

ผลของการใช้มันสำปะหลังตากแห้งทั้งต้น (มันเฮย์) ในอาหารก่อนคุณภาพสูง ก่อนผสมนํ้านมในโคนม

Effect of the Use of Whole Cassava Hay in High-Quality Feed Block Supplementation on Milk Production in Lactating Dairy Cows

สรารุช เกาะขุนทด (Sarawuth Koakhunthod)* ดร.เมธา วรรณพัฒน์ (Dr. Metha Wanapat) **
ดร. ฉลอง วชิราภากร (Dr. Chalong Wachirapakorn)*** งามนิจ นนทโส (Ngamnit Nontaso) ****

บทคัดย่อ

การทดลองเพื่อศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังตากแห้งทั้งต้น (มันเฮย์) เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารก่อนคุณภาพสูงเสริมในโคนม ที่มีผลต่อสมรรถนะการให้นมของโคนมพันธุ์ผสมโฮลสไตน์-ฟรีเซียน จำนวน 6 ตัว โคนมได้รับอาหารทดลอง 3 สูตร ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ไม่เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูง กลุ่มที่ 2 เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่ไม่มีมันเฮย์ กลุ่มที่ 3 เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์ ตามแผนการทดลองแบบสลับ (Switch back design) โคนมทุกกลุ่มได้รับสัดส่วนอาหารชั้นต่อปริมาณนํ้านมเป็น 1 ต่อ 2 และได้รับฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์เป็นอาหารหยาบให้กินแบบเต็มที่ (ad libitum) ผลการทดลองพบว่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และประชากรจุลินทรีย์ จากของเหลวในกระเพาะรูเมน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณการกินได้ทั้งหมด สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ และปริมาณนํ้านมในกลุ่มที่เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูง มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณนํ้านมปรับระดับไขมันที่ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์ของแข็งในนํ้านม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ในกลุ่มที่เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่สุดที่มีมันเฮย์มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effect of cassava hay (CH) in high-quality feed block (HQFB) supplementation on milk production in lactating dairy cows. Six Holstein-Friesian crossbreds cows were randomly allocated in a Switchback design. There were three treatments : treatment 1- non-supplementation of HQFB, treatment 2- supplementation of HQFB1 (without CH) and treatment 3- supplementation of HQFB2 (with CH). The cows were offered concentrate with a ratio to milk yield of 1:2. Urea-treated rice straw was given *ad libitum* as a roughage source. It was found that ruminal pH, concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$, pH and microbial population were not significantly different ($p>0.05$). Total dry matter intake, digestion coefficient of dry matter and milk yield in HQFB supplemented groups were significantly higher than non supplemented group ($p<0.05$). However, fat corrected milk (3.5%FCM), % of milk fat, % of total solids and economical return were highest in HQFB2 supplemented group ($p<0.05$).

คำสำคัญ: มันเฮย์ อาหารก่อนคุณภาพสูง ผลผลิตนํ้านม

Keywords: Cassava hay, feed block, milk production

* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

โคนมเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีการส่งเสริมให้เลี้ยงอย่างกว้างขวาง เพื่อเพิ่มการผลิตน้ำนมให้เพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศ แต่การเลี้ยงโคนมมักประสบปัญหาต่างๆ ปัญหาด้านอาหารโคนมเป็นปัญหาหนึ่งที่เกษตรกรประสบอยู่เสมอ เนื่องจากอาหารถือว่าเป็นจุดหลักที่มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม ตลอดจนผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยต้นทุนการผลิตทั้งหมดประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์จะเป็นต้นทุนค่าอาหารสัตว์ อาหารหยาบอันได้แก่ หญ้าและถั่วอาหารสัตว์ และผลพลอยได้ทางการเกษตร อาหารเหล่านี้มีความสำคัญสำหรับโคนมเพราะมีบทบาทในการกระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง ซึ่งจำเป็นต่อการมีชีวิตของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนและตัวของสัตว์เอง ทำให้สัตว์มีสุขภาพดี มีการย่อยอาหารเป็นปกติและสามารถให้ผลผลิตได้ แต่เนื่องจากอาหารหยาบในเขตร้อนมีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง เมื่อนำมาใช้เลี้ยงโคนมทำให้โคกินอาหารหยาบได้น้อยและได้รับโภชนาการไม่เพียงพอกับความต้องการการให้ผลผลิต จากข้อจำกัดดังกล่าวจึงได้มีการศึกษาวิจัยปรับปรุงอาหารหยาบคุณภาพต่ำโดยเฉพาะฟางข้าวให้มีการใช้ประโยชน์ได้และคุณภาพสูงขึ้น เช่น การทำฟางข้าวหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2533) เป็นต้น

เนื่องจากโคนม เป็นสัตว์ที่มีสมรรถภาพในการผลิตสูง การให้โคได้รับอาหารหยาบอย่างเพียงพอจึงมักได้รับโภชนาการไม่เพียงพอแก่ความต้องการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องได้รับอาหารชั้นด้วย อาหารชั้นมีบทบาทในแง่ที่เป็นแหล่งพลังงาน โปรตีน แร่ธาตุ และวิตามินที่สำคัญแก่สัตว์เป็นอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนาการต่างๆ สูงและย่อยได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามอาหารชั้นก็ยังมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนอาหารชั้นจึงมีการนำใช้แหล่งโปรตีนที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายในท้องถิ่นมาใช้เสริมเพื่อลดปริมาณการใช้อาหารชั้น เช่น การใช้มันสำปะหลังตากแห้งทั้งต้น หรือมันเฮย์เสริมในโครีดนม โดยการเสริมมันเฮย์ร่วมกับอาหารชั้นสามารถลดสัดส่วนของการใช้อาหารชั้นต่อน้ำนมจาก 1:2 เป็น 1:4 ได้ และเสริมมันเฮย์

1 กิโลกรัม/ตัว/วัน ร่วมกับอาหารชั้นในสัดส่วน 1:3 มีผลให้เปอร์เซ็นต์แลคโตส โปรตีน และของแข็งที่ไม่ใช่ไขมันในน้ำนมมีค่าสูงขึ้น (Wanapat et al., 2000a, 2000b)

จากรายงานของ Wanapat (2001) พบว่าในมันเฮย์มีสารประกอบแทนนินชนิดคอนเดนซ์แทนนิน (condensed tannin) ที่มีความสามารถในการจับตัวกับโปรตีนในรูปของแทนนินโปรตีนคอมเพล็กซ์ (tannin-protein complex) ซึ่งจะคงสภาพและไม่ถูกย่อยสลายเมื่อระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 8.0 แต่จะสูญเสียสภาพและปลดปล่อยให้โปรตีนหลุดออกที่ระดับความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 3.0 และสูงกว่า 8.0 (Perez-Maldonado et al., 1995) ซึ่งเป็นสภาวะที่มีความคล้ายคลึงกับสภาวะในกระเพาะจริงและลำไส้เล็กของสัตว์เคี้ยวเอื้อง นอกจากนั้นคอนเดนซ์แทนนินยังส่งผลต่อแบคทีเรียที่มีบทบาทในการย่อยโปรตีน และมีผลในการช่วยลดจำนวนโปรโตซัวภายในกระเพาะหมักอีกด้วย (Chiquette et al., 1989; Wang et al., 1994)

นอกจากนี้ในกรณีของโคที่ให้ผลผลิตสูงๆ หรือในฤดูแล้งโภชนาการจากอาหารหยาบและอาหารชั้นอาจไม่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ นักโภชนาการจึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนและพลังงานที่ย่อยสลายได้เร็ว มีแหล่งของแร่ธาตุต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการหมักและเพิ่มการผลิตจุลินทรีย์โปรตีน (microbial protein) แก่สัตว์ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีหลายชื่อขึ้นอยู่กับวิธีการเรียกชื่อของนักวิจัยแต่ละท่าน เช่น urea molasses multinutrient block (UMMB) (Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul, 1991); อาหารก้อนคุณภาพสูง (high-quality feed block, HQFB) (Wanapat, 1999) เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าอาหารเสริมผลิตภัณฑ์เหล่านี้ มีผลเพิ่มการกินได้ของอาหารหยาบการย่อยได้ ปริมาณแบคทีเรียในกระเพาะหมัก การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน การเจริญเติบโต เพิ่มปริมาณน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

แต่อย่างไรก็ตามอาหารก้อนคุณภาพสูงยังไม่มีส่วนประกอบที่แน่นอน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้นี้จึงได้ดัดแปลงส่วนประกอบของอาหารก้อนคุณภาพสูง โดย

การนำมันเฮย์ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีน โปรตีนไหลผ่าน (by-pass protein) ราคาถูก และหาได้ง่ายในท้องถิ่น มาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารก่อนคุณภาพสูง เพื่อให้ได้อาหารเสริมที่มีคุณภาพดีราคาถูก ซึ่งถือเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพของอาหารและช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น อันจะนำไปสู่การปรับใช้ได้ในระดับเกษตรกรและอุตสาหกรรมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง

ใช้โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซียน (Holstein-Friesian Crossbred) เพศเมียจำนวน 6 ตัว โคนมทุกตัวได้รับการถ่ายพยาธิภายนอกและใน รวมทั้งฉีดวิตามิน AD₃E ก่อนเข้าทดลองอย่างน้อย 1 สัปดาห์ โคนมถูกเลี้ยงในคอกเดี่ยว ขนาด 2.5 x 3 เมตร มีรางอาหารและรางน้ำสะอาด แยกเฉพาะตัวและมีน้ำให้กินตลอดเวลาในแต่ละคอก

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Switch back design ชนิด 2 สลับ (Lucas, 1956) ซึ่งมีความไวและมีความคลาดเคลื่อนต่ำทำให้สามารถตรวจสอบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ได้ดี การทดลองแบ่งเป็น 3 ระยะเวลาทดลองและมีอาหารทดลองที่ต้องการศึกษา 3 กลุ่มแตกต่างกันไปดังนี้

กลุ่มที่ 1 ฟางหมักยูเรีย 5% + อาหารชั้น (สูตรอาหารควบคุม, control)

กลุ่มที่ 2 สูตรอาหารควบคุม + อาหารก่อนคุณภาพสูงที่ไม่มีมันเฮย์เป็นส่วนประกอบ

กลุ่มที่ 3 สูตรอาหารควบคุม + อาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์เป็นส่วนประกอบ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดย Analysis of variance โดยใช้ procedure GLM และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's new multiple rang test (SAS, 1985)

การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารหยาบใช้ฟางข้าวหมักยูเรีย โดยมีวิธีการจัดเตรียม โดยใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) จำนวน 5 กิโลกรัม ละลายในน้ำ 100 ลิตร แล้วนำไปราดบน ฟางข้าว (อัดฟ่อน) 100 กิโลกรัม ที่กองเรียงกันจำนวน 3 ชั้น แล้วทำการคลุมกองฟาง ด้วยพลาสติกสีดำอย่างมิดชิด และใช้เวลาในการหมักเป็นเวลาอย่างน้อย 10 วัน ก่อนนำมาเลี้ยงโค

มันเฮย์ เตรียมโดยเก็บเกี่ยวต้นมันสำปะหลัง ซึ่งประกอบด้วย ส่วนต้น กิ่ง ก้าน และใบ หลังจากปลูกได้ 3 เดือน และหลังจากนั้นทุกๆ 2 เดือนโดยทำให้สูงจากพื้นดิน 3 ถึง 6 นิ้ว ต้นมันสำปะหลังที่ได้นำไปผึ่งแดดทันที ผึ่งนาน 3 ถึง 4 วัน กลับไป-มา เพื่อให้ต้นมันสำปะหลังแห้งสนิท จากนั้นบรรจุในกระสอบเก็บไว้ใช้ต่อไป

อาหารก่อนคุณภาพสูงมีวัตถุประสงค์ตามอัตราส่วนที่แสดงใน Table 1 ซึ่งตามส่วนแล้วผสมในถังผสม โดยมีกากน้ำตาล น้ำ และซีเมนต์ เป็นตัวประสานในช่วงสุดท้าย หลังจากผสมแหล่งอาหารทุกชนิดเข้ากันดีแล้ว จึงนำเข้าอัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยมด้วยเครื่องอัดแบบไฮดรอลิก น้ำหนักของอาหารก่อนแต่ละก้อนประมาณ 10 กิโลกรัม นำออกผึ่งแดดให้แห้งเป็นเวลา 2 วัน เพื่อลดความชื้นและป้องกันเชื้อรา ก่อนนำไปเสริมให้สัตว์ได้เลี้ยงกิน

การให้อาหารสัตว์ทดลอง

ระยะปรับสัตว์ทดลอง (preliminary period) โดยให้อาหารหยาบ คือ ฟางข้าวหมักยูเรียแก่โคนมทุกตัวแบบเต็มที่ (ad libitum) ร่วมกับการให้อาหารชั้นโดยให้ตามสัดส่วนของอาหารชั้น 1 กิโลกรัมต่อปริมาณน้ำนม 2 กิโลกรัม (1:2) และมีน้ำสะอาดให้สัตว์กินตลอดเวลาเป็นเวลา 14 วัน เพื่อปรับสัตว์และจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนให้คุ้นเคยกับอาหารและคอกก่อนเริ่มงานทดลอง

ระยะทดลอง (experimental period) แบ่งเป็น 3 ระยะเวลาทดลอง แต่ละระยะเวลาทดลองใช้เวลา 21 วัน โดยให้สัตว์ได้รับฟางข้าวหมักยูเรียแบบเต็มที่ และมีสัดส่วนการให้อาหารชั้นต่อผลผลิตน้ำนมเป็น 1:2 โดยปริมาณอาหารชั้นที่ให้ในแต่ละวันปรับตามปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ ในวันก่อนหน้า 1 วัน ให้สัตว์ได้เลี้ยงกินอาหาร

ก่อนคุณภาพสูงตามกลุ่มทดลอง วันสุดท้ายของแต่ละ
ระยะการทดลองจะทำการสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์

การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหารชั้น อาหาร
หยาบและอาหารก่อนคุณภาพสูง โดยชั่งน้ำหนักอาหาร
ก่อนให้และอาหารที่เหลือ และคำนวณปริมาณการกินได้
ในแต่ละวัน

บันทึกปริมาณน้ำนมที่ได้จากโคนมแต่ละตัวใน
ตอนเช้าและตอนเย็นทุกวันตลอดการทดลอง และใช้เป็น
ค่าปรับปริมาณการให้อาหารชั้นในวันถัดไป

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารชั้น อาหารหยาบ และ
อาหารก่อนคุณภาพสูง ในระหว่างการทดลองทุก ๆ ระยะ
การทดลอง โดยตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดแบ่งออกเป็น
2 ส่วน ส่วนแรกนำไปอบในตู้อบที่ อุณหภูมิ 100
องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เพื่อหาวัตถุแห้ง (dry
matter, DM) และส่วนที่เหลือ นำมาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ
60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง และบดผ่านตะแกรง
ขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิด เพื่อรอ
วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง, เถ้า
(ash), โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีการของ
AOAC (1985) และวิเคราะห์ส่วนประกอบของ เยื่อใย
ได้แก่ผนังเซลล์หรือเยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง
(neutral detergent fiber, NDF) และ เซลลูโลส
หรือเยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (acid-detergent
fiber, ADF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest
(1970) และวิเคราะห์หาเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid-in-
soluble ash, AIA) ตามวิธีการของ Van Keulen and
Young (1977)

เก็บตัวอย่างมูลทุกตัวในแต่ละระยะการทดลอง
ในช่วง 3 วันสุดท้ายติดต่อกันโดยเก็บ ในช่วงเช้า โดยล้าง
ผ่านทางทวารหนักหรือเก็บมูลที่ถ่ายออกใหม่ๆ ที่ไม่มี
การปนเปื้อนของดิน (rectal or grap sampling) แล้วนำ
มารวมกันในปริมาณที่เท่ากันก่อนนำตัวอย่างมูล อบใน
ตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง หลัง
จากนั้นนำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บไว้
ในภาชนะที่มิดชิด เพื่อรอไปวิเคราะห์องค์ประกอบทาง

เคมีต่างๆ เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารสัตว์
สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยใช้
stomach tube ร่วมกับ vacuum pump จากโคนมแต่ละตัว
ในช่วงเวลาหลังการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดและแบ่งตัวอย่าง
ของเหลว ออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนแรกทำการวัด pH ทันทีด้วย จากนั้นเติมกรด
2N H₂SO₄ เพื่อหยุดกระบวนการหมักของจุลินทรีย์
นำมาปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3000 รอบต่อ
นาที ใช้เวลา 10 นาที เก็บส่วนที่เป็นของเหลวใส ประมาณ
20-30 มิลลิลิตร นำมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20
องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH₃-N) ด้วยเครื่อง Kjeltac
Auto 1030 Analyzer ตามวิธีการกลั่นของ Bromner and
Keeney (1965)

ส่วนที่สอง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจาก
กระเพาะหมัก เพื่อนำมาศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์
ภายในกระเพาะหมักได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว และ
เชื้อรา โดยวิธีการนับตรง (direct count method) ตามวิธี
การของ Abe et al. (1981) และทำการเพาะเลี้ยงแบคทีเรีย
เพื่อนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียแต่ละกลุ่ม โดยใช้
roll tube technique ตามวิธีการของ Hungate (1966) ซึ่ง
กลุ่มแบคทีเรียที่ทำการศึกษาได้แก่ แบคทีเรียที่ย่อยสลาย
เซลลูโลส (cellulolytic bacteria) แบคทีเรียที่ย่อยโปรตีน
(proteolytic bacteria) แบคทีเรียที่ย่อยแป้ง (amylolytic
bacteria) และ total viable count bacteria โดยใช้
อาหารเลี้ยงเชื้อที่เฉพาะต่อแบคทีเรียแต่ละกลุ่ม ตามราย
ละเอียดของ Hobson (1969)

ตัวอย่างน้ำนมสุ่มเก็บ 2 วันสุดท้ายของแต่ละ
ช่วงการทดลองติดต่อกัน โดยเก็บในช่วงเย็นและช่วงเช้า
ของวันถัดมา นำมารวมเข้าด้วยกันตามสัดส่วนของน้ำนม
ที่ได้ เก็บไว้ในขวดที่มี potassium dichromate (K₂ Cr₂
O₇) 250 มิลลิกรัม เพื่อรักษาสภาพของน้ำนม และเก็บ
ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอวิเคราะห์หาองค์
ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีน (protein), ไขมัน (fat),
แลคโตส (lactose), ของแข็งทั้งหมด (total solid, TS),
และของแข็งที่ไม่รวมไขมัน (solid-not-fat, SNF) ด้วย
เครื่อง Milkoscan (Model 133 V3 7 GB)

การชั่งน้ำหนักโคนมทำการชั่งน้ำหนักช่วงปรับ การทดลอง และก่อนเริ่มการทดลองในแต่ละระยะทดลอง เพื่อคำนวณหาปริมาณการกินได้ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัว (%BW) และหน่วยกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว ($\text{g}/\text{kgW}^{0.75}$)

ข้อมูลต่างๆ จากการทดลอง วิเคราะห์ผลทาง สถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) ตาม แผนการทดลองแบบ Switch back design โดยใช้ Proc GLM เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple rang test (SAS, 1985)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ที่ใช้ในงานทดลองแสดงใน Table 2 พบว่าอาหารหยาบ คือฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบ 6.8 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับ Wanapat (1983) ซึ่งรายงานไว้ ที่ 6.9 เปอร์เซ็นต์ แต่ต่ำกว่า Hart and Wanapat (1992) รายงานไว้ที่ 7.4 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบทางเคมีของ ฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ อาจแตกต่างกันไปบ้าง ทั้งนี้ อาจเนื่องจากพันธุ์ข้าว แหล่งที่มาของฟางข้าว และอัตราการ ใส่ปุ๋ยในนาข้าว ส่วนโปรตีนหยาบของอาหารก่อน คุณภาพสูงที่ไม่มีมันเฮย์ มีโปรตีนหยาบ 36.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์มีโปรตีนหยาบ 33.2 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับ เกรียงศักดิ์ (2539) รายงานไว้ ที่ 35.6-36.5 เปอร์เซ็นต์ แต่ต่ำกว่าที่ Wanapat et al. (1999) รายงานไว้ที่ 43.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเนื่องจากผล ขององค์ประกอบของอาหารก่อนคุณภาพสูงที่แตกต่างกัน

ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ พบว่าโคนม กลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์ มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่ไม่มี มันเฮย์ และกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริม ตามลำดับ ($p>0.05$) ปริมาณการกินได้ทั้งหมดคิดเป็นกิโลกรัมต่อวัน พบว่า โคนมกลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มี มันเฮย์มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ เกรียงศักดิ์ (2539) Wanapat et al.(1996); Wanapat et al.(1999) (Table 3)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ พบว่า โคนมที่ได้รับการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์ มีค่าสูงกว่ากลุ่มไม่ได้เสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกับรายงานของ เกรียงศักดิ์ (2539) และ เฉลิมพล (2543) ทั้งนี้อาจเนื่องจากอาหารก่อน คุณภาพสูงโดยเฉพาะสูตรที่มีมันเฮย์ มีแหล่งคาร์โบไฮเดรต ที่ย่อยสลายได้ง่ายและมีแหล่งไนโตรเจนที่ย่อยได้เร็ว ทำให้ จุลินทรีย์ใช้ประโยชน์ได้และเติบโตเพิ่มประชากรมากขึ้น มีผลให้มีการย่อยสลายอาหารเพิ่มมากขึ้น (Table 3)

ระดับความเป็นกรด-ด่างของของเหลวภายใน กระจกเพาะหมักของโคนม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.5-6.6 สอดคล้องกับ เมธา (2533) ซึ่งกล่าวว่า ระดับที่เหมาะสม ของความเป็นกรด-ด่างในกระจกเพาะหมักมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-7.0 ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ในกระจกเพาะหมัก (Table 4) ส่วนระดับของแอมโมเนีย- ไนโตรเจนของของเหลวในกระจกเพาะหมักของโคนม พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 8.0-9.1 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$) ใกล้เคียงกับ เกรียงศักดิ์ (2539) รายงาน ว่าการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงมีผลให้แอมโมเนีย- ไนโตรเจนในกระจกเพาะหมักเป็น 7.9-8.4 มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์และใกล้เคียงกับ Satter and Slyter (1974) รายงานระดับที่เหมาะสมของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในกระจกเพาะหมักอยู่ในช่วง 5-8 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Table 4)

การประเมินประชากรของจุลินทรีย์ในกระจก เพาะหมักของโคนมโดยวิธีนับตรง พบว่าประชากรของ แบคทีเรีย และซุโอสปอร์ของเชื้อรา ในกลุ่มที่เสริมอาหาร ก่อนคุณภาพสูงมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม โดย เฉพาะกลุ่มที่เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 4) สอดคล้องกับ Garg and Gupta (1992) และ Koakhunthod and Wanapat (2000) ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจาก คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่ายและไนโตรเจนที่ย่อยได้เร็ว ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานและแอมโมเนียในการสังเคราะห์ เซลล์จุลินทรีย์ และเมื่อพิจารณาถึงสัมประสิทธิ์การย่อยได้ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้จะมีผลทางเดียวกันกับ ประชากรแบคทีเรียและซุโอสปอร์ของเชื้อราที่ประเมินได้

โดยการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงมีผลให้ประชากรแบคทีเรียและซุโอสปอร์ของเชื้อราเพิ่มขึ้น ซึ่งซุโอสปอร์ของเชื้อรา เมื่อเจริญเป็นเชื้อราจะแทง rhizoid ในชิ้นส่วนของอาหารทำให้ชิ้นส่วนอาหารแตกออกและแบคทีเรียสามารถเข้าย่อยได้ง่ายขึ้นส่งผลเพิ่มสัมประสิทธิ์การย่อยได้ให้สูงขึ้น (Preston and Leng, 1987)

ส่วนประชากรของโปรโตซัวในกระเพาะหมักของโคนมที่ประเมินโดยวิธีนับตรง พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) แต่กลุ่มที่เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์มีแนวโน้มต่ำที่สุด (Table 4) ทั้งนี้ อาจเนื่องจากในมันเฮย์มีสารประกอบแทนนิน ชนิดคอนเดนซ์แทนนิน (condensed tannin) ซึ่งมีผลในการช่วยลดจำนวนโปรโตซัวในกระเพาะหมัก (Wang et al., 1994)

กลุ่มแบคทีเรียในกระเพาะหมักที่ได้จากการเพาะเลี้ยง พบว่าแบคทีเรียมีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียที่ย่อยสลายเซลลูโลส แบคทีเรียที่ย่อยสลายแป้ง และแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มสูงขึ้นในกลุ่มที่ได้รับอาหารก่อนคุณภาพสูง และสูงสุดเมื่อได้รับอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์ สอดคล้องกับจำนวนประชากรแบคทีเรียที่ได้จากการนับโดยวิธีนับตรง (Table 4)

ผลผลิตและองค์ประกอบนํ้านม (Table 5) พบว่าปริมาณนํ้านมในกลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงทั้งสองสูตร มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปริมาณนํ้านมปรับระดับไขมันที่ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ในโคกลุ่มที่ได้รับอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์ สูงกว่ากลุ่มที่เสริมอาหารก่อนที่ไม่มีมันเฮย์ และกลุ่มที่ไม่ได้เสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Wanapat et al. (1996) พบว่าการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงทำให้ผลผลิตนํ้านมสูงขึ้น

ส่วนผลการวิเคราะห์องค์ประกอบนํ้านม ได้แก่ โปรตีน น้ำตาลแลคโตส และของแข็งไม่รวมไขมัน มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนไขมัน และของแข็งทั้งหมดมีค่าสูงสุดเมื่อเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มี

มันเฮย์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับ Wanapat (1999) รายงานว่าการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงมีผลเพิ่มองค์ประกอบนํ้านมให้สูงขึ้น

ผลตอบแทนเปรียบเทียบเชิงเศรษฐกิจจากการผลิตนํ้านมพบว่ากลุ่มที่เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาปริมาณนํ้านมปรับระดับไขมันที่ 3.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่ากลุ่มที่เสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงสูตรที่มีมันเฮย์ ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด ($p<0.05$) (Table 6)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่าการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูง โดยเฉพาะการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงที่มีมันเฮย์ มีผลให้เพิ่มปริมาณการกินได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ปริมาณนํ้านมและองค์ประกอบนํ้านม ตลอดจนผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่า นอกจากนี้ยังปรับปรุงนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนทั้งในส่วนของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนด้วย

สามารถใช้ผลการวิจัยเป็นข้อมูลประกอบการให้อาหารโคนม โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจากผลวิจัยจะเห็นได้ว่าโคนมได้รับฟางข้าวหมักยูเรีย ร่วมกับอาหารข้นและการเสริมด้วยอาหารก่อนคุณภาพสูงสูตรที่มีมันเฮย์ ซึ่งมีส่วนประกอบของแหล่งโปรตีนไหลผ่าน แหล่งพลังงาน และไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ง่ายโดยเสริมให้สัตว์ได้เลี้ยงกินเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน อันเป็นกลยุทธ์สำคัญในการเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของอาหารหยาบ โดยเฉพาะฟางขาว ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า มีผลเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการหมัก ผลผลิตและองค์ประกอบนํ้านมและให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดี

ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในโคนมที่ให้นมในระยะต่างๆ หรือตลอดช่วงเวลาการให้นม รวมทั้งศึกษาในระดับเกษตรกร เพื่อให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมมากขึ้น อันจะนำไปสู่การนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณโครงการวิจัยอาหารโคนมที่สนับสนุนในการทำวิจัย ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนสัตว์ทดลอง และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ค.ส.) จ.ขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนม และขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโท สาขาโภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง และเจ้าหน้าที่โครงการวิจัยอาหารโคนมทุกท่านที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ สะอาดรักษ์. 2539. ผลของการเสริมอาหารเม็ดคุณภาพสูงต่อปริมาณการกินได้ รูปแบบของกระบวนการหมักในรูเมน ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เฉลิมพล เยื้องกลาง. 2542. ผลของระดับการเสริมอาหารก่อนคุณภาพสูงและระดับอาหารชั้นต่อกระบวนการหมักในรูเมน ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. กรุงเทพฯ: ฟีนีเพลบลิชซิ่ง.
- Abe N., T. Iriki, N. tobe and H. Shibui. 1981. Sequestration of holotrich protozoa in the reticulo-rumen of cattle. *App. Environ. Microbiol.* 41: 758.
- A.O.A.C. 1985. *Official Method of Analysis*. 14th ed. The Association of Official Analytical Chemistry, Washington D.C., U.S.A.
- Bromner, J.M. and D.R. Keeney. 1965. Steam distillation methods of determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Anal. Clin. Acta.* 32: 485.
- Cheva-Isarakul B. and B. Cheva-Isarakul. 1991. Ureamolasses multinutrient block supplementary on straw digestibility. In: *Proc. Utilization of straw in ruminants production systems*. Malasian agriculture research and development institute. Malasia.
- Chiquette, J., K.J. Cheng, L.M. Rode and Milligan. 1989. Effect of tannin on the digestibility of two isosynthetic strains of birdsfoot trefoil (*Lotus coniculatus l.*) on feed digestibility and rumen fluid composition in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 69: 1031.
- Garg, M.R. and B.N. Gupta. 1992. Effect of supplementing urea molasses mineral block lick to straw based diet on DM intake and nutrients utilization. *Asian. Aus. J. Anim. Sci.* 5(1): 39.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. *Forage Fiber Analysis*. ARS Handbook. No. 397, USDA, Washington, DC.
- Hart, F.J. and M. Wanapat. 1992. Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swamp buffaloes. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 5: 617.
- Hopson, P.N. 1969. Rumen bacteria. *Meth Microb.* 3B: 53.
- Hungate, R.F. 1969. Aroll tube method for cultivation of strict anaerobes. *Meth Microb.* 3B: 117.
- Koakhunthod, S and M. Wanapat. 2000. Effects of high-quality feed block and extracted rice bran supplementation on feed intake, rumen fermentation and microbial population in beef cattle fed on urea-treated rice straw. In: *Proc 9th AAAP Animal Science Congress*, University of New South Wales, Sydney, Australia. Vol. 13 (B): 235.
- Lucus, H.L. 1956. Switch back trial for more than two treatments. *J. Dairy Sci.* 39: 146.
- Perez-maldonado, R.A., B.W. Norton and G.L. Kerven. 1995. Factors affecting in vitro fermentation tannin-protein complexes. *J. Sci. Food. Agric.* 69: 291.

- Preston, R.R. and R.A. Leng. 1987. **Matching Ruminant Production System With Available Resources in the Tropic and Sub-tropics.** Amidale: Penambul Books. Australia.
- SAS , **User's Guide: Statistics.** 1985. SAS. Inst Cary, NC.
- Satter, L.D. and L.L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein productin in vi tro. **Br. J. Nutr.** 32: 199.
- Van Keulen, J. and B.A. Young. 1977. Evaluation of a acid insoluble ash as anatural marker in ruminant digestibility studies. **J. Anim. Sci.** 40: 281.
- Wanapat, M., K. Sommart, O. Pimpa and S. Boonsorn. 1996. Supplementation of high quality feed pellet to increase milk productivity at small holder farmer level. In: **Proc. The 8th AAAP Animal Science Congress,** Japanese Society of Zootechnical Science, Tokyo, Vol. 2: 158.
- Wanapat, M. 1999. **Feeding Ruminants in the Tropics Based on Local Feed Resources.** Khon Kaen Publishing Company Ltd, KhonKaen, Thailand, 236 pp.
- Wanapat, M., A. Petlum and O. Pimpa. 1999. Strategic supplementation with a high quality feed block on roughage intake, milk yield and composition and economic return in lactating dairy cows. **Asian. Aus. J. Anim. Sci.** 12(6): 901.
- Wanapat, M., A. Petlum and O.Pimpa 2000a. Supplementation of cassava hay to replace concentrate use in lactating Holstein-Fresian crossbreds. **Asian. Aus. J. Anim. Sci.** 13: 600.
- Wanapat, M., T. Puramongkon and W. Siphuak. 2000b. Feeding of cassava hay for lactating dairy cows. **Asian-Aus. J. Anim. Sci.** 13: 478.
- Wanapat, M. 2001. Role of cassava hay as animal feed in the tropics. In **Proc. International workshop on Current Research and Development on Use of Cassava as Animal Feed.** (Editor: T.R. Preston, B. Ogle And M. Wanapat) Khon Kaen University, Thailand.
- Wang, Y., G.C. Wanghorn, T.N. Barry and L.D. Shelton. 1994. The effect of condensed tannins in Lotus cornicutus on plasma metabolism of methionine, cystine and inorganic supply by sheep. **Br. J. Nutr.** 72: 923.

Table1 Ingredients mixture of high-quality feed block (HQFB) (% by weight)

Ingredient	HQFB1	HQFB2
Molasses	40	42
Rough rice bran	30	0
Cassava hay	0	30
Urea	13	11
Sulphur	1	1
Mineral mixed	1	1
Salt	1	1
Tallow	2	2
Cement	12	12
Total	100	100

HQFB1=high-quality feed block without cassava hay

HQFB2=high-quality feed block with cassava hay

Table 2 Chemical composition of urea-treated rice straw (UTS), concentrate, high-quality feed block without cassava hay (HQFB1), high-quality feed block with cassava hay (HQFB2) (as% of dry matter)

Item	DM	OM	CP	NDF	ADF
UTS	55.2	83.6	6.8	83.0	58.1
Concentrate	85.0	92.2	13.6	24.3	10.7
HQFB1	79.8	76.4	36.0	26.2	20.2
HQFB2	80.2	76.1	33.2	23.2	17.2

DM=dry matter, OM=organic matter, CP=crude protein, NDF=neutral-detergent fiber
ADF=acid-detergent fiber

Table 3 Effect of cassava hay in high-quality feed block (HQFB) supplementation on voluntary feed intake and dry matter digestibility in lactating dairy cows.

Item	control	HQFB1	HQFB2	SEM
UTS DM intake				
kg/day	5.4	5.6	6.2	0.17
%BW	1.44	1.55	1.57	0.03
g/kg W ^{0.75}	63.6	67.5	70.1	1.59
Total DM intake				
kg/day	9.2 ^a	10.1 ^{ab}	11.1 ^b	0.31
%BW	2.43	2.78	2.82	0.07
g/kg W ^{0.75}	107.3 ^a	121.4 ^b	125.4 ^b	3.04
Digestion coefficient of DM, %	48.4 ^a	51.1 ^{ab}	53.4 ^b	0.76

^{ab} The values in the same rows with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

HQFB1=high-quality feed block without cassava hay

HQFB2=high-quality feed block with cassava hay

SEM=standard error of the means

Table 4 Effect of cassava hay in HQFB supplementation on pH, NH₃-N and microbial population in the rumen of lactating dairy cows.

Item	control	HQFB1	HQFB2	SEM
pH	6.64	6.50	6.59	0.07
NH ₃ -N (mg %)	8.0	8.6	9.1	0.71
Bacteria (X 10 ⁹ cells/ml)	6.6	6.7	7.2	3.05
Protozoa (X10 ⁵ cells/ml)	6.3	6.2	6.1	0.34
- holotrich (X10 ⁵ cells/ml)	2.3	2.3	2.4	0.52
- entodiniomorp (X10 ⁵ cells/ml)	4.0	3.9	3.7	0.83
Fungal zoospore (X10 ⁷ cells/ml)	3.0	3.8	4.2	3.87
Total viable count (X10 ¹⁰ CFU/ml)	2.5	2.9	3.2	0.23
Cellulolytic bacteria (X10 ⁹ CFU/ml)	3.0	3.2	3.5	0.27
Amylolytic bacteria (X10 ⁸ CFU/ml)	1.6	2.2	2.2	0.15
Proteolytic bacteria (X10 ⁸ CFU/ml)	1.7	2.0	2.1	0.19

HQFB1=high-quality feed block without cassava hay

HQFB2=high-quality feed block with cassava hay

SEM=standard error of the means

Table 5 Effect of cassava hay in HQFB supplementation on milk yield and milk compositions in lactating dairy cows.

Item	control	HQFB1	HQFB2	SEM
Milk yield				
Milk yield, kg/day	7.58 ^a	8.85 ^b	9.36 ^b	0.44
Milk yield, 3.5% FCM, kg/day	7.66 ^a	8.43 ^b	9.94 ^c	0.46
Fat, kg/day	0.27 ^a	0.29 ^a	0.37 ^b	0.02
Protein, kg/day	0.23 ^a	0.25 ^a	0.31 ^b	0.02
Milk compositions				
Fat, %	3.39 ^a	3.53 ^{ab}	4.08 ^b	0.16
Protein, %	2.87	2.96	3.32	0.11
Lactose, %	5.01	4.85	5.00	0.04
SNF, %	7.98	8.01	8.01	0.42
TS, %	12.11 ^a	12.03 ^a	13.09 ^b	0.25

^{ab}The values in the same rows with different superscripts differ (p<0.05)

HQFB1=high-quality feed block without cassava hay

HQFB2=high-quality feed block with cassava hay

FCM = fat corrected milk

SNF=solid-not-fat, TS=total solid

3.5%FCM = 0.432 (kg of milk) + 16.216 (kg of fat)

SEM=standard error of the means

Table 6 Effect of high-quality feed block (HQFB) supplementation on feed cost and net benefit

Item	control	+HQFB1	+ HQFB2	SEM
Feed cost, Baht/d	42.1 ^a	47.8 ^b	52.4 ^c	1.58
Milk income, Baht/d	83.3 ^a	97.4 ^b	102.9 ^b	4.79
Milk income 3.5% FCM, Baht/d	84.3 ^a	92.6 ^a	109.3 ^b	5.07
Income over feed, Baht/d	41.1	49.6	50.5	3.60
3.5% FCM, Income over feed, Baht/d	42.2 ^a	44.9 ^a	56.9 ^b	3.87

^{abc} Values in the same rows with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$)

+HQFB1= supplementation of high-quality feed block without cassava hay

+HQFB2= supplementation of high-quality feed block with cassava hay

SEM = standard error of the means

Urea-treated rice straw (2.00 Baht/kg)

Concentrate (5.10 Baht/kg)

High-quality feed block (without cassava hay) (5.62 Baht/kg)

High-quality feed block (with cassava hay) (5.56 Baht/kg)

Milk price (11.00 Baht/kg)