไปเก็บในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20°ซ.

หญ้าหมัก เก็บมา 1 ตัวอย่าง ขั้นต่อไปดำเนินการเช่น หญ้าสด

5. อาหารข้น แร่ธาตุ เก็บในขวดโพลีโพไพลีนปากกว้าง ปิดฝาเกลียวให้แน่น เก็บขวดอาหารข้นไว้ในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -20°ซ. ส่วนขวดแร่ธาตุเก็บในตู้เย็นธรรมดา

6. ตัวอย่างดิน นำมาตากในที่ร่ม ก้าเอียก อบด้วยไฟอินฟราเรด โดยให้อุณหภูมิที่ก้อนดินไม่เกิน 70°ซ. ถ้าปริมาณดินไม่มากให้เก็บเข้าขวดพลาสติกเก็บที่อุณหภูมิห้อง

แต่ถ้าตัวอย่างดินมาก นำดินร่วนมาพูนเป็นรูปกรวย ตบปลายกรวยให้ราบลง ตัดกรวยทะแยงมุม แบ่งเป็น 4 ส่วน ๆ ละเท่า ๆ กัน ทิ้งส่วนที่อยู่ตรงกันข้างไป 2 ส่วน นำส่วนที่เหลืออีก 2 ส่วนมารวมกัน ถ้ายังมีตัวอย่างเหลืออยู่มาก ก็นำมาแบ่งลี่ซ้ำอีก จนได้ปริมาณที่ต้องการ (นิศา โสภณ, loc. cit.)

7. ก่อนนำไปย่อย นำพืชอาหาร อาหารข้น แร่ธาตุ และดิน มาเข้าตู้อบอุณหภูมิ 65°ซ. เพื่อไล่ความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่ง แล้วนำเข้าตู้อบอีก จนกระทั่งน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ แล้วชั่งตัวอย่าง 1 กรัม เทใส่ขวดรูปชมพู่ปากแคบ ขนาด 125 มล.ปิดด้วยกระจกนาฬิกา

สำหรับเชื้อรุ่น เอาออกจากตู้แช่แข็ง ตั้งทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องจนละลายหมด ดูดตัวอย่าง 1 มล. ใส่ขวดรูปชมพู่ปากแคบขนาด 125 มล. ปิดปากขวดด้วยกระจกนาฬิกา เช่นกัน

8. ย่อยตัวอย่างทุกชนิด เพื่อวิเคราะห์ ทองแดง สังกะสี และซีลีเนียม เติมกรด HNO_3 เข้มข้นลงไป 10 ml. ปิดปากขวดด้วยกระจกนาฬิกา ตั้งค้างคืน วันรุ่งขึ้นนำไปตั้งบนเตาไฟฟ้า ปรับอุณหภูมิไม่เกิน 70° ซ. รอจนกระทั่งน้ำยาใส นำลงจากเตาไฟฟ้าปล่อยให้เย็น แล้วเติม 70% $HClO_4$ 2.5ml. ตั้งบนเตาไฟฟ้าต่อ ค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิจนเดือด แต่ต้องไม่สูงเกินไปที่จะทำให้ซีลีเนียมเสียหายออกมา ย่อยต่อไปจนกระทั่งเกิดควันสีขาวของ $HClO_4$ นำขวดลง แกว่งขวดรอบ ๆ เพื่อให้น้ำยาเย็นลง แล้วเติมกรดHNO_3 เข้มข้น 2-3 หยด นำไปตั้งบนเตาให้ความร้อนต่อ ถ้าเกิดควันสีน้ำตาล แสดงว่าสารอินทรีย์ถูกย่อยไม่หมด ต้องเติม HNO_3 ลงไปอีก แล้วนำไปย่อยต่อจนกระทั่งน้ำยาไม่เป็นสีน้ำตาลหรือสีเหลือง และมีควันขาวของ $HClO_4$ ออกมาอีกครั้ง แสดงว่าการย่อยถึงที่สุด แล้วยกขวดลง ปล่อยให้เย็น นำไปวิเคราะห์หาทองแดง และสังกะสี ถ้าจะวิเคราะห์หาซีลีเนียม เติม 3 มล. HCl (1+9) แล้วปิดด้วยกระจกนาฬิกา ยกขึ้นจากเตาไฟฟ้า ปรับอุณหภูมิ 50°ซ. เมื่อมีการกลั่นกลับนาน 20 นาที ยกขวดปล่อยให้เย็น แล้วนำไปวิเคราะห์

9. วิเคราะห์หาปริมาณซีลีเนียมโดยวิธีของ Olson และคณะ(1975) และ Whetter และ Ullrey (1978) ด้วย Aminco-Bowman Spectrophotofluorometer ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

9.1 นำตัวอย่างที่ย่อยแล้วจากข้อ 8 เติมน้ำยา hydroxylamine EDTA* 10มล. cresol red**2-3หยดสารละลายจะมีสีชมพูม่วง หยด NH_4OH(1+1) ทีละหยด ด้วยกระดาษ pH ให้ได้เท่ากับ 2 หรือ สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอมส้ม เติมน้ำ deionize จนได้ปริมาตรประมาณ 50 มล. เขย่าให้เข้ากัน ปิดด้วยกระจกนาฬิกา นำไปดำเนินการต่อไปตามข้อ 9.2 หรือตั้งไว้ค้างคืน

9.2 การทดลองในขั้นนี้ ทำในห้องมืด

เติมสารละลาย DAN*** 5มล. ลงไปในขวดซึ่งมีตัวอย่างจากข้อ 9.1 เขย่าแล้วนำไปวางที่ water bath อุณหภูมิ 50 ซ. นานครึ่งชั่วโมง แล้วนำมาวางในอุณหภูมิห้อง เติม cyclohexane ลงไป 6 มล. ปิดปากขวดด้วยพาราฟิลม์ นำไปวางบนเครื่องเขย่า เขย่านาน 5 นาที ช่วงนี้ DAN จะทำปฏิกริยากับซีลีไนท์ เกิดสารเชิงซ้อนPiazoselenol และจะถูกสกัดเข้าไปอยู่ใน cyclohexane

9.3 ยกขวดออกจากเครื่องเขย่า เติมน้ำ deionize ลงไปจนระดับคอขวดขึ้นของ cyclohexane จะขึ้นมาอยู่ที่ปากขวด ดูด cyclohexane ด้วย พาสเตอร์ปิเปตขนาดประมาณ 3 มล. ถ่ายใส่หลอดทดลองขนาด 5 มล.

9.4 ถ่าย cyclohexane ที่ดูดมาได้ลงไปใน cuvette นำไปวัดด้วย spectrophotofluorometer ด้วยความยาวคลื่นที่ Excitation 369 นาโนเมตรและ Emission 525 นาโนเมตร

---

*ละลาย disodium EDTA 9กรัม ในน้ำ deionize 900มล. เติม hydroxylamine hydrochloride 25 กรัม ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำ deionize จนครบ 1 มล.

**ละลาย o-cresolsulfonaphthalein 0.05 กรัม ในน้ำ deionize 1 มล.

***นำ2,3-Diaminonaphthalene(DAN)100 มก. ใส่ในบีกเกอร์ แล้วนำเข้าห้องมืด เติม 0.1N HCl ครั้งแรก 2-3 หยด แล้วจึงเติมที่เหลือจนครบ 100 มล. เขย่าให้เข้ากัน เทใส่ separating funnel เติม cyclohexane 20มล. เขย่า เก็บส่วนล่างของ DAN ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เก็บน้ำยา DAN ที่บริสุทธิ์ในขวดสีน้ำตาล เอาไว้ในที่มืดและเย็นอายุใช้งานของน้ำยานี้ประมาณ 2-3 สัปดาห์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 54

ทุกครั้งที่วิเคราะห์หาปริมาณซีลีเนียม ต้องเตรียม blank* และน้ำยาซีลีเนียมมาตรฐาน 1ชุด**

9.5 การคำนวณใช้สูตร

ปริมาณซีลีเนียม ug/g $= \frac{\text{ug ซีลีเนียมในน้ำยามาตรฐาน x O.D. ของตัวอย่าง}}{\text{O.D.ของน้ำยามาตรฐาน x น.น.ตัวอย่างg}}$

10. ความเที่ยงของการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้

10.1 โดยวิเคราะห์หาซีลีเนียมใน Orchard leaves นี้ด้วยวิธีเดียวกัน ซึ่งมีซีลีเนียม 0.07 ppm เทียบกับ 0.08 $\pm$ 0.01 ppm ซึ่งหาโดย National Bureau of Standard

10.2 วิเคราะห์หาซีลีเนียมในหญ้าจากมวกเหล็ก โดยเอา 6 ตัวอย่างมาpool แล้วนำไปแบ่งวิเคราะห์หา 5 ครั้ง ปรากฏว่ามีซีลีเนียมอยู่ 0.048 $\pm$ 0.01ppm หรือ CV = 0.9%

11. วิเคราะห์ปริมาณทองแดง และสังกะสี โดยใช้ Varian Atomic Absorption Spectrophotometer AA 775 Series และ CRA - 90 carbon rod โดยมีรายละเอียดดังนี้

11.1 การหาปริมาณทองแดง

ในเซรุ่มโค ใช้ sample 100 ul เติม 0.05% HNO_3 200 ul การเตรียม standard curve ใช้วิธี standard addition โดยเตรียม standard ทองแดง ให้ความเข้มข้นของทองแดงเท่ากับ 5,10,15 และ20ppm ใน 2% HNO_3

---

* blank นั้นใช้ กรด HNO_3 เข้มข้น 10 มล. และ 70% $HClO_4$ 2.5 มล. ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มล. ดำเนินการย่อยตามข้อ 8

** เติมน้ำยาซีลีเนียมมาตรฐาน 1,2 และ 3 มล. ลงในขวดรูปชมพู่แต่ละใบ แล้วเติมกรด HNO_3 เข้มข้น 10 มล. ตามด้วย 70% $HClO_4$ 2.5 มล. ย่อยพร้อม ๆ ตัวอย่างตามข้อ 8

วิธีการ

Standard 0 ใช้น้ำ 100 ul + pool serum 900 ul

" 1 ใช้ 5 ppm. Cu 100 ul + pool serum 900 ul

" 2 ใช้ 10ppm. Cu 100 ul + pool serum 900 ul

" 3 ใช้ 15ppm. Cu 100 ul + pool serum 900 ul

" 4 ใช้ 20 ppm.Cu 100 ul + pool serum 900 ul

ดูด standard 100 ul + 0.05% HNO_3 200 ml ผสมให้เข้ากัน

นำ standard และตัวอย่างฉีดเข้าไปใน carbon tube atomizer ให้เครื่องอยู่ในภาวะดังต่อไปนี้

Lamp current	5 mA
SBW (special band width)	0.5 nm
ความยาวคลื่น	324.7 nm
อัตรา N_2 ที่เข้าไป	3 ลิตร/นาที
Dry 100°C	40 วินาที
Ash 900°C	30 วินาที
Atomize 2000°C	2 วินาที

วัด peak area หรือ peak height ก็ได้

การหาทองแดงในหญ้า อาหารข้น และดิน

ใช้ digested sample จากข้อ 8 โดยตรง

ต้องเตรียม standard curve ด้วย โดยใช้ standard copper โดยให้ความเข้มข้นของทองแดงเท่ากับ 0.25, 0.5, 1.0, 2 และ 5 ppm. ใน 1 % $HClO_4$

วิธีการใช้ มีการผลิต atom อิสระโดยใช้เปลวไฟ air-acetylence โดยให้เครื่องอยู่ในสภาพ

Lamp current	3.5 mA
SBW	0.5 nm
ความยาวคลื่น	324.7 nm

ความเที่ยงของการหาทองแดงโดยวิธีนี้ ตัวอย่างหนึ่ง ๆ หาทองแดง 3 ครั้ง(triplicate) แล้วหาค่าเฉลี่ย

11.2 การหาปริมาณสังกะสี

ในเซรุ่ม เลือจางเซรุ่มประมาณ 1: 4 หรือ 1 : 5

การหา standard curve ใช้วิธี standard addition

ผสิต atom อิส่ระโดยใช้เปลวไฟ air-acetylene เช่นกัน โดยให้เครื่องอยู่ในส่ภาพ

Lamp current 5 mA

SBW 1.0 nm

ความยาวคลื่น 213.9 nm

ส่วนการหาสังกะสีในหญ้า อาหารข้น และดิน ใช้ digested sampleจากข้อ 8 standard curve หาได้โดยใช้น้ำยา standard ความเข้มข้นสังกะสี 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 ppm. ในน้ำ deionize

atom อิส่ระในกรณีนี้ใช้เปลวไฟ air--acetylene ซึ่งเครื่องอยู่ในส่ภาพ

Lamp current 5 mA

SBW 1.0 nm

ความยาวคลื่น 213.9 nm

ความเที่ยงของวิธีการหาสังกะสีโดย Atomic Absorption

Interassay CV = 4.05%

Intraassay CV = 2.14%

12. การวิเคราะห์ทางส่ถิติ ใช้ Student's t test เพื่อเปรียบเทียบระดับของธาตุทั้งส่ามในเซรุ่ม พืชอาหาร อาหารข้น แร่ธาตุ และดิน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของทองแดง สังกะสี และซีลีเนี่ยม (ppm) ในเซรุ่มโค 8 กลุ่ม

ประเภทของโค และอายุ	จำนวน สัตว์	ทองแดง	สังกะสี	ซีลีเนี่ยม
ลูกโคเมีย 1 เดือน	5	0.68 ± 0.07^{A}	1.19 ± 0.15^{A*}	0.13 ± 0.02
ลูกโคเมีย 6 เดือน	5	0.80 ± 0.07^{AB*C*D}	1.13 ± 0.17^{B*}	0.15 ± 0.01
ลูกโคเมีย 1 ปี	5	0.65 ± 0.13^{E}	1.13 ± 0.23^{C}	0.12 ± 0.03
ลูกโคเมีย 2 ปี	5	0.64 ± 0.07^{B*F}	1.88 ± 0.42^{A*B*CDE}	0.11 ± 0.04
แม่โคตกลูก 1 เดือน	5	0.66 ± 0.15^{G}	1.33 ± 0.39	0.13 ± 0.03
โคให้นม	5	0.95 ± 0.16^{EFGH*I*}	1.17 ± 0.23^{D}	0.13 ± 0.03
โคผู้ขุน	5	0.56 ± 0.10^{C*I*}	1.29 ± 0.25^{E}	0.15 ± 0.01
โคผู้พ่อพันธุ์	5	0.64 ± 0.08^{DH*}	1.67 ± 0.54	0.14 ± 0.04
รวม	40	0.70 ± 0.15	1.38 ± 0.39	0.13 ± 0.03

อักษรเหมือนกันหรือร่วมกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) *($P < 0.01$)

ตามตารางที่ 1 ลูกโคเมียอายุ 6 เดือนมีทองแดงในเซรุ่มสูงกว่าลูกโคเมียอายุ 1 เดือน และโคพ่อพันธุ์ ($P < 0.05$) และสูงกว่าลูกโคเมียอายุ 2 ปี และโคผู้ขุน ($P < 0.01$)

โคกำลังให้นมมีทองแดงสูงสุด คือ 0.95 ± 0.16 ppm ซึ่งสูงกว่าลูกโคเมีย 1 ปี 2 ปี และแม่โคเมียตกลูก 1 เดือน ($P < 0.05$) และยังสูงกว่าโคผู้ขุน และโคผู้พ่อพันธุ์ ($P < 0.01$)

การแตกต่างของทองแดงในเซรุ่มโค 8 กลุ่มนี้สอดคล้องกับ Underwood (1966) เสนอไว้ว่า อายุ การตั้งท้อง โรค ระดับทองแดงในอาหาร และเรโประหว่างทองแดง โมลิบดีนัม กำมะถัน ล้วนทำให้ระดับทองแดงในโลหิตเปลี่ยนไปได้

สำหรับระดับสังกะสีในเซรุ่ม โคสาว 2 ปีสูงสุดในโค 8 กลุ่มนี้ คือเท่ากับ 1.88 ± 0.42 ppm. ซึ่งสูงอย่างมีนัยสำคัญต่อลูกโคเมียอายุ 1 และ 6 เดือน ($P < 0.01$) และต่อลูกโคเมียอายุ 1 ปี โคนมและโคผู้ขุน ($P < 0.05$)

จะเห็นว่าระดับสังกะสีในเซรุ่มแม่โคหลังตกลูกได้ 1 เดือน ต่ำกว่าลูกโคเมีย 2 ปี ซึ่งสอดคล้องกับ Dufty (1977) ว่าระดับสังกะสีในพลาสมาลดลงอย่างเห็นได้ชัดในแม่โคที่เพิ่งตกลูก ความจริงแล้วควรจะเจาะโลหิตโคท้องแก่เพื่อเปรียบเทียบกันหลังตกลูก 1 เดือน แต่ไม่ได้ทำ เพราะเกรงอันตรายจะเกิดกับโคท้องแก่ได้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระดับสังกะสี (ppm) ในเซรุ่มโคนมที่ อส.ค กับค่าที่มีการหาไว้แล้ว

โคนม อส.ค.	โคนมต่างประเทศ (Wegner,et al,1973)	โคพื้นเมือง (มาลินีและคณะ,2525)	โคนมราชบุรี (มาลินีและคณะ,2526
1.38 ± 0.39 (0.36 - 2.56)	0.85 - 1.75	3.4 - 5.2	3.18 ± 0.49

จากตารางที่ 2 ระดับสังกะสีในเซรุ่มโคนมของอส.ค. 40 ตัว คละเพศ และทุกอายุ เฉลี่ยเท่ากับ 1.38 ± 0.39 หรือมี range ระหว่าง 0.36 - 2.56 ppm ส่วน Wegner และ คณะ (1973) หาได้ในโค คือ ระหว่าง 0.85 - 1.75 ppm มาลินี สัมโภคาและคณะ (2525) พบว่า โคพื้นเมืองที่สกลนคร ตาก และสุโขทัย มีสังกะสีระหว่าง 3.4 - 5.2ppm ซึ่งอาจเกิดจากกินหญ้าที่มีสังกะสีสูง คือ 113.6 - 242 ppm สำหรับโคนมที่หนองโพ ราชบุรี ในเซรุ่มมีสังกะสี 3.18 ± 0.49 ppm (มาลินี สัมโภคาและคณะ, 2526)

McDowell (1976) เล่นอว่าระดับสังกะสีในเซรุ่มสัตว์เคี้ยวเอื้อง 0.4 ppm ถือว่าขาดสังกะสีได้แล้ว จากการวิเคราะห์เซรุ่มโค 40 ตัว ที่อส.ค. พบว่าลูกโคขุน หมายเลข 460 มีสังกะสี 0.36 นอกนั้นสูงกว่า 0.4 ppm ทั้งสิ้น

จากแถวตั้งที่ 5 ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของซีลีเนียมในเซรุ่มโค 40 ตัว เท่ากับ 0.13 ± 0.03 ppm ระดับซีลีเนียมของโค 8 กลุ่ม อยู่ระหว่าง 0.11-0.15 ppm

ระดับปกติของซีลีเนียมในโลหิตโค Bisjberg และคณะ(1970) หาได้เท่ากับ 0.08 ppm ถ้าใช้เซรุ่มระดับย่อมต่ำกว่านี้ ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าโคทั้ง 40 ตัวที่ทดลอง ไม่ขาดธาตุซีลีเนียม ถ้าเปรียบเทียบกับสัตว์อื่น ๆ ได้แก่ กระบือปลักที่ชลบุรีมีซีลีเนียม 0.067 ± 0.024 ppm (อายุล พิชัยชาญณรงค์, 2523) แกะมีซีลีเนียมระหว่าง 0.032 และ 0.035 ppm (มาเรียม แล่งมาลย์, 2529)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบระดับทองแดง สังกะสี และซีลีเนียม(ppm) ในเซรุ่มลูกโคเมีย 19 ตัวในฤดูต่าง ๆ

ฤดู (อายุ)	Cu	Zn	Se
กลางหนาว (6 เดือน)	0.85 ± 0.25	1.08 ± 0.2^{B*}	0.11 ± 0.04
ปลายร้อน(10 เดือน)	0.72 ± 0.17^{A***}	1.06 ± 0.23^{C**}	0.10 ± 0.02
ปลายฝน (14 เดือน)	0.91 ± 0.13^{A***}	0.87 ± 0.15^{B*C*}	0.10 ± 0.02

อักษรเหมือนกันหรือร่วมกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ

*($P < 0.01$), **($P < 0.005$), ***($P < 0.001$)

จากตารางที่ 3 ลูกโคเมีย 19 ตัว อายุ 14 เดือน ซึ่งตรงกับปลายฤดูฝน มีทองแดงในเซรุ่มในระดับสูงสุด คือ 0.91 ± 0.13 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับโลหิตที่เจาะตอนปลายฤดูร้อน ($P < 0.001$) ผลนี้ตรงกับผลของ Patel และ Menon (1967) ซึ่งศึกษาโดยใช้โคพันธุ์ Gir คือทองแดงในโลหิตระหว่างฤดูมรสุม (1.34 ppm) สูงกว่าฤดูร้อน (1.22 ppm)แต่ต่ำกว่าในฤดูหนาว (1.38 ppm) ส่วน Deb (1963-64) พบว่าในโคระดับทองแดงต่ำสุดคือ 0.67 ppm ระหว่างฤดูมรสุม ในฤดูหนาวเท่ากับ 1.11 ส่วนฤดูร้อนเท่ากับ 0.74 ppm โดยให้เหตุผลว่า ทองแดงในดินถูกฝนชะล้างไปมาก

053630

สังกะสีตอนกลางฤดูหนาว มีมากที่สุด คือ 1.08 ± 0.29 ppm มากกว่าเจาะตอนปลายฝน ($P < 0.01$) และระดับสังกะสีตอนปลายฤดูร้อนสูงกว่าปลายฝน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.005$)

ซีลีเนียมในโลหิตลูกโคเมียทั้ง10ตัว เกือบไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะเจาะในฤดูไหน

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบระดับทองแดง สังกะสี และซีลีเนียม(ppm) ในเซรุ่มลูกโคผู้ 19 ตัว ที่เจาะโลหิตได้ในฤดูต่าง ๆ

ฤดู (อายุ)	ทองแดง	สังกะสี	ซีลีเนียม
กลางหนาว (6 เดือน)	$0.68 \pm 0.20^{A*D}$	$1.14 \pm 0.26^{B**C*}$	0.09 ± 0.03
ปลายร้อน(10 เดือน)	0.81 ± 0.17^{D}	$0.84 \pm 0.20^{B**}$	0.09 ± 0.02
ปลายฝน(14 เดือน)	$0.87 \pm 0.15^{A*}$	$0.93 \pm 0.16^{C*}$	0.10 ± 0.02

อักษรเหมือนกันหรือร่วมกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) *($P < 0.005$), **($P < 0.001$)

ระดับทองแดงในเซรุ่มลูกโคผู้คล้ายของลูกโคเมีย คือ สูงสุดในปลายฝน และสูงอย่างมีนัยสำคัญกับกลางฤดูหนาว ($P < 0.005$) ส่วนที่เจาะในปลายหน้าร้อนสูงกว่าเจาะกลางฤดูหนาว ($P < 0.05$)

สำหรับสังกะสีในเซรุ่มลูกโคผู้ที่แตกต่างกัน คือ กลางหน้าหนาวอยู่ในระดับสูงสุด 1.14 ± 0.26ppm ซึ่งสูงกว่าปลายฤดูร้อน และปลายฤดูฝนที่ระดับความเชื่อมั่น 99.99 และ 99.95 % ตามลำดับ

การแตกต่างของระดับธาตุทั้งสามในเซรุ่มลูกโควัยเดียวกันแต่ต่างเพศ ดังนี้

พบว่ากลางฤดูหนาว ลูกโคเมียอายุ 6 เดือน มีทองแดงสูงกว่าลูกโคผู้วัยเดียวกัน ($P < 0.05$) ส่วนปลายฤดูร้อนและปลายฤดูฝนระดับทองแดงทั้งลูกโคเมียและผู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปลายฤดูร้อน ลูกโคเมียมีสังกะสีสูงกว่าลูกโคผู้อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.005$) นอกนั้นไม่แตกต่างกันอย่างเด่นชัด

ฤดูกาลทั้ง 3 ที่มวกเหล็กไม่มีอิทธิพลต่อระดับของซีลีเนียมในเซรุ่มของลูกโคทั้งเมียและผู้ (ตารางที่ 3 และ 4.) ระดับเฉลี่ยของซีลีเนียมของลูกโคเมียเท่ากับ 0.10 สูงกว่า 0.09 ppm ของลูกโคผู้เล็กน้อย

ตารางที่ 5 ปริมาณทองแดงในเซรุ่มโค พืชอาหาร อาหารยัน อาหารแร่ธาตุ และดิน(ppm) ที่อ่ลค มวกเหล็กใน 4 ฤดูกาล

ฤดูที่เก็บตัวอย่าง	ต้นฤดูหนาว	กลางฤดูหนาว	ปลายฤดูร้อน	ปลายฤดูฝน
เซรุ่มโค	0.70 ± 0.15 (40)	0.75 ± 24 (40)	0.77 ± 0.17 (39)	0.89 ± 0.14 (36)
หญ้าล่ด	2.67 ± 0.66 (6)	2.55 ± 0.90 (3)	1.94 (1)	6.4 ± 1.51 (3)
หญ้าหมัก	-	1.7	2.86	-
นมเทียม	-	3.85	-	-
อาหารยัน	ลูกโคเมีย* 26.99* ที่ยังไม่หย่านม โครุ่น 22.15** โคนม 9.22***	ลูกโคเมีย 33.17 ลูกโคผู้ 28.31 โคขุนผู้ 25.84	โครุ่น 16.62 (ผู้และเมีย)	โครุ่น 24.99 (ผู้และเมีย)
แร่ธาตุ	677.13****	1529.16		
ดิน	26.44 ± 8.73 (7)	36.51 (2)		20.69 ± 10 27 (4)

*อาหารลูกโคเมีย		** อาหารโครุ่น		***อาหารโคนม	
ข้าวโพด	500 กก.	มันเส้น	330 กก	ข้าวโพด	371 กก
กากเมืดนุ่น	280 กก.	กากถั่วเหลือง	40 กก.	มันเส้น	440 กก.
ปลาป่น	90 กก.	กากเมืดนุ่น	320 กก.	กากเมืดนุ่น	640 กก.
กากถั่วเหลือง	80 กก.	ปลาป่น	40 กก.	รำถั่วเขียว	520 กก.
แร่ธาตุ	50 กก.(5%)	แร่ธาตุ	30 กก.(3.95%)	แร่ธาตุ	60 (2.95%)
รวม	1000 กก.	รวม	760 กก.	รวม	2031 กก.

**** อาหารแร่ธาตุ. กระดูกป่น 175 กก. หินปูน 75 กก. เกลือป่น 250 กก. กำมะถัน 10 กก. ZnO 5 กก. MnO 10 กก. $MgSo_4$ 5 กก. $CoSO_4$ 300 กรัม KI 20 กรัม $CuSO_4$ 2.5 กก. Na selenite 20 กรัม

ตามตารางที่ 5 แถวตั้ง 2 เป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของระดับทองแดงในเซรุ่มโค 8 กลุ่ม จำนวน 40 ตัว เท่ากับ 0.70 $\pm$ 0.15 ppm ซึ่งยังอยู่ในช่วงปกติ ของปริมาณทองแดงในพลาสมาของโค ม้า แพะ แกะ และสุกร คือ 0.6 $\pm$ 1.5 ppm หรือ 1 ppm ระดับต่ำกว่า 0.6ppm ถือว่าโคและแกะนั้นขาด ทองแดง (Underwood, 1977)

ทองแดงในหญ้าสดที่อสค.ใช้เลี้ยงโค มีทองแดงค่อนข้างต่ำ คือ ตั้งแต่ 1.94-2.67ppm (น้ำหนักแห้ง) ยกเว้นหญ้าที่ตัดตอนหน้าฝน มีทองแดงสูงถึง 6.4 $\pm$ 1.51 ppm ซึ่งสอดคล้องกับระดับทองแดงในเซรุ่มลูกโคเมียและผู้ซึ่งขึ้นสูงสุด (ตารางที่ 3 และ 4) เมื่อประมาณ 20ปีที่แล้วได้มีการทำปริมาณทองแดงในพืชอาหารเลี้ยงโคหลายชนิดที่มวกเหล็ก ปรากฏว่าหญ้ากัวตีมาลา มีต่ำสุด คือ 2.65 สูงสุด คือ หญ้าโมแลสมีทองแดง 7 ppm (ยอด วัฒนสินธุ์ loc.cit) Teixeira และคณะ(1971) ได้รายงานว่าหญ้าแถบตอนกลางบราซิลมีทองแดงน้อยไป คือ อยู่ระหว่าง 2.50 ถึง 3.03 ppm

ปริมาณทองแดงในหญ้าหมักที่ให้โคกินระหว่างฤดูหนาวและร้อนมีไม่มากนัก คือ 1.7 และ 2.86 ppm ตามลำดับ

นมเทียมมีทองแดง 3.85ppm นับว่าสูงถ้าเทียบกับน้ำนมโคที่จำหน่ายในสหรัฐอเมริกามีทองแดงเพียง0.086 ppm (Murthy และ Rhea, 1971)

สำหรับปริมาณทองแดงในอาหารขั้นต้นฤดูหนาว ลูกโคยังไม่หย่านม มีสูงสุด คือ 26.99 ppm สำหรับโครุ่นลดลงเป็น 22.15 ของโคนมมี 9.22 ppm ที่แตกต่างกัน เพราะปริมาณแร่ธาตุที่เติมลงไปไม่เท่ากัน เช่น อาหารขั้น ลูกโคเติมแร่ธาตุ 5% อาหารโครุ่นเติมลงไป 3.95% ส่วนโคนม 2.95% นอกจากนี้สำหรับอาหารต่าง ๆ มีส่วนประกอบไม่เท่ากัน เช่นอาหารลูกโคยังไม่หย่านม 1000 กก. มีปลาป่น 90 กก. ของโคขุนมี 40 กก. ต่อน้ำหนักรวม 760 กก. หรือ 1000 กก. มีปลาป่น 52.6 กก. อีกประการหนึ่ง หน่วยคิดสูตรอาหาร อส.ค. เปลี่ยนส่วนประกอบตามฤดูกาล โดยพิจารณาราคาและปริมาณในตลาดเป็นเกณฑ์ เช่น อาหารโคขุน

ต้นฤดูหนาว	กลางฤดูหนาว	ปลายฤดูร้อน	ปลายฤดูฝน
มันเส้น	มันเส้น	มันเส้น	มันเส้น
กากถั่วเหลือง	ข้าวโพด	กากถั่วเหลือง	กากข้าวโพด
กากเมล็ดนุ่น	กากเมล็ดนุ่น	กากเมล็ดนุ่น	กากเมล็กนุ่น
	รำถั่วเหลือง	รำถั่วเหลือง	เมล็ดข้าวโพด
			รำถั่วเหลือง

การที่ส่วนประกอบไม่เท่ากัน และแตกต่างกัน ทำให้ปริมาณธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะทองแดงแตกต่างกันได้

ลูกโคอายุตั้งแต่ 4 เดือนขึ้นไป มีโอกาสเลียอาหารแร่ธาตุ ซึ่งมีให้ในถาดไม้ในคอกแต่ละคอก จากการวิเคราะห์อาหารแร่ธาตุที่เก็บต้นฤดูหนาว และกลางฤดูหนาวมีทองแดง 677.13 และ 1529.16 ppm ตามลำดับ

สำหรับทองแดงในดินที่เก็บในต้นฤดูหนาว และปลายฤดูฝนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในฤดูหนาว ทองแดงอยู่ในระดับ 26.44 $\pm$ 8.73 ppm ซึ่งจัดเป็นดินปกติ มีทองแดงระหว่าง 2.2 - 79.4 ppm (Horowitz และ Dantas, 1973) ถ้าดินมีทองแดงน้อยกว่า 0.96 ppm ถือว่าทุ่งหญ้านั้นขาดทองแดง อย่างไรก็ตามถ้าดินมีสารอินทรีย์มาก (organic soil) จะมีโบลิบดีนัมมาก แร่ธาตุที่ให้โคกินจำต้องมีทองแดงเพิ่มขึ้น (Chapman และ Kidder, 1966)

ตารางที่ 6 ปริมาณสังกะสี (ppm) ในเซรุ่มโค หญ้า อาหารข้น แร่ธาตุและดินที่อยู่ในบริเวณมวกเหล็ก

	ต้นฤดูหนาว	กลางฤดูหนาว	ปลายฤดูร้อน	ปลายฤดูฝน
โค	1.38 ± 0.39 (40)	1.14 ± 0.29 (40) A*B**	0.96 ± 0.24 (39) A*	0.89 ± 0.15 (36) B**
หญ้าสด	38.49 ± 5.9 (6)	34.34 ± 8.45 (3)	19.83 (2)	50.61 (2)
หญ้าหมัก	-	47.85	139.15	-
นมเทียม	-	56.95	-	-
อาหารข้น	ลูกโค 614.70 โครุ่น 493.40 โคนม 317.39	ลูกโคผู้ 505.00 ลูกโคเมีย 667.47 โคขุน 611.80	โคขุน 313.27	โคขุน 286.1
แร่ธาตุ	9663.29	9968.29		
ดิน	52.46 ± 8.33 (7)	50.67 (2)	45.18 (1)	48.8 ± 19.26 (4)

อักษรเหมือนกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *($P < 0.005$)

** ($P < 0.001$)

ระดับของสังกะสีในหญ้าสดที่ใช้เลี้ยงโคที่อล.ค ในกลางฤดูหนาวและแล้งต่ำ คือ 34.34 ± 8.45 และ 19.88 ppm ตามลำดับเมื่อเทียบกับ 50.61 ppm ของหญ้าที่ตัดระหว่างปลายฤดูฝน ค่าที่วิเคราะห์ได้นี้ตรงกันข้ามกับ Sousa (1978) ซึ่งรายงานว่าไม่ว่าจะเป็นพืชชนิดใด หรือปลูกด้วยกันชนิดใด ในฤดูแล้งมีสังกะสีสูงกว่าในฤดูฝน อย่างไรก็ตามหญ้าที่ตัดในฤดูหนาวและแล้งแก่ขึ้น ปริมาณของสังกะสีจะลดลง (Underwood, 1966) ซึ่งอาจจะใช้อธิบายผลที่หาได้

ดังได้กล่าวแล้วว่าหญ้าสดที่ใช้เลี้ยงโคระหว่างต้นฤดูหนาวถึงปลายฤดูร้อน มีสังกะสีระหว่าง 19.83-38.49 ± 5.9 ppm ถือว่าธาตุนี้ไม่เพียงพอ ถ้าถือตามรายงานของ Legg และ Sears (1960) ว่าโคที่เล็มหญ้าที่มีสังกะสี 18-42 หรือน้อยกว่า 50 ppm (Mc Dowell, 1976) จะแสดงการขาดธาตุนี้ อย่างไรก็ตาม NRC (1971) ได้วางเกณฑ์ไว้ว่าโคมีความต้องการสังกะสี 40 มก.ต่ออาหาร 1 กก. หรือ 40 ppm

ระหว่างกลางฤดูหนาวถึงกลางฤดูร้อน โคได้กินหญ้าหมักควบไปกับหญ้าสด หญ้าหมักมีสังกะสีค่อนข้างมาก คือ 47.85 และ 139.15 ppm

ลูกโคที่อล.ค ทั้งตัวผู้และตัวเมียจะได้กินนมเทียมวันละ 4 กก. ลูกโคผู้จะได้กินจนอายุได้ 2 เดือน ส่วนลูกโคเมียให้กินนาน 4 เดือน นมเทียมมีสังกะสี 56.95ppm ขณะเดียวกันลูกโคยังได้สังกะสีจากอาหารข้น ซึ่งมีสังกะสี 614 ppm พอหย่านม อาหารข้นสำหรับลูกโคผู้มีสังกะสี 505 ppm ของลูกโคเมีย 667.47 ppm อาหารข้นสำหรับโคขุนมีสังกะสี 611.80 ซึ่งสูงกว่าอาหารลูกโคผู้ประมาณ 106 ppm

อาหารข้นโคนมมีสังกะสี 317.39ppm อีกแหล่งหนึ่งที่โคจะได้รับสังกะสี คือ แร่ธาตุ ซึ่งมีสังกะสีอยู่ 9963.29 ppm

ปริมาณสังกะสีในดินที่เก็บจากทุ่งหญ้าของอล.ค ในเดือนธันวาคม มกราคม พฤษภาคม และกันยายนไม่แตกต่างกันมากนัก คืออยู่ระหว่าง 45-66 ppm ระดับวิกฤตของสังกะสีในดิน คือ 1.5 ppm ที่ทำให้ข้าวโพดที่ปลูกมีสังกะสี 14ppm (Shanchez,1976) ดังนั้น อาจสรุปได้ว่าดินบวกเหล็กที่อล.ค ทำทุ่งหญ้าเลี้ยงโค มีปริมาณสังกะสีมากพอ อย่างไรก็ตามมีปัจจัยบางอย่างในดินที่มีอิทธิพลต่อปริมาณของสังกะสีในพืช เช่น pH ในดินสูงทำให้ปริมาณของสังกะสีในพืชอาหารต่ำได้ (Sousa, loc.cit.)

ตารางที่ 7 ปริมาณซีลีเนียมในเซรุ่มโค หญ้า อาหารข้น แร่ธาตุและดินที่อ่าค มวกเหล็ก

(ppm)

ตัวอย่าง / ฤดูที่เก็บ	ต้นฤดูหนาว	กลางฤดูหนาว	ปลายฤดูแล้ง	ปลายฤดูฝน
เซรุ่มโค	0.13 ± 0.03 (40)	0.10 ± 0.03 (40)	0.10 ± 0.02 (39)	0.10±0.02 (36)
หญ้าสด	0.04 ± 0.02 (6)	กินนี 0.04 (1) หญ้าขน 0.13 0.08 ถั่ว (1)	กินนี 0.04 (1) หญ้าขน 0.12 0.08 ถั่ว (1)	-
หญ้าหมัก	-	0.03	0.04	-
นมเทียม	-	0.46	-	-
อาหารข้น				
- ลูกโคเมีย	1.06	0.90	-	-
- ลูกโคผู้	-	0.62	-	-
- โคขุน	0.32	0.97	0.85	-
- โคนม	0.43	-	-	-
แร่ธาตุ	13.96	39.56	-	-
ดิน	0.335 ± 0.072 (6)	แปลงปลูกหญ้ากินนี 0.98 0.61 แปลงปลูกหญ้าขน 0.25	0.84	-

ฤดูกาลไม่มีอิทธิพลต่อระดับซีลีเนียมในเซรุ่มโค ดังได้วิจารณ์แล้วในหน้า 12

หญ้าสดที่ตัดมาเลี้ยงโคมีปริมาณซีลีเนียมไม่แตกต่างกันมากนัก คือ อยู่ระหว่าง 0.03-0.13 ppm เป็นที่น่าสังเกต หญ้าขนที่มีต้นถั่วปลูกปนด้วยมีปริมาณซีลีเนียมสูงขึ้น คือ 0.12 - 0.13 ppm อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของซีลีเนียมในหญ้ากินนีและหญ้าขนบวกถั่วได้เท่ากับ 0.08ppm

พอสรุปได้ว่าปริมาณของซีลีเนียมในหญ้าสดที่มวกเหล็กไม่เพียงพอแก่ความต้องการของโค ทั้งนี้เพราะต่ำกว่า 0.10 ppm ซึ่งไม่เพียงพอทั้งสัตว์เคี้ยวเอื้องและไม่เคี้ยวเอื้อง (Conrad และ Mc Dowell, 1978)

ระหว่างฤดูแล้ง หญ้าสดขาดแคลน ทางอส.ได้นำหญ้าหมักไปเลี้ยงโค ซึ่งมีซีลีเนียมอยู่ระหว่าง 0.03-0.04 ppm Underwood (loc.cit) ถือว่า พืชอาหารใด ๆ ที่มีธาตุนี้ต่ำกว่า 0.05 ppm ทำให้สัตว์เกิดโรคขาดธาตุซีลีเนียม

นมเทียม อาหารข้นที่ให้ลูกโค และโคนมกินล้วนเป็นแหล่งที่โคจะได้รับซีลีเนียมเพิ่มเติม เป็นที่น่าสังเกตว่า อาหารข้นลูกโคเมีย อายุ 6 เดือน มีซีลีเนียม 0.90 ppm ซึ่งมากกว่า 0.62 ppm ในอาหารข้นของลูกโคผู้วัยเดียวกัน

เพื่อความแน่ใจว่าสัตว์จะไม่ขาดธาตุซีลีเนียม แร่ธาตุในถาดไม้ที่มีไว้ให้สัตว์เลียตามใจชอบ มีซีลีเนียมอยู่ระหว่าง 13.96 (ต้นฤดูหนาว) ถึง 39.56 ppm กลางฤดูหนาว

ผลของการวิเคราะห์ดินจากทุ่งหญ้าของอส. มวกเหล็ก มีซีลีเนียมอยู่ระหว่าง 0.23-0.98 ppm บริเวณใดที่มีน้อยกว่า 0.50 ppm ถือว่าเป็นดินที่มีธาตุซีลีเนียมไม่พอเพียง (Cary และคณะ, 1967)

สรุป

ผลการศึกษาระดับทองแดง สังกะสี และซีลีเนียม ที่อส. มวกเหล็ก มีดังนี้

ค่าเฉลี่ยและเปลี่ยงเบนของทองแดงในเซรุ่มโคนมลูกผสม 40 ตัวอท่ากับ 0.70 $\pm$ 0.15 ppm ระดับของธาตุนี้แตกต่างกันตามอายุ เพศ การให้นม และฤดูกาล สำหรับสังกะสีมีอยู่ 1.38 $\pm$ 0.39 ppm และเปลี่ยนแปลงตามภาวะต่าง ๆ เช่น ทองแดง ส่วนซีลีเนียมอยู่ในระดับ 0.13 $\pm$ 0.03 ppm ระดับของธาตุชนิดหลังนี้ค่อนข้างคงที่

พืชอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงโค มีทองแดง และสังกะสีน้อยไป คือ 1.94-2.67 กับ 19.83-38.49ppm ตามลำดับที่เหมือนกันคือปลายฤดูฝนมีธาตุทั้งสองนี้สูงคือ 6.4 ± 1.51 กับ 50.61 ppm ตามลำดับ หญ้าสัตว์มีซีลีเนียมไม่พอเพียง คือมี 0.04 ppm หญ้าขนสัตว์มีถั่วปนมีปริมาณซีลีเนียมสูงขึ้นคือ 0.12-0.13 ppm

หญ้าหมักมีทองแดง 1.7-2.86 ppm สังกะสี 48.35-139.15 ppm และมีซีลีเนียม 0.03-0.04 ppm

อาหารข้นสำหรับลูกโคเมีย โคขุน แมและแม่โคมีทองแดง สังกะสี แตกต่างกันจากมากไปน้อย ส่วนซีลีเนียม อาหารข้นของลูกโคเมียมีมากที่สุด ถัดมาเป็นของโคนม ของโคขุนมีต่ำสุด คือ มีอยู่ 0.32 ppm

สำหรับอาหารแร่ธาตุ มีทองแดง สังกะสี และซีลีเนียมในปริมาณที่สูง ทั้งนี้เพื่อความแน่ใจว่าสัตว์ไม่ขาดธาตุทั้งสาม

ส่วนดินจากทุ่งหญ้าที่มวกเหล็ก มีทองแดงระหว่าง 20.69 ± 10.27-36.51 ppm ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับปกติ สังกะสีมีมากพอ คือ อยู่ระหว่าง 45-52 ppm ซีลีเนียมในดินบางบริเวณมีไม่เพียงพอ คือมีอยู่ 0.25 และ 0.335 ppm

เอกสารอ้างอิง

มาเรียม แส่งมาลย์. การศึกษาระดับของซีลีเนียมในแกะที่ใช้เลี้ยงด้วยผักตบชวาสด และหญ้าแห้ง วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสรีรวิทยา, 2529.

มาลินี ลิ้มโภคา, ทวีวัฒน์ ทัศนวัฒน์, ธรัชชัย ศักดิ์ภูอร่าม. การศึกษาปัญหาแร่ธาตุในปศุสัตว์ในประเทศไทย. 1. การศึกษาปริมาณของแร่ธาตุในเลือดโค กระบือ หญ้าและดิน ในจังหวัดสกลนคร ตาก และสุโขทัย วารสารสัตวแพทย์ 3(1) 9-24, 2525

มาลินี ลิ้มโภคา รุ่งเจริญ กาญจโนมัย สมุทร ศิริเวชพันธุ์ จตุพร สมิตานนท์ นวรัตน์ สาครรัตน์. การศึกษาปัญหาของแร่ธาตุที่เกี่ยวข้องกับการผสมติดยากในโคนม. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

นิศา โล่ภณ. การเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์เพื่อวิเคราะห์. เอกสารจัดพิมพ์โดยงานวิเคราะห์อาหาร กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2528.

ยอด วัฒนสินธุ์. การเลี้ยงโคนมพันธุ์เรดเดนที่มวกเหล็ก. รายงานการประชุมวิชาการสายสัตวบาลและโรคสัตว์. ครั้งที่ 2, 2506.

อายุส พืชยาญณรงค์ ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร ประภา ลอยเพ็ชร ธำรงค์ วงศ์สมบูรณ์ สุรเชษฐ์ อุษณกรกุล โสภา ฉิระวงศ์อร่าม และกรรติกา ศิริเสนา. การศึกษาระดับของทองแดง โคบอลต์ และซีลีเนียมในเซรุ่มกระบือปลักในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย. เวชชสารสัตวแพทย์ 13(4) : 260, 2526.

Bisjberg,B.,Jochumsen,P., and Rasbech,N.O. Nord. Veterinaer med. 22, 532, 1970. อ้างโดยUnderwood, 1977 (loc.cit.)

Cary,E.E., Wieczorek,G.A., and Allaway,W.A.Reactions of selenite Se added to soils that produce low Se forages. Soil Sci.Soc. Am. Proc. 31 : 21, 1967. อ้างโดยConrad,J.H. and McDowell,L.R. (Loc.cit.)

Chapman,K.L. and Kidder,R.W. Copper and cobalt for beef cattle. Fla.Agr.Exp. Sta.Bull. 674, 1966 (อ้างโดย Sousa.loc.cit.)

Conrad,J.H. and McDowell,L.R. Latin American symposium on mineral research with grazing ruminants University of Florida, 1978.

Deb,N.C. Annual Report, Eastern Regional Animal Nutrition Research Centre, Harringhatta West Bengal 1963-64.
อ้างโดย Patel,B.M. and Menon,G.N. 1967.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Dufty,J. 1975. อ้างโดย Underwood, 1977 (loc.cit.)

Horowitz,A. and Dantas. The geochemistry of minor elements in Pernambuco soils. III. Copper in the zone litoral mata. Pesq. Agropec.Bras,Ser. Agron. 8 : 169. 1973.(อ้างโดยSousa, loc.cit.)

Legg,S.P. and Sears.L. Zino sulphate treatment of parakeratosis in cattle, Nature. 186, 1061, 1960.,

McDowell,Lu.P., Mineral deficiencies and toxicities and their effect on beef production in developing countries. In: Conference on beef cattle production counteries in 1976. Edenburgh อ้างโดย Conrad and McBowell (loc.cit.)

Murthy,G.K. and Rhea,U.S. Cadmium, copper, iron, lead, manganese, and zinc in evaporated milk, infant products, and human milk, J.Dairy Sci. 54 : 1001, 1971.

NRC. Nutritient requirements of dairy cattle, NO.3 National Academy of Science, Washington D.C. 1971.

Olson,O.E., Palmer,I.S. and Cary,E.E. Modification of the Official Fluorometric Method for Selection in Plants. J. of the A.OAC. 58(1). 117-121, 1975.

Patel,B.M. and Menon,G.N.. A study on the levels of copper and iron in the blood of Gir cattle. Ind.Vet.J. 44(12): 995-1001,1967.

Sanchez,P.A. Properties and management of soils in the tropics. John Wiley and Sons, New York, 568 pp.(อ้างโดย Sousa,loc.cit.)

Sousa, Julio Cesar De. Interrelationships among mineral levels in soil, forage, and animal tissues on ranches in northern Mato Grosso, Brazil. Ph.D. thesis, University of Florida, 1978.

Teizeira,T., Campos,J. Braga,J.M. and La Silva,D.J. Experientiae, Vicosa. 12(3) : 63, 1971. อ้างโดย Sousa (loc.cit.)

Underwood,E.J. The mineral nutrition of livestock. Food and Agriculture Organization of the United nations, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1966.

Underwood,E.J. Trace elements in human and animal nutrition. 4th ed. Academic Pres., New York, 1977.

Wegner, T.N., Pay,D.E., Loz,C.D. and Stott,G.H. Effect of stress on serum zino and plasma corticoids in dairy cattle. J. Dairy Sci. 56(6) : 748-752, 1973.

Whetter,P.A., and Ullrey,D.E. Improved fluorometric method for determining selenium. J. Assoc. OH Anal. Chem. 61(4), 927-930, 1978.