การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารหยาบสำหรับแพะ

Utilization of Oil Palm Frond Silage Mixed with Molasses as Roughage Source for Goats

ณัฐฐา รัตนโกศล

Nattha Rattanagoson

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Animal Science

Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารหยาบสำหรับแพะ
ผู้เขียน นางสาวณัฐฐา รัตนโกศล
สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์)

.....
(รองศาสตราจารย์เสาวนิต คูประเสริฐ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ คชภักดี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์เสาวนิต คูประเสริฐ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่น จันจุฬา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารหยาบสำหรับแพะ

ผู้เขียน นางสาวณัฐฐา รัตนโกศล

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2552

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพในการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารหยาบสำหรับแพะ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สประเมินการย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 36.5±0.6 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ผลการศึกษาพบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าจลศาสตร์การผลิตแก๊สไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าจุดตัดบนแกน y (a) เท่ากับ 1.02, -0.15, 0.87 และ 0.91 มิลลิลิตร ค่าปริมาณแก๊ส ณ จุดที่เส้นกราฟราบเรียบ (b) เท่ากับ 21.55, 24.78, 22.23 และ 25.97 มิลลิลิตร ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (c) เท่ากับ 0.07, 0.07, 0.07 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง และค่าศักยภาพในการผลิตแก๊ส (d) เท่ากับ 22.57, 25.34, 23.35 และ 27.32 มิลลิลิตร ตามลำดับ สำหรับค่าอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 32.30, 33.42, 32.93 และ 36.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (P>0.05) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 ทรีทเมนต์ เท่ากับ 4.75, 4.93, 4.86 และ 5.33 เมกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ (P>0.05)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้แพะลูกผสมพื้น-เมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 35.1±1.6 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 4×4 ลาตินสแควร์ (Latin Square Design) โดยให้แพะทดลองได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ แบบเต็มที่ เสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) พบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (38.92-43.85 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) อินทรียวัตถุ (34.15-38.34 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) โปรตีนรวม (4.29-4.67 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัว

ต่อวัน) ผนังเซลล์ (21.44-23.53 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) และลิกโน-เซลลูโลส (16.66-18.62 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนี้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (39.17-43.40 เปอร์เซ็นต์) อินทรียวัตถุ (42.27-46.18 เปอร์เซ็นต์) โปรตีนรวม (44.89-45.76 เปอร์เซ็นต์) ผนังเซลล์ (17.42-23.48 เปอร์เซ็นต์) ลิกโนเซลลูโลส (6.58-14.37 เปอร์เซ็นต์) และโภชนะที่ย่อยได้รวม (44.89-49.40 เปอร์เซ็นต์) ของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) สำหรับสมดุล-ไนโตรเจนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 0.07-0.12 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนและกลูโคสในกระแสเลือด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ (38.67 มิลลิโมลต่อลิตร) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (32.09, 32.55 และ 34.95 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และเมื่อพิจารณาปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยง่ายแต่ละชนิด พบว่าปริมาณกรดแอซิติกและกรดบิวทีริกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่ ค่าเฉลี่ยของกรดโพรพิโอนิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมัน-หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (12.12 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) ต่ำกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (13.64, 14.11 และ 14.45 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนสัดส่วนของกรดแอซิกติกต่อกรดโพรพิโอนิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (5.59) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมัน-หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (4.87, 4.87 และ 4.70 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ดังนั้นจึงสามารถใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0-6 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบสำหรับแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ที่ได้รับอาหารข้นเสริม 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน

Thesis Title Utilization of Oil Palm Frond Silage Mixed with Molasses as Roughage Source for Goats

Author Miss Nattha Rattanagoson

Major Program Animal Science

Academic Tear 2009

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the potential of oil palm frond silage mixed with molasses for being utilized as roughage source for goats. Two experiments were conducted. Experiment 1: *In vitro* gas production technique was applied to evaluate digestibility and metabolizable energy of oil palm frond silage mixed with 0, 2, 4 and 6 % molasses by using rumen fluid from 4 Thai Native x Anglo-Nubian 50 % crossbred male goats, 2.7-2.8 years old with average body weight (BW) of 36.5±0.6 kg. The treatments were assigned to a Completely Randomized Design (CRD). The results showed that gas production characteristics of oil palm frond silage mixed with 0, 2, 4 and 6 % molasses was not significantly different among treatments (P>0.05), i.e., soluble gas fraction (a) was 1.02, -0.15, 0.87 and 0.91 ml, respectively, fermentation of insoluble fraction (b) was 21.55, 24.78, 22.23 and 25.97 ml, respectively, rate of gas production (c) was 0.07, 0.07, 0.07 and 0.08 %/h, respectively and potential of extent of gas production (d) was 22.57, 25.34, 23.35 and 27.32 ml, respectively. Organic matter digestibility of oil palm frond silage mixed with 0, 2, 4 and 6 % molasses was 32.30, 33.42, 32.93 and 36.08 %, respectively (P>0.05). In addition, estimated metabolizable energy (ME) of each treatment was 4.75, 4.93, 4.86 and 5.33 MJ/kgDM, respectively (P>0.05).

Experiment 2: The effects of oil palm frond silage mixed with 0, 2, 4 and 6 % molasses on nutrient utilization and rumen fermentation process in goats were determined . Four Thai Native – Anglo Nubian 50 % crossbred male goats, 2.7-2.8 years old with average body weight (BW) of 35.1±1.6 kg, were arranged in 4x4 Latin Square design. The goats were fed with oil palm frond silage mixed with molasses *ad libitum* and supplemented with concentrate at 0.5 % of BW as dry matter basis. The results showed that intake of dry matter (38.92-43.85 g/kgBW$^{0.75}$), organic matter (34.15-38.34 g/kgBW$^{0.75}$), crude protein (4.29-4.67 g/kgBW$^{0.75}$), neutral detergent

fiber (21.44-23.53 g/kgBW$^{0.75}$) and acid detergent fiber (16.66-18.62 g/kgBW$^{0.75}$) of all groups were not significantly different (P>0.05). Digestibility coefficients of dry matter (39.17-43.40 %), organic matter (42.27-46.18 %), crude protein (44.89-45.76 %), neutral detergent fiber (17.42-23.48 %), acid detergent fiber (6.58-14.37 %) and total digestible nutrient (44.89-49.40 %) of all groups were not significantly different (P>0.05). Furthermore, nitrogen balance of all groups (0.07-0.12 g/kgBW$^{0.75}$) was not significantly different (P>0.05).

Blood urea nitrogen and glucose concentration, ruminal pH and ammonia nitrogen concentration in rumen fluid of all groups were not significantly different (P>0.05). However, the mean total volatile fatty acid in rumen fluid in goats fed with oil palm frond silage mixed with 4 % molasses (38.67 mmol/l) was higher than those of 0, 2 and 6 % molasses. The amount of acetic acid (C_2) and butyric acid (C_4) in rumen fluid of all groups were not significantly different (P>0.05). While, the mean amount of propionic acid (C_3) in rumen fluid of goats fed with oil palm frond silage mixed with 0 % molasses (12.12 % of total volatile fatty acid) was lower than those of 2, 4 and 6 % molasses (13.64, 14.11 and 14.45 % of total volatile fatty acid, respectively). The C_2:C_3 ratio in rumen fluid of goats fed with oil palm frond silage mixed with 0 % molasses (5.59) was higher than those of 2, 4 and 6 % molasses (4.87, 4.87 and 4.70, respectively).

Thus, oil palm frond silage mixed with 0-6 % molasses could be used as roughage source for Thai Native x Anglo-Nubian 50 % crossbred male goats, supplemented with concentrate at 0.5 % of BW which had no adverse effect on nutrient utilization and rumen fermentation process.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากคณาจารย์และบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. วันวิศาข์ งามผ่องใส ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และรศ. เสาวนิต คูประเสริฐ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำในระหว่างการดำเนินการทดลองและการเขียนวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. สุรศักดิ์ คชภักดี ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.ปิ่น จันจุฬา คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผศ.ดร. เฉลิมพล เยื้องกลาง และนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่ให้คำปรึกษาและสอนวิธีการประเมินค่าการย่อยได้โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

ขอขอบคุณ คุณอภิชาติ หล่อเพชร นักวิชาการของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยว-เอื้องขนาดเล็ก สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่างๆ ในระหว่างการทดลอง ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่และบุคลากรห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่าง

ขอขอบคุณนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาทั้งรุ่นพี่และรุ่นน้องทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และโครงการการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ที่สนับสนุนเงินวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้องของข้าพเจ้า ที่คอยเอาใจใส่ ดูแล เป็นกำลังใจเสมอมา รวมทั้งสนับสนุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดในระหว่างการศึกษา ความดีแห่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณของข้าพเจ้าทั้งหลายที่ประสาทความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ณัฐฐา รัตนโกศล

สารบัญ

หน้า

สารบัญ ..... (8)
รายการตาราง ..... (10)
รายการตารางภาคผนวก ..... (12)
รายการภาพประกอบ ..... (27)
รายการภาพประกอบภาคผนวก ..... (28)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ ..... (29)
บทที่
1 บทนำ 1
บทนำต้นเรื่อง 1
วัตถุประสงค์ 2
2 การตรวจเอกสาร 3
3 การทดลองที่ 1 21
บทนำ 21
วัตถุประสงค์ 21
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง 22
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 27
สรุป 32
4 การทดลองที่ 2 33
บทนำ 33
วัตถุประสงค์ 33
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง 34
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 42
สรุป 64
5 สรุปและข้อเสนอแนะ…. 65
สรุป 65
ข้อเสนอแนะ 67
เอกสารอ้างอิง 68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก…….....……....	75
ก ภาพประกอบการทำทางใบปาล์มน้ำมันหมัก……..…….....	76
ข ภาพประกอบการทดลอง…….……..	77
ค ตารางวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ…….....	80
ง องค์ประกอบของน้ำลายเทียม……	139
ประวัติผู้เขียน……..	140

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย……....	3
2	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมัน…….....	7
3	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	28
4	ค่าคงที่ของคุณลักษณะการผลิตแก๊ส ปริมาณผลผลิตแก๊ส พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	30
5	สัดส่วนของวัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน) ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารข้น และคุณค่าทางโภชนะ (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง).....	37
6	แผนผังการทดลอง.....	38
7	ลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	43
8	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆและอาหารข้น.....	45
9	ปริมาณการกินได้ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	46
10	ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุและโปรตีนรวมของแพะที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	48
11	ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของแพะที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น….....	50
12	สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	52

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และโปรตีนรวมที่ย่อยได้ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	53
14	ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	55
15	ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	57
16	ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	63

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการย่อยสลายองค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ (ค่า a) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	80
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สรวมทั้งหมด (ค่า b) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	80
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการผลิตแก๊ส (ค่า c) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	81
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของศักยภาพในการผลิตแก๊ส (ค่า d) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	81
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 24 ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	81
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 48 ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	82
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 96 ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	82
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	82
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะจูล/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	83
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะแคลอรี/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ.....	83
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่กินได้ (กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	84

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่กินได้ (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	84
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่กินได้ (กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น….....	85
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ (กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	85
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	86
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ (กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	86
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารทั้งหมดที่กิน (กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	87
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารทั้งหมดที่กิน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น.....	87
19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารทั้งหมดที่กิน (กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	88
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	88

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
21	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	89
22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	89
23	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น….....	90
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	90
25	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	91
26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	91
27	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	92
28	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	92

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
29	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	93
30	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	93
31	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	94
32	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	94
33	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	95
34	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	95
35	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	96
36	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	96

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
37	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	97
38	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	97
39	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	98
40	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	98
41	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	99
42	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	99
43	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	100
44	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	100

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
45	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	101
46	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	101
47	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมัน (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	102
48	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	102
49	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใย (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	103
50	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	103
51	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	104
52	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของโภชนะที่ย่อยได้รวม (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	104
53	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น	105

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
54	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะแคลอรี/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น……	105
55	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับ (เมกกะแคลอรี/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น……..	106
56	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	106
57	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	107
58	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	107
59	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	108
60	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	108
61	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	109
62	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	109

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
63	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	110
64	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	110
65	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	111
66	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	111
67	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	112
68	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	112
69	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	113
70	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	113

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
71	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะ (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	114
72	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะต่อปริมาณไนโตรเจนที่กิน (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	114
73	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมดุลไนโตรเจน (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น……..……..…	115
74	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมดุลไนโตรเจน (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น…….	115
75	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	116
76	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	116
77	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	117
78	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	117

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
79	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	118
80	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนเฉลี่ยของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	118
81	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (มิลลิโมล/ลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	119
82	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (มิลลิโมล/ลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมง (หลังให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	119
83	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (มิลลิโมล/ลิตร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น……...…	120
84	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดแอซิติก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	120
85	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดแอซิติก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	121

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
86	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดแอซิติกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	121
87	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดโพรพิโอนิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	122
88	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดโพรพิโอนิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	122
89	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดโพรพิโอนิกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	123
90	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	123
91	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	124
92	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซบิวทีริก เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	124
93	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	125

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
94	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	125
95	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดบิวทีริกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	126
96	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น….....	126
97	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมง (หลังให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหาร.....	127
98	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซวาเลอริกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหาร.....	127
99	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	128
100	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมง (หลังให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น……..…….	128
101	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดวาเลอริกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	129

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
102	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น….....	129
103	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	130
104	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซคาโปรอิกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	130
105	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	131
106	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	131
107	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดคาโปรอิกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	132
108	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนระหว่างกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	132
109	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนระหว่างกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น.....	133

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

110 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนระหว่างกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกเฉลี่ยของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 133

111 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์) ที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 134

112 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์) ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 134

113 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 135

114 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 135

115 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 136

116 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 136

117 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกลูโคส (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 137

118 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกลูโคส (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 137

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

119 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกลูโคสเฉลี่ย (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น..... 138

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ปาล์มน้ำมัน และทางใบปาล์มน้ำมัน.....	5
2	ลักษณะใบปาล์มน้ำมัน และดอก.....	5
3	ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ (มิลลิกรัม/ตัวอย่าง 0.3 กรัมของทางใบปาล์ม-น้ำมันหมัก) ที่ประเมินจากสมการ $y = a+b[1-Exp^{-ct}]$ ที่เกิดขึ้นตลอด 96 ชั่วโมง.....	29
4	ระยะการทดลองและเก็บตัวอย่าง.....	38

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	การสับทางใบปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องสับหญ้า	76
2	ลักษณะทางใบปาล์มน้ำมันหลังสับ	76
3	ทางใบปาล์มน้ำมันสับผสมกากน้ำตาล	76
4	การอัดทางใบปาล์มน้ำมันสับในถังหมัก	76
5	ขวดใส่ตัวอย่าง	77
6	อุปกรณ์วัดปริมาตรแก๊ส	77
7	การกรองของเหลวจากกระเพาะรูเมน	77
8	ของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่แช่ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส	77
9	สารละลายน้ำลายเทียมที่มีออกซิเจน	77
10	สารละลายน้ำลายเทียมที่ไร้ออกซิเจน	77
11	สารละลายผสมของน้ำลายเทียมและของเหลวจากกระเพาะรูเมน	78
12	การบ่มขวดตัวอย่างที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส	78
13	การชั่งน้ำหนักแพะทดลอง	78
14	ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล	78
15	อาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง	78
16	ภาชนะรองรับมูลและปัสสาวะใต้กรงทดลองหาการย่อยได้	78
17	มูลและปัสสาวะที่แพะขับออกในแต่ละวัน	79
18	อุปกรณ์เก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน	79
19	การเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน	79
20	การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน	79
21	การเก็บเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein)	79

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

ADF	=	acid detergent fiber (ลิกโนเซลลูโลส)
ADL	=	acid detergent lignin (ลิกนิน)
BUN	=	blood urea nitrogen (ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด)
BW	=	body weight (น้ำหนักตัว)
$BW^{0.75}$	=	metabolic body weight (น้ำหนักเมแทบอลิก)
CF	=	crude fiber (เยื่อใยรวม)
CP	=	crude protein (โปรตีนรวม)
CV	=	coefficient of variation (สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน)
DCF	=	digestible crude fiber (เยื่อใยรวมที่ย่อยได้)
DCP	=	digestible crude protein (โปรตีนรวมที่ย่อยได้)
DEE	=	digestible ether extract (ไขมันรวมที่ย่อยได้)
DM	=	dry matter (วัตถุแห้ง)
DNFE	=	digestible nitrogen free extract (ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกที่ย่อยได้)
EE	=	ether extract (ไขมันรวม)
NDF	=	neutral detergent fiber (ผนังเซลล์)
NFE	=	nitrogen free extract (ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก)
NSC	=	non structural carbohydrate (คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง)
OM	=	organic matter (อินทรียวัตถุ)
PCV	=	pack cell volume (ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น)
SEM	=	standard error of the mean (ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)
TDN	=	total digestible nutrient (โภชนะที่ย่อยได้รวม)
VFA	=	volatile fatty acid (กรดไขมันที่ระเหยง่าย)

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

แพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญ ในปี พ.ศ. 2551 ประเทศไทยมีจำนวนแพะทั้งหมด 374,029 ตัว โดยภาคใต้ของประเทศไทย มีจำนวนแพะ 140,939 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2552) เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยมุสลิม ซึ่งนิยมบริโภคเนื้อแพะ อีกทั้งเนื้อแพะยังเป็นส่วนหนึ่งของการประกอบพิธีทางศาสนา (สมเกียรติ และคณะ, 2535) การเลี้ยงแพะเพื่อการค้าจึงเพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่งผลทำให้มีความต้องการพืชอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนมีคุณภาพต่ำ และมักขาดแคลนในฤดูแล้ง (สมเกียรติ และคณะ, 2535) จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อหาแหล่งพืชอาหารสัตว์ หรือหาวิธีการนำผลพลอยได้ทางการเกษตรมาพัฒนาเพื่อใช้เป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงแพะ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น และจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย (ธีระ และคณะ, 2548) ทั้งนี้ในปี พ.ศ. 2550-2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งหมด 3,197,625 ไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 2,906,671 ไร่ คิดเป็น 90.90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งประเทศ ซึ่งในการจัดการสวนปาล์มน้ำมัน เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มทุกๆ 15 วัน และต้องตัดทางใบทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม ดังนั้นในแต่ละเดือนจะมีการตัดทางใบออกอย่างน้อย 2 ทางใบต่อต้น หรือคิดเป็น 44 ทางใบต่อไร่ เมื่อใช้อัตราการปลูก 22 ต้นต่อไร่ (ธีระ และคณะ, 2548) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันประกอบด้วย อินทรียวัตถุ (organic matter) 94.7 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม (crude protein) 4.2-6.25 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม (crude fiber) 44.8 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ (cell wall) 67.6-69.5 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) 45.5 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน (lignin) 26.6 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy) 4.9 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม (Ishida and Abu Hassan, 1997; Khamseekhiew *et al.,* 2002; Wan Zahari and Alimon, 2004) เนื่องจากทางใบปาล์มน้ำมันมีระดับของเยื่อใยรวมสูงกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นทางใบปาล์มน้ำมันจึงมีศักยภาพสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ อย่างไรก็ตาม ทางใบปาล์มน้ำมันสดมีโภชนะที่ย่อยได้รวม (total digestible nutrient) 35.1 เปอร์เซ็นต์ (Wan Zahari and Alimon, 2004) และการย่อยได้ของวัตถแห้ง

(*in vitro* dry matter digestibility) 35.6 เปอร์เซ็นต์ (Ishida and Abu Hassan, 1997) ซึ่งค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบจึงต้องผ่านการปรับปรุงคุณภาพ เช่น การเสริมแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen; NPN) หรือการเสริมด้วยคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (soluble carbohydrate) เป็นต้น เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนะ และการย่อยได้ของโภชนะ (Leng, 1990; Dahlan, 1996; Islam *et al.*, 1998) รวมทั้งการแปรรูปทางใบ-ปาล์มน้ำมันในรูปทางใบปาล์มน้ำมันหมัก หรือทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์ (Dahlan *et al*., 2000) ซึ่งการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์แล้ว ยังเป็นการใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินอินทรียวัตถุที่ย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส
2. เพื่อศึกษาผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลในระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

พื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย

ในช่วงปี พ.ศ. 2546-2550 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 1.7 ล้านไร่ และเพิ่มขึ้นเป็น 2.6 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2550 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552ก) ส่วนในปี พ.ศ. 2550-2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งหมด 3,197,625 ไร่ (ตารางที่ 1) โดยแหล่งที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดคือภาคใต้ มีพื้นที่ปลูก 2,906,671 ไร่ ซึ่งจังหวัดที่มีการปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร มีพื้นที่ปลูก 834,437, 832,285 และ 693,622 ไร่ ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 26.10, 26.03 และ 21.69 ของพื้นที่ปลูกทั้งประเทศ ตามลำดับ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552ข) ทั้งนี้เนื่องจากผลตอบแทนจากการปลูกปาล์มน้ำมันดีกว่าการปลูกพืชชนิดอื่น จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้น ธีระ และคณะ (2548) รายงานว่า ในพื้นที่ 1 ไร่ สามารถปลูกปาล์มน้ำมันได้ 22 ต้น โดยมีทางใบปาล์มน้ำมันอย่างน้อย 2 ทางใบถูกตัดออกทุกครั้งที่มีการเก็บทะลายปาล์ม และโดยทั่วไปเกษตรกรจะเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มทุกๆ 15 วัน ดังนั้นในภาคใต้ซึ่งมีพื้นที่ปลูกปาล์ม 2,906,671 ไร่ จึงมีปาล์มน้ำมันประมาณ 63,946,762 ต้น และมีทางใบปาล์มน้ำมันที่ถูกตัดออกเมื่อเกษตรกรเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มประมาณ 255,787,048 ทางใบต่อเดือน

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย

จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)
ภาคตะวันออก	**183,129**
จันทบุรี	4,611
ฉะเชิงเทรา	10,458
ชลบุรี	77,495
ตราด	59,860
ระยอง	19,928
สระแก้ว	10,777

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทย (ต่อ)

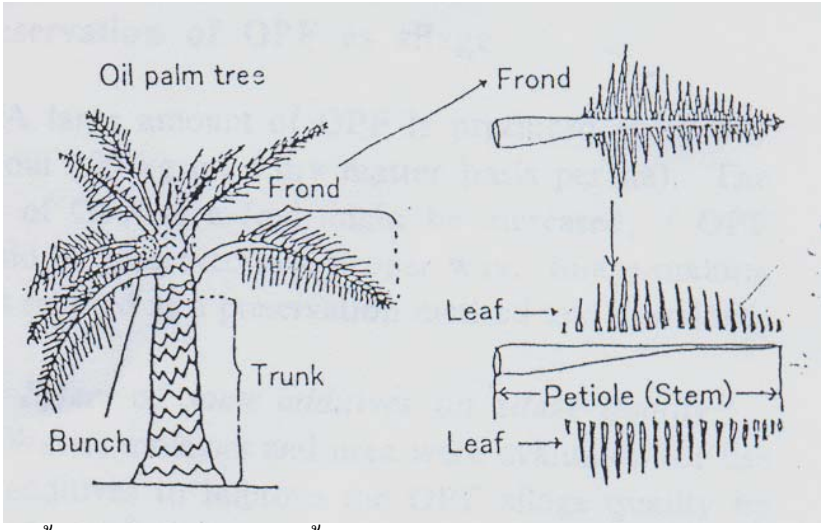
จังหวัด	พื้นที่ปลูก (ไร่)
ภาคตะวันตก	**107,825**
กาญจนบุรี	2,342
ประจวบคีรีขันธ์	103,142
เพรชบุรี	2,341
ภาคใต้	**2,906,671**
กระบี่	834,437
ชุมพร	693,622
ตรัง	102,064
นครศรีธรรมราช	117,164
นราธิวาส	35,830
ปัตตานี	7,686
พังงา	89,531
พัทลุง	8,894
ภูเก็ต	1,133
ยะลา	4,732
ระนอง	63,923
สงขลา	19,588
สตูล	95,782
สุราษฎร์ธานี	832,285
รวมทั้งประเทศ	**3,197,625**

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมส่งเสริมการเกษตร (2552ข)

ลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมัน

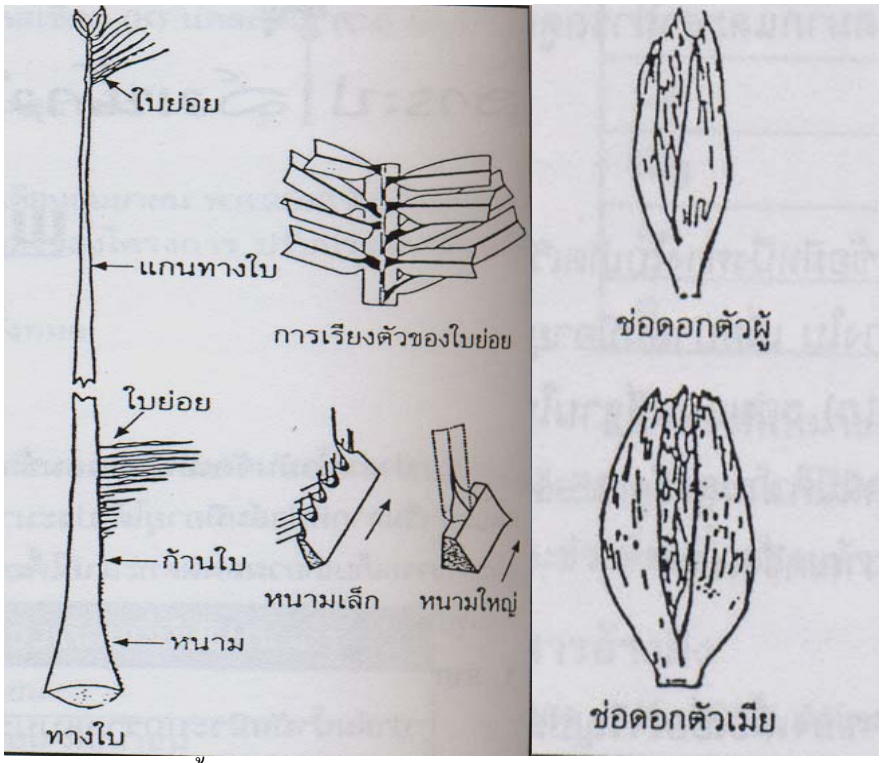
ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชในตระกูลปาล์ม เช่นเดียวกับมะพร้าว อินทผาลัม ตาลโตนด ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวยืนต้น ลำต้นตั้งตรงและมีกาบใบปกคลุม ทำให้มองไม่เห็นข้อปล้อง เมื่อกาบหลุดพืชอื่นจึงมาเกาะอยู่ตามต้น ลำต้นสูง 40-50 ฟุต (Ishida and Abu Hassan, 1997) ออกใบคล้ายมะพร้าว ใบประกอบแบบขนนก เรียงสลับ ใบย่อยรูปดาบ กว้าง 3.5-5 เซนติเมตร ยาว 45-120 เซนติเมตร ทางใบยาวประมาณ 5 เมตร ทางใบหนึ่งมีใบย่อยประมาณ 150 คู่ (ภาพที่ 1) ใบอ่อนสีเขียวและเป็นมัน ขอบก้านใบมีหนามทั้งสองข้างแหลมเล็กเหมือนกับฟันเลื่อย

ดอกช่อ เป็นช่อระหว่างกาบใบ แยกเพศอยู่บนต้นเดียวกัน (ภาพที่ 2) กลีบดอกสีขาวนวล เมื่อผสมติดก็จะติดผล ช่อหนึ่งมีผล 200-300 ผล ผลลักษณะคล้ายหมากแต่เล็กกว่า สีน้ำตาลแก่ครึ่งหนึ่ง อีกครึ่งหนึ่งสีแดงเข้ม ออกผลเป็นทะลาย ให้ผลปีละประมาณ 12-15 ทะลาย ปาล์มน้ำมันออกผลปีละ 2 ครั้ง ประมาณ 6 เดือนต่อครั้ง (ธีระ และคณะ, 2548)



ภาพที่ 1 ปาล์มน้ำมัน และทางใบปาล์มน้ำมัน

ที่มา : Ishida และ Abu Hassan (1997)



ภาพที่ 2 ลักษณะใบปาล์มน้ำมัน และดอก

ที่มา : ธีระ และคณะ (2545)

องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมัน

ตามปกติทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดแต่งออก จะถูกวางทิ้งไว้คลุมดินหรือวางทิ้งไว้ระหว่างแถวปาล์ม เพื่อช่วยรักษาความชื้นในดิน ลดการชะล้างของหน้าดิน หรือปล่อยให้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายนานกว่า 6 เดือน จึงจะกลายเป็นปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารที่ปาล์มน้ำมันนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ธีระ และคณะ, 2548) หากพิจารณาจากองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 2) อาจสรุปได้ว่า ทางใบปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย วัตถุแห้ง (dry matter) 31.1-39.59 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ 94.7 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 4.2-6.25 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 44.8 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน-รวม (crude fat) 1.2-3.33 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 67.6-69.5 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 4.7-10.02 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (soluble carbohydrate) 15.08-21.40 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 45.5-54.62 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) 18.5 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 22.52-47.35 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม (calcium) 0.55 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (phosphorus) 0.09 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้-ประโยชน์ได้ 4.9 เมกกะจูลต่อกิโลกรัม (ขวัญดาว และคณะ, 2549; ประดิษฐ์ และคณะ, 2551; Ishida and Abu Hassan, 1997; Khamseekhiew *et al.,* 2002; Wan Zahari and Alimon, 2004) จะเห็นได้ว่าทางใบปาล์มน้ำมันสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวม และการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (*in vitro* dry matter digestibility) ของทางใบปาล์มน้ำมันมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยทางใบปาล์มน้ำมันมีเปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวม และการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เท่ากับ 35.1 และ 35.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Ishida and Abu Hassan, 1997; Wan Zahari and Alimon, 2004) ขณะที่หญ้าขนมีโภชนะที่ย่อยได้รวม 51.4-52.0 เปอร์เซ็นต์ (ทิศสานติ์, 2544) ดังนั้นหากนำทางใบปาล์มน้ำมันสดมาผ่านการปรับปรุงคุณภาพ เช่น เพิ่มคุณค่าทางโภชนะ นำไปหมักในรูปทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (oil palm frond silage) นำไปอัดเม็ด (oil palm frond pellet) ก็จะช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์ได้ (Dahlan *et al*., 2000; Islam *et al.,* 2000)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมัน

Composition	**Oil palm frond**[1/]	**Oil palm frond**[2/]	**Oil palm frond**[3/]	**Oil palm frond**[4/]	**Oil palm frond**[5/]
Dry matter	31.10	-	36.40	39.59	38.20
Organic matter	-	94.70	-	-	-
Crude protein	4.20	6.25	5.80	5.05	5.30
Crude fiber	-	-	44.80	-	-
Ether extract	2.00	-	1.20	3.33	2.67
Ash	4.70	5.30	6.60	10.02	8.24
Soluble carbohydrate[6/]	19.6	-	-	21.4	15.08
Organic cell contents	25.70	-	-	-	-
Neutral detergent fiber	69.50	67.60	-	60.20	68.71
Acid detergent fiber	-	45.50	-	54.10	54.62
Hemicellulose	18.50	-	-	-	-
Lignin	-	26.60	-	47.35	22.52
Tannin	-	8.50	-	-	-
Calcium	-	-	0.55	-	-
Phosphorus	-	-	0.09	-	-
Total digestibility nutrient	-	-	35.10	-	-
IVDMD	35.60	-	-	-	-
ME (MJ/kg^{-1})	-	-	4.90	-	-

IVDMD: *In vitro* dry matter digestibility : การย่อยได้ของวัตถุแห้งนอกตัวสัตว์

- : ไม่มีข้อมูลการศึกษา

[6/] : Soluble carbohydrate = 100-(% Crude protein+% Ether extract+% Neutral detergent fiber+%Ash) (บุญล้อม, 2541)

ที่มา : ดัดแปลงจาก [1/]Ishida และ Abu Hassan (1997); [2/]Khamseekhiew และคณะ (2002); [3/]Wan Zahari และ Alimon (2004), [4/]ขวัญดาว และคณะ (2549), [5/]ประดิษฐ์ และคณะ (2551)

พืชหมัก (silage)

สายัณห์ (2540) รายงานว่า พืชหมัก หมายถึง พืชอาหารสัตว์ต่างๆ เช่น ต้นข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง หญ้า และถั่วต่างๆ ที่เก็บเกี่ยวในขณะที่มีความชื้นพอเหมาะ นำมาหมักเก็บไว้ในสภาพ

สุญญากาศ เก็บถนอมไว้ในสภาพหมักดอง เมื่อพืชอาหารสัตว์สดๆ เหล่านี้ได้เปลี่ยนสภาพเป็นพืช-หมักแล้ว จะสามารถอยู่ได้เป็นเวลานาน โดยคุณค่าทางอาหารไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งพืชที่นำมาหมักควรมีความชื้นประมาณ 60-75 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ไม่ต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง มีค่า buffering capacity ต่ำ ซึ่งจะทำให้พืชหมักเป็นกรดเร็วขึ้น นอกจากนี้พืชที่นำมาหมักควรมีขนาดประมาณ 3-5 เซ็นติเมตร (เมธา, 2533; สายัณห์, 2547) พืชหมักมีข้อดี คือ สามารถทำได้ทุกฤดูกาล และเป็นการถนอมและเก็บรักษาพืชอาหารสัตว์ให้สามารถใช้ได้ตลอดปี โดยการหมักจะทำให้ลำต้นของพืชอาหารสัตว์ที่แข็ง อ่อนนุ่ม ช่วยเพิ่มความน่ากิน ทำให้สัตว์กินอาหารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ถ้านำพืชหมักให้ร่วมกับอาหารที่มีลักษณะแห้ง จะช่วยลดความเป็นฝุ่นของอาหารนั้นได้ สำหรับข้อเสียของพืชหมัก เช่น ก่อนนำพืชอาหารสัตว์มาหมัก ต้องสับพืชอาหารสัตว์ก่อน เพื่อป้องกันสัตว์เลือกกิน และในกรณีที่อากาศร้อน ถ้าสัตว์กินพืชหมักไม่หมด จะทำให้เกิดเชื้อราและเน่าเสียได้ง่าย (สายัณห์, 2547; เมธา, 2533)

กระบวนการหมัก

กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายหลังการปิดถังหรือหลุมหมัก แบ่งได้ 2 กระบวนการใหญ่ คือ กระบวนการที่ต้องใช้ออกซิเจน และกระบวนการที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน โดย สายัณห์ (2547) กล่าวว่า กระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ปริมาณอากาศที่ยังเหลือภายหลังการนำพืชเข้าถังหมักแล้ว และองค์ประกอบต่างๆ ภายในพืชที่นำมาทำพืชหมัก เช่น ปริมาณน้ำตาล ความชื้น และแร่ธาตุอาหาร เป็นต้น โดย Oude Elferink และคณะ (2000) สรุปว่า กระบวนการหมักพืชหมักสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

1. Aerobic phase ปกติจะเกิดขึ้น 2-3 ชั่วโมงแรก โดยหลังจากที่ทำการอัดพืชหมักลงในถังหมักแล้ว ออกซิเจนที่เหลืออยู่ภายในถังหมัก จะถูกเซลล์ของพืชที่มีชีวิตอยู่ ใช้ในกระบวนการหายใจ ในขณะที่จุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน เช่น ยีสต์ (yeast) และ enterobacteria จะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรต เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และความร้อน (สายัณห์, 2547) นอกจากนี้เอ็นไซม์ในพืช เช่น โปรติเอส (proteases) และ คาร์โบไฮเดรส (carbohydrases) จะทำงานในช่วงนี้ด้วย โดยความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต้องอยู่ในช่วง 6.5-6.0

2. Fermentation phase ระยะนี้จะเริ่มขึ้น เมื่อออกซิเจนภายในถังหมักถูกใช้จนหมดหรืออยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน (anaerobic) โดยเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องหลายวันและหลายสัปดาห์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพืชที่นำมาหมัก และสภาวะของถังหมัก หากกระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์

จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติก (lactic acid bacteria, LAB) จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้น ทำให้เกิดการผลิตกรดแลกติก และกรดอื่นๆ ส่งผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างลดลงอยู่ในช่วง 3.8-5.0

3. Stable phases ระยะนี้ไม่มีปฏิกิริยาใดเกิดขึ้น โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในระยะ fermentation phase จะลดจำนวนลงอย่างช้าๆ ในขณะที่จุลินทรีย์ที่ทนกรดจะอยู่รอด การทำงานของเอ็นไซม์โปรติเอส เอ็นไซม์คาร์โบไฮเดรส และจุลินทรีย์บางชนิด เช่น *lactobacillus buchneri* จะลดลง

4. Aerobic spoilage phase จะเริ่มเมื่อพืชหมักโดนอากาศ ระหว่างที่นำออกมาจากถังหมัก โดยอาจเกิดการหมักย่อยกรดอินทรีย์ (organic acid) โดย ยีสต์ และ acetic acid bacteria ทำให้ความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น และเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ และการทำงานของจุลินทรีย์ เช่น bacilli และจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน เช่น เชื้อรา และ enterobacteria

ปัจจัยที่ควบคุมคุณภาพของพืชหมัก

สายัณห์ (2547) กล่าวว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำพืชหมัก และมีอิทธิพลต่อคุณภาพของพืชหมัก ตลอดจนปฏิกิริยาต่างๆที่เกิดขึ้นในการหมัก ได้แก่

1. ชนิดและอายุพืชขณะตัด พืชแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำมาหมักแตกต่างกัน เช่น ข้าวโพดควรตัดมาทำพืชหมักเมื่อข้าวโพดกำลังอยู่ในระยะเป็นน้ำนม ก่อนเมล็ดจะแข็ง ข้าวฟ่างควรตัดในระยะก่อนที่พืชจะสิ้นสุดระยะการออกดอก เป็นต้น

2. ขนาดของชิ้นพืชที่หมัก การทำให้ชิ้นของพืชที่นำมาหมักมีขนาดเล็กลง ทำให้น้ำตาลถูกปล่อยออกมาเร็ว ส่งผลให้เกิดกรดแลกติกเร็วขึ้น ทำให้อัดได้แน่น และชิ้นส่วนของพืชยังสามารถคลุกเคล้ากันได้ทั่วถึง โดยความยาวของชิ้นพืชที่นำมาหมัก ถ้าต้องการให้พืชหมักอัดแน่นดีควรมีความยาว 1-5 เซนติเมตร แต่ถ้าพืชมีความชื้นน้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ควรสับให้มีขนาดระหว่าง 0.5-1.5 เซนติเมตร เพื่อให้พืชอัดแน่นได้ดียิ่งขึ้น

3. การปรับระดับความชื้นในพืช ระดับความชื้นในพืชที่เหมาะสมกับการทำพืชหมักอยู่ระหว่าง 65-70 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความชื้นต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ การอัดแน่นของพืชหมักจะไม่ดีและเกิดเชื้อราขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าความชื้นมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ โอกาสที่จะได้พืชหมักที่มีคุณภาพเลวมีมาก เพราะของเหลวที่ไหลออกมาจากพืชที่กำลังหมักอยู่ทำให้สูญเสียกรดและธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อสัตว์โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต

4. การควบคุมอุณหภูมิและการเกิดกรด ในช่วงแรก ผลของการหายใจของเซลล์พืชจะได้ คาร์บอนไดออกไซด์ และความร้อน หลังจากเซลล์ของพืชตาย เชื้อราและยีสต์จะเจริญขึ้น

ทำให้พืชหมักมีคุณภาพไม่ดี โดยปกติเมื่ออากาศถูกใช้ไปหมด เซลล์พืชจะตายเชื้อแบคทีเรียที่อยู่บนใบและลำต้นจะผลิตกรดแลกติกช่วยให้พืชอยู่ในรูปของสิ่งหมักดอง ดังนั้นหากอัดกองพืชหมักให้แน่นและอากาศหลงเหลืออยู่น้อยอุณหภูมิที่เกิดขึ้นก็จะต่ำ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการก่อให้เกิดกรดแลกติกมีค่าประมาณ 38 องศาเซลเซียส

5. การใช้สารเสริม (additive) สารเสริมอาจจะไปชะงักการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียทางตรงหรือทางอ้อม กระตุ้นให้เกิดการหมักดองธรรมชาติ (nature fermentation) เร็วขึ้น ซึ่งสารเสริมที่ใช้ในการหมักพืชออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

5.1 สารกระตุ้นหรือเร่งกระบวนการหมัก ช่วยทำให้เกิดการหมักเร็วขึ้น โดยเพิ่มปริมาณของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติก เช่น การใส่เชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติกลงในพืช-หมักโดยตรง หรือใส่เอนไซม์ต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้กากน้ำตาล โดยใช้กับพืชอาหารสัตว์ที่มีระดับโปรตีนสูงและระดับน้ำตาลต่ำ ในแถบยุโรปมีการแนะนำให้ใช้กากน้ำตาลในอัตรา 7 กิโลกรัมต่อหญ้าแห้งหนึ่งตัน และอาจสูงถึง 22 กิโลกรัมต่อหญ้าอ่อนหนึ่งตัน ในแถบประเทศอเมริกาแนะนำให้ใช้กากน้ำตาลในอัตรา 30-50 กิโลกรัมต่อหญ้าหมักหนึ่งตัน (Catchpoole and Henzell, 1970 อ้างโดย สายัณห์, 2547) ส่วนพืชอาหารสัตว์เขตร้อนเนื่องจากมีระดับคาร์โบไฮเดรต-ที่ละลายน้ำได้ต่ำ Crowder (1982) อ้างโดย สายัณห์ (2547) แนะนำให้ใช้กากน้ำตาลสูงถึง 80 กิโลกรัมต่อน้ำหนักหญ้าสดหนึ่งตัน เพ็ญศรี และคณะ (2538) อ้างโดย สายัณห์ (2547) ใส่กากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ ลงในพืชหมักที่ทำจากหญ้าไข่มุกที่ตัดในระยะต่างๆ กัน พบว่า ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์กรดแลกติกในหญ้าหมักในทุกระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่หญ้าไข่มุกตั้งท้อง และช่วยให้ ความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลงจนพอที่จะรักษาหญ้าหมักได้ Catchpoole และ Henzell (1971) อ้างโดย สายัณห์ (2547) รายงานว่า พืชหมักที่ทำจากหญ้าซีตาเรียและหญ้าโร้ด หากใส่กากน้ำตาลในอัตรา 80 กิโลกรัมต่อหญ้าหนึ่งตัน พบว่า หญ้าหมักมี ความเป็นกรด-ด่าง 3.8 และมีกรดแลกติก 6-9 เปอร์เซ็นต์

5.2 สารเสริมที่เพิ่มความเป็นกรดให้กับพืชหมักโดยตรง เพื่อป้องกันแบคทีเรียในกลุ่ม clostridium ลดการสูญเสียโปรตีนและป้องกันการเกิดแอมโมเนีย กรดที่ใช้ได้แก่ กรด-ฟอร์มิก กรดเกลือ และกรดกำมะถัน เป็นต้น

5.3 สารเสริมที่ช่วยชะงักหรือยับยั้งกระบวนการหมัก ได้แก่ ฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (sodium metabisulphite) ซึ่งช่วยชะงักหรือยับยั้ง จุลินทรีย์ไม่ให้ทำงาน

5.4 สารเคมีที่ยับยั้งเชื้อ clostridium โดยตรง เช่น โซเดียมไนเตรต (sodium nitrate) และสารปฏิชีวนะ เป็นต้น

5.5 สารที่ช่วยดูดซับความชื้น เช่น การใช้ธัญพืชเพื่อช่วยซับความชื้นจากพืชที่มีมากเกินไป นอกจากนี้ยังช่วยเร่งให้เกิดกรดแลกติกเร็วขึ้น

ลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

ปัจจุบันมีการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยมีรูปแบบการใช้ เช่น ทางใบปาล์มน้ำมันสด และทางใบปาล์มน้ำมันหมัก เป็นต้น การหมักทางใบปาล์มน้ำมัน เป็นการเก็บรักษาทางใบปาล์มน้ำมันให้ใช้ได้นาน จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ ขวัญดาว และคณะ (2549) รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วัน มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 5.25, 4.78 และ 4.75 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาสีและกลิ่นของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักมีสีเขียวอมเหลืองและมีกลิ่นหอม ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์มีสีน้ำตาลอมส้ม มีกลิ่นหอมของกากน้ำตาลเล็กน้อย ส่วนทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์มีสีน้ำตาลเข้ม และมีกลิ่นฉุนของแอมโมเนีย นอกจากนี้ยังพบว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 3 สูตร มีเชื้อราเกิดขึ้นบริเวณส่วนบนของถัง ซึ่งอาจเกิดจากการสัมผัสกับอากาศ มีผลทำให้กระบวนการหมักไม่สมบูรณ์ และมีเชื้อราขาวเกิดขึ้น นอกจากนี้ ประดิษฐ์ และคณะ (2551) รายงานว่า จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก หลังหมักแล้ว 50 วัน พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ มีสีเขียวอมเหลือง กลิ่นเปรี้ยวปานกลาง และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย เท่ากับ 4.29 และ 4.48 ตามลำดับ ส่วนทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 3 เปอร์เซ็นต์ มีสีน้ำตาลเข้ม กลิ่นฉุน และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย เท่ากับ 7.77

ผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันรูปแบบต่างๆ ต่อปริมาณการกินได้ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนและการย่อยได้ของโภชนะในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Dahlan และคณะ (2000) ศึกษาผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันรูปแบบต่างๆ ต่อปริมาณอาหารที่กินได้และการย่อยได้ของโภชนะในแพะพื้นเมืองของมาเลเซีย เพศผู้ โดยใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสด ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันหมักผสมกากน้ำตาล 15

เปอร์เซ็นต์ ทางใบปาล์มน้ำมันสดอัดเม็ด และทางใบปาล์มน้ำมันสดสับผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม-น้ำมัน รำข้าว เปลือกถั่วเหลือง กากน้ำตาล ปลาป่น ยูเรีย แร่ธาตุผสม และเกลือ (NaCl) ในรูปอาหารผสมสำเร็จรูปแล้วนำมาอัดเม็ด โดยให้แพะได้รับอาหารข้นอัดเม็ดเสริมในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันรูปแบบต่างๆ พบว่า ทางใบ-ปาล์มน้ำมันสดอัดเม็ด และอาหารผสมสำเร็จรูปอัดเม็ดที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดเป็นส่วนประกอบ มีวัตถุแห้ง 923.1 และ 888.2 กรัม ตามลำดับ สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมันสด ทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักผสมกากน้ำตาล (458.2, 399.5 และ 376.6 กรัม ตามลำดับ) เนื่องจากการอัดเม็ดทำให้ความชื้นลดลง ส่งผลทำให้วัตถุแห้งเพิ่มมากขึ้น ทางใบปาล์ม-น้ำมันทั้ง 5 รูปแบบ มีอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 912-935 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง โดยทางใบปาล์ม-น้ำมันสด และทางใบปาล์มน้ำมันหมัก มีอินทรียวัตถุ (933.0 และ 935.0 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมันรูปแบบอื่นๆ การหมักและการอัดเม็ดทางใบปาล์มน้ำมันมีผลทำให้ระดับโปรตีนรวมของทางใบปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น ในขณะที่ระดับลิกโนเซลลูโลสในทางใบปาล์มน้ำมัน-สด และทางใบปาล์มน้ำมันสดอัดเม็ด (524.7 และ 525.8 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันหมักผสมกากน้ำตาล และอาหารผสมสำเร็จรูปอัดเม็ดที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดเป็นส่วนประกอบ (479.9, 478.7 และ 314.1 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุ-แห้ง ตามลำดับ)

ส่วนปริมาณการกินได้ของโภชนะ Dahlan และคณะ (2000) พบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของทางใบปาล์มน้ำมัน ในแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดอัดเม็ด และอาหารผสมสำเร็จรูปที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดเป็นส่วนประกอบ (49.6 และ 55.7 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสด ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักผสมกากน้ำตาล (29.7, 33.6 และ 34.7 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแท-บอลิก ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสด-อัดเม็ด และอาหารผสมสำเร็จรูปที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดเป็นส่วนประกอบ มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งทั้งหมด (73.0 และ 79.3 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก ตามลำดับ) ปริมาณการ-กินได้ของอินทรียวัตถุทั้งหมด (67.3 และ 73.1 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก ตามลำดับ) และปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมทั้งหมด (12.4 และ 13.5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก ตามลำดับ) สูงกว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสด ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักผสมกากน้ำตาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่าการอัดเม็ดทางใบ-ปาล์มน้ำมัน ส่งผลให้ระดับความชื้นในทางใบปาล์มน้ำมันลดลง และความหนาแน่นของอาหารเพิ่มขึ้น ทำให้สัตว์กินได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้การเสริมวัตถุดิบแหล่งโปรตีน เช่น ปลาป่น กากเนื้อใน-

เมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นต้น และแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน เช่น ยูเรีย ร่วมกับทางใบปาล์ม-น้ำมัน แล้วนำมาอัดเม็ดส่งผลให้สัตว์ได้รับโปรตีนจากอาหารเพิ่มขึ้น

สำหรับการย่อยได้ของโภชนะ Dahlan และคณะ (2000) พบว่า แพะที่ได้รับทาง-ใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันหมักผสมกากน้ำตาล และทางใบปาล์มน้ำมันสดอัดเม็ด มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสด ในขณะที่แพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จรูปที่ใช้ทางใบปาล์ม-น้ำมันสดเป็นส่วนประกอบ มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม และลิกโนเซลลูโลสเพิ่มขึ้น 29, 15, 68 และ 89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสด นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารผสม-สำเร็จรูปที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดเป็นส่วนประกอบ ยังสูงกว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันหมักผสมกากน้ำตาล และทางใบปาล์ม-น้ำมันสดอัดเม็ด อาจเนื่องจากการเสริมยูเรียซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนที่หมักย่อยได้ง่าย รวมทั้งการเสริมกากน้ำตาลซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ และปลาป่นซึ่งเป็นแหล่งให้โปรตีนไหล-ผ่าน ร่วมกับทางใบปาล์มน้ำมัน ทำให้สัตว์ได้รับโภชนะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การกินได้และการย่อยได้ของโภชนะเพิ่มขึ้นด้วย ส่วนปริมาณโภชนะที่ย่อยได้และน้ำหนักมีชีวิตของแพะที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันรูปแบบต่างๆ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จรูปที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดเป็นส่วนประกอบ มีปริมาณโภชนะที่ย่อยได้สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ ปริมาณวัตถุแห้งที่-ย่อยได้ และ ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสด และทางใบปาล์ม-น้ำมันหมัก มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณโปรตีนที่ย่อยได้ และปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่ย่อยได้ของแพะที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จรูปที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดเป็นส่วนประกอบ สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันรูปแบบอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Khamseekhiew และคณะ (2002) ทำการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง ที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดเสริมถั่วลิสงเถา (*Arachis pintoi*) ในอัตราส่วน 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 ในปริมาณ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่าระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดเสริมถั่วลิสงเถาที่ 50 เปอร์เซ็นต์ (91.9 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร) มีค่าสูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดเสริมถั่วลิสงเถาที่ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (43.6, 74.2 และ 88.9 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ระดับถั่วลิสงเถาที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดเสริมถั่วลิสง-

เถา 50 เปอร์เซ็นต์ มีระดับกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนสูงสุด คือ 69.2 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งระดับกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวในกระเพาะรูเมนมีความสัมพันธ์กับอัตราการหมักในกระเพาะรูเมน สำหรับการศึกษาการย่อยได้ของวัตถุแห้งและผนังเซลล์ของทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดในกระเพาะรูเมนของโค โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (nylon bag) พบว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดเสริมถั่วลิสงเถาที่ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการสลายได้ของวัตถุแห้งของทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ด (42.8 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดเสริมถั่วลิสงเถาที่ 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ (38.4, 41.7 และ 41.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในขณะที่ค่าอัตราการสลายได้ของผนังเซลล์ของทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ด ในโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดเสริมถั่วลิสงเถา 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 34.2, 34.4 และ 32.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าค่าอัตราการสลายได้ของผนังเซลล์ของทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดในโคที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ดเสริมถั่วลิสงเถา 20 เปอร์เซ็นต์ (26.9 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่ Islam (1999) อ้างโดย Khamseekhiew และคณะ (2002) รายงานว่า ทางใบ (frond) ของปาล์มน้ำมันมีผนังเซลล์สูงกว่าใบ (leaf) ทาง (petiole) และเส้นกึ่งกลางใบ (midrib) ของปาล์มน้ำมัน ทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งและผนังเซลล์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งการเสริมถั่วลิสงเถาในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปร่วมกับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัดเม็ด จะช่วยให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งและผนังเซลล์ของทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ดสูงขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนได้รับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจากถั่วลิสงเถา ส่งผลให้กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนเกิดได้ดีขึ้น

Abu Hassan และ Ishida (1991) ทำการศึกษาผลการหมักทางใบปาล์มน้ำมันด้วยน้ำ กากน้ำตาล และยูเรียต่อคุณภาพกระบวนการหมัก และความน่ากินของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก โดยมีทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 4 รูปแบบ คือ ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมัน 94.1 เปอร์เซ็นต์ หมักร่วมกับน้ำ 5.9 เปอร์เซ็นต์ ทางใบปาล์มน้ำมัน 91.3 เปอร์เซ็นต์ หมักร่วมกับน้ำ 5.8 เปอร์เซ็นต์ และกากน้ำตาล 2.9 เปอร์เซ็นต์ และทางใบปาล์มน้ำมัน 92.2 เปอร์เซ็นต์ หมักร่วมกับน้ำ 5.8 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 2 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 6 เดือน พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับน้ำและยูเรีย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (7.38) สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับน้ำ และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับน้ำและกากน้ำตาล มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (4.02, 3.93 และ 3.93 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณกรดอินทรีย์ พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับน้ำและกากน้ำตาล มีปริมาณกรดแลกติก (3.55 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และทางใบปาล์ม-

น้ำมันหมักร่วมกับน้ำและยูเรีย มีปริมาณกรดแอซิติกและกรดบิวทีริก (1.51 และ 1.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของเชื้อราที่เกิดขึ้น พบว่า เชื้อราจะเกิดขึ้นบริเวณส่วนบนของอาหารหมัก อาจเนื่องมาจากมีอากาศหลงเหลืออยู่ ซึ่งเป็นผลให้เกิดเชื้อรา และพบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับน้ำ และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับน้ำและกากน้ำตาล มีเปอร์เซ็นต์ของเชื้อรา (13.9, 9.0 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับน้ำและยูเรีย (0.0 เปอร์เซ็นต์) และเมื่อทดสอบปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 รูปแบบ โดยใช้โคพื้นเมืองประเทศมาเลเซียพันธุ์ Kedah-Kelentan เพศผู้ น้ำหนัก 300 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ของโคที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 รูปแบบ เท่ากับ 2.6, 3.8, 2.8 และ 2.0 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

Wan Zahari และคณะ (2000) ได้ศึกษาปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของทาง-ใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด ทางใบปาล์มน้ำมันสดสับ ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide, NaOH) ในโคสาวลูกผสม โดยผสมทางใบ-ปาล์มน้ำมันสูตรต่างๆ กับอาหารข้นในอัตราส่วน 25, 40, 60 และ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณการ-กินได้และการย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารผสมที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับโซเดียม-ไฮดรอกไซด์มีค่าสูงกว่าอาหารผสมที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดสับ และอาหารผสมที่ใช้ทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมัก และปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของอาหารผสมที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดสับที่อัตราส่วน 25, 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าอาหารผสมที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่อัตราส่วนเดียวกัน แต่การย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของอาหารผสมที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดสับจะลดลงเมื่ออัตราส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันสดสับในสูตรอาหารเพิ่มขึ้น โดยปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของอาหารผสมที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดสับอัตราส่วน 75 เปอร์เซ็นต์ ลดลง 58 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของอาหารผสมที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสดสับที่อัตราส่วน 25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การอัดเม็ดทางใบปาล์มน้ำมันจะทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเพิ่มขึ้น แต่ส่งผลทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งลดลง เนื่องจากอัตราการไหลผ่านในกระเพาะรูเมนเร็วขึ้น

Islam และคณะ (2000) ศึกษาผลของการหมักและการอัดเม็ดต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมัน ในแพะลูกผสมพื้นเมือง อายุ 10-12 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 20.5$\pm$0.5 กิโลกรัม โดยใช้ทางใบปาล์มน้ำมัน 3 รูปแบบ คือ ทางใบปาล์มน้ำมันสดสับ ทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันสดสับแล้วอัดเม็ด ให้แพะได้รับอาหารข้นอัดเม็ดเสริมใน

ปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันสดสับ มีวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม และ เยื่อใยรวม 418.6, 960.8, 65.3 และ 476.1 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ ซึ่งการอัดเม็ดทางใบปาล์มน้ำมันส่งผลให้วัตถุแห้ง และโปรตีนรวมของทางใบปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น (933.1 และ 92.6 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) แต่มีอินทรียวัตถุ และเยื่อใยรวมลดลง (931.3 และ 458.5 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) นอกจากนี้ การหมักและการอัดเม็ดทางใบปาล์มน้ำมันยังมีผลทำให้เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และซิลิกา ในทางใบปาล์มน้ำมันลดลงเล็กน้อย ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันที่แพะกินเหลือ พบว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับหรือหมักกินทางใบปาล์มน้ำมันเหลือประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ดกินทางใบปาล์มน้ำมันเหลือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับ ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด มีค่า 29.69, 33.62 และ 49.62 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก ตามลำดับ โดยการอัดเม็ดจะเพิ่มปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันประมาณ 67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การหมักเพิ่มปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม (66.39 เปอร์เซ็นต์) และลิกโนเซลลูโลส (33.98 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมันรูปแบบอื่นๆ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (52.65 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสดสับ (46.77 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่แตกต่างจากแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (50.96 เปอร์เซ็นต์) ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของแพะทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ปริมาณวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม และลิกโนเซลลูโลสที่ย่อยได้ ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ดมีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันรูปแบบอื่นๆ ด้วย

ประดิษฐ์ และคณะ (2551) ได้ศึกษาปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันสด และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลและยูเรียระดับต่างๆ โดยใช้แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 75 เปอร์เซ็นต์ - พื้นเมือง 25 เปอร์เซ็นต์ อายุ 8-10 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 12 กิโลกรัม พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันสด ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 3 เปอร์เซ็นต์ มีองค์ประกอบทางเคมี เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ดังนี้ วัตถุแห้ง 38.20, 43.90, 45.96 และ 50.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โปรตีนรวม 5.30, 7.25, 7.32 และ 18.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมันรวม 2.67, 3.85, 2.46 และ 3.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เถ้า 8.24, 8.18, 8.60 และ 8.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผนังเซลล์ 68.71, 59.23, 61.16 และ 57.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลิกโนเซลลูโลส 54.62, 49.12, 50.60 และ 47.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลิกนิน 22.52, 22.77, 23.16

และ 24.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาดังกล่าวยังพบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และผนังเซลล์ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันทั้ง 4 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมัน-หมักร่วมกับกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 3 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีน (75.76 เปอร์เซ็นต์) ใกล้เคียงกับแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และแพะที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ (64.21 และ 64.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสด (55.02 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

Paengkoum และคณะ (2006) ศึกษาผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรียที่ระดับ 10, 20, 30, 40 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ต่อปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของแพะนมพันธุ์ซาเนน (Saanen) อายุ 4.6 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 21.4$\pm$1.6 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรีย 20 และ 30 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (44.0 และ 49.1 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรีย 10, 40 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (37.2, 37.9 และ 32.5 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อย่างไรก็ตาม แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรีย 10, 20, 30, 40 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง มีปริมาณกรดแอซิติก (63.0, 64.6, 63.7, 65.1 และ 29.6 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) กรดโพรพิโอนิก (24.7, 23.7, 22.0, 21.7 และ 27.1 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) กรดไอโซบิวทีริก (1.6, 1.4, 1.7, 1.6 และ 1.7 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) กรดวาเลอริก (5.2, 5.1, 4.7, 4.8 และ 5.2 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) และสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก (2.6, 2.8, 2.9, 3.1 และ 2.4 ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ปริมาณกรดบิวทีริกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรีย 30, 40 และ 50 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (7.9, 6.7 และ 6.4 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรีย 10 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (5.6 และ 5.3 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

การใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส ในการประเมินพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

เนื่องจากการหาการย่อยได้ของอาหารในตัวสัตว์ (*in vivo* digestibility) เป็นงานที่สิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่ายมาก จึงได้มีการพยายามวัดการย่อยได้ของอาหารในหลอดทดลอง โดยเลียนแบบปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในทางเดินอาหารของสัตว์ วิธีการแบบนี้เรียกว่า *in vitro* technique ในกรณีของสัตว์เคี้ยวเอื้อง การหาการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการ 2 ขั้นตอน (two-stages *in vitro* method) วิธีใช้เอนไซม์เพปซินและเซลลูเลส (pepsin-cellulase method) วิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (gas production method) หรือเทคนิคผลผลิตแก๊ส (*In vitro* gas production techniques) และการหาการย่อยได้โดยวิธีใช้ถุงไนล่อนแช่ในรูเมน (nylon bag) เป็นต้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้ค่อนข้างจะเป็นที่นิยม เนื่องจากช่วยประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายได้ดีกว่าการทดลองกับตัวสัตว์จริง เพราะสามารถทำพร้อมๆ กันได้ครั้งละหลายตัวอย่างในระยะเวลารวดเร็ว ค่าที่ได้แม้ว่าจะไม่เท่ากับวิธีที่ทดลองกับตัวสัตว์จริง แต่ก็พอจะบอกคุณภาพอาหารได้ วิธีเหล่านี้เหมาะสำหรับการจัดลำดับอาหาร (ranking) หรือการคัดเลือกอาหาร (screening test) ให้เหลือน้อยชนิดก่อนที่จะไปทำการทดลองกับตัวสัตว์ต่อไป (บุญล้อม, 2541)

เทคนิคผลผลิตแก๊ส เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยในการหาการย่อยได้ของอาหาร โดย Menke และคณะ (1979) และ Menke และ Steingass (1988) ได้พัฒนาวิธีการนี้ขึ้น โดยมีหลักการว่าการหมักอาหารของจุลินทรีย์ในกระเพาะส่วนหน้าทำให้เกิดแก๊สขึ้น ซึ่งปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราการย่อยได้ของอาหาร ดังนั้นปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจะสามารถใช้คำนวณการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร

อัจฉรา และคณะ (2550) ทำการประเมินคุณภาพยอดอ้อยหมักในกลุ่มที่มีการใช้สารเสริมกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารเสริมโดยวิธีการเทคนิคผลผลิตแก๊ส โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโค พบว่า ยอดอ้อยหมักไม่ใส่สารเสริม ยอดอ้อยหมักด้วยยูเรีย (1.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด) ยอดอ้อยหมักร่วมกับกากน้ำตาล (8 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด) และยูเรีย (1.5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด) ยอดอ้อยหมักร่วมกับใบกระถิน (10 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด) ยอดอ้อยหมักร่วมกับใบมัน (10 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด) ยอดอ้อยหมักร่วมกับใบกระถิน (5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด) และใบมัน (5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด) มีค่าการผลิตแก๊ส เท่ากับ -2.47, -1.55, -0.80, -1.44, 2.05 และ -0.85 มิลลิลิตร ตามลำดับ ค่าปริมาณการผลิตแก๊ส เท่ากับ 61.10, 68.10, 57.05, 62.98, 58.62 และ 62.74 มิลลิลิตร ตามลำดับ และอัตราการผลิตแก๊ส เท่ากับ 0.026, 0.021, 0.016, 0.020, 0.020 และ 0.021 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยยอด-

อ้อยหมักร่วมกับใบมัน มีค่าการผลิตแก๊สสูงที่สุด ส่วนปริมาณการผลิตแก๊ส พบว่า ยอดอ้อยหมักด้วยยูเรีย มีค่าสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ยอดอ้อยหมักไม่ใส่สารเสริม มีอัตราการผลิตแก๊สสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้จากการคำนวณ พบว่า ยอดอ้อยหมักไม่ใส่สาร-เสริมมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้สูงที่สุด รองลงมา คือ ยอดอ้อยหมักด้วยยูเรีย ยอดอ้อยหมักร่วมกับใบมัน ยอดอ้อยหมักร่วมกับใบกระถินและใบมัน ยอดอ้อยหมักร่วมกับใบกระถิน และยอด-อ้อยหมักร่วมกับกากน้ำตาลและยูเรีย (8.15, 8.12, 7.86, 7.76, 7.20 และ 5.72 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ)

ทรงศักดิ์ และคณะ (2548) ได้ศึกษาการใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สในการประเมินคุณค่าทางโภชนะของ ข้าวโพดบด มันเส้น ปลายข้าว รำละเอียด และรำหยาบ โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคลูกผสมบราห์มัน-พื้นเมือง เพศผู้ตอน เพื่อเป็นแหล่งจุลินทรีย์ในหลอดทดลอง พบว่า จลศาสตร์การย่อยสลายของวัตถุดิบอาหารพลังงานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยค่าการผลิตแก๊ส ของรำหยาบมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ รำละเอียด ข้าวโพดบด ปลายข้าว และมันเส้น มีค่าเท่ากับ -3.39, -21.67, -32.33, -34.02 และ -50.98 มิลลิลิตร ตามลำดับ และพบว่า มันเส้น เป็นวัตถุดิบที่มีค่าของส่วนที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด เมื่อพิจารณาค่าปริมาณการผลิตแก๊ส พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยค่าปริมาณการผลิตแก๊สของมันเส้น (150.98 มิลลิลิตร) มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ปลายข้าว ข้าวโพดบด รำละเอียด และรำหยาบ มีค่าเท่ากับ 134.02, 132.39, 119.09 และ 62.66 มิลลิลิตร ตามลำดับ และพบว่า ค่าอัตราการผลิตแก๊ส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมันเส้นมีค่าสูงที่สุด (0.185 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง) รองลงมาคือ ข้าวโพดบด รำละเอียด ปลายข้าว และรำหยาบ มีค่า 0.12, 0.11, 0.08 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ ศักยภาพในการผลิตแก๊ส พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมันเส้นมีค่าสูงที่สุด (201.97 มิลลิลิตร) ทั้งนี้เนื่องมาจากมัน-เส้นมีผนังเซลล์ต่ำที่สุด จึงทำให้สามารถย่อยสลายได้สูงที่สุด ปริมาณแก๊สสะสมในชั่วโมงที่ 24 ของมันเส้นมีค่าสูงที่สุด (150.38 มิลลิลิตร) รองลงมา ได้แก่ ข้าวโพดบด ปลายข้าว รำละเอียด และรำหยาบ มีค่า 123.0, 97.0, 91.88 และ 45.75 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณแก๊สสะสมที่ชั่วโมงที่ 48 และ ชั่วโมงที่ 96 ให้ผลที่มีรูปแบบและทิศทางเช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 24 นอกจากนี้มันเส้นมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ประเมินจากผลผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ข้าวโพดบด รำละเอียด ปลายข้าว และรำหยาบ โดยมีค่าเท่ากับ 10.48, 9.37, 8.01, 7.92 และ 5.71 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ

Getachew และคณะ (2004) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และผลผลิตแก๊ส ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เขตร้อนจำนวน 38 ชนิด โดยใช้

ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคพันธุ์โฮลสไตน์ พบว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์เขตร้อน มีโปรตีนอยู่ระหว่าง 63-541 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง และวัตถุดิบอาหารสัตว์เขตร้อนกว่าครึ่งหนึ่งมีโปรตีนมากกว่า 200 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง นอกจากนี้ปริมาณแก๊สที่ผลิตได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เขตร้อน มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.0001$) โดยเมล็ดข้าวโพด และข้าวโพดกะเทาะเปลือกออก มีค่าปริมาณแก๊สที่ผลิตได้สูงที่สุด (391.9 และ 377.8 มิลลิลิตร ตามลำดับ) ในขณะที่อัตราผลผลิตแก๊สของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาการย่อยได้ของวัตถุแห้ง การย่อยได้ของผนังเซลล์ และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้งหมด มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.0001$) โดยเมล็ดข้าวโพด และกากถั่วเหลือง มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงที่สุด (0.950 และ 0.985 ตามลำดับ) การย่อยได้ของผนังเซลล์อยู่ในช่วง 0.333-0.865 และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้อยู่ในช่วง 8.8-13.1 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง โดยหัวบีท เมล็ดข้าวโพด ข้าวโพดกะเทาะเปลือกออก เมล็ดข้าว และกากถั่วเหลือง มีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้สูงที่สุด (12.7, 13.1, 13.0, 12.3 และ 13.0 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) และฟางข้าวหมัก และอัลฟัลฟ่าหมัก มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำที่สุด (8.8 และ 9.3 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ)

Abdulrazak และคณะ (2001) ใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สประเมินการใช้ประโยชน์ได้ของพืชตระกูลถั่วซึ่งประกอบด้วย *Acacia tortilis, Acacia nilotica, Acacia mellifera, Acacia brevispica, Acacia senegal* และกระถิน (*Leucaena leucocephala*) โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแกะ พบว่า *A. mellifera* และ *A. brevispica* มีปริมาณแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 (32.0 และ 30.0 มิลลิลิตรต่อ 200 มิลลิกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) และปริมาณแก๊สที่ชั่วโมงที่ 48 (37.2 และ 36.4 มิลลิลิตรต่อ 200มิลลิกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) สูงที่สุด และเมื่อคำนวณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้พบว่าอยู่ในช่วง 46.8-54.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง *A. mellifera* และ *A. brevispica* มีค่าอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ 54.1 และ 53.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าอาหารหยาบตัวอื่นๆ ขณะที่ *A. nilotica* มีค่าอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ 46.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำที่สุด

บทที่ 3

การทดลองที่ 1

การประเมินการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

บทนำ

การนำทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล มาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงแพะ จำเป็นต้องทราบคุณค่าทางโภชนะและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะของทาง-ใบปาล์มน้ำมันหมัก ซึ่งการใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถประเมินการย่อยได้ของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อีกทั้งยังสามารถนำค่าปริมาณแก๊สที่ได้จากการทดลองมาคำนวนค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร (Menke *et al.,* 1979; Menke and Steingass, 1988) ซึ่งเป็นค่าพลังงานที่สัตว์นำไปใช้เพื่อการดำรงชีพและสร้างผลผลิต (ศรีสกุล, 2539) ทั้งนี้เทคนิคผลผลิตแก๊สเหมาะสำหรับการจัดลำดับอาหารหรือการคัดเลือกอาหารเพื่อนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการประเมินพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาจลศาสตร์การผลิตแก๊สของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์
2. เพื่อประเมินพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์

1. แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 36.5±0.6 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว

2. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน ได้แก่ ถุงพลาสติกใส กระติกน้ำ ผ้าขาวบางสำหรับกรองของเหลวจากกระเพาะรูเมน บิกเกอร์ เทอร์โมมิเตอร์ stomach tube, vacuum pump และ pH electrode

3. อุปกรณ์สำหรับการทดลอง ได้แก่ ขวดวัคซีนขนาด 50 มิลลิลิตร จุกยาง ยางอลูมิเนียมฟลอยด์ กระบอกฉีดยาแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร กระบอกฉีดยาพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร เข็มฉีดยาพลาสติกเบอร์ 18 สายยางพลาสติก เข็มฉีดยาเหล็กเบอร์ 18 และ พาราฟิล์ม (parafilm)

4. ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์

5. สารเคมีที่ใช้ในการประเมินการย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สตามวิธีการของ Menke และ Steingass (1988) ได้แก่

5.1 สารละลายแร่ธาตุหลัก (macromineral solution) ประกอบด้วย Na_2HPO_4 5.7 กรัม KH_2PO_4 6.2 กรัม และ $MgSO_4$ 0.6 กรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

5.2 สารละลายแร่ธาตุรอง (micromineral solution) ประกอบด้วย $CaCl_2$ x $2H_2O$ 13.2 กรัม $MnCl_2$ x $4H_2O$ 10.0 กรัม $CoCl_2$ x $6H_2O$ 1.0 กรัม และ $FeCl_2$ x $6H_2O$ 0.8 กรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

5.3 สารละลายบัฟเฟอร์ (buffer solution) ประกอบด้วย $NaHCO_3$ 35.0 กรัม และ $(NH_4)HCO_3$ 4.0 กรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

5.4 สารละลายรีซาซูริน (resazurin aqueous) ประกอบด้วย รีซาซูริน 100.0 มิลลิกรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

5.5 สารละลายสำหรับไล่ออกซิเจน ประกอบด้วย น้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร NaOH ความเข้มข้น 1 M ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร และ Na_2S_9 x H_2O 336.0 มิลลิกรัม

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมอาหารทดลอง

ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดออกระหว่างเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมัน จากต้นปาล์ม-น้ำมันที่มีอายุประมาณ 5 ปี ณ สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยทำการตัดส่วนก้านที่มีหนามออกนำมาสับด้วยเครื่องสับหญ้า เพื่อให้มีขนาดเล็กประมาณ 1-2 เซนติเมตร แล้วนำมาหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ในถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร อัดให้แน่นและปิดฝาให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 1 เดือน

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี และมีน้ำหนักเฉลี่ย 36.5$\pm$0.6 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว มีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง และทำการกำจัดพยาธิภายนอกและพยาธิภายในโดยใช้ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (Ivermectin) ให้แพะได้รับหญ้าเนเปียร์สดแบบเต็มที่ เสริมด้วยอาหารข้นซึ่งประกอบด้วย ข้าวโพดบด กากถั่วเหลือง และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในปริมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

3. การวางแผนและวิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 4 ชนิด เป็นปัจจัยในการทดลอง คือ 1. ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 2. ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ 3. ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ และ 4. ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนซ้ำในแต่ละปัจจัยการทดลองจำนวน 6 ซ้ำ

4. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์

วิเคราะห์วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้า ใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) และการวิเคราะห์ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ใช้วิธี Detergent method ของ Goering และ Van Soest (1970)

5. การศึกษาจลศาสตร์การผลิตแก๊ส

ทำการศึกษาจลศาสตร์การผลิตแก๊สเพื่อประเมินการย่อยได้ของทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Menke และ Steingass (1988) โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะ-รูเมน (rumen fluid) ของแพะทดลอง โดยมีวิธีการดังนี้

5.1. ชั่งตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่อบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ปริมาณ 0.3 กรัม ใส่ขวดวัคซีน ขนาด 50 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยางให้สนิท

5.2. เตรียมสารละลายน้ำลายเทียมปริมาตร 1,009.32 มิลลิลิตร โดยการเติมน้ำกลั่น 480 มิลลิลิตร แร่ธาตุหลัก 240 มิลลิลิตร แร่ธาตุรอง 0.12 มิลลิลิตร สารละลายบัฟเฟอร์ 240 มิลลิลิตร และสารละลายรีซาซูริน 1.2 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ (flask) ขนาด 2,000 มิลลิลิตร ที่ต่อท่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อไล่แก๊สออกซิเจนออกแล้วนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 39 องศา-เซลเซียส โดยใช้ เครื่องกวนคลื่นแม่เหล็ก (magnetic stirrer) กวนตลอดเวลา จากนั้นเติมสารละลายสำหรับไล่แก๊สออกซิเจน 48 มิลลิลิตร จนสารละลายน้ำลายเทียมเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู ซึ่งแสดงว่าสารละลายดังกล่าวอยู่ในสภาวะไร้แก๊สออกซิเจน

5.3. เก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทดลองทั้ง 4 ตัว โดยเก็บตัวละ 250 มิลลิลิตร โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันที โดยใช้ pH electrode MP. 125 LE 413 (Mettler Toleds AG.) นำของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 ตัวมาผสมรวมกัน แช่ในน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เพื่อให้อุณหภูมิของเหลวจากกระเพาะรูเมนคงที่ จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น แล้วนำมาผสมกับสารละลายน้ำลายเทียมในสัดส่วนของสารละลายน้ำลายเทียมต่อตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนเท่ากับ 2 : 1

5.4. ใช้กระบอกฉีดยาพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร ดูดสารละลายผสมของน้ำลายเทียมและของเหลวจากกระเพาะรูเมนปริมาตร 30 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัคซีนที่บรรจุตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมันหมัก แล้วนำปลายเข็มเหล็กที่ติดกับสายยางบรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปักลงในขวดตัวอย่างเพื่อไล่แก๊สออกซิเจนออกจากขวดตัวอย่าง จากนั้นนำเข้าบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวัดปริมาณแก๊ส

5.5. วัดและจดบันทึกปริมาณของแก๊สที่เกิดขึ้น โดยใน 12 ชั่วโมงแรกของการบ่ม บันทึกผลทุกๆ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นบันทึกผลทุกๆ 3 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 24 จากนั้นบันทึกผลทุกๆ 6 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 72 และสุดท้ายทำการบันทึกผลที่ชั่วโมงที่ 96 นำค่าผลผลิตแก๊สที่ได้มาหาค่าคงที่ a, b และ c โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป fit curve เพื่ออธิบายจลศาสตร์ของการผลิตแก๊ส ตามแบบจำลองสมการของ Ørskov และ McDonald (1979) ดังนี้

$$y = a + b\,[(1 - \mathrm{Exp}^{(-ct)}]$$

เมื่อ y = ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น ณ เวลา t

a = จุดตัดแกน y

b = ค่าปริมาตรแก๊ส ณ จุดที่เส้นกราฟราบเรียบ

c = อัตราการเกิดแก๊ส

Exp = exponential

หลังจากนั้นนำค่า a และ b ที่ได้จากสมการนี้ไปประเมินค่าศักยภาพในการผลิตแก๊ส (d) จากสมการ $d = |a| + b$

ซึ่งค่า a เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายองค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ ยังจำเป็นต้องใช้ค่า |a| เพื่อบ่งบอกว่าวัตถุดิบตัวใดมีส่วนที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร (ทรงศักดิ์ และคณะ, 2548)

ค่า b เป็นค่าที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายของอาหาร หากวัตถุดิบมีค่า b สูง แสดงว่ามีส่วนที่มีศักยภาพในการย่อยสลายได้สูง เนื่องจากปริมาณแก๊สที่ผลิตได้มีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับการย่อยสลายได้ของวัตถุดิบ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตร (Menke *et al.,* 1979; Menke and Steingass, 1988)

ค่า c หมายถึงอัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมัก มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง

5.6. ประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักแต่ละทรีทเมนต์ จากผลผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 ตามสมการทำนายค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของ Menke และคณะ (1979) ดังนี้

$$ME\ (MJ/kg\ DM) = 2.20 + (0.136 \times Gv) + (0.0057 \times \%CP) + (0.00029 \times \%EE)$$

โดย Gv = ปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นใน 24 ชั่วโมง (มิลลิลิตรต่อน้ำหนักทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่ใช้ทดลอง) คำนวณจากสมการดังนี้

$$Gv\ (ml) = \frac{(V24 - Vo - GPo) \times 200 \times [(Fh + Fc)/2]}{W}$$

เมื่อ Vo = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นก่อนบ่ม

V24 = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงที่ 24

GPo = ค่าเฉลี่ยของแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอด blank ที่ชั่วโมงที่ 24

Fh = 44.16/ (GPh – GPo) ; roughage correction factor

Fc = 62.6/ (GPc – GPo) ; concentrate correction factor

GPh = ค่าคงที่ของอาหารหยาบมีค่าเท่ากับ 47

GPc = ค่าคงที่ของอาหารข้นมีค่าเท่ากับ 68

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นมิลลิกรัมวัตถุแห้ง

CP = โปรตีนรวมของทางใบปาล์มน้ำมันในแต่ละทรีทเมนต์ (เปอร์เซ็นต์)

EE = ไขมันรวมของทางใบปาล์มน้ำมันในแต่ละทรีทเมนต์ (เปอร์เซ็นต์)

5.7. ประเมินเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (digestible organic matter, DOM) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักในแต่ละทรีทเมนต์ ตามสมการของ Menke และคณะ (1979) ดังนี้

DOM (%) = 14.88 + (0.889 x Gv) + (0.045 x %CP) + (0.065 x %Ash)

โดย GV = ปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นใน 24 ชั่วโมง (มิลลิลิตรต่อน้ำหนักทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่ใช้ทดลอง)
CP = โปรตีนรวมของทางใบปาล์มน้ำมันในแต่ละทรีทเมนต์ (เปอร์เซ็นต์)
Ash = เถ้าของทางใบปาล์มน้ำมันในแต่ละทรีทเมนต์ (เปอร์เซ็นต์)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าจลศาสตร์การผลิตแก๊ส เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักแต่ละทรีทเมนต์ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

ตารางที่ 3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ 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 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 และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนรวม 7.25 และ 7.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมัน 3.85 และ 2.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เถ้า 8.18 และ 8.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผนังเซลล์ 59.23 และ 61.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)			
	0	**2**	**4**	**6**
วัตถุแห้ง (สภาพสด)	38.58	39.40	39.57	39.36
วัตถุแห้ง	92.20	92.16	92.08	92.33
อินทรียวัตถุ	89.27	90.38	90.25	89.18
โปรตีนรวม	7.86	7.88	7.93	7.92
ไขมันรวม	2.97	2.55	2.48	2.77
เถ้า	10.73	9.62	9.75	10.82
เยื่อใยรวม	43.31	44.46	41.76	40.59
ผนังเซลล์	66.99	65.42	64.18	62.56
ลิกโนเซลลูโลส	55.56	54.71	53.74	52.49
ลิกนิน	25.51	24.13	26.35	26.35
เฮมิเซลลูโลส[1/]	11.43	10.71	10.45	10.07
เซลลูโลส[2/]	30.04	30.58	27.38	26.14

[1/]เฮมิเซลลูโลส = ผนังเซลล์-ลิกโนเซลลูโลส

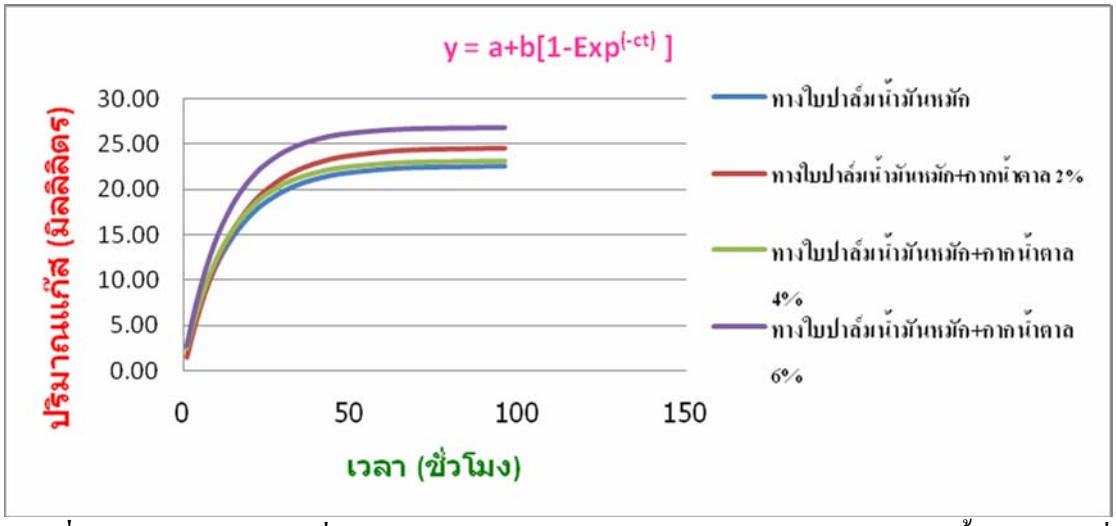
[2/]เซลลูโลส = ลิกโนเซลลูโลส-ลิกนิน

ลิกโนเซลลูโลส 49.12 และ 50.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ ขวัญดาว และคณะ (2549) รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนรวม 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 ซึ่งความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ในแต่ละการศึกษา ขึ้นอยู่กับพันธุ์และอายุของปาล์มน้ำมัน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการใส่ปุ๋ย เป็นต้น (ธีระ และคณะ, 2545)

จลศาสตร์การผลิตแก๊สของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ (y) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ซึ่ง ประเมินจากสมการ $y = a+b\ [1-Exp^{(-ct)}]$ (ภาพที่ 3) พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

ร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้สูงที่สุด รองลงมาคือ



ภาพที่ 3 ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ (มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง 0.3 กรัม ของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก) ที่ประเมินจากสมการ $y = a+b\ [1-Exp^{(-ct)}]$ ที่เกิดขึ้นตลอด 96 ชั่วโมง

ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ ค่าจลศาสตร์การผลิตแก๊ส (ตารางที่ 4) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่า a ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ มีค่าเท่ากับ 1.02, -0.15, 0.87 และ 0.91 มิลลิลิตร ตามลำดับ ค่า b แสดงถึงศักยภาพในการย่อยสลายของทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 21.55, 24.78, 22.23 และ 25.97 มิลลิลิตร ตามลำดับ ค่า c หมายถึง อัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักของทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 0.07, 0.07, 0.07 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ และค่า d ซึ่งหมายถึงศักยภาพในการผลิตแก๊สของทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 สูตร มีค่าเท่ากับ 22.57, 25.34, 23.35 และ 27.32 มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งการที่จลศาสตร์การผลิตแก๊สของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 ระดับ มีค่าไม่แตกต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 ระดับ มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของศักยภาพในการย่อยสลายและศักยภาพในการผลิตแก๊สสูงที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณแก๊สสะสมที่เกิดขึ้นจากการหมักทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 24, 48 และ 96 ชั่วโมง (ตารางที่ 4) พบว่า ปริมาณแก๊สสะสมในชั่วโมงที่ 24, 48 และ 96 ชั่วโมง ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 ระดับ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการย่อยสลายขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 สูตรไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4 ค่าคงที่ของคุณลักษณะการผลิตแก๊ส ปริมาณผลผลิตแก๊ส พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับ กากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
ลักษณะรูปแบบการผลิตแก๊ส					
a	1.02	-0.15	0.87	0.91	0.58
b	21.55	24.78	22.23	25.97	1.53
c	0.07	0.07	0.07	0.08	0.005
d	22.57	25.34	23.35	27.32	1.67
ปริมาณผลผลิตแก๊ส (มิลลิลิตร)					
24 ชั่วโมง	18.42	19.76	19.19	22.66	1.45
48 ชั่วโมง	21.74	23.66	22.37	26.16	1.64
96 ชั่วโมง	22.54	24.59	23.07	26.85	1.69
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)[1/]	4.75 (1.14)[2/]	4.93 (1.18)	4.86 (1.16)	5.33 (1.27)	0.20 0.05
อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)[3/]	32.30	33.42	32.93	36.08	1.29

[1/] ME (MJ/kg DM) = 2.20 + (0.136xGv) + (0.0057x%CP) + (0.00029x%EE)

[2/] ตัวเลขในวงเล็บเป็นค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ มีหน่วยเป็น เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง

[3/] DOM (%) = 14.88 + (0.889 x Gv) + (0.045 x %CP) + (0.065 x %Ash)

จึงส่งผลทำให้ปริมาณผลผลิตแก๊สไม่แตกต่างกันด้วย เนื่องจากปริมาณแก๊สที่ผลิตได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการย่อยสลายได้ขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ (Menke *et al.,* 1979; Menke and Steingass, 1988) โดยปริมาณแก๊สสะสมที่ชั่วโมงที่ 24 ของทางใบปาล์มน้ำมัน-หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 18.42, 19.76, 19.19 และ 22.66 มิลลิลิตร ตามลำดับ ปริมาณแก๊สสะสมในชั่วโมงที่ 48 มีค่าเท่ากับ 21.74, 23.66, 22.37 และ 26.16 มิลลิลิตร ตามลำดับ และปริมาณแก๊สสะสมในชั่วโมงที่ 96 มีค่าเท่ากับ 23.54, 24.59, 23.07

และ 26.85 มิลลิลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณแก๊สสะสมที่ชั่วโมงที่ 24 มีความสัมพันธ์กับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ จึงสามารถใช้ปริมาณแก๊สสะสมที่ชั่วโมงที่ 24 เพื่อทำนายค่าของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ (Menke *et al.,* 1979)

ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ที่ประเมินจากผลผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 (ตารางที่ 4) พบว่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 4.73, 4.94, 4.81 และ 5.22 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ หรือ 1.14, 1.18, 1.16 และ 1.27 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณผลผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 สูตร มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่ง Menke และคณะ (1979) รายงานว่า ปริมาณผลผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 มีความสัมพันธ์กับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Wan Zahari และ Alimon (2004) ที่รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันสดมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 4.9 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง

อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ (ตารางที่ 4) พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 32.30, 33.42, 32.93 และ 36.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าอินทรียวัตถุที่ย่อยได้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงสารอินทรีย์ (เช่น โปรตีนรวม เยื่อใยรวม หรือไขมันรวม เป็นต้น) ที่ย่อยได้ในอาหาร (บุญล้อม, 2541) โดยหากมีค่าสูง แสดงว่าอาหารมีอินทรียวัตถุที่ย่อยได้สูง

สรุป

จากการประเมินการย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมัน-หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าจลศาสตร์การผลิตแก๊สไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่า a เท่ากับ 1.02, -0.15, 0.87 และ 0.91 มิลลิลิตร ค่า b เท่ากับ 21.55, 24.78, 22.23 และ 25.97 มิลลิลิตร ค่า c เท่ากับ 0.07, 0.07, 0.07 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง และค่า d เท่ากับ 22.57, 25.34, 23.35 และ 27.32 มิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.75-5.33 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง และ 32.30-36.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

บทที่ 4

การทดลองที่ 2

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) พบว่า การหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก แต่การใช้ประโยชน์ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในตัวสัตว์ เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณอาหารที่สัตว์ได้รับ ชนิดของสัตว์ทดลอง ความน่ากินของอาหาร ดังข้อสรุปของ เทอดชัย (2540) ดังนั้นเพื่อให้ทราบข้อมูลการใช้ประโยชน์ได้ของทางปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน จึงทำการศึกษาโดยใช้แพะเป็นสัตว์ทดลอง

วัตถุประสงค์

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

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกล - นูเบียน 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 กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม-น้ำมัน 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 ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างปัสสาวะ และเครื่องชั่ง เป็นต้น

9. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอาหารข้นและอาหารหยาบ ได้แก่ ถุงกระดาษ ถุงพลาสติกใส และยาง เป็นต้น

10. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างเลือด ได้แก่ เข็มฉีดยา สำลี ถุงมือ กระบอก-พลาสติกปริมาตร 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. การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี และมีน้ำหนักเฉลี่ย 35.1±1.6 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว มีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง และผ่านการฉีดวัคซีนโรคปากและเท้าเปื่อย และโรคคอบวม ก่อนนำเข้าทดลองทำการกำจัดพยาธิภายนอกและพยาธิภายในโดยใช้ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (Ivermectin) (ไอเดกติน IDECTIN,® The British Dispensary (L.P) CO., Ltd., ประเทศไทย) โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม

2. อาหารและการเตรียมอาหารทดลอง

อาหารหยาบ ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดออกระหว่างเก็บทะลายปาล์มน้ำมันจากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 5 ปี ณ สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยทำการตัดส่วนก้านที่มีหนามออกนำมาสับด้วยเครื่องสับหญ้าเพื่อให้มีขนาดเล็กประมาณ 1-2 เซนติเมตร แล้วนำมาหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ในถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร อัดให้แน่นและปิดฝาให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 1 เดือน ส่งเก็บตัวอย่างทางใบปาล์มน้ำมันหมัก โดยการสุ่มส่วนบน กลาง และล่างของถังหมัก มาประเมินคุณภาพ โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น และลักษณะตามเกณฑ์ของ Trinder (1973) อ้างโดย บุญล้อม และบุญเสริม (2525) ดังนี้

1. พืชหมักคุณภาพดี (ชั้น 1)

สี : เหลืองอมเขียว หรือสีกากี

กลิ่น : กลิ่นหอมคล้ายกลิ่นผลไม้ หรือน้ำส้มสายชู

ลักษณะ : แน่น

pH : 3.6-4.3 นอกจากจะมีรา

2. พืชหมักชั้น 2 (butyric silage)

สี : เขียวอมเหลือง เขียวอมน้ำตาล เขียวเข้ม

กลิ่น : ไม่หอม กลิ่นฉุน หรือกลิ่นเหมือนเนยแข็ง

ลักษณะ : ลื่น เป็นเมือก แน่นมาก

pH : 4.4-4.7 ถ้ามี butyric เล็กน้อย แต่อาจจะถึง 4.8 หรือสูงกว่าได้ถ้ามี butyric มาก

3. พืชหมักชั้น 3 (overheated silage)

สี : น้ำตาลทองถึงน้ำตาลดำ หรือดำ

กลิ่น : น้ำตาลไหม้ กลิ่นไหม้ หรืออาจมีกลิ่นเบียร์

ลักษณะ : แน่น อาจจะหยาบ

pH : 3.6-4.3 ถ้าไม่มีราขึ้น 4.4-5.1 ถ้ามีกลิ่นเบียร์ หรือสูงเกิน 5.1 ถ้ามีรามาก

4. พืชหมักชั้น 4 (composted silage)

สี : น้ำตาลเขียวเข้ม หรือดำ

กลิ่น : กลิ่นแอมโมเนียหรือกลิ่นปุ๋ยหมัก

ลักษณะ : เละเป็นเมือก

pH : สูงเกิน 5.1

นอกจากนี้ วัดความเป็นกรด-ด่างของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ตามวิธีการของ บุญล้อม และบุญเสริม (2525) โดยนำทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 50 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เขย่า 3 นาที กรองผ่านผ้าฝ้าย และวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH electrode MP. 125 LE 413 (Mettler Toleds AG.)

อาหารข้น ใช้อาหารข้นที่ประกอบด้วย ข้าวโพดบด กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และกากถั่วเหลืองเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (ตารางที่ 5) โดยสูตรอาหารมีโปรตีนรวม 15.03 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม 67.62 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 สัดส่วนของวัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์ในสภาพให้สัตว์กิน) ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารข้น และคุณค่าทางโภชนะ (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง)

วัตถุดิบอาหารสัตว์	เปอร์เซ็นต์
ข้าวโพดบด	47.00
กากถั่วเหลือง	12.00
กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	37.50
เกลือ	2.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.50
เปลือกหอยป่น	1.00
รวม	100.00
คุณค่าทางโภชนะ[1]	
โปรตีนรวม	15.03
โภชนะที่ย่อยได้รวม	67.62

[1/] คำนวณจากตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์ของกรมปศุสัตว์ (2547)

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

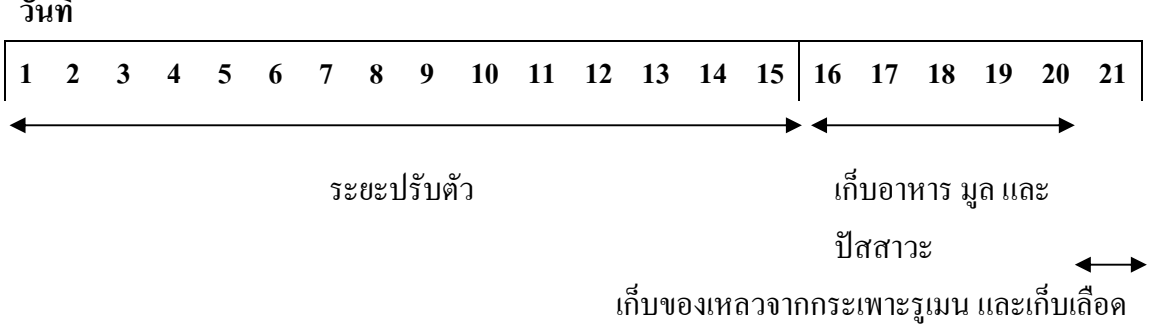
ทรีทเมนต์ที่ 4 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์

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

ตารางที่ 6 แผนผังการทดลอง

ระยะเวลาของการสลับ	แพะทดลอง			
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 4 ระยะการทดลองและเก็บตัวอย่าง

4. วิธีการทดลอง การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

4.1 ระยะปรับตัว เป็นช่วงที่ฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารทดลอง ใช้เวลา 15 วัน โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ

4.1.1 ช่วงปรับตัวบนคอกเดี่ยว ใช้เวลา 10 วัน สุ่มแพะทดลองตามแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ เลี้ยงแพะแต่ละตัวในคอกเดี่ยว มีรางอาหารและที่ให้น้ำอยู่ด้านหน้า ให้แพะได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักตามทรีทเมนต์ที่กำหนด แบบเต็มที่ (*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 ให้แพะได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักตามทรีทเมนต์ที่กำหนด แบบเต็มที่ และเสริมอาหารข้นในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) ทำการวัดปริมาณอาหารข้นและทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่ให้ โดย

ให้อาหารข้นตั้งแต่เวลา 08:00-09:00 นาฬิกา เมื่อถึงเวลา 09:00 นาฬิกา วัดปริมาณอาหารข้นที่เหลือแล้วจึงเปลี่ยนมาให้อาหารหยาบตั้งแต่เวลา 09:00-15:00 นาฬิกา เมื่อถึงเวลา 15:00 นาฬิกา วัดปริมาณอาหารหยาบที่เหลือ แล้วจึงเปลี่ยนมาให้อาหารข้นตั้งแต่เวลา 15:00-16:00 นาฬิกา เมื่อถึงเวลา 16:00 นาฬิกา วัดปริมาณอาหารข้นที่เหลือแล้วเปลี่ยนมาให้อาหารหยาบอีกครั้ง และในเวลา 08:00 นาฬิกาของวันรุ่งขึ้น ทำการวัดปริมาณอาหารหยาบที่เหลือ และคำนวณปริมาณอาหารที่กินได้ (voluntary feed intake)

4.2 ระยะเก็บข้อมูล ใช้เวลา 6 วัน ให้แพะได้รับอาหารเช่นเดียวกับในระยะปรับตัว โดยให้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในปริมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการกินได้ทั้งหมดในช่วงระยะปรับตัว เพื่อให้สัตว์กินอาหารหมด (บุญล้อม, 2541) ส่วนอาหารข้นให้ในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว เก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะ ตลอดระยะเวลา 5 วัน และเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนและตัวอย่างเลือดในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง

5. การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

5.1. การบันทึกปริมาณการกินได้และการเก็บตัวอย่างอาหาร

5.1.1. บันทึกปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นตลอดระยะทดลอง โดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทั้งช่วงเช้าและช่วงเย็นแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน

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 บันทึกปริมาณมูลที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวันในช่วงเช้าก่อนให้อาหารเวลา 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 แช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -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)

$$= \frac{(\text{โภชนะที่สัตว์ได้รับ} - \text{โภชนะในมูล})}{\text{โภชนะที่สัตว์ได้รับ}} \times 100$$

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

สมดุลไนโตรเจน (กรัม/วัน)

= ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กิน – (ปริมาณไนโตรเจนในมูล + ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ)

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 ส่ง

ตัวอย่างวิเคราะห์ที่คลีนิคหาดใหญ่แล็บ 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

ลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 7 พบว่า ความเป็นกรด-ด่างของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 4.95, 4.80, 4.60 และ 4.75 ตามลำดับ ใกล้เคียงกับการศึกษาของขวัญดาว และคณะ (2549) ที่รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 5.25 และ 4.78 ตามลำดับ แต่สูงกว่าการศึกษาของประดิษฐ์ และคณะ (2551) ที่รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมัน-หมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.29 และ 4.48 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ เมธา (2533) ที่กล่าวว่าพืชหมักควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.5-4.8

สำหรับลักษณะ สี และกลิ่น ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 สูตร พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะแน่น สีเหลือง มีกลิ่นหอมเปรี้ยวอ่อนๆ ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มี

ลักษณะแน่น สีเหลืองอมน้ำตาล มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ส่วนทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะแน่น สีเหลือง มีกลิ่นหอม ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ ขวัญดาว และคณะ (2549) ที่รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก มีสีเขียวอมเหลืองและมีกลิ่นหอม ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีสีน้ำตาลอมส้ม มีกลิ่นหอมของกากน้ำตาลเล็กน้อย และ ประดิษฐ์ และคณะ (2551) ที่รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีสีเขียวอมเหลือง กลิ่นเปรี้ยวปานกลาง ซึ่งเมื่อประเมินคุณภาพทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 สูตร โดยพิจารณาจากลักษณะ สี และกลิ่น ตามเกณฑ์ของ Trinder (1983) อ้างโดย บุญล้อม และบุญเสริม (2525) พบว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลทั้ง 4 สูตร จัดเป็นพืชหมักคุณภาพดี (ชั้น 1)

ตารางที่ 7 ลักษณะทางกายภาพของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

ลักษณะทางกายภาพ	**ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)**			
	0	**2**	**4**	**6**
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	4.95	4.80	4.60	4.75
ลักษณะ	แน่น	แน่น	แน่น	แน่น
สี	เหลือง	เหลืองอมน้ำตาล	เหลือง	เหลือง
กลิ่น	หอมเปรี้ยวอ่อนๆ	หอมอ่อนๆ	หอม	หอม

องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 8 พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน คือ ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 92.08-92.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดองค์ประกอบทางเคมีบนฐานวัตถุแห้ง พบว่าประกอบด้วยอินทรียวัตถุ 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 ทางใบปาล์มน้ำมัน-หมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ มีวัตถุแห้ง 39.10 และ 38.60 เปอร์เซ็นต์ 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) มีค่าสูงกว่าค่าโปรตีนรวมของทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลในการศึกษาของขวัญดาว และคณะ (2549) (5.46-6.15 เปอร์เซ็นต์) แต่ค่าลิกนินของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ของการศึกษาในครั้งนี้ (24.13-26.35 เปอร์เซ็นต์) มีค่าต่ำกว่าค่าลิกนินของทางใบปาล์มน้ำมันหมักในการศึกษาของขวัญดาว และคณะ (2549) (44.92-49.05 เปอร์เซ็นต์) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากทางใบปาล์ม-น้ำมันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีอายุน้อยกว่า คือ มีอายุประมาณ 5 ปี ในขณะที่ขวัญดาว และคณะ (2549) ใช้ทางใบปาล์มน้ำมัน อายุประมาณ 15 ปี ในการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ วินัย (2538) และ เทอดชัย (2540) ที่กล่าวว่า เมื่อพืชอาหารสัตว์มีอายุมากขึ้น จะมีการสะสมลิกนินสูงขึ้น

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ จะเห็นได้ว่าการเสริมกากน้ำตาลไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในทางใบปาล์ม-น้ำมันหมัก 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 1.14-1.27 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ และอาหารข้น

องค์ประกอบทางเคมี	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				อาหารข้น
	0	2	4	6	
วัตถุแห้ง (สด)	38.58	39.40	39.57	39.36	-
วัตถุแห้ง	92.20	92.16	92.08	92.33	88.85
อินทรียวัตถุ	89.27	90.38	90.25	89.18	92.69
โปรตีนรวม	7.86	7.88	7.93	7.92	16.25
ไขมันรวม	2.97	2.55	2.48	2.77	4.28
เถ้า	10.73	9.62	9.75	10.82	7.31
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก[1/]	35.13	35.50	38.08	37.90	53.06
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง[2/]	22.88	25.25	26.11	26.00	31.86
เยื่อใยรวม	43.31	44.46	41.76	40.59	19.10
ผนังเซลล์	66.99	65.42	64.18	62.56	40.29
ลิกโนเซลลูโลส	55.56	54.71	53.74	52.49	24.39
ลิกนิน	25.51	24.13	26.35	26.35	10.41
เฮมิเซลลูโลส[3/]	11.43	10.71	10.45	10.07	15.91
เซลลูโลส[4/]	30.04	30.58	27.38	26.14	13.98
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้[5/](เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)	1.14	1.18	1.16	1.27	-

[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 1)

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 ลิกโนเซลลูโลส 24.39 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 10.41 เปอร์เซ็นต์ เฮมิเซลลูโลส 15.91 เปอร์เซ็นต์ และเซลลูโลส 13.98 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าโปรตีนรวมที่ได้จากการวิเคราะห์สูงกว่า

ค่าโปรตีนรวมที่ได้จากการคำนวณ (15.03 เปอร์เซ็นต์) อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของระดับโปรตีนในวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารข้น

ปริมาณอาหารที่กิน

ปริมาณอาหารที่กินของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น แสดงดังตารางที่ 9 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) ที่รายงานว่า

ตารางที่ 9 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	540.99	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

แพะลูกผสมพื้นเมืองมาเลเซีย มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 33.63 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน และ Dahlan และคณะ (2000) ที่พบว่า แพะพื้นเมืองมาเลเซีย เพศผู้ ที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 33.6 และ 34.7 กรัมวัตถุแห้ง

ต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนี้จากการศึกษาของ ประดิษฐ์ และคณะ (2551) ที่รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 75 เปอร์เซ็นต์ - พื้นเมืองไทย 25 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ มีปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ 37.45 และ 34.99 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

สำหรับปริมาณการกินได้ของอาหารข้นของแพะทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (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 (540.99, 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) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณวัตถุแห้งที่แพะกินได้ในการศึกษาครั้งนี้บนฐานเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว 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 10) 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) โดยอยู่ในช่วง 156.34-159.17 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 11.16-11.36 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ส่วนปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุทั้งหมด (ทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น) ในแพะทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 469.75-547.48 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 34.15-38.34 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่ง

ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุของแพะในการศึกษาในครั้งนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Dahlan และคณะ (2000) ที่รายงานว่า แพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุ (53.8 และ 51.5 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 10 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

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

ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส

ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสของแพะที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น แสดงดังตารางที่ 11 พบว่า แพะทุกกลุ่มมีปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสจากทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมัก อยู่ในช่วง 226.84-266.99 และ 187.94-224.06 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 16.50-18.67 และ 13.67-15.68 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสจากอาหารข้นอยู่ในช่วง 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 และ229.16-265.89 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือ 21.44-23.53 และ 16.66-18.62 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (P>0.05) สาเหตุที่แพะทั้ง 4 กลุ่ม มีปริมาณการกินได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากแพะทั้ง 4 กลุ่มกินทางใบปาล์มน้ำมันหมักได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 9) ซึ่งโดยทั่วไปสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับเยื่อใยจากอาหารหยาบเป็นหลัก (เทอดชัย, 2540)

ดังนั้นเมื่อแพะทั้ง 4 กลุ่มกินอาหารหยาบได้ไม่แตกต่างกัน จึงทำให้ปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสที่แพะได้รับจากอาหารไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Dahlan และคณะ (2000) ที่รายงานว่าไม่พบความแตกต่างกันของปริมาณการกินได้ของลิกโนเซลลูโลสของแพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ (16.6 และ 20.3 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ)

ตารางที่ 11 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
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 แสดงดังตารางที่ 12 พบว่า แพะที่ได้รับทาง-ใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 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 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวม 44.95, 46.34, 48.49 และ 52.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 63.61, 64.94, 63.47 และ 65.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยรวม 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 มีสัมประสิทธิ์การ-ย่อยได้ของวัตถุแห้ง (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) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวมในแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 44.89-49.40 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งเปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวมเป็นค่าที่บ่งบอกถึงพลังงานที่แพะได้รับ โดยจากการศึกษาในครั้งนี้ แพะน้ำหนัก 35.1$\pm$1.6 กิโลกรัมได้รับปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวม 234.02-281.21 กรัมต่อตัวต่อวัน ในขณะที่ NRC (1981) รายงานว่า แพะน้ำหนัก 35 กิโลกรัม ต้องการปริมาณโภชนะที่ย่อยได้-รวมเพื่อการดำรงชีพ 405 กรัมต่อตัวต่อวัน นอกจากนี้ Devendra และ McLeroy (1982) รายงานว่าปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมเพื่อการดำรงชีพของแพะในเขตร้อน น้ำหนัก 35 กิโลกรัม เท่ากับ 390 กรัมต่อตัวต่อวัน จะเห็นได้ว่าปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่แพะได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่ารายงาน NRC (1981) และ Devendra และ McLeroy (1982) ซึ่งทำให้น้ำหนักแพะที่ใช้ในการศึกษาลดลง

ตารางที่ 12 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 (เมกกะแคลอรีต่อตัวต่อวัน)[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/]คำนวณจาก พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) = 0.82 x DE (เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) เมื่อพลังงานที่ย่อยได้ (digestible energy, DE) = เปอร์เซ็นต์โภชนะที่ย่อยได้รวม x 0.04409 (เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) (ดัดแปลงจาก NRC, 1981)

[3/]คำนวณจาก (ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ x พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้)/1,000

สำหรับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ในแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริม พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 2.80-3.00 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ($P>0.05$) ซึ่งสูงกว่าค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ที่ประเมินโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สในการทดลองที่ 1 ในตารางที่ 4 (1.14-1.27 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) แสดงให้เห็นว่าการเสริมอาหารข้นให้แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ส่งผลให้แพะสามารถใช้ประโยชน์จาก

พลังงานจากอาหารได้สูงขึ้น และเมื่อพิจารณาพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แพะได้รับ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 1.51-1.78 เมกกะแคลอรีต่อตัวต่อวัน ซึ่งใกล้เคียงกับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพของแพะ น้ำหนัก 35 กิโลกรัม (1.46 เมกกะแคลอรีต่อตัวต่อวัน) ที่รายงานโดย NRC (1981)

เมื่อพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้และโปรตีนที่ย่อยได้ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยอาหารข้น (ตารางที่ 13) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ที่แพะทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 198.78-244.73 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 14.47-17.14 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (ตารางที่ 10) และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุของแพะทั้ง 4 กลุ่ม (ตารางที่ 12) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับการรายงานของ Dahlan และคณะ (2000) ที่พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของแพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักและทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ (28.96 และ 28.29 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อพิจารณา

ตารางที่ 13 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

ปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ที่แพะได้รับ พบว่า ปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ (26.94-29.83 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือ 1.96-2.11 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) ของแพะทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ที่แพะได้รับในการศึกษาครั้งนี้เพียงพอต่อความต้องการโปรตีนที่ย่อยได้เพื่อการดำรงชีพของแพะในเขตร้อนที่มี น้ำหนัก 35

กิโลกรัม ซึ่งเท่ากับ 26.1 กรัมต่อตัวต่อวัน (Devendra and McLeroy, 1982) ในขณะที่ NRC (1981) รายงานว่า แพะน้ำหนัก 35 กิโลกรัม ต้องการโปรตีนที่ย่อยได้เพื่อการดำรงชีพ 39 กรัมต่อตัวต่อวัน

สมดุลไนโตรเจนและการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจน

ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ ไนโตรเจนที่ขับออก และสมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น (ตารางที่ 14) 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 แพะที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 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 แพะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี

ตารางที่ 14 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 15 แสดงค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน 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)

ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ปริมาณกรดแอซิติก กรดโพรพิโอนิก กรดไอโซบิวทีริก กรดบิวทีริก กรดไอโซวาเลอริก กรดวาเลอริก กรดไอโซคาโปรอิก กรดคาโปรอิก และสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิก ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น พบว่า กรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 31.15-32.94 และ 33.04-44.93 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม

ตารางที่ 15 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหย-ง่ายในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ 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
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

ตารางที่ 15 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และกรดไขมันที่ระเหย-ง่ายในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น (ต่อ)

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)				SEM
	0	2	4	6	
กรดไอโซวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	3.71	3.96	3.48	3.64	0.19
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	2.99[a]	3.02[a]	2.42[b]	2.49[b]	0.10
ค่าเฉลี่ย	3.35	3.49	2.95	3.06	0.11
กรดวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	2.01[a]	1.90[ab]	1.76[b]	1.85[ab]	0.04
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	1.64[a]	1.62[ab]	1.39[c]	1.45[bc]	0.05
ค่าเฉลี่ย	1.82[a]	1.76[ab]	1.57[c]	1.65[bc]	0.04
กรดไอโซคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	1.59[a]	1.42[ab]	1.32[b]	1.34[b]	0.05
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	1.24[a]	1.19[a]	0.96[b]	1.10[ab]	0.05
ค่าเฉลี่ย	1.41[a]	1.31[b]	1.14[c]	1.22[bc]	0.03
กรดคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด)					
0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร	1.69[a]	1.50[b]	1.38[b]	1.42[b]	0.04
4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร	1.29[a]	1.25[a]	1.04[b]	1.12[ab]	0.05
ค่าเฉลี่ย	1.49[a]	1.37[b]	1.21[c]	1.27[c]	0.02
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 ($P<0.05$)

ค่าเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ และเสริมอาหารข้น (38.67 มิลลิโมลต่อลิตร) มีค่าสูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ และเสริมอาหาร-ข้น (43.85 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน) มีแนวโน้มสูงกว่าปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ ปริมาณกรดไขมันที่-

ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของแพะจากการศึกษาในครั้งนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Paengkoum และคณะ (2006) ที่รายงานว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำเสริมด้วยยูเรียที่ระดับต่างๆ มีปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมน ในช่วง 32.5-49.1 มิลลิโมลต่อลิตร

โดยทั่วไปความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะแปรผันอยู่ในช่วง 70-150 มิลลิโมลต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอาหารและระยะเวลาหลังการให้อาหารมื้อนั้น โดยกรดที่มีมากที่สุด คือ กรดแอซิติก สัตว์ที่ได้รับอาหารหยาบที่มีเยื่อใยสูง จะมีกรดแอซิติกในกระเพาะรูเมน 60-70 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด และเมื่อสัดส่วนของอาหารข้นเพิ่มขึ้นกรดแอซิติกจะลดลง ในขณะที่กรดโพรพิโอนิกจะเพิ่มขึ้น โดยกรด-โพรพิโอนิกจะมีประมาณ 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 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่าย-ทั้งหมด ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) นอกจากนี้กรดบิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 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) สูงกว่าแพะที่ได้รับทาง-ใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (11.86, 12.39 และ 12.12 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง (22.88 เปอร์เซ็นต์) น้อยกว่า

ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 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 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการศึกษาของ Paengkoum และคณะ (2006) ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันอบไอน้ำ ซึ่งความร้อนช่วยให้การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตดีขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยง่ายเพิ่มขึ้นด้วย (เทอดชัย, 2540)

สำหรับสัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 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 สาเหตุที่สัดส่วนของกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกในกระเพาะรูเมนของแพะในการศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูงอาจเนื่องมาจากแพะได้รับอาหารข้นเสริมเพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว จึงทำให้มีผลต่อปริมาณของกรดโพรพิโอนิกที่ผลิตในกระเพาะรูเมน

สำหรับกรดไขมันที่ระเหยง่ายชนิดอื่นๆ ในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมอาหารข้น พบว่า กรดไอโซบิวทีริกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดไอโซบิวทีริก อยู่ในช่วง 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 ($P<0.05$) ปริมาณของกรดไอโซบิวทีริกใน

กระเพาะรูเมนของแพะในการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าการศึกษาของ 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 สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 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 สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ (0.96 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และค่าเฉลี่ยของกรดไอโซคาโปรอิก ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (1.41 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ ส่วนปริมาณกรดคาโปรอิกในกระเพาะรูเมนที่เวลา 0 ชั่วโมง ก่อนให้อาหาร (1.69 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) และค่าเฉลี่ยของกรดคาโปรอิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์สูงกว่า (1.49 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด) แพะที่ได้รับทาง-ใบปาล์มน้ำมันหมักสูตรอื่นๆ และเมื่อพิจารณาชั่วโมงที่ 4 หลังให้อาหาร พบว่า กรดคาโปรอิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (1.29 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมด ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมัน-

หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 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 และบทบาทไม่ชัดเจน

เมแทบอไลท์ในเลือด

ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน และกลูโคสในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น (ตารางที่ 16) พบว่า ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ที่เวลา 0 ชั่วโมง มีค่าอยู่ในช่วง 20.75-32.00 เปอร์เซ็นต์ และปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 28.00-30.25 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ทั้ง 2 ช่วงการศึกษา พบว่า แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น 31.13 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (28.63 และ 28.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของเลือดแพะในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติ (22-38 เปอร์เซ็นต์) (Jain, 1993) ซึ่งเม็ดเลือดแดงอัดแน่นหรือค่าฮีมาโตคริต (hematocrit) เป็นดัชนีที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้วินิจฉัยว่า สัตว์มีความผิดปกติของเลือดหรือไม่ โดยหากปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นต่ำกว่าค่าปกติ สัตว์จะมีอาการของโรคโลหิตจาง (anemia) ในทางตรงกันข้ามหากปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นสูงกว่าค่าปกติ สัตว์จะมีอาการของโรคโพลีซัยธีเมีย (polycythemia) ซึ่งเกิดจากการสร้างเม็ดเลือดแดงที่มากผิดปกติ (ไชยณรงค์, 2541) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า 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 มิลลิกรัมต่อ

เดซิลิตร) ต่ำกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (19.21 และ 18.38 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15) มีแนวโน้มต่ำกว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15) ส่งผลให้ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำ ซึ่งความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะ-รูเมน (เมธา, 2533) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดแพะจากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงปกติ (11.2-27.7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) (Lloyd, 1982) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สัตว์ได้รับโปรตีนจากอาหารเพียงพอ และมีกระบวนการใช้ประโยชน์จากโปรตีนในอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 16 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
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 ($P<0.05$)

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือด พบว่า ความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดก่อนให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 55.50-58.75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารมีค่าอยู่ในช่วง 57.50-63.00 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดมีค่าอยู่ในช่วง 58.13-60.88 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร กลูโคสในกระแสเลือด เป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็น และมีความสำคัญต่อการสร้างผลผลิต และสมรรถะภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์ (Radostits *et al*., 2000) ซึ่ง Kaneko (1980) รายงานว่า ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดแพะที่บ่งบอกสภาวะสมดุลของพลังงานในร่างกายคือ 50-75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ดังนั้นหากพิจารณาความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดของแพะในการศึกษาครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าอยู่ในช่วงปกติ ซึ่งแสดงว่าแพะสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานในอาหารที่ได้รับได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป

การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบสำหรับแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ เสริมอาหารข้นในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ สมดุลไนโตรเจน และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการประเมินการย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมัน-หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส รวมทั้งการศึกษาการนำทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆมาใช้เป็นแหล่งอาหาร-หยาบสำหรับสัตว์แพะ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการย่อยสลายได้ขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ (a) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.02, -0.15, 0.87 และ 0.91 มิลลิลิตร ตามลำดับ และปริมาณแก๊สที่ผลิตได้ (b) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับศักยภาพในการย่อยสลายได้ของทางใบปาล์มน้ำมัน-หมักทั้ง 4 ชนิด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 21.55, 24.78, 22.23 และ 25.97 มิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาอัตราการผลิตแก๊ส (c) โดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมัก พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ย 0.07, 0.07, 0.08 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ และศักยภาพในการผลิตแก๊ส (d) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 22.57, 25.34, 23.35 และ 27.32 มิลลิลิตร ตามลำดับ ($P>0.05$) พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 4.73, 4.94, 4.81 และ 5.22 เมกะจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 ชนิด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 32.30-36.08 เปอร์เซ็นต์

2. การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ส่งผลให้แพะสามารถใช้ประโยชน์จากโภชนะได้ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวัตถุแห้งและอินทรียวัตถุที่กินได้อยู่ในช่วง 38.92-43.85 และ

34.15-38.34 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และปริมาณโปรตีนที่กินได้อยู่ในช่วง 4.29-4.67 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อย-ได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนอยู่ในช่วง 39.17-43.4, 42.27-46.18 และ 44.89-45.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีโภชนะที่ย่อยได้รวมอยู่ในช่วง 44.89-49.40 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่า สมดุลไนโตรเจนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมัน-หมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยในช่วง 6.98-7.03 ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนมีค่า 13.57-14.47 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งอยู่ในช่วงค่าปกติ เมื่อพิจารณากรดไขมันที่ระเหยง่ายแต่ละชนิด พบว่า ปริมาณกรดแอซิติกและกรดบิวทีริกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่ปริมาณกรดโพรพิโอนิกในของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร 4 ชั่วโมง หลังให้อาหาร และค่าเฉลี่ยของกรดโพรพิโอนิกของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ แพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (28.38-31.13 เปอร์เซ็นต์) ระดับยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (15.24-19.21 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) และระดับกลูโคสในกระแสเลือด (58.13-60.88 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) อยู่ในช่วงปกติ

ดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่าการหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0-6 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้องค์ประกอบทางเคมี เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักแตกต่างกัน และการใช้ทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0-6 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบสำหรับแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเสริมอาหารข้นในระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) ไม่ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตรที่สามารถหาได้ในภาคใต้ และมีศักยภาพสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบ ในฤดูกาลที่ขาดแคลนหญ้าหรือพืชอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ หรืออาจนำมาแปรรูปเป็นทางใบปาล์มน้ำมันหมักเพื่อคงคุณค่าทางโภชนะหรือเก็บไว้ใช้ในระยะยาว อย่างไรก็ตาม การหมักทางใบปาล์มน้ำมันร่วมกับกากน้ำตาลอาจทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้น

2. ควรมีการศึกษาการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในการเลี้ยงแพะขุน โดยเพิ่มระดับของอาหารข้นให้สูงขึ้น เนื่องจากการทดลองในครั้งนี้เสริมอาหารข้นเพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เพื่อให้เพียงพอต่อการดำรงชีพ

3. ควรมีการศึกษาการแปรรูปทางใบปาล์มน้ำมันหมักให้อยู่ในรูปอื่นๆ เช่น ทางใบปาล์มน้ำมันหมักอัดเม็ด หรือการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จรูป (total mixed ration, TMR) เป็นต้น พร้อมทั้งศึกษาการย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกในการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547. ตารางคุณค่าทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมปศุสัตว์. 2552. สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ 2551 กรมปศุสัตว์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/yearly51/stock51/region/report5.xls. [เข้าถึงเมื่อ 4 ตุลาคม 2552].

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552 ก. สถิติข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี การปลูกพืช (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.agriinfo.doae.go.th/5year/vegetation/vegetation.php. [เข้าถึงเมื่อ 31 มกราคม 2552].

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2552 ข. สถานการณ์การผลิตปาล์มน้ำมัน (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.agriinfo.doae.go.th/plant51/s_plant51/vegetation51.php. [เข้าถึงเมื่อ 31 มกราคม 2552].

ขวัญดาว แต่งตั้ง, เจษฎา เนรมิตศรัทธา และ วุฒิชัย ผอมทอง. 2549. การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับแพะ. รายงานปัญหาพิเศษ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไชยณรงค์ นาวานุเคราะห์. 2541. โลหิตวิทยาของสัตว์เลี้ยงและการวิเคราะห์. ขอนแก่น : ภาควิชา-สัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทรงศักดิ์ จำปาวะดี, กฤตพล สมมาตย์, เทวิน วงษ์พระลับ และ วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2548. การประเมินคุณค่าทางโภชนะของแหล่งอาหารพลังงานสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส. ว. เทคโนโลยีสุรนารี. 12 : 239-247.

ทิศสานติ์ สังขไพฑูรย์. 2544. ปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะของหญ้าขน (*Brachiaria mutica*) ในแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เทอดชัย เวียรศิลป์. 2540. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ, นิทัศน์ สองศรี และ ยงยุทธ เชื้อมงคล. 2545. การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรนิยม, ประกิจ ทองคำ และ สมเกียรติ สีสนอง. 2548. การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน. *ใน* เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิต ปาล์ม-น้ำมัน. หน้า 51-62. สงขลา : ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. การประเมินคุณภาพพืชหมัก. *ใน* วิธีการวิเคราะห์และทดลองทางโภชนศาสตร์สัตว์. หน้า 103-111. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะ-เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประดิษฐ์ อาจชมภู, ศิริศักดิ์ บริรักษ์ธนกุล, เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ, สมจิตร ถนอมวงศ์วัฒนะ และ สมพร จันทระ. 2551. การพัฒนาทางใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับแพะ. เอกสารประกอบสัมมนาวิชาการ การพัฒนาอาชีพการเลี้ยงแพะอย่างยั่งยืน งานแพะแห่งชาติครั้งที่ 5 ณ สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช 23 เมษายน 2551 หน้า 57-66.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. กรุงเทพฯ : หจก. ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

ลินดา ดำคง. 2551. ผลการใช้เยื่อในลำต้นสาคูเป็นแหล่งพลังงานในอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ กระบวนการหมักและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับหญ้าแห้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะ-ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ. กรุงเทพฯ : คณะ-เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายัณห์ ทัดศรี. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. กรุงเทพฯ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมเกียรติ สายธนู, วินัย ประลมพ์กาญจน์ และ สุรศักดิ์ คชภักดี. 2535. บทความทางวิชาการและงานวิจัย โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาแพะและแกะ. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศรีสกุล วรจันทรา. 2539. โภชนศาสตร์สัตว์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะ-เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อัจฉรา ลักขณานุกุล, ฉลอง วชิราภากร, เสมอใจ บุรีนอก และ เฉลิมพล เยื้องกลาง. 2550. การประเมินคุณภาพยอดอ้อยหมักในกลุ่มที่มีการใช้สารเสริมกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารเสริมโดยวิธีการ *In vitro* gas production technique. การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 3 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 23 มกราคม 2550 หน้า 259-266.

Abdulrazak, S. A., Nyangaga, J. and Fujihara, T. 2001. Relative palatability to sheep of some browse species, their *In sacco* degradability and *In vitro* gas production characteristics. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 14 : 1580-1584.

Abu Hassan, O. and Ishida, M. 1991. Effect of water, molasses and urea addition on oil palm frond silage quality – fermentation characteristics and palatability to Kedah – Kelantan bulls. Proceedings of the 3rd International Symposium on the Nutrition of Herbivores, Penang, Malaysia, 25-30 August 1991, p. 94.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. (15th ed.). Washington, D.C. : Association Official Analytical Chemists.

Bremner, J. M. and Keeney, D. R. 1965. Stream distillation methods of determination of ammonium nitrate and nitrite. Anal. Chem. Acta. 32 : 485-493.

Dahlan, I. 1996. Oil Palm by-product: its utilization and contribution for livestock industry. Proceedings of the Agricultural Conference on International Palm Oil Congress, Kuala Lumpur, Malaysia, 23-28 September 1996, pp. 269-274.

Dahlan, I., Islam, M. and Rajion, A. M. 2000. Nutrient intake and digestibility of fresh, ensiled and pelleted oil palm (*Elaeis guineensis*) frond by goats. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13 : 1407-1413.

Devendra, C. and Burns, M. 1983. Goat Production in Tropics. (2nd ed). Slough : Commonwealth Agricutural Bureaux.

Devendra, C. and McLeroy, G. B. 1982. Goat and Sheep Production in the Tropics. New York : Longman Inc.

Getachew, G., Robinson, P. H., Depeters, E. J. and Taylor, S. J., 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *In vitro* gas production of several ruminant feeds. Anim. Feed. Sci. Technol. 111 : 57-71.

Goering, H. K. and Van Soest, P. J. 1970. Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook No. 379. Washington, D.C. : USDA.

Ishida, M. and Abu Hassan, O. 1997. Utilization of oil palm frond as cattle feed. JARQ. 13 : 41-47.

Islam, M., Dahlan, I., Rajion, A. M. and Jelan, A. Z. 1998. Influence of urea and molasses on preservation of oil palm (*Elaeis guineensis*) frond. Proceedings of the International Science Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, 7-9 May 1998, pp. 147-148.

Islam, M., Dahlan, I. and Rajion, M. A. 2000. Effect of ensiling and pelleting on nutrient utilization of oil palm (*Elaeis guineensis*) frond by goats. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13 : 133-136.

Jain, N. C. 1993. Essential of Veterinary Hematology. Philadelphia : Lea & Febiger.

Josefa, M., Dolores, M. M. and Fuensanta, H. 1999. Determination of short chain volatile fatty acids in silages from artichoke and orange by-products by capillary gas chromatography. J. Sci. Food Agric. 79 : 580-584.

Kaneko, J. J. 1980. Appendexes. *In* Clinical Biochemistry of Domestic Animals. (3rd ed.). (ed. J. J. Kaneko) pp. 877-901. New York : Academic Press.

Khamseekhiew, B., Liang, J. B., Jelan, Z. A. and Wong, C. C. 2002. Fibre degradability of oil palm frond pellet, supplemented with *Arachis pintoi* in cattle. Songklanakarin J. Sci. Technol. 24 : 209-216.

Leng, R. A. 1990. Factors affecting the utilization of "poor quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutr. Res. Rev. 3 : 277-303.

Lloyd, S. 1982. Blood characteristics and the nutrition of ruminants. Br. Vet. J. 138 : 70-85.

Menke, K.H., Raab, L., Salewski, L.A., Steingass, H., Fritz, D. and Schneider, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. J. Agric. Sci. (Camb.). 93 : 217-222.

Menke, K. H. and Steingass, H. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev. 28 : 7-55.

NRC. 1981. Nutrient Requirement of Goat : Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. Washington, D.C : National Academy Press.

Ørskov, E. R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92 : 499-503.

Oude Elferink, S. J. W. H., Driehuis, F., Gottschal, J. C. and Spoelstra, S. F. 2000. Silage fermentation processes and their manipulation. *In* Silage Making in the Tropics with Particular Emphasis on Smallholders. (ed. L. 't Mannetje), pp. 17-30. Rome : FAO

Perdok, H. B. and Leng, R. A. 1990. Effect of supplementation with protein meal on the growth of cattle given a basal diet of untreated or ammoniated rice straw. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 3 : 269-279.

Paengkoum, P., Liang, J. B., Jelan, Z. A. and Basery, M. 2006. Utilization of steam-treated oil palm frond in growing goats : I Supplementation with dietary urea. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19 : 1305-1313.

Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C. and Herichcliff, K. W. 2000. Veterinary Medicine. (9th ed.). London : Harcourt Publisher Ltd.

Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principle and Procedures of Statistics : A Biometrical Approach (2nd ed.). New York : McGraw-Hill Book Co. Inc.

Wanapat, M. 2000. Rumen manipulation to increase the efficient use of local feed resources and productivity of ruminants in the tropics. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 13 (supplement) : 59-67.

Wan Zahari, M., Oshio, S. Mohd Jaffar, D., Najib, M. A., Mohd Yunus, I. and Nor Ismail, M. S. 2000. Voluntary intake and digestibility of treated oil palm fronds. *In* Silage Making in the Tropics with Particular Emphasis on Smallholders. (ed. L. 't Mannetje) pp. 103-105. Rome : FAO.

Wan Zahari, M. and Alimon, A. R. 2004. Use of palm kernel cake and oil palm by-products in compound feed. *In* Oil Palm Developments. pp. 5-9. Selangor : Universiti Putra Malaysia.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบการทำทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

ภาพที่ 1 การสับทางใบปาล์มน้ำมันด้วยเครื่องสับหญ้า

ภาพที่ 2 ลักษณะทางใบปาล์มน้ำมันหลังสับ

ภาพที่ 3 ทางใบปาล์มน้ำมันสับผสม-กากน้ำตาล

ภาพที่ 4 การอัดทางใบปาล์มน้ำมันสับในถังหมัก

ภาคผนวก ข

ภาพประกอบการทดลอง

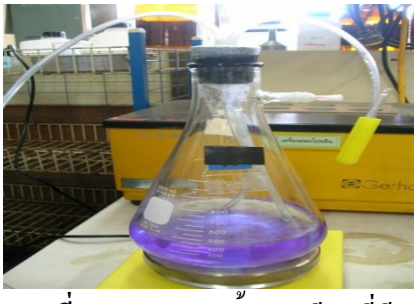
การทดลองที่ 1 การประเมินการย่อยได้และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

ภาพที่ 5 ขวดใส่ตัวอย่าง

ภาพที่ 6 อุปกรณ์วัดปริมาตรแก๊ส

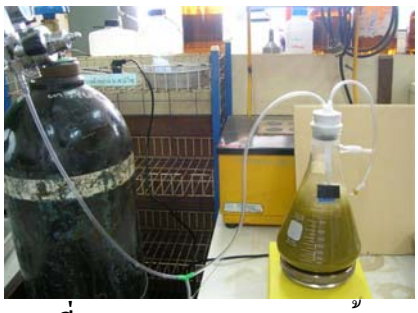
ภาพที่ 7 การกรองของเหลวจากกระเพาะรูเมน

ภาพที่ 8 ของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่แช่ในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 9 สารละลายน้ำลายเทียมที่มีออกซิเจน

ภาพที่ 10 สารละลายน้ำลายเทียมที่ไร้ออกซิเจน



ภาพที่ 11 สารละลายผสมของน้ำลาย-เทียมและของเหลวจากกระ-เพาะรูเมน

ภาพที่ 12 การบ่มขวดตัวอย่าง

การทดลองที่ 2 ผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 13 การชั่งน้ำหนักแพะทดลอง

ภาพที่ 14 ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล

ภาพที่ 15 อาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 16 ภาชนะรองรับมูลและปัสสาวะใต้กรงทดลองหาการย่อยได้

ภาพที่ 17 มูลและปัสสาวะที่แพะขับออกในแต่ละวัน

ภาพที่ 18 อุปกรณ์เก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน

ภาพที่ 19 การเก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน

ภาพที่ 20 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน

ภาพที่ 21 การเก็บเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein)

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการย่อยสลายองค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ (ค่า a) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	5.328	1.776	1.34^{ns}
TRT	3	5.328	1.776	1.34^{ns}
ERROR	20	26.576	1.329	
TOTAL	23	31.904		

CV = 174.168 %

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สรวมทั้งหมด (ค่า b) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	78.365	26.122	2.77^{ns}
TRT	3	78.365	26.122	2.77^{ns}
ERROR	20	188.489	9.424	
TOTAL	23	266.854		

CV = 12.991 %

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการผลิตแก๊ส (ค่า c) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	0.0003	0.0001	1.32^{ns}
TRT	3	0.0003	0.0001	1.32^{ns}
ERROR	20	0.0016	0.0001	
TOTAL	23	0.0020		

CV = 12.510 %

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของศักยภาพในการผลิตแก๊ส (ค่า d) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	81.724	27.241	2.44^{ns}
TRT	3	81.724	27.241	2.44^{ns}
ERROR	20	222.993	11.150	
TOTAL	23	304.717		

CV = 13.510 %

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 24 ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	61.835	20.612	2.43^{ns}
TRT	3	61.835	20.612	2.43^{ns}
ERROR	20	169.531	8.477	
TOTAL	23	231.366		

CV = 14.553 %

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 48 ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	68.727	22.909	2.13^{ns}
TRT	3	68.727	22.909	2.13^{ns}
ERROR	20	214.775	10.739	
TOTAL	23	283.503		

CV = 13.956 %

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 96 ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	67.364	22.455	1.96^{ns}
TRT	3	67.364	22.455	1.96^{ns}
ERROR	20	229.485	11.474	
TOTAL	23	296.849		

CV = 13.963 %

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	49.797	16.599	2.48^{ns}
TRT	3	49.797	16.599	2.48^{ns}
ERROR	4	134.007	6.700	
TOTAL	7	183.804		

CV = 7.684 %

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะจูล/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	1.144	0.381	2.43^{ns}
TRT	3	1.144	0.381	2.43^{ns}
ERROR	20	3.139	0.157	
TOTAL	23	4.283		

CV = 7.976 %

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะแคลอรี/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	3	0.064	0.021	2.33^{ns}
TRT	3	0.064	0.021	2.33^{ns}
ERROR	20	0.183	0.009	
TOTAL	23	0.248		

CV = 8.065 %

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่กินได้ (กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	22255.830	2472.870	0.78^{ns}
GOAT	3	5727.333	1909.111	0.60^{ns}
PERIOD	3	2562.088	854.030	0.27^{ns}
TRT	3	13966.408	4655.469	1.46^{ns}
ERROR	6	19109.594	3184.932	
TOTAL	15	41365.424		

CV = 12.884%

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่กินได้ (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.184	0.020	1.07^{ns}
GOAT	3	0.060	0.020	1.04^{ns}
PERIOD	3	0.040	0.013	0.70^{ns}
TRT	3	0.084	0.028	1.47^{ns}
ERROR	6	0.115	0.019	
TOTAL	15	0.299		

CV = 11.239%

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่กินได้ (กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	98.537	10.949	0.88^{ns}
GOAT	3	24.544	8.181	0.66^{ns}
PERIOD	3	20.359	6.786	0.55^{ns}
TRT	3	53.633	17.878	1.44^{ns}
ERROR	6	74.659	12.443	
TOTAL	15	173.196		

CV = 11.884%

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ (กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1240.295	137.811	5.88^{*}
GOAT	3	10.58.402	352.801	15.04^{**}
PERIOD	3	154.900	51.633	2.20^{ns}
TRT	3	26.994	8.998	0.38^{ns}
ERROR	6	140.712	23.452	
TOTAL	15	1381.007		

CV = 2.842%

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.0005	0.00005	1.00^{ns}
GOAT	3	0.0002	0.00007	1.30^{ns}
PERIOD	3	0.0001	0.00004	0.70^{ns}
TRT	3	0.0002	0.00005	1.00^{ns}
ERROR	6	0.0003	0.00005	
TOTAL	15	0.0008		

CV = 1.494%

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ (กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.453	0.050	1.66^{ns}
GOAT	3	0.281	0.094	3.09^{ns}
PERIOD	3	0.088	0.029	0.96^{ns}
TRT	3	0.084	0.028	0.92^{ns}
ERROR	6	0.182	0.030	
TOTAL	15	0.635		

CV = 1.438%

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารทั้งหมดที่กิน (กรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	26460.458	2940.051	0.82^{ns}
GOAT	3	9405.660	3135.220	0.88^{ns}
PERIOD	3	2151.425	717.142	0.20^{ns}
TRT	3	14903.373	4967.791	1.39^{ns}
ERROR	6	21475.003	3579.167	
TOTAL	15	47935.461		

CV = 10.177%

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารทั้งหมดที่กิน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.182	0.020	1.05^{ns}
GOAT	3	0.061	0.020	1.05^{ns}
PERIOD	3	0.041	0.014	0.70^{ns}
TRT	3	0.081	0.027	1.39^{ns}
ERROR	6	0.116	0.019	
TOTAL	15	0.298		

CV = 8.031%

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารทั้งหมดที่กิน (กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	94.937	10.549	0.82^{ns}
GOAT	3	24.194	8.065	0.63^{ns}
PERIOD	3	18.758	6.253	0.49^{ns}
TRT	3	51.985	17.328	1.35^{ns}
ERROR	6	76.872	12.812	
TOTAL	15	171.809		

CV = 8.565%

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	32639.310	3626.590	1.50^{ns}
GOAT	3	3936.170	1312.057	0.54^{ns}
PERIOD	3	17207.922	5735.974	2.37^{ns}
TRT	3	11495.218	3831.739	1.58^{ns}
ERROR	6	14520.419	2420.070	
TOTAL	15	47159.729		

CV = 13.909%

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	142.940	15.882	1.66^{ns}
GOAT	3	11.725	3.908	0.41^{ns}
PERIOD	3	91.759	30.586	3.20^{ns}
TRT	3	39.456	13.152	1.37^{ns}
ERROR	6	57.433	9.572	
TOTAL	15	200.373		

CV = 12.276%

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1067.053	118.561	5.81^{*}
GOAT	3	910.391	303.464	14.87^{**}
PERIOD	3	134.010	44.670	2.19^{ns}
TRT	3	22.652	7.551	0.37^{ns}
ERROR	6	122.459	20.410	
TOTAL	15	1189.512		

CV = 2.860%

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.609	0.068	3.09^{ns}
GOAT	3	0.330	0.110	5.04^{*}
PERIOD	3	0.144	0.048	2.19^{ns}
TRT	3	0.135	0.045	2.05^{ns}
ERROR	6	0.131	0.022	
TOTAL	15	0.740		

CV = 1.313%

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	41884.038	4653.782	1.80^{ns}
GOAT	3	9722.500	3240.833	1.26^{ns}
PERIOD	3	20042.517	6680.839	2.59^{ns}
TRT	3	12119.021	4039.674	1.57^{ns}
ERROR	6	15475.594	2579.266	
TOTAL	15	57359.631		

CV = 9.970%

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	132.676	14.742	1.51^{ns}
GOAT	3	10.686	3.562	0.36^{ns}
PERIOD	3	86.157	28.719	2.93^{ns}
TRT	3	35.833	11.944	1.22^{ns}
ERROR	6	58.723	9.787	
TOTAL	15	191.399		

CV = 8.581%

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	266.698	29.633	2.85^{ns}
GOAT	3	50.010	16.670	1.61^{ns}
PERIOD	3	96.376	32.125	3.09^{ns}
TRT	3	120.311	40.104	3.86^{ns}
ERROR	6	62.313	10.385	
TOTAL	15	329.010		

CV = 8.994%

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.304	0.145	3.56^{ns}
GOAT	3	0.195	0.065	1.60^{ns}
PERIOD	3	0.663	0.221	5.42^{*}
TRT	3	0.446	0.149	3.66^{ns}
ERROR	6	0.244	0.041	
TOTAL	15	1.548		

CV = 7.900%

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	47.473	5.275	8.81^{**}
GOAT	3	27.891	9.297	15.52^{**}
PERIOD	3	18.840	6.280	10.48^{**}
TRT	3	0.742	0.247	0.41^{ns}
ERROR	6	3.594	0.599	
TOTAL	15	51.067		

CV = 2.795%

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.059	0.007	10.06^{**}
GOAT	3	0.010	0.003	4.99^{*}
PERIOD	3	0.046	0.015	23.35^{**}
TRT	3	0.004	0.001	1.86^{ns}
ERROR	6	0.004	0.001	
TOTAL	15	0.063		

CV = 1.292%

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	283.875	31.542	2.33^{ns}
GOAT	3	113.676	37.892	2.80^{ns}
PERIOD	3	39.376	13.125	0.97^{ns}
TRT	3	130.822	43.607	3.22^{ns}
ERROR	6	81.284	13.547	
TOTAL	15	365.159		

CV = 5.794%

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.917	0.102	2.30^{ns}
GOAT	3	0.182	0.061	1.37^{ns}
PERIOD	3	0.368	0.123	2.77^{ns}
TRT	3	0.367	0.122	2.77^{ns}
ERROR	6	0.265	0.044	
TOTAL	15	1.183		

CV = 4.644%

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	22490.098	2498.900	1.76^{ns}
GOAT	3	3613.358	1204.453	0.85^{ns}
PERIOD	3	15547.544	5182.515	3.65^{ns}
TRT	3	3329.196	1109.732	0.78^{ns}
ERROR	6	8511.576	1418.596	
TOTAL	15	31001.673		

CV = 15.336%

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	106.933	11.881	2.03^{ns}
GOAT	3	15.539	5.180	0.88^{ns}
PERIOD	3	80.993	26.998	4.61^{ns}
TRT	3	10.402	3.467	0.59^{ns}
ERROR	6	35.146	5.858	
TOTAL	15	142.079		

CV = 13.826%

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	588.486	65.387	18.45**
GOAT	3	171.401	57.134	16.12*
PERIOD	3	411.412	137.137	38.70**
TRT	3	5.673	1.891	0.53^{ns}
ERROR	6	21.260	3.543	
TOTAL	15	609.746		

CV = 2.739%

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.571	0.175	38.68**
GOAT	3	0.064	0.021	4.72ns
PERIOD	3	1.481	0.494	109.34**
TRT	3	0.027	0.009	1.97ns
ERROR	6	0.027	0.005	
TOTAL	15	1.599		

CV = 1.373%

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	21993.879	2443.764	1.64ns
GOAT	3	4417.472	1472.491	0.99ns
PERIOD	3	14023.455	4674.498	3.14ns
TRT	3	3552.911	1184.304	0.80ns
ERROR	6	8933.629	1488.938	
TOTAL	15	30927.508		

CV = 12.276%

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	95.328	10.592	1.79^{ns}
GOAT	3	14.942	4.981	0.84^{ns}
PERIOD	3	70.532	23.511	3.97^{ns}
TRT	3	9.855	3.285	0.55^{ns}
ERROR	6	35.519	5.920	
TOTAL	15	130.847		

CV = 10.862%

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	12829.345	1425.483	2.22^{ns}
GOAT	3	2253.330	751.110	1.17^{ns}
PERIOD	3	7942.003	2647.334	4.12^{ns}
TRT	3	2634.013	878.004	1.37^{ns}
ERROR	6	3853.285	642.214	
TOTAL	15	16682.631		

CV = 12.359%

ตารางภาคผนวกที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	60.676	6.742	2.59^{ns}
GOAT	3	9.798	3.266	1.25^{ns}
PERIOD	3	42.518	14.173	5.44^{*}
TRT	3	8.359	2.786	1.07^{ns}
ERROR	6	15.633	2.605	
TOTAL	15	76.308		

CV = 11.041%

ตารางภาคผนวกที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	410.502	45.611	26.64^{**}
GOAT	3	64.313	21.438	12.52^{**}
PERIOD	3	343.820	114.607	66.94^{**}
TRT	3	2.369	0.790	0.46^{ns}
ERROR	6	10.272	1.712	
TOTAL	15	420.774		

CV = 3.147%

ตารางภาคผนวกที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.700	0.189	86.86**
GOAT	3	0.024	0.008	3.70ns
PERIOD	3	1.665	0.555	255.16**
TRT	3	0.011	0.004	1.71ns
ERROR	6	0.013	0.002	
TOTAL	15	1.713		

CV = 1.574%

ตารางภาคผนวกที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	10390.105	1154.456	1.73ns
GOAT	3	2632.191	877.397	1.31ns
PERIOD	3	5026.488	1675.496	2.51ns
TRT	3	2731.426	910.475	1.36ns
ERROR	6	4010.784	668.464	
TOTAL	15	14400.888		

CV = 10.483%

ตารางภาคผนวกที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณลิกโนเซลลูโลสที่กินได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	44.805	4.978	1.91^{ns}
GOAT	3	9.497	3.166	1.22^{ns}
PERIOD	3	27.310	9.103	3.50^{ns}
TRT	3	7.998	2.666	1.02^{ns}
ERROR	6	15.617	2.603	
TOTAL	15	60.422		

CV = 9.180%

ตารางภาคผนวกที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	266.596	29.622	3.49^{ns}
GOAT	3	17.551	5.850	0.69^{ns}
PERIOD	3	204.705	68.235	8.04^{*}
TRT	3	44.339	14.780	1.74^{ns}
ERROR	6	50.898	8.483	
TOTAL	15	317.494		

CV = 6.953%

ตารางภาคผนวกที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	274.970	30.552	6.03*
GOAT	3	12.264	4.088	0.81ns
PERIOD	3	225.766	75.255	14.85**
TRT	3	36.939	12.313	2.43ns
ERROR	6	30.401	5.067	
TOTAL	15	305.370		

CV = 5.050%

ตารางภาคผนวกที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	51.961	5.773	0.28ns
GOAT	3	13.207	4.402	0.22ns
PERIOD	3	37.134	12.378	0.60ns
TRT	3	1.619	0.540	0.03ns
ERROR	6	122.827	20.471	
TOTAL	15	174.788		

CV = 9.999%

ตารางภาคผนวกที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมัน (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	427.484	47.498	0.86^{ns}
GOAT	3	53.739	17.913	0.32^{ns}
PERIOD	3	231.371	77.124	1.40^{ns}
TRT	3	142.374	47.458	0.86^{ns}
ERROR	6	330.954	55.159	
TOTAL	15	758.438		

CV = 15.423%

ตารางภาคผนวกที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	436.692	48.521	17.73^{**}
GOAT	3	73.425	24.475	8.94^{*}
PERIOD	3	351.360	117.120	42.80^{**}
TRT	3	11.907	3.969	1.45^{ns}
ERROR	6	16.418	2.736	
TOTAL	15	453.109		

CV = 2.569 %

ตารางภาคผนวกที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใย (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	969.759	107.751	2.35^{ns}
GOAT	3	90.545	30.182	0.66^{ns}
PERIOD	3	700.616	233.539	5.10*
TRT	3	178.598	59.533	1.30^{ns}
ERROR	6	274.869	45.811	
TOTAL	15	1244.627		

CV = 38.60 %

ตารางภาคผนวกที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	782.125	86.903	4.06^{ns}
GOAT	3	36.038	12.013	0.56^{ns}
PERIOD	3	671.931	223.977	10.46**
TRT	3	74.156	24.719	1.15^{ns}
ERROR	6	128.416	21.403	
TOTAL	15	910.541		

CV = 22.849%

ตารางภาคผนวกที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	711.860	79.096	2.23^{ns}
GOAT	3	96.341	32.114	0.91^{ns}
PERIOD	3	478.761	159.587	4.50^{ns}
TRT	3	136.758	45.586	1.29^{ns}
ERROR	6	212.710	35.452	
TOTAL	15	924.570		

CV = 53.141%

ตารางภาคผนวกที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของโภชนะที่ย่อยได้รวม (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	364.455	40.495	4.34^{ns}
GOAT	3	13.151	4.384	0.47^{ns}
PERIOD	3	306.407	102.136	10.94^{**}
TRT	3	44.896	14.965	1.60^{ns}
ERROR	6	55.995	9.332	
TOTAL	15	420.450		

CV = 6.506%

ตารางภาคผนวกที่ 53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	11475.977	1275.109	1.15^{ns}
GOAT	3	2626.576	875.525	0.79^{ns}
PERIOD	3	2884.809	961.603	0.87^{ns}
TRT	3	5964.592	1988.197	1.80^{ns}
ERROR	6	6625.380	1104.230	
TOTAL	15	18101.357		

CV = 12.435%

ตารางภาคผนวกที่ 54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะแคลอรี/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.702	0.078	4.48^{*}
GOAT	3	0.026	0.009	0.50^{ns}
PERIOD	3	0.590	0.197	11.29^{**}
TRT	3	0.086	0.029	1.65^{ns}
ERROR	6	0.104	0.017	
TOTAL	15	0.806		

CV = 4.564 %

ตารางภาคผนวกที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับ (เมกกะแคลอรี/กิโลกรัมวัตถุแห้ง) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.488	0.054	1.59^{ns}
GOAT	3	0.089	0.030	0.87^{ns}
PERIOD	3	0.205	0.068	2.00^{ns}
TRT	3	0.194	0.065	1.89^{ns}
ERROR	6	0.205	0.034	
TOTAL	15	0.693		

CV = 10.896 %

ตารางภาคผนวกที่ 56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	22534.691	2503.855	3.31^{ns}
GOAT	3	844.129	281.376	0.37^{ns}
PERIOD	3	16551.574	5517.191	7.30^{*}
TRT	3	5138.988	1712.996	2.27^{ns}
ERROR	6	4536.221	756.037	
TOTAL	15	27070.912		

CV = 11.991%

ตารางภาคผนวกที่ 57 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	104.244	11.583	3.53^{ns}
GOAT	3	2.806	0.935	0.29^{ns}
PERIOD	3	82.567	27.522	8.40^{*}
TRT	3	18.871	6.290	1.92^{ns}
ERROR	6	19.664	3.277	
TOTAL	15	123.908		

CV = 11.077%

ตารางภาคผนวกที่ 58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	87.324	9.703	1.02^{ns}
GOAT	3	48.685	16.228	1.71^{ns}
PERIOD	3	17.831	5.944	0.63^{ns}
TRT	3	20.808	6.936	0.73^{ns}
ERROR	6	56.811	9.468	
TOTAL	15	144.135		

CV = 10.722%

ตารางภาคผนวกที่ 59 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนรวมที่ย่อยได้ (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.257	0.029	0.54^{ns}
GOAT	3	0.119	0.040	0.75^{ns}
PERIOD	3	0.079	0.026	0.50^{ns}
TRT	3	0.059	0.020	0.37^{ns}
ERROR	6	0.319	0.053	
TOTAL	15	0.576		

CV = 11.255%

ตารางภาคผนวกที่ 60 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	6.850	0.761	2.88^{ns}
GOAT	3	1.276	0.425	1.61^{ns}
PERIOD	3	2.487	0.829	3.14^{ns}
TRT	3	3.087	1.029	3.90^{ns}
ERROR	6	1.584	0.264	
TOTAL	15	8.433		

CV = 8.962%

ตารางภาคผนวกที่ 61 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.034	0.004	3.34^{ns}
GOAT	3	0.005	0.002	1.50^{ns}
PERIOD	3	0.018	0.006	5.24^{*}
TRT	3	0.011	0.004	3.28^{ns}
ERROR	6	0.007	0.001	
TOTAL	15	0.041		

CV = 8.241%

ตารางภาคผนวกที่ 62 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.225	0.136	8.96^{**}
GOAT	3	0.721	0.240	15.81^{**}
PERIOD	3	0.484	0.161	10.62^{**}
TRT	3	0.021	0.007	0.45^{ns}
ERROR	6	0.091	0.015	
TOTAL	15	1.316		

CV = 2.782%

ตารางภาคผนวกที่ 63 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.0016	0.0002	7.79^{*}
GOAT	3	0.0003	0.0001	4.64^{ns}
PERIOD	3	0.0012	0.0004	17.73^{**}
TRT	3	0.0001	0.00002	1.00^{ns}
ERROR	6	0.0001	0.00002	
TOTAL	15	0.0017		

CV = 1.511%

ตารางภาคผนวกที่ 64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	7.261	0.807	2.34^{ns}
GOAT	3	2.909	0.970	2.81^{ns}
PERIOD	3	1.008	0.336	0.97^{ns}
TRT	3	3.344	1.115	3.23^{ns}
ERROR	6	2.072	0.345	
TOTAL	15	9.334		

CV = 5.782%

ตารางภาคผนวกที่ 65 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ได้จากทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.025	0.003	2.46^{ns}
GOAT	3	0.005	0.002	1.59^{ns}
PERIOD	3	0.010	0.003	2.86^{ns}
TRT	3	0.010	0.003	2.92^{ns}
ERROR	6	0.007	0.001	
TOTAL	15	0.031		

CV = 4.600%

ตารางภาคผนวกที่ 66 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	2.230	0.248	0.72^{ns}
GOAT	3	0.321	0.107	0.31^{ns}
PERIOD	3	0.759	0.253	0.73^{ns}
TRT	3	1.150	0.383	1.11^{ns}
ERROR	6	2.075	0.346	
TOTAL	15	4.304		

CV = 10.573%

ตารางภาคผนวกที่ 67 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.011	0.001	0.84^{ns}
GOAT	3	0.001	0.0002	0.15^{ns}
PERIOD	3	0.007	0.002	1.64^{ns}
TRT	3	0.003	0.001	0.72^{ns}
ERROR	6	0.008	0.001	
TOTAL	15	0.019		

CV = 9.477%

ตารางภาคผนวกที่ 68 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	11.596	1.288	12.25^{**}
GOAT	3	2.876	0.959	9.12^{*}
PERIOD	3	8.608	2.869	27.29^{**}
TRT	3	0.111	0.037	0.35^{ns}
ERROR	6	0.631	0.105	
TOTAL	15	12.226		

CV = 10.119%

ตารางภาคผนวกที่ 69 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.050	0.006	10.09**
GOAT	3	0.011	0.004	6.49*
PERIOD	3	0.038	0.013	22.92**
TRT	3	0.001	0.0004	0.86ns
ERROR	6	0.003	0.001	
TOTAL	15	0.053		

CV = 10.261%

ตารางภาคผนวกที่ 70 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะ (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	10.187	1.132	3.28ns
GOAT	3	4.435	1.478	4.29ns
PERIOD	3	5.012	1.671	4.85*
TRT	3	0.740	0.247	0.72ns
ERROR	6	2.068	0.345	
TOTAL	15	12.256		

CV = 6.695%

ตารางภาคผนวกที่ 71 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะ (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.025	0.003	1.20^{ns}
GOAT	3	0.004	0.001	0.56^{ns}
PERIOD	3	0.017	0.006	2.42^{ns}
TRT	3	0.004	0.001	0.63^{ns}
ERROR	6	0.014	0.002	
TOTAL	15	0.039		

CV = 7.659%

ตารางภาคผนวกที่ 72 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูลและปัสสาวะต่อปริมาณไนโตรเจนที่กิน (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	947.937	105.326	3.50^{ns}
GOAT	3	162.453	54.151	1.80^{ns}
PERIOD	3	719.223	239.741	7.97^{*}
TRT	3	66.261	22.087	0.73^{ns}
ERROR	6	180.506	30.084	
TOTAL	15	1128.443		

CV = 6.342%

ตารางภาคผนวกที่ 73 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมดุลไนโตรเจน (กรัม/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	10.296	1.144	3.20^{ns}
GOAT	3	1.316	0.439	1.23^{ns}
PERIOD	3	7.906	2.635	7.37^{*}
TRT	3	1.074	0.358	1.00^{ns}
ERROR	6	2.144	0.357	
TOTAL	15	12.440		

CV = 42.852%

ตารางภาคผนวกที่ 74 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมดุลไนโตรเจน (กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก/ตัว/วัน) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมด้วยอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.056	0.006	3.51^{ns}
GOAT	3	0.007	0.002	1.40^{ns}
PERIOD	3	0.043	0.014	8.23^{*}
TRT	3	0.005	0.002	0.91^{ns}
ERROR	6	0.011	0.002	
TOTAL	15	0.066		

CV = 41.647%

ตารางภาคผนวกที่ 75 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.815	0.091	108.67**
GOAT	3	0.055	0.018	22.00**
PERIOD	3	0.755	0.252	302.00**
TRT	3	0.005	0.002	2.00ns
ERROR	6	0.005	0.001	
TOTAL	15	0.820		

CV = 0.409%

ตารางภาคผนวกที่ 76 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.056	0.006	1.10ns
GOAT	3	0.022	0.007	1.30ns
PERIOD	3	0.017	0.006	1.00ns
TRT	3	0.017	0.006	1.00ns
ERROR	6	0.034	0.006	
TOTAL	15	0.089		

CV = 1.086%

ตารางภาคผนวกที่ 77 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.241	0.027	18.33**
GOAT	3	0.047	0.016	10.71**
PERIOD	3	0.187	0.062	42.71**
TRT	3	0.007	0.002	1.57ns
ERROR	6	0.009	0.001	
TOTAL	15	0.249		

CV = 0.545%

ตารางภาคผนวกที่ 78 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	66.403	7.378	6.44*
GOAT	3	19.772	6.591	5.75*
PERIOD	3	44.204	14.735	12.86**
TRT	3	2.427	0.809	0.71ns
ERROR	6	6.877	1.146	
TOTAL	15	73.280		

CV = 7.093%

ตารางภาคผนวกที่ 79 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหาร ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	142.936	15.882	9.33**
GOAT	3	18.376	6.125	3.60ns
PERIOD	3	117.425	39.142	22.99**
TRT	3	7.136	2.379	1.40ns
ERROR	6	10.217	1.703	
TOTAL	15	153.153		

CV = 9.874%

ตารางภาคผนวกที่ 80 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนเฉลี่ยของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	53.380	5.931	8.89**
GOAT	3	16.454	5.485	8.22*
PERIOD	3	34.780	11.593	17.38**
TRT	3	2.147	0.716	1.07ns
ERROR	6	4.002	0.667	
TOTAL	15	57.381		

CV = 5.770%

ตารางภาคผนวกที่ 81 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (มิลลิโมล/ลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	412.258	45.806	4.46^{*}
GOAT	3	14.423	4.808	0.47^{ns}
PERIOD	3	388.319	129.440	12.60^{**}
TRT	3	9.515	3.172	0.31^{ns}
ERROR	6	61.632	10.272	
TOTAL	15	473.889		

CV = 10.142 %

ตารางภาคผนวกที่ 82 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (มิลลิโมล/ลิตร) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมง (หลังให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	870.686	96.743	3.32^{ns}
GOAT	3	308.670	102.890	3.53^{ns}
PERIOD	3	235.197	78.399	2.69^{ns}
TRT	3	326.819	108.940	3.74^{ns}
ERROR	6	174.850	29.142	
TOTAL	15	1045.536		

CV = 14.387 %

ตารางภาคผนวกที่ 83 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นเฉลี่ยของกรดไขมันที่ระเหยง่ายทั้งหมดในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (มิลลิโมล/ลิตร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	230.251	25.583	6.35*
GOAT	3	105.187	35.062	8.70*
PERIOD	3	16.503	5.501	1.37ns
TRT	3	108.561	36.187	8.98*
ERROR	6	24.168	4.028	
TOTAL	15	254.419		

CV = 5.806 %

ตารางภาคผนวกที่ 84 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดแอซิติก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	31.569	3.508	1.94ns
GOAT	3	6.733	2.244	1.24ns
PERIOD	3	19.956	6.652	3.68ns
TRT	3	4.881	1.627	0.90ns
ERROR	6	10.836	1.806	
TOTAL	15	42.406		

CV = 2.030 %

ตารางภาคผนวกที่ 85 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดแอซิติก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	28.883	3.209	2.35^{ns}
GOAT	3	17.440	5.813	4.26^{ns}
PERIOD	3	2.859	0.953	0.70^{ns}
TRT	3	8.584	2.861	2.10^{ns}
ERROR	6	8.185	1.364	
TOTAL	15	37.067		

CV = 1.715 %

ตารางภาคผนวกที่ 86 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดแอซิติกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	19.510	2.168	2.50^{ns}
GOAT	3	10.922	3.641	4.19^{ns}
PERIOD	3	2.073	0.691	0.80^{ns}
TRT	3	6.515	2.172	2.50^{ns}
ERROR	6	5.208	0.868	
TOTAL	15	24.717		

CV = 1.387 %

ตารางภาคผนวกที่ 87 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดโพรพิโอนิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	29.616	3.291	7.35*
GOAT	3	1.324	0.441	0.99ns
PERIOD	3	19.054	6.351	14.18**
TRT	3	9.239	3.080	6.88*
ERROR	6	2.687	0.448	
TOTAL	15	32.303		

CV = 5.100 %

ตารางภาคผนวกที่ 88 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดโพรพิโอนิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	41.559	4.618	6.31*
GOAT	3	3.310	1.103	1.51ns
PERIOD	3	21.307	7.102	9.70*
TRT	3	16.942	5.647	7.71*
ERROR	6	4.392	0.732	
TOTAL	15	45.951		

CV = 6.094 %

ตารางภาคผนวกที่ 89 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดโพรพิโอนิกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	16.148	1.794	15.68**
GOAT	3	0.826	0.275	2.40ns
PERIOD	3	2.622	0.874	7.64*
TRT	3	12.700	4.233	36.99**
ERROR	6	0.687	0.114	
TOTAL	15	16.834		

CV = 2.491 %

ตารางภาคผนวกที่ 90 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	7.202	0.800	6.76*
GOAT	3	0.284	0.095	0.80ns
PERIOD	3	6.662	2.221	18.75**
TRT	3	0.256	0.085	0.72ns
ERROR	6	0.711	0.118	
TOTAL	15	7.913		

CV = 10.150 %

ตารางภาคผนวกที่ 91 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	5.003	0.556	21.62**
GOAT	3	0.474	0.158	6.14*
PERIOD	3	3.629	1.210	47.04**
TRT	3	0.900	0.300	11.66**
ERROR	6	0.154	0.026	
TOTAL	15	5.157		

CV = 6.074 %

ตารางภาคผนวกที่ 92 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซบิวทีริก เฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.286	0.143	4.07ns
GOAT	3	0.372	0.124	3.53ns
PERIOD	3	0.422	0.141	4.00ns
TRT	3	0.493	0.164	4.68ns
ERROR	6	0.211	0.034	
TOTAL	15	1.497		

CV = 6.215 %

ตารางภาคผนวกที่ 93 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	5.919	0.658	1.19^{ns}
GOAT	3	3.423	1.141	2.06^{ns}
PERIOD	3	1.438	0.479	0.87^{ns}
TRT	3	1.059	0.353	0.64^{ns}
ERROR	6	3.317	0.553	
TOTAL	15	9.236		

CV = 8.437 %

ตารางภาคผนวกที่ 94 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดบิวทีริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	9.266	1.030	3.56^{ns}
GOAT	3	3.869	1.290	4.46^{ns}
PERIOD	3	2.283	0.761	2.63^{ns}
TRT	3	3.115	1.038	3.59^{ns}
ERROR	6	1.736	0.289	
TOTAL	15	11.003		

CV = 6.214 %

ตารางภาคผนวกที่ 95 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดบิวทีริกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	6.635	0.737	3.05^{ns}
GOAT	3	3.524	1.175	4.86*
PERIOD	3	1.220	0.407	1.68^{ns}
TRT	3	1.892	0.631	2.61^{ns}
ERROR	6	1.451	0.242	
TOTAL	15	8.085		

CV = 5.630 %

ตารางภาคผนวกที่ 96 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	11.183	1.243	8.20**
GOAT	3	0.398	0.133	0.88^{ns}
PERIOD	3	10.317	3.439	22.70**
TRT	3	0.468	0.156	1.03^{ns}
ERROR	6	0.909	0.152	
TOTAL	15	12.092		

CV = 10.534 %

ตารางภาคผนวกที่ 97 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมง (หลังให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหาร

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	8.802	0.978	23.86**
GOAT	3	0.526	0.175	4.28ns
PERIOD	3	7.034	2.345	57.21**
TRT	3	1.243	0.414	10.11**
ERROR	6	0.246	0.041	
TOTAL	15	9.048		

CV = 7.419 %

ตารางภาคผนวกที่ 98 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซวาเลอริกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหาร

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.791	0.199	3.77ns
GOAT	3	0.454	0.151	2.86ns
PERIOD	3	0.593	0.198	3.74ns
TRT	3	0.744	0.248	4.69ns
ERROR	6	0.317	0.053	
TOTAL	15	2.108		

CV = 7.159 %

ตารางภาคผนวกที่ 99 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.399	0.155	19.71**
GOAT	3	0.162	0.054	6.84*
PERIOD	3	1.109	0.370	46.87**
TRT	3	0.128	0.043	5.40*
ERROR	6	0.047	0.008	
TOTAL	15	1.447		

CV = 4.733 %

ตารางภาคผนวกที่ 100 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซวาเลอริก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมง (หลังให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.688	0.076	7.63*
GOAT	3	0.184	0.061	6.12*
PERIOD	3	0.315	0.105	10.49**
TRT	3	0.189	0.063	6.29*
ERROR	6	0.060	0.010	
TOTAL	15	0.748		

CV = 6.562 %

ตารางภาคผนวกที่ 101 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดวาเลอริกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมน ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.542	0.060	10.25**
GOAT	3	0.158	0.053	8.98*
PERIOD	3	0.233	0.078	13.21**
TRT	3	0.151	0.050	8.56*
ERROR	6	0.035	0.006	
TOTAL	15	0.577		

CV = 4.509 %

ตารางภาคผนวกที่ 102 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.512	0.168	16.68**
GOAT	3	0.127	0.042	4.19ns
PERIOD	3	1.202	0.401	39.78**
TRT	3	0.184	0.061	6.07*
ERROR	6	0.060	0.010	
TOTAL	15	1.573		

CV = 7.083 %

ตารางภาคผนวกที่ 103 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.491	0.055	5.66*
GOAT	3	0.163	0.054	5.62*
PERIOD	3	0.155	0.052	5.35*
TRT	3	0.174	0.058	6.02*
ERROR	6	0.058	0.010	
TOTAL	15	0.549		

CV = 8.761 %

ตารางภาคผนวกที่ 104 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไอโซคาโปรอิกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.501	0.056	20.25**
GOAT	3	0.125	0.042	15.18**
PERIOD	3	0.214	0.071	25.92**
TRT	3	0.162	0.054	19.64**
ERROR	6	0.016	0.003	
TOTAL	15	0.517		

CV = 4.134 %

ตารางภาคผนวกที่ 105 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	1.401	0.156	25.08**
GOAT	3	0.168	0.056	9.00*
PERIOD	3	1.006	0.335	54.00**
TRT	3	0.228	0.076	12.22**
ERROR	6	0.037	0.006	
TOTAL	15	1.438		

CV = 5.266 %

ตารางภาคผนวกที่ 106 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดคาโปรอิก (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.400	0.044	4.97*
GOAT	3	0.158	0.053	5.88*
PERIOD	3	0.080	0.027	2.99ns
TRT	3	0.162	0.054	6.05*
ERROR	6	0.054	0.009	
TOTAL	15	0.454		

CV = 8.068 %

ตารางภาคผนวกที่ 107 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดคาโปรอิกเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	0.539	0.060	27.74**
GOAT	3	0.135	0.045	20.88**
PERIOD	3	0.222	0.074	34.24**
TRT	3	0.182	0.061	28.09**
ERROR	6	0.013	0.002	
TOTAL	15	0.552		

CV = 3.483 %

ตารางภาคผนวกที่ 108 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนระหว่างกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	3.635	0.404	4.49*
GOAT	3	0.085	0.028	0.32ns
PERIOD	3	1.825	0.608	6.76*
TRT	3	1.724	0.575	6.38*
ERROR	6	0.540	0.090	
TOTAL	15	4.175		

CV = 5.886 %

ตารางภาคผนวกที่ 109 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนระหว่างกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกของของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	4.816	0.535	4.70*
GOAT	3	0.359	0.120	1.05ns
PERIOD	3	2.374	0.791	6.96*
TRT	3	2.082	0.694	6.10*
ERROR	6	0.683	0.114	
TOTAL	15	5.498		

CV = 6.856 %

ตารางภาคผนวกที่ 110 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัดส่วนระหว่างกรดแอซิติกต่อกรดโพรพิโอนิกเฉลี่ยของของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	2.314	0.257	12.58**
GOAT	3	0.053	0.018	0.86ns
PERIOD	3	0.368	0.123	5.99*
TRT	3	1.894	0.631	30.88**
ERROR	6	0.123	0.020	
TOTAL	15	2.437		

CV = 2.855 %

ตารางภาคผนวกที่ 111 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์) ที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	745.063	82.785	2.03^{ns}
GOAT	3	252.188	84.063	2.06^{ns}
PERIOD	3	171.688	57.229	1.41^{ns}
TRT	3	321.188	107.063	2.63^{ns}
ERROR	6	244.375	40.729	
TOTAL	15	989.438		

CV = 22.541%

ตารางภาคผนวกที่ 112 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์) ที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	41.750	4.639	0.77^{ns}
GOAT	3	7.250	2.417	0.40^{ns}
PERIOD	3	20.250	6.750	1.13^{ns}
TRT	3	14.250	4.750	0.79^{ns}
ERROR	6	36.000	6.000	
TOTAL	15	77.750		

CV = 8.483%

ตารางภาคผนวกที่ 113 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	44.688	4.965	4.77*
GOAT	3	23.813	7.938	7.62*
PERIOD	3	2.188	0.729	0.70ns
TRT	3	18.688	6.229	5.98ns
ERROR	6	6.250	1.042	
TOTAL	15	50.938		

CV = 3.467%

ตารางภาคผนวกที่ 114 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	141.500	15.722	3.12ns
GOAT	3	38.367	12.789	2.54ns
PERIOD	3	62.067	20.690	4.10ns
TRT	3	41.065	13.688	2.71ns
ERROR	6	30.254	5.042	
TOTAL	15	171.753		

CV = 12.807%

ตารางภาคผนวกที่ 115 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	187.888	20.876	6.02*
GOAT	3	143.660	47.887	13.81**
PERIOD	3	4.501	1.500	0.43ns
TRT	3	39.727	13.242	3.82ns
ERROR	6	20.811	3.469	
TOTAL	15	208.699		

CV = 10.669%

ตารางภาคผนวกที่ 116 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนเฉลี่ย (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	139.722	15.525	8.55**
GOAT	3	81.159	27.053	14.90**
PERIOD	3	22.903	7.634	4.21ns
TRT	3	35.660	11.887	6.55*
ERROR	6	10.891	1.815	
TOTAL	15	150.613		

CV = 7.701%

ตารางภาคผนวกที่ 117 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกลูโคส (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดที่ 0 ชั่วโมง (ก่อนให้อาหาร) ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	246.750	27.417	2.14^{ns}
GOAT	3	180.250	60.083	4.68^{ns}
PERIOD	3	35.250	11.750	0.92^{ns}
TRT	3	31.250	10.417	0.81^{ns}
ERROR	6	77.000	12.833	
TOTAL	15	323.750		

CV = 6.271%

ตารางภาคผนวกที่ 118 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกลูโคส (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังให้อาหารของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	290.000	32.222	2.36^{ns}
GOAT	3	207.500	69.167	5.06^{*}
PERIOD	3	12.500	4.167	0.30^{ns}
TRT	3	70.000	23.333	1.71^{ns}
ERROR	6	82.000	13.677	
TOTAL	15	372.000		

CV = 6.060%

ตารางภาคผนวกที่ 119 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเข้มข้นของกลูโคสเฉลี่ย (มิลลิกรัม/เดซิลิตร) ในเลือดของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ เสริมอาหารข้น

SOURCE	DF	SS	MS	F
MODEL	9	127.641	14.182	0.81^{ns}
GOAT	3	99.547	33.182	1.90^{ns}
PERIOD	3	9.172	3.057	0.81^{ns}
TRT	3	18.922	6.307	0.36^{ns}
ERROR	6	104.594	17.432	
TOTAL	15	232.234		

CV = 7.021%

ภาคผนวก ง

องค์ประกอบของน้ำลายเทียม

น้ำลายเทียมที่ใช้ในการหาการย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส ประกอบด้วย

1.	น้ำกลั่น	480.00 มิลลิลิตร
2.	สารละลายแร่ธาตุหลัก	240.00 มิลลิลิตร
3.	สารละลายแร่ธาตุรอง	0.12 มิลลิลิตร
4.	สารละลายบัฟเฟอร์	240.00 มิลลิลิตร
5.	สารละลายรีซาซูริน	1.20 มิลลิลิตร
6.	สารไล่ออกซิเจน	48.00 มิลลิลิตร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวณัฐฐา รัตนโกศล

รหัสประจำตัวนักศึกษา 4910620016

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2548

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ณัฐฐา รัตนโกศล, วันวิศาข์ งามผ่องใส, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ เสาวนิต คูประเสริฐ. 2551. ผลของระดับกากน้ำตาลในทางใบปาล์มน้ำมันหมักต่อการกินได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในแพะ. รายงานการประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 5 การผลิตปศุสัตว์สู้วิกฤตโลก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วันที่ 14-15 สิงหาคม 2551 หน้า 107-119.