ผลของการใช้น้ำมันปาล์มดิบและถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันในอาหารผสมครบส่วนที่มีต้นข้าวโพดฝักอ่อนหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งของอาหารหยาบต่อการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน สมรรถภาพการขุน ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ และต้นทุนการผลิตโคนมเพศผู้ตอน

Effect of Crude Palm Oil and Full Fat Soybean as a Lipid Source in Total Mixed Ration Containing Either Baby Corn Stalk or Napier Grass Silage as a Roughage Source on Ruminal Fermentation, Feedlot Performance, Carcass Characteristics, Meat Quality and Production Cost of Dairy Steers

อัญชลี คงประดิษฐ์[1] ภูมพงศ์ บุญแสน[1] สุธิษา มาเจริญ[1] วิสูตร ไมตรีจิตต์[1] และ สุริยะ สะวานนท์[1*]

Anchalee Khongpradit[1] Phoompong Boonsaen[1] Sutisa Majarune[1] Wisut Maitreejet[1] and Suriya Sawanon[1*]

Received: April 5, 2022
Revised: June 29, 2022
Accepted: July 4, 2022

Abstract: This study was to evaluate the effects of crude palm oil or full fat soybean in total mixed ration (TMR) containing either baby corn stalk or Napier grass silage as a roughage source on rumen fermentation, feedlot performance, carcass characteristics, meat quality and production cost of dairy steers. Forty crossbred dairy steers (>75% Holstein Friesian) with an initial weight of 510.00 ± 39.00 kg were used in feeding experiments over 5 months. Steers were fed TMR with 85:15 as concentrate: roughage ratio. The experimental design was a completely randomized design (CRD) and consisted of four TMR as a follows 1) full fat soybean as a lipid source and baby corn stalk silage as a roughage source (FSBCS), 2) full fat soybean as a lipid source and Napier grass silage as a roughage source (FSNS), 3) crude palm oil as a lipid source and baby corn stalk silage as a roughage source (POBCS) and 4) crude palm oil as a lipid source and Napier grass silage as a roughage source (PONS). The results showed that weight gain and average daily gain (ADG) of steers fed FSBCS tended to be higher than the other diets ($P=0.05$). FSBCS and POBCS had higher fat thickness than FSNS and PONS ($P<0.01$). However, the profit of animal fed FSBCS was higher than FSNS, POBCS and PONS, respectively.

Keywords: full fat soybean, crude palm oil, Napier grass silage, baby corn stalk silage, dairy steers

บทคัดย่อ: การศึกษาผลของน้ำมันปาล์มดิบหรือถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันในอาหารผสมครบส่วน (TMR) ร่วมกับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งของอาหารหยาบต่อการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน สมรรถภาพการขุน ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ และต้นทุนในการขุนโคนมเพศผู้ตอน ใช้โคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน

[1] ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม ประเทศไทย 73140

[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand 73140

*Corresponding author: agrsusa@ku.ac.th

(>75 เปอร์เซ็นต์ โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน) จำนวน 40 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 510.00 ± 39.00 กิโลกรัม ทำการเลี้ยงขุนโคเป็นเวลา 5 เดือน โคได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีสัดส่วนของอาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบ ในสัดส่วน 85:15 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วยอาหารทดลอง 4 กลุ่ม คือ 1) อาหารผสมครบส่วนที่มีถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (FSBCS) 2) อาหารผสมครบส่วนที่มีถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันและหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (FSNS) 3) อาหารผสมครบส่วนที่มีน้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งไขมันและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (POBCS) และ 4) อาหารผสมครบส่วนที่มีน้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งไขมันและหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (PONS) จากการทดลองพบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของโคที่ได้รับอาหาร FSBCS มีแนวโน้มสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารกลุ่มอื่น (P=0.05) โคที่ได้รับอาหาร FSBCS และ POBCS มีความหนาของไขมันสันหลังมากกว่าโคกลุ่ม FSNS และ PONS (P<0.01) อย่างไรก็ตามโคที่ได้รับอาหาร FSBCS ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าโคที่ได้รับอาหาร FSNS, POBCS และ PONS ตามลำดับ

คำสำคัญ: ถั่วเหลืองไขมันเต็ม, น้ำมันปาล์มดิบ, หญ้าเนเปียร์หมัก, ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมัก, โคนมเพศผู้

คำนำ

การผลิตเนื้อโคคุณภาพในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้โคลูกผสมสายเลือดโคเมืองหนาว เช่น โคลูกผสมชาร์โรเล่ส์ โคลูกผสมแองกัส โคลูกผสมวากิว และโคพันธุ์กำแพงแสน เพื่อให้โคเนื้อมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ดี คุณภาพซากดีและได้เนื้อที่มีคุณภาพดี แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการผลิตเนื้อโคคุณภาพดียังไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคในประเทศไทย ในขณะที่โคนมเพศผู้ซึ่งเป็นโคลูกผสมที่มีสายเลือดโคเมืองหนาวอยู่สูง จำนวนโคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนแม่โคนมรีดนม อย่างไรก็ตามโคนมเพศผู้ไม่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม เพราะไม่สามารถให้ผลผลิต (น้ำนม) เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมจะทำการเลี้ยงดูลูกโคนมเพศผู้ในระยะแรกเพียงไม่กี่วัน จากนั้นจะจำหน่ายออกจากฟาร์มในราคาถูกเพื่อตัดภาระการเลี้ยงดู อย่างไรก็ตามโคนมเพศผู้เหล่านั้นยังมีศักยภาพที่จะนำมาเลี้ยงขุนเพื่อผลิตเนื้อโคคุณภาพได้

การนำโคนมเพศผู้มาทำการเลี้ยงขุนด้วยอาหารที่ดีและเหมาะสมจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการผลิตเนื้อโคคุณภาพ เพื่อให้ได้เนื้อที่มีความนุ่มและมีไขมันแทรก การเลี้ยงโคขุนเพื่อให้ได้เนื้อโคที่มีคุณภาพจะต้องให้อาหารที่มีความสมดุลทางโภชนะและตรงกับความต้องการของโค โดยเฉพาะความสมดุลด้านพลังงานและโปรตีนเพื่อให้โคมีสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพเนื้อที่ดี แหล่งของวัตถุดิบที่ให้พลังงานสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้แก่ แป้ง (นพรัตน์และคณะ, 2553) ถั่วเหลืองไขมันเต็ม (สุริยะ และพีรชิต, 2554) น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะกอก และน้ำมันปาล์ม (Castro *et al.*, 2016) โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันปาล์มเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยสามารถหาซื้อได้ง่ายและมีราคาถูกกว่าน้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปาล์มมีสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน (50:50) และน้ำมันปาล์มมีกรดไขมันโอลิอิก (oleic acid) สูง ทำให้มีการไหลผ่านของกรดไขมันไปยังลำไส้เล็กได้มากขึ้นและลดการเกิด biohydrogenation ในกระเพาะรูเมน (Pavan *et al.*, 2007) นอกจากนี้ถั่วเหลืองไขมันเต็มหรือถั่วเหลืองทั้งเมล็ดที่ทำให้สุกด้วยความร้อนและไม่มีการสกัดไขมันออก มีโปรตีนประมาณ 38 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 18 เปอร์เซ็นต์ เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่ให้ทั้งพลังงานและปริมาณโปรตีนสูง สามารถใช้ในอาหารโคขุนได้ดีแต่มีราคาค่อนข้างแพง (สุริยะและพีรชิต, 2554) นอกจากนี้อาหารหยาบเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการเลี้ยงโคขุนเพื่อให้สัตว์มีการเคี้ยวเอื้องและสามารถลดการเกิดภาวะความเป็นกรดที่รุนแรงในกระเพาะรูเมนลงได้ หญ้าเนเปียร์เป็นหญ้าที่นิยมปลูกเนื่องจากเจริญเติบโตเร็ว

ให้ผลผลิตต่อไร่สูง และมีอายุในการเก็บเกี่ยวผลผลิตหลายปี ถ้าเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสมจะมีความน่ากินและมีคุณค่าทางโภชนะที่เหมาะสม (ไกรลาศ, 2556) ในขณะที่ต้นข้าวโพดฝักอ่อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนมีปริมาณโปรตีน 6–8 เปอร์เซ็นต์ในรูปของน้ำหนักแห้ง เกษตรกรนิยมนำมาใช้เป็นอาหารโคเนื้อและโคนมทั้งในรูปสดหรือหมัก เมื่อนำต้นข้าวโพดฝักอ่อนมาเลี้ยงโคขุนทำให้โคมีสมรรถภาพการผลิตที่ดี และมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าการใช้หญ้าขนสด (ชุติพงศ์, 2556) อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับการใช้น้ำมันปาล์มหรือถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นวัตถุดิบอาหารที่ให้พลังงานสูง ร่วมกับการใช้หญ้าเนเปียร์หมักหรือต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเป็นส่วนผสมในอาหารผสมครบส่วนสำหรับการเลี้ยงโคนมเพศผู้ขุนมีการศึกษาวิจัยกันน้อยมาก

ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบการใช้น้ำมันปาล์มดิบกับถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารที่ให้พลังงานสูง ร่วมกับการใช้หญ้าเนเปียร์หมักกับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักที่ใช้เป็นแหล่งของอาหารหยาบในอาหารผสมครบส่วนในการขุนโคนมเพศผู้ตอนให้ได้เนื้อที่มีคุณภาพดี และความคุ้มค่าในการนำมาใช้เป็นอาหารโคขุน

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์และโรงเรือนทดลอง

การทดลองใช้โคลูกผสมสายพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน (มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์) เพศผู้ตอนที่น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 510.00 ± 39.00 กิโลกรัม จำนวน 40 ตัว (เลี้ยงแบบขังคู่) โดยแบ่งโคออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัว ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 5 เดือน ก่อนเริ่มการทดลองทำการฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยถ่ายพยาธิภายในโคทุกตัวตามโปรแกรม โคได้รับอาหารและน้ำสะอาดอย่างเต็มที่ โดยได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง (มื้อเช้า 7.30 น. และมื้อเย็น 16.00 น.) ทำการชั่งอาหารที่ให้โคกินและชั่งอาหารที่เหลือจากการกินของโคทุกวัน เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในรูปของน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่อวัน ทำการเลี้ยงสัตว์ทดลองที่หน่วยวิจัยสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ภายใต้มาตรฐานการเลี้ยงสัตว์ทดลองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ACKU60–AGK–004)

อาหารทดลองและการให้อาหาร

อาหารทดลองประกอบด้วยอาหารข้น 2 สูตร คือ สูตรที่มีส่วนผสมของถั่วเหลืองไขมันเต็ม และสูตรที่มีส่วนผสมของน้ำมันปาล์มดิบ 2.5 เปอร์เซ็นต์ และมีแหล่งของอาหารหยาบ 2 ชนิด คือ ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมัก และหญ้าเนเปียร์หมัก โดยที่ต้นข้าวโพดฝักอ่อนตัดที่อายุ 60-65 วัน หลังจากที่มีการเก็บฝักอ่อนออกไปแล้วจะทำการตัดลำต้นข้าวโพดและนำมาสับให้มีความยาว 1-2 เซนติเมตร และทำการหมักใส่ถุงดำขนาด 25 กิโลกรัม ส่วนหญ้าเนเปียร์ตัดที่อายุ 70-75 วัน แล้วนำมาสับให้มีความยาว 1-2 เซนติเมตร และทำการหมักใส่ถุงดำขนาด 25 กิโลกรัม

การให้อาหารทดลอง ทำการให้ในรูปแบบอาหารผสมครบส่วนที่มีสัดส่วนของอาหารข้นต่ออาหารหยาบเท่ากับ 85:15 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง โดยนำอาหารข้นและอาหารหยาบมาผสมหน้าคอกก่อนที่จะให้โคกินในแต่ละมื้อตามสัดส่วนที่กำหนด ดังนั้นอาหารทดลองประกอบด้วยอาหารผสมครบส่วน 4 สูตร คือ 1) อาหารผสมครบส่วนที่มีถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (FSBCS) 2) อาหารผสมครบส่วนที่มีถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันและหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (FSNS) 3) อาหารผสมครบส่วนที่มีน้ำมันปาล์มดิบ 2.5% เป็นแหล่งไขมันและต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (POBCS) และ 4) อาหารผสมครบส่วนที่มีน้ำมันปาล์มดิบ 2.5% เป็นแหล่งไขมันและหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ (PONS) ดังแสดงในตารางที่ 1

Table 1 Ingredients and chemical compositions of TMR diets

Item	FSBCS	FSNS	POBCS	PONS	BCS	NS
Ingredient						
Cassava chip	40.00	40.00	40.00	40.00		
Defatted palm kernel meal	20.00	20.00	20.00	20.00		
Full fat soybean	15.00	15.00	0.00	0.00		
Soybean meal	0.00	0.00	12.50	12.50		
Crude palm oil	0.00	0.00	2.50	2.50		
Ground corn	13.00	13.00	13.00	13.00		
Molasses	9.00	9.00	9.00	9.00		
Urea	1.50	1.50	1.50	1.50		
Vitamin and mineral mixture[a]	0.50	0.50	0.50	0.50		
Sulfur	0.10	0.10	0.10	0.10		
Salt	0.20	0.20	0.20	0.20		
Dicalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00		
Sodium bicarbonate	0.50	0.50	0.50	0.50		
Baby corn stalk silage	15.00	0.00	15.00	0.00		
Napier grass silage	0.00	15.00	0.00	15.00		
Chemical composition*						
Dry matter (%)	75.89	75.36	75.16	74.64	22.00	19.38
Crude protein (%DM)	14.76	14.15	13.92	14.31	5.42	7.39
Crude fat (%DM)	3.18	3.07	3.08	2.97	1.53	0.97
Ash (%DM)	6.70	5.87	7.08	6.24	9.71	5.53
Calcium (%DM)	0.90	0.91	0.78	0.79	0.56	0.61
Phosphorus (%DM)	0.40	0.40	0.35	0.35	0.15	0.16
Neutral detergent fiber (%DM)	27.58	25.93	29.52	27.86	67.43	59.15
Acid detergent fiber (%DM)	22.07	19.93	20.93	18.79	48.53	37.83
Organic matter (%DM)	93.30	94.13	92.92	93.76	90.29	94.47
Total carbohydrate (%DM)[b]	75.36	76.91	75.92	76.48	83.34	86.11

Note: FSBCS = full fat soybean in concentrate with baby corn stalk silage; FSNS = full fat soybean in concentrate with Napier grass silage; POBCS = palm oil in concentrate with baby corn stalk silage; PONS = palm oil in concentrate with Napier grass silage; BCS = baby corn stalk silage; NS = Napier grass silage

[a] Agromix beef No. 46: vitamin A = 2,160,000 IU, vitamin B3 = 100,000 IU, vitamin E = 5,000 IU, Mn = 8.5 g, Zn = 6.4 g, Cu = 1.6 g, Mg = 16 g, Co = 320 mg, I = 800 mg, Se = 32 mg (Agromix beef No.46: A.I.O. Co. LTD, Nakhon Pathom, Thailand)

[b] Total carbohydrate was calculated (100% – (Crude protein + Ether extract + Ash%) (Sniffen *et al*., 1992)

* Chemical compositions were analyzed

การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1. สมรรถภาพการผลิต โคจะได้รับอาหารทดลองเป็นเวลา 5 เดือน โดยทำการชั่งน้ำหนักโคก่อนเริ่มการทดลองและทำการชั่งน้ำหนักโคทุกๆ 1 เดือน ด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอล นำมาวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต (average daily gain; ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio; FCR)

2. สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารเพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ โปรตีนรวม (crude protein) ไขมันรวม (ether extract) เถ้า (ash) แคลเซียม (calcium) ฟอสฟอรัส (phosphorus) อินทรียวัตถุ (organic matter) (AOAC, 2019) เยื่อใยในรูปผนังเซลล์ (neutral detergent fiber; NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในกรด (acid detergent fiber; ADF) (AOAC, 2016) คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (total carbohydrate) ได้จากการคำนวณตามวิธีของ Sniffen *et al*. (1992)

3. สุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ของสัตว์ทดลองทุกตัวหลังให้อาหารมื้อเช้า 4 ชั่วโมง ในวันสุดท้ายของการทดลอง โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump สุ่มเก็บปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทำการแยกออกเป็นสองส่วน ส่วนแรก 50 มิลลิลิตร ทำการวัดค่า pH ทันที ส่วนที่สอง 50 มิลลิลิตร นำตัวอย่างไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายสายสั้น (short chain fatty acids; SCFA) ด้วยวิธี gas chromatography (Watabe *et al*., 2018) และแอมโมเนีย–ไนโตรเจน (Weatherburn, 1967)

4. เก็บตัวอย่างเลือดโคหลังให้อาหารมื้อเช้า 4 ชั่วโมง ในวันสุดท้ายของการทดลอง จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของกลูโคส (blood glucose) (Schmid and Forstner, 1986) และยูเรีย (blood urea) (Croker, 1967) ในกระแสเลือด

5. เก็บข้อมูลลักษณะซากและคุณภาพเนื้อ เมื่อสิ้นสุดการทดลองโคจะนำส่งโรงฆ่าตามแบบการฆ่าสากล ณ บริษัทประกอบบีฟ จำกัด ทำการเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น และวัดค่า pH ในเนื้อสันนอกหลังจากสัตว์ตาย 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการบ่มซากโคไว้ที่อุณหภูมิ 2–4 องศาเซลเซียส แล้วทำการวัดค่า pH ในเนื้อสันนอกที่เวลา 48 ชั่วโมง และ 7 วัน ตามลำดับ เมื่อทำการบ่มซากโคครบ 7 วัน ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อโค (เนื้อสันนอก) บริเวณกระดูกซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 ของซากซีกขวา เพื่อวัดความหนาไขมันเส้นหลัง (Orellana *et al*., 2009) วัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันด้วยเครื่อง LI–3100c Area Meter (Li–COR Biosciences, Lincoln, NE, USA) ตามวิธีของ Cacere *et al*. (2014) วัดระดับไขมันแทรกตามมาตรฐานของ มกอช. 6001–2547 (จุฑารัตน์และญานิน, 2548) วัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อสันด้วยเครื่อง Materials testing machine (Lloyd LR5K) กำหนดให้ความเร็วในการตัด 200–250 มิลลิเมตร/วินาที ด้วยหัววัดกำลัง ระยะทาง 2.5 เซนติเมตร ทำซ้ำตัวอย่างละ 15 ซ้ำ วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) (Honikel, 1987) วัดค่าสีของเนื้อด้วยเครื่อง Hunter Lab's Miniscan EZ และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ โดยวัดปริมาณไขมันในเนื้อ (AOAC, 2016)

6. เก็บข้อมูลต้นทุนการผลิต ทำการบันทึกข้อมูลด้านต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้นจริงเมื่อปี พ.ศ. 2561 ได้แก่ ค่าพันธุ์สัตว์ ค่าอาหารข้น ค่าอาหารหยาบ ต้นทุนผันแปรอื่น (other variable costs) ได้แก่ ค่ายาและวัคซีน ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าวัสดุอุปกรณ์ ค่าเสื่อมโรงเรือน และค่าเสียโอกาสในเงินลงทุน (6 เปอร์เซ็นต์) รายรับคำนวณจากราคาซื้อซากโคของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยราคาซื้อซากโคจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอกที่มากขึ้นและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ซึ่งเป็นไปตามระเบียบของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ว่าด้วยการลงทะเบียนโคและการเกรดซากโค

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสมรรถภาพการขุน ได้แก่ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดในรูปวัตถุแห้ง ค่าชีวเคมีของเลือด (blood glucose และ blood urea)

และลักษณะต่างๆ ของของเหลวในกระเพาะรูเมน ลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของโคนมเพศผู้ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's multiple comparison test และใช้ orthogonal contrasts เพื่อเปรียบเทียบดังนี้ 1) กลุ่มที่ได้รับ FS กับกลุ่มที่ได้รับ PO และ 2) กลุ่มที่ได้รับ BCS กับกลุ่มที่ได้รับ NS โดยใช้โปรแกรม R (R Core team, 2022) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ $P < 0.05$ และระดับแนวโน้มที่ $0.05 > P < 0.10$ ในส่วนของต้นทุนการผลิตแสดงในรูปค่าเฉลี่ย

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการแสดงใน (Table 1) พบว่า FSBCS, PONS, FSNS และ POBCS มีปริมาณโปรตีน 14.76, 14.31, 14.15 และ 13.92 เปอร์เซ็นต์ในรูปวัตถุแห้ง ตามลำดับ มีเยื่อใยในรูปผนังเซลล์ (NDF) 27.58, 25.93, 29.52 และ 27.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลิกโนเซลลูโลส (ADF) 22.07, 19.93, 20.93 และ 18.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยปกติอาหารโคควรมีระดับของเยื่อใยรูปผนังเซลล์ 25–35 เปอร์เซ็นต์ และลิกโนเซลลูโลส 19–22 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 2001) และอาหารผสมครบส่วนทุกสูตรมีองค์ประกอบของไขมันใกล้เคียงกัน

ปริมาณการกินได้และสมรรถภาพการเจริญเติบโต

สมรรถภาพการผลิตของโคนมเพศผู้ตอนในระยะสุดท้ายของการขุน ที่ได้รับถั่วเหลืองไขมันเต็มหรือน้ำมันปาล์มดิบเป็นแหล่งของไขมัน และมีต้นข้าวโพดหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งของอาหารหยาบ พบว่าโคในกลุ่ม PONS และ FSBCS มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีแนวโน้มสูงกว่าโคในกลุ่มอื่นๆ แต่ปริมาณการกินได้ทั้งหมดในรูปวัตถุแห้งไม่แตกต่างกัน (Table 2) เนื่องจากถั่วเหลืองไขมันเต็มมีองค์ประกอบของโปรตีนสูงถึง 38 เปอร์เซ็นต์ (สุริยะ และพีรชิต, 2554) และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด (สุกัญญา, 2539) นอกจากนี้การเสริมน้ำมันปาล์มดิบช่วยเพิ่มการไหลผ่านของพลังงาน (แป้งและไขมัน) ไปยังลำไส้เล็ก สอดคล้องกับ Montgomery *et al.* (2008) กล่าวว่าการเสริมไขมันในสูตรอาหารที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ ผนังเซลล์ แป้ง และไนโตรเจน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบแหล่งของไขมันในอาหารผสมครบส่วน พบว่าอาหารที่มีถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใช้น้ำมันปาล์มเป็นแหล่งของไขมัน (Table 2)

Table 2 Effects of TMR diets on growth performance and feed intake of dairy steers

Item	FSBCS	FSNS	POBCS	PONS	SEM	P–value		
						Treatments	L1	L2
Initial weight (kg)	506.88	505.00	518.50	506.70	42.80	0.96	0.76	0.70
Final weight (kg)	654.00	654.83	611.20	642.30	29.25	0.14	0.08	0.21
Weight gain (kg)	147.12	149.83	92.70	135.60	29.79	0.05	0.04	0.09
ADG (kg/d)	1.15	1.08	0.79	1.11	0.30	0.05	0.04	0.09
TMR intake (kgDM/d)	8.94	9.23	8.90	9.31	0.89	0.88	0.78	0.48
FCR	8.85	8.49	11.49	8.56	3.13	0.06	0.03	0.17

FSBCS = full fat soybean in concentrate with baby corn stalk silage; FSNS = full fat soybean in concentrate with Napier grass silage; POBCS = palm oil 2.5% in concentrate with baby corn stalk silage; PONS = palm oil 2.5% in concentrate with baby corn stalk silage.

SEM = standard error of the mean

L1 = Orthogonal contrasts (FSBCS, FSNS VS. POBCS, PONS)

L2 = Orthogonal contrasts (FSBCS, POBCS VS. FSNS, PONS)

ผลผลิตจากการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนและค่าชีวเคมีในเลือด

การใช้น้ำมันปาล์มดิบหรือถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งของไขมันร่วมกับการใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารผสมครบส่วนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนหลังจากให้อาหาร 4 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 6.17–6.37 (Table 3) ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (สุริยะ, 2561) แสดงให้เห็นว่าการใช้ไขมันและอาหารหยาบทั้งสองแหล่งไม่มีผลต่อกระบวนการหมักย่อยสารอาหารในกระเพาะรูเมน การเสริมน้ำมันหากเสริมในปริมาณที่เหมาะสมจะไม่ส่งผลกระทบต่อการย่อยเยื่อใย (สุริยะ, 2551; NRC, 2001) โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใยที่มีความอ่อนไหวต่อความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.0 จุลินทรีย์ย่อยเยื่อใยจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (สุริยะ, 2561; Russell and Wilson, 1996) ชีวเคมีของเลือด (blood glucose และ blood urea)

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย–ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนเมื่อโคได้รับอาหารผสมครบส่วนอยู่ระหว่าง 11.11–11.52 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อเดซิลิตร พบว่าแหล่งของไขมันและเยื่อใยที่แตกต่างกันในอาหารผสมครบส่วนไม่มีผลต่อค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย–ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน (P>0.05) สอดคล้องกับรายงานของ Montgomery *et al*. (2008) ได้ทำการทดลองเสริมไขมันที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง พบว่าการเสริมไขมันไม่มีผลต่อความเข้มข้นของแอมโมเนีย–ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน

ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายสายสั้นทั้งหมด กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (Table 3) เมื่อโคได้รับแหล่งของอาหารหยาบและแหล่งของไขมันต่างกัน ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนจะขึ้นกับอัตราการผลิตและการดูดซึมกรดไขมันระเหยง่ายผ่านกระเพาะรูเมน (เทอดชัย, 2548) ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายสายสั้นมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเป็นกรด–ด่างในกระเพาะรูเมน (บุญล้อม, 2546) สอดคล้องกับการรายงานของ Jordan *et al.* (2006) รายงานว่าการเสริมถั่วเหลืองไขมันเต็มหรือน้ำมันถั่วเหลืองในอาหารโคขุนที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่กินได้ในรูปวัตถุแห้ง พบว่าปริมาณกรดไขมันเหยง่ายในกระเพาะรูเมนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ Mastuba *et al*. (2019) ทำการศึกษาผลของการเสริมน้ำมันปาล์มโดยใช้เทคนิควัดปริมาณแก๊สพบว่าการเสริมน้ำมันปาล์มที่ระดับ 0 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของกรดไขมันเหยง่ายสายสั้นทั้งหมดไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเสริมในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายสายสั้นทั้งหมด กรดอะซิติกและกรดโพรพิโอนิกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดหลังจากโคกินอาหาร 4 ชั่วโมง มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 58.7–64.35 มิลิกรัมต่อเดซิลิตร (Table 3) สอดคล้องกับ Kaneko *et al*. (2008) กล่าวว่าความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดของโคอยู่ในช่วง 45–75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่ เมธา (2533) กล่าวว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องควรมีระดับความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดอยู่ในช่วง 40–60 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งอาจผันแปรขึ้นกับปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน กลูโคสในกระแสเลือดมีความสำคัญอย่างมากสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องเนื่องจากถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับตัวสัตว์ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ และส่วนใหญ่เป็นกลูโคสที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นจากกรดโพรพิโอนิก (เทอดชัย, 2548) กลูโคสมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับโคขุนที่ต้องได้รับพลังงานอย่างเพียงพอเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับตัวสัตว์และต้องมีเหลือมากพอที่จะนำมาเปลี่ยนเป็นกรดไขมันและสะสมเป็นไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อ จากการทดลองระดับของกลูโคสในกระแสเลือดอยู่ในระดับปกติและถือว่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงทุกกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่าโคทุกกลุ่มทดลองได้รับพลังงานอย่างเพียงพอ

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย–ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ

ความเข้มข้นของยูเรีย–ไนโตรเจนในเลือด โดยปกติความเข้มข้นจะเพิ่มสูงขึ้นหลังโคกินอาหาร 2–4 ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดกระบวนการย่อยสลายโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนเกิดขึ้นในระดับสูงที่สุด (Higginbotham *et al*., 1989) ค่าของ BUN ในกระแสเลือดมีสหสัมพันธ์สูงกับปริมาณโปรตีนที่กินได้ (Preston *et al*., 1965) และสัมพันธ์กับการผลิตแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน (Kung and Huber, 1983) Preston *et al*. (1965) รายงานว่าโคขุนควรมีระดับของยูเรีย–ไนโตรเจนในกระแสเลือดมากกว่า 7–8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จึงมีความเพียงพอที่จะส่งเสริมให้โคขุนมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี ซึ่งในการทดลองครั้งนี้มีค่าเฉลี่ยประมาณ 11–12 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร แสดงว่าโปรตีนที่โคได้รับมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของโคนมเพศผู้ขุนแล้ว

Table 3 Effects of TMR diets on rumen fermentation and blood metabolites in dairy steers

Item	FSBCS	FSNS	POBCS	PONS	SEM	P–value		
						Treatments	L1	L2
Ruminal pH	6.17	6.37	6.29	6.25	0.21	0.14	0.12	0.39
NH3–N (mgN/dL)	11.52	11.14	11.26	11.41	3.53	0.98	0.81	0.93
Total SCFA (mmol/L)	286.80	287.00	284.60	289.20	1.13	0.99	0.92	0.98
Acetate (mmol/100mol)	82.07	81.98	80.36	80.19	2.23	0.44	0.11	0.93
Propionate (mmol/100mol)	10.04	7.89	8.87	9.22	3.18	0.29	0.09	0.62
Butyrate (mmol/100mol)	10.13	9.68	10.67	9.17	1.77	0.06	0.27	0.01
Glucose (mg/dL)	62.50	60.13	54.50	67.38	9.77	0.31	0.21	0.94
BUN (mg/dL)	13.03	12.75	11.10	13.70	2.32	0.14	0.20	0.29

FSBCS = full fat soybean in concentrate with baby corn stalk silage; FSNS = full fat soybean in concentrate with Napier grass silage; POBCS = palm oil 2.5% in concentrate with baby corn stalk silage; PONS = palm oil 2.5% in concentrate with baby corn stalk silage; BUN = blood urea nitrogen; Glucose = blood glucose;
BUN = blood urea nitrogen; Glucose = blood glucose.
SEM = standard error of the mean
L1 = Orthogonal contrasts (FSBCS, FSNS VS. POBCS, PONS)
L2 = Orthogonal contrasts (FSBCS, POBCS VS. FSNS, PONS)

คุณภาพซาก

คุณลักษณะซากของโคที่ได้รับอาหารหยาบและไขมันที่แตกต่างกันในอาหารผสมครบส่วน (Table 4) พบว่าโคนมเพศผู้ขุนกลุ่ม POBCS มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นสูงที่สุด (P<0.05) ค่าความเป็นกรด–ด่างในเนื้อหลังจากสัตว์ตายที่ 1 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน คะแนนไขมันแทรกในกล้ามเนื้อมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จากผลการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นของโคนมเพศผู้ขุนใกล้เคียงกับการศึกษาของศุภลักษณ์ และคณะ (2559) สอดคล้องกับ Choi *et al*. (2015) ศึกษาการเสริมน้ำมันปาล์มที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเสริมน้ำมันปาล์มมีผลต่อการสังเคราะห์เนื้อเยื่อไขมันแต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารของโค ในขณะที่ความหนาไขมันสันหลังของโคนมเพศผู้ขุนที่ได้รับอาหาร FSBCS และ POBCS (P<0.05) มีค่าสูงกว่าโคที่ได้รับอาหาร PONS จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม orthogonal contrasts พบว่าโคที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมัก (BCS) มีความหนาของไขมันสันหลังสูงกว่าโคที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมัก (NS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เนื่องจากต้นข้าวโพดฝักอ่อนมีไขมันเป็นองค์ประกอบสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ ต้นข้าวโพดมีกระบวนการสะสมแป้ง เพื่อใช้

สำหรับสะสมไว้ในเมล็ดและมีบางส่วนถูกสะสมไว้ที่ลำต้น (Filya, 2004) ทำให้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนมีแป้งหรือน้ำตาลมากกว่าหญ้าเนเปียร์และโคสามารถใช้ประโยชน์จากแป้งหรือน้ำตาลในต้นข้าวโพดได้มากกว่าหญ้าเนเปียร์ แต่ในทางตรงกันข้ามหญ้าเนเปียร์เมื่ออายุการตัดมากขึ้นปริมาณลิกนินมีการสะสมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากการศึกษาของ Machado *et al.* (2015) ทำการศึกษาผลของการเสริมกลีเซอลีน 10 เปอร์เซ็นต์ในอาหารโคโดยมีแหล่งอาหารหยาบต่างกัน พบว่าเนื้อโคที่ได้รับข้าวโพดหมักมีกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อสูงกว่าเนื้อโคที่ได้รับต้นอ้อย เนื่องจากต้นอ้อยมีลิกนินสูงถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของคาร์โบไฮเดรตในรูปผนังเซลล์ลดลง

Table 4 Effects of TMR diets on carcass characteristics, chemical compositions, and meat quality of dairy steers

Item	FSBCS	FSNS	POBCS	PONS	SEM	P–value		
						Treatments	L1	L2
Hot carcass (%)	55.58[b]	56.13[ab]	58.25[a]	56.28[ab]	1.05	0.04	0.04	0.56
pH 1 hr	6.63	6.61	6.53	6.76	0.13	0.12	0.59	0.11
pH 48 hr	5.60	5.60	5.64	5.62	0.04	0.47	0.14	0.83
Backfat thickness (cm)	1.12a	0.70ab	1.00a	0.54b	0.34	0.03	0.13	<0.01
LM area (cm^2)	76.89	75.47	78.67	75.36	12.68	0.98	0.95	0.70
Marbling score	2.00	2.00	2.00	1.00	0.73	0.41	0.50	0.56
Moisture (%)	67.18	67.33	66.23	69.45	2.73	0.36	0.56	0.21
Crude fat (%DM)	24.87	23.99	26.36	18.64	8.04	0.52	0.46	0.33
Drip loss (%)	1.97	2.52	2.54	2.53	0.810	0.61	0.37	0.47
Color								
L* (lightness)	38.24	38.68	39.19	38.68	2.50	0.14	0.30	0.20
a* (redness)	19.21	18.35	19.61	19.00	1.39	0.64	0.50	0.29
b* (yellowness)	15.31	15.05	15.75	14.74	1.57	0.85	0.89	0.47
Shear force (kgf)	5.26	5.95	5.49	5.88	1.76	0.57	0.80	0.21

FSBCS = full fat soybean in concentrate with baby corn stalk silage; FSNS = full fat soybean in concentrate with Napier grass silage; POBCS = palm oil 2.5% in concentrate with baby corn stalk silage; PONS = palm oil 2.5% in concentrate with baby corn stalk silage.

[a,b,c] Values on the same row with different superscripts differ ($p < 0.05$).

SEM = standard error of the mean

L1 = Orthogonal contrasts (FSBCS, FSNS VS. POBCS, PONS)

L2 = Orthogonal contrasts (FSBCS, POBCS VS. FSNS, PONS)

คุณภาพเนื้อ

การใช้น้ำมันปาล์มดิบหรือถั่วเหลืองไขมันเต็มร่วมกับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นส่วนผสมในอาหารผสมครบส่วนไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์ไขมัน อัตราการสูญเสียน้ำในการเก็บรักษา อัตราการสูญเสียน้ำในระหว่างปรุงสุก และค่าสีของเนื้อ (L*, a*, b*) (Table 4) สอดคล้องกับ พีรชิต (2553) กล่าวว่าการเสริมถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อโค จากการทดลองนี้มีการใช้น้ำมันปาล์มดิบที่ระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลต่อคุณภาพเนื้อ ในขณะที่ ชยพล (2556) แสดงให้

เห็นว่าการเสริมน้ำมันปาล์ม 200 กรัมต่อตัวต่อวัน สามารถเพิ่มปริมาณของไขมันแทรก (total fatty acid) ในกล้ามเนื้อสันนอกของโคเนื้อลูกผสมบราห์มันได้

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนการเลี้ยงโค

โคนมเพศผู้น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 510.00 ± 39.00 กิโลกรัม ราคากิโลกรัมละ 90 บาท และทำการเลี้ยงขุนเป็นเวลา 5 เดือน จำหน่ายให้กับสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ราคาที่จำหน่ายขึ้นกับปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก และราคาอาหารผสมครบส่วน FSBCS, FSNS, POBCS และ PONS คือ 9.59, 9.66, 9.25 และ 9.32 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ (Table 5) โคนมเพศผู้ตอนที่ได้รับอาหาร PONS มีต้นทุนในการผลิตรวมทั้งหมดสูงกว่าโคกลุ่มอื่น ในขณะที่โคกลุ่มที่ได้รับอาหาร FSBCS ทำให้ได้ผลตอบแทน (กำไร) เฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุด คือ 5,426 บาท และกลุ่มที่ให้ผลตอบแทนรองลงมา คือ FSNS ให้ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อตัว 4,001 บาท เนื่องมาจากโคทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มเจริญเติบโตได้ดีกว่าโคในกลุ่มอื่น (P=0.05) ดังนั้นจากการทดลองในครั้งนี้แนะนำการให้อาหารโคนมเพศผู้ตอนในการขุนระยะสุดท้ายควรให้อาหารผสมครบส่วนที่มีส่วนผสมของถั่วเหลืองไขมันเต็มประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็นแหล่งของอาหารหยาบจะทำให้ได้ผลตอบแทนหรือกำไรมากที่สุด

Table 5 Effects of TMR diets on production cost, revenue, and profit of feedlot dairy steers

Item	FSBCS	FSNS	POBCS	PONS
Steer price (Baht/head)	45,619	45,450	46,665	47,665
Feed cost (Baht /head)	12,875	12,360	11,433	12,177
Other variable costs (Baht /head)	2,510	2,559	2,514	2,546
Fixed costs (Baht /head)	500	500	500	500
Total cost (Baht /head)	61,504	60,869	61,112	62,888
Total revenue (Baht /head)	66,930	64,870	63,736	63,266
Profit (Baht /head)	5,426	4,001	2,624	378
Feed cost per gain (Baht /kg)	87.51	82.49	123.33	89.80

FSBCS = full fat soybean in concentrate with baby corn stalk silage; FSNS = full fat soybean in concentrate with Napier grass silage; POBCS = palm oil 2.5% in concentrate with baby corn stalk silage; PONS = palm oil 2.5% in concentrate with baby corn stalk silage.

สรุป

การใช้ถั่วเหลืองไขมันเต็มเป็นแหล่งไขมันในอาหารผสมครบส่วนในการเลี้ยงโคขุนระยะสุดท้าย พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตและการเพิ่มน้ำหนักตัวดีกว่าโคขุนที่ได้รับน้ำมันปาล์มเป็นแหล่งของไขมัน แต่มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นต่ำกว่า โคขุนที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักมีสมรรถภาพการขุนและการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามโคที่ได้รับต้นข้าวโพดฝักอ่อนหมักมีความหนาของไขมันสันหลังสูงกว่าโคขุนที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งของอาหารหยาบ ผลตอบแทนจากการขุนโคพบว่าโคที่ได้รับอาหาร FSBCS ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

ไกรลาศ เขียวทอง. 2556. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา, นครราชสีมา. 24 หน้า.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. คุณภาพเนื้อภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย. บริษัท สุพีเรียพรินติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพมหานคร. 84 หน้า.

ชยพล มีพร้อม. 2556. ผลของการเสริมน้ำมันที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันโอลิอิค (Oleic acid) อยู่สูงต่อผลผลิตโคเนื้อคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 121 หน้า.

ชุติพงศ์ เนตรพระ. 2556. ผลของการใช้หญ้าขนและต้นข้าวโพดสับเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและต้นทุนการผลิตโคอินทรีย์ในระยะสุดท้าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 95 หน้า.

เทอดชัย เวียรศิลป์. 2548. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. บริษัท ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด, เชียงใหม่. 357 หน้า.

นพรัตน์ เหรียญทอง, สุริยะ สะวานนท์, ภูมพงศ์ บุญแสน, พีรชิต ไชยหาญ, ธีราภรณ์ ปัญญาบุญ, ปรีชา อินนุรักษ์ และวรเทพ ชมพูนิตย์. 2553. การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนที่ได้รับอาหารรูปแบบแตกต่างกัน. หน้า 69–76. *ใน*: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. กรุงเทพมหานคร.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2546. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 202 หน้า.

พีรชิต ไชยหาญ. 2553. อิทธิพลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิตของโคเนื้อลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม. 90 หน้า.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ฟันนี่ พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพมหานคร. 473 หน้า.

ศุภลักษณ์ พิศแก้ว, ภูมพงศ์ บุญแสน, คงปฐม กาญจนเสริม, ทวีพร เรืองพริ้ม และสุริยะ สะวานนท์. 2559. สมรรถภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อโคนมเพศผู้ขุนที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน. แก่นเกษตร 44 พิเศษ 2: 145–152.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2539. การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 194 หน้า.

สุริยะ สะวานนท์ และพีรชิต ไชยหาญ. 2554. ผลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในสูตรอาหาร และระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคเนื้อลูกผสม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 22(3): 235–244.

สุริยะ สะวานนท์. 2551. จุลชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพด้านจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 249 หน้า.

สุริยะ สะวานนท์. 2561. จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและการใช้ประโยชน์. โครงการเพิ่มศาสตราจารย์แบบก้าวกระโดด กองการเจ้าหน้าที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 290 หน้า.

AOAC International. 2016. Official Methods of Analysis of AOAC International. 20th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Rockville, MD, USA.

AOAC International. 2019. Official Methods of Analysis, Association of Official Analysis Chemists. AOAC International Gaithersburg, MD, USA.

Cacere, R. A. S., M. G. Morais, F. V. Alves, G. L. D. Feijo, C. C. B. F. Itavo, L. C. V. Itavo, L. B. O'liveira and C. B. Ribeiro. 2014. Quantitative and qualitative carcass characteristics of feedlot ewes subjected to increasing levels of concentrate in the diet. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia 66: 1601–1610.

Castro, T., A. Cabezas, J. De la Fuente, B. Isabel, T. Manso and V. Jimeno. 2016. Animal performance and meat characteristics in steers reared in intensive conditions fed with different vegetable oils. Animal 10: 520–530.

Choi, S. H., G. O. Gang, J. E. Sawyer, B. J. Johnson, K. H. Kim, C. W. Choi and S. B. Smith. 2015. Fatty acid biosynthesis and lipogenic enzyme activities in subcutaneous adipose tissue of feedlot steers fed supplementary palm oil or soybean oil. Journal of Animal Science 91: 2091–2098.

Croker, C. L. 1967. Rapid determination of urea nitrogen in serum or plasma without deproteinization. American Journal of Medical Technology 33: 361–365.

Filya, I. 2004. Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. Animal Feed Science and Technology 116: 141–150.

Higginbotham, R. B., J. J. Huber, M. V. Wallentine, N. P. Johnston and D. Dndri. 1989. Influence of protein percentage and degradability on performance of lactating cows during moderate temperature. Journal of Dairy Science 72: 1818–1823.

Honikel, K. O. 1987. How to measure the water–holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. pp. 129–142. *In*: P. V. Tarrant , G. Eikelenboom and G. Monin (Eds.). Evaluation Control of Meat Quality in Pigs. Martinus Nijhoff, Dordrecht, The Netherlands.

Jordan, E., D. Kenny, M. Hawkins, R. Malone, D. K. Loveet and F. D O'Mara. 2006. Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output and performance of young bulls. Journal of Animal Science 84(9): 2418–2425.

Kaneko, J. J., J. W. Harvey and M. L. Bruss. 2008. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press. San Deigo, California. USA. 916 p.

Kung, L. Jr. and J. T. Huber. 1983. Performance of high producing cows in early lactation fed protein of varying amounts, sources, and degradability. Journal of Dairy Science 66: 227–234.

Machado, M., J. F. Lage, A. F. Ribeiro, L. R. Simonetti, E. A. Oliveira and T. T. Berchielli. 2015. Quality of aged meat of young bulls fed crude glycerin associated with different roughage sources. Acta Scientiarum. Animal Sciences 37: 167–172.

Matsuba, K., A. Padlom, A. Khongpradit, P. Boonsaen, P. Thirawong, S. Sawanon, Y. Suzuki, S. Koike and Y. Kobayashi. 2019. Selection of plant oil as a supplemental energy source by monitoring rumen profiles and its dietary application in Thai crossbred beef cattle. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 32: 1511–1520.

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

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 7th ed. (revised). National Academic Science, Washington, D.C. 223 p.

Orellana, C., F. Peña, A. García, J. Perea, J. Martos, V. Domenech and R. Acero. 2009. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi–tropical region of Argentina. Meat Science 81: 57–64.

Pavan, E., S. K. Duckett and J. G. Andrae. 2007. Corn oil supplementation to forage–finished steers. I. Effects on *in vivo* digestibility, performance, and carcass traits. Journal of Animal Science 85: 1330–1339.

Preston, R. L., D. D. Schnakanberg and W. H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminanats. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. Journal of Nutrition 86: 281–287.

R Core Team. 2022. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. http://www.R–project.org/ (January 20, 2022).

Russell, J. B. and D. B. Wilson. 1996. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH?. Journal of Dairy Science 79: 1503–1509.

Schmid, M. and V. Forstner. 1986. Laboratory Testing in Veterinary Medicine Diagnosis and Clinical Monitoring. Boehringer Mannheim GmbH, West Germany. 253 p.

Sniffen, C. J., J. D. O'Connor, P. J. Van Soest, D. G. Fox and J. B. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science 70: 3562-3577.

Watabe, Y., Y. Suzuki, S. Koike, S. Shimamoto and Y. Kobayashi. 2018. Cellulose acetate, a new candidate feed supplement for ruminant animals: *In vitro* evaluations. Journal of Dairy Science 101: 10929–10938.

Weatherburn, M. W. 1967. Phenol–hypochlorite reaction for determination of ammonia. Analytical Chemistry 39: 971–974.