

ผลของกากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโคให้นม

Effects of Dried Ethanol By-product in Total Mixed Ration on Intake, Digestibility, Yield and Milk Composition of Lactating Cows

ฉลอง วชิราภากร^{1/*} จันทิรา วงศ์เนตร^{1/} อนุสรณ์ เชิดทอง^{1/} และกันยา พลแสน^{1/}

Chalong Wachirapakorn^{1/*}, Chantira Wongnen^{1/}, Anusorn Cherdthong^{1/} and Kanya Phonsaen^{1/}

^{1/}ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

^{1/}Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

*Corresponding author: Email: chal_wch@kku.ac.th

(Received: 15 July 2016; Accepted: 1 October 2016)

Abstract: The aim of this study was conducted to determine the effects of dried ethanol by-product (DEBP) in total mixed ration (TMR) on intake, digestibility, milk yield and milk compositions of lactating cows. Four crossbred Holstein Friesian cows, average initial weight at 407 $\pm$ 32 kg with day in milk at 77 $\pm$ 21 days were randomly assigned according to a 4x4 Latin Square Design. The cows were allotted to receive one of four TMR diets that contained different levels of DEBP at 0, 10, 20 and 30%. TMRs were formulated to be isocaloric and isonitrogenous diets (2.2 McalME/kgDM and 12%CP). The results showed that dry matter (DM) intake was not different among dietary treatments ($P>0.05$). Digestion coefficients of DM and organic matter (OM) and non-fiber carbohydrate (NFC) were linearly decreased ($P<0.01$) as DEBP was increased in TMR. However, digestion coefficient of EE was linearly increased when levels of DEBP in diets were increased ($P<0.01$). Milk production and milk compositions (protein, lactose, solids-not-fat and total solids) were not significantly different among dietary treatments ($P>0.05$). Milk fat was linearly increased when levels of DEBP in diets were increased (linear, $P<0.01$). In conclusion, DEBP can be used in TMR for lactating cow at 10% without any detrimental effect.

Keywords: Dried ethanol by-product, intake, digestibility, milk yield, milk composition, lactating cows

บทคัดย่อ: การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กากเอทานอลแห้งเป็นแหล่งวัตถุดิบในอาหารผสมสำเร็จ (total mixed ration, TMR) ต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนมในโคนให้นมโดยทำการศึกษาในโคนมพันธุ์ลูกผสมไฮสไดน์ฟรีเซียน น้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 407 ± 32 กิโลกรัม จำนวนวันให้นมเฉลี่ย 77 ± 21 วัน จำนวน 4 ตัว ตามแผนงานทดลองแบบ 4×4 ลาตินสแควร์ โดยโคนมได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้กากเอทานอลแห้ง 4 ระดับดังนี้ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ อย่างเต็มที่ โดยสูตรอาหารผสมสำเร็จคำนวณให้มีระดับพลังงาน (2.2 เมกะแคลลอรี่/กก.วัตถุดิบแห้ง) และโปรตีน (12 เปอร์เซ็นต์) ที่เท่ากันผลการทดลองพบว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตรมีปริมาณการกินได้ของอาหารในโคนมมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (non-fiber carbohydrate, NFC) มีค่าลดลงเป็นเส้นตรงและแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) อย่างไรก็ตาม สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของกากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่เพิ่มสูงขึ้น ($P < 0.01$) ผลผลิตน้ำนม และองค์ประกอบน้ำนม (โปรตีนนม น้ำตาลแลคโตส ของแข็งไม่รวมไขมันและของแข็งทั้งหมด) ของโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ไขมันนมเพิ่มสูงขึ้นเป็นเส้นตรงเมื่อระดับของกากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จเพิ่มสูงขึ้น ($P < 0.01$) จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สามารถใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จได้ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตน้ำนม

คำสำคัญ: กากเอทานอลแห้ง การกินได้ การย่อยได้ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม โคนม

คำนำ

ประเทศไทยมีการผลิตมันสำปะหลังประมาณ 33 ล้านตัน นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ 9 ล้านตัน อุตสาหกรรมเอทานอล 12 ล้านตัน และอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังอีก 12 ล้านตัน (กล้านรงค์ และเกื้อกูล, 2550) และในปัจจุบันอุตสาหกรรมโรงงานการผลิตเอทานอลมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการพลังงานของประเทศมีมากขึ้น ในกระบวนการผลิตเอทานอลนั้น มีสิ่งเหลือทิ้งจำนวนมากก่อให้เกิดมลภาวะทางกลิ่น ประกอบกับปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์กลุ่มพลังงานและโปรตีนเช่นกากถั่วเหลือง ข้าวโพด มีราคาแพงขึ้น (ปิ่นและคณะ, 2557) จึงเกิดการวิจัยและพัฒนาเพื่อหาแนวทางนำกากเอทานอลจากมันสำปะหลังเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่โดยใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์เพื่อทดแทนวัตถุดิบที่มีราคาแพงและขาดแคลนมากขึ้น ซึ่งนอกจากเป็นการลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ของเกษตรกรแล้วยังเป็นการลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย และจากการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของกากเอทานอลแห้งจากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิต

เอทานอลมีความชื้น 8.4 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 9.6 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.4 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยหยาบ (crude fiber) 26.3 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 13.0 เปอร์เซ็นต์ แป้ง 40.6 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2.3 เมกะแคลลอรี่/กก.วัตถุดิบแห้ง (ฉลอง และคณะ, 2557) จะเห็นได้ว่ากากเอทานอลแห้งจากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลยังคงมีคุณค่าทางโภชนาการที่เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่ากากมันสำปะหลังจากโรงงานแป้งมัน ที่มีความชื้น 7.40 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 2.6 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.2 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยหยาบ 37.6 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 3.8 เปอร์เซ็นต์ และแป้ง 55.9 เปอร์เซ็นต์ (พิรพจน์, 2547) และยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อเทียบกับเปลือกมันสำปะหลัง (พิพัฒน์และคณะ, 2549) และอุตสาหกรรมการผลิตกรดซิตริก (พิระพร, 2551) ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อการศึกษาการใช้กากเอทานอลแห้งจากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตเอทานอลเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารผสมสำเร็จสำหรับโคนม ต่อ ปริมาณการกินได้ ผลผลิตและคุณภาพน้ำนม เพื่อเป็นแนวทางในการนำใช้กากเอทานอลแห้งเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารโคนม

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

ใช้โคนมพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein Friesian Crossbred) น้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 407 ± 32 กิโลกรัม มีผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 10 ± 1 กิโลกรัม ต่อวัน จำนวนวันที่ให้นม (day in milk, DIM) เฉลี่ย 77 ± 21 วัน จำนวน 4 ตัวโคนมทุกตัวได้รับการถ่ายพยาธิทั้งภายในและภายนอกและฉีดวิตามิน เอ ดี 3 และอี ก่อนเข้าการทดลอง 2 สัปดาห์

แผนการทดลองและการให้อาหารทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4×4 Latin Square Design เพื่อศึกษาการใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ 4 ระดับ ในสัตว์ทดลอง 4 ตัว และระยะการทดลอง (period) ระยะการทดลองละ 21 วัน มีระยะห่างระหว่างระยะการทดลอง 3 วัน เพื่อปรับสูตรอาหารทดลองที่สัตว์มีการปรับเปลี่ยนอาหารทดลองทุกระยะการทดลอง โดยมีสูตรอาหารทดลอง ดังนี้

สูตรอาหารที่ 1 = สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้ง 0 เปอร์เซ็นต์

สูตรอาหารที่ 2 = สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้ง 10 เปอร์เซ็นต์

สูตรอาหารที่ 3 = สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้ง 20 เปอร์เซ็นต์

สูตรอาหารที่ 4 = สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้ง 30 เปอร์เซ็นต์

การจัดสูตรอาหารผสมสำเร็จทดลอง ใช้กากเอทานอลแห้งทดแทนมันเส้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ สูตรอาหารผสมสำเร็จทุกสูตรคำนวณไว้ให้มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2.2 เมกะแคลอรี/กก.วัตถุดิบและ โปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ เท่ากันโดยใช้น้ำมันปาล์มเป็นแหล่งพลังงานในการปรับค่าพลังงานในสูตรอาหารผสมสำเร็จให้เท่ากันมีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นเท่ากับ 40:60 โดยผสมส่วนผสมของสูตรอาหารสำเร็จ ดังแสดงใน ตารางที่ 1 จัดให้โคนมทดลองแต่ละตัวได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จให้กินอย่างเต็มที่ (ad libitum) มีการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้และ

อาหารที่เหลือทุกวันก่อนให้อาหารใหม่ในเวลาเช้าของวันถัดไปและเพิ่มปริมาณอาหารขึ้นหากอาหารเหลือในรางอาหารน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำสะอาดให้กินอย่างเพียงพอตลอดเวลา

การดำเนินการทดลอง

จัดให้มีระยะปรับสัตว์ก่อนเข้าทดลอง (preliminary period) อย่างน้อย 7 วัน โคนมทุกตัวได้รับการเลี้ยงดูในคอกขังเดี่ยวขนาด 3×3 เมตร พื้นคอนกรีต มีที่ให้อาหารและน้ำแยกแต่ละตัวและแร่ธาตุก้อนให้เลี้ยกินตลอดเวลาทำการบันทึกปริมาณการกินอาหารและผลผลิตน้ำนมทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 21 ของระยะการทดลองและทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร มูล น้ำนม เป็นระยะเวลา 7 วัน ตั้งแต่วันที่ 15 จนถึงวันที่ 21 ของแต่ละระยะการทดลอง

วิธีเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1. ชั่งน้ำหนักโคนมทดลอง คือ ก่อนการทดลองและทุก ๆ วันที่ 21 ที่เวลาเดียวกันของแต่ละระยะเวลากการทดลอง เพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว และเพื่อนำค่าน้ำหนักตัวที่ได้มาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในหน่วยกิโลกรัมต่อวัน (kg/d), เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (%BW) และกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว^{0.75} (g/kgW^{0.75})

2. บันทึกปริมาณการให้อาหารเพื่อใช้คำนวณหาปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน ตลอดระยะการทดลอง 21 วัน ของระยะการทดลองทั้งตอนเช้าและตอนเย็น ด้วยการชั่งน้ำหนักอาหารก่อนให้ และอาหารที่เหลือทุกครั้ง จดบันทึกปริมาณอาหารที่เหลือ และคำนวณปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวันซึ่งหาได้จากสมการ

ปริมาณการกินได้ต่อวัน (วัตถุดิบ) = [อาหารให้ตอนเช้า (วัตถุดิบ) - อาหารเหลือตอนเช้า (วัตถุดิบ)] + [อาหารให้ตอนเย็น (วัตถุดิบ) - อาหารเหลือตอนเย็น (วัตถุดิบ)]

Table 1 Feed ingredients of experimental TMR diets

Ingredients (kg)	DEBP in TMR (%)			
	0	10	20	30
Rice straw	40.0	40.0	40.0	40.0
Cassava chip	30.0	20.0	10.0	0.0
Dried ethanol by-product (DEBP)	0.0	10.0	20.0	30.0
Rice bran	8.0	8.0	6.0	4.0
Soybean meal 44 %	6.0	6.0	7.0	7.0
DDGS ²	8.0	8.0	8.0	8.0
Palm oil	0.0	1.7	3.4	5.1
Urea	1.6	1.4	1.3	1.1
Molasses	5.0	3.5	3.0	3.4
Sodium chloride	0.5	0.5	0.5	0.5
Sulfur powder	0.1	0.1	0.1	0.1
Dicalcium phosphate	0.3	0.3	0.3	0.3
Premixed ¹	0.4	0.4	0.4	0.4
Sodium bicarbonate	0.1	0.1	0.1	0.1
Total (kg)	100.0	100.0	100.0	100.0
Cost ³ (baht/kg)	7.85	8.08	8.38	8.63

¹ Premixed in 1 kg consisted of vitamin A 4,000,000 IU, vitamin D₃ 400,000 IU, vitamin E 4,000 IU, vitamin B₁₂ 0.002 g, Mn 16 g, Fe 24 g, Zn 24 g, Cu 2 g Se 0.05 g and I 0.5 g.

² Dried distillers grains with solubles

³ As fed basis

DEBP = dried ethanol by-product, TMR = total mixed ration

3. สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร อาหารที่เหลือติดต่อกัน 7 วันก่อนในช่วงวันที่ 15 ถึง วันที่ 21 ของแต่ละระยะการทดลอง แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์ปริมาณวัตถุแห้ง (dry matter) นำค่าที่ได้ไปปรับปริมาณการกินได้ของอาหารโดยคิดต่อหน่วยน้ำหนักแห้ง และส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM) เถ้า (ash) ไขมัน (ether extract, EE) และโปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีของ AOAC (1985) และวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลางหรือผนังเซลล์ (neutral-detergent fiber, NDF), เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด

(acid-detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970) และวิเคราะห์หาเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash, AIA) ตามวิธีของ Van Keulen and Young (1977)

4. เก็บมูลโคทุกตัว โดยสุ่มเก็บติดต่อกัน 5 วัน ในช่วงวันที่ 17 ถึง วันที่ 21 ของแต่ละระยะการทดลอง สุ่มเก็บในช่วงเช้าและช่วงบ่าย โดยวิธีล้วงผ่านทวารหนัก (rectum collection) และทำการคลุกเคล้ามูลให้เป็นเนื้อเดียวกัน แบ่งเก็บมูลไว้ประมาณ 300 กรัมต่อครั้ง ใส่ถุงแยกเป็นรายตัว ทำเครื่องหมายให้ชัดเจน นำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียสให้แห้ง จนครบ 5 วัน นำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วนำมูลทั้งหมดในปริมาณที่เท่ากันมาคลุกกันทั้ง 5 วันของโคนมแต่ละตัว จากนั้นทำการสุ่มเก็บอีกครั้งประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไป

วิเคราะห์หาส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ ได้แก่ DM, Ash, CP, EE, NDF, ADF และ AIA คำนวณหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ตามวิธีของ Schnieder and Flatt (1975) โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ (\%)} = \frac{100 - [100 \times (\%AIA \text{ ในอาหาร})]}{\%AIA \text{ ในมูล}}$$

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (\%)} = \frac{100 - [100 \times (\%AIA \text{ ในอาหาร} \times \% \text{โภชนะในมูล})]}{\%AIA \text{ ในมูล} \times \% \text{โภชนะในอาหาร}}$$

5. เก็บตัวอย่างนํ้ามัน 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 เก็บตอนเย็นวันที่ 13 และ ตอนเช้าวันที่ 14 และครั้งที่ 2 เก็บตอนเย็นวันที่ 20 และตอนเช้าวันที่ 21 ของแต่ละระยะการทดลอง โดยเก็บปริมาณ 25 มิลลิลิตร จึงนำมารวมกัน โดยเติมสารกันเสียโปตัสเซียมไดโครเมต (potassium dichromate) 250 มิลลิกรัมเก็บในขวดสีชา จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส (ณัฐมาและคณะ, 2546) เพื่อวิเคราะห์หา โปรตีน (protein) ไขมัน (fat) ของแข็งทั้งหมด (total solid) ของแข็งไม่รวมไขมัน (solids not fat) และน้ำตาลแลคโตส (lactose) โดยเครื่อง Milko-scan Model 133 V.3. 7 GB. พร้อมทั้งจดบันทึกปริมาณผลผลิตนํ้ามันของโคแต่ละตัวทุกวันตอนเช้าและตอนเย็นตั้งแต่วันที่ 15 จนถึงวันที่ 21 ของแต่ละระยะการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ 4x4 Latin square design โดยใช้ Proc GLM (SAS, 1985) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และเปรียบเทียบแบบ Orthogonal polynomial ตามวิธีการของ Steel and Torrie (1980)

ผลและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากเอทานอลแห้งและสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้ในการทดลองพบว่า กากเอทานอลแห้งมีความชื้น 5.7 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ 10.3 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.8 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยที่เป็นผนังเซลล์ 69.0 เปอร์เซ็นต์และเถ้า 16.2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าที่ กรมกมล และคณะ (2556) รายงานไว้ในขณะที่กากเอทานอลสดมีความเป็นกรดค่อนข้างสูงคือ มีค่าความเป็นกรดประมาณ 4.07-4.29 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 6.79-7.29 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยหยาบ 31.46-38.44 เปอร์เซ็นต์ มีไขมัน 0.91-1.37 เปอร์เซ็นต์ มีเถ้าที่ละลายในกรดซึ่งก็คือ แร่ธาตุ 4.53 เปอร์เซ็นต์และเถ้าที่ไม่ละลายในกรด 7.50-12.42 เปอร์เซ็นต์ (วราพันธุ์ และคณะ, 2551) สำหรับสูตรอาหารผสมสำเร็จในการทดลองนี้มีระดับโปรตีน 11.1-12.72 เปอร์เซ็นต์ ความแปรปรวนอาจเนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาใช้ในการจัดทำสูตรอาหารผสมสำเร็จ ค่าเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลางหรือผนังเซลล์ (NDF) มีค่าเท่ากับ 51.5-59.6 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (ADF) มีค่าเท่ากับ 33.8-41.3 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมันในสูตรอาหารผสมสำเร็จมีค่าประมาณ 2.5-7.2 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) มีค่าเท่ากับ 7.1-23.6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ปริมาณการกินได้อย่างอิสระและโภชนะที่ได้รับ

จากการทดลองครั้งนี้ พบว่า โคหนุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอาหาร ปริมาณการกินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และปริมาณการกินได้คิดเป็นกรัมต่อน้ำหนักตัว^{0.75} ไม่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ค่าโคหนุ่มที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ลดลงต่ำกว่าระดับอื่นๆ แบบ cubic ($P<0.05$) ซึ่งไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นเพราะสาเหตุใด (ตารางที่ 3) โคหนุ่มในการทดลองครั้งนี้

Table 2 Chemical composition of experimental total mixed ration

Chemical composition	DEBP in TMR (%)				DEBP
	0	10	20	30	
Dry matter (DM), %	94.9	95.0	95.3	95.5	94.3
----- % of dry matter -----					
Organic matter (OM)	88.8	88.6	87.4	86.6	83.8
Ash	11.2	11.4	12.6	13.4	16.2
Crude protein (CP)	11.1	12.1	11.3	12.7	10.3
Ether extract (EE)	2.5	4.5	6.0	7.2	1.8
Neutral detergent fiber (NDF)	51.5	52.3	56.9	59.6	69.0
Acid detergent fiber (ADF)	33.8	35.0	39.0	41.3	47.3
Non-fiber carbohydrate (NFC)	23.6	19.8	13.2	7.1	2.7

NFC (non-fiber carbohydrate) = 100-ash-CP-EE-NDF, DEBP = dried ethanol by-product, TMR = total mixed ration

Table 3 Effect of dried ethanol by-product in TMR on daily feed intake

Items	DEBP in TMR (%)				SEM	P-value	Effect		
	0	10	20	30			L	Q	C
Average cows weight, kg	419.5	414.5	406.3	410.5	16.43	0.95	0.64	0.79	0.84
Voluntary intake, kg/d	14.0	12.3	13.9	13.2	0.46	0.12	0.70	0.30	0.03
Voluntary intake, % BW	3.36	2.96	3.43	3.22	0.12	0.13	0.92	0.46	0.03
Voluntary intake, g/kg ^{0.75}	151.7	133.5	153.7	145.0	4.80	0.09	0.99	0.36	0.02

L = linear, Q = quadratic, C = cubic, DEBP = dried ethanol by-product, TMR = Total mixed ration

มีปริมาณการกินได้ของสูตรอาหารผสมสำเร็จ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวมีค่าต่ำกว่ารายงานของ เทอดศักดิ์ (2541) ที่รายงานว่โคนมมีปริมาณการกินได้สูงถึง 3.98 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวเมื่อได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ เช่นเดียวกับรายงานของ วิศิษฐ์พร (2542) ที่รายงานว่าการให้สูตรอาหารผสมสำเร็จทำให้โคนมมีปริมาณการกินได้ 3.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างไรก็ตาม ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบแต่ละอย่างต่อน้ำหนักตัวในโคนมที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร เพียงพอกับความต้องการโภชนาการของโคนมที่มีน้ำหนักตัว จำนวนวันที่ให้นม ผลผลิตน้ำนม และเปอร์เซ็นต์ไขมันนมที่รายงานไว้ใน NRC (2001)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้และโภชนาที่ได้รับ

จากการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้โดยใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรดเป็นตัวบ่งชี้ (ตารางที่ 4) พบว่าโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรียววัตถุ และ NFC มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.02$) และมีค่าลดลงเป็นเส้นตรงอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้อาจเกิดจากสูตรอาหารที่ใช้กากเอทานอลแห้งในระดับที่สูงมีปริมาณเยื่อใยในสูตรอาหารสูงขึ้นซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถของการย่อยได้ของวัตถุดิบดังกล่าวของ

Table 4 Effects of dried ethanol by-product in TMR on digestibility and digestible nutrient intake

Items	DEBP in TMR (%)				SEM	P-value	Effect		
	0	10	20	30			L	Q	C
Digestion coefficients, %									
Dry matter	64.1 ^a	58.8 ^{ab}	54.6 ^{bc}	52.2 ^c	1.74	0.01	0.01	0.45	0.95
Organic matter	69.4 ^a	63.9 ^{ab}	60.3 ^b	57.9 ^b	1.74	0.02	0.01	0.45	0.96
Crude protein	65.0	62.7	57.5	59.4	3.13	0.40	0.16	0.53	0.50
Ether extract	81.0 ^a	86.1 ^b	88.5 ^{bc}	91.0 ^c	1.05	<0.01	<0.01	0.26	0.56
NDF	55.5	51.0	50.7	50.1	2.48	0.45	0.19	0.45	0.71
ADF	48.8	43.6	43.2	41.1	1.58	0.06	0.02	0.38	0.39
NFC	98.8 ^a	91.8 ^b	89.4 ^{bc}	85.8 ^c	1.62	<0.01	0.01	0.33	0.45
Digestible nutrient intake, kg/day									
Organic matter	12.5	10.9	12.2	11.5	0.42	0.13	0.39	0.35	0.05
Crude protein	1.5	1.5	1.6	1.7	0.12	0.60	0.29	0.48	0.79
Ether extract	0.4 ^a	0.6 ^b	0.8 ^c	1.0 ^d	0.05	<0.01	<0.01	0.50	0.32
NDF	7.2	6.4	7.9	7.9	0.35	0.07	0.08	0.32	0.05
ADF	4.7 ^a	4.3 ^a	5.4 ^b	5.5 ^b	0.16	<0.01	0.03	0.20	0.01
Metabolizable energy ¹									
Mcal/day	32.7	26.6	27.8	25.3	1.62	0.07	0.03	0.32	0.18
Mcal/kg of DM	2.3 ^a	2.2 ^{ab}	2.0 ^{bc}	1.9 ^c	0.06	0.01	<0.01	0.52	0.95
MCP, kg/day	1.1 ^a	0.9 ^b	1.0 ^{ab}	0.9 ^b	0.06	0.07	0.03	0.32	0.18

L = linear, Q = quadratic, C = cubic, NFC (non-fiber carbohydrate) = 100-ash-CP-EE-NDF, DEBP = dried ethanol by-product, TMR = total mixed ration, NDF = neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber

¹1 kg DOMI = 3.8 Mcal ME/kgDM (Kearl, 1982)

MCP (microbial crude protein), kg/d = 0.00825xME intake (MJ/d) (ARC, 1984)

Reid *et al.* (1988) อ้างถึงใน ปิ่นและเมธา (2546) กล่าวว่า correlation coefficient ระหว่างปริมาณของ ADF กับการย่อยได้จะสูงกว่า NDF และจะเห็นว่าปริมาณของ ADF และ NDF มีสหสัมพันธ์ที่ลบกับการย่อยได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยในอาหารโคนมที่มีระดับ NDF และ ADF ที่สูงจะส่งผลให้ความสามารถของการย่อยได้วัตถุแห้งลดลง (Ruiz *et al.*, 1995; Beauchemin *et al.*, 1994) ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน NDF และ ADF มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ขณะที่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันในงานทดลองครั้งนี้มีค่าต่ำสุดในโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งระดับ 0 เปอร์เซนต์ในสูตรอาหาร ($P<0.01$) และมีค่าสูงขึ้นเมื่อระดับการใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นซึ่ง

น่าจะเป็นผลจากการปรับค่าพลังงานของสูตรอาหารผสมสำเร็จด้วยน้ำมันพืช ซึ่งระดับของน้ำมันพืชที่เพิ่มขึ้นทำให้มีค่าการย่อยได้ของไขมันสูงขึ้นสอดคล้องกับ Michel and Yves (1997) รายงานว่า การเสริมไขมันในสูตรอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องทำให้การย่อยได้ของไขมันเพิ่มสูงขึ้น

โคนมได้รับโภชนาที่ย่อยได้ในส่วนของอินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบและNDF ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ไม่มีการเสริมและเสริมกากเอทานอลแห้งระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 4) อย่างไรก็ตาม ระดับโปรตีนที่โคนมได้รับในสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตร อยู่ในช่วงที่สูงกว่าคำแนะนำของ NRC (2001) ที่รายงานว่ โคนมที่ให้ผลผลิตนํ้ามนประมาณ 9.52-10.41 กิโลกรัมต่อวัน

Table 5 Effects of dried ethanol by-product in TMR on milk yield and milk composition

Items	DEBP in TMR (%)				SEM	P-value	Effect		
	0	10	20	30			L	Q	C
Milk yield, kg/day	11.3	10.6	10.3	10.5	0.77	0.80	0.44	0.59	0.98
4% FCM ¹ , kg/day	11.2	10.7	10.4	10.5	1.15	0.95	0.64	0.80	0.99
Milk composition, %									
Fat	3.48 ^a	3.56 ^a	3.53 ^a	3.97 ^b	0.06	<0.01	<0.01	0.03	0.10
Protein	3.17	3.06	3.08	3.04	0.05	0.29	0.12	0.42	0.39
Lactose	4.82	4.61	4.68	4.70	0.17	0.84	0.72	0.51	0.66
Solid not fat	8.75	8.42	8.52	8.50	0.19	0.67	0.48	0.45	0.56
Total solid	12.2	12.0	12.0	12.5	0.20	0.37	0.41	0.14	0.93
Fat:Protein	1.10	1.17	1.15	1.30	0.10	0.02	0.01	0.22	0.11
Feed efficiency									
kg milk/kg feed (DM)	0.80	0.85	0.74	0.80	0.06	0.66	0.66	0.95	0.27
4% FCM kg/kg feed(DM)	0.74	0.80	0.69	0.80	0.09	0.57	0.79	0.75	0.21
ECM, kg	10.3	9.6	9.4	10.0	0.67	0.74	0.74	0.32	0.94

L = linear, Q = quadratic, C = cubic

ECM = energy corrected milk = milk x (0.38%fat+0.24x%protein+0.17x%lactose)/3.17

¹4% FCM(Fat corrected milk) = (0.4 + (0.015 x %fat)) x milk (kg)

DEBP = dried ethanol by-product, TMR = Total mixed ration, DM = Dry matter

ควรได้รับโปรตีนอย่างน้อย 1.16-1.57 กิโลกรัมต่อวัน Wachirapakorn *et al.* (2014) ได้รายงานว่ โคนมในเขตร้อนที่ให้ผลผลิตน้ำนมระหว่าง 11-13 กก.ต่อวัน ควรได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีโปรตีนที่ 14 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ดีตามพบว่า โคนมได้รับโภชนาที่เพียงพอได้ในส่วนของไขมันและ ADF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้นแบบเส้นตรง ($P<0.05$) ส่วนโภชนาที่เพียงพอได้ที่ได้รับในส่วนของ ADF ที่มีค่าเพิ่มขึ้นนั้นอาจเนื่องมาจากปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในส่วนของ ADF ในสูตรอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อระดับการใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้น แต่มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของ ADF ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อนำมาคำนวณโภชนาที่เพียงพอได้ที่ได้รับในส่วนของ ADF จึงมีค่าสูงขึ้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ใช้กากเอทานอลแห้งเพิ่มสูงขึ้น

นอกจากนี้ โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จในการทดลองนี้ มีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวัน อยู่ระหว่าง 25.4-32.7 เมกะแคลลอรี่/วันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่มีค่าลดลงเป็นเส้นตรง ($P<0.03$) เมื่อระดับกากเอทานอลแห้งเพิ่มขึ้นแต่เพียงพอกับความต้องการที่รายงานโดย NRC (2001) ที่รายงานความต้องการของโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมประมาณ 10 กิโลกรัม/วัน มีความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 23.3-25.0 เมกะแคลลอรี่/วัน อย่างไรก็ตามเมื่อคิดเป็นความเข้มข้นของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหารผสมสำเร็จ พบว่า สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำสุด (1.9 เมกะแคลลอรี่/กก.วัตถุดิบแห้ง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และสูงสุดในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (2.3 เมกะแคลลอรี่/กก.วัตถุดิบแห้ง) ไม่แตกต่างกันกับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกาก

เอทานอลแห้งที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 2.2 เมกะแคลอรี/กก.วัตถุดิบแห้ง (ตารางที่ 4)

เมื่อประเมินการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (microbial crude protein, MCP) ตามวิธีการของ (Chen and Gomest, 1992) พบว่าโคนมได้รับในสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตรมีค่าประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนจากค่าอินทรีย์วัตถุที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่ได้รับกากเอทานอลแห้งที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนสูงกว่าโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากประสิทธิภาพการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของโคนมที่มีค่าสูงกว่า ซึ่งมีการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์ เท่ากับ 1.1, 0.9, 1.0 และ 0.9 กิโลกรัมต่อวัน ในโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จมีกากเอทานอลแห้งที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น ปริมาณสารตั้งต้นอื่น ๆ ที่ใช้ในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน เช่น กลูโคส กรดนิวคลีอิก กรดอะมิโน เปปไทด์ซัลเฟอร์ โฟแทสเซียม และฟอสฟอรัส (Wallace *et al.*, 1997; ชลธง, 2541) ความต้องการพลังงานในการดำรงชีพของจุลินทรีย์ (Stokes *et al.*, 1991; Wallace and McPherson, 1987) การหมุนเวียนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Wallace and Cotta, 1988) ปริมาณแบคทีเรียที่ถูกจับกินโดยโปรโตซัวหรือแบคทีเรียฟาจส์ (bacteriophage) (Hino and Russell, 1986) และสารพิษ unidentified substances ที่สามารถลดจำนวนแบคทีเรียในกระเพาะรูเมนได้ (Newbold *et al.*, 1990)

ผลผลิตและองค์ประกอบนํ้ามัน

ผลผลิตนํ้ามัน ผลผลิตนํ้ามันปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคนมต่อกิโลกรัมของนํ้ามันปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ และองค์ประกอบนํ้ามันของโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จทั้ง 4 สูตรที่ไม่มีและมีการกากเอทานอลแห้งระดับต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 5) แต่องค์ประกอบนํ้ามันในส่วน

ไขมันนมมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงเมื่อระดับการใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้น ($P<0.01$) ทั้งนี้สอดคล้องกับปริมาณไขมันและเยื่อใยที่ย่อยได้ที่ได้รับมีค่าสูงขึ้นเมื่อระดับการใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารสูงขึ้นซึ่งอาจส่งผลต่อปริมาณไขมันในนํ้ามันที่เพิ่มขึ้น Jensen (2002) รายงานว่า การเสริมไขมันในอาหารส่งผลต่อไขมันนํ้ามันทั้งด้านบวกและลบขึ้นอยู่กับแหล่งของไขมันที่เสริมและชนิดของอาหารหยาบโดยไขมันในนมจะเพิ่มขึ้นชัดเจนเมื่อมีการเพิ่มไขมันร่วมกับการใช้อาหารหยาบที่มีเยื่อใยสูง (Ruppert *et al.*, 2003) และงานทดลองครั้งนี้พบว่า ระดับ NDF และ ADF ในสูตรอาหาร และ NDF และ ADF ย่อยได้ที่มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับการใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้นซึ่งจะส่งผลทำให้ปริมาณการสร้างไขมันในนํ้ามันเพิ่มสูงขึ้นด้วย สอดคล้องกับรายงานของ Lofgren and Wazner (1970) อ้างถึงใน ปิ่นและเมธา (2546) กล่าวว่าปริมาณของ ADF และ CF ในอาหารโคโรดนมเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีที่สุดในการเพิ่มหรือลดเปอร์เซ็นต์ไขมันนม โดยเฉพาะปริมาณการเปลี่ยนแปลงของ ADF ในอาหารนั้นมีความสำคัญมากที่สุดที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันนมเปลี่ยนแปลงกล่าวคือระดับของ ADF ที่สูงในสูตรอาหารจะส่งผลให้ไขมันนมสูงขึ้น (Varga and Hoover, 1983) อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบนํ้ามันในส่วนไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส ของแข็งทั้งหมดในการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานของ มกช. คือ 3.5, 2.8, 4.5 และ 12.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับอยู่ในเกณฑ์ที่ดีถึงดีมาก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2547) นอกจากนี้องค์ประกอบนํ้ามันมีค่า สอดคล้องกับที่ ประวีร์ (2546) รายงานไว้ว่า องค์ประกอบนํ้ามันของนํ้ามันในประเทศไทย โปรตีนมีค่าระหว่าง 2.98-3.47 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลแลคโตสมีค่าอยู่ระหว่าง 4.26-4.78 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งไม่รวมไขมันมีค่าอยู่ระหว่าง 8.24-9.29 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 9.33-13.95 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นไปได้ว่าในการทดลองใช้โคนมที่อยู่ในช่วงกลางของการให้นม ซึ่งพันธุกรรมอาจมีผลกระทบต่อองค์ประกอบของนํ้ามันนอกเหนือจากสูตรอาหารผสมสำเร็จและกากเอทานอลแห้งที่ได้รับในการทดลองครั้งนี้

และเมื่อคำนวณสัดส่วนระหว่างไขมัน และโปรตีนนม อธิบายถึงความสมดุลระหว่างระดับพลังงาน และโปรตีน ในสูตรอาหาร มีค่าที่เหมาะสมประมาณ 1.3 ซึ่งบ่งบอกว่า มีความสมดุลระหว่างระดับพลังงาน และโปรตีน หาก สัดส่วนของไขมันต่อโปรตีนนมมีค่ามากกว่า 1.3 แต่น้อย กว่าหรือเท่ากับ 1.5 ซึ่งให้เห็นว่าแม่โคนมมีแนวโน้มขาด พลังงานโดยเฉพาะช่วงให้นมมาก และถ้าสัดส่วนของ ไขมันต่อโปรตีนนมมีน้อยกว่า 1.0 แสดงให้เห็นว่ามี คาร์โบไฮเดรตที่เพียงพอสูงเกินไปอาจทำให้เกิดสภาวะ ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน (ประวีร์, 2546) จาก การทดลองครั้งนี้ พบว่า โคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสม สำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนระหว่างไขมันและโปรตีนนม เท่ากับ 1.10, 1.17, 1.15 และ 1.30 ตามลำดับ บ่งบอกว่าสูตร อาหารมีความสมดุลระหว่างระดับพลังงานและโปรตีน แสดงให้เห็นว่าโคนมในการทดลองครั้งนี้ได้รับพลังงานที่ สอดคล้องกับความต้องการในการให้ผลผลิตน้ำนมดังที่ กล่าวมาแล้ว

ประสิทธิภาพการให้อาหารต่อผลผลิตน้ำนมใน การทดลองนี้ พบว่า ประสิทธิภาพการให้อาหารต่อ ผลผลิตน้ำนมมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างสูตรอาหารทดลองแต่ค่าประสิทธิภาพการให้อาหารต่อผลผลิตน้ำนมปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ ของ สูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งในสูตร อาหารที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าสูตรอาหารทดลอง อื่น ๆ ขณะที่ผลผลิตน้ำนมปรับพลังงาน พบว่า ผลผลิต น้ำนมที่ปรับค่าพลังงานในโคนมที่ได้รับสูตรอาหารผสม สำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าสูตรอาหารทดลองอื่น ๆ

การนำไปใช้ประโยชน์

ถึงแม้ว่าในการทดลองครั้งนี้ การใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จสำหรับโครีดนมที่ ระดับ 0-30 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต น้ำนมในโคนมซึ่งในการทดลองครั้งนี้มีการใช้น้ำมันพืช เพื่อปรับค่าพลังงานในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่มีกากเอทานอลแห้งในระดับต่าง ๆ ให้มีค่าใกล้เคียงกันแต่ทำให้ ราคาของสูตรอาหารผสมสำเร็จเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 1)

ดังนั้น เมื่อคำนึงถึงต้นทุนอาหารต่อผลผลิตน้ำนมของ แต่ละสูตรอาหารผสมสำเร็จมีค่าเท่ากับ 9.73, 9.38, 11.31 และ 10.90 บาท/กก. น้ำนม ตามลำดับ ดังนั้น การใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ สำหรับโคให้นมจึงไม่ควรใช้เกินระดับ 10 เปอร์เซ็นต์

สรุป

การใช้กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสม สำเร็จสำหรับโครีดนมที่ระดับ 0-30 เปอร์เซ็นต์ไม่มีผล ต่อปริมาณการกินได้และไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนมและ แต่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ ของวัตถุดิบทั้ง อินทรียวัตถุ และ NFC ลดลง ขณะที่สัมประสิทธิ์การ ย่อยได้ของไขมันและโภชนะที่ย่อยได้ที่ได้รับในส่วน ของ ไขมัน ADF และปริมาณไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้นตาม ระดับกากเอทานอลแห้งที่เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่า ระดับของ กากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จไม่กระทบต่อ สมรรถภาพการผลิตน้ำนมก็ตาม แต่อาจเป็นผลจากการ ใช้แหล่งพลังงาน (น้ำมันปาล์ม) ที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการ เพิ่มขึ้นของระดับกากเอทานอลแห้งในสูตรอาหารผสม สำเร็จ ดังนั้นจากผลการทดลองครั้งนี้หากมีการใช้กาก เอทานอลแห้งเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหารผสม สำเร็จสำหรับโคให้นมควรใช้ที่ระดับไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารผสมสำเร็จ หรือ 16.7 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ได้ให้ ทุนอุดหนุนทั่วไป ประจำปี 2556 รวมทั้งบริษัท ชินรัตน์ธุรกิจรุ่งเรือง จำกัดที่ให้การสนับสนุนกากเอทานอลแห้งที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ รวมทั้งขอ บขอบคุณหมวดโคนมและห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์ สัตว์ เคี้ยว เอื้อง ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่อนุเคราะห์สถานที่ดำเนินการ ทดลองและการวิเคราะห์อาหารสัตว์

เอกสารอ้างอิง

- กล้านรงค์ ศรีวรรต และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2550. เทคโนโลยีแปรรูปสัตว์ปีก. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 303 หน้า.
- ฉลอง วชิราภากร. 2541. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.
- ฉลอง วชิราภากร นิโรจน์ ศรสูงเนิน อนุสรณ์ เชิดทอง กันยา พลแสน และจันทิรา วงศ์เนตร. 2557. การใช้ประโยชน์ของกากเอทานอลแห้งจากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตเอทานอลในสูตรอาหารสำหรับโคนม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ณรณมล เลารัตนพันธ์ โชค มิเกลิต ญัฐพล จงกลกิจ จิรวรรณพัชรุ เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ วิสูตร ศิริณพวงษนันท์ และอำพล วรธรรม. 2556. ผลของระดับการให้กากมันสำปะหลังแห้งจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหารต่อกระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมักและการย่อยได้ในโคพื้นเมืองเจาะกระเพาะ. วารสารเกษตร 29(1): 89-98.
- ณัฐมา เฉลิมแสน ประวีร์ วิชชุตา พรศรี ชัยรัตนยุทธ์ สมจิต สุพัฒน์ สิริจันทร์พร สันธวณิชย์ และอรุณี อิงศากุล. 2546. อิทธิพลของวัตถุดิบเสียต่อผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและจำนวนไซมาติเซลล์ในนํ้ามันดิบ. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 41. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เทอดศักดิ์ ประมวงค. 2541. ผลของอาหารหยาบและวิธีการให้อาหารผสมสำเร็จรูปต่อปริมาณนํ้ามันและองค์ประกอบของนํ้ามันในโคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิ่น จันทุพา พัทธินทร์ ภัคตินวน และสุภา วัฒนสิทธิ์. 2558. ผลของระดับกลีเซอรินดิบในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถภาพ การผลิต องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณกรดไขมันในกลีเซอรินของแพะขุน. วารสารเกษตร 31(2): 121-134.
- ปิ่น จันทุพา และเมธา วรณพัฒน์. 2546. บทบาทของอาหารเยื่อใยต่อกระบวนการหมักในรูเมน ปริมาณการกินได้ผลผลิตและองค์ประกอบนํ้ามันในโครีดนม. วารสารโคนม 20(1): 8-22.
- ประวีร์ วิชชุตา. 2546. สถานภาพองค์ประกอบนํ้ามันดิบในประเทศไทย. ใน: จันทรจิรัสย์ เรียวเดชะ, (บรรณาธิการ). นํ้ามันโคคุณภาพสู่ผู้บริโภค. เอกสารสรุปการประชุมวิชาการโคนม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.
- พิพัฒน์ เหลืองลาวัณย์ ปิตุนาถ หนูแสน และวิศิษฐ์พร สุขสมบัติ. 2549. ผลการใช้กากมันสำปะหลังต่อผลผลิตโคนม. ใน: ประชุมวิชาการโคนม 21-22 สิงหาคม พ.ศ. 2549. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พีระพร เสงี่ยม ฉลอง วชิราภากร นิโรจน์ ศรสูงเนิน และสุภาพร แซ่เตียว. 2551. ผลของระดับของกากมันจากการผลิตกรดซิตริกร่วมกับฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตของโคนม. ใน: การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 4 การรุกคืบของการผลิตพลังงานทดแทนต่อการผลิตปศุสัตว์; 31 ม.ค. 2551 ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; หน้า 63-67.
- พีรพจน์ นิตินัน. 2547. ผลการใช้กากมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารพลังงานทดแทนมันสำปะหลังเส้นในสูตรอาหารข้นต่อกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก ความสามารถในการย่อยได้ และการเจริญเติบโตในโคนมรุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วราพันธุ์ จินตณวิทย์ สุภัญญาจัดตุพรพงษ์ และอุทัย คันโธ. 2551. การศึกษาองค์ประกอบเศษเหลือ

- จากการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์และเป็นปุ๋ยสำหรับพืช. ศูนย์ค้นคว้าและ พัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวจากกลกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- วิศิษฐ์พร สุขสมบัติ. 2542. ผลผลิตโคนมในช่วงกลางระยะให้นมที่ได้รับอาหารรวมต่าง ๆ. ในรายงานการประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรภาคเหนือ สาขาวิชาสัตวบาล/สัตวศาสตร์/สัตวแพทย์ ครั้งที่ 2. ณ สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. มกอช. 6001-2547. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2555. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 401. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- AOAC. 1985. Official Methods of Analysis (15th Ed.). The Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C. : USA.
- Beauchemin, K. A., B. I. Farr, L. M. Rode and G. B. Schaalje. 1994. Optimum of dietary neutral detergent fiber concentration of barley-based diets for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 77:1013.
- Chen, X. B., and M. J. Gomes. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of the technical details. International Feed Resources Unit, The Rowett Research Institute. Occasional Publication.
- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagent, Procedures and some Application). Agric. Handbook. No. 397, ARS, USDA, Washington D.C.
- Hino, T., and J. B. Russell. 1986. Relative contributions of ruminal bacteria and protozoa to the degradation of protein in vitro. Journal of Animal Science 64: 261-273.
- Jensen, R. G. 2002. The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. Journal of Dairy Science 85: 295-350.
- Michel, D., and C. Yves. 1997. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. British Journal of Nutrition 78: 515-539.
- Newbold, C. J., R. J. Wallace, and N. McKian. 1990. Properties of ionophoretetronasin on nitrogen metabolism by ruminal microorganisms in vitro. Journal of Animal Science 68: 1103-1110.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements for Dairy Cattle. 7th revised edition, National Academic Press, Washington, DC.
- 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. Journal of Dairy Science 86: 593-609.
- 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 dairy cows. Journal of Dairy Science 78: 305.
- SAS. 1985. User's Guide:Statistic. SAS. Inst Cary, NC.

- Schneider, B. H., and W. P. Flatt. 1975. The Evaluation of Feed through Digestibility Experiment. Athens: The University of Georgia Press, Georgia: USA.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd edition, McGraw-Hill Book Co., New York.
- Stokes, S. R., W. H. Hooper, T. K. Miller, and R. P. Manski. 1991. Impact of carbohydrate and protein levels on bacteria metabolism in continuous culture. *Journal of Dairy Science* 44: 806-811.
- Van Keulen, J., and B. A. Young. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a neutral marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science* 44: 282.
- Varga, G. A. and F. Hoover. 1983. Rate and extent of neutral detergent fiber degradation of feedstuffs *in situ*. *Journal of Dairy Science* 66: 2109.
- Wachirapakorn, C., P. Parmaluk, M. Wanapat, P. Pakdee and A. Cherdthong. 2014. Effects of levels of crude protein and ground corn cobs in total mixed ration on intake, rumen fermentation and milk production in crossbred Holstein Friesian lactating dairy cows. *Journal of Applied Animal Research* 42: 263-268.
- Wallace, R. J. and C. A. McPherson. 1987. Factors affecting the rate of breakdown of bacterial protein in rumen fluid. *British Journal of Nutrition* 58: 313-323.
- Wallace, R. J. and M. A. Cotta. 1988. Metabolism of nitrogen-containing compound. In: Hopson, P. J. (ed.), *The Rumen Microbial Ecosystem*, London. UK.
- Wallace, R. J., R. Onogera and M. A. Cotta. 1997. Metabolism of nitrogen containing compounds. In: Hobson, P. N., and C. S. Stewart. Blackie Academic and Professional (eds.), *The Rumen Microbial Ecosystem*, London. UK.
-