บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงโคกระบือในประเทศไทยแม้ว่าจะไม่ใช่อาชีพหลักดังเช่นการทำนาหรือปลูกพืชก็ตาม แต่ก็เป็นอาชีพที่มีบทบาทสำคัญต่อรายได้และความเป็นอยู่ของครอบครัวเกษตรกร โดยสัตว์เหล่านี้ส่วนใหญ่ไม่ค่อยได้รับความสนใจให้อาหารตามหลักวิชาการ แต่อาศัยพืชอาหารสัตว์ที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ริมถนน ริมคลอง หนองน้ำ บนคันนา และที่รกร้างว่างเปล่า นอกจากนี้ยังมีการนำเศษพืชจากสวน ไร่ นา และโรงงานอุตสาหกรรม ตลอดจนวัชพืชต่างๆ มาให้สัตว์กินด้วย ซึ่งพืชเหล่านี้มีความผันแปรทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ จึงอาจจะเป็นปัญหาในการผลิตสัตว์ได้

ตาราง 2.1 จำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และพื้นที่ทางการเกษตรของประเทศไทย

Table 2.1 Amount of animal farm and agricultural area of Thailand

ปี พ.ศ.	จำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ทั้งหมด (ครัวเรือน)	จำนวนพื้นที่ถือครอง (ไร่)	พื้นที่ปลูกหญ้า/พืชอาหารสัตว์ (ไร่)	พื้นที่ทุ่งหญ้าสาธารณะ (ไร่)
2543 [1/]	3,398,835	42,876,490	1,159,833	2,921,751
2545 [2/]	2,699,565	32,048,625	1,198,564	5,568,215

ที่มา : [1/] ฝ่ายประมวลผลและสถิติ กองแผนงาน กรมปศุสัตว์ (2543)

[2/] กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ (2545)

ประเทศไทยมีจำนวนโคนมประมาณ 4.1 แสนตัว เป็นโครีดนมประมาณ 1.6 แสนตัว (กรมปศุสัตว์, ไม่ระบุปีที่พิมพ์) ซึ่งถ้าต้องการเลี้ยงอย่างมีประสิทธิภาพจริงๆ ต้องใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดีเป็นอาหารหลักในปริมาณมาก เพราะการใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดีนั้นสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนม รวมทั้งช่วยลดต้นทุนลงได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าแนวโน้มเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์มีพื้นที่ถือครองสำหรับใช้เลี้ยงลดน้อยลง รวมทั้งไม่มีเวลาและแรงงานในการผลิตพืชอาหารสัตว์จำนวนมากได้ตลอดปี ส่วนใหญ่มีการปลูกหญ้ากันไม่มากหรือไม่มีการปลูกเลย จากข้อมูลในตาราง 2.1 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ปลูกหญ้าหรือพืชอาหารสัตว์ต่อจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ทั้งหมด พบว่ามีพื้นที่ประมาณ 2.3 - 2.9 ไร่ต่อครัวเรือนเท่านั้น จะเห็นได้ว่าปัญหาสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรไทย ก็คือการขาดแคลนแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี ทำให้เกษตรกรต้องใช้อาหารข้นในปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้มีต้นทุนการผลิตน้ำนมสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังอาจส่งผลต่อสุขภาพแม่โคนมด้วย ดังนั้นหากต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโคนมและเพิ่มผลตอบแทนให้สูงขึ้น จะต้องให้สัตว์ได้กินอาหารหยาบคุณภาพดีในปริมาณที่เพียงพอด้วย ดังนั้นการแสวงหาพืชหญ้าอาหารสัตว์ที่มีศักยภาพสูงจึงเป็นสิ่งจำเป็น

1. หญ้ารูซี่และศักยภาพในการใช้เลี้ยงโคนม

หญ้าที่นิยมใช้เลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีหลายชนิด ซึ่งในกลุ่มของหญ้าที่ได้รับการส่งเสริมให้ผลิตเป็นพืชอาหารสัตว์นั้น หญ้ารูซี่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมในการทำเป็นแปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์ในหลายพื้นที่ ทำให้เกษตรกรมีแหล่งอาหารหยาบเลี้ยงโค และลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารหยาบที่มีราคาแพง

1.1 ลักษณะทั่วไปของหญ้ารูซี่

หญ้ารูซี่เป็นพืชอาหารสัตว์ที่นิยมปลูกทั่วไป พบกระจายอยู่ทั่วประเทศ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brachiaria ruziziensis* มีชื่อเรียกท้องถิ่นว่า Ruzi grass, Congo grass, Congo signal grass (En.) มีถิ่นกำเนิดจาก Ruzizi valley in eastern Zaire and Burundi ปลูกกันแพร่หลายในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในประเทศเขตร้อน รวมทั้งแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแปซิฟิก ('t Mannetje and Jones, 1992) รายงานของกองอาหารสัตว์ (2538) กล่าวถึงหญ้ารูซี่ว่ามีถิ่นกำเนิดในทวีปอัฟริกา แถบประเทศคองโก นำเข้าครั้งแรกจากประเทศออสเตรเลีย เมื่อปี พ.ศ. 2511 โดยฟาร์มโคนมไทย - เดนมาร์ก นำไปปลูกที่มวกเหล็ก และศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง แต่ไม่ได้มีการขยายพันธุ์มากนัก ต่อมาในปี พ.ศ. 2523 ศูนย์ส่งเสริมการขยายพันธุ์สัตว์ของ กรป.กลาง ได้นำเข้ามาอีกครั้งจากประเทศไอวอรีโคส นำไปปลูกแล้วปรากฏว่าหญ้ารูซี่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้ดี จึงขยายพันธุ์ในพื้นที่แปลงใหญ่เพิ่มขึ้นหลายแห่ง

หญ้ารูซี่มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบกึ่งเลื้อยกึ่งตั้ง สูง 60 - 100 เซนติเมตร ลำต้นกลมแข็งเรียวเล็ก ไม่มีขนที่ลำต้น มีรากแตกแขนงบริเวณโคนต้น (กรมปศุสัตว์, 2545) แตกกอหนาแน่นและมีใบมาก ใบมีขนอ่อนนุ่มปกคลุม มีสีเขียวอ่อนลักษณะคล้ายหอก ช่อดอกเป็นแบบ racemes มีการปรับตัวเจริญได้ดีในเขตร้อนที่มีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร ทนทานร่มเงาพอสมควร ทนแล้งได้นานถึง 5 เดือน ต้องการดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ แต่ก็สามารถขึ้นได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีการระบายน้ำดี ไม่ทนน้ำท่วมขัง หญ้ารูซี่เป็นหญ้าประเภทค้างปี โตเร็ว ปลูกง่าย สามารถปลูกได้ด้วยหน่อพันธุ์หรือเมล็ด และจะเติบโตเต็มที่เมื่ออายุ 100 - 120 วันขึ้นไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากเป็นหญ้าที่ไวต่อช่วงแสง จึงออกดอกเมื่อช่วงแสงสั้น (เดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน) และเมล็ดจะสุกแก่เต็มที่เมื่อประมาณ 21 วันหลังดอกบาน (กรมปศุสัตว์, 2545) แต่ดอกจะบานไม่พร้อมกัน ทำให้การสุกแก่ของเมล็ดไม่เท่ากัน ซึ่งกองอาหารสัตว์ (2538) รายงานผลผลิตเมล็ดหญ้ารูซี่เท่ากับ 48 - 80 กิโลกรัม/ไร่ ขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บเกี่ยว ในขณะที่ Humphreys and Partridge (1995) รายงานว่า ในตระกูล Brachiaria ด้วยกัน แม้ว่าหญ้ารูซี่จะไม่ทนแล้งเท่าหญ้าซิกแนล แต่ผลิตเมล็ดได้ง่ายกว่า และมีความงอกสูงประมาณ 77 - 84% (กองอาหารสัตว์, 2538) สะดวกต่อการขยายพันธุ์ นอกจากนี้หญ้ารูซี่ยังทนต่อการเหยียบย่ำและแทะเล็ม สามารถปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มหรือตัดได้หลายครั้งในรอบปี ถ้ามีการให้น้ำ ให้ปุ๋ย และการจัดการที่เหมาะสม

1.2 ผลผลิตของหญ้ารูซี่

ผลผลิตและคุณภาพของหญ้ารูซี่จะสูงในช่วงฤดูฝน และลดลงมากในช่วงฤดูแล้ง (ศศิธรและคณะ, 2533) ในแต่ละสภาพพื้นที่ผลผลิตจะแตกต่างกันออกไป โดยจะมีผลผลิตน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 600 - 3,000 กิโลกรัม/ไร่/ปี ขึ้นอยู่กับสภาพความสมบูรณ์ของดิน และลักษณะภูมิอากาศ

จีระวัชร์และคณะ (2526) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตหญ้ารูซี่ บนดินชุดเรณู ที่จังหวัดลำปาง พบว่าเมื่อตัดหญ้ารูซี่ครั้งแรกที่อายุ 65 วัน และตัดต่อไปทุก 45 วันตลอดปีรวม 8 ครั้ง ได้ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 1,675 และ 630 กิโลกรัม/ไร่/ปี ตามลำดับ

กานดาและคณะ (2536) ศึกษาผลผลิตหญ้ารูซี่ในดินชุดสรรพยา จังหวัดชัยนาท ในแปลงของเกษตรกรซึ่งมีระบบชลประทาน พบว่าให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเมื่อตัดทุก 30 วันในปีแรกเท่ากับ 2,822 กิโลกรัม/ไร่/ปี มากกว่าผลผลิตที่ทิพาและคณะ (2534) ศึกษาในศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ชัยนาทที่พบว่าผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้ารูซี่ตัดทุก 40 วัน ในปีแรกเท่ากับ 2,636 กิโลกรัม/ไร่/ปี จะเห็นได้ว่าสภาพดินรวมทั้งสภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละปีล้วนมีผลต่อผลผลิตของหญ้า

ชิงชัย (2537) ได้ศึกษาบนดินชุดโคราช ระหว่างเดือนมิถุนายน - ตุลาคม 2536 พบว่าผลผลิตหญ้ารูซี่ที่ช่วงการตัด 15, 30 และ 45 วัน มีผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมในระยะเวลา 5 เดือนเท่ากับ 529.5, 696.5 และ 706.0 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

สมพลและคณะ (2542) รายงานการให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้ารูซี่อายุ 45 วัน จากการตัด 3 ครั้งในปีแรก และ 4 ครั้งในปีที่สอง ดังตาราง 2.2 พบว่า มีความแปรปรวนมากในการปลูกปีแรก เนื่องจากหญ้ายังไม่เจริญเติบโตและกระจายในแปลงเต็มที่ แต่มีความสม่ำเสมอมากขึ้นในปีที่ 2 โดยเฉพาะการตัดครั้งที่ 1 และ 2 แต่เมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงตั้งแต่เดือนกันยายนมีผลทำให้ผลผลิตลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้ารูซี่จากการตัดแต่ละครั้งในปีที่ 1 และ 2

Table 2.2 Dried yield of ruzi grass at different cut in the first and second year

ปีที่	ผลผลิต (กิโลกรัมแห้ง/ไร่)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
1	637.0	200.0	877.0	-
	(21 ก.ค. 38)	(4 ก.ย. 38)	(19 ต.ค. 38)	
2	772.3	889.8	271.8	338.8
	(2 ก.ค. 39)	(16 ส.ค. 39)	(30 ก.ย. 39)	(14 พ.ย. 39)

ที่มา : สมพลและคณะ (2542)

1.3 คุณค่าทางอาหารของหญ้ารูซี่

คุณค่าทางอาหารของหญ้ารูซี่ที่ตัดอายุต่างๆ จากรายงานต่างๆ แสดงในตาราง 2.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อหญ้ารูซี่มีอายุสูงขึ้น จะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนลดลง ในขณะที่มีปริมาณผนังเซลล์ (NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (ADF) สูงขึ้น

ตาราง 2.3 ส่วนประกอบทางเคมี (%วัตถุแห้ง) ของหญ้ารูซี่ที่อายุต่างกัน จากรายงานต่าง ๆ

Table 2.3 Chemical composition (% DM basis) of ruzi grass at different ages

อายุตัด (วัน)	CP	EE	Ash	NDF	ADF	Source
	<----------(% DM)---------->					
30	10.2	-	-	60.7	35.7	กานดาและคณะ (2535; อ้างโดยกองอาหารสัตว์, 2538)
45	11.62	3.61	10.10	65.67	37.69	ฉายแสงและคณะ (2530)
45	7.50	1.41	13.10	64.40	46.30	รำไพรและคณะ (2546)
45	10.1	-	-	60.19	35.9	พิมพาพรและคณะ (2535)
60	8.0	-	-	57.90	40.8	พิมพาพรและคณะ (2535)
75	4.8	-	-	68.30	41.9	พิมพาพรและคณะ (2535)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาคุณค่าของหญ้าตัดที่อายุเท่ากันจากการทดลองต่างๆ จะเห็นว่ามีค่าค่อนข้างผันแปร โดยการตัดหญ้าที่อายุมากกว่าในบางการทดลองยังมีค่าโภชนะที่เป็นประโยชน์มากกว่าการตัดที่อายุน้อยกว่าในอีกการทดลองหนึ่ง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการและสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ตลอดจนความแตกต่างของชุดดินซึ่งล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลผลิตหญ้า อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีก เช่น ความสูงของตอหญ้า การฟื้นตัว การสำรองอาหาร และอื่นๆ

2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการผลิตหญ้า

ในการศึกษาเกี่ยวกับพืชอาหารสัตว์ด้านการจัดการทุ่งหญ้านั้น จะให้ความสำคัญกับช่วงระยะเวลาที่พืชใช้สำหรับการสะสมอาหารคาร์โบไฮเดรตในส่วนของรากและลำต้น การตัดส่วนของต้นพืชไปใช้ ทำให้พืชลดพื้นที่สังเคราะห์แสงเป็นเหตุให้มีอาหารสะสมในลำต้นพืชลดลง ซึ่งอาจจำกัดการดูดซึมธาตุอาหารและน้ำที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตใหม่ การตัดพืชในระยะติด ๆ กันบ่อยครั้ง มีผลทำให้การเจริญของพืชหยุดชะงักประมาณ 6 - 8 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ถ้าหากพืชถูกตัดบ่อยครั้งและตัดในระดับที่ต่ำจนเกินไป อาจทำให้ต้นพืชนั้นตายได้ (สายันต์, 2547) ดังนั้นการฟื้นตัวของหญ้าอาหารสัตว์ และความสูงของต้นที่เหลือจากการตัดจึงมีความสำคัญ

การจัดการดูแลแปลงหญ้าที่มีประสิทธิภาพ คือการจัดการให้แปลงหญ้ามีการฟื้นตัวหรือมีการเจริญเติบโตและมีคุณภาพดีภายหลังการตัดหรือการแทะเล็มของสัตว์ รวมทั้งมีอายุการใช้ประโยชน์ที่ยาวนานด้วย เพื่อจะได้ผลตอบแทนจากสัตว์ (ในรูปของการเพิ่มน้ำหนักตัวหรือการให้ผลผลิตน้ำนม) ที่คุ้มค่า ซึ่งการฟื้นตัวจะเร็วหรือช้าเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับสิ่งสำคัญ คือ ปริมาณอาหารสำรอง (food reserves) และปริมาณพื้นที่ใบและตาเจริญที่เหลือหลังการตัด (leave area and growing bud) (สายันต์, 2547)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นตัวของหญ้าซึ่งส่งผลต่อผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ได้แก่ ความสูงและความถี่ของการปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มหรือการตัดซึ่งมีความสัมพันธ์กัน โดยความสูงของหญ้าที่เหลือจากการแทะเล็มหรือตัด มีผลต่อพื้นที่ใบที่เหลือและตาเจริญของต้นหญ้า ถ้ามีการแทะเล็มหรือตัดต่ำเกินไป จะทำให้พื้นที่ใบในการสังเคราะห์แสงเหลือน้อย และตาเจริญถูกทำลายไปมาก เป็นผลให้พืชฟื้นตัวช้า ผลผลิตลดลง ซึ่งความสูงที่แนะนำในการตัดพืชตระกูลหญ้าคือ 10 – 15 เซนติเมตรจากพื้นดิน เพราะพืชตระกูลหญ้ามีจุดเจริญอยู่ระดับต่ำค่อนข้างติดพื้นดิน และไม่มีการยืดตัวสูงขึ้น ยกเว้นช่วงที่หญ้าจะแทงช่อดอก เฉลิมพล (2527)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับช่วงห่างหรือความถี่ของการแทะเล็มหรือตัด มีผลต่อการสะสมอาหารสำรองของหญ้าเพื่อใช้ในการเจริญฟื้นตัวใหม่ ซึ่งถ้ามีการแทะเล็มหรือตัดถี่เกินไป พืชจะสะสมอาหารสำรองไว้ได้น้อย จะทำให้ได้ผลผลิตที่มีโปรตีนสูง แต่ได้ปริมาณหญ้าต่ำ พืชฟื้นตัวได้ช้า แต่ถ้ามีความถี่ในการแทะเล็มหรือตัดลดลง เป็นผลให้ได้ผลผลิตปริมาณเพิ่มขึ้น แต่คุณค่าลดลง ดังงานทดลองของเฉลิมพล (2527) ดังแสดงในตาราง 2.4 ที่พบว่าการตัดหญ้าขนที่ระยะห่างทุกๆ 8 สัปดาห์ ทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้น แต่หญ้ามีโปรตีนลดลง เมื่อเทียบกับการตัดทุกๆ 4 หรือ 6 สัปดาห์

ตาราง 2.4 อิทธิพลของความถี่และความสูงของการตัดที่มีต่อผลผลิตและเปอร์เซ็นต์โปรตีนของหญ้าขนใน จ.เชียงใหม่

Table 2.4 Influence of frequency and height of cutting to yield and protein percentage of Para grass at Chiang Mai province

ความสูงของการตัด (ซม. จากพื้นดิน)	ความถี่ของการตัด (สัปดาห์)		
	4	6	8
	น้ำหนักแห้ง (ตัน / เฮกแตร์)		
5	21.90	35.61	34.62
15	22.06	33.32	37.16
30	25.74	33.80	36.08
	โปรตีน (% น้ำหนักแห้ง)		
5	11.06	9.13	5.27
15	10.56	8.25	6.27
30	10.69	9.19	6.50

ที่มา : เฉลิมพล (2527)

เกียรติสุรักษ์และคณะ (2539) ได้ศึกษาหญ้าโร๊ด 2 สายพันธุ์ โดยศึกษาความสูงของการตัดจากพื้นดิน 2 ระดับ คือ 5 และ 15 เซนติเมตร และมีช่วงอายุของการตัด 3 ระยะ คือตัดทุก 30, 45 และ 60 วัน พบว่าที่ระดับความสูงของการตัดหญ้าโร๊ดทั้ง 2 สายพันธุ์ไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำหนักแห้งและผลผลิตโปรตีนรวม คือ มีค่าดังกล่าวจากการตัด 3 ครั้งเท่ากับ 2,059 เทียบกับ 2,121 และ 161 เทียบกับ 161 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ ตามลำดับ แต่การตัดที่อายุต่างกันมีผลต่อปริมาณผลผลิตโดยการตัดในช่วง 30 วันได้ผลผลิตต่ำกว่าการตัดที่อายุ 45 และ 60 วันอย่างมีนัยสำคัญ คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1,742 เทียบกับ 2,215 และ 2,314 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ตามลำดับ ในขณะที่การตัดที่อายุ 30 วัน มีผลผลิตโปรตีนรวมสูงกว่าการตัดที่อายุ 45 และ 60 วันอย่างมีนัยสำคัญ คือ 173 เทียบกับ 152 และ 159 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่ ตามลำดับ และผู้ทดลองยังให้แนวคิดว่าการจัดการตัดพืชด้วยความถี่บ่อยครั้ง จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชหยุดชะงัก แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชด้วย ส่วนระดับความสูงของการตัดพืชอาหารสัตว์ไม่สามารถกำหนดแน่นอนได้กับทุกชนิดของพืช ขึ้นอยู่กับลักษณะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต โดยทั่วไปพืชที่มีต้นเลื้อยและมีเหง้ามากควรตัดในระดับต่ำจะให้ผลดีที่สุด อย่างไรก็ดี Bennie and Harrington (1972; อ้างโดยเกียรติสุรักษ์และคณะ, 2539) ให้ความเห็นว่าระดับของโปรตีนและเยื่อใยของพืชมักจะได้รับอิทธิพลจากความถี่มากกว่าระดับความสูงของการตัด

ในการผลิตพืชอาหารสัตว์นั้น สิ่งสำคัญที่สุดนอกเหนือจากได้ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนะสูงแล้ว ความน่ากินของพืช ยังเป็นปัจจัยเกี่ยวข้องที่สำคัญซึ่งควรนำมาพิจารณา เพื่อทำให้สัตว์กินได้มากที่สุด

3. ปัจจัยที่มีผลต่อความน่ากินของพืชอาหารสัตว์

ปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้เป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์ แม้ว่าอาหารจะมีคุณค่าสูงแต่ถ้าสัตว์กินได้น้อย การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสัตว์ก็มีค่าต่ำลงไปด้วย ในทางตรงข้าม ถ้าอาหารนั้นมีคุณค่าปานกลาง แต่ถ้าสัตว์กินได้มากก็ย่อมจะให้โภชนะแก่ตัวสัตว์ได้มากตามไปด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อความน่ากินของอาหาร ได้แก่ส่วนประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของพืช ซึ่งพืชที่มีคุณค่าทางโภชนะสูงและย่อยง่ายจะมีความน่ากินสูง

3.1 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่มีผลต่อความน่ากินหรือปริมาณอาหารที่สัตว์กินได้ ได้แก่ เยื่อใย แทนนิน ซิลิก้า โปรตีน และปริมาณน้ำในเซลล์ เป็นต้น อาหารที่มีเยื่อใยสูงจะทำให้ย่อยได้ยาก ส่งผลให้สัตว์กินอาหารได้น้อย จึงทำให้ได้รับโภชนะลดลง

Hoover (1986) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งกับปริมาณ NDF พบว่ามีสหสัมพันธ์ในเชิงลบ โดยมีค่าเท่ากับ -.58 แสดงว่าเมื่อเยื่อใยในอาหารมีปริมาณสูงขึ้น สัตว์จะกินอาหารได้น้อยลง ส่วนประกอบในพืช เช่น แทนนิน ก็มีผลต่อเวลาคงค้างในรูเมนหรืออัตราการย่อยเยื่อใย โดยไปยับยั้งเอนไซม์เซลลูเลสของจุลินทรีย์ ทำให้ลดการย่อยได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของวัตถุแห้งของพืชอาหารสัตว์ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้อ้างงานของ Van Soest and Jones (1968) ว่าซิลิก้ามีความสัมพันธ์ทางลบกับการย่อยได้ของหญ้า โดยการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่วัดโดยวิธี *in vitro* มีค่าลดลง 3% ต่อหนึ่งหน่วยที่เพิ่มขึ้นของซิลิก้า

ในส่วนของโปรตีนนั้น พบว่าอาหารที่มีโปรตีนต่ำเกินไปมักจะทำให้สัตว์กินได้ลดลง ทั้งนี้เพราะโปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การมีโปรตีนต่ำทำให้การเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนลดลง ซึ่งมีผลทำให้พืชที่สัตว์กินเข้าไปเหลือค้างในกระเพาะมาก ซึ่ง Milford and Minson (1966; อ้างโดยเฉลิมพล, 2524) ได้ชี้ให้เห็นว่าหญ้าเมืองร้อน โปรตีนจะไม่เป็นตัวจำกัดการกินของสัตว์จนกว่าโปรตีนในหญ้านั้นจะลดลงต่ำกว่า 7% สอดคล้องกับเมธา (2529) ที่กล่าวว่าถ้าพืชอาหารสัตว์นั้นมีปริมาณโปรตีน ไวตามิน และแร่ธาตุในระดับที่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์แล้ว ระดับเยื่อใยจะเป็นปัจจัยในการจำกัดปริมาณการกินได้ของสัตว์ แต่ถ้าระดับโปรตีนลดลงเป็น 6% จะทำให้ความอยากกินอาหารของสัตว์ลดลง ทำให้ปริมาณการกินได้ลดลงตามไปด้วย ในกรณีเช่นนี้ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การบด หรือสับ จะไม่ทำให้การกินได้เพิ่มขึ้นเลย ทั้งนี้เพราะระดับโปรตีนที่ต่ำเป็นปัจจัยในการจำกัดการกิน ไม่ใช่ปริมาณเยื่อใยที่มีมากเกินไป

นอกจากนั้น ปริมาณน้ำในพืชอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ ก็มีผลต่อปริมาณการกินได้เช่นกัน เช่น หญ้าสดมักมีความชื้นสูงประมาณ 75 - 85% ทำให้โครับน้ำเข้าสู่ร่างกายในปริมาณสูง ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ซึ่งเป็นปัญหาโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโคที่ให้นมสูงที่ต้องการโภชนะมาก ดังงานทดลองของ Estrada *et al.* (2004) ที่ได้ศึกษาบทบาทของน้ำภายนอก (external water) และน้ำภายในเซลล์ (internal water) ของหญ้าสดต่อปริมาณการกินได้โดยสมัครใจของโคนม โดยแบ่งสัตว์ออกเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ให้กินหญ้าสดอย่างเดียวเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 ให้กินหญ้าสดที่ตากแห้งเป็นเวลา 5 ชั่วโมง กลุ่มที่ 3 ให้กินแบบเดียวกับกลุ่มที่ 1 ฉีดพ่นด้วยน้ำ และกลุ่มที่ 4 กินหญ้าแบบเดียวกับกลุ่มที่ 2 ฉีดพ่นด้วยน้ำ พบว่ากลุ่มที่ได้กินหญ้าตากแห้งมีค่าการกินได้เพิ่มขึ้น แต่กลุ่มที่กินหญ้าฉีดพ่นด้วยน้ำก็ไม่ได้มีปริมาณการกินได้ลดต่ำลงแต่อย่างใด และสรุปผลว่าเฉพาะน้ำภายในเซลล์ของหญ้าเท่านั้นที่มีผลต่อพฤติกรรมการกินและจำกัดปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของโคนม

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยได้ของพืชอาหารสัตว์

การย่อยได้ (digestibility) หมายถึง สัดส่วนของอาหารที่ถูกย่อยเมื่อสัตว์กินเข้าไป ซึ่งหญ้าเมืองร้อนทั่วไปมีการย่อยได้ต่ำกว่าหญ้าเมืองหนาว เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยเฉพาะอุณหภูมิ และสภาพภูมิอากาศ พืชที่สัตว์กินเข้าไปจะเป็นประโยชน์มากเมื่อส่วนที่กิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เข้าไปนั้นถูกย่อยได้สูง ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยได้ ได้แก่ อายุและส่วนประกอบของพืชอาหารสัตว์ เป็นต้น

4.1 อายุของพืชอาหารสัตว์

't Mannetje and Jones (1992) รายงานว่าหญ้ารูซี่อายุ 4 - 16 สัปดาห์ ที่ปลูกในเมืองหนาว มีค่าไนโตรเจนระหว่าง 1.5 - 2.5% และค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งที่วัดโดยวิธี *in vitro* ระหว่าง 50 - 75% จากค่าการย่อยได้และค่าพลังงานของหญ้ารูซี่จากรายงานต่าง ๆ ที่แสดงในตาราง 2.5 พบว่า หญ้ารูซี่อายุ 45 วัน มีการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ 55 - 61% และมี TDN 65.6% แต่ TDN จะมีค่าลดลงเหลือ 51.4% ในระยะก่อนออกดอก สอดคล้องกับพิมพาพรและคณะ (2535) ที่แสดงให้เห็นว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าลดลงเมื่อหญ้ามีอายุมากขึ้น ไม่ว่าจะวัดโดยวิธี pepsin-cellulase (PC) หรือวัดโดยวิธีใส่ถุงไนล่อน (NB) ก็ตาม

ตาราง 2.5 ค่าการย่อยได้และค่าพลังงานของหญ้ารูซี่ที่อายุต่างกัน จากรายงานต่าง ๆ

Table 2.5 Digestibility and energy value of ruzi grass at different age

อายุตัด (วัน)	ME	NEL	OMD	TDN	PC	NB	Source
	<--(Mcal/kg DM)-->		<----------(% DM)---------->				
45	2.85	1.64	55.43	-	-	-	วีระ (2544)
45	1.72	-	60.80	65.60	-	-	รำไพรและคณะ (2546)
45	-	-	-	-	73.3	78.2	พิมพาพรและคณะ (2535)
60	-	-	-	-	69.0	77.1	พิมพาพรและคณะ (2535)
75	-	-	-	-	51.1	64.5	พิมพาพรและคณะ (2535)
ระยะก่อนออกดอก	-	-	-	51.40	-	-	ฉายแสงและคณะ (2536; อ้างโดยกองอาหารสัตว์, 2538)

หมายเหตุ : %PC = การย่อยได้ของวัตถุแห้ง วัดโดยวิธี Pepsin - cellulase
%NB = การย่อยได้ของวัตถุแห้ง วัดโดยวิธี Nylon bag at 72 hr

4.2 ชนิดและส่วนประกอบของพืชอาหารสัตว์

พืชอาหารสัตว์ต่างชนิดกันมีการย่อยและใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน และโดยทั่วไปปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนจะต่ำกว่าพืชในเขตอบอุ่น ซึ่งพบทุกๆ ช่วงของการเจริญเติบโตของพืช ทั้งนี้เพราะพืชในเขตร้อนมีเยื่อใยสูงกว่า โดย เมธา (2529) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของพืชอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ในเขตร้อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เทียบกับเขตอบอุ่น พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้เท่ากับ 56 เทียบกับ 71 กรัม/วัน/กิโลกรัม$^{0.75}$ และการย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าเฉลี่ย 62 เทียบกับ 71% ตามลำดับ จะเห็นว่าพืชอาหารสัตว์เขตอบอุ่นที่มีค่าการย่อยได้ดีกว่าพืชในเขตร้อน ทำให้สัตว์กินได้มากขึ้น โดยมีค่าวัตถุแห้งที่กินได้สูงกว่าประมาณ 20% พืชที่ย่อยได้สูงมักจะเป็นพืชที่มีอายุน้อย มีสัดส่วนใบมาก เพราะใบมีพื้นที่ผิวมากกว่า สัตว์ใช้เวลาในการบดเคี้ยวน้อยกว่า และมีความหนาแน่นต่อหน่วยพื้นที่ต่ำกว่า จึงมีระยะเวลาคงค้างในรูเมนน้อยกว่าลำต้น ทำให้ย่อยได้ดีกว่าลำต้น

วีระ (2544) ประเมินค่า OMD, ME และ NEL ของหญ้าชนิดต่างๆ ในแปลงทดลองต่างสถานที่กัน โดยพบว่าหญ้ารูซี่ตัดอายุ 45 วันในแปลงทดลอง 3 แปลง มีค่าดังแสดงในตาราง 2.6 เมื่อเปรียบเทียบกับพืชอาหารต่างชนิดจากรายงานอื่น จะเห็นว่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (OMD) ไม่มีความสัมพันธ์กับพลังงาน ME และ NEL มากนัก ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) ต่างกัน โดยเฉพาะฟาง ซึ่งแม้จะมี OMD 53 - 63% แต่มี ME และ NEL เพียง 1.6 - 1.9 และ 0.9 - 1.1 Mcal/kg ตามลำดับ ในขณะที่หญ้ารูซี่ซึ่งมี OMD 49 - 58% แต่มี ME และ NEL ถึง 1.2 - 3.1 และ 1.2 - 1.8 Mcal/kg ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า

ตาราง 2.6 ค่าประเมินการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ และค่าพลังงาน โดยวิธี gas production จากรายงานต่าง ๆ

Table 2.6 Estimation of % OMD and energy contents with gas production method from several reports

ข้อมูล	OMD	ME	NEL	ที่มา
	(%)	←-(Mcal/kg DM)--→		
หญ้ารูซี่สวนลำไยแม่เหียะ	56.53	3.14	1.82	วีระ (2544)
หญ้ารูซี่แปลงทดลองแม่เหียะ	55.43	2.85	1.64	วีระ (2544)
หญ้ารูซี่สวนลำไยสันทราย	49.73	2.16	1.21	วีระ (2544)
หญ้ารูซี่หมัก	58.16	2.03	1.17	วรรณา (2544)
ฟางข้าว	53.27	1.63	0.91	วรรณา (2544)
ฟางข้าว	63.32	1.91	1.10	ดำรัส (2545)

เยื่อใยมีผลต่อการกินได้และการย่อยได้ของอาหาร โดยพืชที่มีเยื่อใยสูงมักจะมีการย่อยได้ต่ำ ทำให้สัตว์กินได้น้อยลง แต่ถ้าเยื่อใยนั้นมีการย่อยได้สูง จะทำให้สัตว์กินอาหารได้เพิ่มขึ้น ดัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานของ Oba and Allen (1999) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการย่อยได้ของ NDF ของพืชอาหารสัตว์ต่อสมรรถภาพการผลิตของโคนม โดยการวิเคราะห์ทางสถิติจากแหล่งข้อมูลต่างๆ พบว่าหนึ่งหน่วยที่เพิ่มขึ้นของ NDF ที่ย่อยได้โดยวิธี *in vitro* หรือ *in situ* มีผลทำให้ค่าวัตถุแห้งที่กินได้ (DMI) เพิ่มขึ้น 0.17 กิโลกรัม และปริมาณน้ำนม (4% FMC) เพิ่มขึ้น 0.25 กิโลกรัม และยังแสดงความคิดเห็นว่าการศึกษาการย่อยได้ของ NDF โดยวิธี *in vitro* หรือ *in situ* สามารถใช้ประเมินค่า DMI ได้ค่าสูงกว่าวิธี *in vivo* ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าการศึกษาในห้องปฏิบัติการมีสภาพเอื้ออำนวยให้เกิดระยะเวลาที่มีอาหารคงค้างในรูเมนสั้นกว่าในตัวสัตว์โดยตรง

จากการที่ค่าการย่อยได้ของอาหารสัตว์ สามารถบ่งชี้ปริมาณการกินได้และการใช้ประโยชน์ต่อตัวสัตว์ การประเมินการย่อยได้จึงมีความสำคัญ ซึ่งส่วนมากทำได้หลายวิธี โดยวิธีที่ทำได้สะดวกและรวดเร็วคือวิธีทำในห้องปฏิบัติการ

5. การประเมินค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบและอาหารข้นในห้องปฏิบัติการ

วิธีประเมินการย่อยได้ทำการทดลองกับตัวสัตว์โดยตรง (*In vivo* digestibility) เป็นวิธีที่ได้ข้อมูลดีที่สุด แต่เนื่องจากต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง จึงได้มีการพัฒนาวิธีการประเมินในห้องปฏิบัติการขึ้นมา ซึ่งวิธีที่นิยมได้แก่ *In vitro* gas production technique ของ Menke and Steingass (1988) ที่ทำการวัดปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักการที่ว่าการหมักอาหารโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะส่วนหน้าจะทำให้เกิดแก๊สขึ้น ซึ่งจะมีปริมาตรมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอัตราการย่อยได้ของอาหารนั้น วิธีการทำโดยบ่ม (incubate) ตัวอย่างอาหารกับของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ได้ผสมกับสารละลายบัฟเฟอร์และแร่ธาตุ และได้ปรับให้มีสภาพต่างๆ เหมาะสม คือในสภาพไร้ออกซิเจนที่อุณหภูมิ 39°C อาหารจะถูกบรรจุลงในหลอดแก้ว (syringe) ชนิดพิเศษ แล้วแช่หลอดตัวอย่างในอ่างน้ำหรือตู้อบที่อุณหภูมิ 39°C เป็นเวลา 8 และ 24 ชั่วโมง อ่านปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้น จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุและพลังงานใช้ประโยชน์ตลอดจนพลังงานสุทธิ (ดัดแปลงจาก Menke *et al.*, 1979; อ้างโดย บุญล้อม, 2541)

Menke and Steingass (1988) ได้ทำการศึกษาพลังงานในอาหารหลายชนิด ทั้งวิธี *in vivo* และวิธี gas production technique แล้วนำค่าแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองและองค์ประกอบทางเคมีมาใช้สร้างสมการเพื่อทำนายค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ และพลังงาน (ME และ NEL) โดยแบ่งอาหารเป็นหมวดหมู่ดังนี้ :-

- อาหารหยาบ

OMD (%) = 15.38 + 0.8453GP + 0.0595XP + 0.0675XA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ME (MJ/kgDM) = 2.20 + 0.1357GP + 0.0057XP + 0.0002859$(XL)^2$

NEL (MJ/kgDM) = 0.54 + 0.0959GP + 0.0038XP + 0.0001733$(XL)^2$

- อาหารข้น

OMD (%) = 9.00 + 0.9991GP + 0.0595XP + 0.0181XA

ME (MJ/kgDM) = 1.06 + 0.1570GP + 0.0084XP + 0.0220XL - 0.0081XA

NEL (MJ/kgDM) = -0.36 + 0.1149GP + 0.0054XP + 0.0139XL - 0.0054XA

เมื่อ GP = ปริมาตรแก๊สสุทธิที่ 24 ชั่วโมง (ml/200 mg DM)

XP = ปริมาณโปรตีน (g/kg DM)

XA = ปริมาณเถ้า (g/kg DM)

XL = ปริมาณไขมัน (g/kg DM)

นอกเหนือจากการวัดค่าการย่อยได้และพลังงานแล้ว ในการให้อาหารโคนมที่มีประสิทธิภาพยังต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญในการประกอบสัดส่วนอาหารของโคนม ซึ่งพิจารณารายละเอียดทางโภชนศาสตร์ เพื่อให้สามารถประกอบสัดส่วนอาหารหยาบและอาหารข้นของโคนมที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด

6. ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการให้อาหารหยาบและอาหารข้นแก่โคนม

เนื่องจากโคนมเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant) มีระบบย่อยอาหารที่ต่างจากสัตว์กระเพาะเดี่ยว คือมีกระเพาะ 4 ส่วน และมีการหมักย่อยอาหารโดยการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะ 2 ส่วนหน้า (reticulorumen) หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่ากระเพาะรูเมน ซึ่งกระบวนการหมักในรูเมนนี้จำเป็นต้องเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยภายในกระเพาะรูเมนควรมีสภาพไร้ออกซิเจน, มีอุณหภูมิและ pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ซึ่งบุญล้อม (2541) รายงานค่า pH ปกติว่าควรอยู่ระหว่าง 5.8 - 6.5 และมีอุณหภูมิประมาณ 38 - 42 องศาเซลเซียส โดยปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสภาพในกระเพาะรูเมน ก็คือสัดส่วนของอาหารที่โคกินเข้าไปนั่นเอง

การจัดการเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ของอาหารจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความชำนาญในการประกอบสูตรอาหารให้เหมาะสมตามชนิดและสภาพของวัตถุดิบหลักที่มีอยู่ ซึ่งโดยปกติในการประกอบสูตรอาหารสัตว์จะใช้ข้อมูล 2 ด้าน คือ 1) ด้านความต้องการโภชนะของสัตว์ ซึ่งในกรณีของโคนมจะแยกเป็นปริมาณโภชนะที่โคจะนำไปใช้เพื่อการดำรงชีพ และใช้เพื่อการผลิตน้ำนม 2) ด้านส่วนประกอบทางโภชนะที่สำคัญของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งวัตถุดิบบางชนิดมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง โดยอาจเปลี่ยนแปลงตามแหล่งที่มา สภาพแวดล้อม ระยะเวลาในการเก็บ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่าง เป็นต้น การเลือกข้อมูลมาใช้จึงควรพิจารณาให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด และในการประกอบสูตรอาหารนี้จะต้องคำนึงถึงความสมดุลของโภชนะ (ration balancing) ด้วย ซึ่งในกรณีของโคนม นอกจากจะต้องคำนึงถึงปริมาณโปรตีนและพลังงานในรูปยอดโภชนะย่อยได้รวม (TDN) หรือในรูปพลังงานสุทธิเพื่อการดำรงชีพ (NEM) และพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (NEL) แล้ว ยังต้องคำนึงถึงสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง (NFC) และคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้างที่เรียกว่าเยื่อใย ซึ่งสมดุลของสิ่งเหล่านี้มีผลต่อปริมาณการกินได้ การให้ผลผลิตและสุขภาพของตัวสัตว์ด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารต้องพิจารณารายละเอียดของปัจจัยต่างๆ ได้แก่

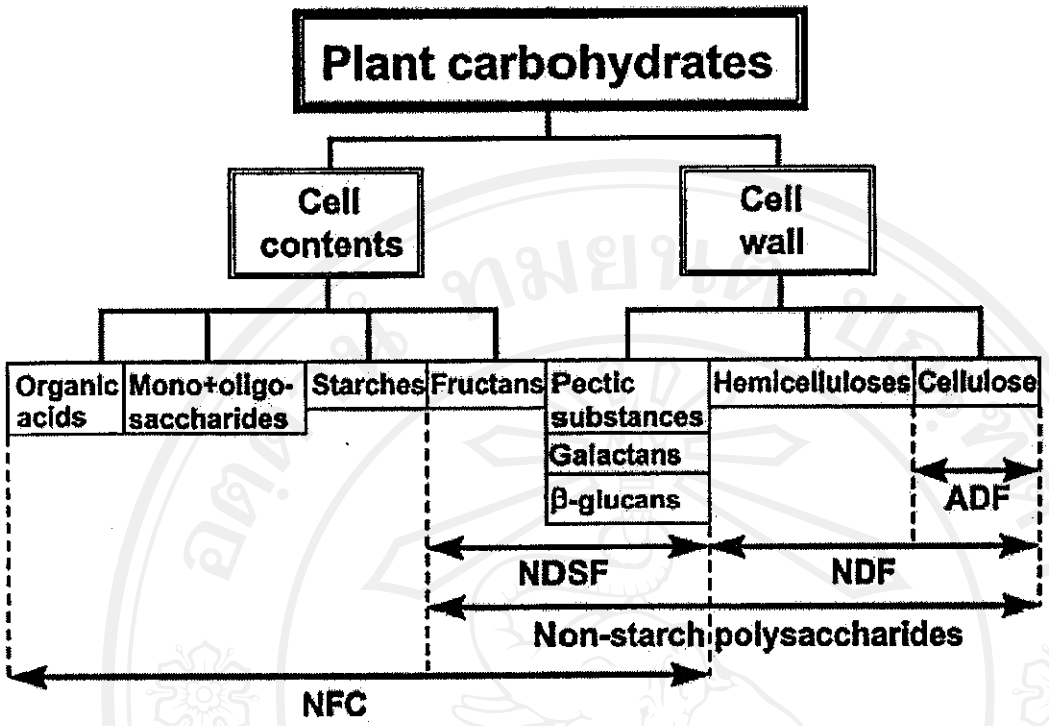
6.1 การเลือกประเภทของคาร์โบไฮเดรตในอาหารโคนมให้เหมาะสม

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักและสำหรับตัวสัตว์ เพื่อใช้ในการดำรงชีพ การเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิต คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างได้เป็น 2 ประเภท ดังภาพ 2.1 ได้แก่

1) คาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้าง (structural carbohydrate) ได้แก่ เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนของเยื่อใยในผนังเซลล์ของพืช ไม่สามารถย่อยได้โดยเอนไซม์จากสัตว์ แต่ถูกย่อยได้โดยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร ประกอบไปด้วย :-
   - Acid detergent fiber (ADF) คือส่วนของเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด ซึ่งเป็นส่วนที่ประกอบด้วยเยื่อใยที่ย่อยยาก เช่น เซลลูโลส, ลิกนิน และ acid insoluble ash (AIA)
   - Neutral detergent fiber (NDF) คือส่วนของผนังเซลล์ทั้งหมดของพืช
   - Neutral detergent-soluble fiber (NDSF) คือเยื่อใยที่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง ได้แก่ เพคติน, กาแลคแตน และเบต้ากลูแคน ส่วนนี้จะถูกหมักย่อยอย่างรวดเร็ว (20-40 % ต่อชั่วโมง) (Hall, 2003)
2) คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างหรือคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (non structural carbohydrate; NSC หรือ non fibrous carbohydrate; NFC) คือส่วนที่อยู่ภายในเซลล์ของพืช ซึ่งย่อยได้ง่าย สามารถถูกย่อยได้โดยเอนไซม์ของสัตว์ ประกอบด้วย กรดอินทรีย์ น้ำตาล แป้ง และฟรุกแตน

ซึ่งคาร์โบไฮเดรตประเภทแรกมีที่มาหลักจากอาหารหยาบ และประเภทที่ 2 มีที่มาหลักจากอาหารข้น การเลือกแหล่งและสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตทั้งสองชนิดจึงมีความสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.1 ส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตในพืช

Figure 2.1 Plant carbohydrate fractions (Hall, 2003)

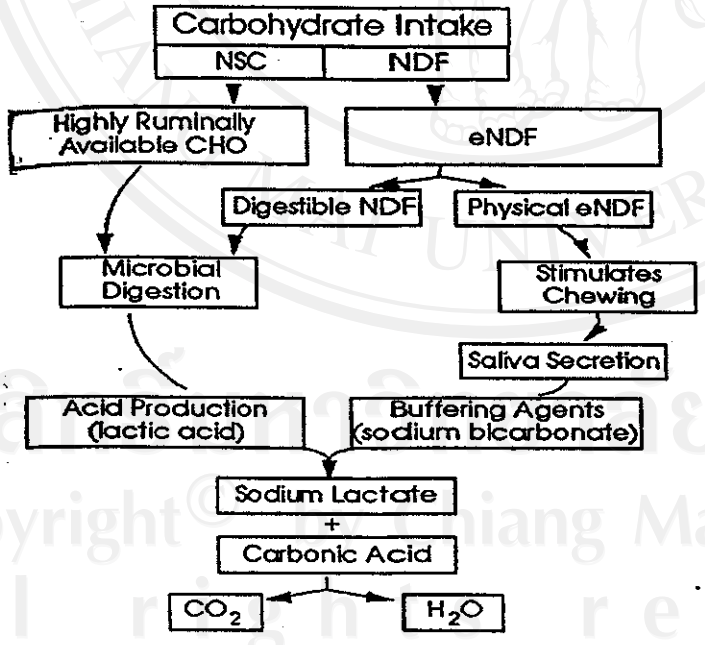
6.2 การปรับสมดุลของอาหารหยาบและอาหารข้น

การให้อาหารโคนมควรคำนึงถึงสัดส่วนที่สมดุลระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้น เพราะชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์จะแปรผันตามอาหารที่กิน ไม่ควรเปลี่ยนอาหารอย่างกระทันหัน โดยเฉพาะการเปลี่ยนจากอาหารหยาบเป็นอาหารข้นระดับสูง เพราะจะทำให้จุลินทรีย์พวกที่ใช้กรดแลคติกเจริญไม่ทัน มีการสะสมกรดแลคติกมาก ส่งผลให้เกิดสภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมนสูงที่เรียกว่าสภาวะแอซิโดสิส (acidosis) สภาพดังกล่าวนี้มักเกิดกับโคที่ให้นมสูง โดยเฉพาะในช่วงต้นถึงกลางของการให้นม ซึ่งโคต้องการโภชนะสูง ดังนั้นจึงต้องพยายามให้โคกินอาหารที่มีคุณภาพดีได้ในปริมาณมาก การให้อาหารหยาบในสัดส่วนที่เหมาะสมช่วยกระตุ้นกระเพาะรูเมนให้เกิดการบีบตัว ขยอกอาหารออกมาเคี้ยวเอื้อง และหลั่งน้ำลายซึ่งมีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ ช่วยต้านสภาวะความเป็นกรดสูงในกระเพาะรูเมน ซึ่งอาหารหยาบที่มีคุณสมบัติดังกล่าวที่ดีคือหญ้าแห้งหรืออาหารหยาบเส้นยาว จากการทดลองของวีณาพร (2547) พบว่าการใช้อาหารผสมครบส่วนที่มีอาหารข้นในระดับสูงถึง 70% ถ้าใช้หญ้าแห้งเป็นแหล่งเยื่อใยหลัก จะช่วยป้องกันการเกิด acidosis ได้ ทำให้โคนมให้ผลผลิตดี และมีส่วนประกอบของน้ำนมดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.2.1 คุณสมบัติของเยื่อใยที่ดีและระดับเยื่อใยที่เหมาะสม

คาร์โบไฮเดรตที่อยู่ในอาหารหยาบ ส่วนใหญ่เป็นประเภทโครงสร้าง หรือที่มักเรียกกันว่าเยื่อใย ซึ่งนอกจากจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์และดูดซึมนำไปสังเคราะห์เป็นพลังงานให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้องแล้ว ยังมีความสำคัญในการช่วยรักษาสภาพการหมักย่อยภายในกระเพาะรูเมนให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ ป้องกันการลดลงของไขมันนมและอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังคลอด (NRC, 1988) แต่ถ้าอาหารมีเยื่อใยในปริมาณสูงเกินไปจะมีผลไปจำกัดปริมาณการกินได้ของสัตว์เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่มีความฟ่ามสูง และมีการย่อยได้ต่ำเมื่อเทียบกับแป้ง อาจส่งผลให้โคได้รับพลังงานไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงควรให้อาหารมีเยื่อใยในระดับที่เหมาะสมกับสภาพร่างกายและการให้ผลผลิตของโค นอกจากนี้ชนิดของเยื่อใย ขนาดของชิ้นอาหาร ค่า buffering capacity (BC) ของอาหาร และความถี่ของการให้อาหาร มีบทบาทสำคัญ (NRC, 1988) เยื่อใยที่นำมาใช้เป็นอาหารโคนมควรมีคุณสมบัติเป็นสารที่คงรูป (effective fiber, EF) ที่จะสามารถกระตุ้นการเคี้ยวเอื้องและหลั่งน้ำลาย ซึ่งเป็นสารบัฟเฟอร์ตามธรรมชาติดังภาพ 2.2 ตลอดจนช่วยรักษาสภาพ pH ในกระเพาะรูเมนให้เหมาะสมในการหมักย่อยอาหาร (ปิ่นและเมธา, 2544)



ภาพ 2.2 ชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้างและไม่เป็นโครงสร้างที่มีผลต่อการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมน

Figure 2.2 Illustration of structural (NDF) and nonstructural carbohydrate (NSC) on buffering in the rumen. eNDF = Effective NDF (Nocek, 1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Chamberlian (2001) รายงานเกี่ยวกับระดับของเยื่อใย ที่ส่งเสริมการเกิดเป็นแผ่นอาหารหยาบ (fiber mat) ในกระเพาะรูเมน ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการเคี้ยวเอื้องและการหลั่งน้ำลาย โดยกำหนดค่า physically effective NDF (peNDF) ของหญ้าแห้งเส้นยาวเท่ากับ 1 เป็นค่าดีที่สุด ในขณะที่กลุ่มอาหารอัดเม็ดมีค่าต่ำสุดคือ 0.33 สำหรับหญ้าสดในช่วงผลิตเมล็ดมีค่าเท่ากับ 0.95 หญ้าสดคุณภาพปานกลางเท่ากับ 0.90 และหญ้าสดคุณภาพสูงเท่ากับ 0.80 ซึ่งสอดคล้องกับ Grant (1997) ที่กล่าวว่าถ้าอาหารหยาบมีคุณภาพสูงมาก จะมีค่า NDF ต่ำ ซึ่งจะทำให้สูตรอาหารมีค่า NDF ไม่เพียงพอ แต่ถ้าอาหารหยาบมีคุณภาพต่ำเกินไป จะทำให้ค่า NDF สูงเกินไป ส่งผลให้ค่าการกินได้ลดลง

การทดลองของดุจดาว (2548) เปรียบเทียบการใช้หญ้ารูซี่แห้งตัดที่อายุ 45 วัน และ 65 วัน โดยตัดให้มีขนาด 3 - 5 ซม. นำมาผลิตเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี ใช้เลี้ยงโครีดนม พบว่าหญ้าแห้งที่มีอายุ 65 วัน ซึ่งมีคุณภาพต่ำกว่า แต่มีระดับเยื่อใยซึ่งเหมาะสมกว่า คือ NDF 38.4% ทำให้โคกินอาหารได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าแห้งอายุ 45 วันที่มี NDF 36.7% โดยช่วยรักษาสมดุลของระบบย่อยอาหาร เพิ่มการให้ผลผลิตและไขมันในน้ำนม

Alhadhrami and Huber (1992) ศึกษาระดับเยื่อใย ADF ที่ต่างกัน 4 ระดับ คือ 26, 28, 32 และ 38% ในโคนม ที่ให้นมมาแล้วประมาณ 90 วัน พบว่าระดับของ ADF ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ปริมาณน้ำนมที่ปรับให้มีไขมัน 3.5% และส่วนประกอบของน้ำนม แต่มีผลต่อปริมาณน้ำนม คือ ระดับ ADF ที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณนมลดลง โดย ADF ที่ระดับ 26 และ 28% ของสูตรอาหาร มีผลทำให้โคให้ผลผลิตเฉลี่ย 30.7 กิโลกรัม/วัน ขณะที่ ADF ที่ระดับ 32 และ 38% ของสูตรอาหาร มีปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 27.6 กิโลกรัม/วัน นอกจากนี้ยังพบว่าระดับ ADF ที่สูงขึ้นส่งผลให้โคใช้เวลาในการกินอาหารนานขึ้น

Ruiz *et al.* (1995) ได้ศึกษาระดับของเยื่อใย NDF ในอาหารเช่นเดียวกันต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของโคนมที่อยู่ในระยะกลางของการให้นม โดยอาหารมี NDF 3 ระดับ คือ 31, 35 และ 39% พบว่า ระดับของ NDF ที่สูงขึ้นมีผลทำให้โคกินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้ลด และให้ผลผลิตน้ำนมทั้งที่ปรับและไม่ปรับให้มีไขมัน 4% ลดลง นอกจากนี้ยังมีเปอร์เซ็นต์ไขมันนมลดลงด้วย

6.2.2 ระดับคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้างที่เหมาะสมในอาหารโคนม

คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยหรือ NFC เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ โดยเฉพาะในสูตรอาหารสำหรับโคที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งมีความต้องการพลังงานสูง อย่างไรก็ดีการที่อาหารมี NFC

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูงเกินไป อาจทำให้เกิดสภาวะ acidosis ในรูเมนได้ Nocek (1997) ได้แนะนำว่าเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดสภาพดังกล่าว ระดับของ NSC ในอาหารควรอยู่ที่ประมาณ 30 - 40% โดยค่าของ NFC จะสูงกว่า NSC 2-3%

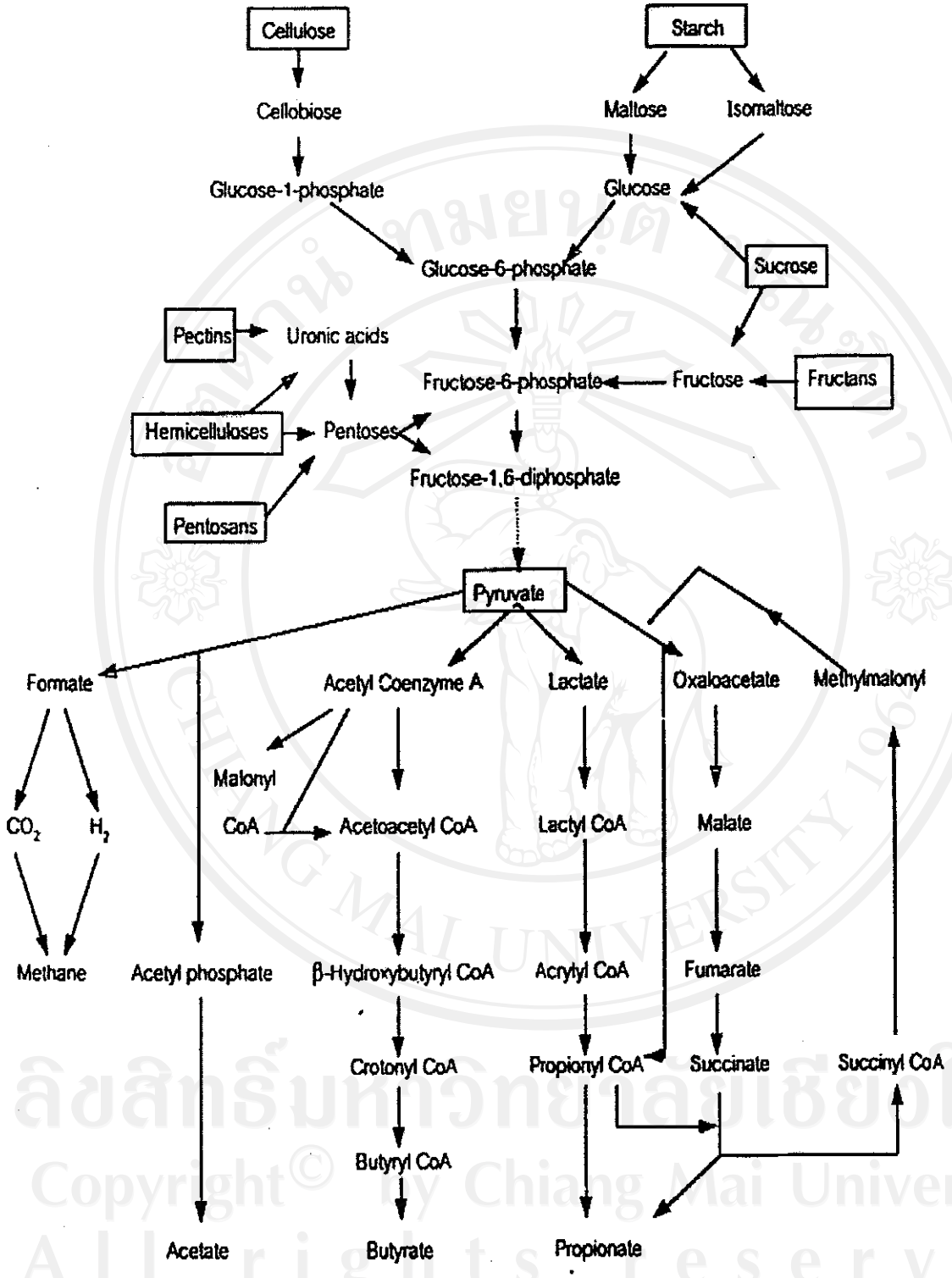
Nocek and Russell (1988) แนะนำว่า อาหารที่มี NFC 40% เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับโคนม ซึ่งสอดคล้องกับ Miller *et al.* (1990) ที่รายงานว่าถ้าระดับของ NFC ในอาหารสูงกว่า 45 - 50% หรือต่ำกว่า 25 - 30% จะส่งผลให้โคมีปริมาณน้ำนมลดลง ซึ่งการย่อย NFC จะได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นกรดโพรพิออนิกและกรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ (วิโรจน์, 2546)

6.3 สมดุลของกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน

สัดส่วนของอาหารมีผลต่ออัตราส่วนของกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ที่เกิดขึ้น โดยปริมาณ VFA ที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมจะทำให้ค่า pH ในกระเพาะรูเมนพอเหมาะต่อการเจริญและการทำงานของจุลินทรีย์ ซึ่ง VFA เกิดจากหมักย่อยอาหารโดยจุลินทรีย์ 2 ขั้นตอน โดยขั้นแรก คาร์โบไฮเดรตทั้งที่เป็นโครงสร้างและไม่ใช่โครงสร้างจะถูกจุลินทรีย์ยึดเกาะแล้วปล่อยเอนไซม์ออกมาภายนอกเซลล์ (extracellular microbial enzymes) เข้าย่อยอาหารให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งจุลินทรีย์จะทำการเปลี่ยนเป็นไพรูเวท (pyruvate) แล้วนำเข้าสู่เซลล์ทันที ทำให้ไม่ค่อยพบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวภายในกระเพาะรูเมน ขั้นที่ 2 ไพรูเวท ที่เกิดขึ้นจะถูกจุลินทรีย์เปลี่ยนเป็น VFA ดังภาพ 2.3 ซึ่งกระบวนการนี้สามารถให้พลังงานได้ถึง 80% ของพลังงานที่สัตว์ต้องการ (บุญล้อม, 2541) โดยนำไปสังเคราะห์เป็นกลูโคสในร่างกายสัตว์เคี้ยวเอื้อง สัดส่วนของ VFA ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ ได้แก่ อะซิเตท 55 - 70%, โปรปิโอเนท 15 - 30% และบิวทิเรท 5 - 15%

อย่างไรก็ดี สัดส่วนของกรดที่เกิดขึ้นอาจมีความผันแปรได้ตามชนิดและส่วนประกอบของอาหารที่ให้ โดยอาหารที่มีเยื่อใยสูงจะทำให้มีการสังเคราะห์กรดอะซิติกสูง ขณะที่สัดส่วนของกรดโปรปิออนิกต่ำลง ในทางตรงข้ามการให้อาหารข้นในปริมาณสูงจะทำให้มีกรดอะซิติกลดลง แต่มีกรดโปรปิออนิกสูงขึ้น ซึ่งบทบาทของกรดอะซิกและบิวทีริกนอกจากเป็นแหล่งพลังงานแล้วยังถูกนำไปสร้างเป็นไขมันในน้ำนมและเนื้อเยื่อไขมัน ส่วนกรดโปรปิออนิกจะถูกนำไปสังเคราะห์เป็นกลูโคสและนำไปสร้างเป็นน้ำตาลและโปรตีนในนม (ปิ่นและเมธา, 2546) ในตาราง 2.7 แสดงถึงสัดส่วนของ VFA ที่เปลี่ยนแปลงไปตามสัดส่วนของอาหารหยาบและอาหารข้นที่ให้โค ซึ่งสัดส่วนที่เปลี่ยนไปนี้จะส่งผลต่อส่วนประกอบในน้ำนมด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2.3 การเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตโดยจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน (บุญล้อม, 2541)

Figure 2.3 Conversion of carbohydrates to volatile fatty acids in the rumen

ตาราง 2.7 ผลของสัดส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่มีต่ออัตราส่วนของกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนม

Table 2.7 Effect of roughage to concentrate ratio on the volatile fatty acid proportions in rumen

Roughage : concentrate	Proportion (%)		
	Acetate	Propionate	Butyrate
100 : 0	71.4	16.0	7.9
75 : 25	68.2	18.1	8.0
50 : 50	65.3	18.4	10.4
40 : 60	59.8	25.9	10.2
20 : 80	53.6	30.6	10.7

Source : Ishler *et al.* (1996; อ้างโดยบุญล้อม, 2541)

Miettinen and Huhtanen (1996) ได้ศึกษาผลของ propionate : butyrate ต่อปริมาณและส่วนประกอบของน้ำนม โดยใช้โคพันธุ์ Ayrshire 4 ตัวที่ได้เจาะกระเพาะแล้ว น้ำหนักเฉลี่ย 560 กิโลกรัม ให้น้ำนมเฉลี่ย 26.6 กิโลกรัม/วัน ให้ได้รับอาหารฐานที่มี 16% CP และ 43.4% NDF โดยใช้หญ้าหมักคิดเป็นวัตถุแห้ง 9 กิโลกรัม/วัน (50%) ร่วมกับหญ้าแห้ง 1 กิโลกรัม/วัน (6%) และอาหารข้น 8 กิโลกรัม/วัน (44%) และให้ได้รับกรดโปรปิออนิก (P) โดยวิธีฉีดเข้ารูเมน (intraruminal infusion) 900 กรัม/วัน และเสริมกรดบิวทีริก (B) ในสัดส่วนเท่ากับ 33, 67, หรือ 100% พบว่าการที่มีสัดส่วนของ P : B เพิ่มขึ้น จะทำให้โคสามารถผลิตน้ำนมได้เพิ่มขึ้น รวมทั้งมีปริมาณโปรตีน และแลคโตสเพิ่มขึ้น ในขณะที่มีไขมันนมลดลง ในทางตรงข้าม ถ้าโคนมได้รับอาหารหยาบซึ่งมีเยื่อใยมากขึ้น การเกิดกรดอะซิติก (A) จะมีสัดส่วนมากขึ้น ทำให้มีแนวโน้มว่าน้ำนมจะมีไขมันนมสูงขึ้นด้วย (เทอดชัย, 2542) สอดคล้องกับ Slater *et al.* (2000) ซึ่งทดลองใช้สูตรอาหารที่มี NDF 3 ระดับ คือ 21, 16 และ 11% (DM) พบว่าโคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มี NDF 11% มีปริมาณการกินได้และผลผลิตน้ำนมสูงที่สุด แต่มีสัดส่วน A : P ต่ำที่สุด เท่ากับ 2.37 : 1 ในขณะที่โคกลุ่มที่ได้รับ NDF 21% มีสัดส่วน A : P เพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.42 : 1 และมีเปอร์เซ็นต์ไขมันนมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (3.53 เทียบกับ 3.35%) สำหรับเยื่อใยหยาบ (CF) นั้น เมธาและฉลอง (2533) แนะนำว่าอาหารของโคนมควรมีระดับ CF เท่ากับ 17.3 % เพื่อรักษาระดับไขมันนมให้เป็นปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนส่วนใหญ่มีพลังงาน โปรตีน และการย่อยได้ต่ำ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น การปรับปรุงคุณภาพให้เท่าเทียมอาหารหยาบคุณภาพดีนั้น อาจต้องมีการเสริมแหล่งโปรตีนและพลังงานเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ในตัวสัตว์ โดยใช้วัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่นเป็นตัวเสริม

7. การปรับปรุงการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารหยาบและวัสดุที่ใช้เสริม

7.1 การปรับปรุงโดยใช้อาหารข้นเสริมสำหรับโคนม

จากการสำรวจการให้อาหารของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมโดยกรมปศุสัตว์ พบว่าการให้อาหารข้นเสริมยังไม่ถูกต้องตามคุณภาพของหญ้าและอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ ซึ่งถ้าสัตว์ได้รับโภชนะไม่เพียงพอจะมีผลเสีย แต่ถ้าได้รับมากเกินไปจะเกิดความสิ้นเปลือง เป็นการเพิ่มต้นทุน ดังเช่นจินดาและคณะ (2543ก, ข) ได้ทดลองเลี้ยงโคนมด้วยอาหารหยาบคุณภาพดี ซึ่งเป็นหญ้ารูซี่สดตัดที่อายุ 35 - 45 วัน มีโปรตีน 10.61% และให้อาหารข้น 3 ระดับ คือโปรตีนร้อยละ 16, 18 และ 20 โดยให้ในอัตรา 1 กิโลกรัม ต่อปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ 2 กิโลกรัม พบว่าโคให้ผลผลิตน้ำนมไม่แตกต่างกัน (ประมาณ 11 กิโลกรัม 4% FCM) แต่การให้อาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 16% มีแนวโน้มของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่า ส่วนกรณีที่ให้โคได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ ซึ่งเป็นหญ้ารูซี่หมักมีโปรตีน 4.25% ร่วมกับหญ้ารูซี่แห้งโปรตีน 2.64% โดยปริมาณอาหารหยาบที่ได้รับทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้งประมาณ 7.3 กิโลกรัม/ตัว/วัน และให้อาหารข้น 3 ระดับ คือโปรตีนร้อยละ 16, 18 และ 21 โดยให้ในอัตรา 1 กิโลกรัม ต่อปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ 2 กิโลกรัม พบว่าโคให้ผลผลิตน้ำนมไม่แตกต่างกัน (ประมาณ 12 กิโลกรัม 4% FCM) แต่มีแนวโน้มว่าอาหารข้นโปรตีน 18% ช่วยทำให้โคให้นมมากกว่าและมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่า แสดงว่าคุณภาพและปริมาณอาหารข้นควรมีการปรับให้เหมาะสมเพื่อชดเชยกับคุณภาพของอาหารหยาบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับโปรตีน เพื่อให้การผลิตน้ำนมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากการที่คุณภาพของอาหารหยาบมีความสำคัญต่อคุณภาพและปริมาณอาหารข้นที่ควรเสริมให้แก่โคนม การใช้อาหารหยาบที่มีค่าพลังงานและโปรตีนในระดับที่สูงมากพอ ย่อมช่วยให้ลดสัดส่วนของการใช้อาหารข้นและอาจเป็นการลดต้นทุนลงได้ ในต่างประเทศมีรายงานว่าพืชอาหารสัตว์คุณภาพดีสามารถให้โภชนะได้เพียงพอสำหรับแม่โคที่ให้ผลผลิตน้ำนมวันละ 8 - 10 กิโลกรัม โดยไม่ต้องเสริมอาหารข้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบราคาต่อหน่วยโภชนะที่เท่ากันแล้วพบว่าพืชอาหารสัตว์มีราคาถูกกว่าอาหารข้นมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนั้นในการเสริมอาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบยังทำให้เกิด associative effect of feedstuffs ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่อาหารบางชนิด เมื่อนำมาให้ร่วมกับอาหารชนิดอื่นในสัตว์เคี้ยวเอื้องแล้ว จะทำให้การย่อยได้หรือคุณค่าทางอาหารเพิ่มสูงขึ้นจากเดิมที่ใช้เฉพาะอาหารชนิดนั้นๆ แต่เพียงอย่างเดียว (เทอดชัย, 2542) ดังนั้นนอกจากการเสริมอาหารข้นตามปกติแล้ว หากใช้วิธีการปรับปรุงอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำ โดยการเสริมแหล่งของพลังงานและโปรตีนที่หาได้ง่าย จะช่วยให้อาหารหยาบนั้นมีการใช้ประโยชน์ได้ดีขึ้น โดยไม่ต้องเพิ่มปริมาณอาหารข้นซึ่งมีราคาต่อหน่วยแพงกว่า และยังช่วยเพิ่มความน่ากินของพืชอาหารสัตว์นั้นโดยไม่ส่งผลเสียต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนด้วย

การทดลองของ Shem *et al.* (2003) ใช้หญ้าเนเปียร์ป่า (wild napier grass) ระยะออกดอก ตัดให้มีขนาดชิ้น 10 เซนติเมตร เลี้ยงโคนมลูกผสมโดยให้กินในสภาพสดแบบเต็มที่ เสริมแหล่งคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจนให้แก่จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักด้วยวัตถุดิบบางชนิด โดยแบ่งโคทดลองเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ให้หญ้าสดอย่างเดียวเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 เสริมรำข้าวโพด (maize bran) และปลาป่น กลุ่มที่ 3 เสริมกากน้ำตาล และกลุ่มที่ 4 เสริมกากน้ำตาลและปลาป่น พบว่าการเสริมอาหารต่างๆ ทำให้โคทุกกลุ่มกินวัตถุแห้งได้เพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุม (6.1, 5.8 และ 7.4 เทียบกับ 4.9 กิโลกรัม/วัน) รวมทั้งให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นด้วย (12.3, 11.7 และ 15.5 เทียบกับ 7.8 กิโลกรัม/วัน)

7.2 วัตถุดิบที่นิยมใช้เป็นแหล่งเสริมพลังงาน

วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของพลังงานส่วนใหญ่เป็นอาหารที่ได้จากธัญพืชและผลพลอยได้จากธัญพืช พืชหัวต่างๆ กากน้ำตาล รวมทั้งน้ำมันพืชและไขมันสัตว์

7.2.1 กากน้ำตาล (molasses)

กากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำตาล มีอยู่หลายชนิดตามพืชที่ใช้ เช่น กากน้ำตาลอ้อย กากน้ำตาลจากหัวบีท หรือกากน้ำตาลจากไม้ การใช้กากน้ำตาลเลี้ยงสัตว์นอกจากเพื่อให้พลังงานแล้ว ยังใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นๆ เช่น เพื่อทำให้อาหารมีรสชาติน่ากินยิ่งขึ้น เพื่อลดฝุ่น หรือเป็นตัวยึดเม็ดของอาหารให้เกาะกันดีขึ้น

กากน้ำตาลจากอ้อยเป็นชนิดที่หาได้ง่ายและใช้โดยทั่วไป มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 25% และมีวัตถุแห้ง 75% ซึ่งในวัตถุแห้งจะเป็นน้ำตาลประมาณ 50 - 60% มีโปรตีนประมาณ 3% เถ้า 8 - 10% และเป็นแหล่งที่ดีของแร่ธาตุพวกโพแตสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส คลอรีน และกำมะถัน โดยมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) สำหรับโคประมาณ 2.78 Mcal/kg DM

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(NRC, 2001) การใช้กากน้ำตาลเลี้ยงสัตว์มีข้อจำกัด คือไม่ควรเกิน 5% ของอาหารคิดเป็นน้ำหนักแห้งต่อวัน หากสูงกว่าระดับนี้จะทำให้เกิดปัญหาท้องร่วง และระบบย่อยอาหารไม่ปกติ ส่วนประกอบทางเคมีของกากน้ำตาลจากรายงานต่าง ๆ แสดงในตาราง 2.8

ตาราง 2.8 ส่วนประกอบทางเคมีของกากน้ำตาลจากรายงานต่าง ๆ

Table 2.8 Chemical composition (% DM basis) of molasses

Feed stuff	DM	CP	EE	NFE	Ash	TDN	Source
	<----------(% DM)---------->						
Molasses	72.39	2.2	-	89.23	8.5	-	กรมปศุสัตว์ (2547)
Sugarcane molasses	74.3	5.8	0.2	-	13.3	81.0	NRC (2001)
Beet sugar molasses	77.9	8.5	0.2	-	11.4	82.9	NRC (2001)

Morales *et al.* (1989) ศึกษาผลของการเสริมกากน้ำตาลอ้อยต่างระดับ ได้แก่ 0, 4 และ 8% ของวัตถุแห้ง ผสมในอาหารใช้เลี้ยงโคนม พบว่าโคกลุ่มที่ได้รับเปลือกเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งเยื่อใย เมื่อเสริมกากน้ำตาลมีส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำนม ตลอดจนเปอร์เซ็นต์ไขมันนม รวมทั้งของแข็งในน้ำนม และประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง ในโคกลุ่มที่ได้รับถั่วอัลฟัลฟ่าแห้งหมักร่วมกับกากน้ำตาล 8% มีผลผลิตน้ำนม เปอร์เซ็นต์ไขมันและของแข็งในน้ำนม ตลอดจนการกินได้ของวัตถุแห้ง และประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง ส่วนการเสริมกากน้ำตาล 4% ทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้กากน้ำตาลในระดับสูงจึงมีผลเสียต่อการให้น้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม

กษิดิศและสมเกียรติ (2540) ศึกษาการเสริมกากน้ำตาลเหลว 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน แก่แม่โคที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักในช่วงต้นของการให้นม เปรียบเทียบกับการไม่เสริมกากน้ำตาล พบว่าปริมาณการกินได้ของโคที่ได้รับการเสริมกากน้ำตาลสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7.2.2 ข้าวโพด (corn หรือ maize)

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีแป้งประมาณ 65% มีปริมาณเยื่อใยต่ำ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง และมีพลังงานสูง โดยมียอดโภชนะย่อยได้รวมประมาณ 80% มีพลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ประมาณ 3.3 Mcal/kg DM มีโปรตีนประมาณ 8 - 9% แต่เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

เพราะมักขาดกรดอะมิโนไลซีนและทริปโตเฟน รูปแบบของข้าวโพดที่นิยมใช้และส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพด แสดงในตาราง 2.9

ตาราง 2.9 ส่วนประกอบทางเคมีของข้าวโพดรูปแบบต่างๆ จากรายงานต่าง ๆ

Table 2.9 Chemical composition (% DM basis) of corn and products

Feed stuff	DM	CP	EE	CF	Ash	TDN	Source
	<----------(% DM)---------->						
Ground corn, grain	88.0	10.0	4.3	2.6	1.6	85.0	NRC (1988)
ข้าวโพดบด, เมล็ด	89.21	11.3	3.97	3.66	2.07	80.26	กรมปศุสัตว์ (2547)
รำข้าวโพด	88.23	10.29	8.49	6.01	3.88	81.72	กรมปศุสัตว์ (2547)
ข้าวโพดบดทั้งฝัก	-	7.40	3.06	6.09	1.54	70.38	กรมปศุสัตว์ (2547)
ข้าวโพดหมัก	29.65	9.05	3.99	22.65	6.83	65.93	นฤมล (2544)
Silage, immature	23.5	9.7	2.5	-	4.8	65.6	NRC (2001)
Silage, mature	44.2	8.5	3.2	-	4.0	65.4	NRC (2001)

แป้งของข้าวโพดจะถูกย่อยอย่างช้าๆ ในกระเพาะรูเมนเมื่อเทียบกับธัญพืชชนิดอื่นๆ การผ่านกระบวนการบด หรือการทำให้แตกออกเพื่อลดขนาดของชิ้นอาหารมีผลทำให้อัตราการย่อยได้ของแป้งสูงขึ้น (McAllister *et al.*, 1993) เป็นผลให้อัตราการไหลผ่านของแป้งออกจากกระเพาะรูเมนเร็วขึ้น จึงมักใช้ข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพื่อเป็นแหล่งของพลังงาน และช่วยเพิ่มความน่ากินให้กับอาหาร ทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น เหมาะที่จะใช้เลี้ยงโคในระยะที่ให้ผลผลิตสูงที่มักได้รับพลังงานไม่เพียงพอกับผลผลิตที่ให้ออกมา โดยสามารถใช้ข้าวโพดผสมในอาหารโคได้ถึง 70 - 80% (กองอาหารสัตว์, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์)

Sutton (1985; อ้างโดย ปิ่นและเมธา, 2546) ทดลองเลี้ยงโคนมที่ได้รับข้าวโพดปริมาณมาก พบว่าทำให้ผลผลิตจากการหมักในกระเพาะรูเมนอยู่ในรูปของกรดโปรปิโอนิกในปริมาณสูง กรดอะซิติกและกรดบิวทีริกในปริมาณที่ต่ำ ทำให้โคผลิตน้ำนมและมีโปรตีนในน้ำนมสูงขึ้น แต่มีไขมันนมลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ให้ข้าวโพด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

7.2.3 รำข้าว (rice bran)

รำเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว มีพลังงานต่ำกว่าข้าวโพด แต่มีไขมันสูงถึง 12 - 13% ซึ่งจะช่วยเสริมกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นให้แก่สัตว์ได้ และเป็นแหล่งของวิตามินบีหลายชนิด ข้อเสียของรำคือเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย และมีความฟ่ามสูง แต่ถ้าเป็นรำสกัดน้ำมัน (solvent extracted rice bran) จะมีไขมันประมาณ 1% ทำให้เก็บไว้ได้นานขึ้น มีนักวิจัยหลายกลุ่มศึกษาการใช้รำเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหาร พบว่าการใช้ไม่เกิน 30% ของอาหารพลังงาน จะไม่มีผลเสียต่อสัตว์ (สาโรช, 2547) และโดยทั่วไปไม่ควรใช้รำเกิน 25% ของสูตรอาหาร สอดคล้องกับพันทิพา (2547) ที่แนะนำว่าการใช้รำในอาหารโคนมไม่ควรเกิน 1 ใน 4 ของสูตรอาหาร เพราะมีผลทำให้ไขมันนมเหลว การใช้รำข้าวในอาหารสัตว์มีหลายรูปแบบ เช่น รำละเอียด, รำสกัดน้ำมัน หรือรำหยาบ เป็นต้น ส่วนประกอบทางเคมีของรำข้าวชนิดต่างๆ แสดงในตาราง 2.10

ตาราง 2.10 ส่วนประกอบทางเคมีของรำข้าว จากรายงานต่าง ๆ

Table 2.10 Chemical composition (% DM basis) of rice bran

Feed stuff	DM	CP	EE	CF	Ash	TDN	Source
	<----------(% DM)---------->						
Rice bran with germ	91.0	14.10	15.1	12.8	12.8	70.0	NRC (1988)
Rice bran	89.0	11.6	10.6	19.0	13.8	-	Bui and Hieu (1993)
รำละเอียด	87.83	15.02	16.59	7.82	10.76	70.0	วีณาพร (2547)
รำละเอียด	90.07	14.26	18.9	6.41	9.15	86.13	กรมปศุสัตว์ (2547)
รำสะกัดน้ำมัน	88.93	18.02	1.69	14.38	12.14	66.58	กรมปศุสัตว์ (2547)
รำหยาบ	87.91	7.74	1.11	0.55	1.42	80.74	กรมปศุสัตว์ (2547)

Bui and Hieu (1993) ได้ทดลองเลี้ยงโคนมลูกผสมโฮลสไตน์-ซินดิ ที่ประเทศเวียดนาม ซึ่งให้กินหญ้าคุณภาพต่ำแบบเต็มที่ และเมล็ดฝ้ายทุบ 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน เป็นอาหารฐาน ทำการแบ่งโคให้ได้รับอาหารเสริมต่างกัน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เสริมอาหารข้น 560 กรัม/นม 1 กิโลกรัม (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 เสริมกากน้ำตาลผสมยูเรียก้อน (10% ยูเรีย) ให้กินเต็มที่ และรำละเอียด 200 กรัม/นม 1 กิโลกรัม และกลุ่มที่ 3 เสริมใบอะคาเซียสด (1.5 กิโลกรัม/น้ำหนัก 100 กิโลกรัม) และรำละเอียด 100 กรัม/นม 1 กิโลกรัม พบว่าการให้วัตถุดิบท้องถิ่น ได้แก่กากน้ำตาลผสมยูเรียก้อน หรือใบอะคาเซีย และรำละเอียด สามารถใช้ทดแทนอาหารข้นได้โดยไม่มีผลกระทบต่อผลผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำนม ในขณะที่การใช้วัตถุดิบดังกล่าวทำให้มีกำไรสูงกว่าการเสริมอาหารข้น

7.3 วัตถุดิบที่นิยมใช้เป็นแหล่งเสริมโปรตีน

7.3.1 กากถั่วเหลือง (soybean meal)

กากถั่วเหลืองเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง โดยถั่วเหลืองจะถูกคั่วหรืออบให้ร้อนแล้วบด และหีบหรือสกัดเอาน้ำมันออก ส่วนกากที่เหลือนำมาอบแห้ง และบดอีกครั้งหนึ่งจนได้กากถั่วเหลืองซึ่งมีโปรตีนประมาณ 43 - 55% และไขมัน 0.5 - 8% ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีที่ใช้แยกน้ำมันออก (สาโรช, 2547) คุณภาพโปรตีนของถั่วเหลืองได้รับการยอมรับว่าดีที่สุดในจำนวนแหล่งโปรตีนที่ได้จากพืชด้วยกัน นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุดิบที่ย่อยง่าย มีเยื่อใยและเถ้าต่ำ และพบว่ามีสารที่เรียกว่า genistein หรือ estrogen ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ ส่วนประกอบทางโภชนะของถั่วเหลืองจากแหล่งต่างๆ ดังตาราง 2.11 แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะค่าโปรตีน ไขมัน และพลังงาน

Ovenell *et al.* (1991) ได้ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารโคนม ที่มีหญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบ และมีรำข้าวสาลีละเอียดหรือข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงาน เปรียบเทียบกับการเสริมข้าวโพดบดอย่างเดียว พบว่าปริมาณการกินหญ้าแห้งและการย่อยได้ของกลุ่มแรกดีกว่ากลุ่มหลังอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 2.11 ส่วนประกอบทางเคมีของถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากรายงานต่าง ๆ

Table 2.11 Chemical composition (% DM basis) of soybean meal and products

Feed stuff	DM	CP	EE	CF	Ash	TDN	Source
	<----------(% DM)---------->						
Soybean meal	89.0	49.4	1.5	7.0	7.3	84.0	NRC (1988)
กากถั่วเหลือง	87.41	47.71	3.78	4.36	6.99	85.0	วีณาพร (2547)
กากถั่วเหลือง	87.72	47.34	2.51	6.63	7.17	80.97	นฤมล (2544)
กากถั่วเหลืองไขมันเต็ม	92.25	38.23	16.58	8.43	4.54	93.09	กรมปศุสัตว์ (2547)
Soybean, seed	92.0	42.8	18.8	5.8	5.5	92.0	NRC (1988)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

7.3.2 ใบกระถิน (leucaena leaves)

กระถินเป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย สามารถทนต่อสภาพอากาศแห้งแล้งได้ดี และใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างเช่นเป็นอาหาร ไม้ก่อสร้าง ปุ๋ยพืชสด ปลูกเป็นรั้ว และใช้เป็นอาหารสัตว์เพราะมีโปรตีนสูงประมาณ 25% และเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีน ซึ่งมีประมาณ 161 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (วรินทร์ดา, 2541) อย่างไรก็ตามกระถินมีสารแทนนินและมิโมซินซึ่งเป็นพิษถ้าใช้ปริมาณสูง แต่สามารถลดความเป็นพิษได้โดยการหมัก แช่น้ำ หรือตากแดดให้แห้ง ดังการทดลองของวรรณา (2545) ซึ่งพบว่าการหมักใบกระถินทำให้ลดปริมาณมิโมซินได้มากกว่า 90% ซึ่งได้ผลดีกว่าการตากแห้งหรืออบที่ 60°C ที่ลดได้เพียง 9.52 และ 23.82% ของที่มีอยู่เดิมในใบสด ตามลำดับ กฤษณาและศศิพร (2538) แนะนำว่าในอาหารโคไม่ควรใช้กระถินเกิน 50% ส่วนประกอบทางเคมีของใบกระถินจากแหล่งต่าง ๆ แสดงในตาราง 2.12

ตาราง 2.12 ส่วนประกอบทางเคมีของใบกระถินจากรายงานต่าง ๆ

Table 2.12 Chemical composition (% DM basis) of leucaena leaves

Feed stuff	DM	CP	EE	NDF	Ash	TDN	Source
	<----------(% DM)---------->						
Leucaena leaves	30.0	17.79	-	43.42	-	-	Waipanya and Srichoo (1998)
ใบกระถินป่น	93.56	10.26	-	65.44	22.65	-	วรินทร์ดา (2541)
ใบกระถินป่น	90.09	25.91	6.51	28.96	11.09	76.05	กรมปศุสัตว์ (2547)
ใบกระถินหมัก	34.07	21.29	7.46	38.30	7.96	62.27	วรรณา (2545)

การใช้ใบกระถินแห้งเป็นแหล่งโปรตีนเสริมให้แก่โคนมที่จังหวัดนครศรีธรรมราช โดย Waipanya and Srichoo (1998) ทดลองเลี้ยงโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน 12 ตัว แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับหญ้าพื้นเมืองสดและอาหารข้น 5 กิโลกรัม กลุ่มที่ 2 ได้รับหญ้าพื้นเมืองสดและอาหารข้น 2.5 กิโลกรัม เสริมด้วยใบกระถินแห้ง 2.1 กิโลกรัม พบว่าทั้ง 2 กลุ่มให้ผลผลิตน้ำนมไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ 2 ให้ผลผลิตน้ำนมและมีผลตอบแทนต่อกิโลกรัมน้ำนมสูงกว่ากลุ่มที่ 1 (8.7 เทียบกับ 8.2 กิโลกรัมต่อวัน และ 9.4 เทียบกับ 7.9 บาทต่อน้ำนม 1 กิโลกรัม ตามลำดับ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองของคุจดาว (2548) ซึ่งใช้หญ้ารูซี่แห้งมาผลิตเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี โดยเสริมด้วยแหล่งพลังงาน คือข้าวโพดบด กากน้ำตาล และแหล่งโปรตีน คือรำละเอียดผสม กากถั่วเหลือง หรือใบกระถินแห้ง เลี้ยงโครีดนมโดยให้อาหารข้นโปรตีน 20% ในอัตราน้ำนม 2.2 กิโลกรัม ต่ออาหารข้น 1 กิโลกรัม พบว่าโคสามารถให้นมได้ดีเท่ากับเมื่อใช้เลี้ยงด้วยข้าวโพดหมัก โดยมีส่วนประกอบน้ำนมที่ดี ใช้ต้นทุนการผลิตในระดับที่เหมาะสม สัดส่วนที่เหมาะสมของอาหารดังกล่าว คือ ก) หญ้าแห้ง 5 กิโลกรัม, ข้าวโพดบด 2 กิโลกรัม, รำละเอียด 1.3 กิโลกรัม, กากน้ำตาล 1.5 กิโลกรัม และกากถั่วเหลือง 0.2 กิโลกรัม หรือ ข) หญ้าแห้ง 5 กิโลกรัม, ข้าวโพดบด 2 กิโลกรัม, กากน้ำตาล 1.5 กิโลกรัม และใบกระถินแห้ง 1.5 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved