

ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้น ต่อการใช้ประโยชน์น้ำได้ของโคชนะ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน ของโคพื้นเมืองไทย

Effects of palm kernel cake substitution for ground corn in concentrate on nutrient utilization and rumen ecology of Thai indigenous cattle

อนันตเดช แยมหอม¹, วันวิสาข์ งามพ่องใส^{1*} และ ปิ่น จันจุฬา¹

Anantadach Yamhom¹, Wanwisa Ngampongsai^{1*} and Pin Chanjula¹

บทคัดย่อ: การศึกษาผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นต่อการใช้ประโยชน์น้ำได้ของโคชนะและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง ใช้โคพื้นเมืองเพศผู้ ที่ผ่าตัดฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน (rumen fistulated animal) จำนวน 5 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 317±21 กก. ให้ได้รับหญ้าพลิวแคทูลัมแห้งแบบเต็ม (ad libitum) เสริมด้วยอาหารชั้นที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 25, 50, 75 และ 100% ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหาร โดยใช้แผนการทดลองแบบ 5×5 ลาตินสแควร์ (5×5 Latin squares design) พบว่า ปริมาณการกินได้ของหญ้าพลิวแคทูลัมแห้งเพิ่มขึ้นในรูปแบบเป็นเส้นตรง ขณะที่ปริมาณอาหารชั้น และปริมาณอาหารทั้งหมดที่โคกินได้ลดลงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุของโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0, 25 และ 50% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุ มีแนวโน้มลดลง เมื่อใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100% นอกจากนี้การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในระดับ 75 และ 100% ยังมีความเพิ่มความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ความเข้มข้นของกรดไขมัน-ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมน และจำนวนประชากรของโปรโตซัวทั้งหมดในกระเพาะรูเมนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม คุณหมุมิความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ปริมาณของกรดอะซิติก กรดไพรูวิก และกรดบิวทริกในของเหลวจากกระเพาะรูเมน จำนวนแบคทีเรีย และซุสเปอร์ของเชื้อราในของเหลวจากกระเพาะรูเมน รวมทั้งปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ และประสิทธิภาพการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นจึงสามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นได้ไม่เกิน 50% สำหรับเสริมให้แกโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้าพลิวแคทูลัมแห้ง

คำสำคัญ: กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน, การใช้ประโยชน์ของโคชนะ, นิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน, โคพื้นเมืองไทย

ABSTRACT: This experiment aimed to study the effects of palm kernel cake (PKC) substitution for ground corn (GC) in concentrate on the utilization of nutrients and on the rumen ecology in Thai indigenous cattle. Five rumen-fistulated native bulls, with an average live weight of 317±21 kg were randomly assigned according to a 5×5 Latin Squares Design to receive five diets containing different levels of PKC (0, 25, 50, 75 and 100%) substitution for GC.

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University

* Corresponding author: wanwisa.n@psu.ac.th

Plicatum hay was offered ad libitum. Based on this experiment, the amount of plicatum hay intake was linearly increased while the amount of concentrate intake and the total dry matter intake were linearly decreased as a result of an increase in level of PKC substitution for GC in the diet. Digestibility coefficients of dry matter and organic matter of cattle fed with concentrate containing 0, 25 and 50% PKC substitution for GC were not significantly different ($P > 0.05$) but the digestibility coefficients of dry matter and organic matter of cattle fed with concentrate containing 75 and 100% PKC substitution for GC were slightly decreased. Ammonia – nitrogen concentration, total volatile fatty acid and total protozoa population in the rumen of cattle fed with concentrate containing 75 and 100% PKC substitution for GC were slightly lower than those of 0, 25 and 50% PKC substitution for GC group. However, there were no significant differences ($P > 0.05$) among treatments regarding ruminal fluid pH, the amount of acetic (C_2), propionic (C_3) and butyric (C_4) acid in rumen fluid, bacterial population and fungal zoospores in rumen fluid ($P > 0.05$). Furthermore, nitrogen balance, the amount of ruminal microbial nitrogen supply and the efficiency of microbial nitrogen supply in the rumen were not significantly different when compared with other treatments. Therefore, the level of PKC substitution for GC in the concentrate for indigenous cattle fed with plicatum hay should not be more than 50%.

Keywords: palm kernel cake, nutrient utilization, rumen ecology, Thai indigenous cattle

บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย และปลูกกันมากทางภาคใต้ของประเทศ ในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา พื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันได้ขยายตัวอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากผลตอบแทนจากการปลูกปาล์มน้ำมันดีกว่าการปลูกพืชชนิดอื่น โดยในปี พ.ศ. 2553 พื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย ประมาณ 4,076,883 ไร่ และให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่า 8,223,135 ตันปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ดังนั้นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันที่ได้จากการสกัดผลปาล์มเพื่อเอาน้ำมันปาล์มจึงมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ

กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เหลือจากการแยกน้ำมันปาล์มออกจากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นผลพลอยได้ที่มีโปรตีนรวมปานกลางและเยื่อใยรวมสูง คือ มีโปรตีนรวม 14-16% ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก 50-60% ผนังเซลล์ 60-66% และลิกโนเซลลูโลส 40-44% (ทวีศักดิ์, 2529; สุมิตรรา, 2543; สายันต์, 2547) จึงสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบหลักในอาหารชั้นหรืออาจใช้ร่วมกับวัตถุดิบอื่นในอาหารผสมสำเร็จรูปสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทดแทนแหล่งพลังงานหรือแหล่งโปรตีนที่มีราคาสูง และไม่สามารถผลิตได้เองในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันยังมีข้อจำกัดบางประการ คือ ปริมาณน้ำมันที่ตกค้าง ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นเหม็น รสชาติไม่น่ากิน และระดับทองแดง

(Cu) ที่สูงซึ่งสามารถก่อให้เกิดพิษกับสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก แต่ความเป็นพิษของทองแดงในโคและกระบือยังไม่ชัดเจน (Hair-Bejo et al., 1995) จากการศึกษาที่ผ่านมา จินดา และคณะ (2543ก) รายงานว่าการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 100% ทดแทนอาหารชั้น เสริมให้แก่โคเนื้อลูกผสมอเมริกันบราห์มันเพศผู้ตอน ที่ได้รับหญ้าพลัคทูลัมแห้งแบบเต็มที่ส่งผลให้โคมีอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวน้อยกว่าโคที่ได้รับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50% ทดแทนอาหารชั้น นอกจากนี้จินดาและคณะ(2543ข) ซึ่งศึกษาผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 50 และ 100% เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้นในโคเนื้ออเมริกันบราห์มันเพศผู้ ที่ได้รับฟางข้าวแบบเต็มที่ พบว่าการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 100% ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้น ส่งผลให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0 และ 50% ทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารชั้น ในขณะที่ สมบัติและสมคิด (2545) รายงานว่า การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มชนิดอัดน้ำมันในระดับ 40% ในสูตรอาหารชั้นที่ใช้ขุนโคเนื้ออเมริกันบราห์มันเพศผู้ ในระยะปลายของการขุน ส่งผลให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตด้อยลง อย่างไรก็ตาม การวิจัยเกี่ยวกับผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารชั้นต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะ กระบวนการหมัก และนิเวศวิทยาในกระเพาะ

เม่นของโคยังมีจำกัด จึงควรมีการศึกษาวิจัยในประเด็นดังกล่าวเพิ่มเติม อีกทั้งควรศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมของการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันร่วมกับวัตถุดิบอื่นๆ หรือใช้ทดแทนวัตถุดิบที่มีราคาสูง และไม่สามารถผลิตได้เองในภาคใต้ เช่น ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และมันเส้น ซึ่งจะส่งผลให้เกษตรกรสามารถผลิตสัตว์ได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำลง การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารชั้นทดแทนข้าวโพดบด ที่มีต่อการกินได้ การย่อยได้ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้าแห้งเป็นอาหารหยาบ

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง และอาหารทดลอง

ดำเนินการวิจัย ณ สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในระหว่างเดือนมกราคม 2553 - เดือน

มิถุนายน 2553 โดยใช้โคพื้นเมืองไทยเพศผู้ที่มีน้ำหนักตัวที่อาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน (rumen fistulated animal) อายุ 4.7 ± 0.6 ปี และน้ำหนักเฉลี่ย 317 ± 21 กก. จำนวน 5 ตัว มีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง ก่อนนำสัตว์เข้าทดลอง ทำการฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันโรคคอบวมและปากและเท้าเปื่อย ถ่ายพยาธิภายในโดยใช้ยาถ่ายพยาธิอัลเบนดาโซล (albendazole) อัตราการใช้ยา 1 มล. ต่อน้ำหนักตัว 10 กก. โดยกรอกให้กินทางปาก และฉีดวิตามินเอ วิตามินดี และวิตามินอี อัตรา 2 มล. ต่อน้ำหนักตัว 100 กก. เลี้ยงโคแต่ละตัวในคอกเดี่ยว มีรางอาหารหยาบและรางอาหารชั้นอยู่ด้านหน้า และมีที่ให้น้ำอัตโนมัติ ให้โคได้รับหญ้าฟลิคเคททุ้มแห้งอย่างเต็มที่ เสริมด้วยอาหารชั้นที่มีระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหาร 0, 25, 50, 75 และ 100% (Table 1) ในระดับ 2% ของน้ำหนักตัว โดยคำนวณให้อาหารชั้นทั้ง 5 สูตรมีโปรตีนรวม 14% และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2.70 เมกกะแคลอรี/กก. วัตถุแห้ง

Table 1 Composition of concentrate (%DM) containing different levels of palm kernel cake (PKC) substitution for ground corn (GC)

Ingredient (kg)	diet 1	diet 2	diet 3	diet 4	diet 5
Ground corn	70.00	52.50	35.00	17.50	0.00
Palm kernel cake	0.00	17.50	35.00	52.50	70.00
Broken rice	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Soybean meal	3.27	3.65	4.03	4.41	4.78
Salt	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Dicalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Urea	1.73	1.35	0.97	0.59	0.22
Molasses	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sulfur	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Mineral and vitamin mix ¹	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Price of feed ² (baht/kg)	13.15	12.37	11.59	10.79	10.00

¹Consist of vitamin A 2.50 I.U, vitamin D 0.50 I.U, vitamin E 8,000 I.U, Co 0.08 g, Se 0.08 g, I 0.34 g, Cu 4.00 g, Mn 17.00 g, Zn 23.00 g,

²Price (baht/kg): palm kernel cake 7.50, soybean meal 22.00, ground corn 12.00, rice bran 13.00, urea 25.00, molasses 9.00, salt 3.00, dicalcium phosphate 7.00, sulfur 60.00, Mineral and vitamin mix 75.00.

การวางแผนการทดลอง และวิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ 5×5 จัตุรัสลาติน (5×5 Latin Squares Design) โดยมีที่รีพเมนต์ (treatment) คือ อาหารชั้นที่มีระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหาร 0, 25, 50, 75 และ 100% การทดลองแบ่งเป็น 5 ช่วง แต่ละช่วงใช้เวลา 20 วัน ประกอบด้วยระยะปรับตัว (adaptation period) 14 วัน และระยะทดลอง (experimental period) 6 วัน โดยในระยะปรับตัว โคได้รับหญ้าพลิแคททุลุ่มแห้งแบบเต็มที เสริมอาหารชั้นตามกลุ่มทดลองคิดเป็นวัตถุแห้ง (dry matter) ในปริมาณ 2% ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 08.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกา วัดปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน (voluntary feed intake) โดยซึ่งอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทิ้งในช่วงเช้า และช่วงเย็นของทุกวัน และในระยะทดลองให้โคได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนในระยะปรับตัว แต่ปริมาณหญ้าพลิแคททุลุ่มแห้งที่ให้ ให้เพียง 90% ของปริมาณการกินได้ทั้งหมดในช่วงปรับตัว เพื่อให้สัตว์กินอาหารหมด เก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่างดังนี้

บันทึกปริมาณหญ้าพลิแคททุลุ่มแห้ง และอาหารชั้นที่กินได้ในแต่ละวัน โดยซึ่งอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทิ้งในช่วงเช้า และช่วงเย็นของทุกวัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบในแต่ละระยะการทดลองและตัวอย่างอาหารชั้นต่างๆ ครั้งที่ทำการผสมอาหารแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 500 ก. ดังนี้ ส่วนที่ 1 นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง และนำมาปรับปริมาณอาหารที่ให้สัตว์กิน และส่วนที่ 2 นำมาอบที่อุณหภูมิ 70 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. บันทึกปริมาณมูลและปัสสาวะที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวัน ในช่วงเช้าก่อนให้อาหาร เป็นระยะเวลา 5 วันติดต่อกัน ในแต่ละระยะการทดลอง โดยการเก็บมูล ใช้ฟลั้วรองรับมูลที่โคขับออกมาทุกครั้งตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง คลุกมูลทุกส่วนให้เข้ากัน และสุ่มเก็บตัวอย่างมูลโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เก็บประมาณ 100 ก. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ

100°ซ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของมูลที่ขับออกในแต่ละวัน ส่วนที่ 2 สุ่มตัวอย่างไว้ประมาณ 5% ของตัวอย่างมูลทั้งหมดในแต่ละวันนำไปอบที่อุณหภูมิ 70°ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักและเก็บใส่ถุงไว้ ทำเช่นนี้จนครบ 5 วัน นำมูลทั้งหมดมาคลุกให้เข้ากันทำการเก็บอีกครึ่งประมาณ 5% แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และคำนวณหาการย่อยได้ตามวิธีการของ Schnieder and Flatt (1975) สำหรับตัวอย่างปัสสาวะ เก็บโดยใช้กรวยผูกยึดติดกับตัวโค และมีสายยางต่อไปยังภาชนะที่รองรับปัสสาวะ ซึ่งมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M H₂SO₄) ปริมาตร 250 มล. เพื่อให้ปัสสาวะมีสภาพเป็นกรด (pH<3) ป้องกันการสูญเสียไนโตรเจน เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ สุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะไว้ประมาณ 10 % ของปัสสาวะทั้งหมด เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°ซ จนครบ 5 วัน แล้วจึงนำปัสสาวะที่เก็บได้ของโคแต่ละตัวทั้ง 5 วัน มารวมกัน ทำการสุ่มอีกครั้ง ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปัสสาวะทั้งหมด เก็บใส่ขวดตัวอย่างนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°ซ เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนอนุพันธ์พิวรีน (purine derivatives) และคำนวณปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ตามวิธีการของ Chen and Gomes (1995)

ในวันสุดท้ายของระยะทดลอง เก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนของสัตว์ทดลองแต่ละกลุ่มก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างผ่านทางท่ออาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน ปริมาตร 100 มล. นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันที หลังจากนั้นแบ่งของเหลวจากกระเพาะรูเมนออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 สุ่มเก็บปริมาตร 90 มล. เติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มล. ต่อของเหลวจากกระเพาะรูเมน 10 มล. เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาส่วนที่ใส (supernatant) ประมาณ 10-15 มล. เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน (ammonia nitrogen, NH₃-N) และกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด

(total volatile fatty acid, total VFA) กรดแอซิติก (acetic acid, C₂) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid, C₃) และ กรดบิวทีริก (butyric acid, C₄) ส่วนที่ 2 สุ่มเก็บปริมาตร 1 มล. ใส่ขวดพลาสติกที่บรรจุฟอร์มาลิน (formalin) เข้มข้น 10% ปริมาตร 9 มล. เขย่าให้เข้ากัน นำไป เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ เพื่อนำไปตรวจนับประชากร ของแบคทีเรีย (bacteria) โปรโตซัว (protozoa) และ ซูอิสปอร์ของเชื้อรา (fungi zoospore) โดยวิธีนับตรง (total direct count) ตามวิธีของ Galyean (1989)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้า พืชเคททุ้มแห้ง อาหารข้น และมูล ใช้วิธี Proximate Analysis (AOAC, 1990) และวิธี Detergent method (Van Soest et al., 1991) วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ในปัสสาวะ ใช้วิธีการของ AOAC (1990) วิเคราะห์ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะรูเมน ใช้ วิธีการของ Bremner และ Keeney (1965) วิเคราะห์ กรดไขมันที่ระเหยง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ใช้ Gas Chromatography โดยดัดแปลงจากวิธีการ วิเคราะห์ของ Josefa et al. (1999) และวิเคราะห์ อนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะใช้ HPLC โดยดัดแปลง จากวิธีการวิเคราะห์ของ Chen et al. (1993)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการ ทดลองแบบ 5×5 ลาดินสแควร์ และเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และวิเคราะห์แนวโน้มการตอบสนองของค่าเฉลี่ยของ ทริทเมนต์ ด้วยวิธี Orthogonal polynomial (Steel and Torrie, 1980)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพืคเคททุ้มแห้ง กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารข้นที่ใช้กาก เนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในระดับ ต่างๆ แสดงใน Table 2 พบว่า หญ้าพืคเคททุ้มแห้ง ซึ่งเป็นหญ้าที่อายุการตัด 70 วันที่ผ่านการเก็บเมล็ด แล้ว ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุ (OM) โปรตีนรวม (CP) ผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) และลิกนิน (ADL) 92.4, 2.0, 80.6, 52.4 และ 7.1% ตามลำดับ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันพบว่า ประกอบด้วย อินทรีย์วัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม (CF) และไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (NFE) 95.9, 17.2, 8.2, 21.4 และ 49.1% ตามลำดับ ซึ่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหีบน้ำมัน ด้วยเกลียดอัด โดยจินดา (2548) รายงานว่า กากเนื้อ ในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหีบด้วยเกลียดอัด จะยังคงมีไขมันเหลืออยู่ประมาณ 5-10%

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้นที่ใช้กากเนื้อ ในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดที่ระดับต่างๆ พบว่า อินทรีย์วัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เถ้า (ash) เยื่อใยรวม และไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก มีค่าอยู่ในช่วง 93.4-96.3, 14.6-16.3, 2.4-6.4, 3.7-6.6, 1.9-11.1 และ 59.7-77.3% ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ ในอาหารข้นลดลงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ไขมันรวม เถ้า และเยื่อใยรวม ในอาหารข้นเพิ่มขึ้นเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมี องค์ประกอบของไขมันรวม เถ้า และเยื่อใยรวมสูงกว่า ข้าวโพดบด สำหรับระดับโปรตีนรวมในอาหารข้น พบว่า อาหารข้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ด-ปาล์มน้ำมัน ทดแทนข้าวโพดบด 0, 25, 50, 75 และ 100% มีโปรตีน รวมอยู่ในช่วง 14.6-16.3%

Table 2 Chemical composition of plicatum hay and concentrate containing different levels of PKC substitution for GC (% DM)

Composition	Plicatum hay	PKC	Levels of PKC substitution for GC (%)				
			0	25	50	75	100
DM	93.3	94.5	94.2	94.2	94.6	95.2	94.3
OM	92.4	95.9	96.3	95.5	95.0	94.3	93.4
CP	2.0	17.2	14.7	15.1	14.6	15.1	16.3
EE	0.4	8.2	2.4	3.0	4.0	4.9	6.4
CF	34.0	21.4	1.9	4.1	6.4	8.9	11.1
Ash	7.6	4.1	3.7	4.5	5.0	5.7	6.6
NFE ^{1/}	55.9	49.1	77.3	73.4	70.0	65.4	59.7
NSC ^{2/}	9.3	3.4	59.9	45.3	30.3	14.8	11.7
NDF	80.6	67.1	19.3	32.2	46.1	59.5	59.0
ADF	52.4	44.3	3.3	10.2	16.7	24.5	31.5
ADL	7.1	14.1	1.3	2.5	4.7	6.7	9.2

^{1/} NFE = 100-(%CP + %CF+ %EE+ %Ash)

^{2/} NSC = 100-(%CP + %NDF+ %EE+ %Ash)

ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโคชนะของโคที่ได้รับหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง แสดงไว้ใน Table 3 พบว่า ปริมาณการกินได้ของหญ้าพลิแคทูลัมแห้งในหน่วย %ของน้ำหนักตัวและ ก./กก. น้ำหนักเมแทบอลิกของโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 100% สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้ปริมาณการกินได้ของหญ้าพลิแคทูลัมแห้งเพิ่มขึ้นในรูปแบบเส้นตรง ตามการเพิ่มขึ้นของระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารชั้น ขณะที่ปริมาณอาหารชั้นที่โคกินได้ลดลงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น โดยโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100% มีปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0, 25 และ 50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเนื่องจากการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในระดับสูง ส่งผลให้อาหารชั้นมีเยื่อใยรวมสูงขึ้นซึ่งปริมาณเยื่อใยในอาหารชั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่จำกัด

ปริมาณอาหารที่กินได้ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ฉลอง, 2541) ทั้งนี้อาหารที่มีเยื่อใยสูง การไหลผ่านของอาหารจากกระเพาะจะช้า ทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง (Van Soest, 1965) โดยเฉพาะผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน มีสหสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณอาหารที่กินได้ และการย่อยได้ของอาหาร (Hart and Wannpat, 1992) นอกจากนี้ปริมาณไขมันที่มากกว่า 5% ในสูตรอาหาร อาจส่งผลต่อปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของอาหาร (Allen, 2000; NRC, 2001) จึงทำให้โคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มระดับสูงทดแทนข้าวโพดบดกินหญ้าพลิแคทูลัมแห้งได้มากขึ้น เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการและความจุของกระเพาะ (เมธา, 2533) ซึ่งผลในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของวรรณะ (2536) ที่พบว่าโคเนื้อลูกผสมที่ได้รับหญ้ากินนี่สด เสริมด้วยอาหารชั้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 50 และ 75% มีปริมาณอาหารชั้นที่กินได้ลดลงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (หญ้าพลิแคทูลัมแห้งและอาหารชั้น) พบว่าลดลงในรูปแบบเส้นตรง เมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารสูงขึ้น

Table 3 Effect of PKC substitution for GC in concentrate on intake and apparent digestibility of Thai indigenous cattle fed with plicatulum hay

Attribute	Level of PKC substitution for GC (%)					SEM	Contrast P-value ^{1/}	
	0	25	50	75	100		L	Q
Intake								
Plicatulum hay								
kgDM/d	1.63	1.81	1.98	2.17	2.61	0.22	0.0045	0.5200
%BW	0.45b	0.51b	0.55ab	0.60ab	0.72a	0.06	0.0038	0.4969
g/kgBW ^{0.75}	19.74b	22.00b	23.82ab	26.12ab	31.54a	2.58	0.0037	0.4906
Concentrate								
kgDM/d	5.33a	4.93a	4.50a	3.47b	2.91b	0.34	0.0001	0.4761
%BW	1.49a	1.38ab	1.25b	0.96c	0.80c	0.07	0.0001	0.3667
g/kgBW ^{0.75}	64.70a	59.85a	54.32a	41.94b	35.04b	3.34	0.0001	0.3942
Total								
kgDM/d	6.95	6.73	6.48	5.63	5.52	0.44	0.0122	0.8252
%BW	1.94a	1.88a	1.80ab	1.56b	1.53b	0.09	0.0012	0.7857
g/kgBW ^{0.75}	84.40a	81.83ab	78.16ab	68.04b	66.61b	4.33	0.0024	0.7999
OMI, kg/d	6.63	6.37	6.10	5.27	5.12	0.42	0.0063	0.8209
CPI, kg/d	0.81a	0.78a	0.68ab	0.56b	0.55b	0.05	0.0004	0.9526
Digestibility, %								
DM	67.13a	66.50ab	62.22abc	60.75bc	58.12c	1.88	0.0010	0.8693
OM	69.46a	69.08a	65.11ab	63.58ab	60.91b	1.86	0.0015	0.7628
CP	62.31	58.90	54.21	54.08	55.05	2.47	0.0250	0.1700
NDF	51.70a	57.76ab	58.33ab	66.43a	60.66a	2.69	0.0066	0.1290
ADF	30.10b	38.00ab	32.76a	39.06ab	46.17a	2.93	0.0035	0.4382
Estimated energy								
intake ^{2/}	17.53a	16.70a	15.16ab	12.75bc	11.80c	1.03	0.0002	0.7745
ME, Mcal/d	2.52a	2.49a	2.33ab	2.27b	2.14b	0.34	0.0004	0.7471
ME, Mcal/kgDM								

^{1/}L = linear, Q = quadratic^{2/}1kgDOM = 3.8 McalME/kg (Kearl, 1982)^{a-c}Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05).

SEM = Standard error of the mean (n = 5)

ปริมาณโภชนาที่กินได้พบว่า โคทั้ง 5 กลุ่ม มีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่กินได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่ปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้ของ โคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมัน ทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% สูงกว่าโคที่ได้รับ อาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมัน ทดแทน

ข้าวโพดบด 75 และ 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณโปรตีน รวมที่กินได้ลดลงในรูปแบบเส้นตรง (L: P = 0.006 และ 0.0004 ตามลำดับ) เมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ด ปาล์ม น้ำมัน ที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่ม ขึ้น ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับปริมาณอาหารที่กินได้

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของโคที่ได้รับหญ้าพลัคทูลัมแห้ง เสริมด้วยอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในระดับต่าง ๆ พบว่า โคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 100% มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุ ต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0% ทั้งนี้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุลดลงในรูปแบบเส้นตรง ($L, P = 0.0010$ และ 0.0015 ตามลำดับ) เมื่อระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดในอาหารชั้นในระดับที่สูงขึ้น ส่งผลให้อาหารมีไขมันรวมสูงกว่าอาหารที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0% (Table 2) ซึ่งระดับไขมันรวมที่มากกว่า 5% ในสูตรอาหาร อาจมีผลต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของอาหาร (Allen, 2000; NRC, 2001)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวมของโคที่ได้รับอาหารชั้นทั้ง 5 สูตร พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีค่าลดลงในรูปแบบเส้นตรงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ในขณะที่สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส มีค่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรงตามการเพิ่มขึ้นของระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหาร แสดงให้เห็นว่าถึงแม้การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่มีไขมันและเยื่อใยสูง ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารชั้น จะส่งผลให้อาหารชั้นมีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมและเยื่อใยรวมสูง และทำให้โคกินอาหารชั้นได้ลดลง รวมทั้งทำให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุลดลงก็ตาม แต่ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของเยื่อใย และจากการคำนวณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้พบว่า โคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100% มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่โคได้รับมีค่าลดลง ($L: P =$

0.0002) เมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มสูงขึ้น

ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับหญ้าพลัคทูลัมแห้ง แสดงไว้ใน Table 4 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 5 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่โคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100% มีค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อาจเนื่องจากโคทั้ง 2 กลุ่ม กินหญ้าแห้งได้สูง (Table 3) จึงผลิตน้ำลายได้มากซึ่งมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ในขณะที่อาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% มีข้าวโพดบดในระดับสูงกว่า ซึ่งข้าวโพดบดมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายซึ่งสามารถย่อยสลายได้เร็วในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เกิดกรดไขมันที่ระเหยง่ายและกรดแลกติก จึงทำให้ระดับความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะรูเมนลดลง อย่างไรก็ตาม ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 5 กลุ่ม ในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับที่ปกติ โดย Van Soest (1994) รายงานว่า ระดับความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์อยู่ระหว่าง 6.0-7.0 ทั้งนี้ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใยอยู่ระหว่าง 6.5-6.8 (Grant and Mertens, 1992) ในขณะที่ระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยโปรตีนอยู่ระหว่าง 5.5-7.0 (Kopency and Wallace, 1982) จากผลการศึกษาในครั้งนี้ การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนเมื่อโคได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในระดับที่สูงขึ้น อาจมีผลกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใย จึงส่งผลให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ

ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสสูงขึ้น ตามระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 5 กลุ่ม ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร พบว่า โคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 50, 75 และ 100% ส่งผลให้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนลดลงแบบเส้นตรง เมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในโคทั้ง 5 กลุ่มในการศึกษาครั้งนี้เพียงพอสำหรับการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนโดย Satter and Slyter (1974) รายงานว่า อัตราการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์จะสูงสุดเมื่อระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 5-8 มก./ดล. ขณะที่ Hume (1974) รายงานว่า การสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์จะสูงสุดเมื่อระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 9 มก./ดล. นอกจากนี้ Leng and Nolan (1984) รายงานว่า ระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมที่จุลินทรีย์ต้องการเพื่อการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์อาจสูงถึง 15-20 มก./ดล. ซึ่งความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสัตว์ ชนิดของอาหาร โดยเฉพาะแหล่งคาร์โบไฮเดรต ปริมาณโปรตีนที่กินได้ ศักยภาพในการเกิดกระบวนการหมักของอาหาร ความสามารถในการย่อยสลายของโปรตีน และสภาพนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสม (เมธา, 2533; Lewis, 1975; Erdman et al., 1986)

ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่าย ปริมาณกรดแอซติก กรดโพรพิโอนิก กรดบิวทีริก และสัดส่วนของกรดแอซติกต่อกรดโพรพิโอนิกในของเหลวจาก

กระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับหญ้าพลัคทูลัมแห้งเสริมด้วยอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในระดับต่างๆ พบว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 50, 75 และ 100% ส่งผลให้ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดลดลงในรูปแบบเส้นตรง เมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในระดับสูง กินอาหารชั้น และอาหารทั้งหมดได้ลดลง จึงมีผลต่อกระบวนการหมักและการผลิตกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมน France and Siddons (1993) รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคผัดแปรอยู่ในช่วง 70-130 มก./ล. ขึ้นอยู่กับปริมาณการกินได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และปริมาณอินทรีย์วัตถุย่อยได้ที่โคได้รับ (Ørskov et al., 1988) สอดคล้องกับ Sutton (1985) ที่รายงานว่า หากความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้การผลิตกรดไขมันที่ระเหยง่ายเพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีค่าลดลงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น (Table 3) จึงส่งผลให้กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนลดลง

สำหรับปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยง่ายแต่ละชนิด พบว่า กรดแอซติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายแต่ละชนิดในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

ของโคทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้สัดส่วนของกรดแอซิติคต่อกรดโพรพิโอนิก ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 5 กลุ่ม ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งความเข้มข้นของกรดแอซิติค กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริก ได้รับอิทธิพลจากชนิดอาหารที่ให้สัตว์กิน โดยหากสัตว์ได้รับอาหารหยาบมากจะมีความเข้มข้นของกรดแอซิติคสูง แต่หากสัตว์ได้รับอาหารข้นมากจะทำให้การผลิตกรดโพรพิโอนิกสูงขึ้น และสัดส่วนของกรดแอซิติคต่อกรดโพรพิโอนิกจะลดลง (ฉลอง, 2541) นอกจากนี้ บุญล้อม (2541) กล่าวว่า ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยง่ายแต่ละชนิดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ผันแปรขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร และระยะเวลาหลังการให้อาหาร โดยกรดแอซิติค มีประมาณ 60-70% ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด รองลงมา คือ กรดโพรพิโอนิกประมาณ 18-20% ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด และกรดบิวทีริก ประมาณ 10% ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายได้ทั้งหมด สอดคล้องกับเมธา (2533) ที่กล่าวว่า กรดแอซิติค กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 65-70, 20-22 และ 10-15% ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด และมีสัดส่วนของกรดแอซิติคต่อกรดโพรพิโอนิกอยู่ในช่วง 1-4 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน Hungate (1966) รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดแอซิติค กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนควรอยู่ที่ 62, 22 และ 16% ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารข้น ไม่มีผลต่อการผลิตกรดแอซิติค กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมน

จำนวนแบคทีเรีย โปรโตซัว และซูโอสปอร์เชื้อราในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับหญ้าพลิแคทูลัมแห้งเสริมด้วยอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0, 25, 50, 75 และ 100% แสดงใน Table 5 พบว่า โคทั้ง 5 กลุ่ม มีจำนวนแบคทีเรีย และซูโอสปอร์ของเชื้อราในของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร

ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $4.56-6.55 \times 10^{10}$ และ $2.25-4.70 \times 10^5$ เซลล์/มล. ตามลำดับ สอดคล้องกับ Hungate (1966) ที่รายงานว่า จำนวนประชากรของแบคทีเรีย และซูโอสปอร์ของเชื้อราในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ในช่วง $10^{10}-10^{12}$ และ 10^4-10^6 เซลล์/มล. ตามลำดับ สำหรับจำนวนโปรโตซัว พบว่า โคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100% มีจำนวนประชากรโปรโตซัวทั้งหมดที่ 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และจำนวนประชากรโปรโตซัวเฉลี่ย ต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้จำนวนประชากรโปรโตซัวทั้งหมดลดลงแบบเส้นตรง เมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Abdullah and Hutagalung (1988) ที่รายงานว่า โคเนื้อพันธุ์เคดาห์ กาลันตัน (kedah kalantan) ที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก (89%) มีแนวโน้มของจำนวนประชากรโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนลดลง อาจเนื่องจากกรดไขมันในน้ำมันที่ตกค้างในกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวสายยาว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาวในระดับสูง (Salmiah, 2000) มีผลลดจำนวนประชากรโปรโตซัว ซึ่ง Galbraiter and Miller (1973) รายงานว่า กรดไขมันสายยาวมีความเป็นพิษต่อเซลล์จุลินทรีย์มากกว่ากรดไขมันสายสั้น นอกจากนี้ ระดับทองแดงที่ตกค้างในกากเนื้อในเมล็ดปาล์มอาจมีผลต่อจำนวนประชากรโปรโตซัว โดย William and Coleman (1992) รายงานว่า ปริมาณทองแดงที่สูงเกินไปในอาหารมีผลลดจำนวนโปรโตซัวในกระเพาะรูเมน และเมื่อพิจารณาชนิดของโปรโตซัว คือ โปรโตซัวกลุ่ม *Holotrich* sp. และ *Entodiniomorphs* sp. พบว่า จำนวนประชากรของโปรโตซัวทั้ง 2 กลุ่ม ที่ 0 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ย มีจำนวนลดลงในรูปแบบเส้นตรงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ทั้งนี้โคที่ได้รับหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง เสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด

75 และ 100% มีจำนวนประชากรโปรโตซัวกลุ่ม *Holotrich* sp. ต่ำกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องจากการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นในระดับที่สูงขึ้น ส่งผลให้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลในสูตรอาหารลดลง ทั้งนี้จำนวนประชากรโปรโตซัวต่อมิลลิลิตรของของเหลวในกระเพาะรูเมน

ขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายได้ของแป้งและน้ำตาล (Jouaney and Ushida, 1999) โดยแป้งในสูตรอาหารจะช่วยพัฒนาการเจริญเติบโตของโปรโตซัว (Jouaney, 1988; Chamberlain *et al.*, 1985) อย่างไรก็ตาม จำนวนประชากรโปรโตซัวในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคในการศึกษารุ่นนี้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในช่วง $0.81-2.68 \times 10^6$ เซลล์/มล. สอดคล้องกับ Hungate (1966) ที่รายงานว่ามีจำนวนประชากรโปรโตซัวในกระเพาะรูเมนอยู่ในช่วง 10^4-10^6 เซลล์/มล.

Table 4 Effect of PKC substitution for GC on rumen fermentation process of Thai indigenous cattle fed with plicatulum hay

Attribute	Level of PKC substitution for GC (%)					SEM	Contrast P-value ^{1/}	
	0	25	50	75	100		L	Q
Ruminal pH								
0 h-post feeding	6.62	6.80	6.95	6.96	6.99	0.12	0.0261	0.3253
4	6.53b	6.55b	6.78ab	6.86a	6.89a	0.09	0.0030	0.6841
Mean	6.58	6.68	6.87	6.92	6.94	0.10	0.0069	0.4392
NH₃-N, mg/dl								
0 h-post feeding	12.86ab	15.72a	10.29b	9.71b	8.29b	1.68	0.0115	0.5627
4	12.86a	11.43ab	8.57bc	8.28bc	5.72c	1.16	0.0002	0.9463
Mean	12.86ab	13.57a	9.43bc	9.00bc	7.00c	1.26	0.0009	0.7214
Total VFA, mmol/l								
0 h-post feeding	83.37	77.25	65.59	63.45	64.39	5.46	0.0085	0.2643
4	88.32a	76.57ab	66.60b	63.18b	64.11b	5.84	0.0041	0.1636
Mean	85.85a	76.92ab	66.10b	63.31b	64.25b	5.20	0.0033	0.1725
Acetate (C₂) (% total VFA)								
0 h-post feeding	63.83	63.28	63.41	63.66	66.31	1.34	0.2259	0.2110
4	65.34	63.21	65.26	65.23	66.99	1.03	0.1237	0.1597
Mean	64.59	63.24	64.33	64.45	66.65	1.12	0.1508	0.1620
Propionate (C₃) (% total VFA)								
0 h-post feeding	13.64	14.17	14.09	13.82	13.28	0.47	0.4881	0.2101
4	13.89	15.45	14.33	14.31	13.74	0.55	0.4174	0.1449
Mean	13.77	14.81	14.21	14.07	13.51	0.45	0.3822	0.1190
Butyric acid (C₄) (% total VFA)								
0 h-post feeding	13.04	12.81	12.81	12.74	11.72	0.78	0.2888	0.5794
4	12.33	12.43	12.33	11.73	11.11	0.52	0.0726	0.3289
Mean	12.68	12.62	12.57	12.23	11.42	0.63	0.1619	0.4599
C₂ : C₃								
0 h-post feeding	4.68	4.51	4.57	4.62	5.05	0.21	0.2249	0.1527
4	4.92	4.21	4.38	4.56	4.94	0.23	0.5916	0.0206
Mean	4.71	4.34	4.58	4.61	4.98	0.20	0.2179	0.1075

^{1/}L = linear, Q = quadratic

^{a-c} Within rows not sharing a common superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

SEM = Standard error of the mean (n = 5)

Table 5 Effect of PKC substitution for GC on rumen microbial population of Thai indigenous cattle fed with plicatulum hay

Attribute	Level of PKC substitution for GC (%)					SEM	Contrast P-value ^{1/}	
	0	25	50	75	100		L	Q
Bacteria (x10¹⁰ cell/ml)								
0 h-post feeding	7.00	5.83	6.95	6.48	5.41	1.33	0.5563	0.7832
4	6.11	7.11	4.63	5.21	3.71	1.09	0.0707	0.6429
Mean	6.55	6.47	5.79	5.84	4.56	0.94	0.1417	0.6435
Protozoa (x10⁶ cell/ml)								
<i>Entodina morphs sp.</i>								
0 h-post feeding	1.66a	1.78a	1.19ab	0.74bc	0.46c	0.19	0.0001	0.3733
4	1.76ab	2.19a	1.10bc	0.91c	0.67c	0.25	0.0005	0.6447
Mean	1.71ab	1.99a	1.15bc	0.83c	0.57c	0.19	0.0001	0.4453
<i>Holotrichs sp.</i>								
0 h-post feeding	0.50	0.69	0.60	0.23	0.24	0.13	0.0290	0.2040
4	0.47	0.69	0.33	0.30	0.24	0.12	0.0413	0.6187
Mean	0.49	0.69	0.47	0.27	0.24	0.11	0.0156	0.2904
Total protozoa								
0 h-post feeding	2.16a	2.47a	1.79a	0.97b	0.70b	0.22	0.0001	0.1341
4	2.23ab	2.88a	1.43bc	1.21c	0.91c	0.31	0.0005	0.5725
Mean	2.20ab	2.68a	1.61bc	1.09d	0.81d	0.23	0.0001	0.2704
Fungal zoospore (x10⁵ cell/ml)								
0 h-post feeding	2.55	4.95	3.28	3.78	2.86	1.15	0.8820	0.3156
4	1.94	4.45	1.82	2.59	2.60	1.06	0.8736	0.6910
Mean	2.25	4.70	2.55	3.19	2.73	1.08	0.8743	0.4624

^{1/}L = linear, Q = quadratic^{a-c}Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05).

SEM = Standard error of the mean (n = 5)

ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นต่อการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะ และปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ของโคที่ได้รับหญ้าพลิแคทูลัมแห้ง แสดงใน Table 6 พบว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% มีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหารชั้นสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่

ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหารชั้นลดลงในรูปแบบเส้นตรงเมื่อระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากหญ้าพลิแคทูลัมแห้งของโคทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05)

Table 6 Effect of PKC substitution for GC on nitrogen utilization and purine derivatives in indigenous cattle fed with plicatulum hay

Attribute	Level of PKC substitution for GC (%)					SEM	Contrast P-value ^{1/}	
	0	25	50	75	100		L	Q
N intake								
Concentrate								
g/d	124.45a	118.38a	102.43ab	82.43b	79.45b	8.21	0.0033	0.5172
g/kgBW ^{0.75}	1.51a	1.44ab	1.24bc	1.00cd	0.95d	0.08	0.0001	0.9492
Plicatulum hay								
g/d	5.37	6.28	6.55	7.47	8.44	0.91	0.0215	0.8295
g/kgBW ^{0.75}	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.01	0.0226	0.7982
Total								
g/d	129.82a	124.66a	108.98ab	89.90b	87.89b	8.42	0.0004	0.9291
g/kgBW ^{0.75}	1.58a	1.52ab	1.32bc	1.09c	1.05c	0.08	0.0001	0.8937
N excretion								
Faeces								
g/d	48.63	50.64	49.48	41.10	39.74	3.95	0.0438	0.3586
g/kgBW ^{0.75}	0.59	0.62	0.60	0.49	0.48	0.04	0.0199	0.2879
Urine								
g/d	43.51a	37.69ab	27.67bc	20.58cd	16.71d	3.46	0.0002	0.1940
g/kgBW ^{0.75}	0.55a	0.48ab	0.36bc	0.26cd	0.21d	0.04	0.0001	0.6697
Total								
g/d	92.14a	88.33a	77.15ab	61.68bc	56.45c	5.42	0.0007	0.3573
g/kgBW ^{0.75}	1.14a	1.09ab	0.96b	0.76c	0.69c	0.06	0.0001	0.6116
N excretion/N intake (%)	71.54	70.87	71.59	69.78	64.42	3.21	0.1506	0.3367
N retention								
g/d	37.68	36.32	31.84	31.43	29.60	5.36	0.2733	0.6733
g/kgBW ^{0.75}	0.43	0.42	0.35	0.32	0.37	0.06	0.2366	0.5239
PD (mmol/d)								
PD excretion ^{2/}	104.98	95.88	99.98	100.61	84.06	11.36	0.3167	0.6711
PD absorption ^{3/}	91.89	81.12	85.82	86.64	67.04	13.47	0.3156	0.6749
OMDR, kg/d	3.00a	2.86a	2.59ab	2.18bc	2.02c	0.18	0.0002	0.7638
Microbial N supply								
g N/d ^{4/}	66.80	58.97	62.39	62.99	48.74	9.73	0.3151	0.6748
g N/kg of OMDR ^{5/}	22.38	21.63	24.12	27.49	23.81	4.26	0.5259	0.7182

^{1/}L = linear, Q = quadratic^{a-d}Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05).

SEM = Standard error of the mean (n = 5)

^{2/}(Allantoin+Uric acid (mmol/l)) x urine volume (l/d)^{3/}(PD excretion (mmol/d) /0.85)-(0.385 x BW^{0.75})^{4/}PD absorption (mmol/d) x 0.727^{5/} Microbial N supply (g/d) / Digestible organic matter in the rumen (OMDR, kg/d) (where OMDR = 65% of organic matter digestible in total tract (ARC, 1990)

ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับทั้งหมด (อาหารชั้นและหญ้าพลิกคลุมแห้ง) ของโคทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า โคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25% มีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับทั้งหมดสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณอาหารที่กินได้ (Table 3) ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับทั้งหมดลดลงในรูปแบบเส้นตรง เมื่อระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกพบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกในมูลของโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบด 0, 25, 50, 75 และ 100% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกในปัสสาวะและปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทั้งหมดลดลง เมื่อระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากการเพิ่มระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารชั้นในระดับที่สูงขึ้น ส่งผลให้โคกินอาหารชั้นและอาหารทั้งหมดลดลง จึงทำให้ได้รับไนโตรเจนลดลง ซึ่งหากสัตว์ได้รับไนโตรเจนจากอาหารน้อย สัตว์จะเพิ่มการเก็บกักไนโตรเจนไว้ในร่างกาย โดยไตจะลดการขับยูเรียออกทางปัสสาวะ ทำให้ยูเรียหมุนกลับสู่กระเพาะรูเมนได้อีก (Church, 1979) ส่งผลให้ไนโตรเจนถูกขับออกจากร่างกายลดลงเพื่อรักษาสมดุลไนโตรเจน ซึ่งเมื่อพิจารณาสมดุลไนโตรเจนของโคทั้ง 5 กลุ่ม พบว่ามีค่าเป็นบวกและไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

การขับออกของอนุพันธ์พิวรีนในปัสสาวะ ปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดที่ระดับต่างๆ พบว่า ปริมาณอนุพันธ์พิวรีนที่ขับออกในปัสสาวะ ปริมาณอนุพันธ์พิวรีนที่ดูดซึมที่ลำไส้ และปริมาณไนโตรเจนของจุลินทรีย์ ของโคทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในขณะที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ประกอบ

ด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดที่ระดับ 0 และ 25% สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดที่ระดับ 75 และ 100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนลดลงในรูปแบบเส้นตรงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารสูงขึ้น ซึ่งโอกาส และทองสุข (2547) รายงานว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ของสัตว์ ในการศึกษาครั้งนี้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในโคที่ได้รับอาหารชั้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดที่ระดับ 0 และ 25 % สูงกว่าโคกลุ่มอื่นๆ (Table 3) จึงส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 2 กลุ่มนี้สูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม การเพิ่มระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารชั้น ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนของโคแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยประสิทธิภาพการสังเคราะห์ไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนในการศึกษานี้มีค่าอยู่ในช่วง 21.63-27.49 ก./กก.อินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน

สรุป

กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันสามารถใช้ทดแทนข้าวโพดบดในอาหารชั้นได้ไม่เกิน 50% สำหรับเสริมให้แก่โคพื้นเมืองที่ได้รับหญ้าพลิกคลุมแห้ง โดยไม่มีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้มีข้อมูลที่ชัดเจนและใช้ในการประกอบการตัดสินใจในการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารชั้นสำหรับโคพื้นเมือง ควรมีการศึกษามรรควาผลการผลิตลักษณะและคุณภาพซาก รวมทั้งต้นทุนและผลตอบแทนของการเลี้ยงโค โดยการใช้อาหารชั้นที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนข้าวโพดบดต่อไป

คำขอขอบคุณ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ได้สนับสนุนทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2552 (รหัสโครงการ NAT5211990064S) และขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์ และสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้สนับสนุนสถานที่ อุปกรณ์ และสัตว์ทดลอง รวมทั้งคณาจารย์ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา และบุคลากรทุกท่าน ที่มีส่วนที่ทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2548. การใช้กากปาล์มน้ำมันเป็นอาหารโค-กระบือ. น. 389-398. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, ณัฐวุฒิ บุรินทราภิบาล และเฉลียง ศรีชู. 2543ก. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นอาหารโคเนื้อ. น. 99-108. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, วุชระ ศิริกุล และอุดมศรี อินทรโชติ. 2543ข. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารชั้นสำหรับโคเนื้อ. น. 89-98. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ฉลอง วชิราภากร. 2541. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต. 2529. ผลการใช้กากปาล์มน้ำมันชนิดกะเทาะเปลือกในอาหารสุกรรุ่น-ขุน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บุญล้อม ชิวะอิสสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. พันธุ์พืชบลิขซึ่ง, กรุงเทพฯ.
- วรรณะ ม้าเขียว. 2536. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นอาหารโค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมบัติ ศรีจันทร์ และสมคิด ชัยเพชร. 2545. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันชนิดอัดน้ำมันเป็นอาหารโคเนื้อในระยะต้นและระยะปลายของการขุน. น. 161-170. ใน: รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 19. 22-27 มกราคม 2545. ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลปทุมธานี, ปทุมธานี.
- สายันต์ ปานบุตร. 2547. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลในอาหารแพะเพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สุมิตรา สำเภพล. 2543. การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตรปาล์มน้ำมัน. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/main.php?filename=agri_production. ค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2553.
- โอบาส พิมพา และทองสุข เจटना. 2547. การประเมินจุลินทรีย์โปรตีนโดยใช้สารอนุพันธ์ฟิวรีนในปีสภาวะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง. ไฟล์สมาสเตอร์พรีนิต, พิษณุโลก.
- Abdullah, N. and R. I. Hutagalung. 1988. Rumen fermentation, urease activity and performance of cattle given palm kernel cake based diet. Anim. Feed Sci. Technol. 20: 79-86.
- Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 83: 1598-1624.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- ARC. 1990. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Suppl. No 1. Farham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Bremner, J. M. and D. R. Keeney. 1965. Steam distillation methods of determination of ammonium nitrate. Anal. Chem. Acta. 32: 485-493.
- Chen, X. B., D. J. Kyle, and E. R. Ørskov. 1993. Measurement of allantoin in urine and plasma by high-performance liquid chromatography with pre-column derivatization. J. Chromatogr. 617: 241-247.
- Chen, X. B. and M. J. Gomes. 1995. Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives - An Overview of the Technical Details. International Feed Resource Unit, Rowett Research Institute, Aberdeen.

- Church, D.C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. Vol. 1. O&B Books Inc, Corvallis.
- Chamberlain, D. G., P. C. Thomas, W. Wilson, C. J. Newbold, and C. J. MacDonald. 1985. The effects of protein and carbohydrate supplements on ruminal concentrations of ammonia in animals given diets of grass silage. *J. Agric. Sci. (Camb.)*. 104 : 331-340.
- Erdman, R. A., G. H. Proctor, and J. H. Vandersall. 1986. Effect of rumen ammonia concentration on in situ rate and extent of digestion of feedstuffs. *J. Dairy Sci.* 69: 2312-2320.
- France, J. and R. C. Siddons. 1993. Volatile fatty acid production. P. 107-121. In: J.M. Forbes and J. France (Eds). *Quantitative Aspects Ruminant Digestion and Metabolism*. C.A.B. International, Willingford.
- Galbraith, H. and T. B. Miller. 1973. Effect of metal cations and pH on the antibacterial activity and uptake of long chain fatty acids. *J. Appl. Bacteriol.* 36: 635-642.
- Galyean, M. 1989. *Laboratory Procedure in Animal Nutrition Research*. Department of Animal and Life Science, New Mexico State University, New Mexico.
- Grant, R. J. and D. R. Mertens. 1992. Influence of buffer, pH and raw starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. *J. Dairy Sci.* 75:2762-2768.
- Hair-Bejo, M. J., B. Liang and A. R. Alimon. 1995. Copper tolerance in buffalo: The potential toxic effect of copper in buffalo fed palm kernel cake. P. 246-247. In: *Proceeding of the 17th Malaysian Society of Animal production Annual Conference* 28-30 May 1995, Penang, Malaysia.
- Hart, F. J. and M. Wanapat. 1992. Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swam buffalo. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 5 : 617-622.
- Hungate, R. E. 1966. *The Rumen and Its Microbes*. Academic Press, New York.
- Hume, I. D. 1974. The proportions of dietary protein escaping degradation in the rumen of sheep fed on various protein concentrates. *Aust. J. Agri. Res.* 25:155-165.
- Kearl, L. C. 1982. *Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries*. Logan: The International Feedstuffs Institute, Utah State University, Utah.
- Kopency, J. and R. J. Wallace. 1982. Cellular location and some properties of proteolytic enzymes of rumen bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 43:1026-1033.
- Jouaney, J. P. 1988. Effect of diets on populations of rumen protozoa in relation to fiber digestion. P. 59-74. In: J.V. Nolan, R. A. Leng and D. I. Demerger (Eds.). *The Roles of Protozoa and Fungi in Ruminant Digestion*. Penambul Books, Armidale.
- Jouaney, J. P. and K. Ushida. 1999. The role of protozoa in feed digestion. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 12:113-126.
- Josefa, M., M. M. Dolores, and H. Fuensanta. 1999. Determination short chain volatile fatty acid in silages from artichoke and orange by-products by capillary gas chromatography. *J. Sci. Food Agric.* 79:580-589.
- Lewis, D. 1975. Blood urea concentration in relation to protein utilization in the ruminant. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 48: 438-446.
- Leng, R. A. and J. V. Nolan. 1984. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 67 : 1072-1089.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirement of Dairy Cattle*. 7th Edition. National Academy Press, Washington, D.C.
- Ørskov, E. R., G. W. Reid, and M. Kay, 1988. Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughage. *Anim. Prod.* 46: 29-34.
- Salmiah, A. 2000. *Non-food Uses of Palm Oil and Palm Kernel Oil*. MPOPC Palm Oil Information Series, Kuala Lumpur.
- Satter, R. D. and R. R. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on ruminal microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.* 22 : 199.
- Schneider, B. H. and W. P. Flatt. 1975. *The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments*. The University of Georgia Press, Georgia.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrial Approach*. 2nd Edition. McGraw-Hill, New York.
- Sutton, J. D. 1985. Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cows. *J. Dairy Sci.* 68: 3376-3393.
- Van Soest, P. J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *J. Anim. Sci.* 24:834-843.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutrition Ecology of the Ruminant*. 2nd Edition. Cornell University Press, New York.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- William, A. G. and G. S. Coleman. 1992. *The Rumen Protozoa*. Springer-Verlag, New York.