บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. การผลิตและการใช้ข้าวโพดหมักเลี้ยงโคนม

ในประเทศแถบอบอุ่นที่มีการเลี้ยงโคนมที่ให้ผลผลิตสูง นิยมทำข้าวโพดหมักเลี้ยงโคนม โดยปลูกข้าวโพดเป็นแปลงใหญ่และตัดด้วยเครื่องตัดโดยใช้ทั้งต้นและฝัก หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ นำมาบรรจุในบ่อหมักหรือถังหมัก จากการที่เกษตรกรในท้องที่ดังกล่าวมีประสบการณ์การผลิตพืชหมักมายาวนาน มีเครื่องมือและเทคโนโลยีดี ประกอบกับมีสภาพอากาศและอุณหภูมิเหมาะสมจึงสามารถผลิตข้าวโพดหมักที่มีคุณภาพดีได้ สำหรับประเทศไทยนั้นได้มีการศึกษาการผลิตข้าวโพดหมัก เพื่อใช้เลี้ยงโคนม ทั้งในระดับฟาร์มและผลิตเชิงการค้ามากขึ้นตามลำดับ

1.1 ระยะการตัดที่เหมาะสมและคุณค่าทางอาหารของข้าวโพดหมัก

ฉันทนา (2543) ศึกษาการใช้ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ปลูกที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยตัดที่อายุต่างกัน 3 ระยะ คือ ที่ระยะเมล็ดเป็นแป้ง 25, 50 และ 75% ของเมล็ด พบว่า เมื่อนำมาผลิตเป็นข้าวโพดหมักแล้วค่าความเป็นกรดด่าง (pH) การสูญเสียวัตถุแห้งระหว่างการหมัก และกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นของต้นข้าวโพดตัดที่ระยะเมล็ดเป็นแป้ง 25-50% มีความเหมาะสมที่สุด ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวโพดหมักดังกล่าว มีวัตถุแห้ง (dry matter, DM) 23.17% อินทรียวัตถุ (organic matter, OM) 93.33% โปรตีน (crude protein, CP) 8.7% ไขมัน (ether extract, EE) 2.37% เยื่อใย NDF (neutral detergent fiber, NDF) 64.48% และ ADF (acid detergent fiber, ADF) 39.13% การย่อยได้ที่ศึกษาในแกะ โดยใช้สมการรีเกรซชั่นทำนายการกินข้าวโพดหมักอย่างเดียว พบว่า แกะกินข้าวโพดหมักคิดเป็นวัตถุแห้งได้ 2.67% ของน้ำหนักตัว ค่าพลังงานในรูปยอดโภชนะย่อยได้ (total digestible nutrient, TDN) ของข้าวโพดหมักเท่ากับ 66.49% เป็นพลังงานในรูปพลังงานย่อยได้ (digestible energy, DE) พลังงานเมแทบอไลซ์ (metabolizable energy, ME) และพลังงานสุทธิเพื่อการสร้างน้ำนม (net energy for lactation, NEL) มีค่า 2.93, 2.55 และ 1.51 Mcal/kg DM ตามลำดับ

นฤมล (2544) ศึกษาคุณค่าทางอาหารของข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 5 ซึ่งปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ตัดที่ระยะเมล็ดเป็นแป้ง 50% ของเมล็ด เพื่อทำข้าวโพดหมัก พบว่ามี DM 30.06% CP 7.92% EE 3.24% ADF 28.91% NDF 52.91% และ NFC (non fibrous carbohydrate) 30.55%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำไปหาค่าการย่อยได้และวัดค่าพลังงานโดยใช้โคนมแห้งไม่อุ้มท้องเป็นสัตว์ทดลอง พบว่า โคสามารถกินข้าวโพดหมักคิดเป็น DM ได้ 1.13% ของน้ำหนักตัว มีค่า TDN และ DE เท่ากับ 65.22% และ 2.72 Mcal/kg DM และมีค่าพลังงาน ME และ NEL จากการคำนวณเท่ากับ 2.30 และ 1.44 Mcal/kg DM ตามลำดับ

1.2 การใช้ข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบหลักเลี้ยงโคนม และข้อจำกัดของพืชหมัก

ข้าวโพดหมักมีพลังงานสูง (62-70% TDN; NRC, 1988) มีแป้งและน้ำตาลค่อนข้างสูง (23.86% NFC) ตลอดจนมีเยื่อใยในระดับที่เหมาะสม (31.06% ADF) และเยื่อใยย่อยได้ (NDFD) ประมาณ 54.04% (นฤมล, 2544) ส่วนหญ้ารูซี่แห้งซึ่งใช้เลี้ยงโคทั่วไปมี TDN 52.2% มีเยื่อใยสูง (52.6% ADF) และการย่อยได้ของ ADF มีประมาณ 61.7% (โตโมยูกิและคณะ, 2547) เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วจะเห็นได้ว่า ข้าวโพดหมักมีความเหมาะสมในการนำมาเป็นอาหารหยาบหลักเลี้ยงแม่โครีดนมในระยะต้นของการให้นมมากกว่าหญ้ารูซี่ การใช้ข้าวโพดหมักเลี้ยงโคนมมักนิยมใช้ร่วมกับอาหารข้นที่มีโปรตีน 20% โดยให้อาหารข้นในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำนม 2.5-3 กิโลกรัม (ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่, 2544)

นฤมล (2544) เลี้ยงแม่โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนระดับสายเลือด 87.5% ขึ้นไป โดยใช้ข้าวโพดหมักคิดเป็นน้ำหนักสด 14.25 กิโลกรัม ร่วมกับหญ้ารูซี่แห้ง 1.26 กิโลกรัม และให้อาหารข้นซึ่งมีส่วนผสมประกอบด้วยเมล็ดฝ้าย กากถั่วเหลือง ข้าวโพดบด น้ำมันถั่วเหลือง ปริมาณ 1.59, 4.71, 1.05, 0.65 กิโลกรัม ตามลำดับ เสริมด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate, $NaHCO_3$) แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate, $CaCO_3$) และแร่ธาตุผสมปริมาณ 0.13, 0.06 และ 0.17 กิโลกรัม ตามลำดับ พบว่า แม่โคให้น้ำนม 4% FCM เฉลี่ยวันละ 18.16 กิโลกรัม น้ำนมมีส่วนประกอบไขมันนม 3.91% โปรตีน 3.22% แลคโตส 4.72% และของแข็งไม่รวมไขมัน 8.83% ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าหญ้ารูซี่แห้งเป็นแหล่งของเยื่อใยที่ดี และการใช้กากฝ้ายซึ่งมีพลังงานในรูปไขมัน ทำให้สามารถลด NFC ในอาหารข้นลง ช่วยลดปัญหาการเกิด acidosis ในกระเพาะรูเมน การใช้หญ้าแห้งร่วมกับข้าวโพดหมักจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น เพราะข้าวโพดหมักในสภาพสดมีค่า pH 4.1 และมีกรดแลคติกสูงถึง 1.97% ส่งเสริมให้เกิดสภาวะ acidosis รุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะในโคที่กินอาหารข้นระดับสูง เนื่องจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนเปลี่ยนกรดแลคติกเป็นกรดโพรพิออนิกไม่ทัน จึงเกิดการสะสมของกรดแลคติก Slyter (1976)รายงานว่าการใช้พืชหมักเป็นระยะเวลานานจะเหนี่ยวนำให้เกิด acidosis ซึ่งมีผลต่อเสียต่อสุขภาพโค โดยทำให้เกิดอาการเบื่ออาหาร ท้องเสีย ถ่ายเหลว ผลผลิตน้ำนมและไขมันในนมลดลง นอกจากนี้ยังเหนี่ยวนำให้เกิดโรคอื่นๆ เช่น เกิดฝีที่ตับ (liver abscess) และกีบอักเสบ (laminitis) เป็นต้น Offer *et al.* (2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ศึกษาถึงผลของชนิดอาหารหยาบระหว่างพืชหมักกับพืชแห้งต่อการเกิดแผลเรื้อรังของกีบในโคนม จำนวน 54 ตัว เริ่มทำการศึกษาตั้งแต่โคอายุ 3 เดือนจนถึงระยะหลังคลอดลูกตัวแรกแล้ว 6 เดือน รวมทั้งสิ้น 30 เดือน ตลอดการทดลองได้วัดการเกิดแผลที่กีบ โดยการให้คะแนนตั้งแต่แผลเล็กน้อยจนถึงรุนแรง (1-10) พบว่า การเกิดแผลที่กีบของโคในกลุ่มที่ได้รับพืชหมักสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับพืชแห้งอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) และสรุปผลการศึกษาว่า ไม่ควรใช้พืชหมักเป็นอาหารหยาบหลักมากเกินไปในโคเล็กเนื่องจากจะส่งผลต่อสุขภาพกีบของโค

Dewhurst *et al.* (2001) ใช้ข้าวโพดหมักซึ่งมี CP 9.1%, ADF 22.6% และมีแป้ง (starch) 33.8% เปรียบเทียบกับหญ้าหมักที่มี CP 16.8%, ADF 29.2% และมีแป้งเป็นส่วนประกอบน้อยมาก เลี้ยงแม่โคระยะต้นของการให้นมร่วมกับอาหารข้นชนิดที่มีแป้งสูง (42.8%) แป้งปานกลาง (27.8%) และแป้งต่ำ (10.8%) พบว่า แม่โคกินอาหารโดยรวมน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) เมื่อใช้ข้าวโพดหมัก และกินอาหารโดยรวมน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อใช้อาหารข้นซึ่งมีแป้งสูง แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาหารหยาบกับอาหารข้น โดยแม่โคกินอาหารคิดเป็น DM ได้วันละ 17.4 กิโลกรัม เมื่อใช้ข้าวโพดหมักเลี้ยง และ 22.2 กิโลกรัมวัตถุแห้ง เมื่อใช้หญ้าหมักเลี้ยง ทั้งนี้เพราะข้าวโพดหมักมีแป้งมากกว่าและมีเยื่อใยน้อยกว่า จึงกระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง และหลั่งน้ำลายได้น้อยกว่าการใช้หญ้าหมัก จากข้อจำกัดของข้าวโพดหมักที่พบจากผลการวิจัยจึงให้ข้อเสนอแนะนำว่าการใช้อาหารข้นในระดับสูง (10 กิโลกรัม/ตัว/วัน) สำหรับแม่โคที่ให้นมมากจำเป็นต้องมีการลดระดับแป้งในอาหารข้นลง สำหรับผลกระทบต่อการผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม พบว่าอาหารข้นที่มีแป้งสูงถ้าใช้ร่วมกับข้าวโพดหมักมีผลทำให้ปริมาณน้ำนมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (28.5 เทียบกับ 30.1 กิโลกรัม/ตัว/วัน) และปริมาณไขมันนมลดลงอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ($p<0.05$) (1001 เทียบกับ 1201 กรัม/ตัว/วัน) นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนนมก็ลดลงด้วย (871 เทียบกับ 926 กรัม/ตัว/วัน)

Belyea *et al.* (1974a)ใช้หญ้าหมักที่มี DM สูง (haylage) และหญ้าแห้งซึ่งเป็นส่วนผสมของหญ้าทิโมธี : อัลฟัลฟ่า (1 : 3) เสริมให้กับโคที่กินข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบหลักโดยเสริมอาหารข้นประมาณวันละ 9.3-9.4 กิโลกรัม/ตัว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในด้านผลผลิตน้ำนมต่อแลคเตชั่น เมื่อใช้ข้าวโพดหมักอย่างเดียวหรือข้าวโพดหมักเสริม haylage หรือข้าวโพดหมักเสริมหญ้าแห้ง โดยให้ปริมาณน้ำนมที่ปรับของแข็ง (solids corrected milk) เฉลี่ยเท่ากับ 21.75, 21.74 และ19.23 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ รวมทั้งมีส่วนประกอบน้ำนมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ผู้วิจัยสรุปว่า ข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบที่ดีแต่จำเป็นต้องเสริมโปรตีนและแร่ธาตุ โดยใช้ส่วนผสมของพืชตระกูลถั่วและหญ้าเสริม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองของ Belyea *et al.* (1974b) ใช้ข้าวโพดหมักอย่างเดียวให้กินแบบเต็มที่ เปรียบเทียบกับการให้ ข้าวโพดหมักวันละ 18.2 กิโลกรัม/ตัว ร่วมกับ haylage หรือร่วมกับหญ้าแห้ง โดยให้แบบเต็มที่ พบว่าโคที่ได้รับเฉพาะข้าวโพดหมักอย่างเดียวร่วมกับอาหารข้นมีอาการคีโตสิส และกระเพาะแท้เคลื่อน (abomasal displacement) มากกว่าโคที่เสริมหญ้าหมักหรือหญ้าแห้ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Coppock and Everrett (1973) ที่พบว่าโคที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดหมัก มีอุบัติการของกระเพาะแท้เคลื่อนค่อนข้างมาก ทั้งนี้เนื่องจาก ข้าวโพดหมักมีเฮมิเซลลูโลสสูง และเยื่อใย ADL ต่ำ ผู้วิจัยแนะนำให้เสริมเยื่อใยชนิดที่เป็น lignin-cellulose (ADF) เพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ในส่วนของการเกิดคีโตสิสในโครีดนมที่กินข้าวโพดหมักอย่างเดียวนั้น น่าจะเนื่องมาจากข้าวโพดหมักมีลักษณะเป็นตัวเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างคีโตน โดยโคมีอาการเบื่ออาหารและพบ free fatty acid ที่สลายตัวมาจาก adipose tissue มาก ซึ่งตรงกับงานวิจัยจากหลายแหล่ง (Gordon *et al*., 1963; Holter *et al*., 1973; Thomas *et al*.,1970) โดยโคที่มีการเสริมหญ้าแห้งเพื่อให้ได้รับเยื่อใยเพิ่มขึ้นไม่พบอาการดังกล่าว Beuchemin and Buchanan-Smith (1989) พบว่า การเสริมพืชแห้งเส้นยาวในโคนมที่ได้รับพืชหมักเป็นอาหารหยาบหลักและมีการเสริมอาหารข้นร่วมด้วยนั้น โคให้ผลผลิตน้ำนมที่ไม่ได้ปรับและปรับไขมัน (4%FCM) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริมพืชแห้งเส้นยาว พืชแห้งจึงมีความสำคัญต่อการใช้เสริมให้แก่โคที่ใช้ข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบหลัก

2. หญ้ารูซี่แห้งและการใช้เป็นอาหารโคนม

หญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) เป็นหญ้าที่มีลักษณะกึ่งตั้งกึ่งเลื้อย เป็นพืชค้างปี (perennial) ขึ้นได้ดีในสภาพดินหลายชนิด โดยเฉพาะดินร่วนปนทรายหรือดินเหนียวที่มีการระบายน้ำดี เจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝน 1,000 มิลลิเมตร/ปี ขึ้นไป มีส่วนของใบมากและใบอ่อนนุ่ม สัตว์ชอบกิน จึงเป็นพันธุ์หญ้าที่กรมปศุสัตว์ส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูก สามารถให้ในรูปตัดสด หรือเก็บถนอมไว้ในรูปของหญ้าหมักหรือหญ้าแห้งก็ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1 ระยะการตัดที่เหมาะสมและคุณค่าทางอาหารของหญ้ารูซี่

ฉายแสงและคณะ (2528) ศึกษาผลของระยะเวลาตัดหญ้ารูซี่ที่อายุต่างๆกันต่อองค์ประกอบทางเคมี โดยตัดที่อายุ 60, 90 และ 120 วัน พบว่า CP ของหญ้ารูซี่ที่ตัดที่อายุดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 7.49, 4.75 และ 3.24% ตามลำดับ

บุญล้อมและคณะ (2548ก) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและค่าการย่อยได้โดยวิธีวัดปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้น (gas test) ของหญ้ารูซี่ที่อายุการตัด 30, 45 และ 60 วัน พบว่ามีปริมาณ CP เท่ากับ 12.08, 9.26 และ 6.43% ตามลำดับ OMD มีค่าเท่ากับ 61.46, 55.68 และ 54.33% ตามลำดับ

ค่าพลังงาน ME และ NEL ของหญ้าที่ตัดที่อายุ 30, 45 และ 60 วัน เท่ากับ 2.26, 2.05, 2.0, 1.35, 1.20 และ 1.17 Mcal/kg DM ตามลำดับ

รำไพรและคณะ (2546) ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของหญ้ารูซี่แห้งตัดที่อายุประมาณ 45 วัน พบว่ามี CP 7.5%, เยื่อใย NDF 64.4%, ADF 46.3% และ ลิกนิน 5.4% และเมื่อนำไปหาค่าการย่อยได้ในโคนมแห้งพบว่า มีค่า TDN 65.6% และมีค่าพลังงาน DE และ ME เท่ากับ 9.6 และ 7.9 MJ/kg DM ตามลำดับ

บุญล้อมและคณะ (2548ข) ศึกษาคุณค่าทางโภชนะของหญ้ารูซี่แห้งที่ผลิตในแปลงขนาดใหญ่ ตัดที่อายุ 50 วัน พบว่าหญ้ารูซี่แห้งมี CP 7.44%, เยื่อใย NDF 66.76%, ADF 39.55% และลิกนิน 5.30% เมื่อนำหญ้าที่ได้ไปหาค่าการย่อยได้ในโคนมแห้ง พบว่าโคสามารถกินหญ้ารูซี่แห้งได้ 1.38% ของน้ำหนักตัว และมีค่าการย่อยได้ของ OM, CP, NDF และ ADF เท่ากับ 60.80, 54.31, 59.57 และ 54.33% ตามลำดับ เมื่อประเมินค่าพลังงานพบว่า มีค่า TDN 59.09% และค่าพลังงาน DE 2.32 Mcal/kg DM นอกจากนี้ยังมีค่า ME และ NEL ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 2.04 และ 1.23 Mcal/kg DM ตามลำดับ

ชาญชัยและคณะ (2529) ศึกษาโภชนะที่ย่อยได้ของหญ้ารูซี่แห้งที่ตัดที่อายุ 50 และ 70 วัน ในแกะเพศผู้ พบว่า แกะกินหญ้าตัดที่อายุ 70 วัน คิดเป็นปริมาณวัตถุแห้งได้สูงกว่าหญ้าตัดที่อายุ 50 วัน (1.73 เทียบกับ 1.61%น้ำหนักตัว) แต่การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (dry matter digestibility, DMD) ของหญ้ารูซี่แห้งตัดที่อายุ 50 วัน สูงกว่าที่ตัดอายุ 70 วัน (55.7 เทียบกับ 52.8%)

ตาราง 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ารูซี่ที่ตัดอายุต่างกัน

Table 2.1 Chemical composition of ruzi grass at different cutting age.

อายุการตัด	DM	CP	EE	Ash	CF	NFE	NDF	ADF	ADL	Reference
		---------%DM---------								
45	17.38	11.62	3.61	10.10	28.75	45.92	65.67	37.69	3.85	ฉายแสง (2530)
45	21.15	9.26	3.80	7.05	-	-	67.37	33.26	2.91	บุญล้อมและคณะ (2548ก)
60	20.51	7.49	3.20	9.45	34.05	45.81	-	-	-	ฉายแสง(2528)
60	20.98	7.24	2.59	7.09	34.15	48.93	67.79	41.69	5.16	ฉายแสง (2530)
60	22.93	6.43	2.56	6.75	-	-	71.32	37.37	3.30	บุญล้อมและคณะ (2548ก)
90	25.40	4.75	1.54	8.12	36.57	49.02	-	-	-	ฉายแสง(2528)
120	29.88	3.24	1.32	7.14	37.85	50.45	-	-	-	ฉายแสง(2528)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 การใช้หญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลักสำหรับโคนม

จินดาและคณะ (2545) ศึกษาการใช้หญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลักและใช้ถั่วไมยราแห้งทดแทนอาหารข้นสำหรับแม่โคนมพันธุ์ Thai milking zebu (TMZ) ส่วนของอาหารข้นใช้ถั่วไมยราแห้งผสมกับอาหารข้นโปรตีน 16% ในสัดส่วน 0 : 100, 25 : 75 และ 50 : 50 โดยน้ำหนัก และให้อาหารดังกล่าวต่อน้ำนมในอัตรา 2 : 1 หญ้ารูซี่แห้งที่นำมาใช้นี้ตัดที่อายุประมาณ 35-40 วัน มี CP 8.79%, NFE 49.20%, เยื่อใย NDF 66.72%, ADF 41.13% และมีลิกนิน 3.14% ให้แม่โคได้กินหญ้ารูซี่แห้งแบบเต็มที่ พบว่า การใช้สัดส่วนของต้นถั่วไมยราแห้งต่ออาหารข้น 50:50 ร่วมกับการให้หญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลัก แม่โคกินอาหารทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้งเท่ากับ 2.67% ของน้ำหนักตัว โดยกินหญ้ารูซี่แห้งได้ 6.97 กิโลกรัม/ตัว/วัน และให้น้ำนม 4% FCM เท่ากับ 9.51 กิโลกรัม/ตัว/วัน น้ำนมที่ให้มีไขมัน 4.07%, โปรตีน 2.98%, แลคโตส 3.56% และ ของแข็งทั้งหมด 10.88% และมีคะแนนสภาพร่างกายของโค 3.5 จากคะแนนเต็ม 5 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี

จินดาและคณะ (2543) ศึกษาการใช้หญ้ารูซี่แห้งและหญ้ารูซี่หมักเป็นอาหารหยาบหลักเสริมด้วยอาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 16, 18 และ 21% ในแม่โครีดนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนระดับเลือด 75% ขึ้นไป โดยให้หญ้าหมักในตอนเช้าและให้หญ้าแห้งในตอนบ่ายแบบไม่จำกัด ส่วนอาหารข้นให้ในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำนม 2 กิโลกรัม หญ้ารูซี่แห้งที่นำมาใช้เลี้ยงในครั้งนี้มี CP 2.64%, NFE 44.25%, เยื่อใย NDF 71.82%, ADF 49.47% และลิกนิน 5.73% พบว่า ระดับโปรตีนในอาหารข้นที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนม ยกเว้นเปอร์เซ็นต์ SNF และแลคโตส ในโคกลุ่มที่กินอาหารข้นโปรตีน 16% มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น แม่โคสามารถกินอาหารหยาบหลัก (ทั้งหญ้าแห้งและหญ้าหมัก) ได้ 7.20-7.39 กก./ตัว/วัน โดยกินส่วนของหญ้าแห้งได้ 2.76 กิโลกรัม/ตัว/วัน และให้น้ำนม 4%FCM ได้ 11.03-13.44% กก./ตัว/วัน น้ำนมมีไขมัน 4.20-4.47%, โปรตีน 2.96-3.23%, แลคโตส 4.57-4.86% และของแข็งทั้งหมด 12.19-12.70% เมื่อทำการประเมินสภาพร่างกายของแม่โคพบว่า มีคะแนนอยู่ในช่วง 1-2 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากอาหารหยาบที่ใช้มีโปรตีนและพลังงานต่ำ จึงได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรใช้พืชตระกูลถั่วร่วมกับอาหารหยาบเพื่อให้โคได้รับสารอาหารเพิ่มขึ้น

สันติ (2546) ศึกษาการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) และหญ้ารูซี่แห้งเสริมในอาหารผสมครบส่วน (total mixed ration, TMR)ที่มีหญ้ารูซี่หมักเป็นอาหารหยาบหลัก โดยมีสัดส่วนของอาหารข้นในปริมาณที่สูง (ประมาณ 70%) ในแม่โครีดนม โดยแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่ม ทั้ง 3 กลุ่มได้รับ TMR ที่มีหญ้ารูซี่หมักเป็นอาหารหยาบหลักและหญ้ารูซี่แห้ง 1 กก. เพื่อป้องกันการเกิดกรดที่สูงเกินไปในกระเพาะรูเมน หญ้ารูซี่แห้งที่ใช้มี CP 4.27%, NDF 72.99% และ TDN 53.35% สำหรับกลุ่มที่ 1 ไม่มีการเสริม $NaHCO_3$ กลุ่มที่ 2 เสริม $NaHCO_3$ 200 กรัม และกลุ่มที่ 3 เสริม $NaHCO_3$ 200

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กรัมร่วมกับหญ้าแห้งอีก 1 กก. พบว่า ปริมาณการกินได้ ปริมาณผลผลิตน้ำนม และองค์ประกอบในน้ำนมของแม่โคทั้ง 3 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณการกินได้และผลผลิตน้ำนมของแม่โคในกลุ่มที่ 3 สูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 1 ตามลำดับ และยังพบว่าต้นทุนในการผลิตน้ำนม (4%FCM) ของแม่โคในกลุ่มที่ 3 ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ

จะเห็นได้ว่าการใช้หญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบหลักนั้น สามารถให้ผลดีในแง่ของการรักษาสุขภาพของโค คือช่วยกระตุ้นให้เกิดการเคี้ยวเอื้องและหลั่งน้ำลายซึ่งมีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์ตามธรรมชาติทำให้กระเพาะรูเมนมีสภาพเหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ แต่หญ้าแห้งที่ผลิตในประเทศไทยส่วนใหญ่มีโปรตีนและพลังงานต่ำ แต่มีเยื่อใยสูงซึ่งจะไปจำกัดปริมาณการกินได้ (NRC, 2001) ดังนั้น การใช้หญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบหลักอาจทำให้โคกินได้น้อย เป็นเหตุให้ได้รับโภชนะไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย

ประเสริฐและคณะ (2544) ศึกษาการใช้หญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลักในรูปแบบการให้แยกกันระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้นเปรียบเทียบกับการให้อาหาร TMR ในแม่โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ระดับเลือด 75% ขึ้นไป โดยแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่มๆ ที่ 1 ให้อาหารแบบแยก โดยให้อาหารข้นโปรตีน 21% ในอัตราส่วนน้ำนมต่ออาหารข้นประมาณ 2 : 1 มีหญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลักและให้โคกินแบบไม่จำกัด หญ้ารูซี่แห้งที่ใช้มี CP 6.10%, NFE 53.97% และ ADF 42.24% และกลุ่มที่ 2 ให้ได้รับอาหาร TMR โดยใช้แหล่งเยื่อใยจากถั่วไมยราแห้งและหญ้าแห้งผสมกับวัตถุดิบตัวอื่น TMR ที่ใช้มี CP 12.76%, NFE 55.78% และ ADF 27.37% พบว่า ปริมาณการกินได้ ผลผลิต ตลอดจนองค์ประกอบในน้ำนมของแม่โคทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวและปริมาณน้ำนม 4% FCM ของแม่โคในกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR มีแนวโน้มสูงกว่า (12.39 เทียบกับ 11.69 กก./ตัว/วัน หรือ 2.92 เทียบกับ 3.10% ของน้ำหนักตัว และ น้ำนม 4% FCM 7.63 เทียบกับ 8.62 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ)

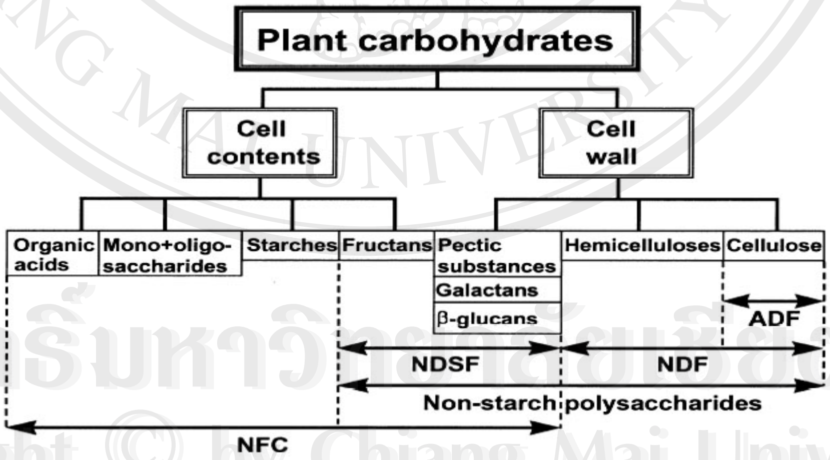
วีณาพร (2547) ศึกษาการใช้หญ้ารูซี่หมัก หญ้ารูซี่หมักเสริมหญ้าแห้ง และหญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลักในรูปอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของอาหารข้นในระดับ 70% และอาหารหยาบ 30% แม่โคทดลองให้นมเฉลี่ย 20 กิโลกรัม และให้นมมาแล้ว 110 วัน หญ้ารูซี่แห้งที่ใช้มี CP 8.33%, NFC 11.65%, NDF 69.26%, ADF 39.34% และ TDN 53.72% พบว่า แม่โคในกลุ่มที่ได้รับหญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลักมีแนวโน้มการให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้หญ้าหมัก และหญ้ารูซี่หมักเสริมหญ้าแห้ง นอกจากนี้ยังทำการวัดการเกิดแอซิโดสิสทางอ้อมโดยดูลักษณะมูลพบว่าการใช้หญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลักมีคะแนนความคงตัวของมูลสูงกว่าการใช้หญ้าหมักและหญ้าหมักเสริมหญ้าแห้ง แสดงให้เห็นว่า การใช้หญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบหลักในอาหารผสมครบส่วนที่มีสัดส่วนของอาหารข้นสูงแทนการใช้หญ้าหมักสามารถป้องกันการเกิดแอซิโดสิสได้ดีและโค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สามารถให้ผลผลิตดี

3. แหล่งของคาร์โบไฮเดรต ระดับ NSC และ NFC ในอาหารโคนม

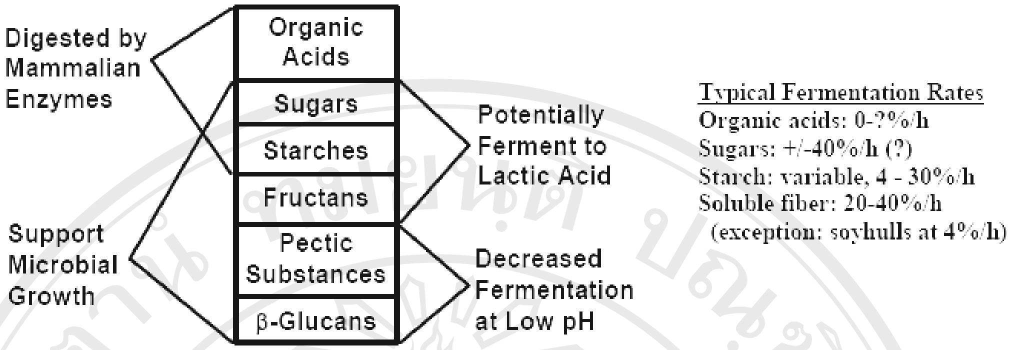
คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอาหารโคนม สำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและตัวสัตว์ เพื่อใช้ในการดำรงชีพ เจริญเติบโต และสร้างผลผลิต คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งตามลักษณะโครงสร้างได้เป็น 2 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้าง (structural carbohydrate) ได้แก่ เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนของเยื่อใยในผนังเซลล์ของพืชและไม่สามารถย่อยได้โดยเอนไซม์จากสัตว์ แต่ถูกย่อยได้โดยเอนไซม์ของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร ประเภทที่ 2 เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างหรือคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (non structural carbohydrate, NSC หรือ non fibrous carbohydrate, NFC) เป็นส่วนที่อยู่ภายในเซลล์ของพืช ย่อยได้ง่าย และสามารถถูกย่อยได้โดยเอนไซม์ของสัตว์ดังภาพ 2.2 นอกจากนี้ยังมีคาร์โบไฮเดรตกลุ่มที่เป็นเยื่อใยแต่สามารถละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง ได้แก่ เพคติน, กาแลคแตน และเบต้ากลูแคน ส่วนนี้จะถูกหมักย่อยอย่างรวดเร็ว (20-40 % ต่อชั่วโมง) (Hall, 2003) NFC ประกอบด้วย กรดอินทรีย์ น้ำตาล แป้ง และฟรุคแตน ดังภาพ 2.1 ซึ่งคาร์โบไฮเดรตประเภทแรกแหล่งที่มาคืออาหารหยาบ ส่วนประเภทที่ 2 แหล่งสำคัญได้มาจากอาหารข้น



ภาพ 2.1 ส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตในพืช

Figure 2.1 Plant carbohydrate fractions (Hall, 2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



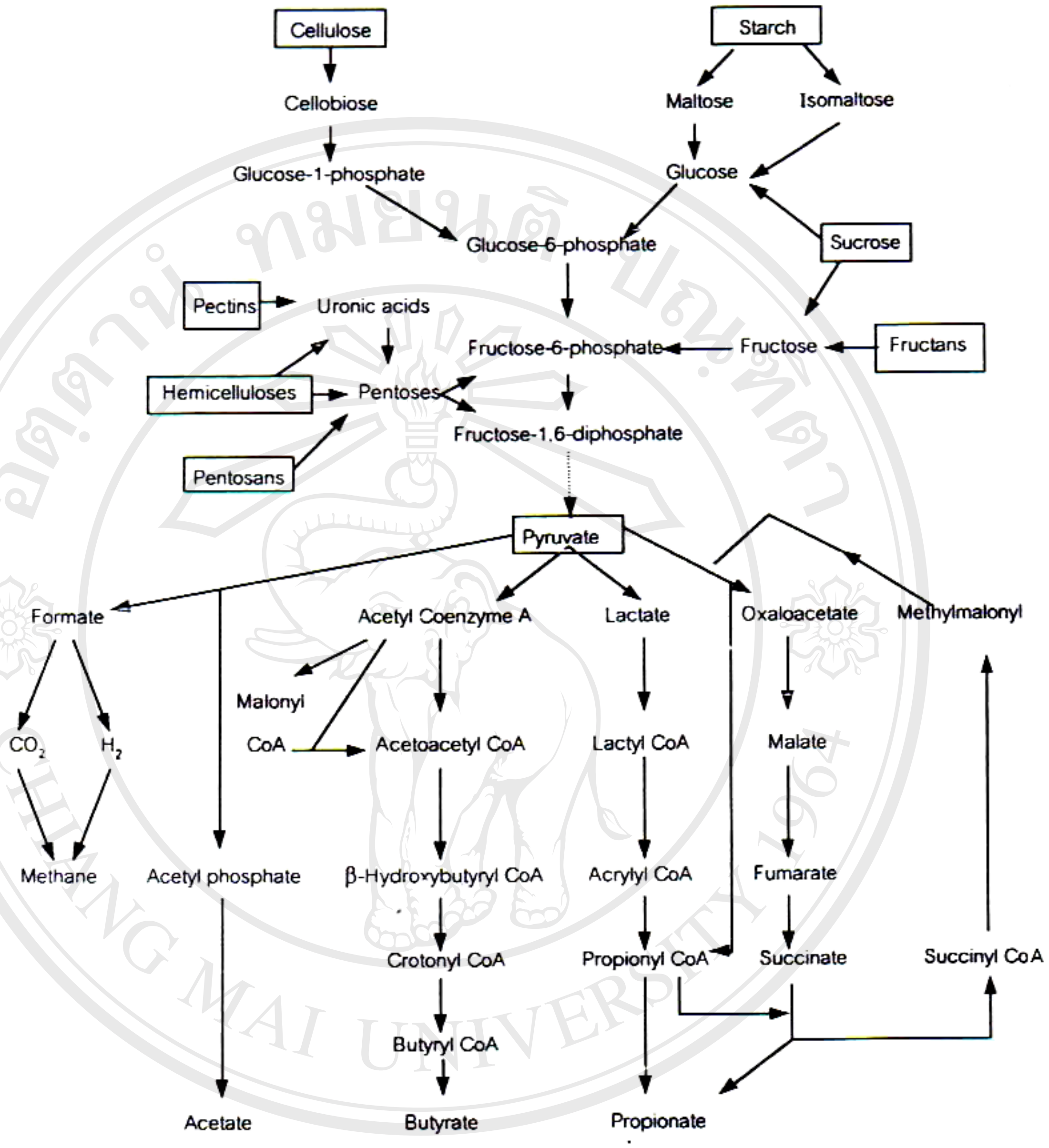
ภาพ 2.2 ลักษณะทางโภชนะของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง

Figure 2.2 Nutritional Characteristics of neutral detergent-soluble carbohydrates (Hall, 2003)

3.1 การเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมน

เมื่อคาร์โบไฮเดรตทั้ง 2 ประเภทดังกล่าว ซึ่งได้มาจากอาหารหยาบและอาหารข้นเข้าสู่กระเพาะรูเมนแล้ว จุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนจะทำการย่อย โดยแบ่งการทำงานได้เป็น 2 ขั้นตอน ขั้นแรก คาร์โบไฮเดรตทั้งที่เป็นโครงสร้างและไม่ใช่โครงสร้างจะถูกจุลินทรีย์ยึดเกาะแล้วปล่อยเอนไซม์ออกมาภายนอกเซลล์ (extracellular microbial enzymes) เข้าย่อยอาหารให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว และเปลี่ยนเป็น pyruvate แล้วเข้าสู่ภายในเซลล์จุลินทรีย์ทันที ทำให้ไม่ค่อยพบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวภายในกระเพาะรูเมน ขั้นที่ 2 pyruvate จะถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) ดังภาพ 2.3 ซึ่งกระบวนการนี้สามารถให้พลังงานได้ถึง 80% ของพลังงานที่สัตว์ต้องการ (บุญล้อม, 2541) ดังนั้นคาร์โบไฮเดรตจึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง VFA ที่เกิดขึ้นประกอบด้วยกรดอะซิติก (acetic acid) เป็นส่วนใหญ่ โดยมีความเข้มข้น 62-74% molar รองลงมาคือกรดโพรพิออนิก (propionic acid) ความเข้มข้น 15-22% molar และกรดบิวทิริก (butyric acid) ความเข้มข้น 8-16% molar (Thomas and Rock, 1981; เมธา, 2529) สัดส่วนของกรดที่เกิดขึ้นอาจมีความผันแปรได้ตามชนิดและปริมาณอาหารที่ให้ โดยการให้อาหารที่มีเยื่อใยสูงจะส่งผลให้มีการสังเคราะห์กรดอะซิติกสูง ขณะที่สัดส่วนของกรดโพรพิออนิกต่ำลง ในทางตรงข้ามการให้อาหารข้นในปริมาณที่สูงจะทำให้กรดอะซิติกลดลงแต่มีกรดโพรพิออนิกสูงขึ้น ซึ่งบทบาทของกรดอะซิกและบิวทีริกนอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานแล้วยังถูกนำไปสร้างเป็นไขมันในน้ำนมและเนื้อเยื่อไขมัน ส่วนกรดโพรพิออนิกถูกนำไปสังเคราะห์เป็นกลูโคสและนำไปสร้างเป็นน้ำตาลในนม (บุญล้อม, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.3 การเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตไปเป็นกรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะรูเมน (บุญล้อม, 2541)

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

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 ระดับของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยในอาหารโคนม

คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยหรือ NFC เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ โดยเฉพาะในสูตรอาหารสำหรับโคที่ให้ผลผลิตสูง ซึ่งต้องการพลังงานสูง การย่อย NFC จะได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นกรดโพรพิออนิกและกรดแลคติกเป็นส่วนใหญ่ (วิโรจน์, 2546) กรดโพรพิออนิกที่เกิดขึ้นมีผลทำให้ปริมาณน้ำนมและโปรตีนในน้ำนมสูงขึ้นแต่ส่งผลให้ไขมันในน้ำนมลดต่ำลง (Dijkstra, 1994 ;

อ้างโดย ปิ่นและเมธา, 2544)

Sommart *et al*. (1996) ศึกษาอาหาร TMR ที่มีระดับของ NFC ต่างกัน 3 ระดับ คือ 30, 35 และ 40% โดยใช้หญ้ารูซี่หมักเป็นแหล่งของอาหารหยาบ พบว่า ปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรงเมื่อระดับของ NFC ในอาหารสูงขึ้น และปริมาณการกินได้ของแม่โคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของ NFC ที่เพิ่มขึ้น ขณะที่นิโรจน์และคณะ (2543) พบว่าการให้อาหารผสมครบส่วนที่มีระดับ NFC ต่างกัน 4 ระดับคือ 39, 42, 45 และ 48% ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ปริมาณน้ำนมและองค์ประกอบในน้ำนม

Batajoo and Shaver (1997) ทดลองให้อาหารที่มีระดับของ NFC แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 42, 34, 30 และ 24% เลี้ยงแม่โคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ซึ่งให้นมมาแล้ว 63 วัน พบว่า ระดับของ NFC ที่ลดต่ำลงส่งผลทำให้ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ลดลงตามไปด้วย แต่ไม่มีผลต่อน้ำนม 4% FCM

Sievert and Shaver (1992) ศึกษาในแม่โคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่ให้นมมาแล้ว 40 วัน ให้ได้รับอาหารที่มีระดับของ NFC 42% เทียบกับ 35% พบว่า แม่โคในกลุ่มที่ได้รับ NFC 42% กินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับ NFC 35% อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของปริมาณน้ำนมที่ปรับและไม่ปรับให้มีไขมัน 3.5%

จะเห็นได้ว่าระดับของ NFC ในอาหารนั้นมีช่วงค่อนข้างกว้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร การแปรรูปอาหาร รวมไปถึงสัดส่วนของเยื่อใยในสูตรอาหาร แต่อาหารโคที่มี NFC ในระดับสูงจะส่งผลในทางลบต่อโค กล่าวคือจะส่งเสริมให้เกิดปัญหาแอซิโดสิส Nocek (1997) ได้แนะนำว่าเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดแอซิโดสิส ระดับของ NSC ในอาหารควรอยู่ที่ประมาณ 30-40% โดยค่าของ NFC จะสูงกว่า NSC 2-3% นอกจากนั้น Nocek and Russell (1988) แนะนำว่า อาหารที่มี NFC 40% เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับโคนมเช่นเดียวกับ Miller and Hoover (1991) รายงานว่า ระดับของ NFC ในอาหารถ้าสูงกว่า 45-50% หรือต่ำกว่า 25-30% จะส่งผลให้โคมีปริมาณน้ำนมลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.1 วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของพลังงานในรูป NFC ที่สำคัญในอาหารโคนม

ก. ข้าวโพด

ข้าวโพดมีหลายพันธุ์ ซึ่งปัจจุบันพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยจะเป็นพันธุ์ CP888 และ Pacific 928 ส่วนใหญ่จะเป็นข้าวโพดที่มีสีเหลืองซึ่งจะมีสารสี cryptoxanthin ซึ่งช่วยเพิ่มสีเหลืองของไข่แดง และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ข้าวโพดประกอบด้วยแป้งประมาณ 65% มีเยื่อใยต่ำ และให้พลังงาน ME ประมาณ 3.3 Mcal/kg DM มี TDN ประมาณ 80% แต่มีโปรตีนต่ำคืออยู่ระหว่าง 7-9% (กรมปศุสัตว์, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์) โปรตีนในเมล็ดข้าวโพดมี 2 ชนิด คือ เซอีน (zein) และกลูเทลิน

(glutelin) เซอีนจะพบที่บริเวณเนื้อใน (endosperm) ของเมล็ด จัดเป็นโปรตีนคุณภาพต่ำ เพราะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น 2 ชนิด คือ ไลซีนและทริปโตเฟน ในขณะที่กลูเทลินซึ่งมีปริมาณน้อย พบในเนื้อในและบางส่วนของคัพภะ มีคุณภาพสูงกว่าเนื่องจากมีไลซีนและทริปโตเฟนอยู่ครบ ปกติแล้วแป้งข้าวโพดถูกย่อยอย่างช้าๆ ในกระเพาะรูเมนเมื่อเทียบกับธัญพืชชนิดอื่นๆ การผ่านกระบวนการบดให้แตกเพื่อลดขนาดของชิ้นอาหารลง มีผลทำให้อัตราการย่อยได้ของแป้งสูงขึ้น (McAllister *et al*., 1993) การนำข้าวโพดบดไปใช้เลี้ยงสัตว์ยังเพิ่มความน่ากินให้กับอาหาร ซึ่งเหมาะสมกับโคในระยะต้นของการให้นมที่มักได้รับพลังงานไม่เพียงพอกับผลผลิตที่ให้ออกมา โดยข้าวโพดสามารถใช้ผสมลงในอาหารได้ถึง 70-80% (กรมปศุสัตว์, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์)

ข. กากน้ำตาล

เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการหีบอ้อยเพื่อทำน้ำตาลทราย จะได้ส่วนต่างๆออกมาดังนี้ คือ น้ำตาล น้ำ ชานอ้อย filtermud และกากน้ำตาล ประมาณ 10, 70, 15, 2 และ 3% ตามลำดับ (Gohl, 1991 อ้างโดย นิรันดร, 2536) กากน้ำตาลมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้มหรือดำที่มีความหนืด องค์ประกอบทางเคมีของกากน้ำตาลประกอบไปด้วยน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นซูโครสอยู่ประมาณ 60% ของน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) ส่วนกลูโคสและฟรุคโตสมีประมาณ 30% (Church, 1991) กากน้ำตาลเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่ายในกระเพาะรูเมน เหมาะกับการใช้เป็นแหล่งพลังงานโดยเฉพาะใช้ร่วมกับอาหารหยาบที่มีพลังงานต่ำ เพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนใช้เป็นพลังงานในการเจริญเติบโต และสังเคราะห์โปรตีนของตัวมันเอง นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งพลังงานสำหรับตัวสัตว์อีกด้วย การหมักย่อยกากน้ำตาลภายในกระเพาะรูเมน ทำให้สัดส่วนของกรดแลคติกและบิวทีริกเพิ่มสูงขึ้น แต่สัดส่วนของกรดอะซิติกและโพรพิออนิกจะไม่เปลี่ยนแปลงหรือมีการลดลงเพียงเล็กน้อย (Waterman, no date) นอกจากนี้กากน้ำตาลยังเพิ่มความน่ากินให้กับอาหาร เป็นตัวช่วยทำให้อาหารคลุกเคล้ากันดียิ่งขึ้นและลดความเป็นฝุ่นของอาหารลงได้ กากน้ำตาลสามารถใช้ในอาหารได้สูงถึง 30% ของอาหารทั้งหมด แต่การให้ในระดับที่สูงอาจทำให้สัตว์มีอาการถ่ายเหลว เพราะกากน้ำตาลมีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อนๆ กษิดิศและสมเกียรติ (2540) ศึกษาการเสริมกากน้ำตาลเหลว 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน แก่แม่โคที่ได้รับอาหารข้นและฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลักในช่วงตอนต้นของการให้นม เปรียบเทียบกับการไม่เสริมกากน้ำตาล พบว่าปริมาณการกินได้ของโคที่ได้รับการเสริมกากน้ำตาลสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับ Greenwood *et al*. (2000) ได้ศึกษาการไม่เสริมและเสริมกากน้ำตาลปริมาณ 417 กรัมต่อตัวต่อวันในอาหารโคเพศผู้ตอน น้ำหนักเฉลี่ย 332 กก. ซึ่งได้รับหญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบพบว่า โคในกลุ่มที่ได้รับการเสริมกากน้ำตาลมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(p<0.05) นอกจากนี้ยังมีการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในกลุ่มที่ได้รับการเสริมกากน้ำตาลสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมอย่างมีนัยสำคัญด้วย (52.2 เทียบกับ 48.7% ของปริมาณที่กินได้)

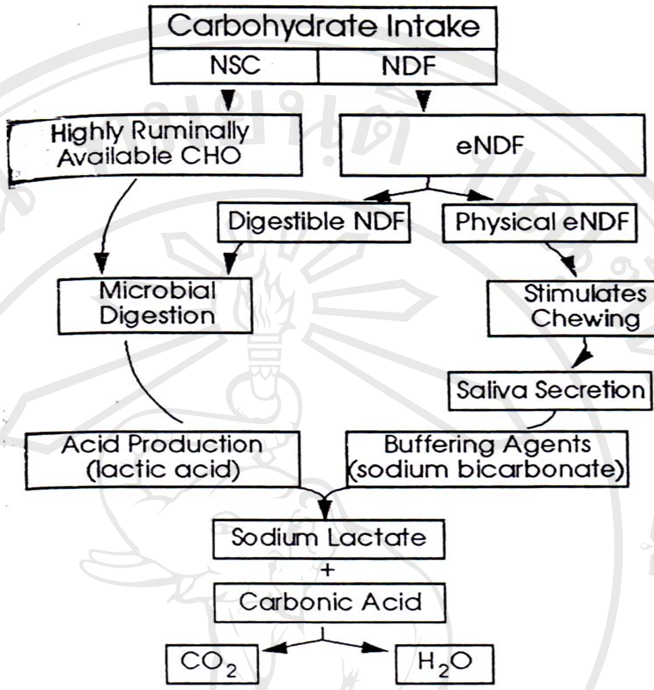
นอกจากกากน้ำตาลจะช่วยเพิ่มการย่อยได้และความน่ากินแล้ว ยังมีผลทำให้จุลินทรีย์สามารถใช้แอมโมเนียในกระเพาะรูเมนในการสังเคราะห์โปรตีนได้ ซึ่ง Poncent and Rayssiguier (1980) ศึกษาการให้กระถินแห้งร่วมกับการเสริมและไม่กากเสริมน้ำตาลในแกะ พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่กินได้ของทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกันแต่ปริมาณของไนโตรเจนและไนโตรเจนที่ไม่ใช่แอมโมเนีย (non-ammonia nitrogen, NAN) ที่พบบริเวณลำไส้เล็กตอนต้น (duodenum) ของกลุ่มที่ได้รับการเสริมกากน้ำตาลสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมนอกจากนี้ยังพบว่าการเสริมกากน้ำตาลมีผลทำให้ระดับของยูเรียในเลือดและแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมกากน้ำตาลช่วยเพิ่มการใช้แอมโมเนียจึงไม่เกิดการสะสมภายในกระเพาะรูเมนและในเลือด

3.3 ระดับของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นเยื่อใยในอาหารโคนม

นอกจากอาหารเยื่อใยจะถูกใช้เป็นพลังงานในสัตว์เคี้ยวเอื้องแล้ว ยังมีความสำคัญในการช่วยรักษาสภาพการหมักย่อยภายในกระเพาะรูเมนให้อยู่ในสภาพเหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ ช่วยป้องกันการลดลงของไขมันนมและอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังคลอด (NRC, 1988) ถึงแม้ว่าเยื่อใยจะมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพโคแต่อาหารที่มีเยื่อใยที่สูงเกินไปจะมีผลไปจำกัดปริมาณการกินได้ของสัตว์เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่มีความฟ่ามสูง และมีการย่อยได้ต่ำเมื่อเทียบกับแป้ง อาจส่งผลให้โคได้รับพลังงานไม่เพียงพอ ดังนั้นระดับของเยื่อใยที่เหมาะสมควรต้องคำนึงถึงสภาพร่างกายและการให้ผลผลิตของโค นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงชนิดของเยื่อใย ขนาดของชิ้นอาหาร ค่า buffering capacity (BC) ของอาหาร และความถี่ของการให้อาหาร เป็นต้น (NRC, 1988) เยื่อใยที่นำมาใช้เป็นอาหารโคนมควรเป็นเยื่อใยทำหน้าที่ได้ (effective fiber, EF) คือ สามารถกระตุ้นการเคี้ยวเอื้องและหลั่งน้ำลาย ซึ่งเป็นสารบัฟเฟอร์ตามธรรมชาติ ช่วยรักษาสภาพ pH ในกระเพาะรูเมนให้เหมาะสมในการหมักย่อยอาหารโดยจุลินทรีย์ (ปิ่นและเมธา, 2546) ดังภาพ 2.4

ชนิดของเยื่อใยในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง นิยมบอกในรูป NDF และ ADF ซึ่ง NDF เป็นส่วนของผนังเซลล์ประกอบไปด้วย เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส และ ลิกนิน ส่วนค่า ADF จะเป็นส่วนที่ไม่มีเฮมิเซลลูโลส เหลือเพียงเซลลูโลสและลิกนิน ทั้ง NDF และ ADF มีความสัมพันธ์ทางลบต่อการกินอาหารและการย่อยได้แต่จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับเวลาที่ใช้ในการเคี้ยวเอื้อง (NRC, 1988)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.4 แผนภาพอธิบายคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้างและไม่เป็นโครงสร้างที่มีผลต่อการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมน

Figure 2.4 Illustration of structural (NDF) and nonstructural carbohydrate (NSC) on buffering in the rumen. eNDF = Effective NDF (Nocek, 1997)

Beauchemin and Buchanan-Smith (1989) ได้ศึกษาระดับของเยื่อใย NDF ในอาหารที่มีผลต่อการเคี้ยวและการให้ผลผลิตของแม่โค ซึ่งให้นมมาแล้วประมาณ 125 วัน แม่โคทดลองได้รับพืชหมักเป็นอาหารฐาน ระดับของเยื่อใยในอาหารที่ใช้มี 3 ระดับ คือ 26, 30 และ 34% พบว่า เมื่อระดับ NDF เพิ่มขึ้น มีผลทำให้แม่โคให้น้ำนมลดลง ปริมาณน้ำนมเท่ากับ 20.8, 19.9 และ 19.1 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ แต่เวลาที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารจะนานขึ้นเมื่อ NDF ในอาหารสูงขึ้น

Ruiz *et al*. (1995) ได้ศึกษาผลของระดับเยื่อใย NDF 3 ระดับ คือ 31, 35 และ 39% ของสูตรอาหารต่อการให้น้ำนมของแม่โคที่อยู่ในระยะกลางของการให้นม พบว่า ระดับของ NDF ที่สูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ของโคลดลง เป็นเหตุให้การให้นมของแม่โคลดลงด้วย แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Alhadhrami and Huber (1992) พบว่าระดับเยื่อใย ADF ที่ต่างกัน 4 ระดับ คือ 26, 28, 32 และ 38% ในอาหารแม่โค ซึ่งให้นมมานานประมาณ 90 วัน ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้รวมทั้งต่อปริมาณน้ำนม 3.5% FCM และต่อองค์ประกอบของน้ำนม แต่ ระดับ ADF ที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณนมไม่ปรับไขมันลดลง คือ ADF ที่ระดับ 26 และ 28% ของอาหาร แม่โคให้ผลผลิตเฉลี่ย 30.7 กิโลกรัม/วัน ขณะที่ ADF ที่ระดับ 32 และ 38% ของอาหาร ให้ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 27.6 กิโลกรัม/วัน นอกจากนี้ยังพบว่าระดับ ADF ที่สูงขึ้นส่งผลให้โคใช้เวลาในการกินอาหารนานขึ้น

4. ยูเรียและแหล่งโปรตีนจากอาหารหยาบและอาหารข้น

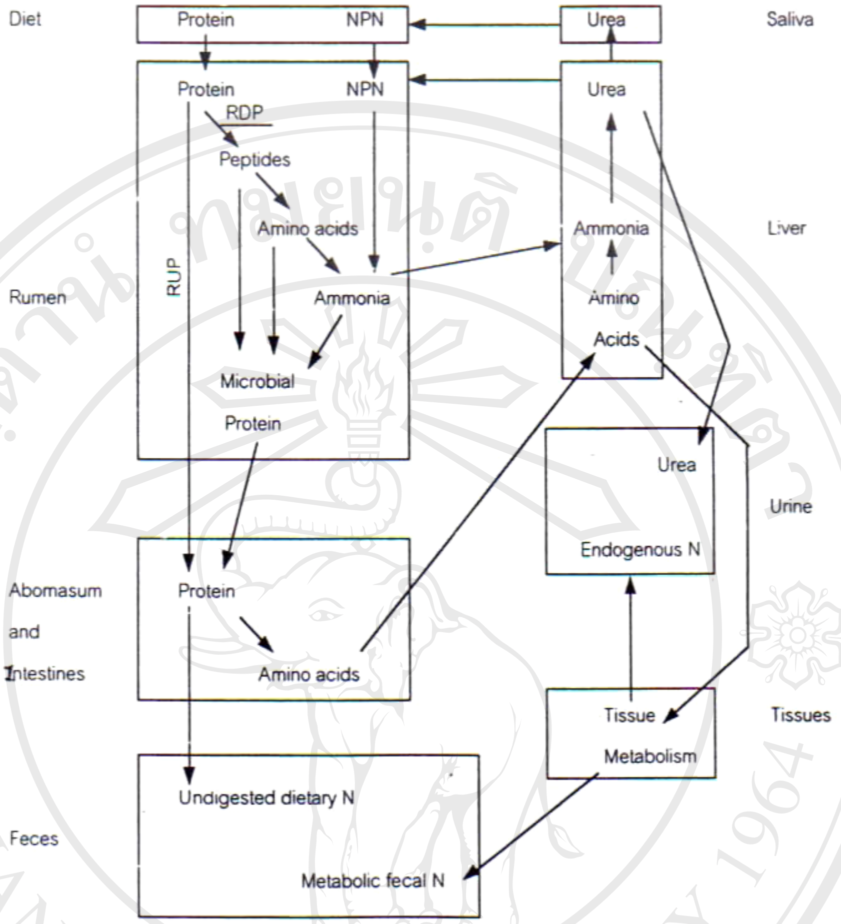
โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตและมีความซับซ้อน กรดอะมิโนซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดในโมเลกุลของโปรตีนเรียงต่อกันด้วยพันธะเปปไทด์ ส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น เนื้อ หนัง ล้วนประกอบขึ้นจากโปรตีน นอกจากนี้โปรตีนยังมีความสำคัญต่อการสร้างน้ำนม สัตว์ที่ได้รับโปรตีนไม่เพียงพอจะส่งผลให้ปริมาณน้ำนมและโปรตีนในน้ำนมลดลง (วิโรจน์, 2546)

ในทางอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น โปรตีนสามารถแบ่งตามการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) Ruminal degradable protein (RDP) เป็นโปรตีนที่มีการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความสำคัญต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน เช่น โปรตีนในกากถั่วเหลืองและยูเรีย เป็นต้น 2) Ruminal undegradable protein (RUP) เป็นโปรตีนที่มีการสลายตัวได้น้อยหรือไม่สลายตัวเลยในกระเพาะรูเมน เช่น โปรตีนในปลาป่น หรือกากถั่วเหลืองซึ่งผ่านการทรีตแล้ว เป็นต้น

4.1 การย่อยโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

เมื่ออาหารโปรตีนเข้าสู่กระเพาะรูเมน RUP ซึ่งไม่ย่อยสลายในรูเมนหรือย่อยสลายได้น้อยจะผ่านไปยังกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก ส่วน RDP จะถูกจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียและโปรโตซัวทำการย่อยเป็นส่วนใหญ่ โดยน้ำย่อยของจุลินทรีย์ hydrolyze พันธะเปปไทด์ของโปรตีนได้เป็น เปปไทด์สายสั้นๆและกรดอะมิโน ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้บางส่วนจะถูกนำไปสังเคราะห์ได้เป็นโปรตีนของจุลินทรีย์ กรดอะมิโนบางส่วนจะถูกย่อยโดยกระบวนการ deamination ได้กรดอินทรีย์ แอมโมเนีย (NH_3) และ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) NH_3 บางส่วนถูกนำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนของจุลินทรีย์และส่วนที่เหลือจะถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดส่งไปที่ตับเพื่อกำจัดออกไปในรูปของยูเรีย การย่อยโปรตีนในรูเมน แสดงดังภาพ 2.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.5 การย่อยสารประกอบไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน (บุญล้อม, 2541)

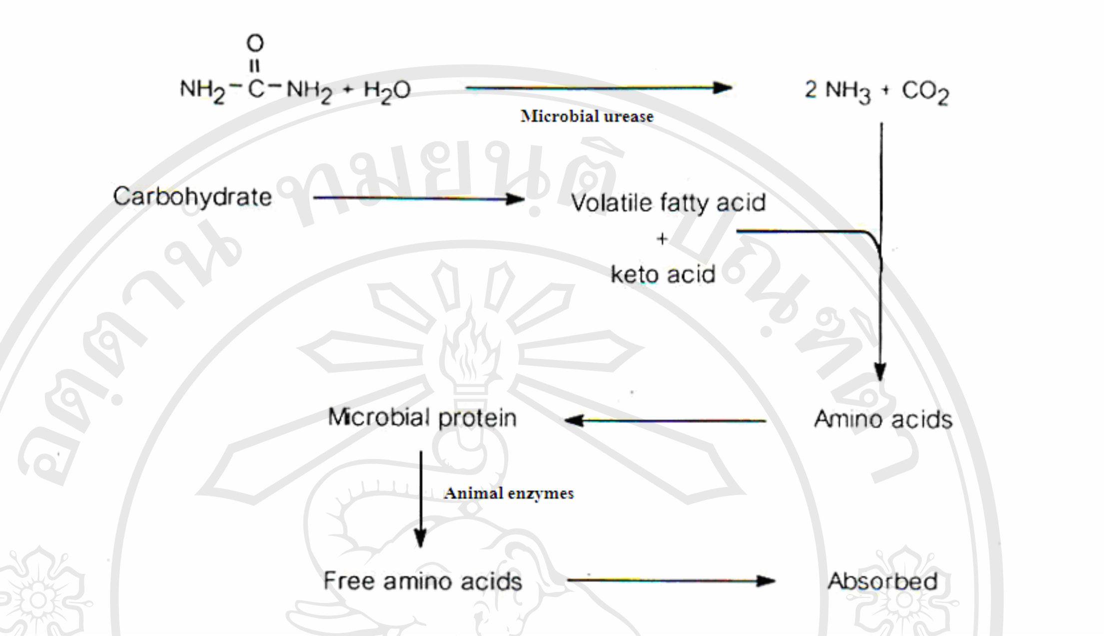
Figure 2.5 Digestion of nitrogenous compounds in the rumen

4.2 ยูเรียและข้อจำกัดในการใช้ยูเรียในอาหารโคนม

ยูเรียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen, NPN) ยูเรียมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว มีสูตรทางเคมี คือ N_2H_4CO ในทางปฏิบัตินิยมนำมาใช้ในรูปของปุ๋ยยูเรีย ซึ่งละลายน้ำได้ดี มีไนโตรเจน 46% หรือเท่ากับ 287.5% CP จากการที่ยูเรียมีไนโตรเจนสูงและมีราคาถูกทำให้มีการนำยูเรียมาใช้ประกอบในสูตรอาหารของโคนมเพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนนำไปสร้างเป็นโปรตีน โดยเมื่อยูเรียเข้าสู่กระเพาะรูเมน จะถูกแบคทีเรียปล่อยเอนไซม์ยูรีเอส (urease) ออกมาย่อยได้เป็น NH_3 ในระหว่างนี้คาร์โบไฮเดรตก็จะถูกน้ำย่อยจากจุลินทรีย์หมักย่อยได้เป็นกรดไขมันระเหยได้และกรดคีโต จากนั้นทั้งกรดคีโตและแอมโมเนียที่ได้จะถูกจุลินทรีย์นำไปใช้เปลี่ยนเป็นกรดอะมิโน ซึ่งนำไปสร้างเป็นโปรตีนของจุลินทรีย์ เมื่อโปรตีนของจุลินทรีย์ไหลผ่านไปยังกระเพาะแท้และลำไส้เล็กจะถูกย่อยได้เป็นกรดอะมิโนและถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่อไป (บุญล้อม, 2546 ก) การย่อยสลายยูเรียของสัตว์เคี้ยวเอื้องแสดงดังภาพ 2.6



ภาพ 2.6 การย่อยสลายยูเรียในกระเพาะรูเมน (บุญล้อม, 2546 ก)

Figure 2.6 Degradation of urea in the rumen

จะเห็นได้ว่ายูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจนเพื่อการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ โดยยูเรียสลายตัวให้ NH_3 ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีควบคู่กับการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต ทำให้เกิดการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ขึ้น ดังนั้นคาร์โบไฮเดรตที่สลายตัวได้ง่าย (readily available carbohydrate, RAC) เช่น ข้าวโพด กากน้ำตาล กับการสลายตัวของยูเรีย จึงมีผลต่อประสิทธิภาพในการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์

ถึงแม้ว่ายูเรียจะเป็นแหล่งไนโตรเจนราคาถูก แต่ก็มีข้อจำกัดในการใช้เนื่องจากยูเรียสลายตัวได้ดี จึงทำให้เกิดการสะสม NH_3 ภายในกระเพาะรูเมน ถ้า NH_3 ถูกจุลินทรีย์นำไปใช้ไม่ทันจะทำให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น ร่างกายสัตว์จะปรับสมดุลโดยเปลี่ยน NH_3 ให้เป็นยูเรียที่ตับแล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ แต่ถ้าระดับของ NH_3 สูงเกินกว่าจะกำจัดออกได้ทันจะทำให้เกิดพิษกับสัตว์ ถ้ารักษาไม่ทันอาจถึงตายได้

การนำยูเรียไปใช้ในอาหารโคนมนั้น Ensminger (1993) แนะนำว่าโดยทั่วไปควรใช้ไม่เกิน 2% ของอาหารข้น เมธาและฉลอง (2533) แนะนำว่าในโคนมที่ให้ผลผลิตต่ำกว่า 20 กิโลกรัม/วัน ควรให้ไม่เกิน 1.5% ของสูตรอาหารข้น แต่ถ้าให้ผลผลิตสูงกว่า 20 กิโลกรัม/วัน ควรให้ไม่เกิน 0.75% ของสูตรอาหารข้นหรือไม่ใช้ยูเรียผสมลงไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 แหล่งโปรตีนจากใบกระถิน

กระถินมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Leucaena leucocephala*. เป็นพืชยืนต้นตระกูลถั่วจึงมีโปรตีนสูง กระถินสามารถพบได้หลายพื้นที่ เนื่องจากทนต่อสภาพอากาศแห้งแล้งได้ดี และขึ้นได้ง่าย ในด้านองค์ประกอบทางเคมีของใบกระถินมีปัจจัยหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อายุของพืช ส่วนของก้านใบหรือกิ่งก้านที่ปลอมปนมากับใบ กระถินสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ทั้งในรูปให้สด รูปหมัก และทำแห้ง การให้กินสดนั้นควรให้อย่างระมัดระวัง เพราะมีสารพิษมิโมซิน (mimosine) ซึ่งมีอยู่สูงกว่าในรูปการหมักและการทำแห้ง สารมิโมซินมีฤทธิ์ไปขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีนในร่างกายและรบกวนการทำงานของต่อมไธรอยด์ ทำให้ร่างกายของสัตว์ไม่สามารถทำการสังเคราะห์ฮอร์โมนไธรอกซินได้เพียงพอ เป็นผลให้ระดับไธรอกซินในเลือดต่ำลง การเจริญเติบโตช้า ขนร่วง เบื่ออาหาร แต่พิษของมิโมซินไม่ค่อยรุนแรงนักในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากในกระบวนการหมักภายในรูเมน มิโมซินราว 30% ของปริมาณที่ได้รับจะถูกเปลี่ยนไปเป็น 3,4-dihydroxypyridine (DHP) และ DHP ก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสารไม่มีพิษและขับออกนอกร่างกายสัตว์ ใบกระถินสดมี CP 24%, Ash 8.8%, เยื่อใย NDF 32.7%, ADF 26.7% และ ADL 7.7% (Cheva-Isarakul, 1988)

Waipanya and Srichoo (no date) ได้ศึกษาการใช้ใบกระถินสดเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนอาหารข้น ในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน โดยแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารข้น 5 กิโลกรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารข้น 2.5 กิโลกรัมและใบกระถิน 2.1 กิโลกรัม/ตัว/วัน โดยทั้ง 2 กลุ่มได้รับอาหารหยาบเป็นหญ้าพื้นเมืองแบบเต็มที่ พบว่า โคทั้ง 2 กลุ่มให้ผลผลิตน้ำนมไม่แตกต่างกันทางสถิติ และกลุ่มที่ 2 มีกำไรสูงกว่ากลุ่มที่ 1 (9.4 เทียบกับ 7.9 บาท) ขณะที่จินตนาและคณะ (2526) ได้ศึกษาการใช้ใบกระถินสดร้อยละ 50 ของอาหารทั้งหมดในโคลูกผสมบราห์มัน ซึ่งมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นทดลอง 120 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัว เป็นเวลา 232 วัน พบว่า หลังจากที่โคกินกระถิน 80 วัน โคหนึ่งตัวเริ่มแสดงอาการเป็นพิษ และหลังจากกินกระถิน 8 เดือน โคสองตัวแสดงอาการเป็นพิษ ส่วนที่เหลืออีกสองตัวไม่แสดงอาการเป็นพิษเลย แสดงว่าโคแต่ละตัวสามารถทนต่อพิษของมิโมซินได้ในระดับต่างกัน โดยอาการเป็นพิษที่แสดงออกมาคือ น้ำลายไหล น้ำตาไหลตลอดเวลา น้ำหนักตัวลดลง และอาการดังกล่าวจะหยุดไปถ้าไม่ให้สัตว์กินกระถิน

เรณู (2544) นำใบกระถินยักษ์มาหมักโดยใช้รำละเอียดเป็นสารเสริมช่วยในการหมัก แล้วนำมาใช้ทดแทนอาหารข้นที่ระดับ 0, 12.5 และ 25% นำไปเลี้ยงแม่โคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนระดับเลือด 75% ขึ้นไป ที่ให้นมมาแล้วเฉลี่ย 189-257 วัน พบว่า การใช้ใบกระถินยักษ์หมักทดแทนอาหารข้น 25% แม่โคให้น้ำนม 4% FCM สูงกว่าการทดแทนที่ระดับ 12.5 และ 0% (12.3 เทียบกับ 10.8 เทียบกับ 11.1 กิโลกรัม/วัน) และยังพบว่าการใช้ใบกระถินยักษ์หมักทดแทนอาหารข้น 25% มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แนวโน้มได้รับผลตอบแทนมากกว่าการใช้อาหารข้นอย่างเดียว

วรรณา (2545) พบว่าการหมักใบกระถินร่วมกับรำละเอียดสามารถลดสารมิโมซีนได้ถึง 90% เมื่อนำไปใช้ทดแทนอาหารข้นที่ระดับ 0, 30 และ 60% ของสูตรอาหาร โดยให้โคกินอาหารหยาบแบบเต็มที่ แม่โคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนระดับเลือด 87.5% ขึ้นไป สามารถให้น้ำนมประมาณ 17 กิโลกรัม/วัน การใช้ใบกระถินหมักทดแทนอาหารข้นสามารถใช้ได้สูงถึง 60% ของสูตรอาหาร โดยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง ผลผลิตและองค์ประกอบในน้ำนม นอกจากนี้ระดับของเบต้าแคโรทีนในเลือดยังสูงขึ้นตามระดับของใบกระถินหมักที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ศักดิ์และสดใส (2544) ศึกษาการใช้ใบกระถินแห้งเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีนในแม่โคนมพันธุ์ TMZ เพื่อดูผลต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์และปริมาณผลผลิตน้ำนม โดยแบ่งโคออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ไม่มีการเสริมเบต้าแคโรทีน กลุ่มที่ 2 ให้เบต้าแคโรทีนสังเคราะห์ 100 มิลลิกรัม/ตัว/วัน ก่อนคลอดจนถึงคลอด ส่วนหลังคลอดให้เพิ่มจากเดิมโดยเพิ่ม 20 มิลลิกรัม/น้ำนม 1 กิโลกรัม กลุ่มที่ 3 ให้ใบกระถินแห้ง 0.8 กิโลกรัม/ตัว/วัน ก่อนคลอด 2 สัปดาห์จนถึงคลอด ส่วนระยะหลังคลอดถึงผสมติดให้ใบกระถินแห้ง 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน กลุ่มที่ 4 ให้ใบกระถินแห้ง 1 กิโลกรัม/ตัว/วัน ก่อนคลอด 2 สัปดาห์จนถึงคลอด ส่วนหลังคลอดจนถึงผสมติดให้ใบกระถินแห้ง 2.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน พบว่าแม่โคในกลุ่ม 2, 3 และ 4 มีจำนวนวันกลับสัดเร็วขึ้น วันท้องว่าง และจำนวนครั้งที่ผสมติดต่อการผสมติดดีกว่ากลุ่มที่1 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ส่วนปริมาณผลผลิตของทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

4.4 แหล่งโปรตีนจากวัตถุดิบกลุ่มอาหารข้น

4.4.1 กากถั่วเหลือง

กากถั่วเหลืองเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณภาพสูง เพราะมีความสมดุลของกรดอะมิโนยกเว้นเมทไธโอนีน ซึ่งมีอยู่ค่อนข้างต่ำ จึงนิยมนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ กากถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันโดยสารเคมีจะมีโปรตีนประมาณ 44-50% มีไขมันประมาณ 0.5-1% เยื่อใย 7% และมีโภชนะย่อยได้รวม 71-80%

กากถั่วเหลืองถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้สูงจึงจัดเป็น RDP มีอัตราการย่อยสลายประมาณ 72% ดังนั้นกากถั่วเหลืองจึงเป็นแหล่งสารตั้งต้นที่จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถใช้เพื่อการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ (เมธาและฉลอง, 2533) อย่างไรก็ดีเนื่องจากโปรตีนจากกากถั่วเหลืองมีคุณภาพดีสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง จึงมีการศึกษาการป้องกันไม่ให้โปรตีนสลายตัวในกระเพาะรูเมน เพื่อให้มี RUP เพิ่มขึ้น สัตว์จะได้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการย่อยที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระเพาะแท้และลำไส้เล็กได้เป็นกรดอะมิโน ซึ่งจะถูกดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกายของสัตว์โดยตรง

4.4.2 กากถั่วเหลืองทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์

โปรตีนไหลผ่านเป็นโปรตีนในอาหารที่ไม่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (RUP) แต่จะไปถูกย่อยและดูดซึมที่ทางเดินอาหารส่วนถัดไป ซึ่งปกติแล้วส่วนของโปรตีนในอาหารที่สัตว์กินจะสามารถผ่านไปสู่กระเพาะแท้และลำไส้เล็กโดยไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้ประมาณ 40% นอกจากโปรตีนดังกล่าวแล้ว ยังมีส่วนของโปรตีนจุลินทรีย์ที่ผ่านเข้าไปถูกย่อยที่ลำไส้เล็กเช่นกัน โปรตีนจากทั้งสองแหล่งเพียงพอต่อการให้ผลผลิตน้ำนมและการดำรงชีพตามปกติ (วิโรจน์, 2546) แต่สำหรับโคที่ให้ผลผลิตสูง ความต้องการโปรตีนและพลังงานเพื่อใช้ในการสร้างผลผลิตย่อมสูงขึ้นด้วย โดยเฉพาะโคที่อยู่ในระยะต้นของการให้นม การให้อาหารที่มี RDP สูงเช่น กากถั่วเหลือง ซึ่งมีค่าการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนสูงถึง 80% (NRC, 2001) จะได้ NH_3 ในรูเมนในปริมาณมากเกินกว่าที่จุลินทรีย์จะนำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนได้ทั้งหมด NH_3 ก็จะถูกขับออกทำให้สูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีลดการย่อยสลายของกากถั่วเหลืองในกระเพาะรูเมนหลายวิธี ทั้งวิธีการใช้ความร้อนและการใช้สารเคมี การใช้ความร้อนต้องทำอย่างระมัดระวัง เพราะถ้าให้ความร้อนน้อยเกินไปก็จะไม่สามารถป้องกันการย่อยสลายของกากถั่วเหลืองในกระเพาะรูเมนได้ แต่ถ้าให้ความร้อนสูงเกินไปจะเกิดปฏิกิริยา Millard reaction (บุญล้อม, 2541) ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลง และยังสูญเสียกรดอะมิโนที่จำเป็นเช่น lysine, cystine และ arginine ด้วย (Parsons *et al*., 1992; Barneveld *et al*., 1994a, Dale, 1996 cited by NRC, 2001)

ภมร (2546) ได้ศึกษากรรมวิธีลดการย่อยสลายของกากถั่วเหลืองในกระเพาะรูเมน โดยคั่วกากถั่วเหลืองที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 20 นาที พบว่าทำให้อัตราการย่อยสลายของวัตถุแห้งของกากถั่วเหลืองในกระเพาะรูเมน ลดเพียง 12-18% จึงไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ ในขณะที่การทรีตกากถั่วเหลืองด้วยฟอร์มัลดีไฮด์สามารถปฏิบัติได้ง่ายโดยการใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ 0.3% ทำให้การย่อยสลายของกากถั่วเหลืองในกระเพาะรูเมน 12 ชั่วโมงแรก เหลือเพียง 0.42% เมื่อนำกากที่เหลือมาหาการย่อยได้โดยใช้เอนไซม์เพปซินและแพนครีเอติน ซึ่งเป็นตัวแทนของเอนไซม์ในกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก พบว่ามีการย่อยได้ของโปรตีนสูงถึง 99.10% ซึ่งนับว่าเป็นข้อดี

V′erite′ and Journet (1977, cited by Lundquist *et al*., 1986) ศึกษาการใช้กากถั่วเหลืองและกากเรปซีดทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ให้แก่โคนม พบว่า การทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์มีผลทำให้แม่โคให้น้ำนมสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ทรีตอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เช่นเดียวกับ Madsen (1982) ที่รายงานไว้ว่าการใช้โปรตีนทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ เลี้ยงแม่โคนั้นส่งผลให้ปริมาณน้ำนมสูงกว่าการไม่ทรีต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่จะมีผลทำให้โปรตีนและไขมันในน้ำนมของกลุ่มที่ทรีตต่ำกว่า

Lundquist *et al*. (1986) ศึกษาผลการใช้กากถั่วเหลืองทรีตฟอร์มัลดีไฮด์ที่ระดับ 0.3% ต่อสมรรถภาพการผลิตของแม่โคโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนจำนวน 48 ตัว โดยแบ่งแม่โคออกเป็น 4 กลุ่มๆ ที่ 1 ให้อาหารที่มี CP 12.5% โดยไม่มีกากถั่วเหลืองผสมอยู่ กลุ่มที่ 2 ให้อาหารมี CP 15.5% มีกากถั่วเหลืองปกติ กลุ่มที่ 3 ให้อาหารมี CP 15.5% และใช้กากถั่วเหลืองที่ทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ และกลุ่มที่ 4 อาหารมี CP 18% และใช้กากถั่วเหลืองปกติ อาหารที่ให้โคมีส่วนประกอบดังนี้คือ อาหารข้น 60% ข้าวโพดหมัก 22% ถั่วอัลฟัลฟ่าแห้ง 14% และ หัวบีท 4% พบว่า ในช่วง 16 สัปดาห์แรกของการให้นม แม่โคกลุ่มที่ 1 กินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และในช่วงสัปดาห์ที่ 17-28 การกินได้ของกลุ่มที่ 1 จะยังคงน้อยกว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ 2 ในส่วนของปริมาณโปรตีนที่กินได้นั้นพบว่า กลุ่มที่ 4 สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และกลุ่มที่ 3 ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่าแม่โคในกลุ่มที่ 1 ให้น้ำนมต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ 3 ให้น้ำนมสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$)

Crooker et al. (1983) ศึกษาการใช้และไม่ใช้กากถั่วเหลืองทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ 0.3% ร่วมกับระดับของโปรตีนในอาหาร (12 และ 14%CP) ในโคนมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ในช่วง 4-43 สัปดาห์ของการให้นม พบว่า การทรีตกากถั่วเหลืองไม่มีผลต่อปริมาณน้ำนมและของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันนม แต่โปรตีนในน้ำนมในช่วงวันที่ 22-119 วันของการให้นมของกลุ่มที่ใช้กากถั่วเหลืองไม่ทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์สูงกว่ากลุ่มที่ทรีตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ภมร (2546) ใช้กากถั่วเหลืองทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์ที่ระดับ 0.3% ผสมลงในอาหารข้นในอัตรา 7% เปรียบเทียบกับการใช้กากถั่วเหลืองปกติและปลาป่น เลี้ยงแม่โคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ระดับเลือด 87.5% ขึ้นไป พบว่า โคทั้ง 3 กลุ่ม ให้น้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่โปรตีนในน้ำนมของโคที่ได้รับอาหารข้นเสริมกากถั่วเหลืองทรีตด้วยฟอร์มัลดีไฮด์มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้กากถั่วเหลืองทรีตฟอร์มัลดีไฮด์ทำให้รายได้หลังหักค่าอาหารออกแล้วสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.3 รำข้าว

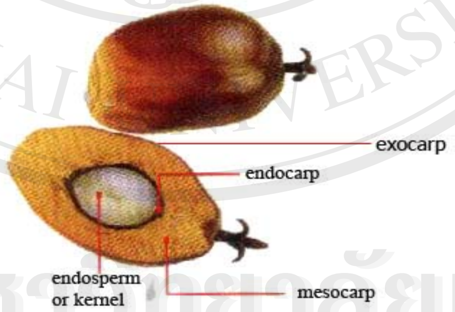
รำข้าวเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว ในขั้นตอนการขัดข้าวกล้องให้เป็นข้าวขาว โดยรำละเอียดจะประกอบด้วยส่วนของเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว และคัพภะของเมล็ดข้าว มีแกลบชิ้นเล็กๆ และเมล็ดข้าวที่แตกออกปนอยู่ด้วย (พันทิพา, 2547) รำข้าวมีไขมันค่อนข้างสูงประมาณ 12-15% จึงมีความเสี่ยงต่อการหืนได้ง่ายในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง โดยเฉพาะรำข้าวใหม่ซึ่งจะมีความชื้น

สูงกว่ารำข้าวเก่า แต่ถ้าเป็นรำสกัดน้ำมัน (rice bran, solvent extract) จะมีไขมันเหลือประมาณ 1% ทำให้เก็บไว้ได้นานขึ้น

คุณค่าทางอาหารของรำละเอียดพบว่ามี TDN สูงถึง 86%, CP 12%, เยื่อใย NDF 33%, ADF 18% (กรมปศุสัตว์, ไม่ระบุปีที่ตีพิมพ์ ; และ ฉลองและเมธา, 2533) การใช้รำในอาหารโคนม ไม่ควรใช้เกินหนึ่งในสี่ของสูตรอาหารเพราะมีผลทำให้ไขมันนมเหลว (พันทิพา, 2547) นอกจากนี้ รำละเอียดมีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อนๆ การให้ในปริมาณสูงจะทำให้โคถ่ายเหลวได้ จากการที่รำละเอียดหืนได้ง่ายจึงไปลดความน่ากินของอาหาร ประกอบกับมีความฟ่ามสูงอาจทำให้ปริมาณการกินอาหารของสัตว์ลดลงจึงไม่ควรใช้เกิน 25% ของสูตรอาหาร

4.4.4 ผลพลอยได้ของผลปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน (oil palm) มีชื่อทางพฤษศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis* (Jacq.) เป็นพืชยืนต้นในตระกูลปาล์มเช่นเดียวกับ ตาล มะพร้าว มีถิ่นกำเนิดจากทวีปแอฟริกา เป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงและเป็นน้ำมันที่แปรรูปให้เป็นทั้งอาหารและไม่เป็นอาหาร ซึ่งในประเทศไทยนั้นมีการผลิตน้ำมันปาล์มเป็นอันดับ 5 ของโลก ปาล์มน้ำมันเจริญได้ดีในสภาพอากาศที่มีฝนตกชุกอย่างสม่ำเสมอ โดยตลอดทั้งปีควรมีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 2000 มิลลิเมตร จึงมีการปลูกมากในแถบภาคใต้ของประเทศไทย



ภาพ 2.7 ผลปาล์มและส่วนประกอบภายในผลปาล์ม (ธีระ และคณะ, 2546)

Figure 2.7 Oil palm and composition of oil palm

ผลปาล์มประกอบด้วยส่วนของผลชั้นเปลือกนอก (hull หรือ exocarp) เนื้อปาล์มชั้นนอก (fiber หรือ mesocarp) กะลาปาล์ม (nut shell หรือ endocarp) เปลือกเมล็ด (seed coat หรือ testa) และเนื้อเมล็ด (kernel หรือ endosperm) ดังภาพ 2.7.ผลปาล์มจะถูกสกัดเอาน้ำมันออกโดยเข้าเครื่องหีบ น้ำมันปาล์มที่ได้ส่วนใหญ่จะได้จากส่วนของเส้นใยซึ่งเป็นเนื้อปาล์มชั้นนอกและส่วนของเนื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมล็ด กากปาล์มที่ได้มีชนิดต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ 5 ชนิด (แพรวพรรณและดรุณี, 2541) คือ

1. กากผลปาล์ม (palm meal, PM) ได้จากปาล์มทั้งผลที่ถูกบีบน้ำมันออกด้วยเครื่องมือกล ทำให้เหลือส่วนของกากผลปาล์ม มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเข้มค่อนข้างดำ กากผลปาล์มจะประกอบไปด้วย เปลือกผลชั้นนอก เนื้อปาล์มชั้นนอก กะลาปาล์ม เปลือกเมล็ด และเนื้อเมล็ด กากปาล์มชนิดนี้จึงเป็นแผ่นแข็ง มีเส้นใยมาก และมีกะลาปาล์มเกาะติดอยู่ เมื่อบดจะพบเส้นใยและกะลาอยู่เป็นจำนวนมาก คุณค่าทางอาหารของกากผลปาล์มนั้นพบว่า มี DM 87-93%, CP 7-7.5%, EE 6.9-8.2%, Ash 4.3-4.5% และเยื่อใย 30.51% (แพรวพรรณและดรุณี, 2541; สมพงษ์, 2526)

2. กากเยื่อใยปาล์ม (palm press fiber, PPF) เป็นกากที่เหลือจากการบีบอัดน้ำมันจากส่วนของเนื้อปาล์มชั้นนอกด้วยเครื่องมือกล คุณค่าทางโภชนะของกากปาล์มชนิดนี้ พบว่ามี DM 72.5%, ash 7.9%, CF 40.7%, EE 9.4%, เยื่อใย NDF 75.4%, ADF 52.8% และ lignin 21.5% มีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง 45.2% (DMD) ส่วนค่าพลังงานพบว่ามี TDN 48%, พลังงาน ME ในโคเท่ากับ 7.3 MJ/kg (Hutagalung, 1987; อ้างโดยพันทิพา, 2547)

3. กากเมล็ดปาล์ม (palm seed meal, PSM) เป็นกากที่เหลือจากการนำเนื้อเมล็ดปาล์มไปสกัดน้ำมันหรือบีบอัดน้ำมัน กากชนิดนี้จะประกอบไปด้วยกะลาปาล์ม เปลือกเมล็ด และเนื้อเมล็ด กากเมล็ดปาล์มมีคุณค่าทางอาหารดังนี้ คือ DM 90%, CP 10.2-14.7%, CF 15.4-21.1%, EE 5.7-10.2% และ ash 4.3-5.2% (Harris *et al*., 1982 อ้างโดยแพรวพรรณและดรุณี, 2541)

4. กากเนื้อเมล็ดปาล์ม (palm kernel meal, PKM) เป็นกากที่เหลือจากการผลิตน้ำมันปาล์มจากเนื้อเมล็ด โดยไม่มีเปลือกกะลาติดอยู่เลย จึงมีคุณภาพสูง โดยมี DM 91.06%, CP 16.15%, CF 16.03%, EE 0.72%, ash 7.91%, เยื่อใย NDF 75.84%, ADF 47.79% และ ลิกนิน 11.79% (จินดาและคณะ, 2543)

5. กากน้ำมันปาล์ม (palm oil sludge, POS) เป็นกากที่ได้จากการกรองน้ำมันปาล์มออกไป ทำให้เหลือของแข็งที่เป็นตะกอน ซึ่งกากส่วนนี้ค่อนข้างแปรปรวน

ชนิดของกากปาล์มส่วนใหญ่ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในทางอาหารสัตว์ในประเทศไทยจะเป็นกากผลปาล์มและกากเมล็ดปาล์ม

สมพงษ์ (2526) ได้ศึกษาการใช้กากปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งพลังงานทดแทนการใช้ข้าวโพดในสูตรอาหารข้นเลี้ยงโครุ่นเพศเมียลูกผสมเรดซินดิและโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน อายุประมาณ 1 ปี จำนวน 8 ตัว อาหารข้นให้ในอัตรา 1%ของน้ำหนักตัว แต่ให้ไม่เกิน 2 กิโลกรัม/วัน และได้รับฟางเป็นอาหารหยาบ พบว่าการใช้กากปาล์ม 50% ในสูตรอาหารข้น ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของโคเช่นเดียวกับการใช้ข้าวโพดและยังพบว่าการใช้กากปาล์มช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ลงได้

Rengsirikul and Sae Nai (1991) ได้ศึกษาการใช้กากปาล์มในระดับ 0, 15, 30 และ 45% ในสูตรอาหารร่วมกับการใช้ฟางหมักยูเรียเลี้ยงแพะหลังหย่านม พบว่า เมื่อระดับของกากปาล์มในอาหารสูงถึง 45% มีแนวโน้มว่าการเจริญเติบโตของแพะจะลดลงแต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (p>0.05)

จินดาและคณะ (2543) ได้ศึกษาการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มทดแทนอาหารข้นในแม่โครีดนมพันธุ์ Australian Friesian Sahiwal (AFS) โดยใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มทดแทนอาหารข้นโปรตีน 18% ที่ระดับ 0, 15 ละ 30% โดยน้ำหนัก พบว่า ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ น้ำนม 4%FCM และเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม ของโคทั้ง 3 กลุ่มให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) และการใช้กากเมล็ดปาล์มที่ระดับ 30% ของสูตรอาหารยังมีผลให้ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนมต่ำกว่าการใช้ที่ระดับ 15 และ 0% (3.77 เทียบกับ 3.96 เทียบกับ 4.64 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ)

5. องค์ประกอบทางโภชนะโดยรวมของอาหารสำหรับโคนมในระยะต้นของการให้นม

คุณภาพของอาหารหยาบมีความสำคัญต่อระดับการเสริมอาหารข้นในโคให้นมระยะต้น โดยอาหารหยาบที่มีพลังงานสูงและมีโปรตีนสูง ช่วยทำให้ผู้เลี้ยงโคนมสามารถลดปริมาณอาหารข้น และลดความเข้มข้นโภชนะในอาหารข้นลงได้ จึงช่วยลดต้นทุนการผลิตน้ำนมลงได้ โดยทั่วไประดับโภชนะในอาหารของโคนมนิยมกำหนดให้อยู่ในรูปของอาหารรวมโดยประกอบด้วย อาหารหยาบ และอาหารข้นผสมกัน แล้วคำนวณให้มีระดับโภชนะเพียงพอกับความต้องการ โดยใช้มาตรฐานความต้องการที่ได้รับการยอมรับแล้วเป็นสากล เช่น NRC เป็นต้น จากตาราง 2.2 จะเห็นว่าโคน้ำหนัก 500 กิโลกรัม ที่ให้นมระหว่าง 17-20 กิโลกรัมต่อวัน ควรได้รับอาหารที่มี TDN 67-71%, โปรตีน 15-16% และมีเยื่อใย ADF 21%

ผลจากการทดลองของนฤมล (2544) ซึ่งแปรระดับโภชนะ ได้แก่ โปรตีนและพลังงานในอาหารของโครีดนมในระยะต้น โดยใช้ข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบหลักเสริมด้วยหญ้าแห้งและอาหารข้น พบว่าระดับการให้อาหารตามที่แนะนำโดย NRC (1988) มีความเหมาะสมและแนะนำว่าควรเพิ่มระดับโปรตีนจากที่ NRC แนะนำขึ้นอีก 20% เพราะโคทดลองให้นมเฉลี่ย 17.5-18.8 กิโลกรัม/วัน โดยได้รับอาหารผสมรวมที่มีพลังงานในรูป TDN เท่ากับ 77.7-78.2% มีโปรตีนหยาบ 15.1-22.4% และมีเยื่อใย ADF 21.1-22.1% จะเห็นว่าระดับโภชนะในอาหารรวมที่ใช้ในการทดลองนี้ เช่น TDN สูงกว่าระดับที่ NRC แนะนำ (77.7 เทียบกับ 67%) และโปรตีนหยาบใกล้เคียงกับที่ NRC แนะนำ (15.1 เทียบกับ 15%) ส่วนเยื่อใยนี้อยู่ในระดับใกล้เคียงกับ NRC คือ 21%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.2 ความเข้มข้นของโภชนะโดยรวมในอาหารโครีดนมที่แนะนำโดย NRC (1988)

Table 2.2 Total nutrient in dairy cow ration as suggested by NRC (1988)

Cow wt. (kg)	Fat (%)	Wt.gain (kg/day)	milk yield (kg/day)			Early lactation (0-3 wk)
400	5.0	0.220	7	13	20	
500	4.5	0.275	8	17	25	
600	4.0	0.330	10	20	30	
Energy						
NEL, Mcal/kg			1.42	1.52	1.62	1.67
TDN, % of DM			63.0	67.0	71.0	73.0
Protein						
CP, %			12	15	16	19
UIP, %			4.4	5.2	5.7	7.0
DIP, %			7.8	8.7	9.6	9.7
Fiber						
ADF, %			21.0	21.0	21.0	21.0
NDF, %			28.0	28.0	28.0	28.0

การทดลองของวีณาพร (2547) ใช้หญ้ารูซี่หมัก หญ้ารูซี่หมักเสริมหญ้าแห้ง และหญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลักของโครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน เสริมด้วยอาหารข้นต่ออาหารหยาบในอัตราส่วน 70 ต่อ 30 โดยน้ำหนักแห้ง โดยโคให้น้ำนมระหว่าง 20.0-21.4 กิโลกรัมต่อวัน อาหารผสมมี TDN ระหว่าง 73.7-73.8% มีโปรตีนหยาบ 15.6% และเยื่อใย ADF 16.1-17.8% พบว่าแม่โคกลุ่มที่ใช้หญ้ารูซี่แห้งร่วมกับอาหารข้นให้ผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบน้ำนมที่ดี จะเห็นว่าอาหารรวมมี TDN ค่อนข้างสูงกว่าระดับที่แนะนำโดย NRC (1988) (73.8 เทียบกับ 71%) แต่มีระดับโปรตีนใกล้เคียงกัน ส่วนเยื่อใยค่อนข้างต่ำกว่าที่ NRC แนะนำ (17 เทียบกับ 21%) ทั้งนี้เพราะหญ้าหมักมีพลังงานต่ำ (53.7% TDN) ทำให้ต้องใช้อาหารข้นในอัตราส่วนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โคในกลุ่มที่ใช้เฉพาะหญ้าหมักแสดงอาการ acidosis ในขณะที่โคกลุ่มที่ใช้หญ้าแห้งเลี้ยงนั้นมีการให้นมที่ดี และไม่พบอาการเกี่ยวข้องกับ acidosis

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved