การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ

Panicle Rice Straw Mixed with Palm Kernel Cake Treated with Urea as a Basal Diet for Goats

สุมิตรา สำเภาพล

Sumittra Sumpowpol

1

เลขหมู่ SF384.3 ส74 ส2543 ว.2

Bib Key 208557

3 ต.ค. 2544

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Animal Science

Prince of Songkla University

2543

ชื่อวิทยานิพนธ์	การใช้เศษเหลือจากกรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ
ผู้เขียน	นางสาวสุมิตรา สำเภาพล
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์)

.....กรรมการ
(ดร.สุรศักดิ์ คชภักดี)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์)

.....กรรมการ
(ดร.สุรศักดิ์ คชภักดี)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)

.....กรรมการ
(ดร.อุดส่าห์ จันทร์อำไพ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยานิพนธ์นี้
บัณฑิตวิทยาลัย ม.อ.
วันที่ ... เดือน ... พ.ศ. ...

ชื่อวิทยานิพนธ์	การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ
ผู้เขียน	นางสาวสุมิตรา สำเภาพล
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเพื่อเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ ประกอบด้วย 3 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น โดยวิธี proximate analysis และ detergent method และหาการย่อยได้ในกระเพาะหมัก โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน ใช้แพะลูกผสม (พันธุ์พื้นเมือง x พันธุ์แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) เพศผู้ ที่ได้รับการผ่าตัดฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมัก จำนวน 4 ตัว โดยให้แพะทุกตัวได้รับอาหารหยาบที่ประกอบด้วยเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและหญ้าแห้งในสัดส่วนเท่าๆ กัน เสริมด้วยอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า เศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น มีวัตถุแห้ง 94.57, 93.57, 93.53 และ 92.83 ตามลำดับ อินทรียวัตถุ 88.03, 94.36, 94.84 และ 93.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โปรตีนรวม 4.25, 17.49, 5.14 และ 20.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผนังเซลล์ 77.72, 73.37, 87.67 และ 46.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลิกโนเซลลูโลส 53.93, 42.21, 58.27 และ 18.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลิกนิน 8.45, 12.29, 10.15 และ 5.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการหาการย่อยได้ในกระเพาะหมักหลังการบ่ม 48 ชั่วโมง พบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งในเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้นเท่ากับ 22.20, 78.70) 20.06 และ 89.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การย่อยได้ของอินทรียวัตถุเท่ากับ 60.12, 77.37, 64.62 และ 77.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การย่อยได้ของโปรตีนรวมเท่ากับ 61.26, 78.37, 58.47 และ 83.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และหญ้าแห้ง มีการย่อยได้ของผนังเซลล์ เท่ากับ 47.83, 66.07 และ 56.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 31.50, 29.23 และ 37.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 ผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักด้วยยูเรีย ต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ เป็นการนำเศษเหลือจากรวงข้าวมาผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ นาน 21 วัน นำออกมาคลุกเคล้าด้วยกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ และผึ่งแดด 2-3 ชั่วโมง และนำมาเลี้ยงแพะลูกผสม (พันธุ์พื้นเมือง x พันธุ์แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) เพศผู้ที่ได้รับการผ่าตัดฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมัก จำนวน 4 ตัว เสริมด้วยอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยวางแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาตินสแควร์ เพื่อศึกษาปริมาณการกินได้ การย่อยสลายของโภชนะในกระเพาะหมักและในตัวสัตว์ ผลการศึกษาพบว่า แพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย มีค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะหมักสูงสุด (60.98 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับที่ระดับ 45 เปอร์เซ็นต์ (58.69 เปอร์เซ็นต์) การย่อยสลายของอินทรียวัตถุของอาหารทั้งหมดไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.57 เปอร์เซ็นต์ การผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ (557.00 กรัมต่อวัน) สูงกว่าการผสมที่ระดับอื่น (350.64, 411.21 และ 357.53 กรัมต่อวัน ที่ระดับ 0, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) นอกจากนี้ การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักยูเรีย ยังช่วยเพิ่มสมดุลไนโตรเจน แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการผสมที่ 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ (17.36, 19.98 และ 19.83 กรัมต่อวัน ตามลำดับ, $P>0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในกระเพาะหมักและในเลือดนั้นพบว่า การผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะหมักแตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่ระดับ 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดสูงกว่าที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (21.07, 24.84 และ 19.23 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์, $P<0.01$) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมที่ใช้ผสมในเศษเหลือจากรวงข้าวและหมักด้วยยูเรียเพื่อปรับปรุงเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ

การทดลองที่ 3 ผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานในแพะเป็นการนำเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรียมาใช้เป็นอาหารพื้นฐานในแพะ เปรียบเทียบกับการใช้หญ้าแห้งและมีการเสริมด้วยอาหารข้นที่ระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยใช้แผนการทดลองแบบ 2x2 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (factorial in randomized complete block design) โดยใช้แพะลูกผสม (พันธุ์พื้นเมือง 75 เปอร์เซ็นต์ x พันธุ์แองโกลนูเบียน 25 เปอร์เซ็นต์)

จำนวน 24 ตัว เพื่อศึกษาปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ผลการศึกษา พบว่า แพะกินหญ้าแห้งได้มากกว่ากินเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (177.79 และ 130.51 กรัมต่อวัน, $P<0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวและน้ำหนักเมแทบอลิกพบว่า แพะกินหญ้าแห้งได้มากกว่ากินเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1.05 และ 0.79 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ; 21.03 และ 16.46 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$, $P<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (อาหารหยาบ+อาหารข้น) พบว่า แพะที่ได้รับหญ้าแห้งมีปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย (409.67 และ 352.92 กรัมต่อวัน, $P>0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวและน้ำหนักเมแทบอลิก พบว่า แพะที่ได้รับหญ้าแห้งมีปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดมากกว่าแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย (2.29 และ 2.06 %BW, $P<0.05$; 46.76 และ 40.52 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$, $P<0.01$) สำหรับระดับการเสริมอาหารข้นพบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบมากกว่าที่ได้รับอาหารข้น 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (195.27 และ 113.03 กรัมต่อวัน ; 1.20 และ 0.63 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ; 25.00 และ 12.48 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$, $P<0.01$) แต่เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดพบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้น 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (415.03 และ 347.56 กรัมต่อวัน ; 2.27 และ 2.08 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ; 45.75 และ 41.53 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$, $P<0.05$)

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตพบว่า แพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับแพะที่ได้รับหญ้าแห้ง (36.56 และ 35.29 กรัมต่อวัน, $P>0.05$) ส่วนระดับการเสริมอาหารข้นนั้นพบว่า แพะที่ได้รับการเสริมอาหารข้น 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (47.62 และ 24.23 กรัมต่อวัน, $P<0.01$)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวพบว่า แพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับแพะที่ได้รับหญ้าแห้ง (11.79 และ 15.13, $P>0.05$) และแพะที่ได้รับอาหารข้น 2

เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (10.19 และ 16.72, P<0.01)

เมื่อพิจารณาผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรียเปรียบเทียบกับหญ้าแห้ง โดยเสริมอาหารข้นระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ที่มีต่อต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่า การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย ทำให้ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่ำกว่าการใช้หญ้าแห้ง (37.63 และ 45.67 บาท) และการเสริมอาหารข้นที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าการเสริมที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (37.34 และ 45.96 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม)

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การนำเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ และหมักยูเรียสามารถใช้เป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ โดยการใช้ในแพะหลังหย่านมจำเป็นต้องเสริมอาหารข้นที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จึงจะทำให้แพะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีและใช้ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำ

Thesis Title	Panicle Rice Straw Mixed with Palm Kernel Cake Treated with Urea as a Basal Diet for Goats
Author	Miss Sumittra Sumpowpol
Major Program	Animal Science
Academic Year	2000

Abstract

Three experiments were conducted to estimate the utilization of panicle rice straw mixed with palm kernel cake treated with urea as a basal diet for goats.

In experiment 1, chemical composition and nutrient degradability of panicle rice straw, palm kernel cake, hay and concentrate were evaluated using proximate analysis or detergent method and nylon bag technique, respectively. For nylon bag technique, four rumen-fistulated goats (50 % Thai Native x Anglo-Nubian) were used. Goats were fed diet consisted of panicle rice straw, palm kernel cake and hay (1:1:1) and supplemented with concentrate at 1 % body weight (bw). Dry matter, organic matter, crude protein, cell wall, lignocellulose and lignin contents of panicle rice straw, palm kernel cake and concentrate were 94.57, 93.57, 93.53 and 92.83 % ; 88.03, 94.36, 94.84 and 93.12 % ; 4.25, 17.49, 5.14 and 20.43 % ; 77.72, 73.37, 87.67 and 46.86 % ; 53.93, 42.21, 58.27 and 18.85 % ; 8.45, 12.29, 10.15 and 5.39 %, respectively. Degradability of dry matter, organic matter and crude protein for panicle rice straw, palm kernel cake, hay and concentrate were 22.20, 78.70, 20.06 and 89.11 % ; 60.12, 77.37, 64.62 and 77.36 % ; 61.26, 78.37, 58.47 and 83.56 %, respectively. Degradability of cell wall and lignocellulose for panicle rice straw, palm kernel cake and hay were 47.83, 66.07 and 56.70 % ; 31.50, 29.30 and 37.27 %, respectively.

In experiment 2, intake and digestibility of panicle rice straw mixed with 0, 15, 30 or 45 % palm kernel cake (PKC) treated with 6 % urea were evaluated. Four rumen-fistulated goats (50 % Thai Native x Anglo-Nubian) in 4x4 latin square design

were used. In addition to basal diet, goats were also supplemented with concentrate at 1 % bw. The highest dry matter degradability was found for goats fed diet with 30 % PKC (60.98 %), but this value was not significantly different from that of goats fed diet with 45 % PKC (58.69 %). Degradability of organic matter were not significantly different among goats fed diet with different PKC content, with an average of 65.57 %. Dry matter intake for goats fed diet with 15 % PKC was significantly different from those for goats fed other diets (557.00 vs 350.64, 411.21 and 357.53 g/d for 0, 30, 45 % PKC, respectively, $P<0.01$). Feeding panicle rice straw mixed with PKC treated with urea improved the nitrogen balance of the goats, but no significant differences were found among the levels of PKC (17.36, 19.98 and 19.83 g/d for 15, 30 and 45 % PKC, respectively). Level of PKC in diets did not affect rumen pH, but goats fed panicle rice straw mixed with 30 and 45 % PKC treated with urea had significantly higher blood urea nitrogen than those fed diet with 15 % PKC (21.07 and 24.84 vs 19.23 mg%, respectively, $P<0.01$). The results suggest that panicle rice straw mixed with 30 % PKC treated with urea can be used as a basal diet for goats.

In experiment 3, performances of goats fed panicle rice straw mixed with 30 % PKC treated with urea were studied, using 2x2 factorial in randomized completely block design. Twenty-four goats (75 % Thai Native x 25 % Anglo-Nubian) were used. These goats were fed diet with 30 % PKC or hay and supplemented with concentrate at 1 or 2 % bw. Feed intake, growth rate, feed conversion ratio and feed cost were measured. Goats fed hay showed significantly higher roughage intake than those fed diet with 30 % PKC, expressed as g/d, % bw or g/metabolic weight (177.79 vs. 130.51 g/d, $P<0.01$; 1.05 vs. 0.79 % bw, $P<0.05$; 21.03 vs.16.46 g/kg$^{0.75}$, $P<0.05$). Total dry matter intake for goat fed hay or diet with 30 % PKC was not significantly different when expressed as g/d (409.67 vs. 352.29 g/d, $P>0.05$). However, when expressed as % bw or g/metabolic weight, goats fed hay had significantly higher total dry matter intake than those fed diet with 30 % PKC (2.29 and 2.06 % bw, $P<0.05$; 46.76 and 40.52 g/kg$^{0.75}$, $P<0.01$). Goat supplemented with

concentrate at 1 % bw showed significantly higher roughage intake than goats supplemented with concentrate at 2 % bw (195.27 and 113.03 g/d : 1.20 and 0.63 % bw: 25.00 and 12.48 g/kg$^{0.75}$, P<0.01). However, goats supplemented with concentrate at 2 % bw had higher total feed intake than did goats supplemented with concentrate at 1 % bw (415.03 and 347.56 g/d : 2.27 and 2.08 % bw : 45.75 and 41.53 g/kg$^{0.75}$, P<0.05).

Growth rates of goat fed hay or diet with 30 % PKC were not significantly different (36.56 and 35.29 g/d, P>0.05), but growth rate of goats supplemented with concentrate at 2 % bw was significantly greater than those supplemented with concentrate at 1 % bw (47.62 and 24.23 g/d, P<0.01). Similarly, feed conversion ratio (FCR) for goat fed hay or diet with 30 % PKC were not significantly different (11.79 and 15.13, P>0.05) but FCR for goats supplemented with concentrate at 2 % bw was better than that for goats supplemented with concentrate at 1 % bw (10.19 and 16.72, P<0.01). Feed costs for goats fed diet with 30 % PKC were lower than goat fed hay (37.63 and 45.67 bath/ 1 kg) and feed costs for goats supplemented with concentrate at 2 % bw were lower than that for goats supplemented with concentrate at 1 % bw (37.34 and 45.96 bath/ 1 kg). In conclusion, panicle rice straw mixed with 30 % PKC treated with urea can be used as basal diet for goats and further supplemented with concentrate at 2 % bw improved growth rate and FCR of the goats.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาผู้ที่ให้สิ่งที่ดีแก่ลูกตลอดมา ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ โลกทรรศน์และจริยธรรมอันดีงามแก่ศิษย์ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผศ. ดร.จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์ และ ดร.สุรศักดิ์ คชภักดี กรรมการที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการค้นคว้าวิจัย การเขียน ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์ ผศ.สุธา วัฒนสิทธิ์ และ ดร. อุดส่าห์ จันทร์อำไพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.น.สพ.สุรพล ชลดำรงค์กุล ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการผ่าตัดและฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมัก คณาจารย์ภาควิชาสัตวศาสตร์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและติดตามความก้าวหน้ามาโดยตลอด คุณปราโมทย์ เพ็ชรศรี ปศุสัตว์อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดหาเศษเหลือจากรวงข้าวเพื่อใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บุคลากรหมวดแพะและแกะ ภาควิชาสัตวศาสตร์ ที่ให้ความสะดวกในเรื่องสถานที่ในการทดลองและขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สัตว์ทดลอง โรงเรือนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนเจ้าหน้าที่และบุคคลากรของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก ที่อำนวยความสะดวกในระหว่างการทดลอง เจ้าหน้าที่และบุคลากรห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ ที่ให้ความสะดวกและอำนวยความสะดวกต่างๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือด้วยดีตลอดระยะเวลาที่ทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงคุณเจียมจิต ชูวงศ์ และ คุณจารุเดช ชูวงศ์ ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ที่ผ่านมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยของนักศึกษาปริญญาโท ปีงบประมาณ 2540 เป็นจำนวนเงิน 40,000 บาท

ด้วยความดีแห่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ บิดา มารดา และ คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

สุมิตรา สำเภาพล

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ..... (3)
Abstract.....(7)
กิตติกรรมประกาศ.....(10)
สารบาญ.....(11)
รายการตาราง.....(13)
รายการตารางภาคผนวก.....(14)
รายการภาพประกอบ.....(18)
รายการภาพประกอบภาคผนวก.....(19)
ตัวย่อ และสัญลักษณ์.....(20)
บทที่
1. บทนำ.....1
-บทนำต้นเรื่อง.....1
-วัตถุประสงค์.....2
2. การตรวจเอกสาร.....3
3. การทดลองที่ 1.....21
-บทนำ.....21
-วัตถุประสงค์.....21
-วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ.....22
-ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....26
4. การทดลองที่ 2.....31
-บทนำ.....31
-วัตถุประสงค์.....31
-วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ.....32
-ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....37

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

5. การทดลองที่ 3.....45
-บทนำ.....45
-วัตถุประสงค์.....45
-วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ.....46
-ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....49
6. บทสรุป และข้อเสนอแนะ.....56
บรรณานุกรม.....58
ภาคผนวก.....71
ประวัติผู้เขียน.....94

รายการตาราง

ตารางที่ หน้า

1. องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว....7
2. องค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน กากปาล์มน้ำมัน ไม่กระเทาะเปลือกและกากใยปาล์มน้ำมัน....18
3. องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น....30
4. การย่อยได้ของโภชนะในเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้นในกระเพาะหมัก....30
5. ส่วนผสมของวัตถุดิบในอาหารหยาบที่ใช้ในการทดลอง....33
6. องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย....37
7. ผลการให้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักด้วยยูเรีย ต่อปริมาณอาหารที่กินได้คิดเป็นวัตถุแห้ง 39
8. เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของโภชนะ ในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรียในกระเพาะหมัก....41
9. ผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานในแพะต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในตัวสัตว์ ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก ความเข้มข้นของยูเรียในซีรั่มและสมดุลไนโตรเจน....44
10. ส่วนผสมของอาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง....47
11. ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่อปริมาณอาหาร (วัตถุแห้ง) ที่กินได้ 53
12. ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนค่าอาหาร....55

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

1. ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารแพะทดลอง.....79
2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย.....80
3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย.....80
4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีนรวมในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย.....81
5. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของผนังเซลล์ในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย.....81
6. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย.....82
7. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน..... 82
8. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน.....83
9. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวมในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน.....83
10. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเป็นกรด-ด่างของเหลวในกระเพาะหมักในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน.....84
11. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน.....84

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

12. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน (ก่อนให้อาหาร).....85
13. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน (หลังให้อาหาร).....85
14. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับสมดุลไนโตรเจน ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน.....86
15. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน.....86
16. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน.....87
17. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน.....87
18. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักที่เริ่มต้นในการทดลองในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....88
19. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....88

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

20. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....89
21. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ต่อน้ำหนักเมแทบอลิกในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....89
22. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานเสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....90
23. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....90
24. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....91
25. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดต่อน้ำหนักเมแทบอลิกในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....91
26. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....92

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

27. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโต ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....92
28. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว.....93

รายการภาพประกอบ

ภาพที่ หน้า

1. ปริมาณผลผลิตและผลพลอยได้จากการสกัดผลปาล์มน้ำมัน.....15
2. ขั้นตอนการหาการย่อยได้โดยเทคนิคถุงไนล่อน.....24
3. แผนผังการทดลองและการเก็บตัวอย่าง.....35

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพที่ หน้า

1. ทำความสะอาดและโกนขนบริเวณที่จะผ่าตัด....74
2. การฉีดยาชาตามแนวที่จะผ่าตัด (รูปตัวแอลหัวกลับ)....74
3. การใช้มีดกรีดผิวหนังบริเวณที่จะผ่าตัด....74
4. การเปิดบาดแผลให้กว้าง....74
5. การใช้ forcep ยึดผนังกระเพาะหมัก (rumen)....75
6. การเปิดผนังกระเพาะหมักและการห้ามเลือด....75
7. การประกอบท่ออาหารถาวรเข้ากับผนังกระเพาะหมัก....75
8. การเย็บปิดบาดแผล....75
9. แพะที่ฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมักและพร้อมทำการทดลอง....76
10. วัสดุ และอุปกรณ์ในการเตรียมอาหารทดลอง....76
11. สภาพอาหารทดลองพร้อมที่จะนำไปหมัก 21 วัน....76
12. การคลุกเคล้าอาหารทดลองกับกากน้ำตาลก่อนนำมาผึ่งแดด....76
13. สภาพแพะในกรงทดลองหาการย่อยได้ (การทดลองที่ 2)....77
14. การเก็บมูลและปัสสาวะของแพะทดลอง....77
15. การหาการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (ก่อนการบ่ม)....77
16. การหาการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (หลังบ่มนาน 48 ชั่วโมง)....77
17. การดูดของเหลวในกระเพาะหมัก....78
18. การนำของเหลวในกระเพาะหมักมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง....78
19. สภาพแพะทดลอง (การทดลองที่ 3)....78
20. การชั่งน้ำหนักแพะทดลอง....78

ตัวย่อ และสัญลักษณ์

BUN	=	blood urea nitrogen
BW	=	body weight
CV	=	coefficience of variance
DM	=	dry matter
DMD	=	dry matter degradation
PKC	=	palm kernel cake
%	=	percentage

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

สัตว์เคี้ยวเอื้องที่สำคัญในประเทศไทยมีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก มีรายงานว่า โคและกระบือซึ่งเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่มีจำนวน 5.5 และ 2.2 ล้านตัว ตามลำดับ แพะและแกะซึ่งเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กมีจำนวน 125,262 และ 41,926 ตัว ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2540) การเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดใหญ่นั้นจำเป็นต้องลงทุนสูง ในขณะที่สัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก (small ruminant) เช่น แพะ มีข้อเด่นกว่าในหลายๆ ด้านเช่น เลี้ยงง่าย มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ในเขตร้อนได้ดี กินอาหารได้หลายชนิด สามารถใช้อาหารคุณภาพต่ำได้ดี สามารถปล่อยให้หากินเองได้ตามธรรมชาติ เช่น ปล่อยลงแปลงหญ้าธรรมชาติหรือปล่อยให้แทะเล็มวัชพืชในสวนไม้ยืนต้น นอกจากนั้นแพะยังมีวงจรชีวิตสั้นจึงเจริญเติบโตถึงวัยเจริญพันธุ์ในระยะเวลาสั้น ให้ลูกได้เร็วและได้หลายครอกในชั่วชีวิต คัดเลือกพันธุ์ได้รวดเร็ว อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงแพะในประเทศไทยยังเป็นการเลี้ยงโดยเกษตรกรรายย่อยและมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงกระจัดกระจายทางภาคใต้ ซึ่งมีชาวมุสลิมอาศัยอยู่ ส่วนใหญ่เลี้ยงเพื่อบริโภคในครัวเรือน เพื่อเป็นรายได้เสริมหรือเพื่อใช้ในพิธีหรือประเพณีทางศาสนา (สมเกียรติ และคณะ, 2528) การเลี้ยงอาศัยอาหารหยาบจากทุ่งหญ้าธรรมชาติและที่สาธารณะ ซึ่งในบางฤดูกาลอาหารตามธรรมชาติมีไม่เพียงพอและคุณภาพต่ำ จึงส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิต การนำเศษเหลือทางการเกษตรที่มีอยู่ภายในท้องถิ่นมาปรับปรุงคุณภาพเพื่อใช้เป็นอาหาร จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารสำหรับแพะ

เศษเหลือจากรวงข้าว (panicle rice straw) เป็นเศษเหลือจากส่วนของรวงข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยวโดยใช้ "แกระ" ซึ่งนิยมใช้กันมากในภาคใต้ หลังจากแยกเมล็ดข้าวที่เป็นประโยชน์ออกแล้ว เศษเหลือจากรวงข้าวจะสั้นกว่าฟางข้าวที่ได้จากการใช้เคียวเก็บเกี่ยว มีลักษณะนิ่มและมีเมล็ดข้าวลีบติดอยู่ ทำให้มีความน่ากินตลอดจนการใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าฟางข้าวทั่วๆ ไป ดังนั้นเศษเหลือจากรวงข้าวจึงน่าจะมีศักยภาพในการนำมาปรับปรุงคุณภาพเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในท้องถิ่นและหากนำมาใช้ร่วมกับผลพลอยได้จากภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นเช่น กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน จะเป็นการนำผลพลอยได้จากภาคเกษตรและภาคอุตสาหกรรมเกษตรมาพัฒนาเป็นแหล่งอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการทดลองนำเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาผ่านการปรับปรุงคุณค่าทางอาหารและการย่อยได้ โดยการหมักด้วยยูเรียเพื่อพัฒนาเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ โดยคำนึงถึงทั้งในแง่คุณค่าทางอาหาร การใช้ประโยชน์ได้และต้นทุนการผลิต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณค่าทางอาหาร และการย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าว และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ในแพะ
2. เพื่อศึกษาคุณค่าทางอาหาร ปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักด้วยยูเรีย ในแพะ
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักและความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในเลือดแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน
4. เพื่อศึกษาสมดุลไนโตรเจนในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐาน
5. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียกับหญ้าแห้งเป็นอาหารพื้นฐานในแพะต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำหนักตัวต่อหน่วย

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การย่อยและการดูดซึมอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

อาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปจะถูกเคี้ยวอย่างหยาบๆ และกลืนลงไปกับน้ำลาย ผ่านเข้าไปในกระเพาะผ้าขี้ริ้วหรือกระเพาะหมัก (rumen) และกระเพาะรังผึ้ง (reticulum) การที่กระเพาะ 2 ส่วนแรกนี้บีบตัวอย่างสม่ำเสมอ ทำให้อาหารที่กลืนเข้าไปรวมตัวกับของเหลวที่อยู่ภายใน หลังจากนั้นจะขยอกอาหารออกมาเคี้ยวใหม่เรียกว่า เคี้ยวเอื้อง (chewing cud) ซึ่งจะถูกคลุกเคล้ากับน้ำลายอีกครั้ง บทบาทของน้ำลายคือช่วยป้องกันการเกิดฟองและต้านทานความเป็นกรดในกระเพาะหมัก จากนั้นอาหารจะถูกกลืนสู่กระเพาะหมักและกระเพาะรังผึ้งอีก ในช่วงนี้จะมีจุลินทรีย์มาทำปฏิกิริยาเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ในอาหารให้เป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids, VFA) ที่สำคัญมี 3 ชนิดคือ กรดอะซิติค (acetic acid, C2) กรดโพรพิโอนิค (propionic acid, C3) และกรดบิวทิริค (butyric acid, C4) กรดเหล่านี้จะถูกดูดซึมที่ผนังกระเพาะหมักแล้วส่งไปตามกระแสเลือด กรดอะซิติคจะถูกใช้ในการสร้างไขมันในนมและถูกกล้ามเนื้อใช้เป็นพลังงาน กรดโพรพิโอนิคจะถูกตับเปลี่ยนเป็นกลูโคสในเลือดและใช้เป็นแหล่งพลังงานบ้าง สำหรับกรดบิวทิริคจะถูกเปลี่ยนให้เป็น β-hydroxybutyrate ที่ผนังกระเพาะหมักและถูกต่อมน้ำนมใช้สำหรับสร้างไขมันในนม ส่วนโปรตีนในอาหารและสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ จะถูกสลายตัวให้เป็นกรดแอมิโนและแอมโมเนียตามลำดับ จุลินทรีย์สามารถนำมาใช้ในการสร้างโปรตีนของตัวเอง (microbial protein) เมื่อจุลินทรีย์ผ่านไปยังกระเพาะและลำไส้เล็กจะถูกย่อยโดยเอนไซม์จากตัวสัตว์ให้เป็นกรดแอมิโน ซึ่งสัตว์สามารถดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกายได้ โดยวิธีการนี้สัตว์เคี้ยวเอื้องจึงสามารถได้โปรตีนส่วนหนึ่งที่มันต้องการจากส่วนประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non protein nitrogen, NPN) เช่น ยูเรียได้ นอกจากนั้นจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ยังสามารถสร้างวิตามินได้ โดยเฉพาะวิตามินบีที่สร้างขึ้นตามความต้องการของตัวเอง เมื่อถูกย่อยในลำไส้เล็ก วิตามินนี้จะถูกนำไปใช้ประโยชน์แก่สัตว์ วิตามินเคก็ถูกสร้างได้ในกระเพาะหมักเช่นกัน (บุญล้อม, 2527)

อาหารที่ไม่ถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก จะผ่านไปยังกระเพาะสามสิบกลีบ (omasum) ซึ่งมีหน้าที่หลักคือดูดน้ำออกจากอาหาร จากนั้นจะถูกส่งไปยังกระเพาะแท้ (abomasum) กระเพาะส่วนนี้จะขับเอนไซม์ที่มีกรดเกลือ ทำหน้าที่ลดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารลงเหลือเพียง

2.5 ซึ่งเหมาะต่อการทำงานของเอ็นไซม์เปปซิน และเรนนิน ที่ถูกขับออกจากกระเพาะแท้และมีบทบาทในการย่อยโปรตีน (บุญล้อม, 2527)

เมื่ออาหารออกจากกระเพาะส่วนสุดท้ายจะเคลื่อนเข้าสู่ลำไส้เล็ก หน้าที่ของลำไส้เล็กในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะคล้ายกับในสัตว์กระเพาะเดี่ยวคือจะย่อยและดูดซึมอาหาร ผนังลำไส้เล็กบุด้วย villi ลักษณะคล้ายนิ้วมือเล็กๆ ยื่นออกมาช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมอาหาร ลำไส้เล็กตอนบนมีหน้าที่หลักในการสร้างเอ็นไซม์ ส่วนล่างเกี่ยวข้องกับการดูดซึมอาหาร อาหารที่ออกจากกระเพาะมายังลำไส้เล็กอยู่ในรูป chyme มีสภาพเป็นกรดอย่างแรง จะถูกทำให้เป็นกลางโดยเอ็นไซม์ที่เป็นด่างจากตับ ตับอ่อน และผนังของลำไส้เล็กเอง ได้แก่ น้ำดี (bile) เอ็นไซม์จากตับอ่อน (pancreatic juice) และ intestinal juice สำหรับเอ็นไซม์จากตับอ่อนมีเอ็นไซม์ย่อยโปรตีนคือ trypsin, chymotrypsin และ carboxypeptidase นอกจากนี้ยังมีเอ็นไซม์ย่อยไขมัน (pancreatic lipase) ย่อยแป้ง (pancreatic amylase) และย่อยกรดนิวคลีอิค (nuclease) ด้วย ในลำไส้เล็กจะมีเอ็นไซม์สำหรับย่อยน้ำตาลให้เป็นโมเลกุลเดี่ยวก่อนจะมีการดูดซึม ซึ่งได้แก่ sucrase, maltase และ lactase นอกนี้ยังมีเอ็นไซม์ย่อยโปรตีนขั้นสุดท้ายอยู่ด้วยคือ aminopeptidase และ dipeptidase โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ถูกย่อยจนถึงขั้นสุดท้ายได้เป็นกรดแอมิโนและน้ำตาล (เมธาและฉลอง, 2533)

อาหารที่ไม่ถูกย่อยและดูดซึมในลำไส้เล็กจะถูกส่งไปยังลำไส้ใหญ่และอยู่ที่นั่นเป็นเวลานาน จะไม่มีเอ็นไซม์มีแต่แบคทีเรียหมักอาหารทำให้อุจจาระมีกลิ่นเหม็น น้ำจะถูกดูดซึมที่ลำไส้ใหญ่จึงทำให้อุจจาระมีลักษณะหมาดชื้น ในแพะแกะจะมีการขับเมือกออกมาหุ้ม ทำให้มีลักษณะเป็นเม็ด (บุญล้อม, 2527)

การใช้ประโยชน์จากเศษเหลือทางการเกษตรเป็นอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากอาหารชนิดต่างๆ ได้สูงมาก โดยเฉพาะความสามารถพิเศษในการใช้อาหารหยาบหรืออาหารที่มีโปรตีนคุณภาพต่ำ โดยเปลี่ยนเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (นิรันดร, 2536)

เศษเหลือจากผลผลิตทางการเกษตรจำพวกฟางของธัญญพืชต่างๆ ที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องมักมีปริมาณไนโตรเจน พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ การย่อยได้และแร่ธาตุหลักที่จำเป็นอยู่ในระดับต่ำ มีโภชนะภายในเซลล์ที่ละลายง่าย (soluble cell content) เพียงเล็กน้อย แต่มีปริมาณเยื่อใยสูงมาก (เมธา และ ฉลอง, 2533) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทโครงสร้าง (structural carbohydrate) ที่ไม่ละลายน้ำได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและเพคติน แต่

สามารถย่อยได้โดยเอ็นไซม์ที่สังเคราะห์ออกมาจากจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (Russell and Hespell, 1981) และถูกดูดซึมผ่านกระเพาะหมักเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับตัวสัตว์เคี้ยวเอื้องต่อไป (Orskov, 1975) ผลิตผลสำคัญที่ได้จากการย่อยดังกล่าวคือ กรดไขมันที่ระเหยได้ ซึ่งประกอบด้วย กรดอะซิติค กรดโพรพิโอนิค และกรดบิวทิริค ที่มีสัดส่วนประมาณ 70, 20 และ 10 โมลาร์เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Preston, 1986) นอกจากนี้การหมักย่อยโพลีแซคคาไรด์จากพืชทำให้ได้แหล่งคาร์บอนและพลังงานเบื้องต้นที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีพและการเจริญของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักด้วย (Wolin and Miller, 1988) อย่างไรก็ตามสัตว์เคี้ยวเอื้องที่กินเศษเหลือทางการเกษตรเป็นอาหารหลักมักเกิดสภาวะขาดโภชนะโดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานและแหล่งไนโตรเจนที่สามารถเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียได้ง่าย มีผลให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักทำงานไม่มีประสิทธิภาพ กิจกรรมการหมักย่อยลดลง การกินได้ของเศษเหลือทางการเกษตรก็ลดลงด้วยเป็นสาเหตุให้กรดไขมันระเหยได้ เซลล์จุลินทรีย์ (โปรตีน 65 เปอร์เซ็นต์) และอัตราส่วนของโปรตีนต่อพลังงานลดลง จึงส่งผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ การเจริญเติบโต การผลิตน้ำนม รวมทั้งขนาดตัวเมื่อโตเต็มที่ของสัตว์ลดลง

ดังนั้นการเสริมอาหารโปรตีนและพลังงานแก่สัตว์เคี้ยวเอื้องที่กินเศษเหลือทางการเกษตรจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง (Leng, 1987) เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถใช้แหล่งไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียที่ได้จากสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน แอมิโนและเปปไตด์ โดยกิจกรรมของเอ็นไซม์ที่ผลิตจากจุลินทรีย์เอง แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นโปรตีนจุลินทรีย์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีส่วนประกอบของกรดแอมิโนจำเป็นในสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งจะถูกย่อยและดูดซึมที่กระเพาะหมักและลำไส้เล็กแล้วสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี (นิรันดร, 2536) ดังนั้นการเสริมโปรตีนและพลังงานแก่สัตว์ที่กินอาหารหยาบคุณภาพต่ำหรือเศษเหลือทางการเกษตรในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน หรือแหล่งโปรตีนจากพืชจะเป็นการปรับปรุงการย่อยได้และการกินได้ของอาหารหยาบให้ดีขึ้น (Horton, 1979 ; Sultan and Loerch, 1992)

ในบรรดาเศษเหลือทางการเกษตรที่นิยมใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องพบว่า ฟางข้าวมีปริมาณมากและหาได้ง่าย สำหรับในประเทศไทยปริมาณฟางข้าวหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากเนื้อที่ปลูกข้าว 58.4 ล้านไร่ ประมาณว่าจะมีฟางข้าว 18.04 ล้านตัน (กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2531) จึงสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเพื่อทดแทนหญ้าสดที่มักจะประสบปัญหาการขาดแคลน

ส่วนประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าว

ฟางข้าวมีวัตถุแห้ง (dry matter, DM) 83-93 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ (organic matter, OM) 81-86 เปอร์เซ็นต์ ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าฟางข้าวมีคุณค่าทางอาหารต่ำมากคือ โปรตีนรวม (crude protein, CP) 3-4 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรก (nitrogen free extract, NFE) 32.50 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน (ether extract, EE) 1-2 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม (crude fiber, CF) 25-76 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีปริมาณแร่ธาตุที่จำเป็นน้อยมาก เช่น ฟอสฟอรัส 0.1 เปอร์เซ็นต์ (Wanapat *et al.*, 1983) และยังประกอบด้วยซิลิกาปริมาณค่อนข้างสูง จึงทำให้ฟางข้าวมีส่วนของวัตถุแห้งที่ย่อยได้ลดลงเหลือเพียง 40-45 เปอร์เซ็นต์ (บุญล้อมและนิรันดร, 2527) และออกซาเลท (oxalate) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในฟางข้าวมีปริมาณค่อนข้างสูงมีผลให้แคลเซียมในอาหาร ถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง (Jackson, 1977)

ฟางข้าวในแต่ละแหล่งมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น ชนิดและพันธุ์ ส่วนต่างๆ ของฟางข้าว ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ชนิดและอัตราการใส่ปุ๋ย ช่วงการเจริญเติบโต ความสูงของการเก็บเกี่ยว สัดส่วนของใบกับลำต้น วิธีการเก็บเกี่ยว ลักษณะและวิธีการเก็บรักษาฟางข้าวหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการปลอมปนของวัสดุอื่น ๆ (Devendra, 1982a ; Ibrahim and Schiere, 1985) โปรตีนรวมของฟางข้าวจะมีค่าสูงสุดในใบ (5.6 เปอร์เซ็นต์) และต่ำสุดในลำต้น (2.6 เปอร์เซ็นต์) แต่ปริมาณซิลิกาจะตรงข้ามกับปริมาณโปรตีน (Sannasgala and Jayasuriya, 1984) เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในหลอดทดลอง (*in vitro* organic matter digestibility, IVOMD) ในส่วนต่าง ๆ ของฟางข้าวมีความแตกต่างกัน คือ มีค่าสูงสุดในลำต้น (ข้อ+ปล้อง) รองลงมา คือใบ (Pearce, 1984) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวพันธุ์ต่าง ๆ มีแนวโน้มทำให้โปรตีนรวมและเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในหลอดทดลอง (*in vitro* dry matter digestibility, IVDMD) เพิ่มขึ้น แต่ส่วนประกอบอื่น ๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก (Sannasgala *et al.*, 1984 ; Roxas *et al.*, 1984)

การที่ฟางข้าวมีคุณค่าทางอาหารต่ำคือ มีโปรตีนรวมต่ำแต่มีเยื่อใยสูง จึงส่งผลกระทบต่อการกินได้และการย่อยได้ในตัวสัตว์ ปริมาณการกินฟางข้าวเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งจะผันแปรตามชนิดของสัตว์ โดยกระบือ แกะ และโคสามารถกินฟางข้าวได้ 1.9, 1.8 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 70, 40 และ 43 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิก ตามลำดับ และการย่อยได้ของฟางข้าวเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งเท่ากับ 48.7, 42.6 และ 51.2 เปอร์เซ็นต์ โดยมีโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด

(total digestible nutrient, TDN) 460 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง (Cheva- Isarakul and Cheva - Isarakul 1984) Potikanond และคณะ (1988) รายงานว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้ง ไขมัน เยื่อใย และไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกของฟางข้าวในโคเท่ากับ 43.6, 44.4, 67.1 และ 45.3 เปอร์เซ็นต์ และในกระบือเท่ากับ 45.3, 46.3, 64.3 และ 47.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นการนำฟางข้าวอย่างเดียวมาเลี้ยงสัตว์ พบว่า สัตว์ไม่สามารถกินฟางข้าวได้เพียงพอกับความต้องการพลังงานของร่างกาย (Lesoing *et al.*, 1981) จึงต้องพิจารณาถึงการปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวเพื่อให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากฟางข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว (เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง)

Dry matter	Organic matter	Crude protein	Ether extract	Crude fiber	Nitrogen free extract	ที่มา
83.90	82.70	2.90	1.90	34.80	43.10	Holm (1973)
-	86.11	3.16	1.23	33.73	47.99	ประเสริฐ และคณะ (2514)
90.00	83.51	2.76	2.00	38.13	32.27	สมคิด และคณะ (2525)
91.33	83.99	4.19	1.59	39.96	38.25	วรพงษ์ และบุญฤา (2527)
92.55	84.32	3.90	1.41	33.50	39.20	Morrison (1961)
86.00	83.60	2.30	1.80	38.40	40.20	Cheva-Isarakul และ Cheva-Isarakul (1984)
92.46	81.37	3.59	2.19	35.27	48.33	Suriyajantratong และ Senakas (1984)
88.09	-	3.98	-	25.17	-	สุมิตรา (2541)
93.32	-	2.15	-	76.38	-	พานิช (2535)
-	-	4.00	2.00	75.00	44.00	Doyle และคณะ (1986)
92.97	-	4.32	1.33	28.28	50.98	จินดา และคณะ (2540)

การปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าว

ฟางข้าวธรรมดามีสารอาหารและความน่ากินค่อนข้างต่ำมีรายงานว่า การให้ฟางข้าวอย่างเดียวเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทำให้โค กระบือ แพะและแกะ สูญเสียน้ำหนักตัว 90-150 กรัมต่อวัน (พานิช, 2535) จึงมีกรรมวิธีหลายๆ อย่างที่จะปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวให้สูงขึ้นเพื่อให้สัตว์มีความสามารถที่จะใช้ประโยชน์ได้สูงขึ้น ซึ่ง Doyle และคณะ (1986) ได้สรุปกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวดังนี้

1. กรรมวิธีทางกายภาพ ได้แก่ การทำให้ชุ่ม การหั่น การนึ่งภายใต้ความดัน
2. กรรมวิธีทางเคมี ได้แก่ การใช้กรดและด่าง
3. กรรมวิธีทางกายภาพและเคมี ได้แก่ การหั่นและเติมสารเคมี
4. กรรมวิธีทางชีวภาพ ได้แก่ การหมัก การใช้น้ำย่อยและการใช้เชื้อจุลินทรีย์

ปัจจุบันการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวใช้กรรมวิธีหลายรูปแบบผสมผสานกัน แต่ในการตรวจเอกสารครั้งนี้จะนำเสนอเฉพาะการใช้ยูเรียเป็นหลัก รวมทั้งการใช้กากน้ำตาลเพื่อรักษาคุณค่าทางอาหารและเพิ่มปริมาณการกินได้ของฟางข้าวหมักยูเรีย

การปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวโดยการหมักยูเรีย

ยูเรียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน ผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ดี มีระดับไนโตรเจน 46 เปอร์เซ็นต์ (เกรดปุ๋ย) หรือ 42 เปอร์เซ็นต์ (เกรดอาหารสัตว์) การปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวโดยใช้ยูเรียจัดเป็นการปรับปรุงคุณภาพโดยกรรมวิธีทางเคมี ยูเรียจะช่วยปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวได้ 2 วิธี คือ

1. การปรับปรุงการย่อยได้ของฟางข้าว โดยแบคทีเรียที่ติดอยู่ที่ผิวฟางข้าวจะผลิตเอนไซม์ยูริเอส (urease) ออกมาย่อยสลายยูเรียให้เป็นแอมโมเนีย (NH_3) และคาร์บอนไดออกไซม์ (CO_2) ดังนี้

$$NH_2 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - NH_2 \text{ (urea)} + H_2O \xrightarrow{\text{urease}} 2\,NH_3 + CO_2$$

$$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4OH \text{ (ammonium hydroxide)}$$

แอมโมเนียที่ปล่อยออกมาจะทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็น ammonium hydroxide ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่าง สภาวะดังกล่าวทำให้พันธะระหว่าง hemicellulose chain lignin polymer และ cellulose อ่อนลงมีผลทำให้เนื้อฟางสามารถดูดซับน้ำ (swelling flexibility) ได้มากขึ้นและเกิดการบวมพอง ทำให้กิจกรรมการย่อยสลายของเอนไซม์ที่ปล่อยออกมาจากจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น จึงเปิดโอกาสให้จุลินทรีย์หรือเอนไซม์เข้าไปย่อยผนังเซลล์ได้มากขึ้น (Jackson, 1977 ; Sundstol and Coxworth, 1984) ทำให้ฟางข้าวถูกย่อยสลายได้เพิ่มขึ้น

2. ยูเรียทำให้สัตว์ได้รับไนโตรเจนสูงเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มประชากรและกิจกรรมของจุลินทรีย์ทำให้อัตราการย่อยอาหารเร็วขึ้น เป็นผลให้สัตว์กินฟางข้าวได้มากขึ้นและสมรรถภาพการผลิตของโค-กระบือที่ได้รับฟางข้าวหมักยูเรียสูงกว่าโค-กระบือที่ได้รับฟางธรรมดา (Jayasuriya and Perera, 1982 ; Ibrahim and Schiere, 1985)

มีรายงานการใช้ฟางหมักยูเรียเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 (Jayasuriya and Perera, 1982) การใช้ยูเรียในการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ฟางข้าวสามารถใช้ยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนประชากร เมื่อจุลินทรีย์เหล่านี้ตายลง โปรตีนก็จะถูกย่อยสลายเป็นกรดแอมิโนและสัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ สำหรับเมืองไทยเนื่องจากต้นทุนต่ำ สะดวกต่อการปฏิบัติและสามารถหาซื้อยูเรียได้ง่ายกว่าสารเคมีชนิดอื่นๆ เพราะเป็นปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ในการเพาะปลูกอยู่แล้ว ยูเรียสามารถละลายน้ำได้ง่ายและจะสลายตัวโดยน้ำย่อยยูริเอสได้เป็นแอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำปฏิกิริยาได้เร็วขึ้นในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง ระดับความชื้น รวมทั้งจำนวนแบคทีเรียที่ย่อยสลายยูเรีย (ureolytic bacteria) ที่ติดอยู่กับผิวฟางข้าวก็มีความสำคัญต่อการย่อยสลายตัวของยูเรียด้วย (Sundstol *et al.*, 1978 ; Verma, 1983)

จากการศึกษาการย่อยได้และองค์ประกอบต่างๆ ในฟางข้าวด้วยเทคนิคถุงไนล่อน (nylon bag technique) พานิช (2535) รายงานว่า ฟางข้าวธรรมดามีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งเพียง 48.4

เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อผ่านการหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ นาน 21 วัน ค่าการย่อยได้เพิ่มขึ้นเป็น 56.0 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ของเยื่อใยรวมเพิ่มจาก 76.4 เปอร์เซ็นต์ เป็น 83.4 เปอร์เซ็นต์ และการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสเพิ่มจาก 55.3 เปอร์เซ็นต์ เป็น 58.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การย่อยได้ของลิกนินมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก Wongsrikeao และ Wanapat (1984) ได้เปรียบเทียบการย่อยได้ของฟางข้าวธรรมดากับฟางข้าวหมักยูเรีย 3 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีโปรตีนรวม 3.8, 5.5 และ 6.8 เปอร์เซ็นต์ ในกระบือพบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 43.2, 52.6 และ 55.4 เปอร์เซ็นต์ และการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 56.4, 59.5 และ 60.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบวิธีปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวด้วยยูเรียและแอมโมเนียในแกะ Bae และคณะ (1988) รายงานว่า ปริมาณการย่อยสลายโปรตีนรวมในฟางข้าวที่ผ่านการหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าฟางข้าวที่พ่นด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 3 เปอร์เซ็นต์ ระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักของแกะที่ได้รับฟางข้าวที่หมักด้วยยูเรียสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับฟางข้าวที่พ่นด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ แต่ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นระดับกรดบิวทิริคที่พบว่า ในกลุ่มที่ได้รับฟางข้าวที่หมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับฟางข้าวที่พ่นด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ในช่วงก่อนให้อาหารและหลังให้อาหาร 3 และ 6 ชั่วโมง ส่วนระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดพบว่า แกะที่ได้รับฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับฟางข้าวพ่นด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

นอกจากนี้ Kumwenda และคณะ (1991) รายงานว่า โคนมซึ่งได้รับฟางข้าวที่ผ่านการหมักยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตดีขึ้นและปริมาณน้ำนมในช่วงหน้าแล้งเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Rengsirikul และ Chairatanayuth (1983) ที่ใช้ฟางข้าวที่หมักยูเรียเป็นอาหารหยาบเพียงอย่างเดียวในโคที่กำลังให้นมโดยนำสารละลายยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ (ยูเรีย 6 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลิตร) พ่นในฟางข้าว 100 กิโลกรัมและปิดด้วยพลาสติก ทิ้งไว้ 21 วัน นำมาให้โคกิน 10 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน พบว่า โคที่กินฟางหมักยูเรียให้น้ำนมสูงกว่าโคที่ได้รับฟางข้าวธรรมดา จึงเป็นไปได้ว่าสามารถใช้ฟางข้าวที่หมักด้วยยูเรียมาเป็นแหล่งอาหารหยาบในโคนมได้ในช่วงสั้นๆ

Kiruiro (1989) ศึกษาผลของการหมักฟางข้าวด้วยยูเรียต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้และความสมบูรณ์พันธุ์ของแกะ โดยใช้ยูเรีย 15, 30 และ 45 กรัมต่อฟาง 1 กิโลกรัม นาน 85 วัน พบว่า การหมักฟางข้าวยูเรียทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวมและเยื่อใยรวมเพิ่มขึ้น ทำให้มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นส่งผลให้การเจริญเติบโตของสัตว์ดีขึ้นและแนะนำว่า การใช้ยูเรียระดับ 30 และ 45 กรัมต่อฟางข้าว 1 กิโลกรัม เป็นระดับที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าว

Gihad และคณะ (1989) รายงานว่า แกะเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 19.5 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหารหยาบที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ 1) ฟางข้าวที่ไม่ผ่านการปรับปรุง+ข้าวบาร์เล่ย์ 2) ฟางข้าวที่พ่นด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซม์ +ข้าวบาร์เล่ย์ 3) ฟางข้าวที่หมักด้วยยูเรีย+ข้าวบาร์เล่ย์ ซึ่งมีระดับโปรตีนรวมของฟางข้าวในอาหารทั้ง 3 กลุ่มเท่ากับ 3.59, 4.9 และ 9.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนรวมของฟางที่พ่นด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์หรือฟางข้าวที่หมักด้วยยูเรียผสมข้าวบาร์เล่ย์สูงกว่าฟางที่ไม่ผ่านการปรับปรุง ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้เท่ากับ 2.5, 3.3 และ 3.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สำหรับฟางข้าวที่ไม่ผ่านการปรับปรุง ฟางข้าวที่พ่นด้วยแอมโมเนียและฟางข้าวที่ผ่านการหมักด้วยยูเรียตามลำดับ เช่นเดียวกับอัตราการเจริญเติบโตของแกะซึ่งเท่ากับ -2, 47 และ 42 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

วิบูลย์ศักดิ์ (2530) พบว่า การใช้ฟางข้าวหมักด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์และยูเรีย 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้การย่อยได้ของโปรตีนรวมเปลี่ยนแปลงไปคือ การย่อยได้ของโปรตีนโดยเฉลี่ยในฟางข้าวทั้ง 2 กลุ่มเพิ่มขึ้น 2.4, 13.5 และ 13.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยสัดส่วนของยูเรียที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าวคือ 4-6 เปอร์เซ็นต์ และควรหมักนาน 3-6 สัปดาห์ ในการเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างการใช้น้ำแอมโมเนียและยูเรียพบว่า สารเคมีทั้ง 2 ชนิดสามารถใช้ปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวได้ แต่ยูเรียมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากยูเรียมีราคาถูก หาซื้อง่าย สะดวกต่อการเก็บรักษาและใช้งาน นอกจากนั้นจากการทดลองให้แกะได้รับอาหาร 4 สูตรคือ 1) ฟางข้าวที่ไม่ผ่านการปรับปรุง 2) หญ้าขนแห้ง 3) ฟางข้าวหมักยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ และ 4) ฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 119 วัน พบว่า แกะที่ได้รับอาหารสูตร 2-4 มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันแต่สูงกว่าแกะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 นอกจากนั้นยังพบว่า ประสิทธิภาพในการใช้อาหารสูตรที่ 2, 3 และ 4 ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับฟางที่ไม่ผ่านการหมักและเมื่อพิจารณาดูอัตราการเจริญเติบโตพบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างแกะที่ได้รับฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์และแกะที่ได้รับหญ้าขนแห้ง

Djajanegara และ Doyle (1989) ศึกษาผลของปริมาณการกินได้ การย่อยได้และการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในแกะลูกผสมระหว่างพันธุ์เมอริโน (Merino) และพันธุ์คอร์ริเดล (Coriedale) ที่ได้รับฟางข้าวที่ไม่ผ่านการปรับปรุง ฟางข้าวที่ผสมยูเรีย ฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ และฟางข้าวหมักยูเรียเสริมด้วยโซเดียมซัลเฟต พบว่า การหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย นาน 21 วัน ทำให้สัดส่วนของเฮมิเซลลูโลสในผนังเซลล์ลดลงจาก 30 เป็น 24 เปอร์เซ็นต์ และความสามารถในการย่อยได้ของผนังเซลล์เพิ่มจาก 57 เปอร์เซ็นต์ เป็น 69 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณการกินได้ของอาหารทั้ง 4 ชนิด เท่ากับ 580, 780, 800 และ 930 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ความสามารถในการย่อยสลายของผนังเซลล์

ในฟางข้าวมีค่าเป็น 41, 49, 60 และ 63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในกระเพาะหมักของแกะที่ได้รับอาหารทั้ง 4 ชนิดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกัน แต่ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนเท่ากับ 12, 57, 104 และ 203 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ การหมักฟางข้าวด้วยยูเรียหรือการผสมยูเรียลงในฟางข้าวจะช่วยเพิ่มสมดุลไนโตรเจนและการเสริมโซเดียมซัลเฟตจะช่วยเพิ่มการย่อยได้ของอินทรียวัตถุที่กินเข้าไป แกะที่กินฟางข้าวที่ไม่ผ่านการปรับปรุงมีน้ำหนักลดลง 140 กรัมต่อวัน ในขณะแกะที่กินฟางหมัก ฟางผสมยูเรียและฟางหมักเสริมโซเดียมซัลเฟตมีน้ำหนักตัวลดลงเพียงเฉลี่ย 15 กรัมต่อวัน ซึ่งเป็นผลมาจากคุณภาพของฟางข้าว

Kumar และคณะ (1991) ศึกษาผลการเลี้ยงโคนมด้วยฟางข้าวหมักยูเรียต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะและต้นทุนการผลิต โดยให้โคได้รับอาหารข้นมีโปรตีน 22 เปอร์เซ็นต์ และฟางข้าวผ่านการปรับปรุง แบ่งเป็น 4 กลุ่มดังนี้ 1) ฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ ให้กินอย่างเต็มที่+อาหารข้นตามความต้องการ 2) ฟางข้าวที่ไม่ผ่านการหมัก+อาหารข้นตามความต้องการ 3) ฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์+อาหารข้น 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการ และ 4) ฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์+อาหารข้น 75 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการ เป็นระยะเวลา 63 วัน พบว่า ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ของโคแต่ละกลุ่มคือ 10.1, 8.1, 10.9 และ 11.2 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยโคกลุ่มที่ได้รับฟางข้าวที่ไม่ผ่านการหมัก+อาหารข้นตามความต้องการ มีปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้น้อยกว่าโคกลุ่มที่ 1, 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนปริมาณน้ำนมที่ปรับไขมันที่ 4 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 4.9, 4.2, 5.8 และ 5.9 กิโลกรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับการย่อยสลายของวัตถุแห้งในฟางข้าวที่หมักยูเรียและเสริมด้วยอาหารข้นมีค่าสูงกว่าฟางข้าวที่ไม่ผ่านการหมักยูเรียและเสริมอาหารข้น (62.5 และ 52.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เช่นเดียวกับการย่อยได้ของเยื่อใยรวมและไนโตรเจนฟรีเอกซแทรก ซึ่งมีค่าเป็น 68.3, 52.8, 67.5 และ 58.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า โคที่ได้รับอาหารข้น 50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการสามารถกินฟางข้าวที่ผ่านการหมักยูเรียได้ดีและมีต้นทุนในการผลิตต่ำสุด

ในการนำฟางปรุงแต่งคุณภาพด้วยยูเรียหรือฟางหมักด้วยยูเรียมาใช้เป็นอาหารสัตว์จะประสบปัญหาคือ แอมโมเนียที่อยู่ในรูปอิสระจะระเหยและสูญเสียได้ง่ายหลังจากเปิดทิ้งไว้ 2 ชั่วโมงขึ้นไป การแก้ปัญหานี้ทำได้โดยการสะเทินด้วยกรดอินทรีย์ แต่เนื่องจากกรดอินทรีย์ในเมืองไทยมีราคาแพงมาก จึงมีการนำกรดกำมะถันและกากน้ำตาลมาแทน ทำให้สามารถเก็บรักษาฟางข้าวไว้ในรูปแห้งได้โดยคุณค่าโภชนะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก นอกจากนั้นกากน้ำตาลยังเป็นแหล่งพลังงานเพื่อการใช้ประโยชน์ของตัวสัตว์เองและจุลินทรีย์ด้วย สมคิด และคณะ (2537 ก, ข) ได้ศึกษาการผลิต

ฟางปรุงแต่งยูเรียอัดฟ่อนแห้งโดยใช้กรดกำมะถัน 40 กรัมต่อฟางปรุงแต่งสด 1.75 กิโลกรัมและกากน้ำตาล 100 กรัมต่อฟางปรุงแต่งสด 1.75 กิโลกรัม และเก็บไว้เป็นเวลา 3 เดือน ได้ฟางปรุงแต่งแห้งที่มีโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด 50 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนรวม 9.1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเลี้ยงโคนมรุ่นพบว่า โคมีสมดุลของไนโตรเจนเท่ากับ 7.6 กรัมต่อวัน อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติการใช้กรดกำมะถันไม่สะดวกและทำให้ต้นทุนสูงขึ้น

การใช้กากน้ำตาลเสริมในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สัตว์เคี้ยวเอื้องที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำเพียงอย่างเดียว น้ำหนักตัวจะลดลง การเสริมด้วยกากน้ำตาลสามารถช่วยปรับปรุงการกินได้ของอาหารหยาบคุณภาพต่ำให้สูงขึ้น และช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักตัวได้ (Minson, 1990) อย่างไรก็ตามการใช้กากน้ำตาลปริมาณที่สูงเกินไปในสูตรอาหารทำให้สมรรถภาพการผลิตและประสิทธิภาพการใช้อาหารมีแนวโน้มลดลง (Church, 1991 ; Rangnekar, 1988) ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการย่อยเยื่อใย (cellulolytic activity) ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักลดลง (Schiere and Ibrahim, 1989) และไม่ควรใช้กากน้ำตาลเพียงอย่างเดียวเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่ควรใช้เป็นส่วนประกอบร่วมกับอาหารอื่นจะเป็นประโยชน์มากกว่า (Givens *et al.*, 1992)

Ali-Karimi (1990) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวและหญ้าขนแห้งที่เสริมกากน้ำตาลในแพะพบว่า ฟางข้าวและหญ้าขนแห้งสามารถใช้เป็นอาหารได้ดีด้วยการเสริมกากน้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ โดยทำให้แพะสามารถเพิ่มน้ำหนักและการสะสมไขมันได้ดีแต่ไม่แนะนำให้ใช้หญ้าขนแห้งเพียงอย่างเดียวควรเสริมด้วยฟางข้าวและกากน้ำตาลด้วย

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของฟางข้าวหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เสริมกากน้ำตาลระดับ 100, 200, 300 และ 400 กรัมต่อฟางข้าว 1 กิโลกรัม ในแกะ Masaoa (1989) รายงานว่า ระดับกากน้ำตาลที่เสริมไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้และประสิทธิภาพการใช้อาหาร แต่ทำให้การย่อยได้ของผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส เซลลูโลสและลิกนินลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณกากน้ำตาลขึ้น แต่เมื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้ฟางหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลและฟางหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลพบว่าปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส เซลลูโลสและเถ้าของฟางข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลภายหลังสูงกว่าฟางหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) การใช้ฟางหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลภายหลัง ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่าฟางหมักยูเรียร่วมกับกากน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ดังนั้นในการนำกากน้ำ

ตาลมาใช้กับฟางหมักยูเรีย จึงควรเสริมด้วยกากน้ำตาลภายหลังการหมักจะทำให้การใช้ประโยชน์ของฟางหมักเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพกว่าการนำมาผ่านการหมักร่วมกับฟางข้าวและยูเรีย

กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (palm kernel cake)

ในกระบวนการหีบน้ำมันจากโรงงานหีบน้ำมันปาล์มจะได้ผลผลิต 2 ประเภทคือ

1. ผลผลิตโดยตรง คือ น้ำมันปาล์ม ซึ่งมี 2 ชนิดคือ ชนิดที่ได้จากเปลือก เรียกว่า palm oil มีสีเข้มและมีความหนืดตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงหนืดมากและชนิดที่ได้จากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (palm kernel oil) มีสีจางกว่าชนิดแรก อาจมีสีเหลืองจนถึงเหลืองอมน้ำตาลและมีความหนืดระดับปานกลาง

2. ผลพลอยได้ ได้แก่

2.1) เศษทะลายปาล์ม (bunch trash) มีประมาณ 55-58 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลายที่แยกจากผลปาล์มหลังจากอบแล้ว ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงาน ส่วนเถ้าที่เหลือใช้เป็นปุ๋ย

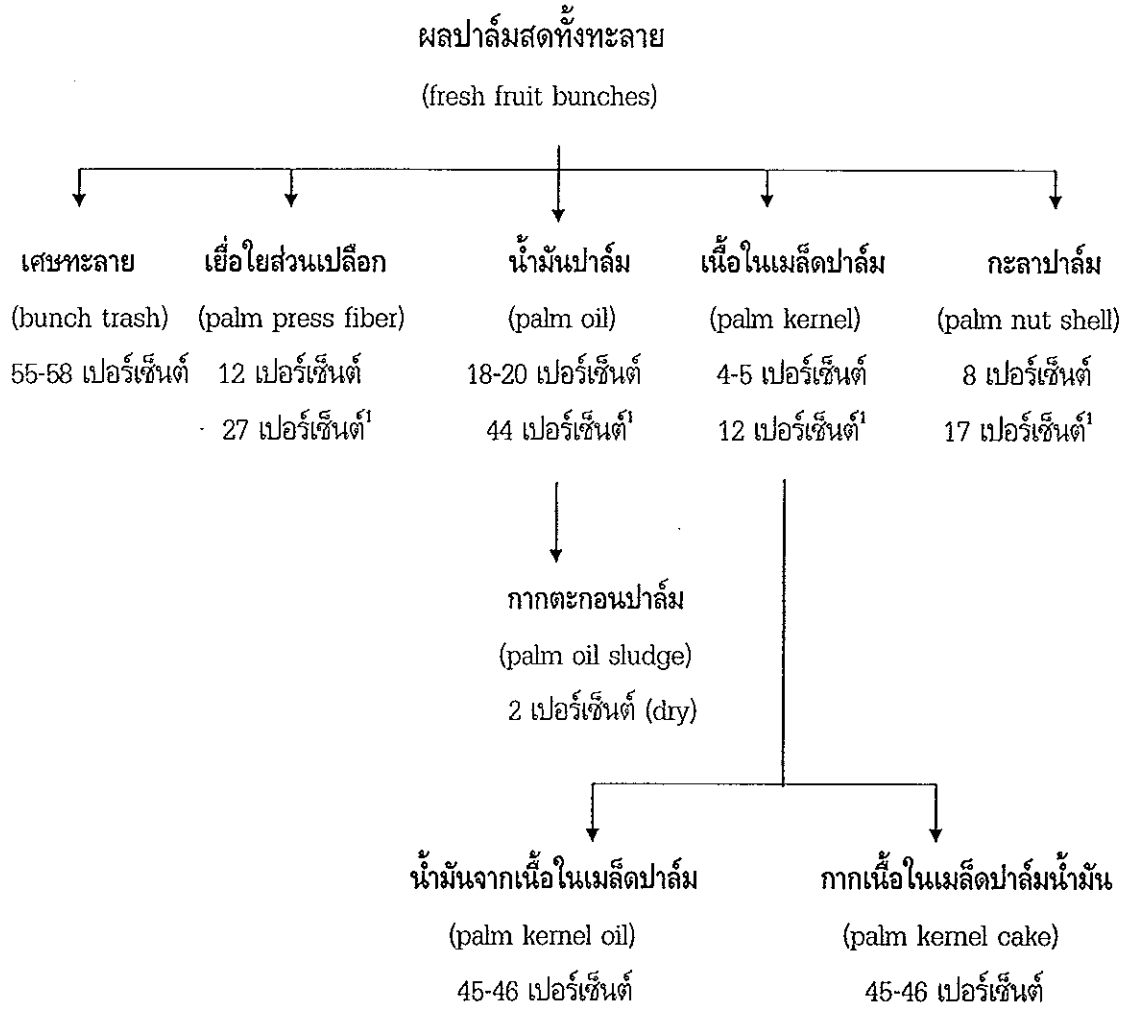
2.2) เยื่อใยส่วนเปลือก (palm press fiber, PPF) มีประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลาย ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงาน และอาจเป็นอาหารโคได้อีกด้วย (Wong *et al.*, 1988)

2.3) เนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน มีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลพลอยได้อื่นคือ มีเพียง 4-5 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลาย เมื่อนำมาหีบเอาน้ำมันออก กากที่เหลือมีลักษณะแห้งและแข็งอาจเป็นแผ่น (palm kernel cake, PKC) หรือเป็นผงละเอียด (palm kernel meal, PKM) มีคุณค่าทางอาหารสูง (Yeong, 1982)

2.4) กะลาปาล์ม (palm nut shell) มีลักษณะคล้ายกะลามะพร้าว ซึ่งมีประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงาน

2.5) กากตะกอนปาล์มน้ำมัน (palm oil sludge, POS) เป็นส่วนเหลือจากโรงงานที่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียได้ง่าย ได้จากการนำน้ำมันปาล์มดิบไปตกตะกอน แล้วนำกากตะกอนมาหมักทำให้โปรตีนสูงขึ้นและเยื่อใยลดลง (Webb *et al.*, 1976)

ปริมาณโดยประมาณของผลผลิตและผลพลอยได้จากการสกัดผลปาล์มน้ำมัน แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปริมาณผลผลิตและผลพลอยได้จากการสกัดผลปาล์มน้ำมัน

[1] เปอร์เซ็นต์ในส่วนประกอบของผลปาล์มทั้งหมด

ที่มา ดัดแปลงจาก Devendra (1977)

ส่วนประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน กากปาล์มน้ำมันไม่กระเทาะเปลือกและกากใยปาล์มน้ำมัน พบว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีโปรตีนประมาณ 14.6-16.2 เปอร์เซ็นต์ โภชนะย่อยได้ทั้งหมดประมาณ 70-72 เปอร์เซ็นต์ และเนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยสูง (ลิกโนเซลลูโลสประมาณ 41.8-49.9 เปอร์เซ็นต์) จึงเหมาะที่จะใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันชนิดที่สกัดน้ำมันด้วยสารเคมีมีสัดส่วนของไขมันเหลืออยู่ 1.8 เปอร์เซ็นต์ ใน

ขณะที่ชนิดหีบน้ำมันด้วยวิธีกลมีสัดส่วนไขมัน 9.1 เปอร์เซ็นต์ กากปาล์มน้ำมันชนิดไม่กระเทาะเปลือกมีโปรตีน 7.1-10.1 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกากที่ได้จากปาล์มทั้งผล ทำให้มีโปรตีนต่ำแต่มีเยื่อใยสูงกว่ากากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียมสูง (8.0, 3.6 และ 4.4 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) นอกจากนั้นปริมาณแร่ธาตุปลีกย่อยที่มีอยู่มากที่สุดคือ เหล็ก 356 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ แมงกานีส 135 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่สังกะสีและทองแดง อยู่ในระดับ 41 และ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Nwokolo *et al.*, 1977; McDonald *et al.*; 1988) ปริมาณทองแดงของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากมะพร้าว กากเมล็ดฝ้าย และกากลินสีด (Ahmad, 1988a)

การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สัตว์กระเพาะเดี่ยวใช้ประโยชน์จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้น้อยเนื่องจากมีเยื่อใยสูง แต่อาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบเมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจะคงอยู่ในกระเพาะหมักได้นานเนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยสูง ทำให้อาหารย่อยได้มากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันให้สูงขึ้นจะทำให้การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ลดลง (Ahmad, 1988b)

พิชัย (2534) ได้ทำการศึกษาการใช้ฟางข้าวหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารพื้นฐานในแพะลูกผสม เพศผู้ตอนหลังหย่านม เสริมด้วยอาหารข้น ซึ่งมีส่วนประกอบของกากปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง พบว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของฟางหมัก มีค่าเท่ากับ 63.35, 63.52, 61.89 และ 61.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารข้นลดลงเมื่อมีการเพิ่มระดับของกากปาล์มน้ำมันในอาหารข้น ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของแพะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยแพะที่ได้รับฟางหมักเสริมอาหารข้นที่ไม่มีกากปาล์มน้ำมัน มีน้ำหนักเพิ่ม 24.9 กรัมต่อวัน ส่วนแพะที่ได้รับฟางหมักและเสริมอาหารข้นที่มีกากปาล์มน้ำมัน 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 20.2, 22.6 และ 18.6 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณวัตถุแห้งของฟางหมักที่กินได้ในแพะที่ได้รับการเสริมอาหารข้นที่มีกากปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ คือ 36.9, 36.4, 37.9 และ 36.9 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน สำหรับน้ำหนักซากพบว่า การให้ฟางหมักและเสริมด้วยอาหารข้นที่มีกากปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 7.9, 7.3, 7.1 และ 6.2 กิโลกรัม ส่วนเปอร์เซ็นต์ซากมีค่า 46.0, 45.7, 45.4 และ 45.6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต และมีสัดส่วนเนื้อ:กระดูก เป็น 2.5, 2.2, 2.1 และ 2.1 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า แพะที่ได้รับฟางหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารพื้นฐานเสริมด้วยอาหารข้นที่มีกาก

ปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ มีปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ อัตราการเจริญเติบโตและเปอร์เซ็นต์ซากใกล้เคียงกับแพะที่ได้รับฟางหมักเสริมด้วยอาหารข้นที่ไม่มีกากปาล์มน้ำมัน แต่เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหาร พบว่า แพะที่ได้รับฟางหมักเสริมด้วยอาหารข้นที่ไม่ผสมกากปาล์มน้ำมันใช้ต้นทุนสูงที่สุดคือ 12.57 บาทต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ส่วนแพะที่รับฟางหมักเสริมด้วยอาหารข้นที่มีส่วนประกอบของกากปาล์มน้ำมัน 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุน 9.08, 10.00 และ 8.76 บาทต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังนั้นในการเลี้ยงแพะลูกผสมหลังหย่านมโดยใช้ฟางข้าวหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบหลัก จึงแนะนำให้ใช้อาหารข้นที่มีกากปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารเนื่องจากมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการเสริมกากปาล์มน้ำมันระดับอื่นๆ ในอาหารข้นแต่ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากปาล์มน้ำมันและใช้ต้นทุนต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากปาล์มน้ำมัน 2.57 บาท ซึ่งเมื่อพิจารณาในแง่เศรษฐกิจพบว่ามีความเหมาะสมที่สุด

Idris (1981) ศึกษาการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันร่วมกับกากใยปาล์มน้ำมันในสัดส่วนต่างๆ คือ 35:15, 29:30 และ 23:45 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารข้นเลี้ยงโคลูกผสมระหว่างพันธุ์เรดเดน (Reddane) และพันธุ์เคดา กลันตัน (Kedah Kelantan) พบว่า เมื่อเพิ่มระดับของกากใยปาล์มน้ำมันขึ้น ทำให้เยื่อใยและแคลเซียมเพิ่มขึ้น แต่พลังงานทั้งหมดลดลง ส่งผลให้การเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำลง โดยโคกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 1 (35:15) มีอัตราการเจริญเติบโต 470 กรัมต่อวัน ซึ่งสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารทดลองสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Yusoff และคณะ (1985) รายงานว่า โคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์ซาฮิวาล (Sahiwal) และพันธุ์ฟรีเซียน (Friesian) ที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบมีอัตราการเพิ่มน้ำหนัก 740-760 กรัมต่อวัน และยังพบว่า โคที่ได้รับอาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักใกล้เคียงกับโคที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของมันเส้นและยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ (610 และ 510 กรัมต่อวัน ตามลำดับ)

นอกจากนั้น Ahmad (1986) รายงานว่า ในประเทศมาเลเซียสามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นอาหารเสริมในโครุ่นได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยสัตว์มีการเพิ่มน้ำหนัก 600-1,000 กรัม ต่อตัวต่อวัน และมีปริมาณการกินอาหาร 4.8-6.0 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้มีปริมาณไขมันต่ำ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน กากปาล์มน้ำมันไม่กระเทาะเปลือกและกากใยปาล์มน้ำมัน

องค์ประกอบ (เปอร์เซ็นต์)	กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม-น้ำมัน			กากปาล์มน้ำมัน-ไม่กระเทาะเปลือก		กากใยปาล์มน้ำมัน	
	(1)[ก]	(2)[ข]	(3)[ก]	(4)	(5)	(6)	(7)
วัตถุแห้ง	92.70	92.00	87.00	90.30	87.20	91.20	-
โปรตีน	14.60	15.20	16.20	10.10	7.10	9.30	4.20
ไขมัน	9.10	1.80	1.00	10.20	6.90	14.70	7.70
เยื่อใย	12.10	16.00	-	21.10	30.90	-	56.30
ผนังเซลล์	66.40	-	91.10	-	-	-	-
ลิกโนเซลลูโลส	41.80	46.00	49.90	-	-	-	-
ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก	59.90	63.20	-	44.50	38.50	-	28.50
เถ้า	4.30	3.80	5.10	4.30	4.60	6.40	3.30
แคลเซียม	0.21	0.25	-	0.26	-	-	0.31
ฟอสฟอรัส	0.52	0.52	-	0.35	-	-	0.13
โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด	72.00	70.00	-	-	-	4.60	7.00
พลังงานเมแทบอไลซ์ (MJ/Kg)	12.50	12.20	-	-	-	-	-

หมายเหตุ [ก] กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันชนิดหีบน้ำมันโดยวิธีกล

[ข, ค] กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันชนิดสกัดน้ำมันโดยสารเคมี

- ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

ที่มา (1) Ahmad (1988a) (2) Ahmad (1988b) (3) Jalaludin และคณะ (1991) (4) กองอาหารสัตว์ (2529) (5) สมพงษ์ (2526) (6) Aznam (1982) (7) Muthurajah และ Devendra (1975)

ผลของการเสริมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารต่อสภาพภายในกระเพาะหมัก

Abdullah และคณะ (1986) รายงานว่า โคพันธุ์เคดา กลันตัน ที่ได้รับหญ้าซีตาเรีย *(Setaria sphacelate)* เสริมด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 1.7 กิโลกรัมต่อวัน มีความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก 29.1 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โคพันธุ์เดียวกันซึ่งได้รับหญ้าซีตาเรียเพียงอย่างเดียวมีความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักเพียง 5.1 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากโคได้รับโปรตีนเพิ่มขึ้น

Abdullah และ Hutagalung (1988) รายงานว่า โคพันธุ์เคดา กลันตัน ที่ได้รับอาหารข้นที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 89 เปอร์เซ็นต์ (โปรตีน 16.6 เปอร์เซ็นต์) มีความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก 63.4 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โคพันธุ์เดียวกันที่กินอาหารข้นมีเมล็ดข้าวบาร์เล่ย์เป็นหลัก (โปรตีน 12.8 เปอร์เซ็นต์) และโคที่กินหญ้าเพียงอย่างเดียว (โปรตีน 6.8 เปอร์เซ็นต์) มีความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน 17.0 และ 15.07 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Wong และคณะ (1988) รายงานว่า ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักของโคที่ได้รับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบในอาหารข้นอยู่ในช่วง 5.9-7.5 ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหาร

ประสิทธิภาพการใช้อาหารหยาบคุณภาพต่ำในแพะ

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก มีความสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างๆ และมีพฤติกรรมในการกินอาหารต่างจากสัตว์อื่นๆ โดยกินอาหารได้หลากหลายชนิดและที่น่าสนใจคือ แพะสามารถใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือหรืออาหารหยาบคุณภาพต่ำได้ดี (Devendra and Burns, 1983) เพราะแพะมีระบบทางเดินอาหารที่ยาวทำให้อาหารอยู่ในทางเดินอาหารได้นาน (Devendra, 1982b) รวมถึงความสามารถในการหลั่งน้ำลายและลักษณะการคืนกลับของยูเรียสู่กระเพาะหมักที่สูงในแพะเมื่อเปรียบเทียบกับแกะ

Mgheni และคณะ (1993) ได้ศึกษาการใช้ฟางข้าวหมักยูเรียและฟางข้าวพ่นด้วยสารละลายยูเรียในแพะนม (ไม่ระบุพันธุ์) ที่กำลังเจริญเติบโต จำนวน 32 ตัว โดยการทำฟางหมักยูเรีย ใช้ยูเรีย 50 กรัม ละลายในน้ำ 600 มิลลิลิตร นำมาราดบนฟางและหมักนาน 2 สัปดาห์ ส่วนฟางพ่นยูเรียใช้

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

วิธีพ่นเป็นฝอยโดยใช้ยูเรีย 20 กรัม ละลายในน้ำ 600 มิลลิลิตร ทั้ง 2 วิธีใช้สารละลายยูเรียในอัตราส่วนต่อฟางในสภาพแห้ง 1 กิโลกรัม ฟางพ่นด้วยยูเรีย หลังจากพ่นเสร็จให้แพะกินทันที ใช้ระยะการทดลอง 90 วัน พบว่า การใช้ฟางหมักยูเรียทำให้อัตราการเจริญเติบโตของแพะ (36 กรัมต่อวัน) สูงกว่าให้กินฟางพ่นด้วยยูเรีย (3.3 กรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การให้ฟางหมักยูเรียจะทำให้แพะกินอาหารได้มากขึ้น เนื่องจากการย่อยได้และการผ่านของโภชนะในกระเพาะหมักมากและเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติยังมีการใช้ฟางหมักยูเรียกันน้อยมาก อาจมีสาเหตุจากเกษตรกรไม่นิยม ไม่อยากลงทุนและไม่แน่ใจว่าจะได้ผลดีและคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ฟางข้าวธรรมดาโดยไม่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ (วินัย, 2538)

ปริมาณอาหารที่แพะกินจะมากขึ้นเมื่อระดับโปรตีนในอาหารสูงขึ้น การศึกษาโดย Watson และ Norton (1982) ซึ่งให้แพะกินหญ้าแพนโกล่าแห้ง *(Digitaria decumbens)* ที่มีโปรตีนต่างกัน 2 ระดับ คือ 12.2 เปอร์เซ็นต์ และ 5.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับหญ้าที่มีโปรตีนสูงจะกินอาหารได้มากกว่า มีการย่อยได้ของผนังเซลล์หรือเยื่อใยรวมได้มากกว่าและมีระดับของแอมโมเนียในกระเพาะหมักมากกว่าแพะที่ได้รับโปรตีนต่ำ Louca และ Hancock (1977) รายงานว่า การเพิ่มโปรตีนในอาหารเสริมจาก 11 เป็น 16 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของแพะพันธุ์ดามาสกัส (Damuscus) สูงขึ้น แม้การเสริมแหล่งโปรตีนเช่น ยูเรีย (1.5 เปอร์เซ็นต์) ปลาป่น (5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์) หรือเมล็ดลูปิน (lupin seed) 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้ปริมาณการกินอาหารของพ่อแพะเพิ่มขึ้น แต่อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น เนื่องจากแพะที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนในระดับสูงกว่ามีสัมประสิทธิ์การย่อยได้และมีการใช้ไนโตรเจนได้เร็วกว่า จึงทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีกว่า

การศึกษาในฟิลิปปินส์โดย Rasjid และ Perez (1980) ได้ทำการทดลองเลี้ยงแพะโดยใช้ฟางข้าวเสริมใบกระถิน รำข้าวและกากน้ำตาล โดยแบ่งแพะเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ให้ฟางข้าว 30 เปอร์เซ็นต์ และใบกระถิน 70 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2 ให้ฟางข้าว 30 เปอร์เซ็นต์ ใบกระถิน 50 เปอร์เซ็นต์ และรำข้าว 20 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 3 ให้ฟางข้าว 30 เปอร์เซ็นต์ ใบกระถิน 50 เปอร์เซ็นต์ และกากน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณอาหารที่แพะกิน (ต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน) ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ 3 และ 1 ตามลำดับ ดังนั้นการใช้ฟางข้าวเลี้ยงแพะควรมีการเสริมโปรตีนและพลังงานเพราะฟางข้าวเป็นวัสดุเศษเหลือที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำมีโปรตีนและพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อการเจริญเติบโตของแพะ

บทที่ 3

การทดลองที่ 1

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น

บทนำ

การนำวัตถุดิบใดๆ มาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารสัตว์นั้น โดยหลักการเบื้องต้นจำเป็นต้องทราบองค์ประกอบทางเคมีหรือคุณค่าทางโภชนะและการย่อยได้ของวัตถุดิบเหล่านั้น เพื่อจะได้ทราบถึงข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์หรือความจำเป็นในการเสริมโภชนะเพิ่มเติม เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ ดังนั้นการนำเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้นมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จึงต้องทราบรายละเอียดด้านโภชนะและการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในตัวสัตว์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาในการนำวัตถุดิบดังกล่าวมาใช้เป็นอาหารสัตว์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น
2. เพื่อศึกษาการย่อยสลายของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ผนังเซลล์ และ ลิกโนเซลลูโลส ในเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (nylon bag technique) ตามวิธีที่แนะนำโดย Orskov และคณะ (1980)

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัตถุดิบอาหารสัตว์ได้แก่ เศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งที่ทำจาก

หญ้าพลิแคทูลัม (*Paspalum plicatulum*) และอาหารข้น

2. แพะลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทยกับพันธุ์แองโกลนูเบียน (พันธุ์พื้นเมืองไทย และพันธุ์แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) ที่ผ่านการผ่าตัดและฝังท่ออาหาร (fistula) ถาวรที่กระเพาะหมัก จำนวน 4 ตัว

3. ถุงไนล่อนและลูกแก้วจำนวน 32 ชุด

4. เชือกฟาง

5. คอกเดี่ยวสำหรับขังสัตว์ทดลองจำนวน 4 คอก

6. อุปกรณ์ให้น้ำและอาหารจำนวน 4 ชุด

7. วัสดุและอุปกรณ์การวิจัยในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) แคลเซียม และฟอสฟอรัส

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ทำการคัดเลือกแพะลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทยกับพันธุ์แองโกลนูเบียน (พันธุ์พื้นเมืองไทย x พันธุ์แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) เพศผู้ อายุประมาณ 24-30 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 35.5 กิโลกรัม (34-37 กิโลกรัม) สุขภาพสมบูรณ์ จำนวน 4 ตัว ซึ่งผ่านการทำวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยและกำจัดพยาธิภายในและพยาธิภายนอก โดยใช้ยาถ่ายพยาธิไอโวแมกซ์ (Ivomec) ของบริษัท เมอร์ค แอนด์ โก อิงค์ ราเวย์ นิวเจอซี่ สหรัฐอเมริกา โดยฉีดใต้ผิวหนังในอัตรา 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม นำแพะมาทำความสะอาด ผ่าตัดและฝังท่ออาหารอย่างถาวรไว้ที่กระเพาะหมัก (rumen fistula) ท่อที่ฝังนี้สามารถปิดเปิดได้ตลอดเวลา เมื่อแผลผ่าตัดหายเป็นปกติและแพะมีสุขภาพแข็งแรงดีแล้วจึงนำไปใช้ในการทดลอง

การเตรียมถุงไนล่อน

ถุงชนิดที่ใช้เป็นชนิดที่ไม่สามารถละลายหรือทำปฏิกิริยาใดๆ ในกระเพาะหมักและไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ ตัดเย็บจากผ้าซิลสกรีนเบอร์ 120 T ซึ่งมีขนาดรูของถุง (pore) 45-50 ไมครอน โดยตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 8x14 เซนติเมตร เย็บตะเข็บโดยรอบ เปิดเฉพาะส่วนปากเพื่อเติมอาหารทดลองเข้าไปบรรจุ ก่อนใช้ต้องนำมาซักทำความสะอาดและนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เพื่อหาน้ำหนักคงที่

การเตรียมอาหารทดลอง

ทำการสุ่มเก็บเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น (ประกอบด้วย ข้าวโพดป่น 47.0 เปอร์เซ็นต์ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 37.5 เปอร์เซ็นต์ กากถั่วเหลือง 12.0 เปอร์เซ็นต์ เกลือป่น 2.0 เปอร์เซ็นต์ เปลือกหอยป่น 1.0 เปอร์เซ็นต์ และไดแคลเซียมฟอสเฟต 0.5 เปอร์เซ็นต์) มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 48 ชั่วโมง นำไปแยกบดเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปบดด้วยเครื่องบดที่มีขนาดของรูตะแกรง 1.00 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีคือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ลิกนิน แคลเซียมและฟอสฟอรัส และส่วนที่ 2 นำไปบดด้วยเครื่องบดที่มีขนาดของรูตะแกรง 2.00 มิลลิเมตร เพื่อนำไปหาการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน

การหาการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารในกระเพาะหมักโดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน

การหาการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารในกระเพาะหมักโดยใช้เทคนิคถุงไนล่อนดำเนินการตามวิธีที่แนะนำโดย Orskov และคณะ (1980) โดยชั่งวัตถุดิบอาหารประมาณ 3-5 กรัม (ตัวอย่างเศษเหลือจากรวงข้าวและหญ้าแห้งใช้ 3 กรัม สำหรับตัวอย่างกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและอาหารข้นใช้ 5 กรัม) ใส่ถุงไนล่อน ซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงและบันทึกน้ำหนักไว้แล้ว ปิดปากถุงให้สนิท โดยใช้ 2 ถุงต่ออาหาร 1 ตัวอย่าง รวมเป็น 8 ถุงต่อการบ่ม 1 ครั้ง (แพะ 1 ตัว) ก่อนที่จะนำวัตถุดิบอาหารไปบ่มในกระเพาะหมัก ต้องนำถุงไปจุ่มน้ำในช่วงเวลาสั้นๆ เพื่อป้องกันการลอยของถุง การบ่มวัตถุดิบอาหารในกระเพาะหมักใช้ระยะเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อบ่มวัตถุดิบอาหารครบตามเวลาที่กำหนดแล้วนำถุงออกจากกระเพาะหมัก ทำความสะอาดเป็นอย่างดีโดยใช้น้ำไหลที่สะอาดชะล้างจนน้ำที่ใช้ล้างใสไม่มีสีจึงหยุดล้าง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักที่เหลือเพื่อคำนวณค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้ง (dry matter degradation, DMD) และนำตัวอย่างอาหารที่เหลือในถุงไปวิเคราะห์หาอินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ผนังเซลล์ และลิกโนเซลลูโลส เพื่อคำนวณหาการย่อยสลายของโภชนะ (nutrient degradation) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ DMD} = \frac{W_1 - W_3}{W_2} \times 100$$

หมายเหตุ W_1 = น้ำหนักถุง + อาหาร ผ่านการอบแห้งก่อนบ่ม

W_2 = น้ำหนักวัตถุแห้งของอาหาร

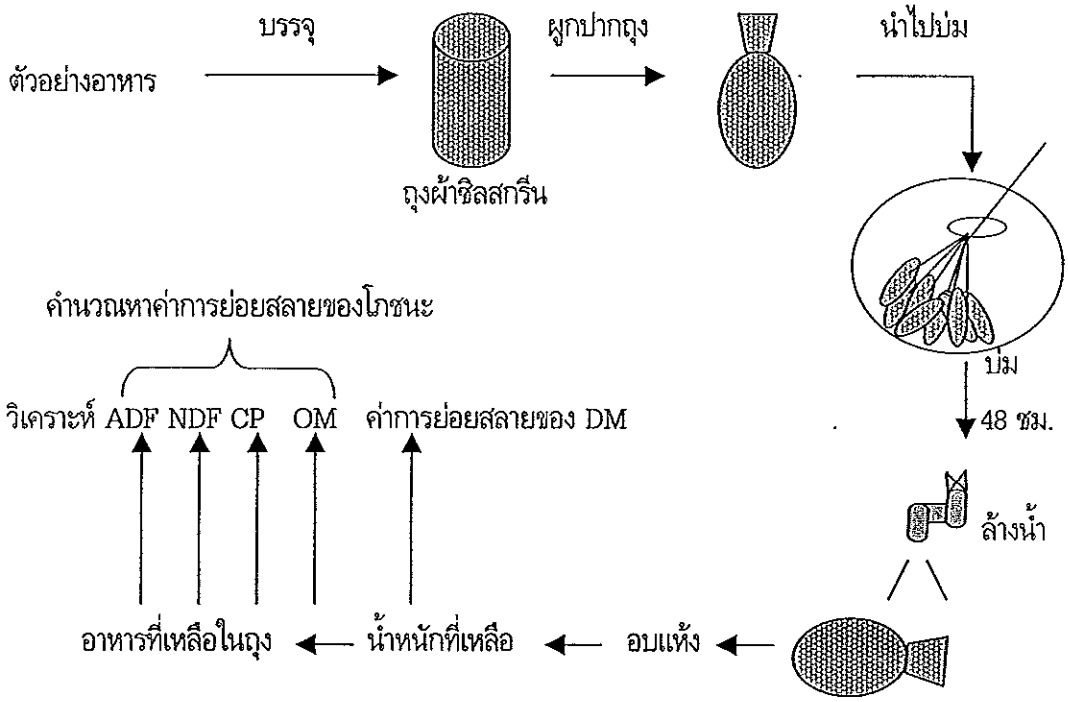
W_3 = น้ำหนักถุง + อาหารผ่านการอบแห้งหลังบ่ม

$$\% \text{ nutrient degradation} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

หมายเหตุ W_1 = ปริมาณโภชนะในตัวอย่างอาหารก่อนบ่ม

W_2 = ปริมาณโภชนะในตัวอย่างอาหารหลังบ่ม

ขั้นตอนการหาการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการหาการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน

ที่มา ดัดแปลงจาก Winson และ Strachan (1981)

การวางแผนและวิธีการทดลอง

การหาการย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้นในกระเพาะหมัก ใช้แพะ 4 ตัว ให้ได้รับวัตถุดิบอาหารทั้ง 4 ชนิดเหมือนกันทุกตัวและแบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ คือ

1. ระยะปรับตัว (preliminary period) เพื่อฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ระยะการทดลองจริง โดยให้สัตว์ได้รับอาหารหยาบซึ่งประกอบด้วยเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและหญ้าแห้ง ผสมรวมกันในสัดส่วนเท่าๆ กัน ให้กินแบบเต็มที่ เป็นระยะเวลา 10 วัน มีการเสริมอาหารข้นระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ก่อนให้อาหารหยาบ 1 ชั่วโมง เพื่อให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้อย่างเต็มที่
2. ระยะทดลอง (experimental period) เพื่อหาการย่อยสลายของโภชนะในกระเพาะหมัก โดยให้อาหารหยาบแพะทดลองในเวลา 08.00 น. และ 16.00 น. ของทุกวัน และนำวัตถุดิบอาหารแต่ละชนิดเข้าบ่มในกระเพาะหมักในเวลา 12.00 น. (หลังให้อาหารหยาบ 4 ชั่วโมง) และนำออกมาในเวลา 12.00 น. ของวันที่ 3 นับจากวันที่นำเข้าบ่ม รวมระยะเวลาในการบ่ม 48 ชั่วโมง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์คือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน แคลเซียมและฟอสฟอรัส โดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1984) ส่วนการวิเคราะห์ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลสและลิกนิน ใช้วิธี Detergent method ของ Goering และ Van Soest (1970)

การวิเคราะห์ผล

นำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์คือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน แคลเซียม ฟอสฟอรัส ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลสและลิกนิน และข้อมูลการย่อยได้ของโภชนะคือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส ในกระเพาะหมักมาหาค่าเฉลี่ย

ผลและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมี และการย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น

องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการศึกษา แสดงดังตารางที่ 3 และ 4

องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าว

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าว (ตารางที่ 3) พบว่า เศษเหลือจากรวงข้าวมีวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวมและลิกนิน เท่ากับ 94.57, 88.03, 4.25 และ 8.46 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าในฟางข้าวทั่วๆ ไปซึ่งมีองค์ประกอบเหล่านี้ประมาณ 90.0-93.3, 81.7, 2-3.1 และ 4.4-5.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (พานิช, 2535; Cheva-Isarakul and Potikanond, 1985; Promma *et al.*, 1985) แต่มีองค์ประกอบของผนังเซลล์ (77.7 เปอร์เซ็นต์) และลิกโนเซลลูโลส (53.9 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าที่ พานิช (2535) Cheva-Isarakul และ Potikanond (1985) และ บุญล้อม และคณะ (2540) ได้รายงานไว้ คือ 82.4 เปอร์เซ็นต์ และ 55.3-56.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของพันธุ์ข้าว การใส่ปุ๋ย สถานที่ปลูก ฤดูกาล และส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ นอกจากนั้นเศษเหลือจากรวงข้าวที่ใช้ในการศึกษายังมีส่วนของเมล็ดข้าวลีบปะปนอยู่จึงอาจส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ลิกนินสูงกว่าฟางข้าวทั่วๆ ไป

สำหรับการย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะหมัก (ตารางที่ 4) พบว่า เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส ในเศษเหลือจากรวงข้าวเท่ากับ 22.20, 60.12, 61.26, 47.83 และ 31.50 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในฟางข้าวที่ Wanapat และคณะ (1986) และ บุญล้อม และคณะ (2540) ได้รายงานไว้ คือ 46.8 และ 49.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากเศษเหลือจากรวงข้าวมีเปอร์เซ็นต์ลิกนินสูง (8.46 เปอร์เซ็นต์) เอ็นไซม์ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักไม่สามารถหมักย่อยลิกนินได้ ส่งผลให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งของเศษเหลือจากรวงข้าวต่ำกว่าฟางข้าวทั่วๆ ไป

องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน พบว่า มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ลิกนิน แคลเซียมและฟอสฟอรัส ดังนี้ 93.57, 94.36, 17.49, 13.71, 73.37, 42.21, 12.29, 0.16 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูง เนื่องจากกระบวนการหีบน้ำมันจากผลปาล์มสดและจากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันต้องผ่านการอบแห้งหลายครั้ง ทำให้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ได้มีความชื้นเหลืออยู่น้อย Devendra (1977) รายงานว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 19 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเครื่องจักรที่ใช้ในการหีบน้ำมันมีแรงอัดสูง จึงสามารถหีบน้ำมันออกได้มาก ทำให้มีไขมันเหลืออยู่น้อยและมีโปรตีนสูงกว่า อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ วรรณะ (2536) ได้รายงานไว้คือ มีปริมาณวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 93.82, 94.62, 12.28, 12.15, 74.33 และ 52.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่า รายงานของ Ahmad (1988a, b) ที่พบว่า ปริมาณของวัตถุแห้ง โปรตีนรวม ไขมันและผนังเซลล์ในกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเท่ากับ 92.7, 14.6, 9.2 และ 66.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความผันแปรขององค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันอาจเนื่องจากความแตกต่างของพันธุ์ การใส่ปุ๋ย การเจือปนของกะลาปาล์มน้ำมัน อายุในการเก็บเกี่ยวและกรรมวิธีในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

สำหรับการย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะหมักพบว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 78.70, 77.37, 78.37, 66.07 และ 29.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การย่อยได้ของวัตถุแห้งในการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ วรรณะ (2536) ได้รายงานไว้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 55.39 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นเพราะองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่วรรณะ (2536) ใช้ศึกษามีปริมาณผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสสูง (74.33 และ 52.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) จึงส่งผลให้มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งต่ำ สำหรับการย่อยได้ของอินทรียวัตถุในกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน พบว่า มีค่าค่อนข้างสูง (77.37 เปอร์เซ็นต์) อาจมีสาเหตุมาจากตัวอย่างอาหารที่เหลือจากการบ่มในกระเพาะหมักเพื่อนำไปวิเคราะห์หาเถ้า (ash) มีปริมาณน้อย จึงอาจส่งผลต่อการคำนวณหาค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ

องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง พบว่า มีองค์ประกอบของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ลิกนิน แคลเซียมและฟอสฟอรัส เท่ากับ 93.53, 94.84, 5.14, 1.87, 87.67, 58.27, 10.15, 0.04 และ 0.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งในการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของอนันต์ และคณะ (2533) ที่รายงานว่า หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งที่อายุการตัด 45 วัน มีองค์ประกอบของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 93.01, 79.43, 6.85, 0.78, 66.34 และ 45.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งที่อายุการตัด 60 วัน มีองค์ประกอบเหล่านี้เท่ากับ 93.72, 82.99, 5.69, 0.64, 60.58 และ 47.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความแตกต่างเหล่านี้อาจมีสาเหตุมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใส่ปุ๋ย อายุการตัด กรรมวิธีในการทำหญ้าแห้ง รวมทั้งการจัดการและการเก็บรักษา ซึ่งมีผลต่อคุณค่าทางโภชนะของหญ้า

สำหรับการย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะหมัก (ตารางที่ 4) พบว่า หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส ดังนี้ 20.06, 64.62, 58.47, 56.70 และ 37.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ อนันต์ และคณะ (2533) ซึ่งได้ทำการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งในแกะ รายงานว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (*in vivo* dry matter digestibility) ของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งที่อายุการตัด 45 และ 60 วัน เท่ากับ 39.08 และ 38.21 เปอร์เซ็นต์ และการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ เท่ากับ 43.24 และ 41.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของอาหารข้น

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้น พบว่า มีวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมัน ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ลิกนิน แคลเซียมและฟอสฟอรัส ดังนี้ 92.83, 93.12, 20.43, 6.42, 46.86, 18.85, 5.39, 1.38 และ 0.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งใกล้เคียงกับองค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ตารางองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในประเทศไทย คือ ไขมัน 7.9 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.11 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.63 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นโปรตีนรวมที่พบว่า องค์ประกอบทางเคมีที่ได้จากการวิเคราะห์สูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณคือ 15.0 เปอร์เซ็นต์

สำหรับการย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะหมัก (ตารางที่ 4) พบว่า อาหารข้นมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนรวม ตามลำดับ ดังนี้ 87.40, 77.36 และ 83.56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนรวม ในอาหารข้นกับเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และหญ้าแห้ง พบว่า การย่อยได้ของโภชนะดังกล่าวในอาหารข้นสูงกว่า เนื่องจากอาหารข้นประกอบด้วยโภชนะที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายและมีเยื่อใยในเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าวัตถุดิบชนิดอื่น

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) ของเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้น

องค์ประกอบ	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	เศษเหลือจากรวงข้าว	กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	หญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง	อาหารข้น
วัตถุแห้ง	94.57	93.57	93.53	92.83
อินทรียวัตถุ	88.03	94.36	94.84	93.12
โปรตีนรวม	4.25	17.49	5.14	20.43
ไขมัน	2.62	13.71	1.87	6.42
ผนังเซลล์	77.72	73.37	87.67	46.86
ลิกโนเซลลูโลส	53.93	42.21	58.27	18.85
ลิกนิน	8.46	12.29	10.15	5.39
แคลเซียม	0.16	0.16	0.04	1.38
ฟอสฟอรัส	0.05	0.51	0.39	0.71

ตารางที่ 4 การย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์) ในเศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้งและอาหารข้นในกระเพาะหมัก (ค่าเฉลี่ย±ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

องค์ประกอบ	วัตถุดิบอาหารสัตว์			
	เศษเหลือจากรวงข้าว	กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	หญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง	อาหารข้น
วัตถุแห้ง	22.20±2.05	78.70±3.77	20.06±2.00	89.11±3.81
อินทรียวัตถุ	60.12±4.13	77.37±4.09	64.62±4.02	77.36±3.41
โปรตีนรวม	61.26±4.14	78.37±4.03	58.47±3.11	83.56±3.69
ผนังเซลล์	47.83±3.92	66.07±4.15	56.70±4.87	-
ลิกโนเซลลูโลส	31.50±1.98	29.23±2.03	37.27±1.39	-

บทที่ 4

การทดลองที่ 2

ผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักด้วยยูเรียต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้

บทนำ

การนำเศษเหลือจากรวงข้าวมาใช้ประโยชน์เพื่อเป็นอาหารแพะนั้นมีข้อจำกัดคือ มีคุณค่าทางโภชนะและการย่อยได้ต่ำ จึงจำเป็นต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น การใช้กรด-ด่างหรือการผสมด้วยวัตถุดิบอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนหรือแหล่งพลังงาน เป็นต้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการปรับปรุงคุณภาพโดยนำเศษเหลือจากรวงข้าวมาผสมด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ และหมักยูเรีย เพื่อคัดเลือกเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับที่เหมาะสมที่แพะสามารถกินได้ ย่อยได้และใช้ประโยชน์ได้สูงสุดเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณการกินได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักด้วยยูเรีย
2. เพื่อศึกษาการย่อยสลายของโภชนะในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ที่หมักด้วยยูเรียในกระเพาะหมัก
3. เพื่อศึกษาสมดุลไนโตรเจน ระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดและระดับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐาน

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ และอุปกรณ์

1. เศษเหลือจากรวงข้าวและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน
2. แพะลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทยกับพันธุ์แองโกลนูเบียน (พันธุ์พื้นเมืองไทยกับพันธุ์แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) ที่ผ่านการผ่าตัดและฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมัก จำนวน 4 ตัว
3. กรงสำหรับหาการย่อยได้ (metabolism cage) จำนวน 4 กรง
4. ถุงไนล่อนและลูกแก้วจำนวน 32 ชุด
5. ถุงพลาสติกสีดำขนาด 30x40 นิ้ว จำนวน 42 ถุง
6. แบบกล่องไม้ทรงกระบอกขนาด 60x20 นิ้ว สำหรับอัดเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักยูเรียลงในถุงพลาสติก
7. บัวรดน้ำและอุปกรณ์อื่นๆ ในฟาร์ม
8. ยูเรีย 20 กิโลกรัม
9. กากน้ำตาล 25 ลิตร
10. วัสดุและอุปกรณ์การวิจัยในห้องปฏิบัติการได้แก่ วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารได้แก่ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้แพะผ่านการผ่าตัดและฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมัก จากการทดลองที่ 1 เพื่อหาปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักด้วยยูเรีย

การเตรียมถุงไนล่อน

เตรียมถุงไนล่อนเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ ดังนี้

1. เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์
2. เศษเหลือจากรวงข้าว+กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์
3. เศษเหลือจากรวงข้าว+กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์
4. เศษเหลือจากรวงข้าว+กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 45 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์

โดยใช้ยูเรีย 300 กรัม ละลายในน้ำ 5 ลิตร นำมาราดบนเศษเหลือจากรวงข้าวคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นจึงนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ ลงคลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้ง และนำมาอัดในถุงในแบบกล่องไม้ทรงกระบอกให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกและปิดปากถุงให้สนิท หมักนาน 21 วัน นำออกจากถุงหมักและราดด้วยกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ คลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำมาผึ่งแดด 1-2 ชั่วโมง ก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ทดลอง ส่วนผสมของวัตถุดิบในอาหารหยาบที่ใช้ทดลองแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ส่วนผสมของวัตถุดิบในอาหารหยาบที่ใช้ทดลอง (กิโลกรัม)

วัตถุดิบ	ทรีตเมนต์ 1	ทรีตเมนต์ 2	ทรีตเมนต์ 3	ทรีตเมนต์ 4
เศษเหลือจากรวงข้าว	5.00	4.25	3.50	2.75
กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	-	0.75	1.50	2.25
ยูเรีย	0.30	0.30	0.30	0.30
น้ำ	5.00	5.00	5.00	5.00

การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและหาการย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะหมักโดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน

ทำการสุ่มเก็บอาหารทุกสูตรมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำไปแยกบดเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปบดครื่องบดที่มีขนาดของรูตะแกรง 1.00 มิลลิเมตร เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และส่วนที่ 2 นำไปบดด้วยเครื่องบดที่มีขนาดของรูตะแกรง 2.00 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาการย่อยได้ในกระเพาะหมักโดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน

การวางแผนและวิธีการทดลอง

การหาปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 4 ระดับ หมักด้วยยูเรีย ใช้แผนการทดลองแบบ 4x4 ลาติน สแควร์ (Latin squares) ประกอบด้วย 4 ช่วงการทดลอง แต่ละช่วงการทดลองใช้เวลา 25 วัน รวมระยะเวลาทั้งหมด 100 วัน ในแต่ละช่วงการทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1. ระยะปรับตัว เป็นช่วงที่ฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารก่อนเข้าสู่ระยะการทดลองจริง ใช้ระยะเวลา 14 วัน ให้สัตว์ได้รับอาหารทดลองแบบเต็มที่ (*ad libitum*) โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในเวลา 8.00 และ 16.00 น. โดยเสริมอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ก่อนให้อาหารทดลอง 1 ชั่วโมง มีแร่ธาตุก้อนวางไว้ให้สัตว์ทดลองทุกตัว
2. ระยะทดลอง เป็นช่วงที่เก็บข้อมูล ใช้ระยะเวลานาน 11 วัน แบ่งเป็น

2.1 การหาปริมาณการกินได้ การย่อยได้ในตัวสัตว์ และสมดุลไนโตรเจน ใช้ระยะเวลา 7 วัน บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และเหลือทุกๆ วัน ทั้งอาหารหยาบและอาหารข้น (คำนวณปริมาณอาหารที่แพะกินภายใน 7 วัน) สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้เพื่อวิเคราะห์หาความชื้นทันที จากนั้นบดและสุ่มตัวอย่างสะสมไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เก็บและบันทึกปริมาณมูลและปัสสาวะที่ขับออกมาทั้งหมดในช่วงเช้าและช่วงบ่ายก่อนให้อาหารทุกวัน จากนั้นนำมูลมาอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักไว้สุ่มเก็บตัวอย่างมูลประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ใส่ถุงติดเบอร์สะสมไว้จนครบ 7 วัน นำมาบดให้ละเอียดและสุ่มอีกครั้งประมาณตัวอย่างละ 50 กรัม เก็บใส่ถุงติดเบอร์ไว้เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี สำหรับการเก็บปัสสาวะทำการเติมกรดซัลฟุริคความเข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M H_2SO_4) 30 มิลลิลิตร ลงในภาชนะที่ใช้รองรับปัสสาวะเพื่อป้องกันการสูญเสียของไนโตรเจนเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ จดบันทึกปริมาตรปัสสาวะทั้งหมดและเก็บตัวอย่างไว้ 10 เปอร์เซ็นต์ กรองใส่ขวดเก็บใส่ตู้แช่แข็ง (-13 องศาเซลเซียส) เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

2.2 การหาการย่อยได้ในกระเพาะหมัก ใช้ระยะเวลา 3 วัน โดยใช้เทคนิคการบ่มอาหารในถุงไนล่อน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 การนำตัวอย่างอาหารเข้าบ่มโดยใช้อาหารจำนวน 5 กรัม แต่ละตัวอย่างใช้ 4 ถุง (4 ซ้ำ) ในแพะทดลองแต่ละตัว ซึ่งนำเข้าบ่มในเวลา 12.00 น. (หลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง) และนำออกมาในเวลา 12.00 น. ของวันที่ 3 นับจากวันที่นำเข้าบ่ม รวมเวลาในการบ่ม 48 ชั่วโมง

2.3 การเก็บตัวอย่างเลือด ในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง ทำการเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่ (jugular vein) บริเวณคอ ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง ในช่วงเช้าก่อนให้

อาหาร 1 ชั่วโมง ที่เวลา 7.00 น. และหลังให้อาหาร 2 ชั่วโมง ที่เวลา 10.00 น. นำไปปั่นแยกซีรั่ม ด้วยความเร็วรอบ 3000 rpm นาน 10 นาที นำเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อวิเคราะห์หาความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจน

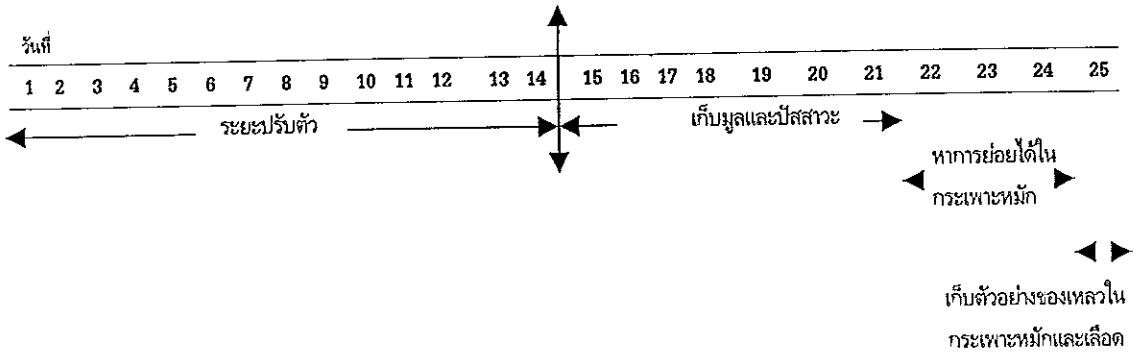
2.4 การเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะหมัก ทำการเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะหมักก่อนให้อาหาร 1 ชั่วโมง และหลังให้อาหาร 2 ชั่วโมง ทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่ายคือ ที่เวลา 7.00, 10.00, 15.00 และ 18.00 น. ในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง โดยใช้ท่อยางสอดผ่าน rumen fistula แล้วสุ่มดูดเอาของเหลวจากกระเพาะหมักมา 100 มิลลิลิตร โดยให้ปลายท่อยางอีกข้างต่อกับปั๊มสุญญากาศ (vaccum pump) นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันที โดยใช้ pH meter, MP.125 LE 413 (บริษัท Mettler Toledo AG.)

แผนผังการทดลองและการเก็บตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 3

	แพะตัวที่ 1	แพะตัวที่ 2	แพะตัวที่ 3	แพะตัวที่ 4
ช่วงที่ 1	A	B	C	D
ช่วงที่ 2	B	C	D	A
ช่วงที่ 3	C	D	A	B
ช่วงที่ 4	D	A	B	C

หมายเหตุ A, B, C และ D คือ อาหารทดลองทรีตเมนต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

การทดลองแต่ละช่วงใช้เวลา 25 วัน แบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้



ภาพที่ 3 แผนผังการทดลองและการเก็บตัวอย่าง

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักด้วยยูเรียคือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1984) สำหรับการวิเคราะห์ผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส ใช้วิธี Detergent method ของ Goering และ Van Soest (1970) ส่วนการวิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่ม ใช้วิธีการ Urea two steps enzymatic colorimetric test โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป Urea Liquicoler (บริษัท SE supply) และการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในมูลและปัสสาวะใช้วิธีการของ AOAC (1984)

การคำนวณหาสมดุลไนโตรเจนและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

การคำนวณหาสมดุลไนโตรเจนและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ ใช้สูตรดังนี้

สมดุลไนโตรเจน = ปริมาณไนโตรเจนที่สัตว์กิน-(ปริมาณไนโตรเจนในมูล+ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์)

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

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะหมัก สมดุลไนโตรเจน ระดับความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในกระเพาะหมัก ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในตัวสัตว์มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ 4x4 ลาติน สแควร์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1985)

ผลและวิจารณ์

1. องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักยูเรีย

องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย แสดงในตารางที่ 6 พบว่า ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 89.52, 90.24, 86.02 และ 89.43 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ 78.05, 78.39, 76.82 และ 78.78 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 9.74, 16.51, 20.22 และ 22.08 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 73.45, 67.85, 61.10 และ 64.10 เปอร์เซ็นต์ และลิกโนเซลลูโลส 55.90, 51.75, 46.10 และ 48.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีตเมนต์ มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งและอินทรียวัตถุใกล้เคียงกัน (86.02-90.24 เปอร์เซ็นต์ และ 76.82-78.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่เปอร์เซ็นต์โปรตีนเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน สอดคล้องกับพิชัย (2534) ซึ่งศึกษาการผสมกากปาล์มน้ำมันในอาหารข้นสำหรับแพะที่ได้รับฟางหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารพื้นฐานพบว่า ระดับของกากปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารข้นสูงขึ้น

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) ของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย

องค์ประกอบ	ระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)			
	0	15	30	45
วัตถุแห้ง	89.52	90.24	86.02	89.43
อินทรียวัตถุ	78.05	78.39	76.82	78.78
โปรตีนรวม	9.74	16.51	20.22	22.08
ผนังเซลล์	73.45	67.85	61.10	64.10
ลิกโนเซลลูโลส	55.90	51.75	46.10	48.25

2. ปริมาณการกินได้

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณการกินได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ หมักยูเรีย พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งสูงสุด (557.01±35.05 กรัมต่อวัน) แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (350.63±28.61 กรัมต่อวัน) ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ (411.21±26.58กรัมต่อวัน) และ 45 เปอร์เซ็นต์ (357.53±24.91 กรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในปริมาณที่ต่ำ ทำให้เนื้ออาหารผสมเข้ากันได้ดี มีการแยกส่วนระหว่างเศษเหลือจากรวงข้าวกับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันน้อยกว่าการผสมที่ 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแพะจะเลือกกินส่วนที่มีความหยาบ (เศษเหลือจากรวงข้าว) ก่อนและเหลือส่วนที่ละเอียดคือ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันไว้ก้นรางอาหาร จึงทำให้แพะกินเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ ได้สูงสุดและสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันด้วย ซึ่งถึงแม้จะไม่มีปัญหาในการแยกส่วนของเนื้ออาหารก็ตาม แต่อาหารที่ไม่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีเยื่อใยและลิกนินสูง (ตารางที่ 6) การย่อยได้จึงอาจต่ำกว่าทุกกลุ่ม ส่งผลให้อาหารตกค้างอยู่ในกระเพาะหมักนาน ปริมาณการกินได้จึงถูกจำกัดด้วยความจุของกระเพาะ ในทางตรงข้ามเมื่อผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันสูงถึง 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีการแยกส่วนของวัตถุดิบอาหารสูงขึ้น ส่งผลให้การกินได้ลดลง

เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารข้นและปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้พบว่า แพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ (272.06±4.09 กรัมต่อวัน) มีปริมาณการกินได้ของอาหารข้นต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ผสม (299.87±3.03 กรัมต่อวัน) และผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ (324.31±2.55 กรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ไม่แตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 45 เปอร์เซ็นต์ (279.45±7.78 เปอร์เซ็นต์) สาเหตุที่ทำให้การกินได้ของอาหารข้นในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ ต่ำเพราะการที่แพะได้รับอาหารหยาบในปริมาณมากกว่า ทำให้แพะได้รับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในปริมาณสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ส่งผลให้ได้รับพลังงานสูงกว่า ซึ่งการได้รับพลังงานสูงอาจไปจำกัดการกินได้ของอาหารข้นลง สอดคล้องกับ Van Soest (1984) ที่รายงานว่า ระดับพลังงานในอาหารที่สูงขึ้นจะเป็นตัวจำกัดปริมาณอาหารที่กินได้ของสัตว์ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา

ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ พบว่า แพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด (829.06±33.22 กรัมต่อวัน) มากกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (650.50±27.35 กรัมต่อวัน) ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 30 เปอร์เซ็นต์ (735.51±25.22 กรัมต่อวัน) และ 45 เปอร์เซ็นต์ (639.98±26.79 กรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) จะเห็นได้ว่าระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ผสมในเศษเหลือจากรวงข้าวและหมักยูเรีย นอกจากมีผลต่อปริมาณอาหารหยาบและอาหารข้นที่กินแล้วยังส่งผลต่อปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้โดยการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ผสมในเศษเหลือจากรวงข้าวและหมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานทำให้แพะมีปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมดสูงสุด

ตารางที่ 7 ผลการให้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรียต่อปริมาณอาหารที่กินได้ คิดเป็นวัตถุแห้ง (ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ปริมาณอาหารที่กินได้	ระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)			
(กรัม/วัน)	0	15	30	45
อาหารหยาบ	350.63±28.61^{B}	557.01±35.05^{A}	411.21±26.58^{B}	357.53±24.91^{B}
อาหารข้น	299.87±3.03^{B}	272.06±4.09^{C}	324.31±2.55^{A}	279.45±7.78^{C}
อาหารทั้งหมด	650.50±27.35^{C}	829.06±33.22^{A}	735.51±25.22^{B}	636.98±26.79^{C}

หมายเหตุ $^{A, B, C}$ ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

3. การย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะหมัก

ตารางที่ 8 แสดงการย่อยได้ของโภชนะของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ หมักยูเรียในกระเพาะหมักของแพะพบว่า เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งในกระเพาะหมักสูงสุด

(62.02±0.09 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ไม่ผสมและผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 และ 45 เปอร์เซ็นต์ (47.48±1.49, 49.33±1.26 และ 57.45±1.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) การย่อยได้ของวัตถุแห้งของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Sangkapaitoon (1996) ซึ่งรายงานว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งของฟางปรุงแต่ง (ฟางข้าว+กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ของฟางข้าว+กากน้ำตาล+ยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์+น้ำ) เท่ากับ 53.34 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การย่อยได้ของวัตถุแห้งที่ลดลงในทรีตเมนต์ที่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 45 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องจากปริมาณเยื่อใยที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) สำหรับการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ พบว่า เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรียมีการย่อยสลายอินทรียวัตถุสูงสุด (62.72±0.96 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างจากทรีตเมนต์ที่ไม่ผสมและผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 และ 45 เปอร์เซ็นต์ (48.18±1.64, 50.54±1.37 และ 57.16±1.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

สำหรับการย่อยได้ของโปรตีนรวม พบว่า เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย มีการย่อยได้ของโปรตีนรวมสูงสุด (91.85±0.04 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับทรีตเมนต์ที่ไม่ผสม (77.54±0.66 เปอร์เซ็นต์) และผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ (87.53±0.49 เปอร์เซ็นต์) และ 45 เปอร์เซ็นต์ (89.76±0.54 เปอร์เซ็นต์) การย่อยได้ของโปรตีนรวมของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรีย สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมในอาหารตามระดับการเพิ่มของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (ตารางที่ 6)

สำหรับการย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลส พบว่า เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับ 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย มีการย่อยสลายผนังเซลล์ (52.04±1.37 เปอร์เซ็นต์) และลิกโนเซลลูโลส (45.54±1.50 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ผสม (42.64±1.85 และ 36.95±3.76 เปอร์เซ็นต์) ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 15 เปอร์เซ็นต์ (40.05±1.67 และ 31.27±2.95 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับทรีตเมนต์ที่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 45 เปอร์เซ็นต์ (47.38±0.75 และ 39.50±1.10 เปอร์เซ็นต์) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักยูเรีย (ตารางที่ 6) พบว่า เปอร์เซ็นต์ผนังเซลล์และลิกโน

เซลลูโลสมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้การย่อยได้ของผนังเซลล์และลิกโนเซลลูโลสในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ผสมและผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาการย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะหมักจะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสามารถย่อยสลายโภชนะในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย ได้สูงสุดและอาจทำให้แพะสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้มีประสิทธิภาพกว่าการผสมด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับอื่นๆ

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของโภชนะในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักด้วยยูเรีย ในกระเพาะหมักของแพะ (ค่าเฉลี่ย± ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

โภชนะที่ย่อยสลาย	ระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)			
	0	15	30	45
วัตถุแห้ง	47.48 ± 1.49^{C}	49.33 ± 1.26^{C}	62.02 ± 0.90^{A}	57.45 ± 1.38^{B}
อินทรียวัตถุ	48.18 ± 1.64^{C}	50.54 ± 1.37^{C}	62.72 ± 0.96^{A}	57.16 ± 1.43^{B}
โปรตีนรวม	77.54 ± 0.66^{D}	87.53 ± 0.49^{C}	91.85 ± 0.04^{A}	89.76 ± 0.54^{B}
ผนังเซลล์	42.64 ± 1.85^{BC}	40.05 ± 1.67^{C}	52.04 ± 1.37^{A}	47.38 ± 0.75^{AB}
ลิกโนเซลลูโลส	36.95 ± 3.76^{BC}	31.27 ± 2.95^{C}	45.54 ± 1.50^{A}	39.50 ± 1.10^{AB}

หมายเหตุ $^{A, B, C, D}$ ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

4. สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในตัวสัตว์ ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่ม และสมดุลไนโตรเจน

ตารางที่ 9 แสดงสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในตัวสัตว์ ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มและสมดุลไนโตรเจน ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐาน เสริมอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุและโปรตีนรวม

ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนรวม ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน (82.03±5.46, 83.23±5.11 และ 86.70±3.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ผสม (79.41±4.94, 81.11±4.58 และ 80.33±4.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และทรีตเมนต์ที่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ (69.31±4.94, 71.51±4.79, 74.10± 3.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และ 45 เปอร์เซ็นต์ (79.00±4.42, 80.89±4.09 และ 83.53±2.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แสดงให้เห็นได้ว่าสัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย ได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่าการไม่ผสมหรือผสมที่ระดับอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการย่อยสลายของโภชนะในกระเพาะหมัก (ตารางที่ 8)

สำหรับความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับต่างๆ หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานพบว่า สภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักในกลุ่มที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรียไม่แตกต่างกันทางสถิติ (6.47±0.03, 6.37±0.03 และ 6.46±0.04 ตามลำดับ, P>0.05) แต่ทรีตเมนต์ที่ไม่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทำให้ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักต่ำ (6.32±0.04) กว่าทรีตเมนต์ที่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 15 (6.47±0.03) และ 45 เปอร์เซ็นต์ (6.46±0.04) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) Mould และ Orskov (1983) รายงานว่า สภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายของฟางข้าวคือ 6.7±0.15 แต่หากต่ำกว่า 6.0-6.1 จะทำให้การทำงานและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสถูกยับยั้ง สภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักของแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวที่ไม่ผสมและผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานในการศึกษาครั้งนี้ (เฉลี่ย 6.40±0.03) ยังคงอยู่ในระดับที่ทำให้การย่อยสลายของเซลลูโลสในกระเพาะหมักเกิดขึ้นได้โดยปกติ เมื่อทำการเปรียบเทียบสภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักในระหว่างวันพบว่า สภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักหลังให้อาหารทั้งในช่วงเช้าและบ่ายต่ำกว่าก่อนให้อาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และสภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักในช่วงเช้าสูงกว่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักในช่วงบ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (6.44±0.02 และ 6.36±0.02 ตามลำดับ, P<0.05)

เมื่อทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มแพะ พบว่า ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวที่ไม่ผสมและผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในช่วงก่อนให้อาหาร

(18.60±0.63, 18.27±0.77, 20.57±1.13 และ 24.22±2.78 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ, P>0.05) และหลังให้อาหาร (19.87±0.64, 20.17±0.85, 21.57±1.06 และ 25.45±3.38 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ, P>0.05) ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มในการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับ Kaneko (1989) ที่รายงานว่า ค่าความเข้มข้นปกติของยูเรียไนโตรเจนในเลือดแพะประมาณ 10-20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

สำหรับสมดุลไนโตรเจนพบว่า การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานในแพะ ช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนในการย่อยสลายและการดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ส่งผลให้สมดุลไนโตรเจนในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าสมดุลไนโตรเจน (17.36±0.80, 19.98±1.04 และ 19.83±1.29 กรัมต่อวันตามลำดับ) สูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (9.63±0.49 กรัมต่อวัน, P<0.01, ตารางที่ 9) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย ทำให้แพะได้รับไนโตรเจนจากอาหารสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ผสม (ตารางที่ 6)

เมื่อพิจารณาถึงคุณลักษณะและการใช้ประโยชน์ได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานในแพะ พบว่า แพะสามารถใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรียได้สูงสุด แม้ว่าปริมาณการกินได้ต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 เปอร์เซ็นต์ แต่มีแนวโน้มของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวมและสมดุลไนโตรเจนสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ผสมและผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 15 และ 45 เปอร์เซ็นต์ จึงอาจสรุปได้ว่า การนำเศษเหลือจากรวงข้าวผสมด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ นาน 21 วัน และนำมาคลุกเคล้าด้วยกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ ผึ่งแดด 1-2 ชั่วโมง ก่อนนำมาเลี้ยงแพะน่าจะทำให้แพะสามารถใช้เศษเหลือที่มีคุณค่าต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 9 ผลการใช้เศษเหลือจากกรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักด้วยยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐานในแพะต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในตัวสัตว์ ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก ความเข้มข้นของยูเรียไนโตรเจนในซีรั่มและสมดุลไนโตรเจน

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)			
	0	15	30	45
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)				
วัตถุแห้ง	79.41±4.94	69.31±4.94	82.03±5.46	79.00±4.42
อินทรียวัตถุ	81.11±4.58	71.51±4.79	83.23±5.11	80.89±4.09
โปรตีนรวม	80.33±4.73	74.10±3.42	86.70±3.04	83.53±2.49
ความเป็นกรดและด่างในกระเพาะหมัก [1]	6.32± 0.04^{B}	6.47±0.03^{A}	6.37± 0.03^{AB}	6.46±0.04^{A}
ยูเรียไนโตรเจนในซีรั่ม (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)				
ก่อนให้อาหาร	18.60±0.63	18.27±0.77	20.57±1.13	24.22±2.78
หลังให้อาหาร	19.87±0.64	20.17±0.85	21.57±1.06	25.45±3.38
สมดุลไนโตรเจน(กรัมต่อวัน)	9.63±0.49^{B}	17.36±0.86^{A}	19.98±1.04^{A}	19.83±1.29^{A}

หมายเหตุ ^{A,B} ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

[1] ค่าเฉลี่ยจากการวัด ณ เวลา 7.00, 10.00, 15.00 และ 18.00 น.

บทที่ 5

การทดลองที่ 3

ผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐานในแพะ

บทนำ

การให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยทั่วไปประกอบด้วยอาหารหยาบซึ่งเป็นอาหารหลักหรืออาหารพื้นฐาน และอาหารข้น การเสริมอาหารข้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนะเพียงพอต่อความต้องการของร่างกายและทำให้สัตว์สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่ขาดแคลนอาหารหยาบหรืออาหารหยาบที่ใช้มีคุณภาพต่ำเช่น ฟางข้าว หญ้าแห้ง เป็นต้น จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานในแพะ เสริมด้วยอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า แพะสามารถใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากวิธีการเลี้ยงแพะในภาคใต้ส่วนใหญ่นิยมปล่อยแพะให้แทะเล็มอาหารในทุ่งหญ้าสาธารณะ ในสวนยาง หรือให้กินหญ้าแห้ง ใบพืชแห้ง แผนการทดลองนี้จึงทำการศึกษาการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เปรียบเทียบกับการใช้หญ้าแห้งซึ่งเป็นอาหารพื้นฐานในแพะและเสริมอาหารข้นที่ระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณอาหารที่กินได้ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักด้วยยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐานเปรียบเทียบกับการใช้หญ้าแห้ง

2. เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำหนักต่อหน่วยในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานเปรียบเทียบกับการใช้หญ้าแห้ง

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ และอุปกรณ์

1. เศษเหลือจากรวงข้าว กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน หญ้าแห้ง และอาหารข้น
2. ยูเรีย 40 กิโลกรัม
3. กากน้ำตาล 45 ลิตร
4. แพะลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทยและพันธุ์แองโกลนูเบียน (พันธุ์พื้นเมืองไทย 75 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์แองโกลนูเบียน 25 เปอร์เซ็นต์) อายุประมาณ 12-16 เดือน จำนวน 24 ตัว
5. กรงเดี่ยวสำหรับขังสัตว์ทดลอง 24 กรง
6. อุปกรณ์ให้น้ำและให้อาหารจำนวน 24 ชุด
7. แบบกล่องไม้ทรงกระบอกขนาด 60x20 นิ้ว สำหรับอัดเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักยูเรียลงในถุงพลาสติก
8. ถุงพลาสติกสีดำขนาด 30x40 นิ้ว จำนวน 400 ถุง
9. อุปกรณ์อื่นๆ ในฟาร์มเช่น เครื่องชั่งน้ำหนักอาหารและเครื่องชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ทำการคัดเลือกแพะลูกผสม (พันธุ์พื้นเมืองไทย 75 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์แองโกลนูเบียน 25 เปอร์เซ็นต์) อายุ 12-16 เดือน มีสุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง น้ำหนักเฉลี่ย 15.5 กิโลกรัม (14-17 กิโลกรัม) จำนวน 24 ตัว (เพศผู้ 12 ตัวและเพศเมีย 12 ตัว) นำมาให้วัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยและกำจัดพยาธิภายในและพยาธิภายนอก โดยใช้ยาถ่ายพยาธิไอโวแมกซ์ (Ivomec) ของบริษัท เมอร์ค แอนด์ โกอิงค์ ราเวย์ นิวเจอซี่ สหรัฐอเมริกา โดยฉีดใต้ผิวหนังในอัตรา 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม

การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารที่ทดลองใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. อาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง มีส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 10 ซึ่งประกอบด้วยโภชนะในสภาพที่ให้สัตว์กิน (as-fed basis) จากการคำนวณโดยใช้ตารางองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในประเทศไทยคือ โปรตีน 15.0 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 7.9 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 1.1 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.45 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนของแคลเซียมต่อฟอสฟอรัส 2.2:1 และพลังงานที่ใช้ประโยชน์เท่ากับ 2,630 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ซึ่งใกล้เคียงกับความต้องการโภชนะของแพะหลังหย่านมตามคำแนะนำของ NRC (1981)

ตารางที่ 10 ส่วนผสมของอาหารข้นที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	จำนวน (กิโลกรัม)
กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	37.50
ข้าวโพดป่น	47.00
กากถั่วเหลือง	12.00
เปลือกหอยป่น	1.00
เกลือป่น	2.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.50
รวม	100.00

2. อาหารหยาบที่ใช้เป็นอาหารพื้นฐานในการทดลอง ประกอบด้วย

2.1) เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ วิธีการเตรียมดังรายละเอียด ในการทดลองที่ 2 และมีองค์ประกอบทางเคมี (จากการวิเคราะห์) ดังแสดงในตารางที่ 6

2.2) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง จากสถานีพืชอาหารสัตว์จังหวัดสตูล มีองค์ประกอบทางเคมี (จากการวิเคราะห์) ดังแสดงในตารางที่ 3

การวางแผนและวิธีการทดลอง

การศึกษาผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เพื่อเป็นอาหารพื้นฐานในแพะ เปรียบเทียบกับหญ้าแห้งโดยมีการเสริมอาหารข้นระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วางแผนการทดลองแบบ 2x2 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (2x2 Factorial in Randomized Complete Block Design) โดยมีปัจจัยที่ 1 เป็นอาหารหยาบพื้นฐาน 2 ชนิดคือ เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย และหญ้าแห้ง และปัจจัยที่ 2 เป็นอาหารข้น 2 ระดับคือ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ดังนั้นจึงมีทั้งหมด 4 ทรีตเมนต์คอมบิเนชั่น (treatment combination) ทรีตเมนต์คอมบิเนชั่นละ 3 ซ้ำๆ ละ 2 ตัว ประกอบด้วยแพะเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 1 ตัว รวมหน่วยทดลองทั้งหมด 24 หน่วยทดลอง ใช้เวลาทดลองนาน 112 วัน แบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้

1. ระยะปรับตัว ใช้ระยะเวลา 14 วัน เป็นช่วงฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพทดลองและอาหารก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ระยะการทดลอง โดยให้สัตว์ทดลองได้รับอาหารข้นตามปริมาณที่กำหนด วันละ 2 ครั้ง เวลา 7.00 น. และ 15.00 น. และให้อาหารหยาบแบบเต็มที่โดยให้วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 8.00 น. และ 16.00 น. หรือ 1 ชั่วโมง หลังให้อาหารข้น พร้อมทั้งเสริมแร่ธาตุก้อนให้สัตว์ทดลองทุกตัว
2. ระยะทดลอง ให้อาหารหยาบแก่แพะทดลองแบบเต็มที่ โดยให้วันละ 2 ครั้ง คือ ในเวลา 08.00 และ 16.00 น.ของทุกวัน โดยให้อาหารข้นก่อนให้อาหารหยาบ 1 ชั่วโมง ก่อนให้อาหารเช้าทุกครั้ง ทำการเก็บอาหารเก่า ชั่งหาปริมาณอาหารที่เหลือเพื่อหาปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวันและทำการชั่งน้ำหนักแพะทุก 2 สัปดาห์ เพื่อปรับปริมาณการให้อาหารข้นตามน้ำหนักแพะ ทำการเก็บบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลานาน 98 วัน คำนวณหาปริมาณอาหารที่กินต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio, FCR) และต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำหนักต่อหน่วย ดังนี้

$$\text{ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัมต่อวัน)} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)} = \frac{\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง-น้ำหนักเมื่อเริ่มต้นทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว = $\frac{\text{ปริมาณอาหารทั้งหมดที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง}}$

ต้นทุนค่าอาหารในการเปลี่ยนน้ำหนักต่อหน่วย (บาทต่อกิโลกรัม)

= $\frac{\text{(ต้นทุนค่าอาหารข้น+ต้นทุนค่าอาหารหยาบ)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}$

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลของปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1985)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีวางแผนการทดลองแบบ 2x2 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มในบล็อกอย่างสมบูรณ์ เมื่อทำการวิเคราะห์อันตรกริยา (interaction) พบว่า ผลของอันตรกริยาของชนิดอาหารหยาบxระดับอาหารข้นต่อปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ไม่มีอันตรกริยาระหว่างชนิดอาหารหยาบที่ใช้และระดับอาหารข้นต่อลักษณะที่ศึกษาแต่อย่างใด ($P>0.05$)

ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่อปริมาณอาหารที่กินได้

ผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรียและหญ้าแห้ง เสริมด้วยอาหารข้นระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ต่อปริมาณอาหารที่กินได้ แสดงดังตารางที่ 11

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณอาหารหยาบที่กิน พบว่า แพะกินหญ้าแห้งได้มากกว่าเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (177.79 ± 18.69 และ 130.51 ± 13.75 กรัมต่อวัน ตามลำดับ, $P<0.01$) และเมื่อพิจารณาถึงราย

ละเอียดของปริมาณอาหารที่กินได้ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวและน้ำหนักเมแทบอลิกพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1.05±0.13 และ 0.79±0.09 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว : 21.03±2.46 และ 16.46±1.91 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ ตามลำดับ, P<0.05) ทั้งๆ ที่เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าหญ้าแห้ง ซึ่งน่าจะส่งผลให้ปริมาณการกินได้สูงกว่า แต่อาจเนื่องจากมีกลิ่นแอมโมเนียตกค้างอยู่ จึงทำให้อาหารมีรสชาติไม่ชวนกิน

สำหรับปริมาณอาหารข้นที่กินได้พบว่า แพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย มีปริมาณอาหารข้นที่กินได้ 231.88 และ 222.41 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05)

สำหรับปริมาณอาหารหยาบที่กินได้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารข้น 2 ระดับคือ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สามารถกินอาหารหยาบได้สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้น 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (195.27±12.97 และ 113.03±12.81 กรัมต่อวัน : 1.20±0.09 และ 0.63±0.06 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว : 25.00±1.42 และ 12.48±1.24 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ตามลำดับ, P<0.01) ทั้งนี้อาจเนื่องจากสัดส่วนระหว่างอาหารข้นและอาหารหยาบ โดย Van Soest (1984) รายงานว่า การกินได้ของอาหารหยาบจะลดลงเมื่อระดับพลังงานในอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากสัดส่วนของอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น โดยในการศึกษาครั้งนี้พบว่า แพะที่ได้รับการเสริมอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สามารถกินอาหารข้นได้เท่ากับ 152.29 และ 302.00 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (P<0.01)

เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (อาหารหยาบและอาหารข้น) พบว่า แพะที่ได้รับหญ้าแห้งกินอาหารทั้งหมดได้สูงกว่าเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (409.67±25.56 และ 352.92±20.43 กรัมต่อวัน ตามลำดับ, P>0.05) แต่เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2.29±0.05 และ 2.06±0.08 ต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ, P<0.05) และเมื่อเปรียบเทียบต่อน้ำหนักเมแทบอลิก พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (46.76±1.18 และ 40.52±1.29 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ ตามลำดับ P<0.01) ส่วนปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดเมื่อเสริมอาหารข้น 2 ระดับคือ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีความสามารถกินอาหารทั้งหมดได้สูงกว่าการเสริมอาหารข้นที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(415.03±23.83 และ 347.56±21.02 กรัมต่อวัน : 2.27±0.07 และ 2.08±0.07 ของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว : 45.75±1.39 และ 41.53±1.44 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ตามลำดับ, P<0.05) อย่างไรก็ตาม ปริมาณอาหารทั้งหมดที่แพะกินได้ในการศึกษาครั้งนี้เฉลี่ย 43.64 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Devendra และ Burns (1983) ที่รายงานว่า ค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้งที่ใช้สำหรับการดำรงชีพของแพะในเขตร้อนประมาณ 43-50 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ ซึ่งปริมาณวัตถุแห้งที่ใช้สำหรับการดำรงชีพของแพะยังขึ้นอยู่กับคุณค่าทางอาหารที่แพะได้รับด้วย

ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำหนักต่อหน่วย

ผลการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรียและหญ้าแห้ง เสริมด้วยอาหารข้นระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำหนักต่อหน่วย แสดงดังตารางที่ 12

ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่ออัตราการเจริญเติบโต

แพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (35.29±5.63 และ 36.56±3.96 กรัมต่อวัน ตามลำดับ, P>0.05) ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Mgheni และคณะ (1993) ที่ใช้ฟางหมักด้วยยูเรียเลี้ยงแพะ ซึ่งพบว่า แพะมีอัตราการเจริญเติบโต 36 กรัมต่อวัน สำหรับการเสริมอาหารข้นทั้ง 2 ระดับ พบว่า การเสริมอาหารข้นที่ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการเสริมอาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (47.62±4.18 และ 24.23±2.27 กรัมต่อวัน ตามลำดับ, P<0.01) แสดงให้เห็นว่าระดับการเสริมอาหารข้นส่งผลต่อสมรรถนะในการผลิตของแพะ สอดคล้องกับการศึกษาของ Pralomkarn และคณะ (1995) ที่รายงานว่า ในแพะเพศผู้หลังหย่านมที่เลี้ยงแบบขังคอก ให้ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำและเสริมอาหารข้นเต็มที่ (ประมาณวันละ 450 กรัมต่อตัว) สามารถเจริญเติบโตได้วันละ 100 กรัม นอกจากนั้น เสาวนิต และคณะ (2543) รายงานว่า แพะลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองไทยกับแองโกลนูเบียน 50

เปอร์เซ็นต์ อายุ 6-7 เดือน เมื่อให้กินอาหารข้นอย่างเต็มที่ (ประมาณวันละ 371-442 กรัม) จะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 35-45 กรัมต่อวัน ในทำนองเดียวกัน Kochapakdee และคณะ (1994) รายงานว่า การเสริมอาหารข้น 0.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทำให้แพะลูกผสมพันธุ์แองโกลนูเบียนที่แทะเล็มหญ้ามีอัตราการเจริญเติบโต (3.2±0.29 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ต่อวัน) สูงกว่าการเสริมอาหารข้นที่ระดับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวและไม่เสริมอาหารข้น (1.7±0.28 และ 1.3±0.29 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ต่อวัน ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของแพะระยะนี้ต้องการโภชนะที่มากกว่าโภชนะที่ได้รับจากอาหารหยาบ จึงทำให้จำเป็นต้องเสริมอาหารข้นเพื่อให้แพะมีสมรรถภาพในการผลิตสูงสุด

ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

แพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรียมีแนวโน้มของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าแห้ง แต่ไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ (11.79±1.18 และ 15.13±1.85 ตามลำดับ, P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวิบูลย์ศักดิ์ (2534) ที่พบว่าแกะที่ได้รับฟางข้าวหมักยูเรียมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าแกะที่ได้รับหญ้าขนแห้ง แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (7.26 และ 7.79, P>0.05) สำหรับระดับการเสริมอาหารข้น พบว่า การเสริมอาหารข้นที่ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีกว่าการเสริมอาหารข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (10.20±0.78 และ 16.72±1.67 ตามลำดับ, P<0.01)

ตารางที่ 11 ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่อปริมาณอาหาร (วัตถุแห้ง) ที่กินได้ (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	อาหารหยาบ			อาหารข้น	อาหารทั้งหมด		
	กรัม/วัน	%น้ำหนักตัว	กรัม/กิโลกรัม$^{0.75}$	กรัม/วัน	กรัม/วัน	%น้ำหนักตัว	กรัม/กิโลกรัม$^{0.75}$
ชนิดของอาหารหยาบ							
-หญ้าแห้ง	77.79±18.69^{A}	1.05±0.13^{a}	21.03±2.46^{a}	231.88±31.07	409.67±25.56	2.29±0.05^{a}	46.76±1.18^{A}
-เศษเหลือจากรวงข้าวฯ	130.51±13.75^{B}	0.79±0.09^{b}	16.46±1.91^{b}	222.41±24.88	352.92±20.43	2.06±0.08^{b}	40.52±1.29^{B}
ระดับนัยสำคัญ	0.0085	0.0159	0.0115	0.6923	0.0811	0.0200	0.0009
ระดับอาหารข้น							
1 % น้ำหนักตัว	195.27±12.97^{A}	1.20±0.09^{A}	25.00±1.42^{A}	152.29±18.18^{B}	347.56±21.02^{a}	2.08±0.07^{a}	41.53±1.44^{b}
2 % น้ำหนักตัว	113.03±12.81^{B}	0.63±0.06^{B}	12.48±1.24^{B}	302.00±15.48^{A}	415.03±23.83^{b}	2.27±0.07^{b}	45.75±1.39^{a}
ระดับนัยสำคัญ	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0412	0.0401	0.0150
อาหารหยาบxอาหารข้น	0.4432	0.0721	0.1755	0.0875	0.3444	0.1985	0.4331
CV	25.57	26.21	21.36	25.42	19.79	9.91	8.85

หมายเหตุ ตัวอักษร $^{a, b}$ และ ^{A,B} ที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละชนิดของอาหารหยาบและแต่ละระดับของอาหารข้น แสดงว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละชนิดของอาหารหยาบและระดับอาหารข้นมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$ และ $P<0.01$, ตามลำดับ)

ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่อต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเปลี่ยนน้ำหนักต่อหน่วย

ผลต่อต้นทุนการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม พบว่า แพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย ใช้ต้นทุนการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่ำกว่าหญ้าแห้ง (37.63 และ 45.67 บาท ตามลำดับ) สำหรับระดับการเสริมอาหารข้นพบว่า การเสริมอาหารข้นที่ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทำให้ต้นทุนการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าการเสริมอาหารข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (37.34 และ 45.96 บาท ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาของวิบูลย์ศักดิ์ (2534) ที่รายงานว่า แกะที่ได้รับฟางข้าวหมักด้วยยูเรีย เสริมอาหารข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีต้นทุนการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่อ 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าการใช้หญ้าแห้ง เสริมอาหารข้นที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (14.42 และ 16.25 บาท ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาในด้านเศรษฐกิจ โดยคิดเน้นเฉพาะต้นทุนค่าอาหาร ซึ่งการซื้อขายแพะในปัจจุบัน ราคาประมาณ 60 บาท ต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแพะมีชีวิต ดังนั้น การนำเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย มาใช้เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมอาหารข้น 1 หรือ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จึงสามารถทำกำไรถึง 25-30 บาท ต่อ 1 กิโลกรัม

จะเห็นได้ว่า การนำเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย มาใช้เป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะหลังหย่านม แม้จะมีวิธีการเตรียมที่ค่อนข้างยุ่งยากกว่าการใช้หญ้าแห้งแต่เมื่อพิจารณาในแง่อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนค่าอาหารแล้ว พบว่า มีความเหมาะสมกว่าการใช้หญ้าแห้ง นอกจากนั้นแพะหลังหย่านมเป็นช่วงที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ดังนั้นการนำอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำมาใช้เป็นอาหาร อาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของแพะ จึงต้องมีการเสริมอาหารข้นในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้แพะสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ ซึ่งในการทดลองนี้ พบว่า การเสริมอาหารข้นที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สามารถลดต้นทุนค่าอาหารได้ดีกว่าการเสริมอาหารข้นที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ตารางที่ 12 : ผลของชนิดอาหารหยาบและระดับอาหารข้นต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนค่าอาหาร
(ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	น้ำหนักสุดท้าย (กิโลกรัม)	อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/กิโลกรัม)
ชนิดของอาหารหยาบ					
- หญ้าแห้ง	16.25±0.85	19.71±1.27	35.29±5.63	15.13±1.85	45.67
- เศษเหลือจากรวงข้าวฯ	16.04±0.86	19.62±1.01	36.56±3.96	11.79±1.18	37.63
ระดับนัยสำคัญ	0.8646	0.9565	0.7996	0.0742	-
ระดับอาหารข้น					
- 1 %ของน้ำหนักตัว	15.79±0.95	18.17±1.10	24.23 ± 2.27^{B}	16.72 ± 1.67^{A}	45.96
- 2 %ของน้ำหนักตัว	16.50±0.73	21.17±1.01	47.62 ± 4.18^{A}	10.20 ± 0.78^{B}	37.34
ระดับนัยสำคัญ	0.5637	0.0651	0.0001	0.0016	-
อาหารหยาบxอาหารข้น	0.1207	0.1258	0.3569	0.3296	-
CV	18.28	18.79	33.77	32.21	-

หมายเหตุ ตัวอักษร ^{A,B} ที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันในแต่ละระดับของอาหารข้นแสดงว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับอาหารข้นมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การนำเศษเหลือจากรวงข้าวและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นอาหารสัตว์เป็นการนำเศษเหลือจากการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรในท้องถิ่นมาใช้ เพื่อเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดีในช่วงหน้าแล้งและช่วยลดต้นทุนค่าอาหารในการผลิต จากการทดลองจะเห็นได้ว่า เศษเหลือจากรวงข้าวมีข้อจำกัดในการใช้เป็นอาหารสัตว์คือ มีคุณค่าทางโภชนะและความสามารถในการย่อยสลายของโภชนะต่ำ หากมีการนำมาปรับปรุงโดยผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ และหมักด้วยยูเรีย เพื่อให้มีคุณค่าทางอาหารสูง และมีการเติมกากน้ำตาลเพื่อเพิ่มความน่ากินและทำให้สามารถเก็บได้นานขึ้น จะสามารถนำมาใช้เลี้ยงแพะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้หญ้าแห้ง รวมทั้งเสริมด้วยอาหารข้น พบว่า อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรีย มีแนวโน้มสูงกว่าการใช้หญ้าแห้ง แม้จะไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ส่งผลโดยตรงต่อรายได้ของเกษตรกรและพบว่า ในแพะหลังหย่านมควรมีการเสริมอาหารข้น โดยในการทดลองนี้ พบว่า การเสริมอาหารข้นที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทำให้แพะมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีและใช้ต้นทุนค่าอาหารในการเปลี่ยนน้ำหนักต่อหน่วยต่ำกว่าการเสริมอาหารข้นที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ข้อเสนอแนะ

1. การนำเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ ออกผึ่งแดด ถ้าแสงแดดจัดๆ ใช้เวลานาน 1-2 ชั่วโมง ก็เพียงพอ ถ้าใช้เวลาตากน้อยกลิ่นแอมโมเนียยังคงค้างอยู่ทำให้แพะกินอาหารได้น้อยลงและอาจทำให้อาหารเน่าเสียง่าย แต่ถ้าใช้เวลานานทำให้เนื้ออาหารไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันมีโอกาสให้สัตว์เลือกกินได้มากขึ้น

2. เพื่อแก้ปัญหาการไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันของเศษเหลือจากรวงข้าวและกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน การทำอาหารหยาบนี้ในรูปอาหารอัดเม็ดหรือเป็นก้อนจะทำให้แพะใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีขึ้น และควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาอาหารหยาบชนิดนี้เป็นอาหารผสมสำเร็จรูปสำหรับแพะต่อไป

3. ระดับการเสริมอาหารข้นควรจะมีการศึกษาการเสริมระดับที่ต่ำลงเช่น 1.25, 1.50 และ 1.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เพื่อเพิ่มการลดต้นทุนในการผลิตให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

จินดา สนิทวงศ์ฯ, โอสถ นาคสกุล และ สุวิทย์ อินทฤทธิ์. 2540. การใช้ต้นและเปลือกฝักถั่วเหลืองแห้งเป็นอาหารเสริมโครีดนมในฤดูแล้ง. รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการเรื่องแนวโน้มการผลิตปศุสัตว์ในประเทศไทย ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 11-13 ธันวาคม 2540. หน้า 241-250.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2527. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. เชียงใหม่. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ นิรันดร โพธิกานนท์. 2527. สมรรถภาพในการผลิตของวัวรุ่นเพศผู้ที่ได้รับฟางธรรมดาเสริมด้วยใบกระถินเปรียบเทียบกับฟางปรุงแต่งด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐาน. การประชุมวิชาการสาขาสัตว์ ครั้งที่ 22 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ 2527. หน้า 1-14.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ, ฉันทนา น่วมนวล และ ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ. 2540. การทำนายคุณค่าทางอาหารของฟางข้าว หญ้ารูซี่ และใบกระถินที่นิยมใช้เลี้ยงโคนมด้วยวิธีใช้ถุงไนล่อน. การประชุมสัมมนาวิชาการ ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 11-13 ธันวาคม 2540. หน้า 267-281.

ประเสริฐ เหรียญแก้ว, สมเกียรติ ทิมพัฒนพงศ์, กระจ่าง วิสุทธารมณ์ และ วิชัย บูรพา. 2514. เปรียบเทียบการใช้อาหารข้นล้วนกับฟางข้าว 30, 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ขุนโคในคอก. การประชุมวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา สาขาสัตว์ศาสตร์ ครั้งที่ 10 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 30 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ 2514. หน้า 155-163.

พานิช ทินนิมิตร. 2535. การใช้กากเมล็ดยางพารา กากเมล็ดปาล์มน้ำมันและฟางหมักยูเรียในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. รายงานผลการวิจัย ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิชัย แซ่ไหน. 2534. การใช้กากปาล์มน้ำมันร่วมกับฟางข้าวปรุงแต่งยูเรียในอาหารแพะหลังหย่านม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมธา วรรณพัฒน์ และ ฉลอง วชิราภากร. 2533. เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อและโคนม. ขอนแก่น. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิรันดร กองเงิน. 2536. การใช้ยูเรีย-กากน้ำตาลเหลวเสริมฟางข้าวเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปศุสัตว์, กรม. 2540. จำนวนสถิติของสัตว์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในประเทศไทย, เอกสารเผยแพร่. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วรรณะ ม้าเฉี่ยว. 2536. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นอาหารโค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรพงษ์ สุริยะจันทราทอง และ บุญฤา วิไลพล. 2527. การเสริมฟางข้าวด้วยถั่วเวอราโนสำหรับเลี้ยงโคพื้นเมือง, การประชุมวิชาการสาขาสัตว์ศาสตร์ ครั้งที่ 22 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ 2527. หน้า 81-93.

วิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, กอง. 2531. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2530-2531. ศูนย์สถิติการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2530. ผลของการปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวต่อการเจริญเติบโตและการย่อยได้ในแกะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. สงขลา : โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมเกียรติ สายธนู, พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน และ เสาวนิต คูประเสริฐ. 2528. การกระจายของประชากรแพะและลักษณะของแพะพันธุ์พื้นเมืองในภาคใต้. การประชุมวิชาการสาขาสัตว์ ประมง และสัตวแพทย์ ครั้งที่ 23 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 4-7 กุมภาพันธ์ 2528. หน้า 114-123.

สมคิด พรหมมา, อภิชัย รัตนวณิช, สมเพชร คำตุ้ย, นิพนธ์ วิทยากร และ อรวรรณ สุวภาพ. 2525. การทดลองการใช้ฟางข้าวที่ได้รับการปรุงแต่งแล้วเป็นอาหารหยาบหลักสำหรับเลี้ยงโคนมรุ่น. รายงานการประชุมทางวิชาการสาขาสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 20 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 1-15 กุมภาพันธ์ 2525. หน้า 1-23.

สมคิด พรหมมา, อิวาโอะ ทาซากิ, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ ธวัชชัย อินทรตุล. 2537ก. การย่อยได้ของฟางปรุงแต่งสะเทินและสมดุลไนโตรเย่นในโคนมรุ่นเพศผู้ลูกผสมขาว-ดำ. รายงานการประชุมวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 13 ณ สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรุงเทพฯ 18-21 กรกฎาคม 2537. หน้า 53-61.

สมคิด พรหมมา, อิวาโอะ ทาซากิ, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ ธวัชชัย อินทรตุล. 2537ข. ผลของการเลี้ยงโคลูกผสมขาว-ดำที่กำลังรีดนมด้วยฟางปรุงแต่งสะเทิน. รายงานการประชุมวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 13 ณ สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรุงเทพฯ 18-21 กรกฎาคม 2537. หน้า 62-72.

สมพงษ์ เทศประสิทธิ์. 2526. การใช้กากปาล์มน้ำมันในอาหารโครุ่น. ว. สงขลานครินทร์. 5 : 227-229.

สุมิตรา สำเภาพล. 2541. การศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางอาหารและการย่อยได้ของฟางคอรวงและหัวแกลบ. รายงานปัญหาพิเศษ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เสาวนิต คูประเสริฐ, สุรศักดิ์ คชภักดี, อภิชาติ หล่อเพชร, สุรพล ชลดำรงค์กุล, สมเกียรติ สายธนู และ จารุรัตน์ ชินาจริยวงศ์. 2543. การเจริญเติบโตหลังหย่านมของแพะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบี้ยนที่ได้รับอาหารข้นเสริมที่มีระดับพลังงานและโปรตีนต่างกัน. การประชุมสัมมนาวิชาการสัตวศาสตร์ภาคใต้ครั้งที่ 1 ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 17–18 สิงหาคม 2543. หน้า 177-185.

อนันต์ ภู่สิทธิคุณ, สายชิม แสงโชติ, สมจิตร อินทรมณี และ จันทกานต์ อรณนันท์. 2533. โภชนะที่ย่อยได้ของหญ้าพลิแคทูลั่มสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2533. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์นราธิวาส กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. หน้า 323-335.

อาหารสัตว์, กอง. 2529. ผลการวิเคราะห์อาหารสัตว์. กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์.

Abdullah, N., M. Mahyuddin and S. Jalaludin. 1986. Effect of sex, species and diets of large ruminant on urease activity of both rumen fluid and epithelial bacteria. Buffalo 2 : 47 - 55.

Abdullah, N. and R. I. Hutagalung. 1988. Rumen fermentation, urease activity and performance of cattle given palm kernel cake based diet. Anim. Feed Sci. Technol. 20 : 79-86.

Ahmad, M. B. 1986. Palm kernel cake as a new feed for cattle. Asian Livestock 11 : 49.

Ahmad, M. B. 1988a. The use of palm kernel cake as animal feed (Part 1). Asian Livestock 13 : 13-23.

Ahmad, M. B. 1988b. The use of palm kernel cake as animal feed (Part 2). Asian Livestock. 13 : 28-33.

Ali-Karimi, R. 1990. Rice Straw and Para Grass with Molasses as Feeds for Growing Fattening Graded Goats. Ph. D. Thesis. Gregorio Araneta University.

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. The 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.

Aznam, Z. 1982. Nutritive value and utilization of palm press fibre in ration for ruminant. *In* The Utilization of Fibrous Agricultural Resources as Animal Feeds. (ed. P. T. Doyle) pp. 98-101. Melbourne : University of Melbourne.

Bae, D. H., K. K. Jung and C. B. Choi. 1988. Studies on urea utilization as a source of ammonia for the rice straw treatment. 4. Comparison between the urea-ammonia treated rice straw on feed intake, digestibility and chemical characteristic of rumen contents and blood plasma in ram. Kor. J. of Anim. Sci. 30 : 609-617.

Cheva-Isarakul, Boonlom and Cheva-Isarakul, Boonserm. 1984. Comparison of the intake and digestibility of different crop residues by sheep, cattle and buffaloes. *In* The Utilization of Fibrous Agriculture Residues as Animal Feeds (ed. P. T. Doyle). pp. 88-97. Melbourne : University of Melbourne.

Cheva-Isarakul, B. and N. Potikanond. 1985. Performance of growing cattle feed diets containing untreated rice straw. *In* The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds. (ed. P. T. Doyle) pp. 81-93. Canberra : IDP.

Church, D. C. 1991. Livestock Feeds and Feeding. The 3rd ed. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.

Devendra, C. 1977. The utilization of feeding stuffs from the oil palm plant. Symposium on Feeding Stuffs for Livestock. National University of Malaysia, Kuala Lumpur. p. 35.

Devendra, C. 1982a. Perspective in the utilization of untreated rice straw by ruminants in Asia. *In* The Utilization of Fibrous Agriculture Residues as Animal Feeds (ed. P. T. Doyle). pp. 1-12. Melbourne : University of Melbourne.

Devendra, C. 1982b. Goat meat production in Asia. Proceeding of a Workshop held in Tando Jam, Pakistan. 13-18 March 1982. p. 262.

Devendra, C. and M. Burns. 1983. Goat Production in the Tropics. Commonwealth Agricultural Bureaux : Farnham Royal.

Djajanegara, A. and P. T. Doyle. 1989. Urea supplementation compared with pretreament. 1. Effects on intake, digestion and live- weight change by sheep fed rice straw. Anim. Feed Sci. Technol. 27 : 17-30.

Doyle, P. T., C. Devendra and G. R. Pearce. 1986. Rice Straw as a Feed for Ruminants. Canberra : IDP.

Gihad, E. A., A. M. A. Gawad, H. M. El-Nouby, I. A. Gomaa and A. H. Mohamed. 1989. Digestibility and acceptability of ammonia rice straw by sheep. Proceeding of The 3td Egyptian British Conference on Animals, Fish and Poultry Production. Alexandria, Egypt. 7-10 October 1989. pp. 231-238.

Givens, D. I., A. R. Moss and J. M. Everington. 1992. Nutritional value of cane molasses in diets of grass silage and concentrates fed to sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 38 : 281-291.

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

Holm, J. 1973. Feeding tables. Composition and Nutritive Value of Feedstuffs in Northern Thailand. The 2nd ed., , Chiang Mai : Livestock Station.

Horton, G. M. J. 1979. Feeding value of rations containing non-protein nitrogen or natural protein and ammonia straw for beef cattle. Aust. J. Agric. Res. 21 : 283-289.

Ibrahim, M. N. M. and J. B. Schiere. 1985. Factors affecting urea-ammonia treatment. Relevance of Crop Residue as Animal Feed in Developing Countries. (eds. M. Wanapat and C. Devendra) Khon Kaen, Thailand. 29 November-2 December 1984, pp. 176-187.

Idris, N. S. H. 1981. The utilization of palm press fiber and palm kernel cake by beef steers in feedlot. MARDI. Res. Bull. 9 : 121-125.

Jackson, M. G. 1977. The alkali treatment of rice straw. Anim. Feed Sci. Technol. 2 : 105-130.

Jalaludin, S., N. Abdullah, Y. W. Ho and Z. A. Jelan. 1991. Recent development in the oil palm by-products based feeding systems. *In* Recent Advances on the Nutrition of Herbivorous. (eds. Y. W. Ho, H. K. Wong, N. Abdullah and S. Jalaludin) pp. 35-44. Kuala Lumpur : Malaysia Society of Animal Production.

Jayasuriya , M. C. N. and H. G. D. Perera. 1982. Urea-ammonia treatment of rice straw to improve its nutritive value for ruminants. Agri. Wastes 4 : 143-150.

Kaneko. J. J.1989. Clinical Biochemistry of Domistic Animal. San Diego : Academic Press.

Kiruiro, E. M. 1989. The utilization of urea-treated rice straw by lambs. M. Sc. Thesis, West Indies University.

Kochapakdee, S., W. Pralomkarn, S. Saithanoo, A. Lawpetchara and B. W. Norton. 1994. Grazing management studies with Thai goats. I. Productivity of female goats grazing newly established pasture with varying levels of supplementary feeding. Asian-Australasian. J. Anim. Sci. 7 : 289-294.

Kumar, R. D., K. N. Naidu, N. Krishna and M. Lakshminarayana. 1991. Effect of feeding urea treated paddy straw on the performance and nutrient digestibility in crossbred cows. Indian J. Dairy Sci. 44 : 196-199.

Kumwenda, M. S. L., M. C. N. Jayasuriya, G. Wauters and A. N. Bhattacharya. 1991. Rice straw as a dry season feed : Use of chemical treatment and by-product supplements on growth and milk production in cattle. A technical report. Project on Improved Utilization of Crop Residues and Agro-industrial By-products in Animal Feeding, Lilongwe, Malawi.

Lesoing, G., I. Rush, T. Klopfenstein and J. Ward. 1981. Wheat straw in growing cattle diets. J. of Anim. Sci. 51 : 257-262.

Leng, R. G. 1987. The key roles of urea and protein supplementation in increasing productivity of ruminants fed crop residues of pasture. (eds. R. Sansoucy, T. R. Preston and R. A. Leng). FAO Office for Asia and Pacific, Bangkok. pp. 50-126.

Louca, E. and J. Hancock. 1977. Genotype by environment interactions for postweaning growth in the Damascus breed of goats. J. of Anim. Sci. 44 : 927-931.

Masaoa, A. P. 1989. Effect of Energy and Protein Supplementation on the Utilization of Urea Treated Rice Straw by Lambs. M. Sc. Thesis, West Indies University.

McDonald, P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalph. 1988. Animal Nutrition. The 4th ed., London : Longman.

Mgheni, D. M., A. E., Kimambo, F. Sundstol and J. Madsen. 1993. Influence of urea treatment or supplementation on degradation, intake and performance of goats fed rice diets. Anim. Feed Sci. Technol. 44 : 209-220.

Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. New York : Academic Press.

Morrison, F. B. 1961. Feeds and Feeding. The 9th ed. Iowa : The Puplishing Company.

Mould, F. L. and Orskov, E. R. 1983. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradability and rumen microflora. Anim. Feed Sci. Technol. 10 : 1-14.

Muthurajah, R. N. and C. Devendra. 1975. Recovery useable product from palm oil waste of animal. Rubber Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur.

NRC. 1981. Nutrient Requirements of Domestic Animals, No. 5. Nutrient Requirements of Goats : Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries. Washington. D. C. : National Academy Press.

Nwokolo, E. N., D. B. Bragg and H. S. Saban. 1977. A nutritive evaluation of palm kernel meal for use in poultry ration. Trop. Sci. 19 : 147-154.

Orskov, E. R. 1975. Manipulation of rumen fermentation for maximum food utilization. World Rev. Nutr. Diet. 22 : 152-182.

Orskov, E. R., F. D. Hovell and F. Mould. 1980. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Trop. Anim. Prod. 5 : 195-213.

Pearce, G. R. 1984. Factors contributing to variation in the nutritive value of fibrous Agricultural residues. The 3rd Annual Workshop of the Australian-Asian Fibrous Agriculture Residues Research Network. University of Melbourne, Australia. pp. 117-122.

Pralomkarn, W., S. Kochapakdee, S. Saithanoo and B. W. Norton. 1995. Energy and protein utilization for maintenance and growth of Thai native and Anglo-Nubian x Thai native male weaner goats. Small Rumin. Res. 16 : 13-20.

Preston, T. R. 1986. Better Utilization of Crop Residues and By-Products in Animal Feeding : Research Guidelines FAO Animal Productions and Health Paper 50/2, FAO of the United Nation, Rome.

Potikanond, N., I. Saengchot and B. Cheva-Isarakul. 1988. Crop residues from rice based cropping systems for large ruminant production. *In* Ruminant Feeding Systems : Utilization Fibrous Agricultural Residues. (ed. R. M. Dixon). pp. 3-9. Canberra : International Development Program of Australian Universities and Colleges Limited.

Promma, S., S. Tuicompee, V. Himarat and N. Vidhyakorn. 1985. Production responses of lactating cows fed urea-treated rice straw compared to untreated rice straw supplemented with leucaena leaves. Proceeding of an International Workshop Held in Khon Kaen, Thailand. 29 November-2 December 1985. pp. 301-314.

Rasjid, S. and C. B. Perez. 1980. Fattening goats with ipil ipil *(Leucaena leucocephala)* leaves and rice straw plus rice bran or molasses. Philippine J. of Vet. and Anim. Sci. 6 : 500-507.

Rangnekar, D. V. 1988. Availability and intensive utilization of sugar cane by-products. Proceedings of a Consultation, Hisar, India. 21-29 March 1988. pp. 76-93.

Rengsirikul, B. and P. Chairatanayuth. 1983. Feed and feeding milking cows in summer I. Preliminary observation on feeding urea-treated rice straw to the lactation dairy cows. Research Report 1983. Kasetsart University, Bangkok. pp. 134-135.

Roxas, D. B., L. S. Castillo, A. R. Obsioma, R. M. Lapitan, V. G. Momongan and B. O. Juliano. 1984. Chemical composition and *in vitro* digestibility of straw from different varieties of rice. *In* The Utilization of Fibrous Agriculture Residues as Animal Feeds. (ed. P. T. Doyle). pp. 39-46. Melbourne : University of Melbourne.

Russell, J. B. and R. B. Hespell. 1981. Microbial rumen fermentation. J. Dairy Sci. 64 : 1153-1169.

Sannasgala, K. and M. C. N. Jayasuriya. 1984. Effect of physiological and morphological characteristic composition and *in vitro* digestibility of straw from different varieties of rice. *In* The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds. (ed. P. T. Doyle). pp. 75-87. Melbourne : University of Melbourne.

Sannasgala, K., S. Thrimavithane, T. Tharmaraj and M. C. N. Jayasuriya. 1984. The effect of level of fertilization and quality of rice straw. The 4thAFFARR Annual Workshop, Khon Khaen University, Thailand. 10-14 April 1984. pp. 47-53.

Sangkhapaitoon, P. 1996. The nutritive value and digestibility of rice straw supplemented with palm kernel cake and ensiled with urea and microbial inoculants., MS. of Science Thesis in Animal Science, Prince of Songkla University.

SAS. 1985. SAS User's Guide : Statistics. The 5th ed., North Carolina : SAS Inst Inc.

Schiere, J. B. and M. N. M. Ibrahim. 1989. Feeding of Urea-Ammonia Treated Rice Straw : A Composition of Miscellaneous Reports Producted by the Straw Utilization Project (Sri Lanka). Wageningen : Centre for Agricultural Publishing and Documentation.

Sultan, I. J. and S. C. Loerch, 1992. Effects of protein and energy supplementation of wheat straw-based diets on site of nutrient digestion and nitrogen metabolism of lambs. J. Anim. Sci. 70 : 2228-2234.

Suriyajantratong, W. and U. Senakas. 1984. Yield and nutritive value of groundnut vines at the pod harvesting stage. Paper Presented at the International Workshop Relevance of Crop Residues as Animal Feeds in Developing Countries. Khon Khaen University, Thailand. November 29-December 2 1984. P. 1-12.

Sundstol, F. and E. M. Coxworth. 1984. Ammonia treatment. *In* Developments in Animal Veterinary Science.14. Straw and Other Fibrous By-products as Feed. (eds. F. Sundstol and E. Owen) pp. 196-247. Amsterdam : Elsevier Science Publishers B.V.

Sundstol, F., E. M. Coxworth and D. W. Mowat. 1978. Improving nutritive value of straw and other quality roughages by treatment with ammonia. Wrld. Anim. Rev. 26 : 13.

Van Soest, P. T., A. Mascarenhas Ferreira and R. D. Hartlat. 1984. Chemical properties of fiber in relation to nutritive quality of ammonia-treated forages. Anim. Feed Sci. Technol. 10 : 155-164.

Verma, M. L. 1983. Practical aspects of treatment of crop residues. *In* The Utilization of Fibrous Agricultural Residues (ed. G. R. Pearce). pp. 85-99. Canberra : Australian Government Publishing Service.

Wanapat, M., P. Sriwattanasompat and S. Chanthai. 1983. The utilization of diets containing untreated rice straw, urea-ammonia treated riec straw and water cyacinth. The 3rd Annual workshop of the Australian-Asian Fibrous Agriculture Residues Research Network. Parkville, Victoria : University of Melbourne. pp. 156-165.

Wanapat, M., F. Sundstol and J. M. R. Hall. 1986. A comparison of alkali treatment method used to improve the nutritive value of straw : II. In sacco and *in vitro* degradation relative to *in vivo* digestibility. Anim. Feed Sci. and Technol. 14 : 125-220.

Watson, C. and B. W. Norton. 1982. The utilization of pangola grass hay by sheep and Angora goats. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 14 : pp. 476-480.

Webb, B. H., R. I. Hutagalung and S. T. Chem. 1976. Palm oil meal waste as animal feed-Processing and utilization. Proceeding of Symposium on International Development in Palm Oil. Kuala Lumpur, Malaysia. 1-5 April 1976. pp. 180-189.

Winson, P. N. and P. J. Strachan. 1981. The contribution of undegraded protein to the protein requirements of dairy cows. *In* Recent developments in ruminant nutrition. (eds. W. Haresign and D. J. A. Cole) pp. 228-247. Bomin Cornwell : Robert Hartnoll Ltd.

Wolin, J. M. and T. L. Miller. 1988. Microbe-microbe interaction. *In* The Rumen Microbial Ecosystem. (ed. P. N. Hobson) pp. 348-360. . New York : Elsevier Science Publishing Co., Inc.

Wong, H. K., O. A. Hassan, M. Shibata and S. Z. Alsmi. 1988. Ruminant volatile fatty acid production and rumen degradability of oil palm by-product in cattle feed molasses and oil palm by-product based ration. *In* Ruminant Feeding System Utilization Fibrous Agriculture Residual. (ed. R. M. Dixon.). pp. 171-177. Victoria : Parkville.

Wongsrikeao, W. and M. Wanapat. 1984. The effects of urea treatment of rice straw on the intake and live weight gain of buffaloes. The 4th Annual Workshop of the Australian Asian Fibrous Agricultural Residues Research Network, Held at Khon Kaen University. Thailand. 29 November-2 December 1984. pp. 368-381.

Yeong, S. W. 1982. The nutritive value of palm oil by-product for poultry. Anim. Prod. Health Trop. 1 : 217-222.

Yusoff, S. M., A. M. Babjee and C. F. Yuen. 1985. Utilization of non-conventional feed and agricultural by-product for ruminant in Malaysia. Asian Livestock 10 : 178-184.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การผ่าตัดเพื่อใส่ท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมัก

ในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องส่วนใหญ่อยู่ที่อาหารสัตว์ ฉะนั้นการศึกษาเพื่อประเมินค่าการย่อยได้ของอาหารสัตว์แต่ละชนิด จึงเป็นแนวทางในการเลือกใช้อาหารสัตว์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ การศึกษาการย่อยได้ในตัวสัตว์ (conventional digestion) เป็นวิธีการที่ดี ได้ค่าที่ค่อนข้างแม่นยำ แต่สิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายสูง ส่วนวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (chemical analysis) ไม่สามารถบ่งบอกถึงปริมาณโภชนะที่สัตว์ได้รับจริง ด้วยเหตุนี้การประเมินค่าการย่อยได้ของอาหารแบบ *in situ* (nylon bag technique) จึงได้รับการพัฒนาขึ้น ซึ่งวิธีการนี้สามารถทำการศึกษาได้หลายตัวอย่างในระยะเวลาที่สั้น สะดวกในการจัดการและมีค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาทำนายค่าการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร nylon bag technique เป็นวิธีการนำตัวอย่างอาหารที่ต้องการศึกษาใส่ในถุงไนล่อนนำไปหย่อนลงในกระเพาะหมักเพื่อวัดค่าการย่อยสลาย (disapperance) ของอาหารในช่วงเวลาต่างๆ กัน ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยสัตว์ที่เจาะกระเพาะ (fistulated animal) เพื่อใช้ในการแช่ถุงตัวอย่างอาหาร ดังนั้นการผ่าตัดใส่ท่ออาหารถาวร ในสัตว์ทดลองจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งการผ่าตัดเพื่อใส่ท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมักในแพะทดลองในการศึกษาครั้งนี้มีวิธีการและขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

1. คัดเลือกแพะเพศผู้จำนวน 4 ตัว น้ำหนักประมาณ 34-37 กิโลกรัม ทำการอดอาหารเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้มีอาหารเหลือในกระเพาะหมักน้อยที่สุด
2. นำแพะมาฉีด Xylazine HCl (Rompun®) ขนาด 2 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เข้าเส้นเลือด เพื่อระงับความรู้สึก หลังจากนั้น 10 นาที แพะเริ่มซึมและล้มตัวลงนอน จึงจัดให้นอนบนโต๊ะผ่าตัด โดยให้สวาปซ้ายอยู่ด้านบน มัดขาแต่ละคู่เพื่อป้องกันไม่ให้แพะดิ้น
3. ใช้สบู่และน้ำฟอกทำความสะอาด ทำการโกนขนในบริเวณสวาปด้านซ้ายตั้งแต่ซี่โครงคู่สุดท้ายจนถึงกระดูกเชิงกราน ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่จะผ่าตัดด้วยทิงเจอร์ไอโอดีนและเช็ดตามอีกครั้งด้วยแอลกอฮอล์
4. ฉีดยาชาเฉพาะที่ (2 % Xylocaine) ตามแนวด้านบนและด้านข้างของแนวที่จะเปิดแผลเป็นรูปตัวแอลหัวกลับ (Γ) เข้าใต้ผิวหนัง
5. ใช้มีดผ่าตัดกรีดผิวหนังในแนวตั้งฉากกับกระดูกสันหลัง ห่างจากแนวกระดูกสันหลัง ประมาณ 5 เซนติเมตร และห่างจากกระดูกซี่โครงคู่สุดท้ายประมาณ 7 เซนติเมตร ซึ่งจะตรงกับบริเวณ dorsal sac ของกระเพาะหมัก ให้ยาวประมาณ 6-7 เซนติเมตร โดยประมาณให้มีขนาดใหญ่กว่าท่อ fistula เล็กน้อย กรีดกล้ามเนื้อ transverse abdominis, external abdominal oblique และ internal

abdominal oblique จากนั้นใช้กรรไกรเปิดเยื่อบุช่องท้อง (peritoneum) จะพบผนังกระเพาะหมักดึงผนังกระเพาะหมักขึ้นมาและใช้ forcep หนีบยึดตรึงผนังกระเพาะหมักไว้นิ่งๆ

6. ทำการฉีดยาชาเข้าในบริเวณที่จะทำการกรีดเปิดผนังกระเพาะหมักประมาณ 3 จุด เริ่มกรีดเปิดผนังกระเพาะหมักตามแนวตั้งให้มีความยาวประมาณ 4-5 เซนติเมตร พร้อมกับทำการห้ามเลือดที่ออกจากบาดแผลที่ผนังกระเพาะ

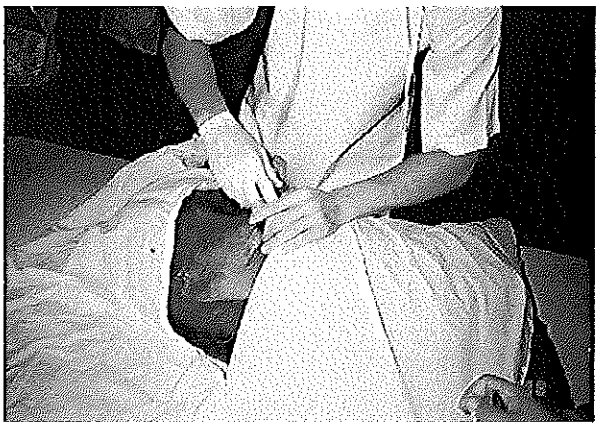
7. ใส่ fistula (ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว) เข้าในกระเพาะหมัก fistula ที่ใช้มี 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 อยู่ด้านในกระเพาะหมัก และส่วนที่ 2 ครอบส่วนที่ 1 อยู่นอกลำตัวแพะ เมื่อใส่ท่อที่อยู่ด้านในเรียบร้อยแล้ว ใช้ไหม (silk) เบอร์ 4 เย็บแบบ simple continuous suture ที่ผนังโดยรอบของรอยแผลกระเพาะหมักโดยพลิกรอยแผลจากการกรีดไว้ด้านล่างจากนั้นดึงไหมให้ผนังรอยแผลรั่นชิดติดแน่นกับ fistula ฉีดยาปฏิชีวนะ Penicillin-Streptomycin ที่บริเวณแผล จากนั้นนำผนังกระเพาะหมักส่วนที่ประกอบท่ออาหารถาวรนี้ดันลงไปในช่องท้อง ที่ตำแหน่งเดิม และทำการเย็บปิดกล้ามเนื้อผนังช่องท้อง external abdominal oblique และ internal abdominal oblique แบบ simple interrupt suture เป็นช่วงๆ และเย็บปิดผิวหนังรอบปากแผล แล้วทำความสะอาดแผลผ่าตัด ใส่ Penicillin-Streptomycin เข้าไประหว่าง suture โดยรอบแผลผ่าตัด ใส่ทิงเจอร์ไอโอดีน และพ่นด้วย nagasunt ที่ขอบแผล

8. ทำความสะอาดแผลผ่าตัดอีกครั้ง ใส่ fistula ส่วนที่ 2 ครอบส่วนที่ 1 ให้เรียบร้อย และปิดฝาท่อ fistula ด้วยจุกยางที่สามารถดึงปิด-เปิดได้สะดวก

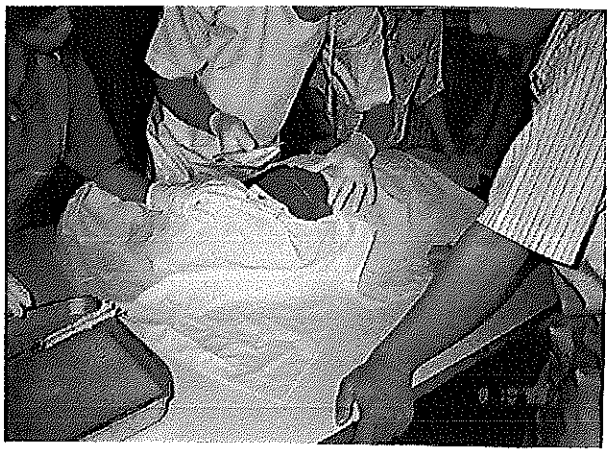
การดูแลหลังการผ่าตัด

1. แยกแพะออกมาขังเดี่ยว เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนแผล
2. ล้างทำความสะอาดแผลและวัดอุณหภูมิร่างกายทุกวัน (ปกติ 39 องศาเซลเซียส)
3. ฉีด Penicillin-Streptomycin ทุกๆ วัน นาน 3 วัน
4. ตัดไหมเย็บแผลออกเมื่อแผลหายสนิท (ประมาณ 10-14 วัน)
5. หลังตัดไหม ฝึกแพะให้คุ้นเคยต่อการเก็บตัวอย่างและหย่อนถุงไนล่อน

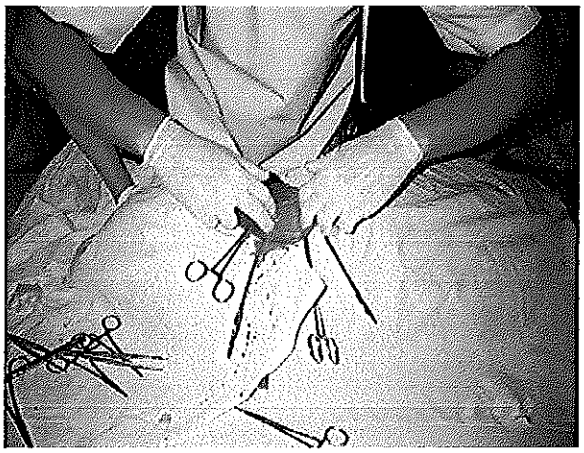
ภาพภาคผนวกที่ 1 ทำความสะอาดและโกนขนบริเวณที่จะผ่าตัด



ภาพภาคผนวกที่ 2 การฉีดยาชาตามแนวที่จะผ่าตัด (รูปตัวแอลหัวกลับ)



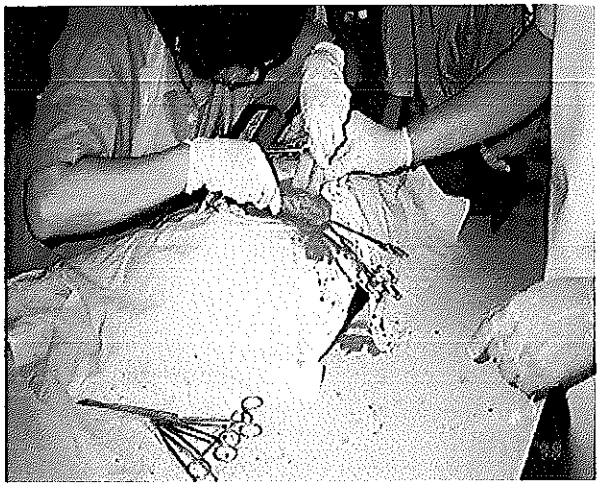
ภาพภาคผนวกที่ 3 การใช้มีดกรีดผิวหนังบริเวณที่จะผ่าตัด



ภาพภาคผนวกที่ 4 การเปิดบาดแผลให้กว้าง

ภาพภาคผนวกที่ 5 การใช้ forcep ยึดผนังกระเพาะหมัก (rumen)

ภาพภาคผนวกที่ 6 การเปิดผนังกระเพาะหมักและการห้ามเลือด

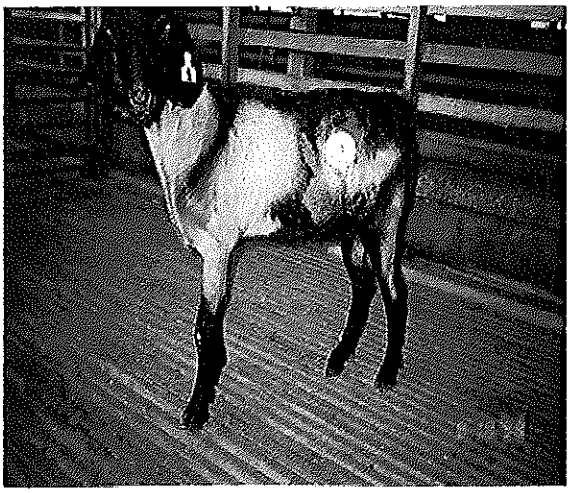


ภาพภาคผนวกที่ 7 การประกอบท่ออาหารถาวรเข้ากับผนังกระเพาะหมัก

ภาพภาคผนวกที่ 8 การเย็บปิดบาดแผล

ภาคผนวก ข

ภาพสัตว์ทดลองและการจัดการทั่วไป

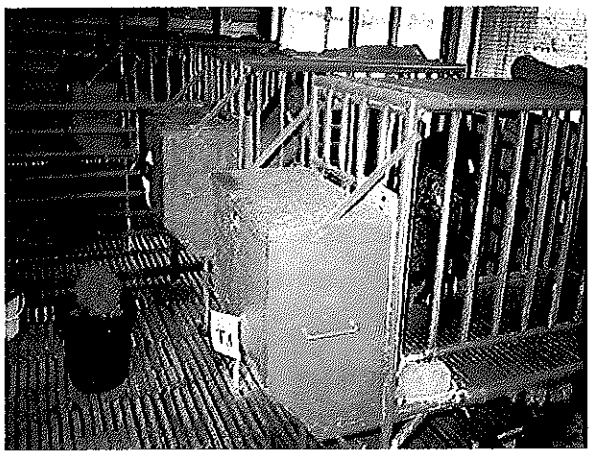


ภาพภาคผนวกที่ 9 แพะที่ฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะหมักและพร้อมทำการทดลอง

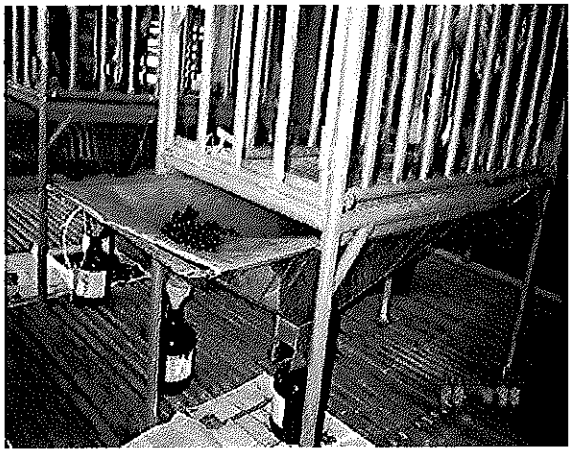
ภาพภาคผนวกที่ 10 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมอาหารทดลอง

ภาพภาคผนวกที่ 11 สภาพอาหารทดลองพร้อมที่จะนำไปหมัก 21 วัน

ภาพภาคผนวกที่ 12 การคลุกเคล้าอาหารทดลองกับกากน้ำตาลก่อนนำมาผึ่งแดด



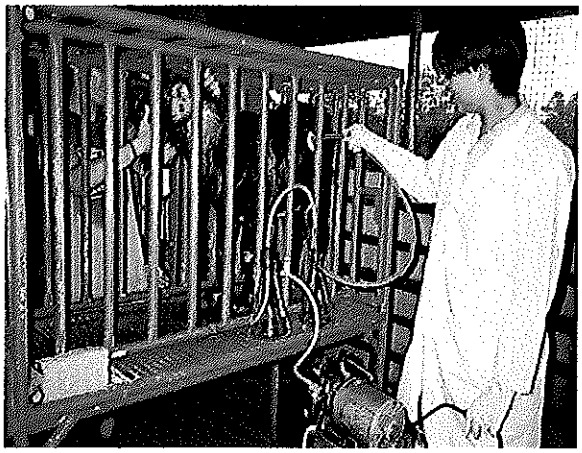
ภาพภาคผนวกที่ 13 สภาพแพะในกรงทดลองหาการย่อยได้ (การทดลองที่ 2)



ภาพภาคผนวกที่ 14 การเก็บมูลและปัสสาวะของแพะทดลอง

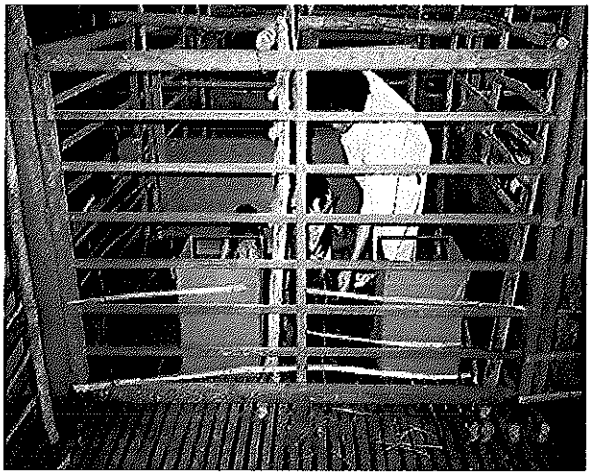
ภาพภาคผนวกที่ 15 การหาการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (ก่อนการบ่ม)

ภาพภาคผนวกที่ 16 การหาการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงไนล่อน (หลังบ่มนาน 48 ชั่วโมง)



ภาพภาคผนวกที่ 17 การดูดของเหลวใน
กระเพาะหมัก

ภาพภาคผนวกที่ 18 การนำของเหลวใน
กระเพาะหมักมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง



ภาพภาคผนวกที่ 19 สภาพแพะทดลอง
(การทดลองที่ 3)

ภาพภาคผนวกที่ 20 การชั่งน้ำหนักแพะทดลอง

ภาคผนวก ค

ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ตารางภาคผนวกที่ 1 ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารแพะทดลอง

วัตถุดิบอาหารสัตว์	จำนวน (กก.)	ราคาต่อกิโลกรัม	ราคารวม
1. อาหารข้น			
-กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	37.50	3.25	121.87
-ข้าวโพดป่น	47.00	4.25	199.75
-กากถั่วเหลือง	12.00	8.25	99.00
-เปลือกหอยป่น	1.00	6.00	6.00
-เกลือป่น	2.00	6.25	12.50
-ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.50	6.00	3.00
ราคาต่อ 100 กิโลกรัม			442.13
ราคาต่อ 1 กิโลกรัม			4.42
2. หญ้าแห้ง		1.50	
3. เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย			
-เศษเหลือจากรวงข้าว	7.00	-	-
-กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	3.00	3.25	9.75
-ยูเรีย	0.60	8.00	4.80
-น้ำ	10.00	-	-
-กากน้ำตาล	1.00	3.00	3.00
-ถุงดำ	2.00/ถุง	2.00/ถุง	4.00
ราคาต่อ 15 กิโลกรัม			21.55
ราคาต่อ 1 กิโลกรัม			1.44*

หมายเหตุ ราคา ณ โรงผสมอาหาร ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

* การคิดต้นทุนต่อหน่วยไม่รวมค่าเศษเหลือจากรวงข้าวและค่าแรงงาน

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	133.25	44.41	2.30
GOAT	3	378.07	126.02	6.51**
TRT	3	2248.55	749.51	38.75**
ERROR	54	1044.60	19.34	
TOTAL	9	2759.88	306.65	15.85**

CV = 8.13

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	189.21	63.07	2.87*
GOAT	3	425.95	141.98	6.45**
TRT	3	2083.00	694.33	31.56**
ERROR	54	1188.07	22.00	
TOTAL	9	2698.17	299.79	13.63**

CV = 8.58

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโปรตีนรวมในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	147.66	49.22	27.39**
GOAT	3	24.26	8.08	4.50**
TRT	3	1926.04	642.01	357.30**
ERROR	54	97.03	1.79	
TOTAL	9	2097.96	233.10	129.73**

CV = 1.54

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของผนังเซลล์ในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	388.54	129.51	4.13*
GOAT	3	597.07	199.02	6.35**
TRT	3	1347.94	449.31	14.34**
ERROR	54	1692.33	31.33	
TOTAL	9	2333.57	259.28	8.27

CV = 12.29

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลสในเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	2702.10	900.70	18.36**
GOAT	3	959.29	319.76	6.52**
TRT	3	1680.87	560.29	11.42**
ERROR	54	2649.36	49.06	
TOTAL	9	5342.27	593.58	12.10**

CV = 18.28

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	271.00	90.33	1.35
GOAT	3	506.76	168.92	2.53
TRT	3	373.50	124.50	1.87
ERROR	6	400.15	66.69	
TOTAL	9	1151.27	127.91	1.92

CV = 10.54

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	264.71	88.23	1.51
GOAT	3	427.63	142.54	2.45
TRT	3	327.59	109.19	1.87
ERROR	6	349.79	58.29	
TOTAL	9	1019.94	113.32	1.94

CV = 9.64

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวมในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรียเป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	143.94	47.98	1.10
GOAT	3	188.47	62.82	1.45
TRT	3	347.62	115.87	2.67
ERROR	6	260.80	43.46	
TOTAL	9	680.04	75.56	1.74

CV = 8.12

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเป็นกรด-ด่างของเหลวในกระเพาะหมักในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	0.69	0.23	4.60**
GOAT	3	0.42	0.14	2.80*
TRT	3	0.74	0.24	4.93**
ERROR	182	9.21	0.05	
TOTAL	9	1.87	0.20	4.11**

CV = 3.51

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนในซีรั่มในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	117.24	39.08	5.16**
GOAT	3	17.16	5.72	0.76
TRT	3	167.63	55.87	7.38**
ERROR	22	166.64	7.57	
TOTAL	9	302.03	33.55	4.43**

CV = 13.04

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนในซีรั่มในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน (ก่อนให้อาหาร)

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	45.15	15.05	1.27
GOAT	3	4.60	1.53	0.13
TRT	3	89.66	29.88	2.52
ERROR	6	71.02	11.83	
TOTAL	9	139.41	15.49	1.31

CV = 16.85

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของไนโตรเจนในซีรั่มในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน (หลังให้อาหาร)

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	77.12	25.70	2.09
GOAT	3	13.89	4.63	0.38
TRT	3	78.86	26.28	2.14
ERROR	6	73.77	12.29	
TOTAL	9	169.88	18.87	1.54

CV = 16.10

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับสมดุลไนโตรเจนในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	867.22	289.07	16.87**
GOAT	3	200.00	66.66	3.89*
TRT	3	1988.65	662.88	38.69**
ERROR	102	1747.36	17.13	
TOTAL	9	3055.88	339.54	19.82**

CV = 24.78

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	909882.00	303294.00	25.84**
GOAT	3	443580.43	147860.14	12.60**
TRT	3	771668.67	257222.89	21.92**
ERROR	102	1197197.34	11737.22	
TOTAL	9	2125131.11	236125.68	20.12**

CV = 25.85

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	29086.87	9695.62	30.70**
GOAT	3	8876.84	2958.94	9.37**
TRT	3	46092.87	15364.29	48.66**
ERROR	102	32209.46	315.77	
TOTAL	9	84056.59	9339.62	29.58**

CV = 6.04

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน

SOURCE	DF	SS	MS	F
PERIOD	3	760490.83	253496.94	23.67**
GOAT	3	569944.95	189981.65	17.74**
TRT	3	662553.74	22085.24	20.62**
ERROR	102	1092531.74	10711.09	
TOTAL	9	1992989.54	221443.28	20.67**

CV = 14.51

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเริ่มต้นในการทดลอง ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	0.8437	0.8437	0.10
TRT	1	0.2604	0.2604	0.03
CONC	1	3.0104	3.0104	0.35
TRT*CONC	1	23.0104	23.0104	2.64
ERROR	19	165.6145	8.7165	

CV = 18.28

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	4.4669	4.4669	0.00
TRT	1	13407.9464	13407.9464	8.63**
CONC	1	40580.8346	40580.8346	26.11**
TRT*CONC	1	953.2153	953.2153	0.61
ERROR	19	29528.1887	1554.1152	

CV = 25.57

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	0.0017	0.0017	0.03
TRT	1	0.4048	0.4048	7.00
CONC	1	1.9705	1.9705	34.08**
TRT*CONC	1	0.2096	0.2096	3.63
ERROR	19	1.00984	0.0578	

CV = 26.21

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารหยาบที่กินได้ต่อน้ำหนักเมแทบอลิก ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	9.3363	9.3363	0.58
TRT	1	125.3414	125.3414	7.82*
CONC	1	939.6888	939.6888	58.61**
TRT*CONC	1	31.7561	31.7561	1.98
ERROR	19	304.6255	16.0329	

CV = 21.36

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารข้นที่กินได้ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	541.1201	541.1201	0.16
TRT	1	538.6917	538.6917	0.16
CONC	1	134478.8040	134478.8040	40.32**
TRT*CONC	1	10826.9626	10826.9626	3.25
ERROR	19	63373.5703	3335.4511	

CV = 25.42

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 30 เปอร์เซ็นต์ หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	447.2585	447.2585	0.08
TRT	1	19321.5590	19321.5590	3.39
CONC	1	27313.0705	27313.0705	4.80*
TRT*CONC	1	5354.9742	5354.9742	0.94
ERROR	19	108189.7315	5694.1964	

CV = 19.79

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	0.0283	0.0283	0.61
TRT	1	0.3002	0.3002	6.45*
CONC	1	0.2258	0.2258	4.85*
TRT*CONC	1	0.0826	0.0826	1.78
ERROR	19	0.8841	0.0465	

CV = 9.90

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดต่อน้ำหนักเมแทบอลิก ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	3.8873	3.8873	0.26
TRT	1	233.4197	233.4197	15.63**
CONC	1	106.7027	106.7027	7.14*
TRT*CONC	1	9.5798	9.5798	0.64
ERROR	19	283.7549	14.9344	

CV = 8.85

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	0.0417	0.0417	0.00
TRT	1	0.0417	0.0417	0.00
CONC	1	54.0000	54.0000	3.95
TRT*CONC	1	35.0400	35.0400	2.56
ERROR	19	259.7083	13.6688	

CV = 18.79

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	53.1454	53.1454	0.36
TRT	1	9.7588	9.7588	0.07
CONC	1	3280.9623	280.9623	22.29**
TRT*CONC	1	131.2460	131.2460	0.89
ERROR	19	2799.2518	147.2237	

CV = 33.77

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในแพะที่ได้รับหญ้าแห้งและเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ 30 เปอร์เซ็นต์หมักยูเรีย เป็นอาหารพื้นฐาน เสริมด้วยอาหารข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

SOURCE	DF	SS	MS	F
SEX	1	5.4188	5.4188	0.29
TRT	1	67.1341	67.1341	3.57
CONC	1	255.7670	255.7670	13.60**
TRT*CONC	1	18.8257	18.8257	1.00
ERROR	19	357.3091	18.8057	

CV = 31.21

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวสุมิตรา สำเภาพล

วัน เดือน ปีเกิด 7 ธันวาคม 2505

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต (การผลิตสัตว์)	คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้	พ.ศ. 2528

สถานที่ทำงาน

ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตร

อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี