

การใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ เพื่อเป็นอาหารในโครีดนม

Using fermented cassava ethanol byproducts with yeast in the diet of lactating dairy cows

ศุภกิจ สุนาโท¹, วิโรจน์ ภัทรจินดา^{1*}, พรชัย ล้อวิลัย¹ และ งามนิจ นนท์โส²

Supakit Sunato¹, Virote Pattarajinda^{1*}, Pronchai Lowilai¹ and Ngarmnit Nontaso²

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในสูตรอาหารโคนมต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร และการให้ผลผลิตน้ำนม โดยใช้โคลูกผสมไฮลอสไตน์ ฟรีเซียน จำนวน 12 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 405.4 ± 43.9 กิโลกรัม และมีผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 10.2 ± 1.2 กิโลกรัมต่อวัน ใช้แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) อาหารทดลองมี 4 สูตร ตามระดับของกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์คือ 0, 25, 35 และ 45 % ในอาหารสูตรรวม ที่มีหญ้าขี้เป้งเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก จากการศึกษาพบว่าโคที่ได้รับกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 0 และ 25% จะมีการกินได้ (14.2, 15.4, 11.4 และ 7.8 kgDM/d ตามลำดับ) การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก และปริมาณผลผลิตน้ำนม (10.8, 11.1, 9.9 และ 8.1 kg/d ตามลำดับ) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับในระดับ 35 และ 45% (P<0.05) ส่วนองค์ประกอบน้ำนมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นสามารถใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 25 % ในสูตรอาหารของโคนม

คำสำคัญ: กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอล โคนม หมัก *S. cerevisiae*

ABSTRACT: The ethanol production often uses cassava as energy source for their production. The waste product can help improve the quality before reuse as animal feed. The objective of this study was to determine the effect of fermented cassava ethanol byproducts with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on feed efficiency and milk production of dairy cattle. Twelve Holstein Friesian crossbreds (405.4 ± 43.9 kg BW) with an average milk yield in 10.2 ± 1.2 kg/d were used. The treatment were allocated into Randomize completely block design (RCBD) that consisted of four levels of fermented cassava ethanol byproducts with yeast as level as 0, 25, 35 and 45% of DM basis in total mixed ration (TMR) diet based on Ruzi grass as roughages source. The results showed that dry matter intake (14.2, 15.4, 11.4 and 7.8 kgDM/d, respectively), body weight change and milk yield (10.8, 11.1, 9.9 and 8.1 kg/d, respectively) at level 0 and 25% of cassava ethanol byproducts fermented with yeast had higher than 35 and 45% of treatments (P<0.05), while milk composition were not significant different (P>0.05). Thus, the cassava ethanol byproducts fermented with yeast at level 25% could be used for dairy cows feeding.

Keywords: cassava ethanol byproducts, dairy cow, ferment, *S. cerevisiae*

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

² ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Department of Microbiology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: virote@kku.ac.th

บทนำ

ในประเทศไทยการผลิตเอทานอลจะใช้มันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบผลิตหลักในการผลิต ซึ่งหลังจากขบวนการผลิตจะมีเศษเหลือคือ กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอล ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ คือมีความชื้น 74.9%, เยื่อใย 31.46 - 38.44%, โปรตีน 6.79 - 7.29%, ไขมัน 0.91 - 1.37%, pH 4.07 - 4.29 และมีเถ้าที่ไม่ละลายในกรดซึ่งก็คือทราย 7.50 - 12.42% (ศุภชาติ, 2553) จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่ากากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลที่ได้จากโรงงานโดยตรงไม่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นอาหารโค เนื่องจากมีความชื้น ความเป็นกรด และเถ้าที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเมื่อทิ้งไว้นานจะเกิดการเน่าเสีย และมีกลิ่นเหม็น ซึ่งจากการศึกษาของ Sunato et al. (2555) พบว่าการหมักกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ร่วมกับยูเรีย 2.0 และน้ำตาล 6.0% โดยน้ำหนักเป็นเวลา 15 วัน จะสามารถรักษาสภาพกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลไม่ให้เกิดการเน่าเสียได้ และโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 25.4% และมีคุณค่าทางโภชนาการ คือความชื้น 77.1%, ไขมัน 1.21%, NDF 45.45% และ ADF 28.97% ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในสูตรอาหารโคนมต่อการตอบสนองต่อการกินได้ การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของโคนม

วิธีการศึกษา

การหมักกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae*

ทำการกระตุ้นเชื้อยีสต์โดยยีสต์ *S. cerevisiae* 20 กรัม, น้ำตาล 20 กรัม และใช้น้ำปรับปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ 1 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้ในการหมัก เตรียมกากมันสำปะหลังจากการผลิต

เอทานอลโดยการผสมด้วยยูเรีย 2.0% และน้ำตาล 6.0% (น้ำตาล 3.0% และ กากน้ำตาล 3.0%) ผสมวัตถุดิบทั้งหมดให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมเชื้อยีสต์ที่ผ่านการกระตุ้นแล้วในสัดส่วน 250 มิลลิลิตร ต่อกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอล 1,000 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกดำทำการไล่อากาศและปิดปากถุงเพื่อให้อยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน หลังจากนั้นหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 15 วันก่อนจะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

สัตว์ทดลอง แผนการทดลอง และอาหารทดลอง

ใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน ที่อยู่ในระยะที่ 1 - 3 ของการให้น้ำนม (lactation) จำนวน 12 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 405.4 ± 43.9 กิโลกรัม และมีผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 10.2 ± 1.2 กิโลกรัมต่อวัน ใช้แผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomize Completely Block Design, RCBD) แบ่งบล็อกตามจำนวนวันให้น้ำนม (Day in milk, DIM) คือ กลุ่มที่ 1 DIM 50 - 100 วัน จำนวน 4 ตัว, กลุ่มที่ 2 DIM 100 - 150 วัน จำนวน 4 ตัว และกลุ่มที่ 3 DIM 200 - 250 วัน จำนวน 4 ตัว และมีอาหารทดลอง 4 สูตร ตามระดับของกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์คือ 0, 25, 35 และ 45% ในอาหารสูตรรวม (Total mixed ration, TMR) ที่มีหญ้าซึ่งเป็นแหล่งอาหารหลัก โดยอาหารแต่ละสูตรมีโปรตีน 14.5% และมีพลังงานในรูปโภชนาการที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total digestible nutrients, TDN) 66.0 - 69.2 ค่ารวมสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป KCF 2006 (วิโรจน์ และ มนต์ชัย, 2549) โดยโคแต่ละตัวจะจัดให้อยู่ในช่องขังเดี่ยว ให้อาหาร 2 เวลา คือ 08.00 และ 16.00 น. โดยให้มีอาหารเหลือประมาณ 10% จัดน้ำดื่มให้อย่างเต็มที่ และทำการรีดนมวันละ 2 ครั้ง คือ 05.00 และ 15.30 นาฬิกา ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 74 วัน โดยแบ่งเป็นระยะปรับสัตว์เพื่อให้โคปรับตัวกับสูตรอาหารและคอกทดลอง 14 วัน และระยะการทดลองเก็บข้อมูล 60 วัน

การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

เก็บข้อมูลการกินได้ของสิ่งแห้ง (dry matter intake, DMI) และบันทึกน้ำหนักตัวก่อนและหลังการทดลอง เก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตน้ำนมต่อวัน และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมในวันที่ 59 และ 60 ของการทดลอง เพื่อนำมาวิเคราะห์หา โปรตีน (protein), ไขมัน (fat), ของแข็งทั้งหมด (total solid), ของแข็งไม่รวมไขมัน (solids not fat) และน้ำตาลแลคโตส (lactose) โดยเครื่อง Lactostar นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) โดยใช้ Proc.GLM และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม Statistical Analysis System (SAS, 1988)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของระดับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อการกินได้ของวัตถุดิบ และการเจริญเติบโต

การใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 0, 25, 35 และ 45 % ในสูตรอาหาร TMR ที่มีหญ้าซึ่งเป็นแหล่งอาหารหลัก พบว่าการกินได้ของสิ่งแห้งมีค่าสูงเมื่อมีการใช้กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในระดับ 0 และ 25 % และจะลดต่ำลงเมื่อใช้ในระดับ 35 และ 45 % ในสูตรอาหารตามลำดับ ($P < 0.01$) และเมื่อพิจารณาการกินได้คิดเป็น% น้ำหนักตัว (DMI, %BW) พบว่าเมื่อใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 25 % จะทำให้มี DMI (%BW) สูงที่สุดและเมื่อใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ DMI (%BW) มีค่าลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (Table 1) ทั้งนี้เพราะกากมันสำปะหลัง

จากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์มีความชื้นสูง เมื่อใช้ในระดับที่เพิ่มสูงขึ้นในสูตรอาหารทำให้อาหารมีความชื้นที่สูง ส่งผลต่อการกินได้ของโค โดยสอดคล้องกับงานทดลองของ Lahr et al. (1983) ศึกษาความชื้นของอาหาร TMR 4 ระดับ คือ 22, 36, 48 และ 60 % พบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบลดลงแบบเส้นตรง (linear) เมื่อความชื้นในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น (22.3, 20.5, 19.4 และ 19.4 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ)

ส่วนการเจริญเติบโต โดยดูจากน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อสิ้นสุดงานทดลอง พบว่าการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับที่เพิ่มขึ้นจะทำให้โคมีน้ำหนักตัวที่ลดต่ำลงตามลำดับ ($P < 0.01$) (+23.7, +6.2, -17.8 และ -40.6 กิโลกรัม ตามลำดับ) (Table 1) ซึ่งการที่โคมีน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงไปอาจจะเป็นผลมาจากการกินได้ของโคที่ลดต่ำลงเมื่อมีการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหารก็เป็นไปได้

ผลของระดับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อผลผลิตน้ำนม

การใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 0, 25, 35 และ 45 % ในสูตรอาหาร TMR ที่มีหญ้าซึ่งเป็นอาหารหลัก พบว่าปริมาณผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยต่อวันจะลดลงเมื่อมีการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 45 % ในสูตรอาหารคือ 10.8, 11.1, 9.9 และ 8.1 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยการลดลงของปริมาณน้ำนมอาจเป็นผลมาจากการกินได้ของอาหารที่ลดต่ำลงเมื่อมีการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ส่วนองค์ประกอบน้ำนมพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 2)

Table 1 Effect of fermented cassava ethanol byproducts with yeast on feed efficiency in dairy cows.

Item	Level of fermented cassava ethanol by products with yeast				SEM	P- value
	0 ¹	25 ²	35 ³	45 ⁴		
DM feed intake						
kg/d	14.2 ^a	15.4 ^a	11.4 ^b	7.8 ^c	0.33	<0.01
%BW	3.5 ^{ab}	3.9 ^a	2.9 ^b	1.9 ^c	0.13	<0.01
Initial BW, kg	409.2	401.0	424.2	387.1	10.95	0.70
Final BW, kg	432.8	407.1	406.4	346.5	9.73	0.09
BW Change, kg	+23.7 ^a	+6.2 ^a	-17.8 ^b	-40.6 ^c	3.19	<0.01

^{a,b,c}Value within the same row a common superscript are significantly different (P<0.05)

¹0 = Ruzi grass 35.0%, Cassava chip 37.7%, Palm milk 8.5%, Soybean meal 16.3%, fermented cassava ethanol by products with yeast 0%, Mineral mix 1.0%, Salt 0.5% and Urea 1.0%, ²25 = Ruzi grass 38.6%, Cassava chip 28.0%, Soybean meal 6.2%, fermented cassava ethanol by products with yeast 25.0%, Mineral mix 1.0%, Salt 0.5% and Urea 0.7%, ³35 = Ruzi grass 32.0%, Cassava chip 28.0%, Soybean meal 3.1%, fermented cassava ethanol by products with yeast 35.0%, Mineral mix 1.0%, Salt 0.5% and Urea 0.4%, ⁴45 = Ruzi grass 25.3.0%, Cassava chip 28.0%, fermented cassava ethanol by products with yeast 45.0%, Mineral mix 1.0%, Salt 0.5% and Urea 0.2%

Table 2 Effect of fermented cassava ethanol byproducts with yeast on milk production in dairy cows.

Item	Level of fermented cassava ethanol by products with yeast				SEM	p-value
	0 ¹	25 ²	35 ³	45 ⁴		
Milk yield, kg/d	10.8 ^a	11.1 ^a	9.9 ^{ab}	8.1 ^b	0.28	0.04
Milk 4% FCM, kg/d	11.6	11.7	11.0	8.9	0.28	0.07
Fat, %	4.6	4.4	4.8	3.6	0.18	0.22
Protein, %	3.0	2.9	2.9	2.9	0.04	0.74
Lactose, %	4.1	4.0	3.9	3.9	0.05	0.40
TS, %	12.2	11.9	12.2	11.1	0.21	0.26
SNF, %	7.8	7.6	7.4	7.5	0.09	0.58

^{a,b,c}Value within the same row a common superscript are significantly different (P<0.05)

¹0 = Ruzi grass 35.0%, Cassava chip 37.7%, Palm milk 8.5%, Soybean meal 16.3%, fermented cassava ethanol by products with yeast 0%, Mineral mix 1.0%, Salt 0.5% and Urea 1.0%, ²25 = Ruzi grass 38.6%, Cassava chip 28.0%, Soybean meal 6.2%, fermented cassava ethanol by products with yeast 25.0%, Mineral mix 1.0%, Salt 0.5% and Urea 0.7%, ³35 = Ruzi grass 32.0%, Cassava chip 28.0%, Soybean meal 3.1%, fermented cassava ethanol by products with yeast 35.0%, Mineral mix 1.0%, Salt 0.5% and Urea 0.4%, ⁴45 = Ruzi grass 25.3.0%, Cassava chip 28.0%, fermented cassava ethanol by products with yeast 45.0%, Mineral mix 1.0%, Salt 0.5% and Urea 0.2%

สรุป

จากการศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ *S. cerevisiae* ในอาหารโคนม พบว่าสามารถใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 25 % ในสูตรอาหาร โดยจะไม่มีผลต่อการกินได้ การเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนม ส่วนการใช้ในระดับที่สูงกว่า 25 % จะทำให้โคมีการกินได้ การเจริญเติบโต และปริมาณผลผลิตน้ำนมลดต่ำลง ดังนั้นสามารถใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกในอุตสาหกรรมเลี้ยงโคนมได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนา มหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และขอขอบคุณสถานที่ทดลองและฝึกอบรมเกษตรกรกรรมร้อยเอ็ด ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- วิโรจน์ ภัทรจินดา และมนต์ชัย ดวงจินดา. 2549. KCF 2006 โปรแกรมจัดการอาหารโคนมและคำนวณสูตรอาหารต่ำสุด. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศุภชาติ ปานเนียม. 2553. งานวิจัยอย่างง่ายและใช้ได้จริง. สารสนเทศโคนม. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 3:10-11.
- Bremner, J. M., and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate, and nitrite. Anal. Chem. Acta 32:485-495.
- Lahr, D.A., D.E. Otterby., D.G. Johnson., J.G. Linn and R.G. Lundquist. 1983. Effects of moisture content of complete diets on feed intake and milk production by cows. J. Dairy Sci. 66:1891-1900.
- SAS. 1988. SAS User's Guide: Statistics, Version 6 ed. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Sunato S., V. Pattarajinda, P. Lowilai and N. Nontaso. 2012. Study on increasing protein of cassava-ethanol byproducts by fermented with yeast. Khon Kaen Agr. J. 40 supplement 2:183-186.