

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งออกเป็น 4 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาหาระดับความเข้มข้นของยูเรีย และระยะเวลาที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าว

การหมักฟางข้าว

ใช้ฟางข้าวจ้าวที่หั่นด้วยเครื่องหั่นพีช ให้มีขนาดความยาว 3 – 8 นิ้ว นำมาหมักกับยูเรีย โดยใช้ฟางข้าวจำนวน 5 กก. และน้ำอัตราส่วนเท่ากับฟาง คือ 5 กก. (น้ำ : ฟาง อัตรา 1 : 1) และใช้ยูเรีย 3 ระดับ คือ 200, 250 และ 300 กรัม หรือเท่ากับ 4, 5 และ 6 % ของน้ำหนักฟางข้าว โดยนำยูเรียมาละลายน้ำจนจนละลายดีแล้วใช้บัวรดน้ำราดบนฟางข้าว 5 กิโลกรัมที่เตรียมไว้ คลุกเคล้าให้ทั่ว นำไปบรรจุในถุงพลาสติกสีดำที่สวมทับด้วยถุงโยสังเคราะห์ทึดใส่อากาศออกแล้วมัดปากถุงพลาสติกให้แน่น ในแต่ละระดับยูเรีย ทำจำนวน 9 ถุง เพื่อสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทำการทดลองต่างๆหลังจากหมักไว้ที่ 7, 14 และ 21 วัน ตามการจัดการทดลองแบบ 3 × 3 Factorial arrangement in CRD โดยแต่ละสิ่งทดลอง (treatment) มี 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 27 ถุง

การเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

เมื่อครบระยะเวลาการหมักตามที่กำหนด คือ 7, 14 และ 21 วัน ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ถุง (3 ซ้ำ) จากแต่ละระดับของยูเรีย โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากทุกๆ ส่วนของถุงหมักประมาณถุงละ 2 กิโลกรัม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันดี แล้วแบ่งตัวอย่างไปเก็บแช่แข็งเพื่อรอการวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง และองค์ประกอบต่างๆ ทางเคมีโดยวิธี Proximate analysis ในสภาพสด สำหรับตัวอย่างส่วนที่เหลือจะถูกนำไปผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร และ 1 มิลลิเมตร เพื่อหาการย่อยได้โดยวิธี nylon bag technique (*in situ* หรือ *in sacco*) ตามวิธีของ Orskov et al. (1988) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ตามวิธีของ AOAC. (1984) วิเคราะห์หายูเรียตกค้างหลังการหมักตามวิธีที่อ้างโดย บุญล้อม และบุญเสริม (2525, รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า 89) และวิเคราะห์หาองค์ประกอบของผนังเซลล์โดยวิธี Forage fiber analysis (Goering and Van Soest, 1970)

วัดการย่อยสลายของวัตถุแห้งโดยวิธีใช้ถุงไนลอน

ทำการบ่มแช่ถุงไนลอนที่บรรจุตัวอย่างฟางข้าวซึ่งหมักด้วยวิธีการต่างๆ ทั้ง 9 วิธีการหมัก (9 treatment combinations) ในกระเพาะรูเมนของโคนมแห้งไม่อุ้มท้องลูกผสม 75 % โฮลสไตน์ ฟรีเซียนที่ได้ทำการเจาะกระเพาะรูเมนไว้แล้ว (fistulated cows) จำนวน 3 ตัว โคตั้งกล่าวลีเลี้ยงผูกยืนโรงในช่องขังเดี่ยวที่มีรางอาหารและถ้ำน้ำดื่มอัตโนมัติอยู่ด้านหน้า อาหารที่ใช้เลี้ยงโครวมทั้งเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวัดการย่อยสลายสูงสุดของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมนโดยวิธีใช้ถุงไนลอน (Orskov *et al.*, 1988) แสดงในภาคผนวก ก หน้า 90

การบันทึกข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมของฟางข้าวหมักยูเรียที่วิเคราะห์ในสภาพสด และหลังจากผึ่งให้แห้งแล้ว
2. เปอร์เซ็นต์ยูเรียตกค้าง และองค์ประกอบของผนังเซลล์ในฟางข้าวหมักยูเรีย
3. เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของวัตถุแห้งจากการทดลองแบบ *in situ*

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามการจัดการทดลองแบบ 3 × 3 Factorial arrangement in CRD (จริญ, 2540) และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างวิธีการทดลอง (treatment) โดยวิธี Duncan new multiple range test เพื่อตัดสินใจเลือกระยะเวลาการหมักและระดับยูเรียที่ทำให้ฟางข้าวมีคุณค่าทางอาหารดีที่สุดสำหรับการทดลองต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ฟางหมัก และไม่หมักยูเรียเป็นส่วนผสม

ทำการเตรียมอาหารผสมครบส่วน 3 ชนิด คือ 1). ชนิดที่ใช้ฟางข้าวไม่หมักยูเรียและเติมยูเรีย 1% ของน้ำหนักวัตถุแห้งของฟางขณะผสม 2). ใช้ฟางหมักยูเรีย 4 % และ 3). ใช้ฟางหมักยูเรีย 6 % เป็นอาหารหยาบ

การหมักฟาง

ทำการหมักฟางด้วยยูเรีย 4 และ 6 % อย่างละ 1 กอง เป็นเวลานาน 21 วันโดยนำฟางข้าวอัดฟ่อนทั้งฟ่อนไม่แกะเชือกมัด มาชั่งน้ำหนักแล้วจัดวางฟ่อนฟางเรียงกันบนแผ่นพลาสติก PVC ที่ต่อกันเป็นผืนใหญ่ วางฟางไว้ 3 ชั้นๆ ละ 6 ฟ่อน รวมกองละ 18 ฟ่อนให้เส้นฟางในฟ่อนอยู่ในแนวตั้ง ใช้น้ำปริมาณเท่ากับฟางโดยน้ำหนักละลายยูเรียที่ชั่งไว้แล้วค่อยๆ ราดบนฟ่อนฟางให้ทั่วถึงทุกฟ่อน

อย่างสม่ำเสมอด้วยบัวรดน้ำ ทำเช่นนี้ที่ละชั้นจนครบ 3 ชั้น แล้วใช้แผ่นพลาสติก PVC อีกแผ่นหนึ่งคลุมทับ ใช้ท่อน้ำ PVC ขนาด 6/8 นิ้ว เป็นแกนมัดวนขอบพลาสติกทั้ง 2 แผ่น (แผ่นปูและแผ่นคลุม) เข้าด้วยกันทั้ง 4 ด้าน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการรั่วซึมของแก๊สแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของยูเรีย เมื่อหมักไว้ครบตามเวลาที่กำหนดแล้วนำฟางข้าวแต่ละกองมาหั่นให้มีขนาด 3-8 นิ้ว

เตรียมอาหารผสมครบส่วน

ซึ่งฟางหมักยูเรียครั้งละ 7.8 กก. ผสมกับน้ำ 6.1 กก. และอาหารชั้น (ตามสัดส่วนเดียวกันกับที่แสดงในตารางที่ 21 หน้า 41 และส่วนประกอบอาหารชั้นดังตารางภาคผนวก ข 52 หน้า 129) 6.1 กก. บรรจุในถุงพลาสติกสีดำที่สวมทับด้วยถุงโพลีเอทิลีนที่ไล่อากาศออกแล้วมัดถุงพลาสติกให้แน่นที่ละถุง ทำกองละ 9 ถุง สำหรับฟางข้าวไม่หมักยูเรียก็ทำเช่นเดียวกัน แต่ใช้ฟางข้าวเพียง 5.1 กก. อาหารชั้น 6.1 กก. เท่ากัน ใช้ยูเรีย 105 กรัม (1 % ของวัตถุดิบแห้ง) เพื่อให้ยูเรียในสัดส่วนที่โคจะได้รับยูเรียไม่เกิน 30 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 100 กก./วัน (บุญล้อม, 2541) เติมน้ำ 9 กก. เพื่อให้มีระดับความชื้นใกล้เคียงกับกลุ่มที่ใช้ฟางหมักยูเรีย สอดท่ออลูมิเนียมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. ยาว 40 ซม. ให้ปลายด้านที่ปิดอยู่ในถุงส่วนอีกปลายหนึ่งมีจุกยางปิดไว้เพื่อสอดปรอทวัดอุณหภูมิโดยใช้เวลาวัดนาน 5 นาที ทำเช่นนี้ในกลุ่มละ 3 ถุง เก็บไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์

การเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทันทีหลังผสมคลุกเคล้าเสร็จก่อนบรรจุถุงพลาสติกจากแต่ละกลุ่มที่ใช้อาหารหยาบต่างกัน 3 ชนิด โดยสุ่มกลุ่มละ 3 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในสภาพสด (ที่ระยะเวลาการเก็บ 0 สัปดาห์) และเมื่อเก็บไว้ครบระยะเวลาตามที่กำหนดคือ 1, 2 และ 3 สัปดาห์ แล้วทำการสุ่มกลุ่มละ 3 ถุงในแต่ละสัปดาห์เพื่อเปิดถุงประเมินคุณภาพทางกายภาพ และเก็บตัวอย่างวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ทางเคมีเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติตามการวางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 Factorial arrangement in CRD

การวิเคราะห์ตัวอย่าง และบันทึกข้อมูล

นำตัวอย่างอาหารผสมครบส่วนที่เก็บไว้ที่ระยะเวลาต่างๆ กันมาทำการวิเคราะห์ดังนี้คือ

1. ประเมินคุณภาพทางกายภาพของอาหารผสมครบส่วนที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆ กัน 0, 1, 2 และ 3 สัปดาห์ โดยวิธีใช้ประสาทสัมผัส (รายละเอียดตามตารางภาคผนวก ข 5 หน้า 111) โดยคะแนนในสภาพสด หรือที่ 0 สัปดาห์ ถือเป็นคะแนนเต็ม 20 คะแนน และใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบเพื่อให้คะแนนพวกที่เก็บไว้ 1, 2 และ 3 สัปดาห์

2. วัดระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ตัวอย่าง 50 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร นำไปปั่นในโถปั่น (blender jar) เป็นเวลา 30 วินาที แล้วกรองผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำน้ำที่กรองได้ไปวัดความเป็นกรด - ด่าง ด้วย glass electrode pH meter (Bal *et al.*, 1997)

3. วัดระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในอาหารผสมครบส่วนที่ระยะเวลาการเก็บต่างๆกัน (รายละเอียด ภาคผนวก ก หน้า 95)

4. วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไป (dry matter loss) เนื่องจากกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ (AOAC., 1984) แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่หายไปดังนี้

$$\text{Dry matter loss (\%)} = 100 \times \frac{(\%DM \text{ เมื่อเริ่มต้น} \times \text{นน.เริ่มต้น}) - (\%DM \text{ เมื่อครบระยะเวลาการเก็บ} \times \text{นน.เมื่อครบระยะเวลาเก็บ})}{(\%DM \text{ เมื่อเริ่มต้น} \times \text{นน.เริ่มต้น})}$$

5. วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวม (AOAC., 1984)

6. วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของผนังเซลล์โดยวิธี Forage Fiber Analysis (Goering and Van Soest, 1970)

7. วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์กรดอินทรีย์โดยการกลั่น (Zimmer, 1986 อ้างโดย บุญล้อม และบุญเสริม, 2525 ดังรายละเอียดภาคผนวก ก หน้า 96)

8. วัดอุณหภูมิ (วัดที่ 2, 4, 6, 10, 12, 24 ชม., 2 วัน, 3 วัน, 4 วัน, 5 วัน, 6 วัน, และ 7 วัน)

9. วัดค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (IVOMD) และค่าพลังงาน (ME และ NEL) โดยวิธี *in vitro* gass production technique (Menke and Steingass, 1988) รายละเอียดภาคผนวก ก หน้า 98)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามการจัดการทดลองแบบ 3 × 4 Factorial arrangement in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ treatment โดยวิธี Duncan new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อตัดสินใจเลือกระดับยูเรียที่ทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารผสมครบส่วนไว้ได้นาน โดยยังคงคุณค่าทางอาหารสูงที่สุด เพื่อทำการหาการย่อยได้ในตัวสัตว์ (*in vivo* digestibility) ทดสอบการยอมรับและผลตอบสนองต่อการให้ผลผลิตน้ำนมต่อไป

การทดลองที่ 3 หากการย่อยได้และค่าพลังงานโดยวิธี *in vivo* ของฟางหมัก และอาหารผสมครบส่วน

การทดลองที่ 3 นี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อยตามชนิดของอาหารที่ใช้ทดลอง คือ ฟางหมักยูเรีย 6 % และอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักยูเรียเป็นส่วนผสม

การทดลองที่ 3.1 หากการย่อยได้และค่าพลังงานของฟางหมักยูเรีย 6 %

อาหาร และสัตว์ทดลอง

ทำการหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย 6 % โดยใช้วิธีการเดียวกับ การทดลองที่ 2 โดยทำเป็นกองขนาด $2.60 \times 2.60 \times 1.50$ เมตร (ก \times ย \times ล) คิดเป็นน้ำหนักฟาง 578 กก. เมื่อหมักครบ 21 วันแล้วจึงนำไปเลี้ยงแม่โคลูกผสม 75 % โฮลสไตน์ฟรีเซียน ที่อยู่ในระยะนมแห้งแต่ไม่อุ้มท้องจำนวน 4 ตัว มีน้ำหนักตัวระหว่าง 427.6 – 507.4 กก. (เฉลี่ย 468.34 ± 29.24 กก.) ทำการกำจัดพยาธิภายในและภายนอกโดยฉีด IVOMEC เข้ากล้ามเนื้อและฉีดยาบำรุง AD_3E เรียบร้อยแล้ว โคแต่ละตัวถูกขังเดี่ยวในคอกยีนโรงของภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีรางอาหารและถ้วยให้น้ำอัตโนมัติอยู่ด้านหน้า มีถาดเก็บมูลอยู่ด้านหลัง และมีกรวยครอบช่องขับปัสสาวะของตัวโค โดยมีสายยึดโยงกับลำตัวเพื่อให้เก็บปัสสาวะทั้งหมดได้โดยไหลผ่านท่อลงสู่ถังเก็บที่บรรจุกรด $18N$ H_2SO_4 ปริมาณ 50 ml. และ 100 ml. สำหรับกลางวันและกลางคืน ตามลำดับ ให้โคกินอาหารทดลองเป็นอาหารเดียวอย่างเต็มที่ มีน้ำและแร่ธาตุก้อนให้กินอย่างอิสระ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (07 : 30 น. และ 16 : 00 น.)

ระยะเวลาในการทดลอง

ใช้เวลา 28 วัน โดยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

1. ระยะปรับตัว (preliminary period) ใช้เวลา 21 วัน โดย 14 วันแรกให้โคกินอาหารทดลองเต็มที่เพื่อวัดปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้ (voluntary feed intake ; VFI) และเพื่อให้แน่ใจว่าอาหารทดลองเข้าไปแทนที่อาหารเดิมในระบบทางเดินอาหารทั้งหมด บันทึกปริมาณอาหารที่ให้โคกิน และอาหารที่เหลือเป็นรายตัวทั้งเช้าและเย็น จากวันที่ 15 ถึงวันที่ 21 ให้กินอาหารเพียง 90 % ของปริมาณที่กินได้เพื่อหลีกเลี่ยงอาหารเหลือ และเพื่อให้แน่ใจว่าเป็นปริมาณที่โคสามารถกินอาหารทดลองได้หมด

2. ระยะเก็บข้อมูล (collection period) ใช้เวลา 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 22 ถึงวันที่ 28 ของการทดลอง ให้โคกินอาหารทดลองในปริมาณ 90 % ของปริมาณที่กินได้เต็มที่ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่

ให้ทุกวันๆ ละ 2 – 3 ครั้ง บันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ หากมีอาหารเหลือจะเก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ด้วย บันทึกปริมาณมูลและปัสสาวะที่ขับออกมาทั้งหมดวันละ 2 ครั้ง ก่อนให้อาหารเช้า และบ่าย สุ่มเก็บตัวอย่างมูลวันละ 5 % และปัสสาวะ 1 % ของปริมาณที่ขับถ่ายนำไปสะสมไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20°C เพื่อรอการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีและการคำนวณค่าพลังงาน

นำตัวอย่างอาหาร มูล และปัสสาวะของโคแต่ละตัวที่แช่แข็งมาวางไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิห้อง แบ่งตัวอย่างอาหารและมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate analysis (AOAC., 1984) วิเคราะห์เยื่อใยโดยวิธี Forage fiber analysis (Goering and Van Soest, 1970) และวิเคราะห์พลังงานในอาหารและมูลด้วย bomb calorimeter อีกส่วนหนึ่งนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนจากตัวอย่างสด เพื่อนำไปคำนวณหา

- สมดุลไนโตรเจน (N-balance) ของโคทดลอง ดังสมการ

สมดุลไนโตรเจน (กรัม/วัน) = ไนโตรเจนที่กิน - ไนโตรเจนในมูล - ไนโตรเจนในปัสสาวะ

- ค่าการย่อยได้ของโภชนะแต่ละชนิดจากสมการ

$$\text{โภชนะที่ย่อยได้ (\%)} = \frac{\text{โภชนะที่กิน (กรัม)} - \text{โภชนะที่ขับออกในมูล (กรัม)}}{\text{โภชนะที่กิน (กรัม)}} \times 100$$

- ค่าโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrient ; TDN) โดยใช้สูตร

$$\text{TDN (\%)} = \text{DCP} + \text{DNDF} + \text{DNFC} + (\text{DEE} \times 2.25)$$

เมื่อ DCP, DNDF, DNFC และ DEE คือปริมาณโปรตีน, NDF, NFC และไขมันที่ย่อยได้ตามลำดับ (กรัม / 100 กรัม)

- ค่าพลังงาน DE, ME และ NEL

คำนวณค่าพลังงานในรูปแบบ digestible energy (DE) metabolizable energy (ME) และ net energy for lactation (NEL) จากค่า TDN โดยสมการของ NRC (2001) และสมการที่ดัดแปลงจาก NRC (2001) ดังนี้คือ

$$\text{DE (Mcal/kgDM)} = 0.04409 \times \text{TDN(\%)}$$

$$\text{ME (Mcal/kgDM)} = -0.45 + (0.04453 \times \text{TDN ; \%}) *$$

$$\text{NEL (Mcal/kgDM)} = -0.12 + (0.0245 \times \text{TDN ; \%})$$

และคำนวณพลังงานในรูป ME และ NEL จากค่า DE ที่วัดโดยตรงจากตัวสัตว์โดยสมการของ NRC (2001) คือ

$$\text{ME (Mcal/kgDM)} = -0.45 + (1.01 \times \text{DE})$$

$$\text{NEL (Mcal/kgDM)} = -0.12 + (0.556 \times \text{DE}) *$$

หมายเหตุ * คือ สูตรที่ดัดแปลงจาก NRC (2001)

นำค่าการย่อยได้และองค์ประกอบทางเคมีที่ได้ไปคำนวณส่วนผสมของอาหารผสมครบส่วน เพื่อทดสอบการยอมรับและการให้ผลผลิตน้ำนมของโคต่อไป

การทดลองที่ 3.2 ทดสอบการย่อยได้และค่าพลังงานของอาหารผสมครบส่วน

ทำการคำนวณอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักยูเรียเป็นอาหารหยาบโดยให้มีโภชนะตามความต้องการอาหารของแม่โคที่มีน้ำหนักตัว 450 กก. ให้นมที่มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 3.7 % วันละ 15 กก. โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป XRATION (สมคิด, 2542) (ตั้งรายละเอียดตารางภาคผนวก ข 52 หน้า 129) ได้อาหารผสมครบส่วนที่มีส่วนประกอบดังนี้

Table 21 Composition of total mixed ration.

Material	kg/day	% of the ration (as fed)
Fresh UTS	10.45	38.93
Water	8.20	30.55
Rice bran	0.93	3.46
Leucaena leaf meal	0.50	1.86
Soybean meal	2.23	8.31
Ground corn	4.30	16.02
Minerals	0.23	0.86
Total	26.84	100
R/C ratio (fresh basis)	10.45 / 8.19	

นำไปเลี้ยงโคทดลองโดยใช้สัตว์ทดลอง วิธีการ และระยะเวลาเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 3.1

การทดลองที่ 4 การให้ผลผลิตของโคนมที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีฟางหมักยูเรียเป็นส่วนผสม

อาหารทดลอง

เป็นอาหารผสมครบส่วน 3 สูตร แต่ละสูตรมีส่วนประกอบหลักต่างกัันดังนี้คือ สูตรที่ 1 ฟางข้าวหมักยูเรีย สูตรที่ 2 ฟางข้าวหมักยูเรียและหญ้ารู่ชีหมัก สูตรที่ 3 หญ้ารู่ชีหมัก

ทำการคำนวณอาหารสูตรที่ 1 โดยใช้โปรแกรม XRATION (สมคิด, 2542) ให้มีโภชนะเพียงพอสำหรับโคนน้ำหนักตัว 450 กก. ให้นม 15 กก./วัน และน้ำมันมีไขมัน 3.7 % (รายละเอียดแสดงในตารางภาคผนวก ข 52 หน้า 129) จากนั้นคำนวณสูตรที่ 2 และ 3 โดยกำหนดให้ใช้อาหารชั้นสูตรเดียวกันและมีปริมาณเท่ากับที่ใช้ในสูตรที่ 1 แต่สูตรที่ 2 มีฟางหมักยูเรียและหญ้ารู่ชีหมักในอัตรา 1 : 1 (น้ำหนักวัตถุแห้ง) ให้ส่วนผสมของอาหารหยาบนี้มีปริมาณคิดเป็นวัตถุแห้งเท่ากับสูตรที่ 1 สูตรที่ 3 ใช้หญ้ารู่ชีหมักผสมหญ้าแห้ง 1 กก. โดยให้ส่วนผสมทั้ง 2 มีปริมาณวัตถุแห้งเท่ากับอาหารหยาบของสูตรที่ 1 และ 2 สัดส่วนของวัตถุแห้งจากอาหารหยาบต่ออาหารชั้นในสูตรที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 45.57 : 54.43, 45.65 : 54.34 และ 45.65 : 54.34 ตามลำดับ ใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ในการคำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูป XRATION คือ 45 : 55 ซึ่งสอดคล้องกับที่แนะนำโดย สมคิด (2542) และ NRC (1988) อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ใช้อาหารหยาบที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำจึงใช้อัตราส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารชั้นต่ำกว่าที่ Owen (1981) แนะนำไว้ คือในกรณีนี้ที่อาหารหยาบมีคุณภาพดีอาจใช้อาหารหยาบต่ออาหารชั้นในส่วนผสมได้สูงถึง 60 : 40

ในอาหารสูตรที่ 1 และ 2 มีการเติมน้ำด้วย ทั้งนี้เพื่อปรับระดับความชื้นในแต่ละสูตรให้ใกล้เคียงกัน และเพื่อช่วยในการจับตัวของอาหารชั้นกับอาหารหยาบโดยยึดหลัก สูตรที่ 1 ใช้น้ำเท่ากับอาหารชั้นโดยน้ำหนัก ส่วนสูตรที่ 2 เนื่องจากใช้ฟางข้าวเพียง 50 % ของสูตรที่ 1 จึงเติมน้ำเพียงครึ่งเดียวของสูตรที่ 1 อีกทั้งหญ้าหมักมีความชื้นเพียงพอที่จะช่วยในการจับตัวของอาหารชั้นและอาหารหยาบอยู่แล้วจึงไม่เติมน้ำในสูตรที่ 3 สำหรับการเติมหญ้าแห้งสูตรที่ 3 นั้นก็เพื่อช่วยเป็นตัวกระตุ้นการเคี้ยวเอื้องและหลั่งน้ำลาย เพื่อช่วยลดความเป็นกรดในกระเพาะรูเมนและลดความเสี่ยงของ acidosis ลง โดยทั้ง 3 สูตรจะมีปริมาณวัตถุแห้งเท่ากัน ดังรายละเอียดตารางที่ 22 และมีสูตรของแร่ธาตุที่ใช้ในส่วนผสมอาหารชั้นแสดงในตารางภาคผนวก ข 52 หน้า 129

Table 22 Daily ration per cow.

Material	UTS TMR (T_1)			UTS-Ruzi silage TMR (T_2)			Ruzi silage TMR (T_3)		
	Kg/day		% of the ration	Kg/day		% of the ration	Kg/day		% of the ration
	Fresh	DM		Fresh	DM		Fresh	DM	
UTS *	10.40	5.97	38.81	5.2	2.98	17.39	-	-	-
Water	8.20	-	30.60	4.1	-	13.71	-	-	-
Ruzi s.	-	-	-	12.4	3.01	41.47	24.1	5.10	72.37
Ruzi h.	-	-	-	-	-	-	1.0	0.89	3.00
Conc.	8.20	7.13	30.60	8.2	7.13	27.42	8.2	7.13	24.62
Total	26.80	13.10	100.00	29.9	13.12	100.00	33.3	13.12	100.00
r/c ratio	45.57/54.43			45.65/54.34			45.65/54.34		

* UTS = 6 % Urea-treated rice straw.

T_1 calculated by XRATION package program.

T_2 & T_3 fixed the amount of concentrated feed and total DM equal to T_1 .

องค์ประกอบทางเคมีของฟางหมักยูเรียและหญ้าที่หมักตลอดจนวัตถุดิบอื่นที่นำมาคำนวณเป็นอาหารผสมครบส่วน แสดงในตารางที่ 23

Table 23 Percentage of chemical composition of raw material used in the ration.

Material	DM	CP	EE	ADF	NDF	NFC	TDN	Reference
<u>(As fed basis)</u>								
UTS	57.38	7.17	1.92	26.47	39.12	1.40	32.71	
Ruzi silage	25.60	2.03	1.20	10.23	16.46	4.74	14.76	สมสุข (2544)
Ruzi hay	88.83	4.78	1.58	37.65	61.91	14.2	47.1	สมสุข (2544)
Rice bran	90.00	14.0	-	14.94	-	22.5	66.0	สมสุข (2544)
Leucaena leaf meal	86.50	15.5	-	23.00	-	3.90	58.0	สมสุข (2544)
Soybean meal	90.90	40.4	-	12.09	-	20.1	73.0	สมสุข (2544)
Ground corn	89.00	7.90	-	4.63	-	66.8	74.0	สมสุข (2544)
<u>(DM basis)</u>								
UTS	-	12.5	3.35	46.13	68.18	2.44	57.01	
Ruzi silage	-	7.93	4.69	39.96	64.30	18.52	57.69	
Ruzi hay	-	5.38	1.78	42.38	69.69	15.98	53.02	
Rice bran	-	15.5	-	16.60	-	25.0	73.3	
Leucaena leaf meal	-	17.92	-	26.59	-	4.51	67.05	
Soybean meal	-	44.44	-	13.30	-	22.11	80.31	
Ground corn	-	8.88	-	5.20	-	75.06	83.15	

สัตว์ทดลอง

ใช้โคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนที่อยู่ในระยะรีดนม จำนวน 6 ตัว มีน้ำหนักตัวอยู่ระหว่าง 416 กก. ถึง 519 กก. เฉลี่ย 459.5 ± 34.47 กก. อยู่ในระยะการให้นมที่ 2 และ 3 อายุ 4 – 6 ปี เมื่อเริ่มการทดลองโคให้นมมาแล้ว (Days in milk ; DIM) 100 – 180 วัน โดยให้นม 11 – 14 กก. เลี้ยงที่คอกสัตว์ทดลองของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่แบบซองเตี้ยยืนโรง มีรางอาหารอยู่ด้านหน้าโดยมีการออกแบบครบวงอาหาร เพื่อให้โคสามารถแยกกินอาหารเป็นรายตัวได้ มีถ้วยให้น้ำอัตโนมัติซึ่งโคสามารถกินน้ำได้ตลอดเวลา ให้โคได้รับอาหารทดลองแต่ละสูตรอย่างเต็มที่ ที่พื้นคอกบริเวณที่โคยืนมีแผ่นยางรอง เพื่อป้องกันการเกิดบาดแผลตามขาและข้อเข่าของโค ติดตั้งระบบเครื่องรีดนมแบบรีดลงถังรายตัว (bucket type) รีดนมวันละ 2 ครั้ง (05 : 00 น. และ 16 : 30 น.) ซึ่งอาหารทดลองให้วันละ 2 ครั้ง (07 : 00 น. และ 16 : 00 น.) และซึ่งอาหารเหลือวันละ 1 ครั้ง ก่อนให้อาหารตอนเช้าทุกวัน

การจัดการทดลอง

เนื่องจากไม่สามารถจัดหาโครีดนมที่มีสถานภาพเหมือนกัน (เช่น อายุ น้ำหนักตัว จำนวนวันที่ให้นม และความสามารถในการให้ผลผลิต เป็นต้น) จำนวนมากพอที่จะใช้ทดลองแบบ CRD หรือ RBD ได้ อีกทั้งสัตว์ทดลองที่คัดเลือกได้ทั้ง 6 ตัว ก็ยังมีสถานภาพเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน จึงได้ตัดสินใจเลือกใช้แผนการทดลองแบบสลับ (change-over design) โดยให้โคได้รับอาหารทดลอง (treatment) สลับกัน และเนื่องจากไม่สามารถจัดระยะพักระหว่างแต่ละสูตรอาหารทดลองได้เนื่องจากข้อจำกัดในการใช้สัตว์และคอกทดลอง อีกทั้งเมื่อเวลาผ่านไปมาก สถานะ เช่นจำนวนวันรีดนม ของโคก็เปลี่ยนแปลงไปด้วยซึ่งจำนวนวันรีดนมที่แตกต่างกันมาก ๆ มีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณการผลิตน้ำนมของโค จึงได้วางแผนสำรวจผลตกค้าง (residual effect) โดยให้อาหารทดลองสลับกันใน 2 สแควร์ (balance design) ตามวิธีการที่แนะนำโดย จรัญ (2540) อาหารทดลองจึงถูกทดสอบซ้ำ 3 ระยะเวลา 15 วัน ในโคต่างตัวกันของ แต่ละระยะ (period) โดยโคแต่ละตัวจะได้รับอาหารทดลอง ดังตารางที่ 24

Table 24 Arrangement of treatment to 6 cows in each period.

Period	Cow No.					
	1	2	3	4	5	6
1	T ₁	T ₂	T ₃	T ₁	T ₂	T ₃
2	T ₂	T ₃	T ₁	T ₃	T ₁	T ₂
3	T ₃	T ₁	T ₂	T ₂	T ₃	T ₁

การบันทึกข้อมูล การเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

1. บันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ของโคแต่ละตัวทุกวันตลอดการทดลอง และเก็บตัวอย่างอาหารแต่ละสูตร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง สะสมไว้ในตู้แช่แข็ง -20°C เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธี Proximate analysis (AOAC., 1984), Forage fiber analysis (Goering and Van Soest, 1970) และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของอาหารแต่ละสูตรตามวิธีของ Bal *et al.* (1997)

2. ทำการบันทึกปริมาณน้ำนมที่รีดได้ของโคแต่ละตัวทุกวันตลอดระยะการทดลอง เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง หลังจากโคได้รับอาหารทดลอง 1 และ 2 สัปดาห์ นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทางเคมี (โปรตีน ไขมัน และของแข็งรวมในน้ำนม) โดยเครื่อง Milkoscan 133 V.39 GB

3. คำนวณปริมาณน้ำมันที่ปรับ 4 % ไขมัน (4 %FCM) โดยใช้สูตร

$$4\%FCM = (0.4 \times \text{ปริมาณน้ำมันเป็น กก.}) + (15 \times \text{ปริมาณไขมันในน้ำมันเป็น กก.})$$

ชวณิศนดกกร (2530)

4. คำนวณต้นทุนของการเตรียมอาหารผสมครบส่วนแต่ละสูตร

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามการทดลองแบบ Balance design และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เกิดจากแต่ละสูตรของอาหารทดลองโดยวิธี Scheffe multiple contrast (SMC) เพื่อพิจารณาผลการตอบสนองต่ออาหารผสมครบส่วนทั้ง 3 สูตร

สถานที่ และระยะเวลาทำการวิจัย

- ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่
- ห้องปฏิบัติการภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- คอกสัตว์ทดลอง ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนมกราคม 2544 ถึง สิงหาคม 2545 รวมระยะเวลาประมาณ 20 เดือน