บทที่ 2

การทดลองที่ 1

องค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้ของโภชนะในเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรียเสริมกากน้ำตาล และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ในแพะ

บทนำ

การนำพืชอาหารสัตว์ หรือวัตถุดิบใด ๆ มาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ โดยหลักการเบื้องต้นจำเป็นต้องทราบองค์ประกอบทางเคมีหรือคุณค่าทางโภชนะและการย่อยได้ของโภชนะในวัตถุดิบเหล่านั้น เพื่อจะได้ทราบถึงข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ หรือความจำเป็นในการเสริมโภชนะเพิ่มเติมให้เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ การวิจัยครั้งนี้จึงได้นำเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรียเสริมกากน้ำตาล และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในแพะเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาในการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าว เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ
2. เพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยหยาบ ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง และโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด ในเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ในแพะ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ และอุปกรณ์

1. วัตถุดิบอาหารสัตว์ ได้แก่ เศษเหลือจากรวงข้าว จากโรงสีข้าวในตำบลนาหม่อม อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ซึ่งได้จากการสกัดน้ำมันด้วยเกลียวอัด ข้าวโพดป่น กากถั่วเหลือง เปลือกหอยป่น เกลือป่น และไดแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งซื้อจากร้านจำหน่ายวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

2. สัตว์ทดลอง ใช้แพะลูกผสมพื้นเมืองไทย-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 26.80±1.04 กิโลกรัม อายุ 1-2 ปี จำนวน 20 ตัว ซึ่งเป็นแพะของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3. โรงเรือนและอุปกรณ์ในการเลี้ยงแพะ

4. อุปกรณ์สำหรับหมักเศษเหลือจากรวงข้าว ได้แก่ เศษเหลือจากรวงข้าว ปุ๋ย ยูเรีย (46-0-0) กากน้ำตาล น้ำสะอาด บัวรดน้ำ และถุงดำขนาด 30 x 40 นิ้ว เป็นต้น

5. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการสุ่มเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ถุงพลาสติก ยางเส้น ขวดแก้ว และเครื่องชั่งน้ำหนัก

6. เครื่องชั่งแบบแขวนสำหรับชั่งน้ำหนักแพะ และเครื่องชั่งอาหารทดลอง

7. อุปกรณ์ทำความสะอาดคอกและสัตว์ทดลอง

8. ยาถ่ายพยาธิภายในและภายนอก

9. วิตามินและแร่ธาตุ

10. วัสดุ และสารเคมีในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าว เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน อาหารข้น และมูลแพะ

11. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ตู้อบ เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ทำการคัดเลือกแพะลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทยกับพันธุ์แองโกลนูเบียน (พันธุ์พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ x พันธุ์แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) เพศผู้ อายุประมาณ 1-2 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 26.80±1.04 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว โดยให้ในแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ก่อนทำการทดลองแพะทุกตัวจะได้รับการถ่ายพยาธิด้วยยาถ่ายพยาธิ ไอเวอร์เม็กติน (ไอ

เดกติน, IDECTIN® ไม่ระบุบริษัทที่ผลิต) เพื่อควบคุมพยาธิตัวกลมและพยาธิภายนอก โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตร ต่อน้ำหนักสัตว์ 50 กิโลกรัม

การเตรียมอาหารทดลอง

อาหารข้น

ทำการผสมอาหารข้นที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างกัน 4 ระดับคือ 0, 25, 50, 75 และ100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารจะใช้แทนที่ข้าวโพดป่นและกากถั่วเหลือง

ตารางที่ 1 สัดส่วนของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารข้น (สภาพที่ให้สัตว์กิน) และส่วนประกอบทางเคมีของอาหารข้น (สภาพแห้งมีความชื้น) ที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนประกอบ	อาหารข้น (กิโลกรัม)				
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00
ข้าวโพดป่น	76.30	55.00	33.90	12.70	-
กากถั่วเหลือง	20.20	16.50	12.60	8.80	-
เปลือกหอยป่น	1.00	1.00	1.00	1.00	-
เกลือป่น	2.00	2.00	2.00	2.00	-
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.50	0.50	0.50	0.50	-
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ส่วนประกอบทางเคมี[1]					
โปรตีนรวม (เปอร์เซ็นต์)	14.02	14.05	14.02	14.01	12.48
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม)	3,174.90	3,562.78	3,950.07	4,337.66	4,823.28

หมายเหตุ [1]คำนวณจากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมด้วยกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์

นำปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) 300 กรัม ละลายในน้ำจำนวน 5 ลิตร นำมาราดบนเศษเหลือจากรวงข้าวสภาพตากแห้งในอากาศ (air dry basis) จำนวน 5 กิโลกรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำมาอัดในถุงดำให้แน่นเพื่อไล่อากาศออก และปิดปากถุงให้สนิท ใช้เวลาหมัก 21 วัน เมื่อครบกำหนดนำออกมาผึ่งแดด 1-2 ชั่วโมง และราดด้วยกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ คลุกเคล้าให้เข้ากันก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ทดลอง

การวางแผนการทดลอง

การประเมินสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาลในแพะ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 5 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์มี 4 ซ้ำ (replication) ดังนั้นจึงมีหน่วยทดลองทั้งหมด 20 หน่วย แต่ละทรีตเมนต์ ประกอบด้วย

ทรีตเมนต์ที่ 1 อาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน + เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล

ทรีตเมนต์ที่ 2 อาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ + เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล

ทรีตเมนต์ที่ 3 อาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50 เปอร์เซ็นต์ + เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล

ทรีตเมนต์ที่ 4 อาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 75 เปอร์เซ็นต์ + เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล

ทรีตเมนต์ที่ 5 กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 100 เปอร์เซ็นต์ + เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล

วิธีการทดลอง

1. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะ ที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ร่วมกับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมกากน้ำตาล แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะ คือ

1.1 ระยะปรับตัว (adaptation period) ใช้เวลา 10 วัน เป็นระยะฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ระยะการทดลองจริง โดยให้สัตว์ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล 50 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งเป็นปริมาณที่จำกัด และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ แบบเต็มที่ (ad libitum) ในช่วงเช้าเวลา 08.00 นาฬิกา และช่วงบ่ายเวลา 15.00 นาฬิกา พร้อมทั้งมีแร่ธาตุก้อนและน้ำวางไว้ให้สัตว์ทดลองทุกตัว

1.2 ระยะทดลอง (experimental period) เป็นระยะเก็บข้อมูล ใช้เวลา 7 วัน โดยให้สัตว์ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล ในปริมาณ 50 กรัมต่อตัวต่อวัน และอาหารข้นโดยให้กินในปริมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณในระยะปรับตัว ในช่วงเช้าเวลา 08.00 นาฬิกา และช่วงบ่ายเวลา 15.00 นาฬิกา ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมูลและตัวอย่างอาหารเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี

2. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมกากน้ำตาล

หลังจากเสร็จการทดลองในช่วงที่ 1 ทำการพักสัตว์ทดลองโดยให้ได้รับหญ้าสดและอาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นอาหารข้นที่ใช้ในฟาร์มของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก โดยให้กินแบบเต็มที่เป็นระยะเวลา 10 วัน หลังจากนั้นทำการทดลองเพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมกากน้ำตาล โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ระยะคือ

2.1 ระยะปรับตัว (adaptation period) ใช้เวลา 10 วัน เป็นระยะฝึกให้สัตว์มีความคุ้นเคยกับสภาพการทดลองและอาหารก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ระยะการทดลองจริง โดยให้สัตว์ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล โดยให้กินแบบเต็มที่ (ad libitum) ในช่วงเช้าเวลา 08.00 นาฬิกา และช่วงบ่ายเวลา 15.00 นาฬิกา พร้อมทั้งมีแร่ธาตุก้อนและน้ำวางไว้ให้สัตว์ทดลองทุกตัว

2.2 ระยะทดลอง (experimental period) เป็นระยะเก็บข้อมูล ใช้เวลา 7 วัน ให้สัตว์ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล ในปริมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณในระยะปรับตัว ในช่วงเช้าเวลา 08.00 นาฬิกา และช่วงบ่ายเวลา 15.00 นาฬิกา ทำการเก็บตัวอย่างมูลและตัวอย่างอาหารเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3. การเก็บตัวอย่าง

3.1 การสุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร สุ่มเก็บตัวอย่างเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ โดยทำการสุ่มเก็บก่อนการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ตลอดระยะการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำตัวอย่างอาหารในแต่ละทรีตเมนต์นั้น ๆ มาผสมกัน และสุ่มเก็บตัวอย่างนำไปบดด้วยเครื่อง Willy mill ที่มีรูตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บใส่ขวดแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและเปอร์เซ็นต์เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash, AIA)

3.2 เก็บตัวอย่างมูลโดยตรงจากทวารหนักครั้งละประมาณ 100-150 กรัม วันละ 2 ครั้ง เวลา 08.30 น. และ 15.30 น. แยกเป็นรายตัว เก็บใส่ถุงทำเครื่องหมายให้ชัดเจน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองสุ่มเก็บตัวอย่างมูลแพะประมาณ 300 กรัม ของแต่ละซ้ำในทรีตเมนต์นั้น ๆ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง นำไปบดด้วยเครื่อง Willy mill ที่มีรูตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บใส่ขวดแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและเปอร์เซ็นต์เถ้าที่ไม่ละลายในกรด และคำนวณหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแต่ละซ้ำในทรีตเมนต์ นั้น ๆ โดยใช้สูตร

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (%) $= 100 - \left[100 \times \frac{\%\ \text{AIA ในอาหาร}}{\%\ \text{AIA ในมูล}} \times \frac{\%\ \text{โภชนะในมูล}}{\%\ \text{โภชนะในอาหาร}} \right]$

4. การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

4.1 ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าว เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน อาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ และมูลแพะ โดยวิธี Proximate Analysis (AOAC, 1984) และวิธีดีเทอร์เจนท์ (Goering and Van Soest, 1975) และวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์เถ้าที่ไม่ละลายในกรดตามวิธีการของ Van Keulen และ Young (1977)

4.2 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุ โดยใช้สูตร

% OM = % DM - % ash (AOAC, 1984)

4.3 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ โดยใช้สูตร

% NFE = % DM - % CP - % EE - % CF - % ash (AOAC, 1984)

4.4 คำนวณหาคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง โดยใช้สูตร

% NSC = % DM - % CP - % EE - % NDF - % ash (Nocek and Russell,1988)

4.5 คำนวณหาเฮมิเซลลูโลส โดยใช้สูตร

% Hemicellulose = % NDF - % ADF (Goering and Van Soest, 1975)

4.6 คำนวณหาเซลลูโลส โดยใช้สูตร

% Cellulose = % ADF - % ADL (Goering and Van Soest, 1975)

4.7 คำนวณโภชนะรวมที่ย่อยได้ (total digestible nutrients, TDN) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ DCP = โปรตีนรวมที่ย่อยได้ (กิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัม วัตถุแห้ง)

DCF = เยื่อใยหยาบที่ย่อยได้ (กิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัม วัตถุแห้ง)

DNFE = ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ที่ย่อยได้ (กิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัม วัตถุแห้ง)

DEE = ไขมันรวมที่ย่อยได้ (กิโลกรัมต่อ 100 กิโลกรัม วัตถุแห้ง)

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ส่วนข้อมูลสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและโภชนะรวมที่ย่อยได้จะทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan ' s Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

การวิจัยนี้ดำเนินการที่ฟาร์มเลี้ยงแพะทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตั้งอยู่ที่ อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายน 2545 - เดือนมีนาคม 2546

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. องค์ประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าว เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ

ส่วนประกอบทางเคมีของเศษเหลือจากรวงข้าว เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า เศษเหลือจากรวงข้าว และเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลประกอบด้วยวัตถุแห้ง 89.74 และ 90.26 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ 94.15 และ

93.46 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งมีโปรตีนรวม 3.54 และ 5.53 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 5.85 และ 6.54 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 0.36 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยหยาบ 33.96 และ 35.75 ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ 56.30 และ 51.96 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 69.38 และ 62.35 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 46.42 และ 47.27 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 9.69 และ 7.31 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง 20.88 และ 25.35 เปอร์เซ็นต์ เซลลูโลส 36.73 และ 39.96 เปอร์เซ็นต์ และเฮมิเซลลูโลส 22.96 และ 15.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเศษเหลือจากรวงข้าวในการศึกษาครั้งนี้มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (89.74 เปอร์เซ็นต์) โปรตีนรวม (3.54 เปอร์เซ็นต์) ลิกโนเซลลูโลส (46.42 เปอร์เซ็นต์) และ ลิกนิน (9.69 เปอร์เซ็นต์) ใกล้เคียงกับรายงานของ สุมิตรา (2541) ที่พบว่า เศษเหลือจากรวงข้าวประกอบด้วยวัตถุแห้ง 88.09 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน 3.98, 44.07 และ 6.80 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ เมื่อนำเศษเหลือจากรวงข้าวมาหมักด้วยยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์และเสริมกากน้ำตาลส่งผลให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมเพิ่มขึ้น (5.53 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับ เมธา และคณะ (2525) ที่รายงานว่า การปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวโดยหมักด้วยยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราส่วนของน้ำต่อฟางข้าว 1 : 1 และหมักนาน 3 สัปดาห์ สามารถทำให้โปรตีนรวมของฟางข้าวเพิ่มขึ้นจาก 3.5 เป็น 7.3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น Saadulah และคณะ (1981) อ้างโดย บุญเสริม (2545) รายงานว่า การหมักฟางข้าวด้วยยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้โปรตีนรวมของฟางข้าวเพิ่มขึ้นจาก 3.9 เป็น 11 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม เศษเหลือจากรวงข้าวที่ผ่านการหมักด้วยยูเรียและเสริมกากน้ำตาลในการศึกษาครั้งนี้ มีโปรตีนรวมไม่สูงมากนัก เนื่องจากเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียที่นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ก่อนนำมาบดทำให้ไนโตรเจนบางส่วนระเหยไปในรูปของแอมโมเนีย (NH_3) ส่งผลให้ค่าโปรตีนรวมในเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียลดลง (ดำรัส และคณะ, 2545) และการที่ค่าของโปรตีนรวมของฟางข้าวหมักยูเรียในรายงานต่าง ๆ มีค่าต่างกัน มีสาเหตุจากปัจจัยหลายปัจจัย เช่น การปิดกองหรือภาชนะที่ใช้หมัก ระยะเวลาในการหมัก ความละเอียดในการสุ่มเก็บและการเตรียมตัวอย่าง ตลอดจนการผึ่งหรือไม่ผึ่งฟางข้าวก่อนนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น (Cheva-Isarakul and Kanjanapruthipong, 1987)

ส่วนประกอบทางเคมีอื่น ๆ ในเศษเหลือจากรวงข้าว และเศษเหลือจากรวงข้าวหมัก ยูเรียเสริมกากน้ำตาล พบว่า เถ้า เยื่อใยหยาบ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง และเซลลูโลส มีค่าสูงขึ้นเมื่อเศษเหลือจากรวงข้าวผ่านการหมักด้วยยูเรีย แต่ไขมันรวม ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ ผนังเซลล์ และเฮมิเซลลูโลส มีแนวโน้มลดลง สาเหตุที่เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียมี

เปอร์เซ็นต์ของผนังเซลล์และเฮมิเซลลูโลสลดลงเนื่องจากการใช้สารละลายยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ราดลงบนเศษเหลือจากรวงข้าวแล้วเก็บในสภาพปิดสนิทเป็นเวลา 21 วัน ทำให้จุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา ที่ติดอยู่ที่ผิวเศษเหลือจากรวงข้าวได้รับความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสมจึงเพิ่มปริมาณและผลิตเอ็นไซม์ยูรีเอสเพื่อสลายยูเรียให้เป็นแอมโมเนีย (Lacey, 1979 อ้างโดย บุญเสริม, 2545) ซึ่งเมื่อแอมโมเนียรวมตัวกับน้ำจะได้แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์จะทำให้เกิดการบวมพองของเส้นใย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่รอยต่อระหว่างลิกนินกับเซลลูโลส (lignocellulose bonding) การบวมพองของรอยต่อนี้จะทำให้แรงยึดของพันธะระหว่างลิกนินกับเซลลูโลสน้อยลง จึงเปิดโอกาสให้จุลินทรีย์หรือน้ำย่อยเซลลูเลสเข้าไปย่อยผนังเซลล์ได้มากขึ้น (Sundstol and Coxworth, 1984)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง) ของเศษเหลือจากรวงข้าว เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรียเสริมกากน้ำตาล กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารข้นที่ ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ

องค์ประกอบทางเคมี	เศษเหลือจากรวงข้าว	เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย	กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	อาหารข้น ระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (%)			
				0	25	50	75
วัตถุแห้ง	89.74	90.26	94.49	88.45	89.75	90.90	92.66
อินทรียวัตถุ	94.15	93.46	95.53	95.37	94.59	94.38	93.16
โปรตีนรวม	3.54	5.53	13.64	13.47	14.88	14.40	15.00
เถ้า	5.85	6.54	4.47	4.63	5.41	5.62	6.83
ไขมันรวม	0.36	0.23	7.72	2.14	3.11	4.16	5.44
เยื่อใยหยาบ	33.95	35.74	21.37	2.37	7.13	8.60	13.91
ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์	56.30	51.96	52.78	77.38	69.47	67.22	58.80
ผนังเซลล์	69.38	62.35	58.86	23.19	33.62	39.69	54.68
ลิกโนเซลลูโลส	46.42	47.27	42.20	4.44	13.22	17.10	27.89
ลิกนิน	9.69	7.31	13.00	1.08	4.14	5.47	9.24
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง	20.88	25.35	15.30	56.57	42.99	36.14	18.05
เซลลูโลส	36.73	39.96	29.19	3.36	9.08	11.63	18.66

เฮมิเซลลูโลส	22.96	15.08	16.67	18.75	20.40	22.59	26.79

ส่วนประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน พบว่า ประกอบด้วย วัตถุแห้ง 94.49 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ 95.53 เปอร์เซ็นต์ และส่วนประกอบอื่น ๆ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ได้แก่ โปรตีนรวม 13.64 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 7.72 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 4.47 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยหยาบ 21.37 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ 52.78 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 58.86 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 42.20 เปอร์เซ็นต์ ลิกนิน 13.00 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง 15.30 เปอร์เซ็นต์ เซลลูโลส 29.19 เปอร์เซ็นต์ และเฮมิเซลลูโลส 16.67 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่ากากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูง เนื่องจากกระบวนการหีบน้ำมันจากผลปาล์มสดและจากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันต้องผ่านการอบแห้งหลายครั้ง ทำให้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ได้มีความชื้นเหลืออยู่น้อย องค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่นิวัติ (2531) และAhmad (1986) ได้รายงานไว้คือ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันชนิดหีบน้ำมันมีวัตถุแห้ง 91.90 และ 92.70 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 14.41 และ 14.60 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 10.25 และ 9.10 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 3.36 และ 4.30 เปอร์เซ็นต์ และไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ 49.01 และ 59.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความผันแปรขององค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันอาจเนื่องจากความแตกต่างของพันธุ์ การใส่ปุ๋ย อายุในการเก็บเกี่ยว และวิธีในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

สำหรับส่วนประกอบทางเคมีของอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ พบว่า ประกอบด้วยวัตถุแห้ง 88.45, 89.75, 90.90 และ 92.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อินทรียวัตถุ 95.37, 94.59, 94.38 และ 93.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และส่วนประกอบอื่น ๆ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ได้แก่ โปรตีนรวม 13.47, 14.88, 14.40 และ 15.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เถ้า 4.63, 5.41, 5.62 และ 6.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไขมันรวม 2.14, 3.11, 4.16 และ 5.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เยื่อใยหยาบ 2.37, 7.13, 8.60 และ 13.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ 77.38, 69.47, 67.22 และ 58.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผนังเซลล์ 23.19, 33.62, 39.69 และ 54.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลิกโนเซลลูโลส 4.44, 13.22, 17.10 และ 27.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลิกนิน 1.08, 4.14, 5.47 และ 9.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง 56.57, 42.99, 36.14 และ 18.05

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เซลลูโลส 3.36, 9.08, 11.63 และ 18.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเฮมิเซลลูโลส 18.75, 20.40, 22.59 และ 26.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าอาหารทดลองทั้ง 5 ทรีตเมนต์มีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 88.45-94.49 เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 93.16-95.53 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวมอยู่ระหว่าง 13.47-15.00 เปอร์เซ็นต์ และเถ้าอยู่ระหว่าง 4.47-6.83 เปอร์เซ็นต์ แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันรวม เยื่อใยหยาบ ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส ลิกนิน และเซลลูโลส เพิ่มขึ้นเมื่อระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับจินดา และคณะ (2543) ที่กล่าวว่า ปริมาณเยื่อใยจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร เนื่องจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีเยื่อใยสูงกว่ากากถั่วเหลือง การใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับเปอร์เซ็นต์สูงขึ้นจะทำให้เยื่อใยในสูตรอาหารเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

2. ปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ร่วมกับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการประเมินสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีส่วนประกอบของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ร่วมกับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล โดยให้แพะทดลองได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลปริมาณที่จำกัด คือ 50 กรัมต่อตัวต่อวัน และได้รับอาหารข้นแบบเต็มที่ ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณการกินได้บนฐานวัตถุแห้งของอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลปริมาณ 50 กรัมต่อตัวต่อวัน พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (538.62$\pm$73.69 กรัมต่อตัวต่อวัน) สูงสุด แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณการกินได้ของอาหารข้นเท่ากับ 503.59$\pm$70.82, 483.44$\pm$80.46 และ 486.25$\pm$85.57 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ($P>0.05$) ในขณะที่แพะที่ได้รับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ต่ำสุดคือ 345.64$\pm$52.95 กรัมต่อตัวต่อวัน แตก

ต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากแพะที่ได้รับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 100 เปอร์เซ็นต์ ได้รับพลังงานสูง (4,823.28 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม) ซึ่งการได้รับพลังงานสูงอาจไปจำกัดการกินได้ของอาหารข้นลง (Van Soest, 1964) และนอกจากนั้นเมื่อสัตว์ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนรวมต่ำลง ปริมาณการกินอาหารจะลดลง ทั้งนี้เพราะกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนลดลง ส่งผลให้อัตราความเร็วในการหมักย่อยของอาหารลดลง (วรพงษ์, 2535) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินได้ต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว และน้ำหนักเมแทบอลิก พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอาหารข้น (1.77±0.36 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวและ 40.43±7.65 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$; 1.72±0.20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และ 39.70±5.12 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับแพะที่ได้รับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 100 เปอร์เซ็นต์ (1.39±0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และ 31.04±5.33 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$)

ตารางที่ 3 ปริมาณการกินได้บนฐานวัตถุแห้งของอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล 50 กรัมต่อตัวต่อวัน (ค่าเฉลี่ย ±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ปริมาณการกินได้	ระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (%)					
	0	25	50	75	100	% CV
กรัมต่อตัวต่อวัน	503.59±70.82^{a}	538.62±73.69^{a}	483.44±80.46^{a}	486.25±85.57^{a}	345.64±52.95^{b}	15.60
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน	1.89±0.22^{a}	2.01±0.41^{a}	1.77±0.36^{ab}	1.72±0.20^{ab}	1.39±0.25^{b}	17.18
กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	42.88±4.85^{a}	45.61±7.87^{a}	40.43±7.65^{ab}	39.70±5.12^{ab}	31.04±5.33^{b}	15.77

หมายเหตุ ^{a,b}ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4 แสดงสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและโภชนะรวมที่ย่อยได้ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลในปริมาณจำกัด 50 กรัมต่อวัน และอาหารข้น

ที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นองค์ประกอบมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงสุด คือ 92.49±1.53 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 86.57±1.84, 75.25±3.88, 67.64±3.72 และ 64.12±5.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุสูงสุด คือ 93.30±1.10 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ 88.12±1.73, 77.70±3.63, 71.02±3.82 และ 68.76±4.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สำหรับการย่อยได้ของโปรตีนรวม พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม 90.57±2.25 และ 85.64±2.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม 75.24±4.96, 66.66±4.90 และ 60.14±6.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวมของแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (92.15±2.98, 95.30±3.38, 94.21±2.99, 93.83±1.00 และ 92.20±3.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมของอาหารทดลองแต่ละทรีตเมนต์มีปริมาณที่ค่อนข้างต่ำและมีค่าใกล้เคียงกัน (2.14-7.72 เปอร์เซ็นต์, ตารางที่ 2)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง ซึ่งเป็นส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้เป็นส่วนใหญ่ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างเท่ากับ 94.76±0.86 และ 90.53±1.40 เปอร์เซ็นต์; 93.72±3.65 และ 91.31±1.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน

50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง 82.52±3.01, 74.37±3.23 และ 68.54±4.56 เปอร์เซ็นต์; 84.02±3.68, 58.59±4.56 และ 44.48±9.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (P<0.05)

ตารางที่ 4 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและโภชนะรวมที่ย่อยได้ในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ร่วมกับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล (ค่าเฉลี่ย ±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้	ระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)					
(เปอร์เซ็นต์)	0	25	50	75	100	%CV
วัตถุแห้ง	92.49±1.53 ^{a}	86.57±1.84 ^{b}	75.25±3.88 ^{c}	67.64±3.72 ^{d}	64.12±5.26 ^{d}	4.57
อินทรียวัตถุ	93.30±1.10 ^{a}	88.12±1.73 ^{b}	77.70±3.63 ^{c}	71.02±3.82 ^{d}	68.76±4.36 ^{d}	4.00
โปรตีนรวม	90.57±2.25 ^{a}	85.64±2.39 ^{a}	75.24±4.96 ^{b}	66.66±4.90 ^{c}	60.14±6.40 ^{c}	5.92
ไขมันรวม	92.15±2.98	95.30±3.38	94.21±2.99	93.83±1.00	92.20±3.09	3.02
ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์	94.76±0.86 ^{a}	90.53±1.40 ^{a}	82.52±3.01 ^{b}	74.37±3.23 ^{c}	68.54±4.56 ^{d}	3.57
เยื่อใยหยาบ	61.47±5.84 ^{ab}	66.59±5.64 ^{a}	36.17±10.19 ^{c}	52.62±6.60 ^{b}	68.01±7.23 ^{a}	12.79
ผนังเซลล์	89.25±1.84 ^{a}	84.46±2.27 ^{a}	71.10±4.25 ^{b}	74.05±3.71 ^{b}	74.62±3.88 ^{b}	4.23
ลิกโนเซลลูโลส	69.78±5.62 ^{a}	74.34±3.82 ^{a}	47.44±10.17 ^{c}	60.33±2.82 ^{b}	71.55±5.09 ^{a}	9.36
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง	93.72±3.65 ^{a}	91.31±1.17 ^{ab}	84.02±3.68 ^{b}	58.59±4.56 ^{c}	44.48±9.50 ^{d}	7.09
เซลลูโลส	74.03±3.82 ^{ab}	79.07±4.25 ^{a}	62.45±7.02 ^{c}	70.31±4.30 ^{b}	76.96±3.34 ^{ab}	6.51
เฮมิเซลลูโลส	93.86±1.02 ^{a}	91.02±1.43 ^{ab}	89.01±2.26 ^{abc}	88.33±5.21 ^{bc}	85.61±3.60 ^{c}	3.47
โภชนะรวมที่ย่อยได้	91.44±1.18 ^{a}	87.05±1.72 ^{a}	78.23±3.48 ^{b}	72.55±3.58 ^{c}	75.49±4.87 ^{cb}	4.02

หมายเหตุ ^{a,b,c}ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต(P<0.05)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยหยาบ ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ

เยื่อใยหยาบ ลิกโนเซลลูโลส และเซลลูโลส ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่สูงกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของผนังเซลล์ 89.25±1.84 เปอร์เซ็นต์ และ 84.46±2.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการย่อยได้ของผนังเซลล์ 71.10±4.25, 74.05±3.71 และ 74.62±3.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$) และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเฮมิเซลลูโลส พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเฮมิเซลลูโลส 93.86±1.02, 91.02±1.43 และ 89.01±2.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการย่อยได้ของเฮมิเซลลูโลส 88.33±5.21 และ 85.61±3.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$)

ส่วนโภชนะรวมที่ย่อยได้ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ มีโภชนะรวมที่ย่อยได้ 91.44±1.18 และ 87.05±1.72 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีโภชนะรวมที่ย่อยได้ 78.23±3.48, 72.55±3.58 และ 75.49±4.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$)

จากผลการศึกษาพบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง ผนังเซลล์ และโภชนะรวมที่ย่อยได้ทั้งหมด ลดลงเมื่อระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารข้นเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากอาหารที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับสูง ๆ มีปริมาณเยื่อใยสูงและเมื่อใช้ในระดับสูงในสูตรอาหาร ส่งผลทำให้อาหารมีลักษณะฟ่าม ความน่ากินต่ำ ทำให้การย่อยได้ของสัตว์ลดลงหรือประสิทธิภาพในการย่อยได้ต่ำ ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากปริมาณอาหารที่กินได้ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ การใช้อาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล จะทำให้การใช้อาหารในแพะมีประสิทธิภาพดีที่สุด

3. ปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล แบบเต็มที่ (ad libitum)

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณการกินได้บนฐานวัตถุแห้งของเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล ในแพะพบว่า แพะมีปริมาณการกินได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย เฉลี่ย 288.05±10.75 กรัมต่อวัน; 1.21±0.04 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และ 26.58± 0.83 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$ ตามลำดับ Devendra และ Burns (1983) รายงานว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณวัตถุแห้งที่ใช้สำหรับดำรงชีพของแพะในเขตร้อนอยู่ในช่วง 1.4-1.7 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (43-50 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่า แพะกินเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลคิดเป็นวัตถุแห้งได้ 1.18-1.27 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (25.93-28.01 กรัมต่อกิโลกรัม$^{0.75}$) แสดงให้เห็นว่า การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรียแสริมกากน้ำตาลเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับการดำรงชีพของแพะ ทั้งนี้เพราะว่าในเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรียมีส่วนของผนังเซลล์สูงถึง 62.35 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปพืชอาหารสัตว์ที่มีระดับผนังเซลล์มากกว่า 55-60 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้ปริมาณการกินได้ของสัตว์ลดลง (Van Soest, 1964) สอดคล้องกับ วรพงษ์ (2535) ที่รายงานว่า ปริมาณอาหารที่กินได้จะมากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับระดับผนังเซลล์ ซึ่งเป็นส่วนที่ย่อยได้ยาก พืชอาหารสัตว์ที่มีผนังเซลล์สูงจะต้องใช้เวลาอยู่ในกระเพาะรูเมนของสัตว์นานขึ้น ทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง

ตารางที่ 5 ปริมาณการกินได้บนฐานวัตถุแห้งของเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลในแพะ (ค่าเฉลี่ย ±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

ปริมาณการกินได้	ทรีตเมนต์					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
กรัมต่อตัวต่อวัน	287.17±15.66	304.82±23.03	280.30±10.91	290.61±29.84	277.37±36.11	288.05±10.75
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน	1.20±0.20	1.27±0.20	1.18±0.08	1.19±0.15	1.19±0.08	1.21±0.04
กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$	26.53±3.64	28.01±2.93	25.93±1.34	26.39±3.08	26.06±1.85	26.58±0.83

ตารางที่ 6 แสดงสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและโภชนะรวมที่ย่อยได้ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล พบว่า เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ เยื่อใยหยาบเฉลี่ย 57.92±1.72, 61.99±1.75, 20.61±5.52, 14.49±3.15, 54.39±2.26 และ 79.73±0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และโภชนะรวมที่ย่อยได้ทั้งหมดเฉลี่ย 71.03±0.86, 65.84±0.62, 48.71±5.81, 71.21±0.69, 87.28±2.06 และ 57.98±1.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะทดลองเป็นเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ชนิดเดียวกัน ซึ่งสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ ในแพะในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับรายงานของ ดำรัส และคณะ (2545) ที่ศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ ในโคนม และพบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และผนังเซลล์ เฉลี่ย 58.63, 66.08 และ 77.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการกินได้และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สำหรับปริมาณการกินได้ของเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณวัตถุแห้งที่ใช้สำหรับการดำรงชีพของแพะในเขตร้อน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลไม่เพียงพอสำหรับการดำรงชีพของแพะ

ตารางที่ 6 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและโภชนะรวมที่ย่อยได้ในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล
(ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้	ทรีตเมนต์					
(เปอร์เซ็นต์)	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
วัตถุแห้ง	55.28±3.72	59.13±2.16	57.05±2.58	59.11±1.84	59.05±2.35	57.92±1.72
อินทรียวัตถุ	59.24±3.82	63.13±2.21	61.22±2.29	63.25±1.79	63.11±2.61	61.99±1.75
โปรตีนรวม	13.06±5.43	25.18±6.84	17.78±12.15	26.60±2.63	20.42±4.05	20.61±5.52
ไขมันรวม	9.90±7.67	13.02±10.38	17.68±11.29	14.86±8.64	16.97±3.88	14.49±3.15
ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์	50.76±6.87	55.34±2.94	53.66±2.80	56.27±2.06	55.93±2.74	54.39±2.26
เยื่อใยหยาบ	79.02±1.70	80.64±1.04	79.19±0.82	79.37±2.01	80.45±2.88	79.73±0.75
ผนังเซลล์	70.94±1.72	71.06±1.05	69.78±1.17	71.14±2.64	72.22±2.15	71.03±0.86
ลิกโนเซลลูโลส	65.68±1.86	66.35±2.45	64.98±1.24	65.65±2.15	66.53±2.63	65.84±0.62
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง	38.49±14.20	52.34±5.12	50.02±3.59	52.28±2.00	50.44±5.56	48.71±5.81
เซลลูโลส	71.79±1.92	70.85±1.06	70.26±1.20	71.23±2.24	71.93±2.26	71.21±0.69
เฮมิเซลลูโลส	87.42±2.52	85.81±3.73	84.81±1.37	88.34±4.79	90.04±6.66	87.28±2.06
โภชนะรวมที่ย่อยได้	55.40±3.57	59.04±2.07	57.26±2.11	59.16±1.69	59.04±2.44	57.98±1.64

4. สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 7 แสดงสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและโภชนะรวมที่ย่อยได้ในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ โดยคำนวณจากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ร่วมกับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาล 50 กรัมต่อตัวต่อวัน และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลแบบเต็มที่ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนรวมสูงสุด คือ 91.47±1.42, 94.74±1.15 และ 87.51±1.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหารข้นที่

ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 84.98±2.09, 73.12±3.69, 64.93±3.78 และ 60.02±6.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ 89.05±1.79, 78.33±3.87, 71.20±4.02 และ 68.81±4.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนรวม 79.21±3.65, 69.82±3.82, 57.97±5.58 และ 50.92±8.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$) สอดคล้องกับ พิชัย (2534) ที่รายงานว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารข้นลดลงเมื่อมีการเพิ่มระดับของกากปาล์มน้ำมันในอาหารข้น โดยพบว่าแพะลูกผสมเพศผู้หลังหย่านมที่ได้รับอาหารที่ประกอบด้วยกากปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เท่ากับ 63.35, 63.52, 61.89 และ 61.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สำหรับสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารข้นที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ 94.64±0.81 และ 89.98±1.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการย่อยได้ของไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ 81.68±2.95, 72.83±3.25 และ 65.70±5.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและอาหารข้นที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง 92.32±3.24, 88.13±1.67 และ 82.57±6.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง 47.81±5.12 และ 25.68±15.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากสูตรอาหารที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและสูตรอาหารที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างอยู่สูง (56.57, 42.99 และ 38.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ, ตารางที่ 2) ซึ่งคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ แป้งเหล่านี้จะถูกย่อย และสลายตัวได้เร็วภายในกระเพาะรูเมนเมื่อเปรียบเทียบกับคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่น (Church, 1991) จึงทำให้แพะสามารถย่อยอาหารได้ดีกว่าสูตรอาหารที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับสูง

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวม พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมันรวม 92.15±2.98, 95.30±3.38, 94.21±2.99, 93.83±1.00 และ 92.20±3.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P>0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของไขมันรวมในอาหารทดลองมีปริมาณที่ค่อนข้างต่ำและมีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้การย่อยได้ไม่แตกต่างกัน

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ 86.01±2.06 และ 81.92±2.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของผนังเซลล์ 67.79±4.45, 71.71±3.72 และ 71.44±4.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$) สำหรับสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 100 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส 65.93±5.91 และ 63.36±5.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 75, 50 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส 53.46±2.97, 34.59±10.74 และ 33.46±8.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเซลลูโลส พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 100, 25 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของเซลลูโลส 66.74±4.67, 59.05±6.18 และ 58.40±3.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเซลลูโลส 46.71±7.70 และ 12.14±7.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P<0.05$) ส่วนสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเฮมิเซลลูโลส พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 75 เปอร์เซ็นต์ มีการย่อยได้ของเฮมิเซลลูโลสสูงสุด คือ 85.29±4.97 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเฮมิเซลลูโลส 74.56±2.52, 74.71±3.12, 74.62±3.17 และ 52.20±9.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการศึกษาสัมประสิทธิ์การย่อยได้

ของลิกโนเซลลูโลส เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส พบว่าข้อมูลของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะเหล่านี้ค่อนข้างมีความแปรปรวน เมื่อพิจารณาจากข้อมูลองค์ประกอบทางเคมี ในอาหารที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในระดับต่าง ๆ (ตารางที่ 2) นั้น จะมีปริมาณของส่วนที่เป็นเยื่อใยหยาบในอาหารเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารข้น จึงอาจส่งผลต่อการย่อยได้ของลิกโนเซลลูโลส เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสด้วย และนอกจากนั้นวิธีการในการเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นการสุ่มเก็บมูลจากทวารหนักอาจทำให้ข้อมูลเกิดความแปรปรวนขึ้นได้

ส่วนโภชนะรวมที่ย่อยได้พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์มีโภชนะรวมที่ย่อยได้ 91.44±1.18 และ 87.05±1.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (78.23±3.48, 72.55±3.58 และ 75.49±4.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ, $P<0.05$)

จากผลการศึกษาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและโภชนะรวมที่ย่อยได้ในอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ในแพะพบว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ ผนังเซลล์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง และโภชนะรวมที่ย่อยได้ มีค่าลดลงเมื่อระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีส่วนของ เยื่อใยหยาบอยู่ในระดับสูงด้วย ส่งผลให้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ ผนังเซลล์ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง และโภชนะรวมที่ย่อยได้ลดลง

ตารางที่ 7 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและโภชนะรวมที่ย่อยได้ในแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ
(ค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้	ระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)					
(เปอร์เซ็นต์)	0	25	50	75	100	%CV
วัตถุแห้ง	91.47±1.42[a]	84.98±2.09[b]	73.12±3.69[c]	64.93±3.78[d]	60.02±6.29[d]	5.13

อินทรียวัตถุ	94.74±1.15 [a]	89.05±1.79 [b]	78.33±3.87 [c]	71.20±4.02 [d]	68.81±4.85 [d]	4.27
โปรตีนรวม	87.51±1.67 [a]	79.21±3.65 [b]	69.82±3.82 [c]	57.97±5.58 [d]	50.92±8.98 [d]	7.73
ไขมันรวม	71.00±16.57	74.61±18.12	73.01±10.73	79.48±9.83	76.62±4.59	17.25
ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์	94.64±0.81 [a]	89.98±1.55 [a]	81.68±2.95 [b]	72.83±3.25 [c]	65.70±5.57 [d]	4.03
ผนังเซลล์	86.01±2.06 [a]	81.92±2.71 [a]	67.79±4.45 [b]	71.71±3.72 [b]	71.44±4.40 [b]	4.74
ลิกโนเซลลูโลส	33.46±8.72 [c]	63.36±5.58 [ab]	34.59±10.74 [c]	53.46±2.97 [b]	65.93±5.91 [a]	14.55
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง	92.32±3.24 [a]	88.13±1.67 [a]	82.57±6.81 [a]	47.81±5.12 [b]	25.68±15.09 [c]	11.77
เซลลูโลส	12.14±7.48 [c]	59.05±6.18 [a]	46.71±7.70 [b]	58.40±3.55 [a]	66.74±4.67 [a]	12.61
เฮมิเซลลูโลส	74.56±2.52 [b]	74.71±3.12 [b]	74.62±3.17 [b]	85.29±4.97 [a]	52.20±9.15 [c]	7.18
โภชนะรวมที่ย่อยได้	87.08±0.99 [a]	82.47±2.84 [a]	71.94±2.46 [b]	66.50±2.58 [b]	66.65±6.51 [b]	4.78

หมายเหตุ [a,b,c ,d] ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากการศึกษาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ นั้น จะเห็นได้ว่าอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นองค์ประกอบและอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ คือ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไนโตรเจนฟรีแอกซ์แทรกซ์ และโภชนะรวมที่ย่อยได้ในแพะสูงกว่าอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารข้นทดแทนข้าวโพดและกากถั่วเหลืองในระดับสูงในสูตรอาหารทำให้การย่อยได้ของสัตว์ลดลง อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาการใช้อาหารที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับต่าง ๆ ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนด้วย เพราะจะทำให้ทราบถึงข้อจำกัดและปริมาณการใช้ว่าควรใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนในสูตรอาหารในระดับใดจึงเหมาะสมที่สุด