บทที่ 6
ผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง

บทนำ

จากการทดลองที่ 1 (บทที่ 3) พบว่า การหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเปลี่ยนแปลง แต่การใช้ประโยชน์ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในตัวสัตว์เคี้ยวเอื้องเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณอาหารที่สัตว์ได้รับ ชนิดของสัตว์ทดลอง ความน่ากินของอาหาร ดังข้อสรุปของ เทอดชัย (2540) ดังนั้นเพื่อให้ทราบข้อมูลการใช้ประโยชน์ได้ของทางปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน ดังนั้นการศึกษาในบทนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงผลดังกล่าวในโคพื้นเมือง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ต่อปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และสมดุลไนโตรเจนของโคพื้นเมือง

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. โคพื้นเมือง เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 280±5 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว

2. โรงเรือนโคพื้นเมืองและคอกเดี่ยวสำหรับการทดลองหาการย่อยได้ในตัวสัตว์ ราง อาหาร และภาชนะใส่น้ำ

3. ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์

4. วัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่ ข้าวโพดบด กากถั่วเหลือง กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เกลือ และไดแคลเซียมฟอสเฟต

5. แร่ธาตุก้อน (Boslic-red) ของ บริษัท ขวัญเกษตร

6. ยาถ่ายพยาธิอัลเบนดาโซล (Valbazen® บริษัท Better Pharma co., Ltd.)

7. เครื่องชั่งอาหาร

8. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะ ได้แก่ ถุงพลาสติกรองรับมูล ถัง-พลาสติกรองรับปัสสาวะ ถุงพลาสติกใส ยาง ผ้าขาวบางสำหรับกรองน้ำปัสสาวะ ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างปัสสาวะ และเครื่องชั่ง เป็นต้น

9. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอาหารข้นและอาหารหยาบ ได้แก่ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติกใส และยาง เป็นต้น\

10. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างเลือด ได้แก่ เข็มฉีดยา สำลี ถุงมือ กระบอกฉีดยาพลาสติกปริมาตร 4 มิลลิลิตร และ แอลกอฮอล์ เป็นต้น

11. สารเคมีและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมน

12. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธีประมาณ (Proximate analysis)

13. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยวิธี Detergent method

14. ตู้อบ (hot air oven)

15. เครื่องบด (willy mill)

16. เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)

17. อุปกรณ์ทำความสะอาดคอก ได้แก่ ไม้กวาด และแปรงถูพื้น เป็นต้น

วิธีการทดลอง

1. สัตว์ทดลอง : ใช้โคพื้นเมืองที่ได้รับการฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน (rumen fitulated animal) ของสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ย 280±5 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว มีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง โคทดลองทุกตัวถูกเลี้ยงใน

คอกขังเดี่ยว ในช่วงปรับสัตว์ก่อนเข้าการทดลองโคทดลองทุกตัวได้รับการฉีดวัคซีนเพื่อป้องกันโรคติดต่อที่สำคัญได้แก่ วัคซีนโรคคอบวม และโรคปากเท้าเปื่อย ถ่ายพยาธิภายในโดยใช้ยาถ่ายพยาธิอัลเบนดาโซล (albendazole) อัตราการใช้ยา 1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 10 กิโลกรัม โดยการกรอกให้กินทางปาก และฉีดวิตามินเอ วิตามินดี และวิตามินอี อัตรา 2 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม

2. อาหารและการเตรียมอาหารทดลอง : (1) อาหารหยาบ ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดออกระหว่างเก็บทลายปาล์มน้ำมันจากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 5 ปี ณ สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ โดยทำการตัดส่วนก้านที่มีหนามออกนำมาสับด้วยเครื่องสับหญ้าเพื่อให้มีขนาดเล็กประมาณ 1-2 เซนติเมตร แล้วนำมาหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ในถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร อัดให้แน่นและปิดฝาให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 1 เดือน (2) อาหารข้น ใช้อาหารข้นที่ประกอบด้วย ข้าวโพดบด กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (ตารางที่ 22) โดยสูตรอาหารมีโปรตีนรวม 15.03 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม 67.62 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 22 สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหารข้น และคุณค่าทางโภชนะ

วัตถุดิบอาหารสัตว์	เปอร์เซ็นต์ (ในสภาพให้สัตว์กิน)
ข้าวโพดบด	47.00
กากถั่วเหลือง	12.00
กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	37.50
เกลือ	2.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.50
เปลือกหอยป่น	1.00
รวม	100.00
คุณค่าทางโภชนะ 1/ และ 2/	
โปรตีนรวม	15.03
โภชนะที่ย่อยได้รวม (%TDN)	67.62

1/ คำนวณตามคำแนะนำของ องกรมปศุสัตว์ (2547) ; 2/ เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง

3. การวางแผนการทดลอง : ใช้แผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ (4x4 Latin Square Design) โดยมีกลุ่มทดลองหรือทรีทเมนต์ (treatment) ดังนี้

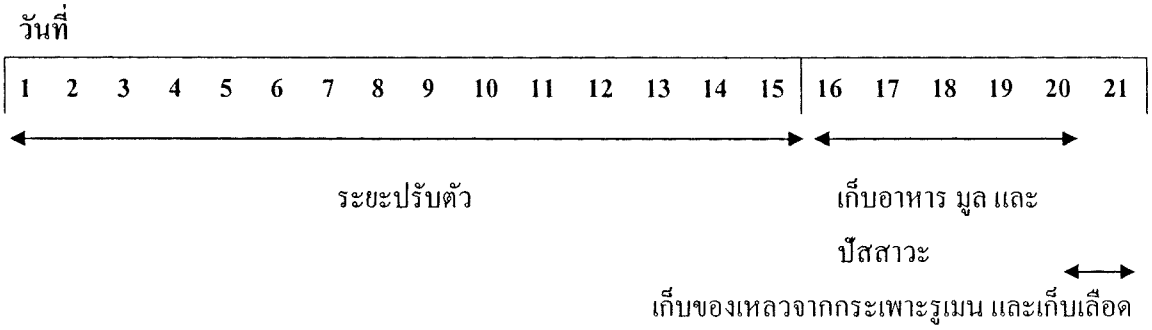
ทรีทเมนต์ที่ 1 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 2 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 3 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์
ทรีทเมนต์ที่ 4 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์

โดยสุ่มให้โคพื้นเมืองแต่ละตัวได้รับอาหารตามที่กำหนด ในการทดลองได้แบ่งระยะเวลาการทดลองออกเป็น 4 ช่วงการทดลอง (period) แต่ละช่วงการทดลองใช้เวลาทั้งหมด 21 วัน ประกอบด้วย ระยะปรับตัวสัตว์ (adaptation period) 15 วัน และระยะเก็บตัวอย่าง (sample collection period) 6 วัน รวมระยะเวลาทั้งหมด 84 วัน แผนผังการทดลองและการเก็บตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 23 และภาพที่ 10

ตารางที่ 23 แผนผังการทดลอง

ระยะเวลาของการสลับ	โคพื้นเมืองทดลอง			
อาหารทดลอง	1	2	3	4
ระยะที่ 1	A	B	C	D
ระยะที่ 2	B	C	D	A
ระยะที่ 3	C	D	A	B
ระยะที่ 4	D	A	B	C

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษ A, B, C และ D คือ อาหารทดลองทรีทเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ



ภาพที่ 10 ระยะการทดลองและเก็บตัวอย่าง

4. วิธีการทดลอง : แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

4.1 ระยะปรับตัว (adaptation period) เป็นช่วงที่ฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลอง และอาหารก่อนเข้าสู่การทดลองจริง ใช้ระยะเวลา 15 วัน ทำการสุ่มสัตว์ทดลองตามแผนการทดลองแบบ 4 X 4 ลาตินสแควร์ โดยโคแต่ละตัวอยู่ในคอกขังเดี่ยว มีรางอาหาร และที่ให้น้ำอยู่ด้านหน้า มีน้ำดื่มตลอดเวลา ให้โคได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 08.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกา โดยให้อาหารข้นคิดเป็นวัตถุแห้งในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ก่อนให้อาหารหยาบแบบเต็มที่ (*ad libitum*)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ทำการวัดปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน (voluntary feed intake) โดยชั่งอาหารที่ให้กิน และอาหารที่เหลือทั้งในช่วงเช้า และช่วงเย็นของทุกวัน

4.2 ระยะเก็บข้อมูล ใช้เวลา 5 วัน ให้โคได้รับอาหารตามทรีทเมนต์ที่กำหนดวันละ 2 ครั้ง คือ 08.00 นาฬิกา และ 16.00 นาฬิกา โดยให้อาหารข้นคิดเป็นวัตถุแห้งในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวก่อนให้อาหารหยาบ ทั้งนี้อาหารหยาบที่ให้ให้เพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการกินได้ทั้งหมดในช่วงปรับตัว เพื่อให้สัตว์กินอาหารหมด (บุญล้อม, 2541) ทำการเก็บตัวอย่างมูล และปัสสาวะตลอดระยะเวลา 5 วัน และทำการเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน และตัวอย่างเลือดในวันสุดท้ายของระยะการทดลอง

5. การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง :

5.1 การบันทึกปริมาณการกินได้และการเก็บตัวอย่างอาหาร

5.1.1 บันทึกปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นตลอดระยะทดลอง โดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทั้งช่วงเช้าและช่วงเย็นแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน

5.1.2 สุ่มเก็บตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ให้โคกินในระยะปรับตัวทุก ๆ 3 วัน ปริมาณ 500 กรัม ชั่งน้ำหนักแล้วทำการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักหลังอบ และหาเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เพื่อใช้คำนวณปริมาณอาหารที่ให้โคกินในระยะปรับตัว

5.1.3 สุ่มเก็บตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ให้โคกินในระยะเก็บข้อมูลตลอด 5 วัน นำมารวมกันแล้วสุ่มอีกครั้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี

5.2 การเก็บตัวอย่างมูล บันทึกปริมาณมูลที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวัน ในช่วงเช้าก่อนให้อาหารเวลา 08.00 นาฬิกา และสุ่มเก็บตัวอย่างมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เก็บปริมาณ 100 กรัม นำไปอบในตู้ที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ส่วนที่ 2 เก็บมูลประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมูลทั้งหมดในแต่ละวัน นำมาอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง หรืออบจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักและใส่ถุง สะสมไว้จนครบ 5 วัน นำมาสุ่มอีกครั้งให้ได้ตัวอย่างมูลแห้ง 300 กรัม แล้วนำไปบดละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ใส่ขวดเก็บไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

5.3 การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ก่อนให้อาหารในช่วงเช้า ทำการเก็บปัสสาวะที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวันตลอดระยะเวลา 5 วัน โดยใช้ถังพลาสติกที่เติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M H_2SO_4) 80 มิลลิลิตร เพื่อให้ปัสสาวะมีสภาพเป็นกรด (pH<3) ป้องกันการสูญเสียไนโตรเจนเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ จดบันทึกปริมาตรปัสสาวะทั้งหมดที่ได้ในแต่ละวันแล้วทำการสุ่มเก็บไว้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของปัสสาวะทั้งหมด เก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4

องศาเซลเซียส จนครบ 5 วัน แล้วจึงนำปัสสาวะของโคพื้นเมืองแต่ละตัวทั้ง 5 วัน มารวมกันแล้วทำการสุ่มอีกครั้งประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณปัสสาวะทั้งหมด กรองด้วยผ้าขาวบางใส่ขวดเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

5.4 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคทดลองแต่ละกลุ่มทดลองก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง ผ่านทางท่ออาหารถาวร ในวันสุดท้ายของระยะทดลอง สุ่มเก็บปริมาณ 100 มิลลิลิตร นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันที โดยใช้ pH electrode MP 125 LE 413 (Mettler Toleds AG.) หลังจากนั้นจึงสุ่มเก็บประมาณ 20 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อของเหลวจากกระเพาะรูเมน 9 มิลลิลิตร เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาส่วนที่ใส (supernatant) ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน กรดไขมันระเหยที่ระเหยทั้งหมด และกรดไขมันที่ระเหยง่ายที่สำคัญได้แก่ กรดแอซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริก

5.5 เก็บตัวอย่างเลือดก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง ในช่วงเช้าของวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณเคอ และแบ่งเลือดออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บปริมาตร 3 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (BUN) ส่วนที่ 2 เก็บปริมาตร 2 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV) และส่วนที่ 3 เก็บปริมาตร 1-2 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด

5.6 คำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ โภชนะที่ย่อยได้รวม ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ที่ได้รับ และสมดุลไนโตรเจน (ดังแสดงในบทที่ 5 วิธีการทดลอง)

6. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการ : การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก อาหารข้น และมูล คือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้า ใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ใช้วิธี Detergent method ของ Goering และ Van Soest (1970) วิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ใช้การกลั่นตามวิธีของ Bremner และ Keeney (1965) ส่วนการวิเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยง่าย ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้ Gas Chromatography Agilent 6890n คอลัมน์ชนิด DB-FFAP ขนาดยาว 30 เมตรเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร หนา 0.25 ไมโครเมตร โดยดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์ตามวิธีของ Josefa และคณะ (1999) ส่วนปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด และระดับกลูโคสในเลือด ส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่คลีนิคหาดใหญ่แล็บ ทั้งนี้ ระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดใช้วิธีการ Urea two steps enzymatic colorimetric test โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป Urea Liquicolor ของบริษัท Diagnostic ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน และระดับกลูโคสในเลือดใช้วิธี GOD-PAP method โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป Glucose Liquicolor ของบริษัท Human ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ : นำข้อมูลปริมาณการกินได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ โภชนะที่ย่อยได้รวม ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ที่ได้รับ สมดุลไนโตรเจน ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนและกลูโคสในเลือด วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 24 พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน คือ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 95.24-95.75 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดองค์ประกอบทางเคมีบนฐานวัตถุแห้ง พบว่า ประกอบด้วยอินทรียวัตถุ 87.05-90.88 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 5.57-7.23 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 1.87-2.64 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับที่ศึกษาโดย Ishida และ Abu Hassan (1997) เถ้า 9.12-12.95 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 44.16-45.74 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง 6.59-12.07 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 32.86-38.52 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 70.61-71.80 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 52.85-58.32 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 14.96-18.17 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 12.90-18.54 เปอร์เซ็นต์ และเซลลูโลส 37.63-42.75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในบทที่ 5 ที่รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 92.08-92.33 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ 89.18-90.38 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 7.86-7.93 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 2.48-2.97 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 9.62-10.82 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 35.13-38.08 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง 22.88-26.11 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 40.59-44.46 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 62.56-66.99 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 52.49-55.56 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 24.13-26.35 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 10.07-11.43 เปอร์เซ็นต์ และเซลลูโลส 26.14-30.58 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานโดย ประดิษฐ์ และคณะ (2551) ที่รายงานว่า ทางใบปาล์ม-น้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนรวม 7.25 และ 7.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมันรวม 3.85 และ 2.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลิกโนเซลลูโลส 49.12 และ 50.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผนังเซลล์ 59.23 และ 61.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเถ้า 8.18 และ 8.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ขวัญดาว และคณะ (2549) รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และ

ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย โปรตีนรวม 5.46 และ 6.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมันรวม 3.03 และ 2.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เถ้า 12.29 และ 11.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผนังเซลล์ 60.65 และ 59.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลิกโนเซลลูโลส 53.71 และ 55.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลิกนิน 44.92 และ 49.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยค่าโปรตีนรวมของทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ของการศึกษาในครั้งนี้ (5.57-7.23 เปอร์เซ็นต์) มีค่าใกล้เคียงค่าโปรตีนรวมของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลในการศึกษาของขวัญดาว และคณะ (2549) (5.46-6.15 เปอร์เซ็นต์) แต่ค่าลิกนินของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ของการศึกษาในครั้งนี้ (14.96-18.17 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำกว่าค่าลิกนินของทางใบปาล์มน้ำมันหมักในการศึกษาของขวัญดาว และคณะ (2549) (44.92-49.05 เปอร์เซ็นต์) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากทางใบปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีอายุน้อยกว่า คือ มีอายุประมาณ 5 ปี ในขณะที่ขวัญดาว และคณะ (2549) ใช้ทางใบปาล์มน้ำมัน อายุประมาณ 15 ปี ในการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ วินัย (2538) เทอดชัย (2540) และ เมธา (2533) ที่กล่าวว่า เมื่อพืชอาหารสัตว์มีอายุมากขึ้น จะมีการสะสมลิกนินและเยื่อใยสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ จะเห็นได้ว่าการเสริมกากน้ำตาลไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากทางใบปาล์มน้ำมันมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ หรือไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 15.08-21.04 เปอร์เซ็นต์ (ขวัญดาว และคณะ, 2549; ประดิษฐ์ และคณะ, 2551; Ishida and Abu Hassan, 1997) เพียงพอสำหรับใช้ในกระบวนการหมัก ดังที่สายัณห์ (2540) สรุปว่าพืชที่เหมาะสมต่อการทำพืชหมักต้องมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในระดับที่เพียงพอต่อการหมักเปรี้ยว หากพืชที่นำมาหมักมีระดับคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง จะมีผลต่อการทำงานของแบคทีเรีย เนื่องจากถูกจำกัดโดยพลังงาน ซึ่งจะมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของพืชหมัก ส่วนค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากการประเมินด้วยเทคนิคผลผลิตแก๊สของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ มีค่า 5.24-5.43.27 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ซึ่งใกล้เคียงกับค่า ME ที่รายงานโดย Abu Hassan และคณะ (1994) (5.65 เมกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) Wan Zahari และ Alimon (2003) (4.90 เมกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) และ Mohd Sukri (2003) (4.90 เมกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้น พบว่า ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 88.93 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดบนฐานวัตถุแห้ง อาหารข้นมี อินทรียวัตถุ 92.48 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 16.09 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 4.36 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 7.52 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 52.72 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง 33.84 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 19.31 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 38.18 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 23.02 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 9.87 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 15.16 เปอร์เซ็นต์ และเซลลูโลส 13.15 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าโปรตีนรวมที่ได้จากการวิเคราะห์สูงกว่าค่าโปรตีนรวมที่ได้จากการคำนวณ (15.03 เปอร์เซ็นต์) อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของระดับโปรตีนในวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารข้นแต่ละครั้งของการผสม

ตารางที่ 24 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น

องค์ประกอบทางเคมี	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				อาหารข้น
	0	2	4	6	
วัตถุแห้ง (สด)	30.47	30.77	30.89	30.57	-
วัตถุแห้ง	95.44	95.30	95.75	95.24	88.93
อินทรียวัตถุ	90.88	88.22	87.05	87.85	92.48
โปรตีนรวม	5.57	6.96	6.95	7.23	16.09
ไขมันรวม	2.64	2.53	1.87	2.31	4.36
เถ้า	9.12	11.78	12.95	12.15	7.52
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก[1/]	44.16	44.74	45.37	45.30	52.72
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง[2/]	12.07	6.94	6.59	6.92	33.84
เยื่อใยรวม	38.52	34.00	32.86	33.01	19.31
ผนังเซลล์	70.61	71.80	71.64	71.39	38.18
ลิกโนเซลลูโลส	57.71	56.09	58.32	52.85	23.02
ลิกนิน	14.96	16.92	18.17	15.22	9.87
เฮมิเซลลูโลส[3/]	12.90	15.71	13.32	18.54	15.16
เซลลูโลส[4/]	42.75	39.17	40.15	37.63	13.15
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้[5/](เมกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)	4.67	5.02	4.67	4.74	-

[1/]ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก = 100 - (%โปรตีนรวม + %เยื่อใยรวม + %ไขมันรวม + %เถ้า); [2/]คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง = 100 - (%โปรตีนรวม + %ผนังเซลล์ + %ไขมันรวม + %เถ้า); [3/]เฮมิเซลลูโลส = ผนังเซลล์ – ลิกโนเซลลูโลส; [4/]เซลลูโลส = ลิกโนเซลลูโลส-ลิกนิน; [5/]พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากการประเมินโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส (การทดลองที่ 2 ในบทที่ 4)

ปริมาณอาหารที่กิน

ปริมาณอาหารที่กินของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น แสดงดังตารางที่ 25 พบว่า ปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่าง ๆ ของโคทั้ง 4 กลุ่ม แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (2.72, 2.67 และ 2.63 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 0.94, 0.93 และ 0.92 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 25 ปริมาณการกินได้ของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปริมาณการกินได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	1.96[b]	2.72[a]	2.67[a]	2.64[a]	0.12
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	0.69[b]	0.94[a]	0.93[a]	0.92[a]	0.04
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	26.07	33.88	32.36	35.85	3.21
อาหารข้น					
กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	1.41	1.41	1.41	1.41	0.00
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	20.39	20.32	20.31	20.31	0.03
รวม					
กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	3.38[b]	4.13[a]	4.09[a]	4.05[a]	0.12
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	1.19[b]	1.44[a]	1.42[a]	1.41[a]	0.04
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	46.46	54.19	52.67	56.16	3.20

[a,b]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ) สูงกว่าโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (1.96 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 0.6 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) สำหรับปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเมื่อคิดบนฐานกรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในโคทั้งสี่ กลุ่ม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 26.07-35.85 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Kawamoto และคณะ (2001) ที่รายงานว่า โคพื้นเมืองมาเลเซีย (Kedah-Kelantan) เพศผู้ มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 30.0 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน โดยจากการศึกษาในครั้งนี้สังเกตได้ว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลมีปริมาณการกินได้สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกากน้ำตาลที่หมักร่วมกับทางใบปาล์มเพิ่มความน่ากินทำให้โคพื้นเมืองกินได้มากขึ้น ซึ่ง เมธา (2533) กล่าวว่า ข้อดีของพืชอาหารหมัก คือเพิ่มความน่ากิน สัตว์จะสามารถกินอาหารได้ในปริมาณมากขึ้น

สำหรับปริมาณการกินได้ของอาหารข้นของโคทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยอยู่ในช่วง 1.41 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 0.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ

20.31-20.39 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน และเมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น) ของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า โคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (4.13, 4.09 และ 4.05 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 1.44, 1.42 และ 1.41 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ) มีค่าสูงกว่าโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (3.38 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 1.19 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) สำหรับปริมาณการกินได้รวมของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเมื่อคิดบนฐานกรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน พบว่า โคทั้ง 4 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) คือ อยู่ในช่วง 46.46-56.16 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน

ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนรวม

สำหรับปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนรวมของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น (ตารางที่ 26) พบว่า โคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 สูตร มีปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุจากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.98-2.40 กิโลกรัมกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 6.94-8.33 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ในทำนองเดียวกันกับ ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุจากอาหารข้นของโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่ม ที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.31 กรัมต่อตัวต่อวัน หรืออยู่ในช่วง 4.57-4.59 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ส่วนปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น) ในโคทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.28-3.71 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 11.53-12.90 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุของโคในการศึกษาในครั้งนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการศึกษาในบทที่ 5 ที่พบว่าแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 313.42-388.48 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 22.80-27.19 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน

ตารางที่ 26 ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนรวมของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปริมาณการกินได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
อินทรียวัตถุ					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	1.98	2.40	2.33	2.31	0.12
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	6.94	8.33	8.09	8.05	0.39
อาหารข้น					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	1.31	1.31	1.31	1.31	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	4.59	4.57	4.57	4.57	0.01
รวม					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	3.28	3.71	3.63	3.62	0.12
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	11.53	12.90	12.66	12.62	0.38
โปรตีนรวม					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.12[b]	0.19[a]	0.19[a]	0.19[a]	0.01
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.43[b]	0.66[a]	0.65[a]	0.65[a]	0.03
อาหารข้น					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.23	0.23	0.23	0.22	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00
รวม					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.35[b]	0.42[a]	0.41[a]	0.42[a]	0.01
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	1.23[b]	1.45[a]	1.44[a]	1.45[a]	0.03

[a,b]ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สำหรับปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น (ตารางที่ 26) พบว่าโคทั้งสี่กลุ่มมีปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวม (0.19, 0.19 และ 0.19 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.66, 0.65 และ 0.65 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

ร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (0.12 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.43 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแท-บอลิกต่อตัวต่อวัน) ส่วนปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมจากอาหารข้น (0.22-0.23 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.80 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ของโคทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ในขณะที่โคทั้ง 4 กลุ่มมีปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น) แตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมทั้งหมด (0.42, 0.41 และ 0.42 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 1.45, 1.44 และ 1.45 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (0.35 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 1.25 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) สาเหตุอาจเนื่องมาจากโคทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยโคที่ได้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้มีปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมทั้งหมดแตกต่างกัน ($P<0.05$)

ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส

ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น แสดงดังตารางที่ 27 พบว่า โคทั้ง 4 กลุ่มมีปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์ (1.95, 1.92 และ 1.88 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 6.79, 6.66 และ 6.54 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (1.54 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 5.41 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์จากอาหารข้นของโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 0.54, 0.54, 0.54 และ 0.54 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 1.90, 1.82, 1.89 และ 1.88 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์ทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำหมักและอาหารข้น) ของโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า โคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ (2.50, 2.46 และ 2.42 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 8.68, 8.54 และ 8.43 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) มีค่าสูงโคที่ได้รับทางใบ-

ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (2.07 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และ 7.30 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน)

ตารางที่ 27 ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปริมาณการกินได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ผนังเซลล์					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	1.54[b]	1.95[a]	1.92[a]	1.88[a]	0.10
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	5.41[b]	6.79[a]	6.66[a]	6.54[a]	0.30
อาหารข้น					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.54	0.54	0.54	0.54	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	1.90	1.82	1.89	1.88	0.03
รวม					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	2.07[b]	2.50[a]	2.46[a]	2.42[a]	0.10
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	7.30[b]	8.68[a]	8.54[a]	8.43[a]	0.30
ลิกโนเซลลูโลส					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	1.13[b]	1.76[a]	1.73[a]	1.72[a]	0.05
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	3.97[b]	6.13[a]	6.05[a]	6.01[a]	0.15
อาหารข้น					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.33	0.33	0.33	0.33	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	1.42[a]	1.34[ab]	1.14[b]	1.34[ab]	0.00
รวม					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	1.47[b]	2.08[a]	2.06[a]	2.04[a]	0.05
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	5.11[b]	7.27[a]	7.18[a]	7.14[a]	0.15

[a,b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ส่วนปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น พบว่า โคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยโคที่ได้รับ

ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลส (1.71, 1.73 และ 1.72 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 6.13, 6.05 และ 6.01 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (1.13 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 3.97 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) แต่ปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสจากอาหารข้นของโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 0.33, 0.33, 0.33 และ 0.33 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสบนฐานกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน พบว่า โคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากอาหารข้น (1.42, 1.34 และ 1.34 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ (1.14 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ส่วนปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำหมักและอาหารข้น) ของโคทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า โคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มสูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 0 เปอร์เซ็นต์ (1.86, 1.89, 1.72 และ 1.58 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) แต่เมื่อพิจารณาปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสบนฐานกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน พบว่า โคทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.56-6.55 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวันสูงกว่าที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากโคทั้ง 4 กลุ่มกินทางใบปาล์มน้ำมันหมักแตกต่างกัน (P<0.05) (ตารางที่ 8) ซึ่งโดยทั่วไปสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับเยื่อใยจากอาหารหยาบเป็นหลัก (เทอดชัย, 2540) ดังนั้นเมื่อโคทั้ง 4 กลุ่มกินอาหารหยาบแตกต่างกัน จึงทำให้ปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสที่โคได้รับจากอาหารแตกต่างกัน

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น แสดงดังตารางที่ 28 พบว่า โคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 49.05, 52.52, 51.63 และ 49.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ 51.33, 54.04, 52.43 และ 50.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม 56.16, 50.19, 51.33 และ 45.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวม 60.55, 64.82, 62.98 และ 56.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 61.89, 62.45, 63.53

และ 61.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยรวม 35.97, 40.26, 32.89 และ 34.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ 68.21, 60.66, 62.65 และ 64.04เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส 25.27, 30.88, 30.88 และ 22.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการศึกษาในบทที่ 5 ที่พบว่าแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน ที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก เยื่อใยรวม ผนังเซลล์ และไม่แตกต่างกัน (P>0.05) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวมในโคทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 44.89-49.40 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 29 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

สัมประสิทธิ์การย่อยได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
วัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	49.05	52.52	51.63	49.25	3.30
อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	51.33	54.04	52.43	50.68	3.25
โปรตีนรวม (เปอร์เซ็นต์)	56.16	50.19	51.33	45.04	4.00
ไขมันรวม (เปอร์เซ็นต์)	60.55	64.82	62.98	56.14	4.35
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (เปอร์เซ็นต์)	61.89	62.45	63.53	61.10	3.12
เยื่อใยรวม (เปอร์เซ็นต์)	35.97	40.26	32.89	34.35	3.95
ผนังเซลล์ (เปอร์เซ็นต์)	68.21	60.66	62.65	64.04	3.85
ลิกโนเซลลูโลส (เปอร์เซ็นต์)	25.27	30.88	30.88	22.84	4.61
โภชนะที่ย่อยได้รวม (เปอร์เซ็นต์)	49.55	51.07	48.80	47.50	3.09

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้และโปรตีนที่ย่อยได้ของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น (ตารางที่ 29) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยของโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.67-1.97 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 5.87-6.90 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน สอดคล้องกับผลการศึกษาในบทที่ 5 ที่พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน ที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) และเมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยของที่โคพื้นเมืองได้พบว่า ปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ (0.16-0.22 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.57-

0.74 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ของโคทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลการศึกษาในบทที่ 5

ตารางที่ 29 ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และโปรตีนรวมที่ย่อยได้ของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

โภชนะที่ย่อยได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
อินทรียวัตถุที่ย่อยได้					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	1.67	1.97	1.91	1.82	0.12
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	5.87	6.90	6.66	6.35	0.41
โปรตีนรวมที่ย่อยได้					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.16	0.21	0.22	0.19	0.02
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.57	0.72	0.74	0.65	0.06

สมดุลไนโตรเจนและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลไนโตรเจนของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น (ตารางที่ 30) พบว่า โคทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.03 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.09-0.11 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน และปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหารข้น พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.04 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.15 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน สำหรับปริมาณไนโตรเจนรวมที่โคได้รับจากอาหารข้นและอาหารหยาบ (0.06-0.08 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.23-0,26 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05)

ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะ พบว่า โคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น มีปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (0.03, 0.03, 0.03 และ 0.04 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.10, 0.11, 0.11 และ 0.12 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (0.02, 0.02, 0.02 และ 0.02 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.06, 0.06, 0.06 และ 0.06 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) และปริมาณไนโตรเจนรวมที่ขับออก (0.06, 0.05,

0.05 และ 0.05 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.16, 0.17, 0.17 และ 0.18 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) และมีสมดุลไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ด้วย โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.03 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.07-0.09 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน รวมทั้งโคทั้ง 4 กลุ่มยังมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ขับออกต่อไนโตรเจนที่กิน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 70.99, 63.80, 72.24 และ 72.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ การที่สมดุลไนโตรเจนของโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเป็นบวก แสดงว่าโคได้รับไนโตรเจนสูงกว่าความต้องการของร่างกาย ดังนั้นการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบโดยให้โคกินแบบเต็มที่ และเสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โคสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี

ตารางที่ 30 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลไนโตรเจนของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจน	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ					
- ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.02	0.03	0.03	0.03	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.09	0.11	0.09	0.1	0.01
- อาหารข้น					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.15	0.15	0.15	0.15	0.00
- รวม					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.06	0.08	0.07	0.07	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.23	0.26	0.24	0.25	0.01
ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก					
- มูล					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.03	0.03	0.03	0.04	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.1	0.11	0.11	0.12	0.01

ตารางที่ 30 (ต่อ)

การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจน	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
- ปัสสาวะ					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.06	0.06	0.06	0.06	0.00
- รวม					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.06	0.05	0.05	0.05	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.16	0.17	0.17	0.18	0.01
ไนโตรเจนที่ขับออก/ไนโตรเจนที่กิน (เปอร์เซ็นต์)	70.99	63.8	72.24	72.75	3.44
- สมดุลไนโตรเจน					
กิโลกรัม/ตัว/วัน	0.02	0.03	0.02	0.02	0.00
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.07	0.09	0.07	0.07	0.01

กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

ตารางที่ 31 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) มีค่าอยู่ในช่วง 7.10-7.18 ส่วนความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 6.75-6.85 และ ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 6.98-6.99 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่มนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสม (5.7-7.3) ต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (วิโรจน์, 2548)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง ในช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดต่ำลงในชั่วโมงที่ 4 หลังการให้อาหาร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อาจเนื่องมาจากภายหลังที่สัตว์ได้รับอาหารจะมีกระบวนการหมักเกิดขึ้น ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักคือ กรดไขมันที่ระเหยง่าย ได้แก่ กรดแอซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริก ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นหลังกินอาหารไปแล้ว 2-4 ชั่วโมง และทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนลดลง (Wanapat, 2000)

ส่วนความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.30-11.79 และ 10.00-10.36 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 10.89-11.61 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่มในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับ Satter และ Slyter (1974) ที่รายงานว่า จากการศึกษาในหลอดทดลอง (*In vitro*) ระดับแอมโนเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 5-8 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และสอดคล้องกับรายงานผลการวิจัยในประเทศเขตร้อน ที่พบว่า ระดับ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ในช่วง 5-20 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Perdok and Leng, 1987)

ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ปริมาณกรดแอซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดไอโซบิวทีริก กรดบิวทีริก กรดไอโซวาเลอริก กรดวาเลอริก กรดไอโซคาโปรอิก กรดคาโปรอิก และสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก ในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น พบว่า กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดที่เวลา 0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมดอยู่ในช่วง 65.12-83.65 มิลลิโมลต่อลิตร และ 81.90-84.60 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันกับที่ศึกษา โดย France และ Siddons (1993) ที่รายงานว่า ระดับความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของโคอยู่ในช่วง 70-130 มิลลิโมลต่อลิตร แต่กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ 6 เปอร์เซ็นต์ (104.09 มิลลิโมลต่อลิตร) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (77.26 มิลลิโมลต่อลิตร) (P<0.05) แต่ที่เวลา 4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร มีแนวโน้มว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (86.78 และ 94.36 มิลลิโมลต่อลิตร) จะมีปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดสูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 0 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณการกินได้ทั้งหมดของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ และเสริมด้วยอาหารข้น (60.16, 59.10 และ 58.08 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าปริมาณการกินได้ทั้งหมดของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (51.28 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน)

ตารางที่ 31 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ค่าความเป็นกรด-ด่าง					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	7.1	7.18	7.15	7.07	0.05
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	6.85	6.8	6.75	6.85	0.03
ค่าเฉลี่ย	6.98	6.99	6.95	6.96	0.03
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	11.3	11.79	11.79	13.22	0.55
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	10.36	10.36	10	10	0.77
ค่าเฉลี่ย	10.89	11.07	10.89	11.61	0.64
กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด (มิลลิโมล/ลิตร)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	83.65	68.23	69.43	65.12	7.52
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	77.26^{b}	86.78^{ab}	94.36^{ab}	104.09^{a}	6.45
ค่าเฉลี่ย	80.46	77.51	81.9	84.6	2.49
กรดแอซิติก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	70.82	70.75	68.58	69.07	1.52
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	71	70.12	67.93	68.49	0.98
ค่าเฉลี่ย	70.91	70.43	68.26	68.78	0.96
กรดโพรพิโอนิก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	13.67	14.62	14.42	13.61	0.83
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	15.31	14.7	15.77	15.73	0.51
ค่าเฉลี่ย	14.49	14.66	15.09	14.67	0.38
กรดไอโซบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	0.94	1.25	1.3	1.07	0.14
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	0.61	0.92	0.65	0.2	0.23
ค่าเฉลี่ย	0.78^{ab}	1.08^{a}	0.98^{ab}	0.64^{b}	0.11
กรดบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	11.05	9.53	9.11	9.87	0.73
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	9.95	8.97	8.03	8.47	0.91
ค่าเฉลี่ย	9.17	11.68	12.84	13.03	0.42

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
กรดไอโซวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	1.54	1.93	4.69	5.13	0.97
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	1.46[a]	1.19[ab]	1.15[ab]	0.93[b]	0.14
ค่าเฉลี่ย	1.5	1.56	2.92	3.03	0.96
กรดวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	0.93[a]	0.83[ab]	0.77[ab]	0.61[b]	0.07
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	0.83	0.76	0.84	0.81	0.05
ค่าเฉลี่ย	0.88[a]	0.80[ab]	0.81[ab]	0.71[b]	0.04
กรดไอโซคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	0.09	0.42	0.81	0.46	0.34
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	0.25	0.17	0.14	0.1	0.06
ค่าเฉลี่ย	0.17	0.29	0.48	0.28	0.17
กรดคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	0.64[a]	0.59[ab]	0.23[ab]	0.13[b]	0.13
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	0.49	0.39	0.51	0.55	0.11
ค่าเฉลี่ย	0.57	0.49	0.36	0.34	0.08
กรดแอซิติก : กรดโพรพิโอนิก					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	2.35	0.97	1.01	0.94	0.55
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	4.68	4.81	4.33	4.37	0.17
ค่าเฉลี่ย	3.51	2.88	2.67	2.66	0.28

[a,b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

โดยทั่วไปความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะแปรผันอยู่ในช่วง 70-150 มิลลิโมลต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอาหารและระยะเวลาหลังการให้อาหารมื้อนั้น โดยกรดที่มีมากที่สุด คือ กรดแอซิติก สัตว์ที่ได้รับอาหารหยาบที่มีเยื่อใยสูง จะมีกรดแอซิติกในกระเพาะรูเมน 60-70 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด และเมื่อสัดส่วนของอาหารข้นเพิ่มขึ้นกรดแอซิติกจะลดลง ในขณะที่กรดโพรพิโอนิกจะเพิ่มขึ้น โดยกรดโพรพิโอนิกจะมีประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด หากสัตว์ได้รับอาหารข้นสูงจะมีสัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนสูง ส่วนกรดบิวทีริกมีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่าย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ทั้งหมด (บุญล้อม, 2541) สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อพิจารณาปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยง่ายแต่ละชนิด พบว่า กรดแอซิติกในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง ทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และ ค่าเฉลี่ยของกรดแอซิติก อยู่ในช่วง 68.58-70.82, 67.93-71.00 และ 68.26-70.91 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนี้กรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 9.11-11.05, 8.03-9.95 และ 9.17-13.03 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สำหรับนี้กรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 13.61-14.62, 14.70-15.77 และ 14.49-15.09 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในบทที่ 5 ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของกรดแอซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิว-ทีริก ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ อยู่นช่วง 66.28-67.97, 12.12-14.45 และ 8.26-9.17 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งผลผลิตในกระบวนการหมักในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในการศึกษาครั้งนี้ยังใกล้เคียงกับ Hungate (1996) ที่รายงายว่า ปริมาณกรดแอซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริกที่แสดงความสมดุลของกระบวนการหมักในของเหลวจากกระเพาะรูเนเป็น 62, 22, และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 0.97-2.35, 4.33-4.81 และ 2.66-3.51 ตามลำดับ โดยกรดไขมันที่ระเหยง่ายทุกตัวมีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ที่เป็นเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณกรดแอซิติกและกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันจึงทำให้สัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกไม่แตกต่างกัน Wanapat และคณะ (2005) รายงานว่า สัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมนมีความสัมพันธ์กับประเภทของอาหารที่สัตว์ได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารแหล่งพลังงาน โดยสัดส่วนของกรดแอซิติกจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้างที่สัตว์ได้รับเพิ่มขึ้น ขณะที่สัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกจะเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง ได้แก่ แป้ง และน้ำตาลที่สัตว์ได้รับเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Hungate (1966) ที่รายงานว่ากรดไขมันที่ระเหยง่ายในของเหลวจากกระเพาะรูเมนเป็นผลผลิตจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ซึ่งแต่ละกลุ่มมีความสามารถในการผลิตกรดแต่ละตัวได้ไม่เท่ากัน เช่น แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายเยื่อใยจะผลิตกรดแอซิติกได้มากกว่าแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายแป้งซึ่งสามารถผลิตกรดโพรพิโอนิก สำหรับการศึกษาครั้งนี้โคทั้ง 4 กลุ่มได้รับอาหารหยาบคือ ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลในปริมาณสูง ส่งผลให้กรดแอซิติกที่ผลิตได้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนเพิ่มสูงกว่ากรดโพรพิโอนิก

สำหรับกรดไขมันที่ระเหยง่ายชนิดอื่นๆ ในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น พบว่า กรดไอโซ-บิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 0.94-1.30 และ 0.20-0.92 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่ค่าเฉลี่ยของกรดไอโซบิวทีริกในกระเพาะรูเมนมีของโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (0.78, 1.08 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ (0.64 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) (P<0.05)

กรดไอโซวาเลอริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดไอโซวาเลอริก อยู่ในช่วง 1.54-5.13 และ 1.50-3.03 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่กรดไอโซวาเลอริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 4 ชั่วโมงของโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (1.46, 1.19 และ 1.15 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ (0.93 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) นอกจากนี้กรดวาเลอริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดวาเลอริกในโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (0.93, 0.83 และ 0.77 และ 0.88, 0.80 และ 0.81 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ (0.61 และ 0.71 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สำหรับกรดวาเลอริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.76-0.84 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด

กรดไอโซคาโปรอิกในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และ ค่าเฉลี่ยของกรดไอโซคาโปอิกอยู่ในช่วง 0.09-0.81, 0.10-0.25 และ 0.17-0.48 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่าย-ทั้งหมด ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนปริมาณกรดคาโปรอิกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร ของโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (0.64, 0.59 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) สูงกว่า โคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ (0.13 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) และเมื่อพิจารณาชั่วโมงที่ 4 หลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดคาโปอิก พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.39-0.55 และ 0.34-0.57 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ

เมแทบอไลท์ในเลือด

ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น (ตารางที่ 32) พบว่า ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของโคทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 32.75-35.75 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 31.00-32.67 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น มีค่าอยู่ในช่วง 31.50-34.88 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของเลือดโคพื้นเมืองในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติ (24-46 เปอร์เซ็นต์) (Jain, 1993)

ตารางที่ 32 ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดของโคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	35.75	34.00	33.25	32.75	0.14
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	32.67	29.00	31.00	31.00	2.03
ค่าเฉลี่ย	34.88	31.50	32.38	31.50	1.22
ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	13.40	12.78	10.98	10.24	1.02
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	12.34	12.09	11.71	10.53	0.89
ค่าเฉลี่ย	12.87	12.43	11.34	10.39	0.80
กลูโคส (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	61.95	61.83	61.55	62.30	0.53
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	59.68	63.00	58.78	60.70	1.36
ค่าเฉลี่ย	60.81	62.41	60.16	61.50	0.65

สำหรับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดของโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 10.24-13.40 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 10.53-12.34 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 10.39-12.87 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีน

รวมที่ย่อยได้ (ตารางที่ 29) และความเข้มข้นของแอมโนเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน (ตารางที่ 31) ของโคทั้ง 4 กลุ่ม ที่ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ Preston และคณะ (1965) ที่รายงานว่า ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนที่ย่อยได้ และระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ผลิตได้ในกระเพาะรูเมน เนื่องจากยูเรียเป็นผลผลิตสุดท้ายของกระบวนการย่อยสลายโปรตีน ซึ่งเมื่อโปรตีนเกิดการย่อยสลายจะได้แก๊สแอมโนเนียแล้วถูกจุลินทรีย์นำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนของจุลินทรีย์โปรตีน แก๊สแอมโมเนียส่วนเกินจะถูกดูดซึมที่ตับและถูกขับออกจากร่างกาย (เมธา, 2533) โดยระดับยูเรียในร่างกายสามารถวัดได้โดยการตรวจหาระดับไนโตรเจนในพลาสม่า หรือ ซีรั่ม เพื่อใช้บ่งชี้ระดับไนโตรเจนในเลือด ซึ่งสามารถใช้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดเป็นตัวบ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจนที่กินได้ (Nolan *et al.*, 1970; Egan and Kellaway, 1971) ทั้งนี้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดโคพื้นเมืองในครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงปกติของสัตว์โตเต็มวัย คือ 6-27 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Swenson, 1977) แสดงให้เห็นว่าโคทดลองครั้งนี้ได้รับโปรตีนจากอาหารเพียงพอ และมีกระบวนการใช้ประโยชน์จากโปรตีนในอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด พบว่า ความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดของโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดที่ 0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 61.55-62.30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 58.78-63.00 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดมีค่าอยู่ในช่วง 60.16-62.41 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงปกติ โดย Kaneko (1980) รายงานว่า ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดโคที่บ่งบอกถึงความสมดุลของพลังงานในร่างกายอยู่ในช่วง 45-75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร Schultz และคณะ (1988) รายงานว่าความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดของสัตว์เคี้ยวเอื้องทั่วไปมีค่าประมาณ 50 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งความเข้มข้น ของกลูโคสในเลือดของโคมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิกที่ผลิตได้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมน โดยแหล่งกลูโคสของสัตว์เคี้ยวเอื้องส่วนใหญ่มาจากกระบวนการสร้างกลูโคสที่ตับจากกรดโพรพิโอนิก (กลูโคนีโอเจนีซีส) ทั้งนี้สัตว์เคี้ยวเอื้องใช้กรดโพรพิโอนิก 80-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส (เมธา, 2553; Preston and Leng, 1987) จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า กรดโพรพิโอนิกที่ผลิตได้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคทั้ง 4 กลุ่ม (ตารางที่ 31) ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งกลูโคสในกระแสเลือด เป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็น และมีความสำคัญต่อการสร้างผลผลิต และสมรรถะภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์ (Radostits *et al.*, 2000) ดังนั้นเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด (ตารางที่ 32) และกรดโพรพิโอนิกในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (ตารางที่ 31) ของโคที่ศึกษาครั้งนี้ จะเห็นได้ว่ามีค่าอยู่ในช่วงปกติ แสดงว่าโคพื้นเมืองสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานในอาหารที่ได้รับ

สรุป

1. ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับโคพื้นเมือง เพศผู้ เสริมอาหารข้นในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ สมดุลไนโตรเจน และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง

2. การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคพื้นเมือง ร่วมกับการเสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ส่งผลให้โคพื้นเมืองมีปริมาณการกินได้รวม ปริมาณโปรตีนรวม และปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 0 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังมีแนวโน้มของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุสูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้ทางใบปาล์มหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ โปรตีนรวมที่ย่อยได้ ในโตรเจนที่ขับออกต่อไนโตรเจนที่กินได้ และสมดุลไนโตรเจน ของโคแตกต่างกัน ($P>0.05$)

3. ผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคพื้นเมือง ร่วมกับการเสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ต่อกระบวนการหมัก นิเวศวิทยาในของเหลวจากกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลท์ในกระแสเลือด พบว่าค่าความเป็น กรด-ด่างเฉลี่ยของของเหลวจากกระเพาะรูเมน (6.95-6.99) ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (10.89-11.67 มิลกรัมต่อเดซิลิตร) ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดเฉลี่ยในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (77.51-84.60 มิลลิโมลต่อลิตร) ปริมาณกรดอะซิติก (68.26-70.91 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) กรดโพรพิโอนิก (14.49-15.09 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) และกรดบิวทีริก (9.17-13.03 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน

4. โคพื้นเมืองที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรต่างๆ มีปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (31.50-34.88 เปอร์เซ็นต์) ความเข้มข้นยูเรีย-ไนโตรเจน (10.39-12.87 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) และความเข้มข้นของกลูโคส (60.16-62.41 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) อยู่ในช่วงค่าปกติ

5. จากผลการศึกษาในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าการหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0-6 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้องค์ประกอบทางเคมี เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักแตกต่าง