

ผลของวิธีการให้แร่ธาตุผงต่อการเจริญเติบโตและต้นทุน การผลิตในแกะขุน

กานดา นาคมนิ^{1/} ศศิธร ถิ่นนคร^{1/} จินดา สนิทวงศ์^{2/} สมจิตร อินทรมณี^{3/}

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้แกะลูกผสมพื้นเมือง x คอริเดล เพศผู้ตอนจำนวน 20 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 16.9 กิโลกรัม สุ่มเข้าทำการทดลองตามแผนการทดลองแบบ RCB จัดแกะโดยน้ำหนัก มี 5 ซ้ำ โดยแกะแต่ละตัวในซ้ำจะมีน้ำหนักใกล้เคียงกันและทำการสุมให้กินอาหารแตกต่างกัน 4 แบบ ดังนี้ คือ แบบที่ 1) ให้กินหญ้าหูกแห้งหลังเก็บเมล็ด เสริมอาหารชั้นสูตร 1 เต็มที่ และแร่ธาตุผงให้กินอิสระ แบบที่ 2) ให้หญ้าหูกแห้งหลังเก็บเมล็ด เสริมอาหารชั้นสูตร 2 (ผสมแร่ธาตุในสูตรอัตรา 3%) แบบที่ 3) ให้ฟางหมัก เสริมด้วยอาหารชั้นสูตร 1 เต็มที่ และให้แร่ธาตุผงกินอย่างอิสระ แบบที่ 4) ให้ฟางหมัก เสริมอาหารชั้นสูตร 2 เต็มที่ เพื่อศึกษาหาผลของวิธีการให้แร่ธาตุผงร่วมกับชนิดของอาหารหยาบต่อการเจริญเติบโต และต้นทุนการผลิตในแกะขุน ระยะเวลาการทดลอง 140 วัน ผลการทดลองพบว่า อัตราการเจริญโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ของแกะทั้ง 4 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เท่ากับ 109.42, 114.58, 100.98 และ 103.16 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณการกินอาหารได้โดยสมัครใจคิดเป็นน้ำหนักแห้งต่ำสุด ในพวกที่กินหญ้าหูกแห้งเสริมด้วยอาหารชั้นสูตร 2 เท่ากับ 72.86 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75} ต่อวัน ($p<0.05$) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยแกะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ใช้อาหาร 8.5, 7.34, 8.64 และ 8.6 กิโลกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าวิธีการให้แร่ธาตุผงที่ต่างกันไม่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของแกะ และไม่ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่างกัน

โครงการวิจัยลำดับที่ 38-0514-062

1/ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา 30130

2/ กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ 10400

3/ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40260

Study on Methods of Giving Minerals on Growth Performance and Feed Cost for Fat-Lamb

Ganda Nakamanee^{1/} Sasithorn Thinnakorn^{1/} Chinda Snitwong^{2/}
Somchit Intharamanee^{3/}

Abstract

Twenty cross bred (Native x Coridel) lambs averaging 16.9 kg initial body weight were randomly assigned to four experimental diets in randomized complete block design. Treatment were : 1) Ruzi straw + Concentrate formula 1 + free choice mineral 2) Ruzi straw + Concentrate formula 2 (3% mineral mixed in concentrate) 3) Urea – treated rice straw + Concentrate formula 1 + mineral free choice 4) Urea – treated rice straw + concentrate formula 2. The study was conducted to determine the affected of method of giving mineral with differences roughage on growth performance and feed cost for fat – lamb. Average daily gain were 109.42, 114.58, 100.98 and 103.16 gm. per day for treatment 1,2,3, and 4, respectively ($p>0.05$).

The lowest ($p<0.05$) voluntary intake was found in animals fed ruzi straw + concentrate formula 2 which gained 72.86 g/kg $w^{0.75}$ /d. There were no significant differences in feed conversion (feed/gain) between groups 1. (8.5), 2. (7.34) 3. (8.64) and 4. (8.6). It was concluded that methods of giving mineral did not affected on growth performance and feed cost for fat -lamb.

Research Project No. 38-0514-062

1/ Nakhon Ratchasima Animal Nutrition Research and Development Center, Pakchong District, Nakhon Ratchasima Province, 30130.

2/ Animal Nutrition Research Section, Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development, Bangkok, 10400.

3/ Khon Kaen Animal Nutrition Research and Development Center, Muang District, Khon Kaen Province, 40260.

คำนำ

แร่ธาตุนับเป็นปัจจัยในการช่วยสนับสนุนกระบวนการในการดำรงชีพและให้ผลผลิตของสัตว์ แม้ต้องการในปริมาณที่น้อย แต่เป็นโภชนาที่จำเป็นโดยเฉพาะในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งอาจได้รับไม่เพียงพอจากอาหารหยาบ กล่าวคือ ปริมาณแร่ธาตุในพืชอาหารสัตว์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของดินที่พืชเจริญเติบโต ชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโต ลักษณะภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อม (Underwood, 1981) การขาดแคลนแร่ธาตุในสัตว์เคี้ยวเอื้องมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับองค์ประกอบและโครงสร้างของดิน โดยเฉพาะปริมาณแร่ธาตุในดินและปัจจัยอื่น เช่น ระดับ pH ปริมาณความชื้น และอินทรีย์วัตถุในดิน (McDowell และคณะ, 1980 ; Ammerman and Goodrich, 1983) พื้นที่ใดขาดแร่ธาตุบางอย่างก็จะทำให้สัตว์ที่กินพืชขาดแร่ธาตุนั้น ๆ ไปด้วย ซึ่งจะแสดงออกมาได้ เช่น ผสมติดยาก ชูบผอม กระดูกอ่อน โลหิตจาง โตช้า เป็นต้น ปัจจุบันการเสริมอาหารแร่ธาตุทำได้สะดวกขึ้น ทั้งรูปผงและก้อน แต่แร่ธาตุก้อนที่นิยมใช้ปัจจุบันมีน้อย และส่วนใหญ่ยังคงซื้อของต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพง การใช้แร่ธาตุผงซึ่งเกษตรกรสามารถผสมได้เองอย่างไม่ยุ่งยากอาจจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ ดังนั้นจึงได้ดำเนินการศึกษาหาวิธีการเสริมแร่ธาตุผงอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์ จึงทำการศึกษาดทดลองในครั้งนี้ โดยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเสริมแร่ธาตุผงร่วมกับอาหารข้นและอาหารหยาบต่างชนิด เพื่อศึกษาสมรรถนะการผลิตตลอดจนต้นทุนการขุนแกะเพศผู้ตอน เป็นแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปศุสัตว์ นำข้อมูลที่ได้เผยแพร่ส่งเสริม และแนะนำเกษตรกรทั่วไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง ระหว่าง เดือน มกราคม – มิถุนายน 2539 ใช้แกะพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมือง x คอริเดล หย่านมที่อายุ 4 เดือน เพศผู้ตอน จำนวน 20 ตัว ทำการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดใหญ่ที่คอ ในช่วงเช้ามืดให้อาหาร นำไปแยกซีรัมเพื่อตรวจวิเคราะห์หา Ca, P, Mg, Cu, Zn และ Fe ก่อนนำเข้าทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 5 ซ้ำ แกะในแต่ละซ้ำจะสุ่มให้ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 4 แบบ คือ

แบบที่ 1 แร่ธาตุผงให้กินอิสระ และให้กินหญ้าที่แห้งเต็มที่ โดยเสริมอาหารข้นสูตร 1

แบบที่ 2 ให้หญ้าที่แห้งเต็มที่ และให้อาหารข้นสูตร 2 ผสมแร่ธาตุในสูตรอาหารข้น (ผสมแร่ธาตุในสูตรอัตรา 3%)

แบบที่ 3 ให้ฟางหมักเต็มที่และอาหารข้นสูตร 1 + แร่ธาตุผงให้กินอิสระ

แบบที่ 4 ให้ฟางหมักเต็มที่ และอาหารข้นสูตร 2 (ผสมแร่ธาตุในสูตรอัตรา 3%)

สำหรับฟางหมักยูเรีย ทำการหมักฟางด้วยยูเรีย (46% ไนโตรเจน) 6% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้โดยการผสมน้ำและฟางในอัตราส่วน 1 : 1 ทำการหมักเป็นกองคลุมด้วยพลาสติก ทิ้งไว้ 3 สัปดาห์แล้วนำไปผึ่งให้แห้งเก็บไว้เลี้ยงสัตว์ทดลองแกะทุกตัวจะเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว พื้นปูน ขนาด 2.5 x 2.5 เมตร ทำวัคซีน และถ่ายพยาธิก่อนทำการทดลอง มีน้ำให้กินโดยอิสระ แกะทุกกลุ่มจะได้รับอาหารชั้นที่มีโปรตีนประมาณ 13% ในอัตรา 3% ของน้ำหนักตัว กลุ่มที่ 1 และ 3 ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 1 ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 4 ได้รับอาหารชั้นสูตรที่ 2 โดยแบ่งให้กิน 2 มื้อ เช้า – เย็น ให้อาหารชั้นก่อนอาหารหยาบ แร่ธาตุผงในกลุ่มที่ 1 และ 3 จะวางให้เลี้ยงกินโดยอิสระตลอดการทดลอง เมื่อเริ่มทดลอง และทุก ๆ 2 สัปดาห์บันทึกน้ำหนักและจนสิ้นสุดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารหยาบชั้น และแร่ธาตุที่กินตลอดการทดลอง ใช้ระยะเวลาในการขุน 20 สัปดาห์ ทำการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดแกะทดลองทุกตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองนำไปแยกซีรัมตรวจวิเคราะห์แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ทองแดง สังกะสี และเหล็ก สุ่มตัวอย่างอาหารหยาบ อาหารชั้นวิเคราะห์หาโปรตีนหยาบ ไขมัน เยื่อใย เถ้า NDF Hemicellulose ADF Cellulose และ Lignin บันทึกต้นทุนค่าอาหาร ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยวิธี Analysis of variance และการตรวจสอบค่าความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple range test

ตารางที่ 1 สูตรอาหารชั้นที่ใช้ทดลอง

วัตถุดิบ	ราคา	ปริมาณ (กก.)	
	(บาท)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
รำละเอียด	5.50	20	16
ข้าวโพดบด	6.50	58	62
กากปาล์มกะเทาะเปลือก	2.50	10	10.8
ใบกระถินป่น	5.00	8	7
ยูเรีย	8.00	1	1.2
แร่ธาตุผง	19.20	-	3
รวม		97	100
ราคาอาหาร บาท/กก.		5.77	6.20

โภชนะโดยการคำนวณ 1/

โปรตีนหยาบ, %14.24 14.36

โภชนะย่อยได้ทั้งหมด, %72.31 71.02

1/ คำนวณคุณค่าทางอาหารตามมาตรฐานของ Kearnl, 1982

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของแร่ธาตุผงที่ตั้งให้แกะกินอิสระ และใช้ผสมในอาหารสูตร 2 ใน 1 กก. ประกอบด้วย

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	334
แมกนีเซียมออกไซด์	66
โปแตสเซียมคลอไรด์	304.4
เกลือบ่น	92
กำมะถันผง	40
เหล็กซัลเฟต	4.83
แมงกานีสซัลเฟต	2.259
คอปเปอร์ซัลเฟต	3.937
ซิงค์ออกไซด์	0.990
โคบอลท์ซัลเฟต	0.009
โซเดียมเซเลเนท	0.5
โปแตสเซียมไอโอไดน์	0.015
แคลเซียมคาร์บอเนต	151.054
รวม (กรัม)	999.99

หมายเหตุ สูตรของกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ โครงการอีสานเขียว

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าแห้ง ฟางหมักยูเรีย และอาหารข้น ดังแสดงในตารางที่ 3 หญ้าแห้งที่ใช้เป็นหญ้าแห้งหลังจากเก็บเกี่ยวเมล็ด จึงมีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำ คือ มีโปรตีน หยาบ 4.38% NDF 72.98% และ ADF 57.21% ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าหญ้าแห้งที่ใช้ในการทดลองของ ปัญญา และคณะ (2540) ซึ่งมีค่าโปรตีน 6.44% และ ADF 42.44% ส่วนฟางหมักยูเรียมีโปรตีนสูงกว่าหญ้าแห้ง คือ มีโปรตีน 7.70% ซึ่งสูงกว่า Promma และคณะ (1985) ที่รายงานว่ามีโปรตีน 6% อย่างไรก็ตาม แม้ว่าฟางหมักจะมีค่าโปรตีนสูงกว่าหญ้าแห้ง แต่มี NDF และ ADF ซึ่งเป็นส่วนที่ย่อยได้ยากสูงกว่า คือ มีค่า 77.40% และ 61.67% ตามลำดับ เมื่อเทียบแล้วคุณค่าทางอาหารก็จะไม่แตกต่างกันมากนัก อาหารข้นสูตรที่ 1 มีค่าโปรตีนสูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณเล็กน้อยคือมีค่าโปรตีน 15.85% ส่วนในสูตรที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคำนวณ คือ 14.10%

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าซีแห้ง ฟางหมัก อาหารชั้นสูตรที่ 1 อาหารชั้นสูตรที่ 2 (ที่ % วัตถุแห้ง) วิเคราะห์โดย งานวิเคราะห์ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง

ส่วนประกอบ (%)	หญ้าแห้ง	ฟางหมัก	อาหารสูตร 1	อาหารสูตร 2
Dry matter	89.89	89.54	89.18	89.38
Crude protein	4.38	7.70	15.85	14.10
Crude Fat	0.84	0.86	8.21	6.79
Crude Fiber	40.88	42.58	11.23	10.95
Ash	11.67	16.22	4.53	7.79
NDF	72.98	77.40	19.75	21.18
Hemicellulose	15.77	15.73	3.24	5.52
ADF	57.21	61.67	16.51	15.66
Cellulose	48.03	55.60	10.99	10.14
Lignin (ADL)	9.18	6.07	5.52	5.52
ราคา, บาท/กก.	1.25	1.67	5.77	6.20

ปริมาณอาหารที่กิน

พบว่าแกะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 กินอาหารหยาบ คิดเป็นวัตถุแห้งเฉลี่ยตลอดการทดลอง 247.4, 228.9, 254.6 และ 278.6 กรัม/ตัว ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณการกินนี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ ปัญญา และคณะ (2540) ซึ่งทดลองขุนแกะโดยใช้อาหารหยาบต่างกัน คือ หญ้าสด หญ้าแห้ง และใบกระถินแห้ง ซึ่งพบว่าแกะกินหญ้าสดและหญ้าซีแห้งคิดเป็นวัตถุแห้ง 0.26 และ 0.24 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ

แกะในกลุ่มที่ให้ฟางหมักร่วมกับอาหารชั้นสูตร 1 และให้แร่ธาตุอิสระจะกินอาหารชั้นได้มากกว่า ($p>0.05$) แกะกลุ่มที่กินอาหารชั้นสูตรที่ 2 ไม่ว่าจะให้ร่วมกับหญ้าซีแห้งหรือร่วมกับฟางหมัก ส่วนแกะกลุ่มที่ให้อาหารชั้นสูตรที่ 1 ร่วมกับหญ้าซีแห้ง และเสริมแร่ธาตุกินอาหารชั้นได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแกะทั้งกลุ่มที่กินหญ้าซีแห้งร่วมกับอาหารชั้นสูตรที่ 2 และกินฟางหมักร่วมกับอาหารชั้นสูตรที่ 1 เสริมแร่ธาตุอิสระ หรือกินฟางหมักร่วมกับอาหารชั้นสูตรที่ 2

วิธีการให้แร่ธาตุที่ต่างกันนั้นทำให้แกะได้รับแร่ธาตุในปริมาณที่แตกต่างกัน คือแกะที่ให้หญ้าซีร่วมกับอาหารชั้นสูตร 1 และเสริมแร่ธาตุอิสระจะได้รับแร่ธาตุมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแกะกลุ่มที่กินอาหารชั้นสูตรที่ 2 ร่วมกับหญ้าซีแห้ง หรือร่วมกับฟางหมัก แกะที่กินฟางหมักร่วมกับอาหารชั้นสูตร 1 เสริมแร่ธาตุอิสระจะได้รับแร่ธาตุในปริมาณที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติกับแกะอีก 3 กลุ่ม แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นปริมาณแร่ธาตุที่แกะได้รับแตกต่างกันนั้นไม่ได้ทำให้ อัตราการเจริญเติบโตของแกะ และต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวแกะ 1 กิโลกรัม แตกต่างกันแต่อย่างใด

ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ทั้งหมดของแกะทุกกลุ่มจะใกล้เคียงกัน คือ 851.03, 810.2, 837.7 และ 855.0 กรัม/ตัว/วัน ในแกะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ก็จะได้ใกล้เคียงกัน 3.48, 3.32, 3.53 และ 3.60 และใกล้เคียงกับการทดลองของ ปัญญา และคณะ (2540) ที่ขุนแกะระยะ 17 – 35 กก. ในแกะกลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าหูกแห้งและอาหารข้น แกะจะกินอาหาร คิดเป็นสิ่งแห้งต่อน้ำหนักตัวเท่ากับ 3.42% และเมื่อคิดปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด โดยสมัครใจ (Voluntary Intake) กลุ่มที่กินหญ้าแห้ง + อาหารข้นสูตร 1 + แร่ธาตุ กลุ่มที่กิน ฟางหมักยูเรีย + อาหารข้นสูตร 1 + แร่ธาตุ และกลุ่มที่กินฟางหมักยูเรีย + อาหารสูตร 2 จะมี ปริมาณการกินได้ 78.90, 79.98 และ 79.32 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว^{0.75} ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะสูงกว่า ($p < 0.01$) กลุ่มที่กินหญ้าหูกแห้ง + อาหารข้นสูตร 2 ซึ่งมี ปริมาณการกินได้ 72.86 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว^{0.75} การเสริมแร่ธาตุให้กับแกะที่ใช้หญ้าหูกแห้งเป็นอาหารหยาบเมื่อเสริมด้วยอาหารข้นสูตรที่ 2 จะทำให้ปริมาณอาหารที่กินได้โดยสมัครใจ ต่ำกว่าการกินอาหารสูตรอื่น ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากแกะในกลุ่มนี้กินอาหารข้นได้มากกว่าแกะในกลุ่มอื่น ๆ ทำให้การกินอาหารหยาบลดลง เมื่อคิดปริมาณที่กินได้ทั้งหมดจึงต่ำกว่ากลุ่มอื่น อย่างไรก็ตามปริมาณการกินได้โดยสมัครใจของการทดลองในครั้งนี้จะแตกต่างจากการทดลองของ Gihad (1980) ซึ่งพบว่าการได้กินฟางร่วมกับอาหารข้น ปริมาณการกินได้โดยสมัครใจของ แกะจะเท่ากับ 47 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว^{0.75} และใกล้เคียงกันกับการทดลองของ Hadjipanayiotou และคณะ (1975) พบว่า ถ้าแกะกินฟางร่วมกับถั่วเหลืองและกินฟางร่วมกับกากน้ำตาลจะมีปริมาณการกินได้โดยรวมเท่ากับ 69.4 และ 67.9 กรัม/วัน/กิโลกรัม น้ำหนักตัว^{0.75} ใกล้เคียงกับการทดลองของ Ranjhan (1980) ซึ่งสรุปว่า ปริมาณอาหารที่กินได้ของแกะน้ำหนัก 15 – 35 กิโลกรัม จะเท่ากับ 73.1 กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักตัว^{0.75}

น้ำหนักตัวแกะที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโต

ในการศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักของแกะที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตของ แกะที่เสริมแร่ธาตุโดยการตั้งให้กินอย่างอิสระ (กลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 3) และเสริมอาหารแร่ธาตุ รวม โดยผสมรวมในอาหาร (กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4) แกะทั้ง 4 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย เท่ากับ 109.4, 114.6, 101 และ 103.2 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าวิธีการเสริมแร่ธาตุด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการ เพิ่มน้ำหนักตัวของแกะ และอัตราการเจริญเติบโตของแกะ ซึ่งการเจริญเติบโตของการทดลองในครั้งนี้ ใกล้เคียงกับรายงานของ ประเสริฐ และคณะ (2532) กล่าวว่า เมื่อขุนแกะด้วย

หญ้าแห้งร่วมกับอาหารชั้นที่มีโปรตีน 13 – 14% และจะมีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 105 – 145 กรัม/ตัว/วัน ปริมาณแร่ธาตุที่แกะได้รับถ้าไม่ต่ำกว่าระดับมาตรฐานที่แกะต้องการ และไม่สูงจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อแกะ จะไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแกะ (Rosero และคณะ, 1984 a,b)

ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหาร

ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารของแกะ ซึ่งคำนวณจากปริมาณวัตถุดิบแห้งรวมที่กินได้ทั้งสี่กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยแกะกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 2, กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 8.5, 7.34, 8.64 และ 8.6 กิโลแคลอรีกับการทดลองของ ประเสริฐและคณะ (2532)

ต้นทุนค่าอาหาร

ต้นทุนค่าอาหารแกะได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 แกะทุกกลุ่มมีต้นทุนค่าอาหารไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) คือ กลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 มีต้นทุนค่าอาหาร 41.68, 34.81, 43.23 และ 40.71 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นต้นทุนที่ค่อนข้างสูงกว่าการทดลองของ ปัญญาและคณะ (2540) ซึ่งรายงานว่าต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 17.18 – 20.60 บาท ในแกะที่ให้กินอาหารหยาบต่างกัน คือ กินหญ้าสด หญ้าแห้ง และใบกระถิน ทั้งนี้เพราะต้นทุนค่าอาหารชั้นต่อกิโลกรัมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ค่อนข้างสูง แต่อย่างไรก็ตาม ในแกะกลุ่มที่กินหญ้าแห้งร่วมกับอาหารชั้นสูตร 2 มีแนวโน้มที่มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งข้อมูลจากการทดลองนี้จะสนับสนุนข้อแนะนำที่ว่า ถ้าเป็นไปได้ควรจะมีการเสริมแร่ธาตุตามความต้องการของแกะ ผสมในอาหารที่ให้แกะกินจะดีกว่าการให้แกะเลียกินแร่ธาตุอย่างอิสระ (Burghardi และคณะ , 1982)

ตารางที่ 4 ผลของวิธีการให้แร่ธาตุแก่ ที่มีต่อลักษณะทางเศรษฐกิจที่สำคัญ

ลักษณะที่ศึกษา	ชนิดอาหาร				C.V. (%)	Sig.
	รูชี้แห้ง+	รูชี้แห้ง+	ฟางหมัก+	ฟางหมัก+		
	อาหารชั้นสูตร 1+ แร่ธาตุ	อาหารชั้น สูตร 2	อาหารชั้นสูตร 1+ แร่ธาตุ	อาหารชั้น สูตร 2		
จำนวนสัตว์ทดลอง, ตัว	5	5	5	5		
น.น. เริ่มต้น, กก.	16.32	17.4	16.82	17.2	9.0	ns
น.น. สิ้นสุดการทดลอง, กก.	31.64	33.44	30.96	31.64	9.6	ns
น้ำหนักเพิ่ม	15.32	16.04	14.14	14.44		
ระยะเวลาทดลอง, วัน	140	140	140	140		
อัตราการเจริญเติบโต, กรัม/วัน	109.4	114.6	101	103.2	14.7	ns
ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ย, กรัม (วัตถุแห้ง)/ตัว/วัน						
อาหารหยาบ	247.4	228.9	254.6	278.6	15.1	ns
(รูชี้แห้ง, ฟางหมัก)						
อาหารชั้น	570.6	563.9**	576.0	559.1**		
แร่ธาตุ	33.03	17.4	27.1	17.3		
รวม	851.03	810.2	837.7	855.0	5.6	ns
วัตถุแห้งที่กินเฉลี่ย, ร้อยละ/น.น.ตัว	3.48	3.32	3.53	3.60	7.1	
การกินได้โดยสมัครใจ, กรัม/กก. น้ำหนัก ตัว ^{0.75}	78.90 ⁿ	72.86 ⁿ	79.98 ⁿ	79.32 ⁿ	3.6	*
โปรตีนรวมได้รับเฉลี่ย, กรัม/ตัว/วัน	101.3 ⁿ	92.0 ⁿ	110.9 ⁿ	102.7 ⁿ	3.4	*
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	8.5	7.34	8.64	8.6	17.3	ns
ต้นทุนอาหาร	41.68	34.81	43.23	40.71	15.7	ns
(อาหารหยาบ+อาหารชั้น+แร่ธาตุ)						
บาท/น.น. เพิ่ม 1 กก.						

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันกำกับ ในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัย

สำคัญ ($p < 0.05$) โดยวิธี DMRT

** เป็นค่าปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ ไม่รวมแร่ธาตุ

ปริมาณแร่ธาตุในซีรัมแกะ

ปริมาณแร่ธาตุในซีรัมแกะที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ดังแสดงใน ตารางที่ 5 (เมื่อเริ่มต้นทดลอง) และ ตารางที่ 6 (เมื่อสิ้นสุดการทดลอง)

แคลเซียม ในซีรัมแกะกลุ่มที่ให้กินรูชี้แห้งเสริมอาหารชั้นสูตร 1 และให้แร่ธาตุอิสระ
(กลุ่มที่ 1) กินรูชี้แห้งเสริมอาหารชั้นสูตร 2 (กลุ่ม 2) กินฟางหมักยูเรีย เสริมอาหารชั้นสูตร 1 ให้แร่ธาตุ
อิสระ (กลุ่มที่ 3) และกลุ่มที่ให้กินฟางหมักยูเรีย เสริมอาหารชั้นสูตร 2 (กลุ่มที่ 4) เมื่อเริ่มต้นทดลอง มี
ค่าเฉลี่ย 9.12, 8.71, 9.17 และ 9.04 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และเมื่อสิ้นสุดการทดลองระดับของ
แคลเซียมจะเท่ากับ 10.20, 10.18, 9.11 และ 10.27 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับระดับแคลเซียมใน
ซีรัมแกะทุกกลุ่มอยู่ในเกณฑ์ปกติเมื่อเปรียบเทียบกับระดับที่พบในแกะสมบูรณ์ ซึ่งมีค่าแคลเซียม

เฉลี่ย 9 – 11 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Underwood ,1981) และใกล้เคียงกับระดับแคลเซียมของแกะที่ปล่อยแพะเล็มแปลงหญ้าปากช่อง จากการทดลองของ อุดรและคณะ (2532) ซึ่งระดับแคลเซียมเฉลี่ย 11.19 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และจากการทดลองของ Rosero และคณะ (1984a) กลุ่มที่ 3 มีค่าแคลเซียมในซีรัม หลังการทดลองต่ำกว่ากลุ่มอื่น ($p < 0.05$) อาการขาดธาตุแคลเซียมเนื่องจากกินแคลเซียมเข้าไปไม่พอนั้นจะเห็นผลได้ช้า เพราะแคลเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในกระดูกการให้ปริมาณแคลเซียมในเลือดเป็นตัวชี้ปริมาณการกินแคลเซียมได้ไม่ดีนัก (Care และคณะ ,1980)

ฟอสฟอรัสในซีรัมแกะ กลุ่มที่ 1, 2, 3 และกลุ่มที่ 4 เมื่อเริ่มทดลอง เท่ากับ 6.49, 8.25, 8.01 และ 7.47 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 6.67, 6.73, 7.47 และ 6.8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับ อยู่ในระดับปกติของระดับฟอสฟอรัสในเลือดแกะกลุ่มสมบูรณ์ ซึ่งมีค่าระหว่าง 6 – 8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Underwood 1981; Preston, 1977) ใกล้เคียงกับการทดลองของ อุดร และคณะ (2532) พบว่าระดับฟอสฟอรัสของแกะที่ปล่อยแพะเล็มที่ปากช่องมีค่าเฉลี่ย 6.47 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และใกล้เคียงกับการทดลองของ Rosero และคณะ (1984 a) ซึ่งแกะมีฟอสฟอรัสในซีรัม 7 – 8.6 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

ระดับแมกนีเซียมของแกะกลุ่มที่ 1 – 4 เมื่อเริ่มต้นการทดลองเท่ากับ 2.41, 2.44, 2.44 และ 2.45 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 3.17, 3.02, 3.73 และ 2.96 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ อยู่ในระดับปกติของระดับแมกนีเซียม ในเลือดแกะสมบูรณ์ ซึ่งมีค่าระหว่าง 1.8 – 3.2 มิลลิกรัม ต่อเดซิลิตร (Underwood, 1981) มีเพียงกลุ่มที่ 3 เท่านั้นที่มีระดับแมกนีเซียมอยู่เกินช่วงระดับปกติแต่ก็ไม่มากนักและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($p > 0.05$)กับกลุ่มอื่น

ระดับทองแดง ในการตรวจวัด เมื่อเริ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ย 0.76, 0.72, 0.62 และ 0.64 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ในแกะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ และระดับทองแดงเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 0.86, 0.86, 0.79 และ 0.78 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร สำหรับแกะกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ (Underwood, 1981)

ระดับสังกะสี เมื่อเริ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 1.8, 1.5, 1.4 และ 2.5 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่า 2.2, 1.7, 2.0 และ 1.9 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับ สูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับสังกะสีในซีรัมแกะปกติทั่วไปมีค่า 0.8 – 1.2 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ทั้งนี้ค่าที่สูงกว่านั้นตั้งแต่เริ่มต้นทดลอง

ระดับเหล็ก ในซีรัมแกะทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อเริ่มทดลองเท่ากับ 1.2, 1.1, 1.0 และ 1.9 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร (ตารางที่ 5) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 6) 1.9, 2.2, 1.4 และ 2.2 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับ สูงกว่าระดับเหล็กในซีรัมแกะปกติทั่วไปซึ่งมีค่า 1.14 – 1.19 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร (Underwood, 1981) แต่ก็ไม่มากถึงกับก่อให้เกิดอาการเป็นพิษหรืออาการท้องร่วง หรือทำให้การเจริญเติบโตลดลง

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณแร่ธาตุในชีรรมของแกะ เมื่อเริ่มต้นการทดลอง

แร่ธาตุ	รูชีแห้งเสริม	รูชีแห้งเสริม	ฟางหมักยูเรีย +	ฟางหมักยูเรีย +	ปริมาณแร่ธาตุในชีรรม
	อาหารชั้นสูตร 1+แร่ธาตุอิสระ	อาหารชั้นสูตร 2	อาหารชั้นสูตร 1 + แร่ธาตุอิสระ	อาหารชั้นสูตร 2	ของแกะปกติ
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	จากต่างประเทศ ^{1/}
แคลเซียม, มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	9.12 $\pm$ 0.34	8.71 $\pm$ 0.54	9.17 $\pm$ 0.53	9.04 $\pm$ 0.74	9 – 11
ฟอสฟอรัส, มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	6.49 $\pm$ 0.56	8.25 $\pm$ 0.94	8.01 $\pm$ 1.76	7.75 $\pm$ 0.50	6 – 8
แมกนีเซียม, มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	2.41 $\pm$ 0.01	2.44 $\pm$ 0.18	2.44 $\pm$ 0.31	2.45 $\pm$ 0.10	1.8 – 3.2
ทองแดง, ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	0.76 $\pm$ 0.12	0.72 $\pm$ 0.07	0.62 $\pm$ 0.02	0.64 $\pm$ 0.06	0.6 – 1.5
สังกะสี, ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	1.8 $\pm$ 0.46	1.5 $\pm$ 0.15	1.4 $\pm$ 0.17	2.5 $\pm$ 0.58	0.8 – 1.2
เหล็ก, ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	1.2 $\pm$ 0.26	1.1 $\pm$ 0.22	1.0 $\pm$ 0.17	1.9 $\pm$ 0.39	1.14 – 1.19

1/ ปริมาณแร่ธาตุในชีรรมของแกะปกติจากรายงานของ Underwood, 1981

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณแร่ธาตุในซีรัมของแกะ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

แร่ธาตุ	รูชีแห้งเสริม	รูชีแห้งเสริม	ฟางหมักยูเรีย +	ฟางหมักยูเรีย +	ปริมาณแร่ธาตุในซีรัม
	อาหารชั้นสูตร 1+แร่ธาตุอิสระ	อาหารชั้นสูตร 2	อาหารชั้นสูตร 1 + แร่ธาตุอิสระ	อาหารชั้นสูตร 2	ของแกะปกติ
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	จากต่างประเทศ ^{1/}
แคลเซียม, มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	10.20 $\pm$ 0.38	10.18 $\pm$ 0.60	9.11 $\pm$ 0.38	10.27 $\pm$ 0.40	9 – 11
ฟอสฟอรัส, มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	6.67 $\pm$ 1.35	6.73 $\pm$ 1.40	7.47 $\pm$ 1.24	6.8 $\pm$ 1.21	6 – 8
แมกนีเซียม, มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร	3.17 $\pm$ 0.35	3.02 $\pm$ 0.61	3.73 $\pm$ 1.00	2.96 $\pm$ 0.51	1.8 – 3.2
ทองแดง, ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	0.86 $\pm$ 0.07	0.86 $\pm$ 0.10	0.79 $\pm$ 10.55	0.78 $\pm$ 0.08	0.6 – 1.5
สังกะสี, ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	2.2 $\pm$ 0.47	1.7 $\pm$ 0.22	2.0 $\pm$ 0.26	1.9 $\pm$ 0.39	0.8 – 1.2
เหล็ก, ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร	1.9 $\pm$ 0.32	1.2 $\pm$ 0.42	1.4 $\pm$ 0.38	2.2 $\pm$ 0.35	1.14 – 1.19

1/ ปริมาณแร่ธาตุในซีรัมของแกะปกติจากรายงานของ Underwood, 1981

สรุปผลการทดลอง

1. การเสริมอาหารแร่ธาตุ ทั้งแบบการตั้งให้กินอย่างอิสระและแบบผสมรวมในอาหารไม่ว่าจะใช้ร่วมกับหญ้าที่แห้งหรือฟางหมักก็ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของแกะต่างกัน คือเมื่อแกะกินหญ้าที่แห้ง + อาหารข้น และให้แร่ธาตุกินอย่างอิสระ, กินหญ้าที่แห้ง + อาหารข้นที่ผสมแร่ธาตุรวมในอาหาร, กินฟางหมัก + อาหารข้นและให้แร่ธาตุกินอย่างอิสระและกลุ่มที่กินฟางหมัก + อาหารข้นที่ผสมแร่ธาตุจะมีอัตราการเจริญเติบโต 109.4, 114.6, 101 และ 103.2 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

2. การกินอาหารได้โดยสมัครใจ (VI) ของกลุ่มที่กินหญ้าที่แห้งร่วมกับอาหารข้นที่ผสมแร่ธาตุในอาหารจะต่ำสุด 72.86 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75} ต่ำกว่ากลุ่มที่กินหญ้าที่แห้งร่วมกับอาหารข้นและให้แร่ธาตุอย่างอิสระ, ให้กินฟางหมักร่วมกับอาหารข้น และให้แร่ธาตุอย่างอิสระ และกลุ่มที่กินฟางหมักร่วมกับอาหารข้นที่ผสมแร่ธาตุ ซึ่งมีการกินได้โดยสมัครใจเท่ากับ 78.9, 79.98 และ 79.32 กรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75} ตามลำดับ

3. แกะกลุ่มที่กินหญ้าที่แห้งร่วมกับอาหารเสริมสูตร 2 มีแนวโน้มใช้ต้นทุนต่อการผลิตเนื้อ 1 กิโลกรัมต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ

ข้อเสนอแนะ

วิธีการให้แร่ธาตุที่แตกต่างกันนั้นไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และต้นทุนการผลิตแกะ ดังนั้น การที่เกษตรกรจะเลือกใช้วิธีใดก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม เช่นถ้าเกษตรกรผสมอาหารใช้เลี้ยงแกะเอง การผสมแร่ธาตุเข้าไปในอาหารก็จะช่วยลดความแตกต่างของปริมาณแร่ธาตุที่แกะได้รับ เพราะถ้าตั้งให้กินอิสระ แกะบางตัวอาจจะกินมากเกินไปจนเกินความต้องการหรือบางตัวอาจกินน้อยเกินไปจนไม่เพียงพอต่อความต้องการ รวมทั้งยังมีแนวโน้มว่าจะมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่ากลุ่มที่ตั้งแร่ธาตุให้กินโดยอิสระ แต่ถ้าเกษตรกรซื้ออาหารสำเร็จรูปมาเลี้ยงแกะ การซื้อแร่ธาตุมาเสริมให้กินอิสระก็จะเป็นวิธีที่สามารถทำได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่องและงานวิเคราะห์กองอาหารสัตว์ ที่ช่วยวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี แร่ธาตุ ในอาหารสัตว์ และในชีรีมแกะ คุณสมน โพธิ์จันทร์ ที่ได้วางแผนการทดลองตลอดจนจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง และขอขอบคุณคุณคุณวิโรจน์ วนาสิทธิชัยวัฒน์ และคุณนพวรรณ ชมชัย ที่ได้ช่วยให้คำแนะนำในการเขียนรายงาน

เอกสารอ้างอิง

- ปัญญา ธรรมศาล ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ และสมน โพธิ์จันทร์. 2540. การใช้ใบกระถินแห้งเป็นอาหารหยาบขุนแกะ. วารสารสัตวบาล. 7:39 (79-85).
- ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ สมาน โพธิ์จันทร์ เสาวคนธ์ โจนเสถียร. 2532. การใช้อาหารข้นขุนแกะในคอก, ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการด้านการปศุสัตว์ ครั้งที่ 8 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 229-237.
- อุดร เสนากัสป์ อนันต์ ภูสิทธิกุล สมาน โพธิ์จันทร์ อรรถยา เกียรติสุนทร และวัชรินทร์ วากะมะ. 2532. ระดับแร่ธาตุในเลือดแกะที่ปล่อยเพาะเล็มในแปลงหญ้า, รายงานผลงานวิจัยปี 2532. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 1-12.
- Ammerman, C.B. and R.D. Goodrich. 1983. Advances in mineral nutrition in ruminants. J.Anim.Sci., Vol 57 Suppl 2:519.
- Burghadi,S.R.;R.D., Goodrich ; J.c.Ceiske; M.L., Thonney; D.H., Theuninck ; T.Skahlon; T.S.,Pamp; D.E.; Pamp; and K., Kraiem. 1982. Freechoice Consumption of minerals by lambs fed calcium adequate or calcium – deficient diets. Journal of Animal Science, Vol. 54:2
- Care, A.D., J.-P. Barlet, and H. M. Abdel-Hafeez. 1980. Calcium and phosphate homeostatis in ruminants and its relationship to the aetiology and prevention of parturient paresis. pp. 429-446 *in* Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants, Y. Ruckebusch and P. Thivent, eds. Westport, Conn.: AVI Publishing.
- Gihad, E.A. 1980. Fiber digestibility by goats and sheep. J. Dairy Sci. 63 : 701.
- Hadjipanayiotou, M;A. Louca and M.J. Lawole. 1975. A note on a straw intake of sheep given supplements of urea-molasses, soya bean meal, barley-urea or barley. Anim. Prod. 20 : 429.
- Kearl,L.C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Country. International Feed stuff Institute. Utah State University. Logan, Utah.

- McDowell, L.R.; J.H. Conrad and J.K. Lossli. 1980. Mineral deficiencies and toxicities for grazing ruminants in the tropics. In: Proc.Seminar on mineral nutrition in Thailand, Kasetsart University, Feb, 4;34-68
- Preston, R. C. 1977 . Phosphorus in beef cattle and sheep nutrition.pp. 1 – 44 in NFIA Literature Review on phosphorus in Ruminant Nutrition West Des Moines, Ia: Nat. Feed Ingredients Assoc.
- Promma, S., S. Tuikampce, V. Himarat and N. Vidhyakorn. 1985. Production responses of lactating cows fed urea-treated rice straw compared to untreated rice straw supplemented with Leucaena leaves. Relevance of crop residues as animal feeds in developing countries. 299-314.
- Ranjhan, S.K. 1980. Animal Nutrition in tropics. Vikas Publishing house, PVT, LTD. Vikas house, 20/4 Industrial Area, Sahibabad, Dist, Ghaziabad, U.P (India)
- Rosero, O.R., L.R.McDowell, J.H.Conrad, G.L. Ellis, and F.G. Martin. 1984 a. Nutritional Factors Affecting Mineral Status and Long – Term Carry – Over Effects in Sheep. I. Macroelements and Animal Performance. Tropical Animal Production 1984 9:275 – 284.
- Rosero, O.R., L.R.McDowell, J.H.Conrad, G.L. Ellis, and F.G. Martin. 1984 b. Nutritional Factors Affecting Mineral Status and Long – Term Carry – Over Effects in Sheep.II. Trace Minerals. Tropical Animal Production 1984 9:285 – 291.
- Underwood, E.J. 1981. The mineral nutrition of Livestock. 2nd Ed., Commonwealth Agricultural Bureau. England. 179.