อิทธิพลของระดับผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ฟางข้าวบดหยาบเป็นแหล่งเยื่อใยหลักในโคนม

Effect of neutral detergent fiber and tallow supplementation in total mixed ration using coarse ground rice straw as main fiber source in dairy cows

สุนทร วิทยาคุณ[1], เฉลิมพล เยื้องกลาง[2], และ ไพรวัลย์ ศรีนานวล[2]

Suntorn Wittayakun[1], Chalermpon Yuangklang[2], and Paiwon Srenanul[2]

บทคัดย่อ: การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับผนังเซลล์ (25 หรือ 35 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) และการเสริมไขสัตว์ (0 หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) ในอาหารผสมครบส่วนที่ใช้ฟางข้าวบดเป็นแหล่งเยื่อใยหลักต่อโคนมเจาะกระเพาะและโครีดนม การทดลองแบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองแรกใช้ โคนมลูกผสมโฮลส์ไตน์ฟรีเซียนเพศเมียเจาะกระเพาะที่ไม่ให้ผลผลิตจำนวน 4 ตัวในแผนการทดลองแบบ 4x4 Latin square ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มระดับผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนมีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้และโภชนะที่โคได้รับ (P<0.05) แต่ไม่มีผลกระทบต่อค่าความเป็นกรดด่างของของเหลวจากกระเพาะหมัก ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ประชากรแบคทีเรียและโปรโตซัวในของเหลวจากกระเพาะหมักและค่าเมทาโบไลท์ในเลือด (P>0.05) การทดลองที่สองใช้โคนมโฮลส์ไตน์ฟรีเซียนที่มีระดับสายเลือด 50-100 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 450 กิโลกรัม อยู่ใน lactation ที่ 2-3 และช่วงกลางของการให้ผลิตจำนวน 16 ตัว ในแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial arrangement in Randomized complete block design ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มระดับผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม (P>0.05) ยกเว้นของแข็งปราศจากไขมันที่ลดลงเมื่อเพิ่มระดับไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วน (P<0.05) (**คำสำคัญ:** ผนังเซลล์ ไขสัตว์ ฟางข้าวบดหยาบ อาหารผสมครบส่วน โคนม)

ABSTRACT: The objective of the study was to investigate the effects of dietary neutral detergent fiber (25 or 35%DM) and tallow supplementation (0 or 5%DM) in total mixed ration using coarse ground rice straw as the main fiber source in ruminally fistulated and milking cows. The experiment was split into 2 parts. In the first experiment, four ruminally fistulated Holstein Friesian non-lactating dairy cows were assigned in a 4x4 Latin square design. The result indicated that increasing dietary neutral detergent fiber and tallow supplementation affected dry matter

[1] สาขาวิชาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

Department of Animal Science and Fishery, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, Lampang, Thailand. 52000.

[2] สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อ.พังโคน จ.สกลนคร 47160.

Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Pungkhon, Sakon Nakhon. Thailand. 47160.

and nutrient intake (P<0.05) but did not affect on ruminal pH, ruminal ammonia-nitrogen, bacteria and protozoa population, and blood metabolites (P>0.05). In the second experiment, sixteen crossbred and purebred Holstein Friesian lactating dairy cows, average weight 450 kg in second to third of lactation and midlactation, were assigned in 2x2 factorial arrangement in a randomized complete block design. The result indicated that increasing dietary neutral detergent fiber and tallow supplementation had no effect on dry matter intake, milk yield, and milk composition (P>0.05) except solids-not-fat tended to be decreased with tallow supplementation in total mixed ration (P<0.05).
(**Keywords:** Neutral detergent fiber, tallow, coarse ground rice straw, total mixed ration, cows)

บทนำ

ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้จากการทำนาข้าวและใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคนมโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งซึ่งขาดแคลนหญ้าสดคุณภาพดี ฟางข้าวอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรทโครงสร้าง (structural carbohydrate) ซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะส่วนหน้าสามารถหมักย่อยเพื่อผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids) และใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับโคนม การใช้ประโยชน์จากฟางข้าวมีข้อจำกัดบางประการเพราะฟางข้าวมีโปรตีนต่ำ (3-5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) และอัตราการย่อยได้ต่ำ (30-45 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) (Wanapat, 1999) การปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวโดยการบดหยาบและใช้ร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ในรูปอาหารผสมครบส่วน (total mixed ration) ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนหญ้าสดคุณภาพดีสำหรับโคนม (Wittayakun et al., 2004) NRC (2001) แนะนำว่าอาหารโคนมควรมีปริมาณผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) อยู่ระหว่าง 25-33 % และลิกโนเซลลูโลส-ซิลิกา (acid detergent fiber, ADF) อยู่ระหว่าง 17-21% เพื่อดำรงกิจกรรมการหมักย่อยจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมัก Ruiz et al. (1995) รายงานอิทธิพลของระดับ NDF ในอาหารผสมครบส่วนที่มีระดับ NDF เท่ากับ 31 35 และ 39 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง โดยใช้หญ้าหมัก ต้นข้าวฟ่างหมักหรือต้นข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก พบว่า NDF ที่เพิ่มขึ้นทำให้การกินได้ของวัตถุแห้ง การกินได้ของอินทรียวัตถุ ผลผลิตน้ำนม ไขมันนมและโปรตีนนมลดลง Beckman and Weiss (2005) รายงานว่าระดับ NDF ในอาหารผสมครบส่วนเท่ากับ 24.7 28.6 และ 32.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งที่มีต้นข้าวโพดหมักร่วมกับเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองหรือเปลือกเมล็ดฝ้ายเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ ค่าความเป็นกรดด่างและกลไกการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนมของโคนม

ไขสัตว์ (tallow) เป็นวัตถุดิบอาหารพลังงานสูงที่ใช้เพิ่มความเข้มข้นพลังงานในอาหารโคนมเพราะราคาค่อนข้างถูกและหาง่าย การเสริมไขสัตว์ที่ระดับต่ำ 2-3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งในอาหารผสมครบส่วนไม่มีผลกระทบต่อการกินได้ การหมักย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก การย่อยได้ของโภชนะและผลผลิตน้ำนม (Schauff et al., 1992; Elliott et al., 1993; Weigel et al., 1997) การเสริมไขสัตว์ที่ระดับ 4-5 เปอร์เซ็นต์ในอาหารผสมครบส่วนอาจทำให้ปริมาณการกินได้ของโคนม การหมักย่อยในกระเพาะหมักโดยเฉพาะการสังเคราะห์กรดอะซิติคของจุลินทรีย์ลดลง แต่จุลินทรีย์มีการสังเคราะห์กรดโปรปิโอนิคเพิ่มขึ้น (Lewis et al., 1999; Ruppert et al., 2003) อย่างไรก็ตามการเสริมไขสัตว์ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์อาจไม่มีผลกระทบต่อการกินได้หรือกลไกการหมักย่อยในกระเพาะหมักของโคนม หากอาหารหยาบผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยการบดหยาบให้มีขนาดอนุภาค 0.17-0.52 เซนติเมตร (Jenkins et al., 1998) แต่อาจทำให้โปรตีนในน้ำนมลดลง (Casper et al., 1989; Sutton, 1989; Jenkinset al., 1998) การเสริมไขสัตว์ทำให้แบคทีเรีย *Fusobacterium necrophorum* ที่ทำหน้าที่ย่อยไขมันมีประชากรเพิ่มขึ้น (Montgomery et al., 2008) แต่โปรโตซัวมีประชากรลดลง (Towne et al., 1990)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของระดับผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสม

ครบส่วนที่ใช้ฟางข้าวบดหยาบเป็นแหล่งเยื่อใยหลักในโคนมเจาะกระเพาะและโครีดนม

วิธีการศึกษา

การทดลองที่ 1 การศึกษาในโคนมเจาะกระเพาะ

ใช้โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลส์ไตน์ ฟรีเชี่ยนระดับสายเลือด 75-100 เปอร์เซ็นต์เพศเมียซึ่งไม่ตั้งท้องและเจาะกระเพาะหมักจำนวน 4 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 589 กิโลกรัม ในแผนการทดลองแบบ 4x4 Latin square อิทธิพลที่ต้องการศึกษาคือ 1) ระดับของผนังเซลล์ 25 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งร่วมกับการไม่เสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วน 2) ระดับของผนังเซลล์ 25 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งร่วมกับการเสริมไขสัตว์ 5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งในอาหารผสมครบส่วน 3) ระดับของผนังเซลล์ 35 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งร่วมกับการไม่เสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนและ 4) ระดับของผนังเซลล์ 35 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งร่วมกับการเสริมไขสัตว์ 5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งในอาหารผสมครบส่วน โดยใช้ช่วงเวลาเป็นอิทธิพลของแถวแนวนอน (row effect) และตัวสัตว์เป็นอิทธิพลของแถวแนวตั้ง (column effect) อาหารผสมครบส่วนคำนวณให้มีระดับโปรตีนหยาบและพลังงานที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrient, TDN) ประมาณ 16 และ 65 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งตามลำดับ (**Table 1**) โคนมทดลองเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 2x6.25 ตารางเมตร มีน้ำและแร่ธาตุก้อนให้เลียกินโดยอิสระ โคนมได้รับอาหารผสมครบส่วนประมาณ 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัววันละ 2 ครั้งเพื่อป้องกันการเลือกกินอาหาร ฟางข้าวบดด้วยเครื่องบดที่มีมอเตอร์ต้นกำลังขนาด 20 แรงม้าผ่านตะแกรงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางความพรุน 3.0 เซนติเมตร ฟางข้าวบดหยาบมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย 2.9 เซนติเมตร การผสมอาหารใช้เครื่องผสมแบบเกลียววิบบอนแนวนอน ระยะเวลาการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลาๆ ละ 21 วัน ซึ่งในแต่ละช่วงประกอบด้วยระยะปรับตัวและระยะเก็บข้อมูลนาน 14 และ 7 วันตามลำดับตามลำดับ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองทุกๆ 21 วันเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน (AOAC, 1990) ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส-ซิลิกา (Goering and Van Soest, 1970) ส่วนปริมาณการกินได้ของโคทำการบันทึกทุกวัน เช้าวันสุดท้ายของระยะเก็บข้อมูลทำการสุ่มตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมักของโคผ่านช่องเปิดของกระเพาะหมักหลังให้อาหารนาน 0 2 4 และ 6 ชั่วโมงและวัดค่าความเป็นกรดด่างทันทีด้วย pH meter (Model 303/set-1, Weiheim, Germany) ตัวอย่างน้ำจากกระเพาะหมักกรองผ่านผ้าขาวบางหนา 4 ชั้นแยกของเหลวที่กรองได้ออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย (Bremner and Keeney, 1965) ส่วนที่เหลือประมาณ 20 มิลลิลิตร นำมาสุ่มปริมาตร 1 มิลลิลิตรเติมลงในหลอด แก้วที่มีฟอร์มาลีนเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (vol/vol) ปริมาตร 9 มิลลิลิตรเพื่อนำไปตรวจนับประชากรของแบคทีเรียและโปรโตซัวตามวิธีของ Galyean (1997) ทำการเจาะเลือดผ่านเส้นเลือดที่โคนหางหลังให้อาหารนาน 0 2 4 และ 6 ชั่วโมงเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของสาร β-hydroxybutyrate ไขมันในเลือด (triglycerides) และค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (packed cell volume) (Pratt, 1996) ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยมีหุ่นจำลองทางสถิติ (statistical model) ดังนี้คือ $Y_{ijk} = (\mu + \rho_i + \alpha_j + \tau_k + \varepsilon_{ijk}$ เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกต, (μ = Overall mean ρ_i = อิทธิพลของช่วงเวลา (period effect หรือ row effect), α_j = อิทธิพลของตัวสัตว์ (animal effect หรือ column effect), τ_k = อิทธิพลของทรีทเมนต์ที่ต้องการศึกษา (treatment effect) และ ε_{ijk} = random error ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป (SAS, 1985)

การทดลองที่ 2 การศึกษาในโคนมรีดนม

สัตว์ทดลองใช้โคนม Holstein Friesian ระดับสายเลือด 50-100 เปอร์เซ็นต์ อยู่ใน lactation ที่ 2-3

และช่วงกลางของการให้น้ำนม (midlactation) เฉลี่ยในเดือนที่ 3 น้ำหนักตัวเฉลี่ย 450 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ตัวในแผนการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial arrangement in Randomized complete Block Design โดยแบ่งกลุ่ม (blocking) ตามระดับสายเลือดของโค ปัจจัยที่ต้องการศึกษามี 2 ปัจจัย คือ 1) ระดับของผนังเซลล์ 25 หรือ 35 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งและ 2) การเสริมไขสัตว์ 0 หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (**Table 1**) การทดลองประกอบด้วยระยะปรับตัวนาน 10 วันและระยะเก็บข้อมูลนาน 74 วัน โคนมแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 2x6.25 ตารางเมตร มีน้ำและแร่ธาตุก้อนให้เลียกินโดยอิสระ โคนมได้รับอาหารวันละ 2 ครั้งเวลาประมาณ 07.00 และ 17.00 น. และรีดนมวันละ 2 ครั้งเวลา 05.00 และ 15.00 น. ทำการบันทึกปริมาณการกินได้และผลผลิตน้ำนมของโคนมทุกวันตลอดการทดลอง เก็บตัวอย่างน้ำนมโครายตัวทุกๆ 2 สัปดาห์เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบน้ำนม ได้แก่ ไขมันนมโดยวิธี Gerber โปรตีนนมโดยวิธี Kjeldahl และของแข็งปราศจากไขมันและของแข็งทั้งหมด (AOAC, 1990) ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นและสิ้นสุดของโคทดลองในระยะเก็บข้อมูล ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยหุ่นจำลองทางสถิติมีดังนี้คือ $Y_{ijk} = (\mu + \rho_i + \alpha_j + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + \varepsilon_{ijk}$ เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกต, (μ = overall mean, ρ_i = อิทธิพลของระดับสายเลือดของโคหรือ block effect, α_j = อิทธิพลของระดับของผนังเซลล์ที่แตกต่างกัน, β_k = อิทธิพลของการเสริมไขสัตว์ที่แตกต่างกัน, $\alpha\beta_{jk}$ = อิทธิพลร่วมระหว่างอิทธิพลของระดับของผนังเซลล์กับการเสริมไขสัตว์และ ε_{ijk} = random error ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป (SAS, 1985) ทำการทดลอง ณ ฟาร์มโคนมของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน อ.พังโคน จ.สกลนคร

Table 1. Ingredient of total mixed rations (% dry matter basis).

Items	25% NDF		35% NDF	
	O% Tallow +	5% Tallow	O% Tallow	5% Tallow
Coarse ground rice straw	20	20	28.8	28.8
Cassava chip	49.3	44	35	30
Molasses	3	3	3	3
Tallow	-	5	-	5
Whole cotton seed	5	5	10	10
Soybean meal	17.7	18.0	18.2	18.2
Urea	2	2	2	2
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
Sulfur	0.2	0.2	0.2	0.2
Di-calcium phosphate	1.7	1.7	1.7	1.7
Sodium bicarbonate	0.5	0.5	0.5	0.5
Total	100	100	100	100
Chemical composition of diets (%DM)				
Dry matter	67.1	64.8	58	60.7
Crude protein	15.2	15.8	15.5	15.0
EE 4.7	7.7	5.3	8.5	
NDF	29	29.2	38.7	38.9
ADF	16.5	16.8	20.8	19.9

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาในโคนมเจาะกระเพาะ

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (Table 1) คำนวณให้มีระดับผนังเซลล์ 25 และ 35 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง แต่ระดับของผนังเซลล์ที่ได้จากการสุ่มวิเคราะห์อาหารทดลองมีค่า 29.0-29.2 และ 38.7-38.9 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งซึ่งคลาดเคลื่อนจากการคำนวณ 4.0-4.2 และ 3.7-3.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สาเหตุอาจมาจากความแปรปรวนของระดับผนังเซลล์ในวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในการทดลอง

โคมีปริมาณการกินได้วันละ 1.17-1.53 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (Table 2) เป็นผลจากการจำกัดอาหารให้สัตว์เพื่อการดำรงชีพและป้องกันการเลือกกิน การเพิ่มระดับผนังเซลล์จาก 25 เป็น 35 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ทำให้โคมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนลดลง (P<0.05) (Table 2) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส-ซิลิกาที่โคนมเจาะกระเพาะได้รับ (P>0.05) สอดคล้องกับ Ruiz et al. (1995) ที่รายงานว่าการเพิ่มระดับผนังเซลล์ในอาหารผสมครบส่วนจาก 31 35 และ 39 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ทำให้โคนมมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนลดลง ปกติปริมาณการกินได้แปรผกผันกับระดับผนังเซลล์ในอาหาร เนื่องจากผนังเซลล์ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความตึงของกระเพาะรังผึ้งและ cranial sac ของกระเพาะหมัก (Grovum, 1993)

การเสริมไขสัตว์เมื่อระดับผนังเซลล์มีค่าเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งพบว่าทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งต่อตัวต่อวันลดลง (P<0.05) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณโภชนะที่โคได้รับ (P>0.05) เนื่องจากเยื่อใยในอาหารสูตรนี้ค่อนข้างต่ำไขสัตว์ที่เสริมในอาหารอาจเคลือบผิวเยื่อใย จำกัดการใช้ประ-โยชน์และการหมักย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักส่งผลให้สัตว์กินอาหารลดลง การเสริมไขสัตว์เมื่อระดับผนังเซลล์เพิ่มเป็น 35 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง พบว่า ทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งต่อตัวต่อวันและผนังเซลล์เพิ่มขึ้น (P<0.05) อาจเป็นเพราะเยื่อใยที่เพิ่มขึ้นช่วยเพิ่มปริมาณเยื่อใยที่ไม่ถูกเคลือบด้วยไขสัตว์ จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจึงหมักย่อยอาหารหยาบได้ดีขึ้นและส่งผลต่อปริมาณการกินได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Jenkins et al. (1998) ที่เปรียบเทียบการเสริมไขสัตว์ 0 และ 5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งในอาหารผสมครบส่วน

ระดับของผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนไม่มีผลกระทบต่อค่าความเป็นกรดด่างของของเหลวจากกระเพาะหมัก ระดับแอมโมเนีย-

Table 2. Intake, nutrient intake of ruminally fistulated dairy cows.

Items	25% NDF		35% NDF		SEM	P-value
	O% Tallow	5% Tallow	O% Tallow	5% Tallow		
Intake						
- kgDM/h/d	8.61 [a]	7.64 [b]	6.51 [c]	7.54 [b]	0.55	0.010
- % BW/h/d	1.53 [a]	1.36 [ab]	1.17 [b]	1.35 [ab]	0.12	0.032
Nutrient Intake (kg/h/d)						
- CP	1.31 [a]	1.20 [ab]	1.01 [c]	1.13 [bc]	0.08	0.011
- EE	0.40 [a]	0.58 [b]	0.34 [a]	0.64 [b]	0.04	0.000
- NDF	2.49 [a]	2.22 [a]	2.52 [a]	2.93 [b]	0.20	0.014
- ADF	1.36 [ab]	1.28 [b]	1.36 [ab]	1.50 [b]	0.10	0.106
Body weight (kg)	578	571	576	576	12.09	0.830

[a,b] Mean values within a row with different superscripts are significantly different according to the lsd (P<0.05).

ไนโตรเจน ประชากรแบคทีเรียและโปรโตซัวในของเหลวจากกระเพาะหมัก (**Table 3**) ภายหลังจากโคนมเจาะกระเพาะได้รับอาหารผสมครบส่วนนาน 0 2 4 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม ประชากรโปรโตซัวทุกกลุ่มมีแนวโน้มลดลงภายหลังชั่วโมงที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับซึ่งอาจเป็นผลจากค่าความเป็นกรดด่างในกระเพาะหมักที่มีแนวโน้มลดลงในชั่วโมงที่ 2 และ 4 (**Table 3**) ระดับของผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนไม่มีผลกระทบต่อความเข้มข้นของเบต้าไฮดรอกซี่บิวทีเรทในเลือด (P>0.05) หากความเข้มข้นของเบต้าไฮดรอกซี่บิวทีเรทในน้ำเลือดสูงบ่งบอกว่ามีการสลายไขมันที่สะสมในร่างกาย ซึ่งสัตว์มักอยู่ในสภาวะขาดแคลนพลังงาน (negative energy balance) หรือมีปริมาณการกินได้ต่ำ (Dhiman et al., 1991) Grum et al. (1996) รายงานการเสริมไขมันที่ระดับ 0-3 เปอร์เซ็นต์ในอาหารผสมครบ ไม่มีผลกระทบต่อเบต้าไฮดรอกซี่บิวทีเรทในน้ำเลือดและเบต้าไฮดรอกซี่บิวทีเรทมีความเข้มข้นระหว่าง 4.4-5.3 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ระดับของผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนไม่มีผลต่อค่าไขมันในเลือดและเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของโคนมเจาะกระเพาะได้รับอาหารผสมครบส่วนนาน 0, 2, 4 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ (P>0.05) (**Table 4**) ปกติระดับไขมันในเลือดและค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น

Table 3. Ruminal pH, ammonia nitrogen and microbial population in the rumen of fistulated cows.

Items	25% NDF		35% NDF		SEM	P-value
	O% Tallow	5% Tallow	O% Tallow	5% Tallow		
Ruminal pH after feeding (h)						
0	6.88	6.64	6.82	6.78	0.29	0.700
2	6.75	6.57	6.51	6.75	0.20	0.308
4	6.62	6.36	6.56	6.58	0.24	0.511
6	6.59	6.50	6.64	6.66	0.18	0.664
Mean	6.71	6.51	6.63	6.69		
Ruminal ammonia nitrogen (mg/dl) after feeding (h)						
0	23.41	29.33	24.57	26.04	3.79	0.243
2	27.39	26.77	31.74	25.76	4.97	0.509
4	21.14	22.19	25.16	21.77	2.83	0.376
6	18.78	16.00	15.08	19.08	4.04	0.368
Mean	22.68	23.57	24.13	23.16		
Ruminal bacteria ($x10^9$ cell/ml) after feeding (h)						
0	2.81	3.32	2.59	2.46	0.53	0.213
2	3.19	2.79	3.35	2.34	1.05	0.567
4	2.59	2.42	2.90	2.72	0.90	0.890
6	2.70	3.36	3.86	3.33	1.32	0.687
Mean	2.82	2.97	3.17	2.71		
Ruminal protozoa ($x10^4$ cell/ml) after feeding (h)						
0	1.20	0.97	1.37	1.42	0.61	0.734
2	1.27	0.82	0.90	1.60	0.81	0.547
4	0.70	0.72	0.75	1.15	0.32	0.258
6	0.52	0.72	0.92	1.00	0.68	0.764
Mean	0.92	0.81	0.98	1.29		

Table 4. Blood metabolites and packed cell volume in fistulated cows at various times of feeding.

Items	25% NDF		35% NDF		SEM	P-value
	O% Tallow	5% Tallow	O% Tallow	5% Tallow		
β-hydroxybutyrate (mg/dl) after feeding (h)						
0	3.08	2.53	2.15	2.70	0.47	0.184
2	2.72	2.33	2.26	3.63	1.08	0.311
4	2.08	2.40	1.80	2.35	0.39	0.502
6	2.15	1.78	2.33	2.73	0.59	0.433
Mean	2.51	2.26	2.13	2.85		
Triglycerides (mg/dl) after feeding (h)						
0	3.78	4.15	3.87	4.06	0.40	0.590
2	4.21	4.53	3.93	4.57	0.74	0.610
4	4.21	4.66	4.15	4.38	0.78	0.802
6	4.10	3.87	4.02	3.93	0.57	0.942
Mean	4.07	4.30	3.99	4.23		
Packed cell volume (%) after feeding (h)						
0	37.00	35.25	33.50	35.75	4.73	0.774
2	33.73	34.75	33.50	37.00	2.30	0.229
4	34.25	36.25	35.50	37.12	2.54	0.515
6	35.00	34.25	36.50	37.25	2.62	0.357
Mean	34.99	35.12	34.75	36.78		

ควรมีค่าไม่เกิน 17 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรและ 25-35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Kronfeld et al., 1982)

การทดลองที่ 2 การศึกษาในโคนมรีดนม

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างอิทธิของระดับผนังเซลล์กับการเสริมไขสัตว์

ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งและโภชนะที่โครีดนมได้รับ (Table 5) พบว่า การเพิ่มระดับผนังเซลล์ในอาหารผสมครบมีแนวโน้มทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (P>0.05) ซึ่งแย้งกันกับผลการศึกษาในโคเจาะกระเพาะ เนื่องจากอาหารทดลองมีสัดส่วนอาหารข้นค่อนข้างสูงโดยเฉพาะ ในสูตรที่มีระดับผนังเซลล์ 25 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้มันเส้นซึ่งสามารถหมักย่อยได้อย่างรวดเร็วในกระเพาะหมัก สัดส่วนประมาณ 44.01-49.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจทำให้เกิดสภาวะกรดอ่อนๆ ในกระเพาะหมัก สัตว์จึงกินอาหารมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับผนังเซลล์ในสูตรอาหารเป็น 35 เปอร์เซ็นต์ เพื่อรักษาสมดุลของกรดด่างในกระเพาะหมัก Beckman and Weiss (2005) รายงานว่าระดับผนังเซลล์ ในอาหารผสมครบส่วนเท่ากับ 24.7-32.2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้เมื่ออาหารหยาบหลักใช้ต้นข้าวโพดหมักร่วมกับเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองหรือเปลือกเมล็ดฝ้าย Ruiz et al. (1995) รายงานว่าการเพิ่มระดับผนังเซลล์ในอาหารผสมครบส่วนจาก 31 35 และ 39 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ทำให้โคนมมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนลดลง โครีดนมได้รับผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส-ซิลิกาเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับผนังเซลล์ในอาหารผสมครบ (P<0.05) การเพิ่มระดับผนังเซลล์ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตน้ำนม ไขมันนม โปรตีนนม ของแข็งปราศจากไขมันและของแข็งทั้งหมด

Table 5. Intake, milk yield, milk composition and body weight of milking cows.

Items	NDF (%)		P-value	Tallow (%)		P-value
	25	35		O	5	
Intake						
- kgDM/h/d	15.52	16.07	0.362	16.06	15.53	0.386
- % BW/h/d	3.46	3.51	0.691	3.65	3.31	0.026
Nutrient Intake						
- CP	2.39	2.45	0.483	2.49	2.36	0.161
- NDF	4.49 [a]	6.24 [b]	0.0001	5.49	5.24	0.218
- ADF	2.57 [a]	3.28 [b]	0.0001	3.03	2.82	0.068
Milk yield (kg/h/d)	15.68	15.99	0.845	15.56	16.12	0.727
Milk composition (%)						
- Fat	4.12	4.16	0.883	4.13	4.16	0.898
- Protein	3.79	3.83	0.634	3.90	3.72	0.068
- Solids-not- fat	8.74	8.83	0.604	8.96 [a]	8.60 [b]	0.047
- Total solids	12.87	12.95	0.821	13.09	12.72	0.314
Initial weight (kg)	447	469	0.077	453	463	0.407
Final weight (kg)	451	461	0.473	454	458	0.735

[a,b] Mean values within a row with different superscripts are significantly different according to the lsd (P<0.05).

ในน้ำนม (P>0.05) อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดการทดลองโคมีน้ำหนักตัวลดลงเล็กน้อย (P>0.05) ซึ่งอาจบ่งบอกได้ว่า ปริมาณการกินได้ที่เพิ่มขึ้นอาจยังไม่เพียงพอเพื่อรักษาน้ำหนักตัวของโคซึ่งอาจเกิดจากความน่ากินของอาหาร

การเสริมไขสัตว์พบว่ามีแนวโน้มทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส-ซิลิกาลดลงเล็กน้อย รวมทั้งน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (P>0.05) ไขสัตว์ที่เสริมในอาหารอาจเคลือบผิวเยื่อใยและขัดขวางการหมักย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสัตว์จึงกินอาหารลดลง Jenkins et al. (1998) รายงานว่า การเสริมไขสัตว์ในระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งที่ใช้หญ้าแห้งบดหยาบไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง Onetti et al. (2002) และ Ruppert et al. (2003) รายงานว่า การเสริมไขสัตว์มีผลทำให้ปริมาณการกินได้ลดลง การเสริมไขสัตว์ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตน้ำนม ไขมันนม โปรตีนนมและของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (P>0.05) แต่ทำให้ปริมาณของแข็งปราศจากไขมันในน้ำนมลดลง (P<0.05)

ปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อผลการทดลองนี้ คือ พฤติกรรมการเลือกกินของโค แม้ว่าการผสมอาหารใช้เครื่องผสมแบบเกลียวริบบอนแนวนอนและมีการปรับความชื้นของอาหารแต่เนื่องจากฟางข้าวบดหยาบมีความฟ่ามสูงวัตถุดิบอาหารจึงกระจายตัวได้เมื่อสัตว์ใช้ปากดุนคุ้ยเขี่ยอาหาร สัตว์จึงสามารถเลือกกินได้ ทำให้อิทธิพลของระดับผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ไม่แสดงความแตกต่างชัดเจน

สรุป

การเพิ่มระดับผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนสำหรับโคนมเจาะกระเพาะมีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้และโภชนะที่โคได้รับ แต่ไม่มีผลกระทบต่อค่าความเป็นกรดด่างของของ เหลวจากกระเพาะหมัก แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ประชากรแบคทีเรียและโปรโตซัวในของเหลวจากกระเพาะหมัก

การเพิ่มระดับผนังเซลล์และการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วนสำหรับโครีดนมไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ผลผลิตน้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม ยกเว้นของแข็งปราศจากไขมันที่ลดลงเมื่อเพิ่มระดับการเสริมไขสัตว์ในอาหารผสมครบส่วน ในสภาวะที่ขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดีการใช้ฟางข้าวบดหยาบเป็นแหล่งเยื่อใยหลักในอาหารผสมครบส่วน โดยปรับให้ระดับผนังเซลล์อยู่ระหว่าง 25-35 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งร่วมกับการเสริมไขมัน 0-5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการจัดการอาหารโคนม อย่างไรก็ตามคงต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมถึงผลกระทบต่อกลไกการหมักย่อยและนิเวศวิทยาภายในกระเพาะหมัก ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและการนำไปใช้ประโยชน์ในระดับฟาร์มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่พิจารณาให้การสนับสนุนงบประมาณประจำปี พ.ศ. 2548 สำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Virginia.1298 p.

Beckman, J. L. and W. P. Weiss. 2005. Nutrient digestibility of diets with different fiber to starch ratios when fed to lactating cows. J. Dairy Sci. 88:1015-1023.

Bremner, J. M., and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. Analytica Chimica Acta, 32:485-495.

Casper, D. P. and D. J. Schingoethe. 1989. Model to describe and alleviate milk protein depression in early lactation dairy cows fed a high fat diets. J. Dairy Sci. 72:3327-3335.

Dhiman, T. R., J. Kleinmans, N. J. Tessmann, H. D. Radloff, P. Van Evert, and L. D. Satter. 1991. Effect of dietary forage:grain ratio on blood constituents in dairy cows. J. Dairy Sci. 74:2691-2695.

Elliott, J. P., J. K. Drackley, D. J. Schauff, and E. H. Jaser.1993. Diets containing high oil corn and tallow for dairy cows during early lactation. J. Dairy Sci. 76:775-789.

Galyean, M. L. 1997. Laboratory Procedure in Animal Nutrition Research. Department of Animal and Food Sciences. Texas Tech University, Texas. 193 p.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. USDA Agri. Res. Service. Hand book No.379. Washington, D.C.

Grovum, W. L. 1993. Appetite, palatability and control of feed intake. pp. 202-216. *In* D. C. Church (ed.) The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. Waveland Press, Inc., Illinois.

Grum, D. E., J. K. Drackley, L. R. Hansen and J. D. Cremin, Jr. 1996. Production, digestion, and hepatic lipid metabolism of dairy cows fed increased energy from fat or concentrate. J. Dairy Sci. 79:1836-1849.

Jenkins, T. C. J. A. Bertrand, and W. C. Bridges, Jr. 1998. Interaction of tallow and hay particle size on yield and composition of milk from lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 81:1396-1402.

Kronfeld, D. S., S. Donoghue, R. L. Copp., F. M. Stearns, and R. H. Engle. 1982. Nutrition status of dairy cows indicated by analysis of blood. J. Dairy Sci. 65:1925-1933.

Lewis, W. D., J. A. Bertrand, and T. C. Jenkins. 1999. Interaction of tallow and hay particle size on ruminal parameters. J. Dairy Sci. 82:1532-1537.

Montgomery, S. P., J. S. Drouillard, T. G. Nagaraja, E. C. Titgemeyer, and J. J. Sindt. 2008. Effects of supplemental fat source on nutrient digestion and ruminal fermentation in steers. J. Animal Sci. 86:640-650.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th revised ed. National Academy Press,Washington, D.C. 408 p.

Onetti, S. G., R. D. Shaver, M. A. Mcguire, D. L. Palmquist and R. R. Grummer. 2002. Effect of supplemental tallow on performance of dairy cows fed diets with different corn silage:alfalfa silage ratios. J. Dairy Sci. 85:632-641.

Pratt, P. W. 1996. Laboratory Procedures for Veterinary Technicians. 3rd ed. Mosby, New York.

Ruiz, T. M., E. Bernal, C.R. Staples, L. E. Sollenberger and R.N. Gallaher. 1995. Effect of neutral detergent fiber concentration and forage source on performance of lactating cows. J. Dairy Sci. 78:305-319.

Ruppert, L. D., J. K. Drackley, D. R. Bremmer, and J. H. Clark. 2003. Effects of tallow in diets based on corn silage or alfalfa silage on digestion and nutrient use by lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86:593-609.

SAS. 1985. SAS/STAT Guide for Personal Computers. 6th ed. SAS Institute, Inc. North Carolina.

Schauff, D. J., J. P. Elliott, J. H. Clark, and J. K. Drackley. 1992. Effects of feeding lactating dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. J. Dairy Sci. 75:1923-1935.

Sutton, J. D. 1989. Altering milk composition by feeding. J. Dairy Sci. 72:2801-2814.

Towne, G., T. G. Nagaraja, R. T. Brandt, Jr, and K. E. Kemp. 1990. Ruminal ciliated protozoa in cattle fed finishing diets with or without supplemental fat. J. Anim Sci. 68:2150-2155.

Wanapat, M. 1999. Feeding of Ruminants in the Tropics based on Local Feed Resources. Khon Kaen Publishing Company, Ltd., Khon Kaen.

Weigel, D. J., J. P. Elliott, and J. H. Clark. 1997. Effects of amount and ruminal degradability of protein on nutrient digestibility and production by cows fed tallow. J. Dairy Sci. 80:1150-1159.

Wittayakun, S., C. Yuangklang, K. Vasupen, C. Khowthong and C. Sarnklong. 2004. Utilization of coarse ground rice straw as fiber source in total mixed ration for Holstein Friesian dairy cows in dry season. pp. 27-29. *In* Proceedings of the 11th Animal Science Congress. The Asian-Australasian Association of Animal Production Societies. 5-9th September 2004, Kuala Lumpur.