บทที่ 5
ผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์

บทนำ

การนำทางใบปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องควรจะต้องผ่านการปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนะ และเพิ่มการย่อยได้ของโภชนะของสัตว์ เช่น เสริมแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen; NPN) หรือเสริมด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (soluble carbohydrate) (Leng, 1990; Dahlan, 1996; Islam *et al.*, 1998) เป็นต้น รวมทั้งการแปรรูปทางใบปาล์มน้ำมันในรูปทางใบปาล์มน้ำมันหมัก หรือทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด สามารถช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์ อย่างไรก็ตาม จากการทดลองที่ 1 (บทที่ 3) พบว่าการหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในตัวสัตว์ เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณอาหารที่สัตว์ได้รับ ชนิดของสัตว์ทดลอง ความน่ากินของอาหาร ดังข้อสรุปของ เทอดชัย (2540) ดังนั้นเพื่อให้ทราบข้อมูลการใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน สำหรับการศึกษาในบทนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงผลดังกล่าวที่มีต่อแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ต่อปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และสมดุลไนโตรเจนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 35.1±1.6 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว

2. โรงเรือนแพะและคอกสำหรับการทดลองหาการย่อยได้ในตัวสัตว์ (metabolism cages) รางอาหาร 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. ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (ไอเดกติน, IDECTIN,® The British Dispensary (L.P) CO., Ltd., ประเทศไทย)

7. เครื่องชั่งอาหาร

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

9. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอาหารข้นและอาหารหยาบ ได้แก่ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติกใส และยาง เป็นต้น

10. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างเลือด ได้แก่ เข็มฉีดยา สำลี ถุงมือ กระบอก-พลาสติก ปริมาตร 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

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมสัตว์ทดลอง: ใช้แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปีและมีน้ำหนักเฉลี่ย 35.1±1.6 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว มีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง และผ่านการฉีดวัคซีนโรคปากและเท้าเปื่อย และโรคคอบวม ก่อนนำเข้าทดลองทำการกำจัดพยาธิภายนอกและพยาธิภายในโดยใช้ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (Ivermectin) (ไอเดกติน IDECTIN,®) โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม

2. อาหารและการเตรียมอาหารทดลอง: (1) อาหารหยาบ ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดออกระหว่างเก็บทะลายปาล์มน้ำมันจากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 5 ปี ณ สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ โดยทำการตัดส่วนก้านที่มีหนามออกนำมาสับด้วยเครื่องสับหญ้าเพื่อให้มีขนาดเล็กประมาณ 1-2 เซนติเมตร แล้วนำมาหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ในถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร อัดให้แน่นและปิดฝาให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 1 เดือน (2) อาหารข้น ใช้อาหารข้นที่ประกอบด้วย ข้าวโพดบด กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (ตารางที่ 11) มีโปรตีนรวม 15.03 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะรวมที่ย่อยได้ 67.62 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 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	67.62

[1/] คำนวณจากตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์ของกรมปศุสัตว์ (2549); [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

โดยสุ่มให้แพะแต่ละตัวได้รับอาหารตามที่กำหนด ในการทดลองได้แบ่งระยะเวลาการทดลองออกเป็น 4 ช่วงการทดลอง (period) แต่ละช่วงการทดลองใช้เวลาทั้งหมด 21 วัน ประกอบด้วยระยะปรับตัวสัตว์ (adaptation period) 15 วัน และระยะเก็บตัวอย่าง (sample collection period) 6 วัน รวมระยะเวลาทั้งหมด 84 วัน แผนผังการทดลองและการเก็บตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 12 และภาพที่ 8

ตารางที่ 12 แผนผังการทดลอง

ระยะเวลาของการสลับอาหารทดลอง	แพะทดลอง			
	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 8 ระยะการทดลองและเก็บตัวอย่าง

4. วิธีการทดลอง: การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

4.1 ระยะปรับตัว เป็นช่วงที่ฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารทดลอง ใช้เวลา 15 วัน โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ

4.1.1 ช่วงปรับตัวบนคอกเดี่ยวใช้เวลา 10 วัน สุ่มแพะทดลองตามแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ เลี้ยงแพะแต่ละตัวในคอกขังเดี่ยว มีรางอาหารและที่ให้น้ำอยู่ด้านหน้า ให้แพะได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักตามทรีทเมนต์ที่กำหนดแบบเต็มที่ (*ad libitum*) และเสริมอาหารข้นในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) วันละ 2 ครั้งคือ ช่วงเช้าเวลา 08.00 นาฬิกา และช่วงบ่ายเวลา 16.00 นาฬิกา โดยให้อาหารข้นก่อนให้อาหารหยาบ 1 ชั่วโมง

4.1.2 ช่วงปรับตัวบนกรงทดลองหาการย่อยได้ใช้เวลา 5 วัน โดยเลี้ยงแพะแต่ละตัวบนกรงทดลองหาการย่อยได้ ที่มีรางอาหารและที่ให้น้ำอยู่ด้านหน้า ให้แพะได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักตามทรีทเมนต์ที่กำหนดแบบเต็มที่ และเสริมอาหารข้นในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) ทำการวัดปริมาณอาหารข้นและทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่ให้ โดยให้อาหารข้นตั้งแต่เวลา 08:00-09:00 นาฬิกา เมื่อถึงเวลา 09:00 นาฬิกา ชั่งปริมาณอาหารข้นที่เหลือ แล้วจึงเปลี่ยนมาให้อาหารหยาบตั้งแต่เวลา 09:00-15:00 นาฬิกา เมื่อถึงเวลา 15:00 นาฬิกา ชั่งปริมาณอาหารหยาบที่เหลือแล้วจึงเปลี่ยนมาให้อาหารข้นตั้งแต่เวลา 15:00-16:00 นาฬิกา เมื่อถึงเวลา 16:00 นาฬิกา ชั่งปริมาณอาหาร-ข้นที่เหลือแล้วเปลี่ยนมาให้อาหารหยาบอีกครั้ง และในเวลา 08:00 นาฬิกาของวันรุ่งขึ้น ทำการวัดปริมาณอาหารหยาบที่เหลือ และคำนวณปริมาณอาหารที่กินได้ (voluntary feed intake)

4.2 ระยะเก็บข้อมูล ใช้เวลา 5 วัน ให้แพะได้รับอาหารเช่นเดียวกับในระยะปรับตัว โดยให้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในปริมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการกินได้ทั้งหมดในช่วงระยะปรับตัว เพื่อให้สัตว์กินอาหารหมด (บุญล้อม, 2541) ส่วนอาหารข้นให้ในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว เก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะ ตลอดระยะเวลา 5 วัน และเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะ-รูเมนและตัวอย่างเลือดในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง

5. การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง:

5.1 การบันทึกปริมาณการกินได้และการเก็บตัวอย่างอาหาร

5.1.1 บันทึกปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นตลอดระยะทดลอง โดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทั้งช่วงเช้าและช่วงเย็น แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน

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

5.1.3 สุ่มเก็บตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ให้แพะกินในระยะเก็บข้อมูลตลอด 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 แล้วจึงนำปัสสาวะของแพะแต่ละตัวทั้ง 5 วัน มารวมกันแล้วทำการสุ่มอีกครั้งประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณปัสสาวะทั้งหมด กรองด้วยผ้าขาวบางใส่ขวดเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน

5.4 การเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ในวันสุดท้ายของแต่ละระยะทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทดลองแต่ละทรีทเมนต์ก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump สุ่มเก็บปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันที โดยใช้ pH electrode MP. 125 LE 413 (Mettler Toleds AG.) หลังจากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างประมาณ 80 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อของเหลวจากกระเพาะรูเมน 10 มิลลิลิตร เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ แล้วจึงนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนใส (supernatant) ปริมาตร 10-15 มิลลิลิตร แช่ในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia nitrogen, NH_3-N) และกรดไขมันที่ระเหยง่าย (volatile fatty acid, VFA)

5.5 เก็บตัวอย่างเลือดก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง ในช่วงเช้าของวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) และแบ่งเลือดออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 เก็บปริมาตร 3 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (blood urea nitrogen, BUN) ส่วนที่ 2 เก็บปริมาตร 2 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (pack cell volumn, PCV) และส่วนที่ 3 เก็บปริมาตร 1-2 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด

5.6 คำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ โภชนะที่ย่อยได้รวม (total digestible nutrient, TDN) ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ที่ได้รับ (digestible nutrient intake) และสมดุล-ไนโตรเจน (nitrogen balance) ดังนี้

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{(\text{โภชนะที่สัตว์ได้รับ} - \text{โภชนะในมูล})}{\text{โภชนะที่สัตว์ได้รับ}} \times 100 \qquad [5]$$

โภชนะที่ย่อยได้รวม (เปอร์เซ็นต์)

TDN = DCP + DCF + DNFE + (DEE x 2.25)

เมื่อ DCP = โปรตีนรวมที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)

DCF = เยื่อใยรวมที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)

DNFE = ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)

DEE = ไขมันรวมที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)

ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ที่ได้รับ (กรัม/วัน)

= สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ x ปริมาณโภชนะที่กินได้ [6]

สมดุลไนโตรเจน (กรัม/วัน)

= ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กิน – (ปริมาณไนโตรเจนในมูล + ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ) [7]

6. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการ: การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก อาหารข้น และมูล คือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้า ใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ใช้วิธี Detergent method ที่ดัดแปลงจาก Goering และ Van Soest (1970) วิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน โดยการกลั่นตามวิธีของ Bremner และ Keeney (1965) ส่วนการวิเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยง่าย ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้ Gas Chromatography Agilent 6890n คอลัมน์ชนิด DB-FFAP ขนาดยาว 30 เมตรเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร หนา 0.25 ไมโครเมตร โดยดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์ตามวิธีของ Josefa และคณะ (1999) ส่วนปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด และระดับ

กลูโคสในเลือด 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 ปริมาตรเม็ดเลือดแดง-อัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนและกลูโคสในเลือด วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 13 พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน คือ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 92.08-92.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดองค์ประกอบทางเคมีบนฐานวัตถุแห้ง พบว่า ประกอบด้วยอินทรียวัตถุ 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 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ ประดิษฐ์ และคณะ (2551) ที่รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 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 และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีวัตถุแห้ง 39.10 และ 38.60 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับ กากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น

องค์ประกอบทางเคมี	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				อาหารข้น
	0	2	4	6	
วัตถุแห้ง (as fed basis)	38.58	39.40	39.57	39.36	-
วัตถุแห้ง (dry matter basis)	92.20	92.16	92.08	92.33	88.85
อินทรียวัตถุ (% วัตถุแห้ง)	89.27	90.38	90.25	89.18	92.69
โปรตีนรวม (% วัตถุแห้ง)	7.86	7.88	7.93	7.92	16.25
ไขมันรวม (% วัตถุแห้ง)	2.97	2.55	2.48	2.77	4.28
เถ้า (% วัตถุแห้ง)	10.73	9.62	9.75	10.82	7.31
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (% วัตถุแห้ง)[1/]	35.13	35.50	38.08	37.90	53.06
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง (%	22.88	25.25	26.11	26.00	31.86
วัตถุแห้ง) [2/]	43.31	44.46	41.76	40.59	19.10
เยื่อใยรวม (% วัตถุแห้ง)	66.99	65.42	64.18	62.56	40.29
ผนังเซลล์ (% วัตถุแห้ง)	55.56	54.71	53.74	52.49	24.39
ลิกโนเซลลูโลส (% วัตถุแห้ง)	25.51	24.13	26.35	26.35	10.41
ลิกนิน (% วัตถุแห้ง)	11.43	10.71	10.45	10.07	15.91
เฮมิเซลลูโลส (% วัตถุแห้ง)[3/]	30.04	30.58	27.38	26.14	13.98
เซลลูโลส (% วัตถุแห้ง)[4/]	4.75	4.93	4.86	5.33	-
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้[5/](เมกะจูลต่อ					
กิโลกรัมวัตถุแห้ง)					

[1/]ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก = 100-(%โปรตีนรวม+%เยื่อใยรวม+%ไขมันรวม+%เถ้า); [2/]คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง = 100-(%โปรตีนรวม+%ผนังเซลล์+%ไขมันรวม+%เถ้า); [3/]เฮมิเซลลูโลส = ผนังเซลล์-ลิกโนเซลลูโลส; [4/]เซลลูโลส = ลิกโนเซลลูโลส-ลิกนิน; [5/]พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากการประเมินโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส (จากตารางที่ 9 ในบทที่ 4)

ตามลำดับ 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 โดยค่าโปรตีนรวมของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ของการศึกษาในครั้งนี้ (7.86-7.93 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่า และมีปริมาณลิกนิน (24.13-26.35 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าค่าโปรตีนรวม (5.46-6.15 เปอร์เซ็นต์) และลิกนิน (44.92-49.05 เปอร์เซ็นต์) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่รายงานโดยขวัญดาว และคณะ (2549) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากทางใบปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ตัดจากปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 5 ปี ส่วนทางใบปาล์มน้ำมันที่ศึกษาโดย

ขวัญดาว และคณะ (2549) ตัดจากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 15 ปี ความแตกต่างนี้จึงอาจจะ เป็นผลมากจากอายุต้นปาล์มน้ำมันที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ เทอดชัย (2540) ที่กล่าวว่า เมื่อพืชอาหารสัตว์มีอายุมากขึ้น จะมีการสะสมลิกนินสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ จะเห็นได้ว่าการเสริมกากน้ำตาลไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากทางใบปาล์มน้ำมันมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (soluble carbohydrate) หรือไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 15.08-21.04 เปอร์เซ็นต์ (ขวัญดาว และคณะ, 2549; ประดิษฐ์ และคณะ, 2551; Ishida and Abu Hassan, 1997) เพียงพอสำหรับใช้ในกระบวนการหมัก โดยสายัณห์ (2540) รายงานว่าพืชที่เหมาะสมต่อการทำพืชหมัก ต้องมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในระดับที่เพียงพอต่อการหมักเปรี้ยว หากพืชที่นำมาหมักมีระดับคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง จะมีผลต่อการทำงานของแบคทีเรีย เนื่องจากถูกจำกัดโดยพลังงาน ซึ่งจะมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของพืชหมัก ส่วนค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากการประเมินด้วยเทคนิคผลผลิตแก๊สของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ มีค่า 4.75-5.33 เมกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้น พบว่า ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 88.85 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดบนฐานวัตถุแห้ง อาหารข้นมี อินทรียวัตถุ 92.69 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 16.25 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 4.28 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 7.31 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 53.06 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง 31.86 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 19.10 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 40.29 เปอร์เซ็นต์ ลิกโน-เซลลูโลส 24.39 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 10.41 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 15.91 เปอร์เซ็นต์ และเซลลูโลส 13.98 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าโปรตีนรวมที่ได้จากการวิเคราะห์สูงกว่าค่าโปรตีนรวมที่ได้จากการคำนวณ (15.03 เปอร์เซ็นต์) อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างของระดับโปรตีนในวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารข้น

ปริมาณอาหารที่กิน

ปริมาณอาหารที่กินของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น (ตารางที่ 14) พบว่า แพะทั้ง 4 กลุ่มกินทางใบปาล์มน้ำมันหมักได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 372.36-454.32 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 1.12-1.31 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 26.80-31.81 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Islam และคณะ (2000) ที่รายงานว่าแพะลูกผสมพื้นเมืองมาเลเซีย มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 33.63 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน และ Dahlan และคณะ (2000) ที่พบว่า แพะพื้นเมืองมาเลเซีย เพศผู้ ที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์ม

น้ำมันหมัก 33.6 และ 34.7 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนี้จากการศึกษาของ ประดิษฐ์ และคณะ (2551) ที่รายงานว่า แพะลูกผสม แองโกลนูเบียน 75 เปอร์เซ็นต์ x พื้นเมืองไทย 25 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ 37.45 และ 34.99 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 14 ปริมาณการกินได้ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปริมาณการกินได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	372.36	415.90	454.32	427.26	28.22
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	1.12	1.23	1.31	1.26	0.07
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	26.80	29.71	31.81	30.41	1.76
อาหารข้น					
กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	168.64	171.71	171.58	169.66	2.42
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	0.50	0.50	0.50	0.50	0.004
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	12.12	12.22	12.04	12.05	0.09
รวม					
กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน	541.00	587.61	625.90	596.93	29.91
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	1.62	1.74	1.81	1.76	0.07
กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	38.92	41.94	43.85	42.47	1.79

สำหรับปริมาณการกินได้ของอาหารข้นของแพะทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยอยู่ในช่วง 168.64-171.71 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 0.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 12.04-12.22 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน และเมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 541.00, 587.61, 625.90 และ 596.93 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 1.62, 1.74, 1.81 และ 1.76 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ หรือ 38.92, 41.94, 43.85 และ 42.47 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณวัตถุแห้งที่แพะกินได้ในการศึกษาครั้ง

นี้บนฐานเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่าอยู่ในช่วง 1.62-1.81 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ซึ่งเพียงพอสำหรับการดำรงชีพ โดย Devendra และ Burns (1983) รายงานว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณวัตถุแห้งที่ใช้สำหรับการดำรงชีพของแพะในเขตร้อนอยู่ในช่วง 1.4-1.7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนรวม

สำหรับปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนรวมของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น (ตารางที่ 15) พบว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 สูตร มีปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุจากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 313.42-388.48 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 22.80-27.19 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ในทำนองเดียวกันกับ ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุจากอาหารข้นของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ที่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 156.34-159.17 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 11.16-11.36 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ส่วนปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น) ในแพะทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 469.75-547.48 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 34.15-38.34 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน แต่ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุของแพะในการศึกษาในครั้งนี้ต่ำกว่าผลการศึกษาของ Dahlan และคณะ (2000) ที่รายงานว่า แพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุเท่ากับ 53.8 และ 51.5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ

สำหรับปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น พบว่า แพะทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยอยู่ในช่วง 31.64-38.44 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 2.30-2.71 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ส่วนปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมจากอาหารข้น (27.40-27.93 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 1.96-1.99 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) และปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น) (59.05-66.31 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 4.29-4.67 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ของแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ขณะที่ผลการศึกษาของ Islam และคณะ (2000) พบว่า ปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมทั้งหมด ของแพะลูกผสมพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก มีค่า 7.55 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งมีค่าสูงกว่าในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาของ Islam และคณะ (2000) เสริมอาหารข้นให้แก่แพะในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อีกทั้งเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมของทางใบ-

ปาล์มน้ำมันหมักมีค่าอยู่ในช่วง 10.3-13.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การศึกษาในครั้งนี้เสริมอาหารข้นเพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 กลุ่มอยู่ในช่วง 7.86-7.92 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 15 ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนรวมของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปริมาณการกินได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
อินทรียวัตถุ					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กรัม/ตัว/วัน	313.42	352.82	388.48	360.05	24.60
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	22.80	25.28	27.19	25.55	1.55
อาหารข้น					
กรัม/ตัว/วัน	156.34	159.17	158.99	157.25	2.26
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	11.36	11.34	11.16	11.17	0.07
รวม					
กรัม/ตัว/วัน	469.75	511.99	547.48	508.30	25.39
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	34.15	36.61	38.34	36.72	1.56
โปรตีนรวม					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กรัม/ตัว/วัน	31.64	35.12	38.44	38.11	1.61
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	2.30	2.52	2.69	2.71	0.10
อาหารข้น					
กรัม/ตัว/วัน	27.40	27.93	27.87	27.58	0.39
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	1.99	1.99	1.96	1.96	0.01
รวม					
กรัม/ตัว/วัน	59.05	63.05	66.31	65.69	1.84
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	4.29	4.50	4.65	4.67	0.11

ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส

ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของแพะที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น แสดงดังตารางที่ 16 พบว่า แพะทุกกลุ่มมีปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักอยู่ในช่วง 226.84-266.99 และ 187.94-224.06 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 16.50-18.67 และ 13.67-15.68 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์ และปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสจากอาหารข้นอยู่ในช่วง 67.96-69.41 และ 41.18-42.07 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 4.85-4.94 และ 2.94-2.99 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสทั้งหมดอยู่ในช่วง 294.79-336.17 และ 229.16-265.89 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 21.44-23.53 และ 16.66-18.62 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนัก-เมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ($P>0.05$) สาเหตุที่แพะทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากโดยทั่วไปสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับเยื่อใยจากอาหารหยาบเป็นหลัก (เทอดชัย, 2540) ดังนั้นเมื่อแพะทั้ง 4 กลุ่มกินอาหารหยาบมีปริมาณไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 14) จึงทำให้ปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสที่แพะได้รับจากอาหารไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Dahlan และคณะ (2000) ที่รายงานว่าไม่พบความแตกต่างกันของปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสของแพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ (16.6 และ 20.3 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ)

ตารางที่ 16 ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปริมาณการกินได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ผนังเซลล์					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กรัม/ตัว/วัน	226.84	247.41	266.99	241.16	18.83
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	16.50	17.75	18.67	17.10	1.21
อาหารข้น					
กรัม/ตัว/วัน	67.96	69.41	69.19	68.35	0.94
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	4.94	4.93	4.85	4.86	0.03
รวม					
กรัม/ตัว/วัน	294.79	316.81	336.17	309.51	19.29

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ปริมาณการกินได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	21.44	22.68	23.53	21.96	1.22
ลิกโนเซลลูโลส					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กรัม/ตัว/วัน	187.94	205.29	224.06	202.95	12.67
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	13.67	14.73	15.68	14.40	0.81
อาหารข้น					
กรัม/ตัว/วัน	41.22	42.07	41.83	41.18	0.65
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	2.99	2.99	2.94	2.94	0.02
รวม					
กรัม/ตัว/วัน	229.16	247.36	265.89	244.12	12.93
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	16.66	17.69	18.62	17.34	0.81

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น แสดงในตารางที่ 17 พบว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 39.17, 43.07, 41.93 และ 43.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ 42.27, 46.18, 44.17 และ 45.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม 45.76, 45.12, 45.25 และ 44.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมัน 44.95, 46.34, 48.49 และ 52.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 63.61, 64.94, 63.47 และ 65.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใย 12.85, 22.25, 17.01 และ 18.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ 17.42, 23.48, 20.18 และ 19.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส 6.58, 14.37, 12.87 และ 11.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Dahlan และคณะ (2000) ที่พบว่าแพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (51.0 และ 53.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อินทรียวัตถุ (54.1 และ 54.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) โปรตีนรวม (53.0 และ 59.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และลิกโนเซลลูโลส (20.0 และ 40.5 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 17 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

สัมประสิทธิ์การย่อยได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
วัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์)	39.17	43.07	41.93	43.40	1.46
อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	42.27	46.18	44.17	45.66	1.13
โปรตีนรวม (เปอร์เซ็นต์)	45.76	45.12	45.25	44.89	2.26
ไขมันรวม (เปอร์เซ็นต์)	44.95	46.34	48.49	52.84	3.71
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (เปอร์เซ็นต์)	63.61	64.94	63.47	65.50	0.83
เยื่อใยรวม (เปอร์เซ็นต์)	12.85	22.25	17.01	18.02	3.38
ผนังเซลล์ (เปอร์เซ็นต์)	17.42	23.48	20.18	19.92	2.31
ลิกโนเซลลูโลส (เปอร์เซ็นต์)	6.58	14.37	12.87	11.00	2.98
โภชนะที่ย่อยได้รวม (เปอร์เซ็นต์)	44.89	49.40	46.09	47.43	1.53
ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ (กรัมต่อตัวต่อวัน)[1/]	234.02	281.21	278.81	274.89	16.61
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)[2/]	2.80	3.00	2.85	2.91	0.07
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับ (เมกะแคลอรีต่อตัวต่อวัน)[3/]	1.51	1.76	1.78	1.74	0.09
น้ำหนักเพิ่มในระยะเวลา 21 วัน (กิโลกรัม)	-0.80	-1.3	0.08	-0.33	-

1/ ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ = เปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวม x ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้; 2/ คำนวณจากพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) = 0.82 x DE (เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) พลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy, DE) = เปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวม x 0.04409 (เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) (ดัดแปลงจาก NRC, 1981); 3/ คำนวณจาก (ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ x พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้)/1,000

ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวมในแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 44.89-49.40 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งเปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวมเป็นค่าที่บ่งบอกถึงพลังงานที่แพะได้รับ โดยจากการศึกษาในครั้งนี้ แพะน้ำหนัก 35.1±1.6 กิโลกรัมได้รับปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ 234.02-281.21 กรัมต่อตัวต่อวัน ในขณะที่ NRC (1981) รายงานว่าแพะน้ำหนัก 35 กิโลกรัม ต้องการปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมเพื่อการดำรงชีพ 405 กรัมต่อตัวต่อวัน ส่วน Devendra และ McLeroy (1982) รายงานว่า ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมเพื่อการดำรงชีพของแพะในเขตร้อน น้ำหนัก 35 กิโลกรัม เท่ากับ 390 กรัมต่อตัวต่อวัน ดังนั้นจากผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นได้ว่าปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่แพะได้รับในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่ารายงาน NRC (1981) และ Devendra

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

และ McLeroy (1982) ซึ่งทำให้น้ำหนักแพะที่ใช้ในการศึกษาลดลง สำหรับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับของแพะจากการศึกษาในครั้งนี้ (1.51-1.78 เมกะแคลอรีต่อตัวต่อวัน) ใกล้เคียงกับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพของแพะ น้ำหนัก 35 กิโลกรัม (1.46 เมกะแคลอรีต่อตัวต่อวัน) ที่รายงานโดย NRC (1981)

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้และโปรตีนที่ย่อยได้ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น (ตารางที่ 18) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ที่แพะทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 198.78-244.73 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 14.47-17.14 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (ตารางที่ 15) และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของแพะทั้ง 4 กลุ่ม (ตารางที่ 17) และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับการรายงานของ Dahlan และคณะ (2000) ที่พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของแพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักและทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ (28.96 และ 28.29 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ที่แพะได้รับ พบว่าปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ (26.94-29.83 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 1.96-2.11 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ของแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ในการศึกษาครั้งนี้เพียงพอต่อความต้องการโปรตีนที่ย่อยได้เพื่อการดำรงชีพของแพะในเขตร้อนที่มีน้ำหนัก 35 กิโลกรัม ซึ่งเท่ากับ 26.1 กรัมต่อตัวต่อวัน (Devendra and McLeroy, 1982) ดังนั้นแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวจึงได้รับโปรตีนรวมที่ย่อยได้เพียงพอต่อการดำรงชีพเท่านั้น

ตารางที่ 18 ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และโปรตีนรวมที่ย่อยได้ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

โภชนะที่ย่อยได้	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
อินทรียวัตถุที่ย่อยได้					
กรัม/ตัว/วัน	198.78	236.26	244.73	237.47	13.75
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	14.47	16.93	17.14	16.83	0.91
โปรตีนรวมที่ย่อยได้					
กรัม/ตัว/วัน	26.94	28.44	29.83	29.58	1.54
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	1.96	2.03	2.11	2.11	0.12

สมดุลไนโตรเจนและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น (ตารางที่ 19) พบว่า แพะทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.06-6.15 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.37-0.44 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน และปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากอาหารข้น พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.38-4.47 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.32 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน สำหรับปริมาณไนโตรเจนรวมที่แพะได้รับจากอาหารข้นและอาหารหยาบ (9.45-10.61 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.69-0.75 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะ พบว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น มีปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (5.14, 5.53, 5.80 และ 5.78 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.38, 0.40, 0.41 และ 0.41 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (3.33, 3.14, 3.12 และ 3.24 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.24, 0.22, 0.22 และ 0.23 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) และปริมาณไนโตรเจนรวมที่ขับออก (8.47, 8.66, 8.92 และ 9.02 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 0.62, 0.61, 0.65 และ 0.63 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาสมดุลไนโตรเจนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.98-1.69 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 0.07-0.12 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ขับออกต่อไนโตรเจนที่กินของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งเท่ากับ 89.68, 86.26, 84.03 และ 85.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ สมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเป็นบวก แสดงว่าแพะได้รับไนโตรเจนสูงกว่าความต้องการของร่างกาย ดังนั้นการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบโดยให้แพะกินแบบเต็มที่ เสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แพะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

แม้ว่า สมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทุกระดับจะมีค่าเป็นบวก (0.07-0.12 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) แต่แพะทุกกลุ่มมีปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนรวม โภชนะที่ย่อยได้รวม และอินทรียวัตถุและโปรตีนรวมที่ย่อยได้ค่อนข้างต่ำ แพะจึงมีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงแพะในการทดลองอื่น

ตารางที่ 19 ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

การใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจน	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ					
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก					
กรัม/ตัว/วัน	5.06	5.62	6.15	6.10	0.26
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.37	0.40	0.43	0.44	0.02
อาหารข้น					
กรัม/ตัว/วัน	4.38	4.47	4.46	4.41	0.06
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.32	0.32	0.32	0.32	0.002
รวม					
กรัม/ตัว/วัน	9.45	10.09	10.61	10.51	0.29
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.69	0.72	0.74	0.75	0.02
ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก					
มูล					
กรัม/ตัว/วัน	5.14	5.53	5.80	5.78	0.29
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.38	0.40	0.41	0.41	0.02
ปัสสาวะ					
กรัม/ตัว/วัน	3.33	3.14	3.12	3.24	0.16
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.24	0.22	0.22	0.23	0.01
รวม					
กรัม/ตัว/วัน	8.47	8.66	8.92	9.02	0.29
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.62	0.61	0.65	0.63	0.02
ไนโตรเจนที่ขับออก/ไนโตรเจนที่กิน (เปอร์เซ็นต์)	89.68	86.26	84.03	85.98	2.74
สมดุลไนโตรเจน					
กรัม/ตัว/วัน	0.98	1.41	1.69	1.49	0.30
กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน	0.07	0.11	0.12	0.11	0.02

กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

ตารางที่ 20 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) มีค่าอยู่ในช่วง 7.03-7.08 ส่วนความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 6.88-6.95 และ ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 6.98-7.03 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่มนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสม (5.5-7.0) ต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (เทอดชัย, 2540)

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-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในแพะทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 14.65-15.72 และ 12.15-13.93 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เท่ากับ 13.57-14.47 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในแพะทั้ง 4 กลุ่มในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติ (10-30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ (Perdok and Leng, 1990)

สำหรับความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ปริมาณกรดแอซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดไอโซบิวทีริก กรดบิวทีริก กรดไอโซวาเลอริก กรดวาเลอริก กรดไอโซคาโปรอิก กรดคาโปรอิก และสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น พบว่า กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 31.15-32.94 และ 33.04-44.93 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แม้ว่าค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ และเสริมอาหารข้น (38.67 มิลลิโมลต่อลิตร) มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้อาจจะเนื่องมาจากปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ และเสริมอาหารข้น (43.85 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแท-

บอลิกต่อตัวต่อวัน) มีแนวโน้มสูงกว่าปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดของแพะทุกกลุ่มมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั่วไปของปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องซึ่งอยู่ในช่วง 70-150 มิลลิโมลต่อลิตร (บุญล้อม, 2541) การที่ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดต่ำนี้น่าจะเชื่อมโยงเห็นถึงปริมาณเยื่อใยในทางใบปาล์มน้ำมันที่มีปริมาณมากโดยเฉพาะในส่วนก้านทางใบ (petiole) ซึ่งมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ โดยทำให้การย่อยสลายเยื่อใยนานขึ้น และผลผลิตกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนในช่วงเวลา 0 และ 4 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดของแพะจากการศึกษาในครั้งนี้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Paengkoum และคณะ (2006) ที่รายงานว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรียที่ระดับต่างๆ มีปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน ในช่วง 32.5-49.1 มิลลิโมลต่อลิตร

ตารางที่ 20 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ค่าความเป็นกรด-ด่าง					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	7.05	7.05	7.08	7.03	0.01
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	6.95	6.93	6.88	6.88	0.04
ค่าเฉลี่ย	7.03	7.03	7.00	6.98	0.02
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	15.00	15.72	15.01	14.65	0.54
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	13.93	13.22	12.15	13.57	0.65
ค่าเฉลี่ย	14.47	14.47	13.57	14.11	0.41
กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด (มิลลิโมล/ลิตร)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	31.15	31.17	32.94	31.16	1.60
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	33.04	33.93	44.93	38.73	2.70
ค่าเฉลี่ย	32.09^{b}	32.55^{b}	38.67^{a}	34.95^{b}	1.00
กรดแอซิติก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	66.56	65.50	66.88	65.84	0.67
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	68.46	67.06	69.05	67.90	0.58
ค่าเฉลี่ย	67.51	66.28	67.97	66.87	0.47

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
กรดโพรพิโอนิก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	11.86[b]	13.28[a]	13.47[a]	13.87[a]	0.33
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	12.39[b]	13.99[a]	14.75[a]	15.04[a]	0.43
ค่าเฉลี่ย	12.12[c]	13.64[b]	14.11[ab]	14.45[a]	0.17
กรดไอโซบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	3.41	3.58	3.22	3.36	0.17
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	2.85[a]	2.90[a]	2.37[b]	2.44[b]	0.08
ค่าเฉลี่ย	3.13	3.24	2.80	2.90	0.09
กรดบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	9.19	8.88	8.50	8.69	0.37
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	9.16	8.97	8.03	8.47	0.27
ค่าเฉลี่ย	9.17	8.92	8.26	8.58	0.25
กรดแอซิติก : กรดโพรพิโอนิก					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	5.65[a]	4.94[b]	5.02[b]	4.79[b]	0.15
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	5.53[a]	4.81[b]	4.73[b]	4.61[b]	0.17
ค่าเฉลี่ย	5.59[a]	4.87[b]	4.87[b]	4.70[b]	0.07

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

อนึ่ง โดยทั่วไปความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะแปรผันอยู่ในช่วง 70-150 มิลลิโมลต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอาหารและระยะเวลาหลังการให้อาหารมื้อนั้น โดยกรดที่มีมากที่สุด คือ กรดแอซิติก สัตว์ที่ได้รับอาหารหยาบที่มีเยื่อใยสูง จะมีกรดแอซิติกในกระเพาะรูเมน 60-70 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด และเมื่อสัดส่วนของอาหารข้นเพิ่มขึ้นกรดแอซิติกจะลดลง ในขณะที่กรดโพรพิโอนิกจะเพิ่มขึ้น โดยกรดโพรพิโอนิกจะมีประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด หากสัตว์ได้รับอาหารข้นสูงจะมีสัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนสูง ส่วนกรดบิวทีริกมีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด (บุญล้อม, 2541) สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อพิจารณาปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยง่ายแต่ละชนิด พบว่า กรดแอซิติกในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และ ค่าเฉลี่ยของกรดแอซิติกอยู่ในช่วง 65.50-66.88, 67.06-69.05 และ 66.28-67.97 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้กรด

บิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 8.50-9.19, 8.03-9.16 และ 8.26-9.17 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่-ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Paengkoum และคณะ (2006) ที่รายงานว่า ปริมาณกรดแอซิติกและกรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรียที่ระดับ 10, 20, 30, 40 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำ มีค่าอยู่ในช่วง 29.6-65.1 และ 5.3-7.9 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับปริมาณของกรดโพรพิโอนิก พบว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร (13.28, 13.47 และ 13.87 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร (13.99, 14.75 และ 15.04 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) และค่าเฉลี่ยของกรดโพรพิโอนิก (13.64, 14.11 และ 14.45 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (11.86, 12.39 และ 12.12 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง (22.88 เปอร์เซ็นต์) น้อยกว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (25.25, 26.11 และ 26.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) โดยปริมาณกรดโพรพิโอนิกจะสูงขึ้นเมื่อสัดส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้างสูงขึ้น (Wanapat *et al.*, 2005 อ้างโดย ลินดา, 2551) ซึ่งปริมาณกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการศึกษาของ Paengkoum และคณะ (2006) ที่รายงานว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรียที่ระดับ 10, 20, 30, 40 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำ มีปริมาณกรดโพรพิโอนิก 21.7-27.1 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด อนึ่ง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาของ Paengkoum และคณะ (2006) ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำ ซึ่งความร้อนช่วยให้การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตดีขึ้น จึงส่งผลทำให้ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยง่ายเพิ่มขึ้นด้วย (เทอดชัย, 2540)

เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก (5.65, 5.53 และ 5.59 ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณของกรดโพรพิโอนิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าปริมาณกรดโพรพิโอนิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ ทำให้สัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกสูง และสูงกว่าการศึกษาของ Paengkoum และคณะ (2006) ที่รายงานว่าสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกมีค่าอยู่ในช่วง 2.4-3.1 สาเหตุที่สัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิ-

โอนิกในกระเพาะรูเมนของแพะในการศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูง อาจเนื่องมาจากแพะได้รับอาหารข้นเสริมเพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว จึงทำให้มีผลต่อปริมาณของกรดโพรพิโอนิกที่ผลิตในกระเพาะรูเมน

สำหรับกรดไขมันที่ระเหยง่ายชนิดอื่นๆ ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น พบว่า กรดไอโซบิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดไอโซบิวทีริกอยู่ในช่วง 3.22-3.58 และ 2.80-3.24 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กรดไอโซบิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 4 ชั่วโมงของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (2.85 และ 2.90 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (2.37 และ 2.44 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณของกรดไอโซบิวทีริกในกระเพาะรูเมนของแพะในการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าการศึกษาของ Paengkoum และคณะ (2006) ที่รายงานว่ากรดไอโซบิวทีริกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรียที่ระดับต่างๆ อยู่ในช่วง 1.4-1.7 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด

กรดไอโซวาเลอริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดไอโซวาเลอริก อยู่ในช่วง 3.48-3.96 และ 2.95-3.49 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่กรดไอโซวาเลอริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 4 ชั่วโมงของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (2.99 และ 3.02 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (2.42 และ 2.49 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) นอกจากนี้กรดวาเลอริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดวาเลอริก แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์

กรดไอโซคาโปรอิกในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 0 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร (1.59 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (1.32 และ 1.34 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาที่เวลา 4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร พบว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดไอโซคาโปรอิกในกระเพาะรูเมน 1.24 และ 1.19 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ (0.96 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) ($P<0.05$) และค่าเฉลี่ยของกรด

ไอโซคาโปรอิก ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (1.41 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ ส่วนปริมาณกรดคาโปรอิกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร (1.69 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) และค่าเฉลี่ยของกรดคาโปรอิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์สูงกว่า (1.49 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ และเมื่อพิจารณาชั่วโมงที่ 4 หลังให้อาหาร พบว่ากรดคาโปรอิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (1.29 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ (1.04 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า กรดไอโซบิวทีริก กรดไอโซวาเลอริก กรดวาเลอริก กรดไอโซคาโปรอิก และกรดคาโปรอิก ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะ มีปริมาณน้อย ซึ่งบุญล้อม (2541) กล่าวว่า กรดไขมันที่ระเหยง่ายเหล่านี้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีปริมาณน้อย และมีบทบาทที่ไม่ชัดเจน

เมแทบอไลท์ในเลือด

ตารางที่ 21 แสดงปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น ทั้งนี้ผลการศึกษาพบว่า ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมง มีค่าอยู่ในช่วง 20.75-32.00 เปอร์เซ็นต์ และปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 28.00-30.25 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ทั้ง 2 ช่วงเวลา พบว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น 31.13 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (28.63 และ 28.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของเลือดแพะในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติ (22-38 เปอร์เซ็นต์) (Jain, 1993) ซึ่งปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นเป็นดัชนีที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้วินิจฉัยว่าสัตว์มีความผิดปกติของเลือดหรือไม่ โดยหากปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นต่ำกว่าค่าปกติ สัตว์จะมีอาการของโรคโลหิตจาง (anemia) ในทางตรงกันข้ามหากปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นสูงกว่าค่าปกติ สัตว์จะมีอาการของโรคโพลีซัยธีเมีย (polycythemia) ซึ่งเกิดจากการสร้างเม็ดเลือดแดงที่มากผิดปกติ (ไชยณรงค์, 2541) ดังนั้นจึง

อาจกล่าวได้ว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้มีสุขภาพที่ปกติ และไม่มีสภาวะโลหิตจาง

สำหรับความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะทั้ง 4 กลุ่มที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 14.97-19.39 และ 15.50-19.03 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ ค่าเฉลี่ยของระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ (15.24 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) ต่ำกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (19.21 และ 18.38 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18) มีแนวโน้มต่ำกว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18) ส่งผลให้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำ ซึ่งความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน (เมธา, 2533) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะจากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติ (11.2-27.7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) (Lloyd, 1982) แสดงให้เห็นว่าสัตว์ได้รับโปรตีนจากอาหารเพียงพอ

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด พบว่า ความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดก่อนให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 55.50-58.75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร มีค่าอยู่ในช่วง 57.50-63.00 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดมีค่าอยู่ในช่วง 58.13-60.88 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร กลูโคสในกระแสเลือด เป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็น และมีความสำคัญต่อการสร้างผลผลิต และสมรรถะภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์ (Radostits *et al.*, 2000) ซึ่งความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดแพะที่บ่งบอกสภาวะสมดุลของพลังงานในร่างกายคือ 50-75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Kaneko, 1980)

หากพิจารณาค่าเมแทบอไลท์ในเลือด แม้ว่า แพะทุกกลุ่มจะมีปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด และความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดในช่วงปกติ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแพะทุกกลุ่มสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานในอาหารที่ได้รับได้ดี แต่เมื่อพิจารณาค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เห็นได้ชัดว่า การเลี้ยงแพะด้วยทางใบปาล์มน้ำมันหมักและเสริมอาหารข้นในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว อาจเพียงพอสำหรับการดำรงชีพของแพะเท่านั้น ดังนั้นหากต้องการให้แพะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอาจจะต้องเพิ่มปริมาณอาหารข้นที่เสริม เพิ่มเปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารข้น และอาจจะต้องตัดส่วนก้านทางใบออกเพื่อลดปริมาณเยื่อใยในทางใบปาล์มน้ำมันที่จะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 21 ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	31.25	32.00	29.25	20.75	3.19
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	28.00	30.25	28.00	29.25	1.22
ค่าเฉลี่ย	29.63^{ab}	31.13^{a}	28.63^{b}	28.38^{b}	0.51
	0	**2**	**4**	**6**	
ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	19.39	17.77	14.97	18.01	1.12
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	19.03	18.98	15.50	16.32	0.93
ค่าเฉลี่ย	19.21^{a}	18.38^{a}	15.24^{b}	17.17^{ab}	0.67
กลูโคส (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	58.75	56.00	55.50	58.25	1.79
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	57.50	61.50	63.00	62.00	1.85
ค่าเฉลี่ย	58.13	58.75	60.88	60.13	2.09

^{a,b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สรุป

การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบสำหรับแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ เสริมอาหารข้นในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ไม่มีผลทำให้แพะทุกกลุ่มมีปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ สมดุลไนโตรเจน และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนแตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังนั้นในทางปฏิบัติการหมักทางใบปาล์มน้ำมันโดยไม่เสริมกากน้ำตาลก็สามารถนำมาใช้เลี้ยงแพะได้ ซึ่งจะสามารถควบคุมต้นทุนค่าอาหารได้