ผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากแพะ

Effects of Oil Palm Frond Silage in Total Mixed Ration on Productive Performances and Carcass Characteristics of Goats

สุนทร รอดด้วง

Soonthon Roddoung

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Animal Science
Prince of Songkla University
2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

SF 384 .3 ส73 2555

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากแพะ

ผู้เขียน นายสุนทร รอดด้วง

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ คชภักดี)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่น จันจุฬา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากแพะ
ผู้เขียน	นายสุนทร รอดด้วง
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จ (Total Mixed Ration, TMR) ต่อสมรรถภาพการผลิต การเจริญเติบโต และลักษณะซากของแพะ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ประเมินการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแตกต่างกัน 4 สูตร (สูตรที่ 1 ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก:อาหารข้น 80:20 สูตรที่ 2 ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก:อาหารข้น 70:30 สูตรที่ 3 ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก:อาหารข้น 60:40 และสูตรที่ 4 ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก:อาหารข้น 50:50) โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส พบว่า อาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีความสามารถในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายน้ำ (a) ศักยภาพในการย่อยสลายของอาหาร (b) และศักยภาพในการผลิตแก๊ส (d) สูงกว่าอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนค่า c ซึ่งหมายถึง อัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักของอาหาร พบว่าอาหาร TMR สูตรที่ 3 สูงกว่าสูตรที่ 1, 2 และ 4 ($P<0.05$) และเมื่อคำนวณหาค่าระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้พบว่า อาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 (1.22 และ 1.20 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2 (1.17 และ 1.23 เมกะแคลอรีต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 (37.02 และ 37.38 เปอร์เซ็นต์) มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2 (36.26 และ 37.85 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

การทดลองที่ 2 ผลของสัดส่วนทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นในอาหาร TMR ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซาก และต้นทุนการเลี้ยงแพะ ใช้แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน - พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 20 ตัว อายุระหว่าง 6-7 เดือน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 14.72±1.37 กิโลกรัม สุ่มแพะให้ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก : อาหารข้น 4 สูตร (สูตรที่ 1 (80:20) สูตรที่ 2 (70:30) สูตรที่ 3 (60:40) และสูตรที่ 4 (50:50)) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แพะได้รับอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดระยะเวลา 180 วัน

จากการศึกษาพบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (481.31 และ 501.31 กรัมต่อวัน) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 และ 2 (392.85 และ 392.94 กรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของระดับทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นในอาหาร TMR ไม่ส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กิน เมื่อคำนวณบนฐานเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (1.94 ถึง 2.34 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวต่อวัน) และกรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน (41.12 ถึง 49.75 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน) ($P>0.05$) ประสิทธิภาพการใช้อาหารของแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 (9.51 และ 7.53) ดีกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (17.53 และ 16.49) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (67.06 กรัมต่อวัน) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 (50.61 กรัมต่อวัน) สูตรที่ 2 (32.75 กรัมต่อวัน) และ สูตรที่ 1 (24.44 กรัมต่อวัน) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) หลังฆ่าแพะ พบว่าเปอร์เซ็นต์ซากของแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 36.94, 40.56, 41.54 และ 44.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ($P>0.05$) ส่วนพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกของแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 (8.91 ตารางเซนติเมตร) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1, 2 และ 3 (5.50, 5.50 และ 7.15 ตารางเซนติเมตร) เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิต พบว่าการเลี้ยงแพะด้วยอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีต้นทุนรวมทั้งหมดสูงสุด (2,731.88 บาท) รองลงมาคือ สูตรที่ 2 (2,510.34 บาท) สูตรที่ 3 (2,463.02 บาท) และ สูตรที่ 1 (2,260.01 บาท) แต่เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนเมื่อหักต้นทุนรวมทั้งหมด พบว่า การเลี้ยงแพะด้วยอาหาร TMR สูตรที่ 3 ให้ผลตอบแทนเมื่อหักลบต้นทุนรวมทั้งหมดสูงสุด (2,346.58 บาท) รองลงมาคือ การเลี้ยงแพะด้วยอาหาร TMR สูตรที่ 4 (2,214.52 บาท) การเลี้ยงแพะด้วยอาหารสูตรที่ 1 (1,239.29 บาท) และการเลี้ยงแพะด้วยอาหารสูตรที่ 2 (965.06) ตามลำดับ

Thesis Title Effects of Oil Palm Frond Silage in Total Mixed Ration on Productive Performances and Carcass Characteristics of Goats

Author Mr. Soonthon Roddoung

Major Program Animal Science

Academic Year 2011

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the effects of oil palm frond (OPF) silage in total mixed ration (TMR) on productive performances and carcass characteristics of goat. The study was divided into two experiments. Experiment 1: evaluation on digestible organic matter (DOM) and metabolizable energy (ME) of the TMR containing different levels of OPF silage and concentrate diet (T1: 80:20; T2: 70:30; T3: 60:40 and T4: 50:50) which was obtained using *in vitro* gas production technique. Results showed that T3 and T4 had significantly higher soluble gas fraction (a), fermentation of insoluble fraction (b) and potential of extent of gas production (d) than those of T1 and T2 ($P<0.01$). In addition, T3 showed the highest gas production rate (c) than those of T1, T3 and T4 ($P<0.05$). T3 and T4 had significantly higher ME value (1.22 and 1.20 Mcal/kgDM) than T2 (1.23 Mcal/kgDM) and T1 (1.17 Mcal/kgDM), respectively ($P<0.01$). Moreover, T3 and T4 had significantly higher DOM percentage (37.02 and 37.38 %) than T2 (37.85 %) and T1 (36.26 %), ($P<0.01$).

Experiment 2: effects of different levels of OPF silage and concentrate diet in TMR on growth performance, carcass characteristic and production cost of goat were determined. Twenty Anglo-Nubian - Thai native 50% crossbred male goats aged between 6-7 months old with an average initial live weight of 14.72±1.37 kg, were randomly allotted to receive four TMRs (T1 (80:20), T2 (70:30), T3 (60:40) and T4 (50:50)) in a completely randomized design (CRD). The goats were fed TMR *ad libitum* for 180 days. From this study, the goats which received T3 and T4 had a higher dry matter intake (DMI) (481.31 and 501.31 g/d) than those receiving T1 and T2 (392.85 and 392.94 g/d) ($P<0.05$). However, the different levels of OPF silage and concentrate in TMR did not show any effects on DMI when calculated as a percentage of live weight (1.94 to 2.34% LW/d) and grams per metabolic live weight per day (41.12 to 49.75

Thesis Title Effects of Oil Palm Frond Silage in Total Mixed Ration on Productive Performances and Carcass Characteristics of Goats

Author Mr. Soonthon Roddoung

Major Program Animal Science

Academic Year 2011

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the effects of oil palm frond (OPF) silage in total mixed ration (TMR) on productive performances and carcass characteristics of goat. The study was divided into two experiments. Experiment 1: evaluation on digestible organic matter (DOM) and metabolizable energy (ME) of the TMR containing different levels of OPF silage and concentrate diet (T1: 80:20; T2: 70:30; T3: 60:40 and T4: 50:50) which was obtained using *in vitro* gas production technique. Results showed that T3 and T4 had significantly higher soluble gas fraction (a), fermentation of insoluble fraction (b) and potential of extent of gas production (d) than those of T1 and T2 ($P<0.01$). In addition, T3 showed the highest gas production rate (c) than those of T1, T3 and T4 ($P<0.05$). T3 and T4 had significantly higher ME value (1.22 and 1.20 Mcal/kgDM) than T2 (1.23 Mcal/kgDM) and T1 (1.17 Mcal/kgDM), respectively ($P<0.01$). Moreover, T3 and T4 had significantly higher DOM percentage (37.02 and 37.38 %) than T2 (37.85 %) and T1 (36.26 %), ($P<0.01$).

Experiment 2: effects of different levels of OPF silage and concentrate diet in TMR on growth performance, carcass characteristic and production cost of goat were determined. Twenty Anglo-Nubian - Thai native 50% crossbred male goats aged between 6-7 months old with an average initial live weight of 14.72±1.37 kg, were randomly allotted to receive four TMRs (T1 (80:20), T2 (70:30), T3 (60:40) and T4 (50:50)) in a completely randomized design (CRD). The goats were fed TMR *ad libitum* for 180 days. From this study, the goats which received T3 and T4 had a higher dry matter intake (DMI) (481.31 and 501.31 g/d) than those receiving T1 and T2 (392.85 and 392.94 g/d) ($P<0.05$). However, the different levels of OPF silage and concentrate in TMR did not show any effects on DMI when calculated as a percentage of live weight (1.94 to 2.34% LW/d) and grams per metabolic live weight per day (41.12 to 49.75

g/kgLW$^{0.75}$/d) (P>0.05). Goats receiving T3 and T4 had better feed efficiency (9.51 and 7.53 respectively) than those receiving T1 and T2 (17.53 and 16.49 respectively). The average daily live weight gain of goats in T4 (67.06 g/d) was significantly higher than T3 (50.61 g/d), T2 (32.75 g/d) and T1 (24.44 g/d), respectively (P<0.01). After slaughter at the end of the experiment, the dressing percentage of goats which received T1, T2, T3 and T4 were 36.94, 40.56, 41.54 and 44.88 %, respectively (P>0.05). Furthermore loin eye area of goat which received T4 (8.91 cm^2) was higher than those receiving T1, T2 and T3 (5.50, 5.50 and 7.15 cm^2, respectively). In terms of production cost, T4 showed the highest cost (2,731.88 baht) followed by T2 (2,510.34 baht), T3 (2,463.02 baht) and T1 (2,260.01 baht), respectively. Nevertheless, when consider economic return with excluding production cost, feeding goat with T3 gave a better economic return (2,346.58 baht) than feeding goat with T4 (2,214.52 baht), T1 (1,239.29 baht) and T2 (965.06 baht), respectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากคณาจารย์และบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และรศ.ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำในระหว่างการดำเนินการทดลองและการเขียนวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์

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

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โครงการการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง และสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมันมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนวิจัย

ขอขอบคุณนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาทั้งรุ่นพี่และรุ่นน้องทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้องของข้าพเจ้า ที่คอยเอาใจใส่ ดูแลเป็นกำลังใจเสมอมา รวมทั้งสนับสนุนค่าใช้จ่ายทั้งหมดในระหว่างการศึกษา ความดีแห่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณของข้าพเจ้าทั้งหลายที่ประสาทความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดมา

สุนทร รอดด้วง

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		(8)
รายการตาราง		(10)
รายการภาพประกอบ		(12)
รายการตารางภาคผนวก		(13)
รายการภาพประกอบภาคผนวก		(14)
บทที่		
1.	บทนำ	1
	บทนำต้นเรื่อง	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
2.	ตรวจเอกสาร	4
3.	การทดลองที่ 1	27
	บทนำ	27
	วัตถุประสงค์	27
	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	28
	ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
	สรุป	39
4.	การทดลองที่ 2	41
	บทนำ	41
	วัตถุประสงค์	41
	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	42
	ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	48
	สรุป	64
5.	สรุปและข้อเสนอแนะ	66
	สรุป	66
	ข้อเสนอแนะ	67
เอกสารอ้างอิง		68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	76
ก	77
ข	82
ประวัติผู้เขียน	93

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2552.....	1
2	องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์ และฟางข้าว.....	7
3	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเปรียบเทียบกับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ	8
4	ผลการปรับปรุงคุณภาพของทางใบปาล์มน้ำมันต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก) ของแพะพื้นเมืองมาเลเซีย.....	11
5	ผลของชนิดอาหาร และพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของแพะ.....	19
6	เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นของแพะพื้นเมืองไทย และลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหารหยาบแตกต่างกัน.....	22
7	ต้นทุนการผลิตของแพะ (บาท) ในสภาพการเลี้ยงแบบต่างๆ	25
8	วัตถุดิบอาหาร (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ.....	30
9	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ.....	35
10	ค่าคงที่ของคุณลักษณะการผลิตแก๊ส ปริมาณผลผลิตแก๊ส พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ.....	38
11	องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (บนฐานวัตถุแห้ง) ที่ระดับต่างๆ.....	49
12	สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ.....	51
13	ผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ต่อลักษณะซากและองค์ประกอบของร่างกายแพะ.....	56
14	ผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ต่อองค์ประกอบสัดส่วนซากแพะ.....	58

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ต่อชิ้นส่วนของซากแพะเมื่อตัดแต่งแบบสากล.....	61
16	ต้นทุน (บาทต่อตัว) การเลี้ยงแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ.....	63

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะต้น และทะลายปาล์มน้ำมัน.....	4
2	การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันคลุมระหว่างแถว.....	5
3	ส่วนประกอบของทางใบปาล์มน้ำมัน.....	6
4	ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ (มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง 0.50 กรัม ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ) ที่ประเมินจากสมการ $y = a+b\ [1-Exp^{(-ct)}]$ ที่เกิดขึ้นตลอด 96 ชั่วโมง.....	37
5	การตัดแต่งซากแบบสากลตามรายละเอียดของ มกอช. (2549).....	47
6	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ.....	52
7	ลักษณะของซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ.....	55

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	การคำนวณต้นทุนค่าสัตว์ทดลองจากการศึกษาผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร	76
2	การคำนวณต้นทุนค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์จากการศึกษาผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร	77
3	การคำนวณต้นทุนค่าเช่าที่ดินจากการศึกษาผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร	78
4	การคำนวณต้นทุนค่าแรงงานจากการเลี้ยงแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร	80
5	การคำนวณผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร	81

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพที่		หน้า
1	เครื่องสับย่อยทางใบปาล์มน้ำมัน.....	82
2	ลักษณะทางใบปาล์มน้ำมันหลังสับย่อย.....	82
3	อุปกรณ์สำหรับหมักทางใบปาล์มน้ำมัน.....	83
4	ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก.....	83
5	อาหารข้น และทางใบปาล์มน้ำมันหมัก.....	84
6	เครื่องผสมอาหารขนาด 40 กิโลกรัม.....	84
7	อาหาร TMR สูตรที่ 1.....	85
8	อาหาร TMR สูตรที่ 2.....	85
9	อาหาร TMR สูตรที่ 3.....	85
10	อาหาร TMR สูตรที่ 4.....	85
11	อุปกรณ์ตรวจไข่พยาธิ.....	86
12	อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับฆ่าและชำแหละแพะ ได้แก่ มีดผ่าซาก เลื่อย เขียง ถุงพลาสติก และสายวัดความยาว เป็นต้น.....	87
13	คอกทดลอง.....	88
14	การให้อาหารแพะทดลอง.....	88
15	แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1.....	89
16	แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2.....	89
17	แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3.....	89
18	แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4.....	89
19	ลักษณะซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1.....	90
20	ลักษณะซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2.....	90
21	ลักษณะซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3.....	90
22	ลักษณะซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4	90
23	การวัดความยาวซาก.....	91
24	การวัดความกว้างซาก.....	91
25	การแยกส่วนประกอบซากแพะ.....	92
26	อุปกรณ์วัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน.....	92

รายการภาพประกอบภาคผนวก (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน.....	92

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทยและของโลก ทั้งนี้เพราะความต้องการบริโภคน้ำมันปาล์มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี (ธีระ และคณะ, 2548) มีผลทำให้พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553) ที่สรุปว่า ในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งหมด 3,888,403 ไร่ เป็นพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว 3,188,832 ไร่ ทั้งนี้พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2547 ร้อยละ 61.65 (ตารางที่ 1) โดยพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ตอนกลาง โดยเฉพาะจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล และตรัง ตามลำดับ

ตารางที่ 1 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2547 – 2552

ปี พ.ศ.	พื้นที่ปลูกทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่ปาล์มน้ำมันเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ (ไร่)
2547	2,405,496	1,932,279
2548	2,748,078	2,026,204
2549	2,957,112	2,374,202
2550	3,200,276	2,663,252
2551	3,676,096	2,884,720
2552	3,888,403	3,188,832
อัตราเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)	61.65	65.03

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553)

เนื่องจากในการจัดการสวนปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว จะต้องตัดทางใบออกทุกครั้งที่มีการเก็บเกี่ยวทะลาย ทั้งนี้ในแต่ละเดือนจะมีการตัดทางใบอย่างน้อย 2 ทางใบต่อต้น หรือประมาณ 44 ทางใบต่อไร่ (เมื่อใช้อัตราปลูก 22 ต้นต่อไร่) ดังนั้น หากคำนวณปริมาณทางใบ

จากพื้นที่ปาล์มน้ำมันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ของประเทศไทย พบว่า ในปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณทางใบที่ต้องตัดทิ้งประมาณ 140,308,608 ทางใบ (น้ำหนักแห้งประมาณ 3 กิโลกรัมต่อทางใบ) หรือคิดเป็น 35,077.15 ตันของน้ำหนักแห้งต่อเดือน ทางใบปาล์มน้ำมันเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกวางทิ้งไว้ในสวนปาล์มน้ำมัน และปล่อยให้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายจนผุผังและสลายกลายเป็นปุ๋ยใช้เวลานานกว่า 6 เดือน ดังนั้นจึงมีการนำเอาทางใบปาล์มน้ำมันมาพัฒนาเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Abu Hassan *et al.,* 1994; Dahlan, 2000) ซึ่งการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาพัฒนาเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องนี้สามารถช่วยลดปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ภาคใต้โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง 7 จังหวัด (ตรัง พัทลุง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส) ซึ่งมีสัตว์เคี้ยว-เอื้องประมาณ 600,962 ตัว และมีความต้องการอาหารหยาบประมาณ 3,465,876.50 กิโลกรัมวัตถุ-แห้งต่อวัน แต่พื้นที่ดังกล่าวสามารถผลิตอาหารหยาบได้เพียง 2,404,809.70 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อวัน (Wattanachant, 2010) ดังนั้นการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจะสามารถลดปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบ รวมทั้งช่วยเพิ่มมูลค่าของทางใบปาล์มน้ำมันให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันอีกทางหนึ่งด้วย

เนื่องจากทางใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณเยื่อใย (fiber) สูง โดย Abu Hassan และคณะ (1994) ได้รายงานว่า ทางใบปาล์ม (ใบและก้านใบ) มีปริมาณเยื่อใย (crude fiber; CF) ร้อยละ 38.50 ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber; NDF) ร้อยละ 78.70 ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber; ADF) ร้อยละ 55.60 อีกทั้งทางใบปาล์มน้ำมันมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ และโปรตีนพอเพียงสำหรับใช้ในการดำรงชีวิตของแพะเนื้อเท่านั้น (Dahlan *et al.*, 1993) นอกจากนี้ทางใบปาล์มน้ำมันสดมีความน่ากินน้อย (Wan Zahari *et al.*, 2007) การนำทางใบปาล์มน้ำมันมาใช้เลี้ยงสัตว์จึงควรปรับปรุงให้อยู่ในรูปที่น่ากินมากขึ้น และมีโภชนะต่างๆ ครบถ้วน (Dahlan *et al.*, 2000; Wan Zahari *et al.*, 2000) การนำทางใบปาล์มน้ำมันมาผสมกับอาหารข้นในรูปอาหารผสมสำเร็จ (total mixed ration, TMR) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มปริมาณการกินได้และคุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมัน (Ishida and Abu Hassan, 1992 อ้างโดย Abu Hassan, 1996) โดยจะเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการส่งเสริมการเลี้ยงแพะเนื้อในภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่งขาดแคลนอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงแพะ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากยังขาดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันที่นำมาผสมร่วมกับอาหารข้นในรูปอาหาร TMR ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงสัดส่วนทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นในอาหาร TMR สำหรับใช้เลี้ยงแพะเนื้อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินอินทรียวัตถุที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

2. เพื่อศึกษาระดับการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะซากแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์

3. เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในพืชตระกูลปาล์ม (Palmae หรือ Arecaceae) ตระกูลย่อยเดียวกับมะพร้าว (ธีระพงศ์, 2553) อินทผาลัม ตาลโตนด ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้น ใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นตั้งตรงและมีกาบใบปกคลุมลำต้น สูง 40-50 ฟุต (Ishida and Abu Hassan, 1997) ออกใบคล้ายมะพร้าว ใบประกอบแบบขนนก (pinnate) เรียงสลับ ใบย่อยรูปดาบ ใบอ่อนสีเขียวและเป็นมัน (ภาพที่ 1ก) ขอบก้านใบมีหนามทั้งสองข้างแหลมเล็กเหมือนกับฟันเลื่อย (ภาพที่ 1ข) ดอกช่อเป็นช่อระหว่างกาบใบ แยกเพศอยู่บนต้นเดียวกัน กลีบดอกสีขาวนวล เมื่อผสมติดก็จะติดผล ช่อหนึ่งมีผล 200-300 ผล ผลลักษณะคล้ายหมากแต่เล็กกว่า สีน้ำตาลแก่ครึ่งหนึ่ง อีกครึ่งหนึ่งสีแดงเข้ม ออกผลเป็นทะลาย ให้ผลปีละประมาณ 12-15 ทะลาย

ภาพที่ 1 ลักษณะต้น และทะลายปาล์มน้ำมัน (ก) และลักษณะทางใบปาล์มน้ำมัน (ข)

ลักษณะของทางใบปาล์มน้ำมัน

ทางใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากการจัดการสวนทุกๆ ช่วงเวลา 15 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2548) จะถูกใช้เพื่อคลุมโคนต้นปาล์ม หรือระหว่างแถวปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 2) เพื่อช่วยรักษาความชื้นในดิน ลดการชะล้างหน้าดิน และเมื่อย่อยสลายจะให้ธาตุอาหารที่ต้นปาล์มน้ำมันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ Abu Hassan และคณะ (1994) ได้รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันยังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ อย่างไรก็ตาม การวางทางใบปาล์มน้ำมันทิ้งไว้อาจจะเป็นแหล่งที่อยู่ของงู ตะขาบ หนู การปล่อยให้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายจนผุพังก็ใช้เวลานาน ดังนั้นการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาพัฒนาเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่นำเอามวลสารทางชีวภาพ (Bio-mass) มาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

ภาพที่ 2 การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันคลุมระหว่างแถว

Wan Zahari และคณะ (2003) รายงานว่า ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นใบประกอบรูปขนนก (pinnate) แต่ละใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแกนทางใบ (rachis) ที่มีใบย่อย (leaflets) อยู่ 2 ข้าง และส่วนก้านใบ (petiole) ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าส่วนแรกและมีหนามสั้นๆ อยู่ 2 ข้าง (ภาพที่ 3) แต่ละทางใบมีใบย่อยประมาณ 100-160 คู่ แต่ละใบย่อยยาวประมาณ 80-120 เซนติเมตร กว้าง 4-6 เซนติเมตร ใบจะพัฒนาจากบริเวณเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอดของลำต้น ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีใบที่กำลังพัฒนาอยู่ประมาณ 50 ใบ (ธีระพงศ์, 2553) ต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 5-6 ปี มีจำนวนทางใบที่ผลิตในแต่ละปีจะอยู่ระหว่าง 30-40 ทางใบ หลังจากนั้นจะลดลงเป็น 20-25 ทางใบต่อปี (ธีระ และคณะ, 2548)

ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของทางใบปาล์มน้ำมัน

คุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมัน

Mohd Sukri (2003) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์ ผลจากการศึกษาพบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันเป็นอาหารเยื่อใยที่มีปริมาณโภชนะใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ เมื่อนำส่วนของใบย่อยและแกนทางใบของปาล์มน้ำมันมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ใบย่อยมีโปรตีนและแคลเซียมสูงกว่าทางใบ (10.00 และ 0.54 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 2.10 และ 0.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) แต่แกนทางใบมีเยื่อใยและโภชนะที่ย่อยได้รวม (total digestible nutrient, TDN) สูงกว่าใบย่อย (47.30 และ 36.10 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับ 34.90 และ 33.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เนื่องจากแกนทางใบประกอบด้วยแป้งเป็นจำนวนมาก

โดยเฉพาะเมื่อนำทางใบสดมาสับให้สัตว์กินก็จะทำให้โภชนะที่ย่อยได้รวมของแกนทางใบปาล์ม-น้ำมันยิ่งสูงขึ้น เมื่อพิจารณาถึงปริมาณของโปรตีนรวม พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันมีปริมาณของโปรตีนรวมสูงกว่าฟางข้าว (5.80 กับ 3.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม ฟางข้าวมีผนังเซลล์ (76.28 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าทางใบปาล์มน้ำมัน (67.60 เปอร์เซ็นต์) แสดงดังตารางที่ 2 ธีระ และคณะ (2545) และ ธีระ และคณะ (2548) รายงานว่า ปริมาณธาตุอาหารในใบปาล์มน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดปีจากผลของสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ พันธุ์ อายุของปาล์มน้ำมัน และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันเปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์ และฟางข้าว

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	ทางใบปาล์มน้ำมัน[1/]	หญ้าเนเปียร์[1/]	ฟางข้าว[2/]
วัตถุแห้ง	36.40	31.60	89.26
โปรตีนรวม	5.80	6.20	3.91
ไขมันรวม	1.20	1.90	1.04
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก	43.30	46.20	-
เยื่อใยรวม	44.80	46.90	-
เถ้า	6.60	6.80	15.57
แคลเซียม	0.55	0.36	-
ฟอสฟอรัส	0.09	0.14	-
โภชนะที่ย่อยได้รวม	35.10	41.60	-
ผนังเซลล์	67.60	-	76.28
ลิกโนเซลลูโลส	45.50	-	54.67
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)	1.17	1.42	-

ที่มา: [1/]Mohd Sukri (2003)

[2/]สุทธิพงศ์ และคณะ (2550)

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมัน

ณัฐฐา (2552) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดออกระหว่างการเก็บทะลายปาล์มน้ำมัน แล้วนำมาสับย่อยด้วยเครื่องสับย่อยให้มีขนาดเล็ก หมักในถังพลาสติกขนาดความจุ 200 ลิตร อัดให้แน่น และปิดฝาให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 30 วัน ตาม

คำแนะนำของ Wan Zahari และคณะ (2007) พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกันแสดงดังตารางที่ 3 โดยมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้อยู่ในช่วง 1.14-1.27 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง และ 32.30-36.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเติมกากน้ำตาล 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลทำให้คุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเปรียบเทียบกับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	ระดับกากน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)			
	0	2	4	6
วัตถุแห้ง	92.20	92.16	92.08	92.33
อินทรียวัตถุ	89.27	90.38	90.25	89.18
โปรตีนรวม	7.86	7.88	7.93	7.92
ไขมันรวม	2.97	2.55	2.48	2.77
เถ้า	10.73	9.62	9.75	10.82
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก	35.13	35.50	38.08	37.90
คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง	22.88	25.25	26.11	26.00
เยื่อใยรวม	43.31	44.46	41.76	40.59
ผนังเซลล์	66.99	65.42	64.18	62.56
ลิกโนเซลลูโลส	55.56	54.71	53.74	52.49
ลิกนิน	25.51	24.13	26.35	26.35
เฮมิเซลลูโลส	11.43	10.71	10.45	10.07
เซลลูโลส	30.04	30.58	27.38	26.14
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้[1/] (เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)	1.14	1.18	1.16	1.27
อินทรียวัตถุที่ย่อยได้[2/]	32.30	33.42	32.93	36.08

[1/]พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากการประเมินโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

[2/]อินทรียวัตถุที่ย่อยได้จากการประเมินโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

ที่มา: ดัดแปลงจาก ณัฐฐา (2552)

Ishida และ Abu Hassan (1997) ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพของทางใบปาล์ม-น้ำมันด้วยวิธีการหมักโดยใช้สารเสริมในการหมัก ได้แก่ กากน้ำตาล และยูเรีย เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้สารเสริมในการหมัก พบว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักกลุ่มควบคุมมีระดับความเป็น

กรด-ด่างต่ำกว่าพืชอาหารสัตว์หมักทั่วไป (4.02 กับ 4.20 ตามลำดับ) แต่ทางใบปาล์มน้ำมันหมักกลุ่มควบคุมมีกรดแลกติกสูงกว่าพืชอาหารสัตว์หมัก (1.90 เปอร์เซ็นต์ กับ 1.50 เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง ตามลำดับ) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักกลุ่มควบคุมมีคุณภาพดีและสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ นอกจากนี้ ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (กลุ่มควบคุม) มีกรดแลกติกสูง (มากกว่า 1.50 เปอร์เซ็นต์) และมีระดับความเป็นกรด-ด่างต่ำ (น้อยกว่า 4.20) ทำให้กิจกรรมของแบคทีเรียหยุดลงและมีการสูญเสียโภชนะระหว่างการหมักน้อย การเสริมยูเรียทำให้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักมีระดับความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น ซึ่งจะไปกระตุ้นกิจกรรมของแบคทีเรียทำให้เกิดกรดอะซิติกและกรดบิวทีริกขึ้นเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ การใช้ยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้การย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันในโคลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ยูเรีย 0 และ 3 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากมีการสูญเสียโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมันระหว่างที่หมักเพราะโภชนะที่ได้จากกระบวนการหมักถูกนำไปใช้ในกิจกรรมของแบคทีเรีย ทั้งนี้ Ishida และ Abu Hassan (1997) ยังพบว่า โคมีปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักสูงกว่าฟางข้าว

Wan Zahari และคณะ (2007) ได้ทดลองหาปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก ทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด และทางใบปาล์มน้ำมันสับ โดยผสมกับอาหารข้นที่ระดับ 25, 40, 60 และ 75 เปอร์เซ็นต์ (บนฐานวัตถุแห้ง) โดยให้โคสาวได้รับอาหารทดลองแบบเต็มที่ พบว่า โคมีปริมาณการกินได้ (กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก) ของทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ดที่ผสมกับอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับปริมาณการกินเพื่อใช้ประโยชน์ในการดำรงชีพเพียงเท่านั้น ทั้งนี้เมื่อนำปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันสับมาเปรียบเทียบกับปริมาณการกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมัก พบว่า โคสาวสามารถกินทางใบปาล์มน้ำมันสับที่ผสมกับอาหารข้นทุกระดับได้มากกว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมัก อย่างไรก็ตาม การกินได้ของทางใบปาล์มน้ำมันสับผสมกับอาหารข้นที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ยังต่ำกว่าที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ (คิดเป็น 58 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ Asada และคณะ (1991) อ้างโดย Mohd Sukri (2003) พบว่า การนำทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ดมาเลี้ยงโคพันธุ์โฮลสไตน์สามารถเพิ่มปริมาณการกินได้ของโคได้มากขึ้น

Dahlan และคณะ (2000) ทำการศึกษาผลการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสด ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ดร่วมกับอาหารข้นต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะ โดยใช้แพะพื้นเมือง เพศผู้ อายุประมาณ 7-8 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 20.50±0.50 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว แบ่งสัตว์ทดลองออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว โดยใช้สูตรอาหารทั้งหมด 5 สูตร ดังนี้ 1) ทางใบปาล์มน้ำมันสด (D_1) 2) ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก (D_2) 3) ทางใบปาล์มน้ำมันหมักผสมกับกากน้ำตาล (D_3) 4) ทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด (D_4) และ 5) ทางใบปาล์มน้ำมันสับผสม

กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน รำข้าว กากถั่วเหลือง กากน้ำตาล ปลาป่น ยูเรีย แร่ธาตุผสม และเกลือ (NaCl) ในรูปแบบอาหารอัดเม็ด (D_5) แพะทุกตัวถูกเลี้ยงแบบขังในคอกเดี่ยว ให้กินน้ำและอาหารแบบเต็มที่ โดยแพะที่ได้รับอาหารสูตร D_1, D_2, D_3 และ D_4 ได้รับอาหารข้นในรูปอาหารแพะอัดเม็ดเสริม 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 60 วัน โดยแบ่งเป็นระยะปรับตัว 10 วัน และระยะเก็บข้อมูล 50 วัน จากการทดลองพบว่า อาหารสูตร D_4, D_5 และอาหารข้นแพะอัดเม็ดมีวัตถุแห้งสูงกว่าอาหารสูตร D_1, D_2 และ D_3 เนื่องจากการอัดเม็ดทำให้ความชื้นลดลง อาหารทุกสูตรมีระดับอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 912-935 กรัมต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง โดยอาหารสูตร D_1 และ D_2 มีระดับอินทรียวัตถุสูงกว่าอาหารสูตรอื่นๆ การหมักและการอัดเม็ดทางใบปาล์มน้ำมันมีผลทำให้ระดับโปรตีนรวมของทางใบปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น ในขณะที่ลิกโนเซลลูโลสในอาหารสูตร D_1 และ D_4 สูงกว่าอาหารสูตร D_2, D_3, D_5 และอาหารข้นแพะอัดเม็ด ทั้งนี้จากการศึกษาปริมาณการกินได้ของแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันทั้ง 5 สูตร พบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของแพะที่ได้รับอาหารสูตร D_4 และ D_5 (49.60 และ 55.70 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตร D_1, D_2 และ D_3 (29.70, 33.60 และ 34.70 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งรวม ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุทั้งหมด และปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวมของแพะที่ได้รับอาหารสูตร D_4 และ D_5 สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารสูตร D_1, D_2 และ D_3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการอัดเม็ดทางใบปาล์มน้ำมันส่งผลให้ระดับความชื้นของทางใบปาล์มน้ำมันลดลง แต่ความหนาแน่นของอาหารเพิ่มขึ้นทำให้แพะกินได้มากขึ้น นอกจากนี้การเสริมวัตถุดิบแหล่งโปรตีน เช่น ปลาป่น กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน เช่น ยูเรีย เป็นต้น ร่วมกับทางใบปาล์มน้ำมันแล้วนำมาอัดเม็ด ส่งผลให้สัตว์ได้รับโปรตีนจากอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งจากการศึกษาของ Dahlan และคณะ (2000) พบว่า แพะพื้นเมืองมาเลเซียที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสับอัดเม็ดร่วมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่นๆ (D_5) มีปริมาณการกินได้สูงกว่าแพะที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันสด ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก และทางใบปาล์มน้ำมันหมักกากน้ำตาล แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการปรับปรุงคุณภาพของทางใบปาล์มน้ำมันต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิก) ของแพะพื้นเมืองมาเลเซีย

การปรับปรุงคุณภาพทางใบปาล์มน้ำมัน	ปริมาณการกินได้
ทางใบปาล์มน้ำมันสด	29.70
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก	33.60
ทางใบปาล์มน้ำมันหมักกากน้ำตาล	34.70
ทางใบปาล์มน้ำมันอัดเม็ด	49.60
ทางใบปาล์มน้ำมันสับอัดเม็ดร่วมกับวัตถุดิบอื่นๆ	55.70

ที่มา: Dahlan และคณะ (2000)

ณัฐฐา (2552) รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้อยู่ในช่วง 26.80-31.80 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน

Paengkoum และคณะ (2004) ได้นำทางใบปาล์มน้ำมันมาเป็นส่วนประกอบในอาหาร TMR เพื่อศึกษาผลของระดับโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมน (ruminally undegradable protein) ต่อสมดุลไนโตรเจนและสมดุลฟอสฟอรัสในแพะพันธุ์ซาเนน เพศผู้ อายุระหว่าง 3-4 เดือน มีน้ำหนักเฉลี่ย 18.80±2.20 กิโลกรัม ที่เลี้ยงด้วยทางใบปาล์มน้ำมันเป็นอาหารหยาบพื้นฐาน โดยมีระดับโปรตีน และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในระดับเดียวกัน คือ 15.00 เปอร์เซ็นต์ และ 3.60 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่สะสมในร่างกายเพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมน และการจัดการด้านการให้อาหารโดยการเสริมแหล่งของโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมน นอกจากเพิ่มผลผลิตของสัตว์แล้วยังสามารถลดการขับออกของไนโตรเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนในปัสสาวะซึ่งเป็นการลดการปลดปล่อยแอมโมเนียที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาเป็นแหล่งอาหารหยาบนั้นจำเป็นต้องมีการปรับปรุง หรือเพิ่มคุณค่าทางโภชนะให้ครบตามความต้องการของสัตว์ หรืออาจนำมาผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น หรืออาหารข้น เรียกว่า อาหาร TMR

อาหารผสมสำเร็จ

อาหารผสมสำเร็จ หรืออาหาร TMR คือ อาหารที่ผลิตขึ้นมาจากการนำเอาอาหารหลักของสัตว์เคี้ยวเอื้องสองชนิด คือ อาหารหยาบและอาหารข้นมาผสมรวมกัน และมีโภชนะต่างๆ ครบตามความต้องการของสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดนั้นๆ และให้สัตว์กินเต็มที่ (ปรารถนา, 2537; ไพบูลย์, 2537) ซึ่งการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาผสมกับอาหารข้นในรูปอาหารผสมสำเร็จ เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มปริมาณการกินได้และคุณค่าทางโภชนะของทางใบปาล์มน้ำมัน (Ishida and Abu Hassan, 1992 อ้างโดย Abu Hassan, 1996) สำหรับสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันและอาหารข้นในอาหาร TMR ที่แนะนำโดย Abu Hassan และคณะ (1994) ว่าในโคเนื้อสามารถใช้ทางใบปาล์ม-น้ำมันต่ออาหารข้น (บนฐานวัตถุแห้ง) ได้ในสัดส่วน 50:50 สำหรับแพะสามารถใช้ในสัดส่วน 30:70 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่เหมาะสม เพราะหากสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันต่ออาหารข้นมากเกินไปจะทำให้ไขมันในซากมีแนวโน้มลดลง

Müller (1990) ได้กล่าวถึงข้อดีของอาหาร TMR ไว้หลายประการ คือ 1) ทำให้แน่ใจว่าสัตว์ได้รับสัดส่วนของอาหารข้นและอาหารหยาบที่เหมาะสม 2) ลดความเสี่ยงของการเกิดความผิดปกติในระบบทางเดินอาหาร เนื่องจากได้รับโภชนะไม่สมดุล 3) เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้อาหาร 4) สามารถใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอาหารที่มีความน่ากินต่ำ และวัตถุดิบที่เป็นไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน เช่น ยูเรีย และแอมโมเนีย และ 5) ลดการใช้แรงงานในการให้อาหาร และสามารถให้อาหารได้ตรงตามความต้องการของสัตว์ อย่างไรก็ตาม การใช้อาหาร TMR ก็มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น 1) ไม่สะดวกที่จะใช้ร่วมกับหญ้าแห้งเนื่องจากมีขนาดของชิ้นยาวหรือไม่สะดวกในการสับ 2) ต้องลงทุนซื้ออุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น เครื่องชั่ง และเครื่องผสมอาหาร 3) ถ้าจะให้ได้ผลดีควรแยกสัตว์ออกเป็นกลุ่มตามความต้องการโภชนะที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจไม่สะดวกในการจัดการ 4) การประกอบสูตรอาหารจำเป็นต้องทำอย่างถูกต้อง และต้องหมั่นตรวจสอบความถูกต้องอยู่เสมอ และ 5) ไม่สะดวกในการจัดการร่วมกับการแทะเล็ม

การใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สในการประเมินพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Menke และ Steingass (1988) ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ในอาหารสัตว์เรียกว่าวิธี Hohenhiem gas test ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ในหลอดทดลองที่ไม่ยุ่งยาก โดยอาศัยหลักการที่ว่าการหมักอาหารของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจะ

ทำให้เกิดแก๊สขึ้น ซึ่งแก๊สที่เกิดขึ้นจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอัตราการย่อยได้ของอาหารนั้น วิธีการคือทำการวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในระหว่างการบ่ม (incubation) อาหารในของเหลวที่ได้จากกระเพาะรูเมนที่อยู่ในระบบปิด โดยปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการย่อยได้ของอาหาร ซึ่งสามารถนำมาทำนายค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (organic matter digestibility; OMD) และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้โดยใช้สมการ ดังนั้นวิธีการนี้จึงสามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ประเมินคุณภาพอาหารได้ (อัจฉรา และคณะ, 2550)

สันติ และคณะ (2552) ได้ประเมินการย่อยได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สโดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมือง เพศผู้ เจาะกระเพาะ อายุ 2-3 ปี น้ำหนักตัวประมาณ 250-300 กิโลกรัม พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักกากน้ำตาลทั้ง 4 ระดับ มีค่าจลนพลศาสตร์การย่อยสลายไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยทางใบปาล์มน้ำมันหมักทั้ง 4 ระดับ มีค่า a ซึ่งใช้บ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ เท่ากับ 3.29, 4.28, 3.09 และ 3.74 มิลลิลิตร ตามลำดับ มีค่า b แสดงถึงศักยภาพในการย่อยสลายของอาหาร เท่ากับ 25.31, 23.39, 22.85 และ 21.95 มิลลิลิตร ตามลำดับ มีค่า c หมายถึง อัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักของอาหาร เท่ากับ 0.05, 0.05, 0.06 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ และมีค่า d ซึ่งหมายถึง ศักยภาพในการผลิตแก๊ส เท่ากับ 28.61, 27.66, 26.12 และ 25.69 มิลลิลิตร ตามลำดับ สำหรับปริมาณแก๊สสะสมที่เกิดขึ้นจากการหมักชั่วโมงที่ 24, 48 และ 96 พบว่า ปริมาณแก๊สสะสมในชั่วโมงต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกัน โดยทางใบปาล์มน้ำมันหมักกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ของทางใบปาล์มน้ำมันสับสด มีปริมาณแก๊สสะสมในชั่วโมงที่ 24 สูงสุด รองลงมา คือ ทางใบปาล์มน้ำมันหมักกากน้ำตาลที่ระดับ 6, 4 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนั้นปริมาณแก๊สสะสมชั่วโมงที่ 48 และ 96 มีรูปแบบและทิศทางเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 24 เมื่อพิจารณาผลการประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากผลผลิตแก๊สชั่วโมงที่ 24 พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักกากน้ำตาลทั้ง 4 ระดับ มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ไม่แตกต่างกัน คือ 1.25, 1.30, 1.30 และ 1.30 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้ ณัฐฐา (2552) ได้ประเมินศักยภาพในการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารหยาบสำหรับแพะโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สประเมินการย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 2.7-2.8 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 36.5$\pm$0.6 กิโลกรัม จำนวน 4 ตัว ผลการศึกษาพบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มี

ค่าจลนพลศาสตร์การย่อยสลายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าจุดตัดบนแกน y (a) เท่ากับ 1.02, -0.15, 0.87 และ 0.91 มิลลิลิตร ค่าปริมาณแก๊ส ณ จุดที่เส้นกราฟราบเรียบ (b) เท่ากับ 21.55, 24.78, 22.23 และ 25.97 มิลลิลิตร ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (c) เท่ากับ 0.07, 0.07, 0.07 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง และค่าศักยภาพในการผลิตแก๊ส (d) เท่ากับ 22.57, 25.34, 23.35 และ 27.32 มิลลิลิตร ตามลำดับ สำหรับค่าอินทรียวัตถุที่ย่อยได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (32.30, 33.42, 32.93 และ 36.08 เปอร์เซ็นต์; 1.14, 1.18, 1.16 และ 1.27 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ)

แพะ และการเลี้ยงแพะในพื้นที่ภาคใต้

แพะ (*Capra hircus*) เป็นสัตว์ที่มีความสามารถในการปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างๆ มีพฤติกรรมในการกินอาหารต่างจากสัตว์อื่นๆ โดยกินอาหารได้หลากหลายชนิด และแพะยังสามารถใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือหรืออาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำได้ดี (Devendra and Burns, 1983) นอกจากนี้ สมเกียรติ (2528) ยังรายงานเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อได้เปรียบของแพะเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น คือ 1) แพะมีความต้องการอาหารในปริมาณน้อย เหมาะสมกับเกษตรกรที่มีเนื้อที่ถือครองไม่มากนัก 2) แพะมีการลงทุนเฉลี่ยต่อตัวต่ำ เนื่องจากวงจรชีวิตของแพะสั้นจึงทำให้ได้ผลผลิต และรายได้หมุนเวียนเร็ว 3) ใช้แรงงานในการเลี้ยงดูน้อย เช่น เด็กๆ ผู้หญิง หรือคนชราก็สามารถเลี้ยงดูได้ไม่ยาก นอกจากนี้คอกและโรงเรือนก็ไม่ต้องใหญ่โตแน่นหนา 4) ผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากแพะแต่ละตัว ไม่ว่าจะเป็นในรูปของเนื้อ หรือนม มีขนาดพอเหมาะต่อความต้องการสำหรับการบริโภคภายในครอบครัว 5) แพะเจริญเติบโตถึงวัยเจริญพันธุ์ในระยะเวลาอันสั้นซึ่งส่งผลต่อการตอบสนองในการคัดเลือกพันธุ์เฉลี่ยต่อปีสูง 6) ไม่มีกฎหรือข้อบัญญัติของชาติหรือศาสนาใดที่ห้ามการเลี้ยงแพะและบริโภคผลผลิตจากแพะ และ 7) แพะเป็นแหล่งสะสมทรัพย์ที่สำคัญของเกษตรกรที่มีฐานะยากจนในประเทศที่กำลังพัฒนา เป็นต้น

สำหรับการเลี้ยงแพะในภาคใต้ Wattanachant (2008) รายงานว่า ในประเทศไทยแพะส่วนใหญ่ถูกเลี้ยงโดยเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ภาคใต้ พันธุ์แพะที่เลี้ยงส่วนใหญ่เป็นแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมระหว่างแพะพื้นเมืองกับแพะพันธุ์ต่างประเทศ ซึ่ง ศิริชัย (2535) ให้ความเห็นว่า แพะพันธุ์ต่างประเทศที่ได้นำมาทดลองผสมข้ามกับแพะพื้นเมืองไทย ให้ลูกผสมที่ดี และน่าจะเหมาะสมกับสภาพการเลี้ยงในประเทศไทย คือ แพะพันธุ์แองโกลนูเบียน ลูกผสมที่มีเลือดแพะพื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ และเลือดแพะแองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นแพะ

ที่เหมาะสมพอสมควร อย่างไรก็ตาม สุรศักดิ์ (2535) และ วินัย (2542) ให้ข้อเสนอแนะว่า พันธุ์แพะที่เหมาะสมในการเลี้ยงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเลี้ยง ถ้าเป็นการเลี้ยงเพื่อการค้า มีการลงทุนเรื่องอาหาร การจัดการที่ดี แพะลูกผสม 50 เปอร์เซ็นต์ น่าจะเหมาะสมกว่า เพราะการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีกว่าแพะพื้นเมือง แต่ถ้าเป็นการเลี้ยงแบบเกษตรกรรายย่อยควรจะเริ่มต้นจากแพะพื้นเมืองก่อน โดยทำการคัดเลือกพันธุ์ที่มีลักษณะดีไว้เป็นแม่พันธุ์ แล้วใช้ลูกผสม 50 เปอร์เซ็นต์เป็นพ่อพันธุ์เพื่อให้ได้ลูกผสม 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าแพะพื้นเมืองและทนต่อสภาพการเลี้ยงในชนบท

การกินได้ สมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะซากแพะ

ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ

สาธิต (2552) รายงานว่า พันธุ์และระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ โดยปริมาณการกินได้ของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มสดเป็นแหล่งอาหารหยาบในระยะเวลาการเลี้ยง 0-90 วัน เท่ากับ 930.76 กรัมต่อตัวต่อวัน ในระยะเวลาการเลี้ยง 90-180 วัน เท่ากับ 946.13 กรัมต่อตัวต่อวัน และในระยะเวลาการเลี้ยง 0-180 วัน เท่ากับ 938.45 กรัมต่อตัวต่อวัน มากกว่าแพะพื้นเมืองไทย ซึ่งมีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ ในระยะเวลาการเลี้ยง 0-90 วัน เท่ากับ 764.38 กรัมต่อตัวต่อวัน ในระยะเวลาการเลี้ยง 90-180 วัน เท่ากับ 744.29 กรัมต่อตัวต่อวัน และในระยะเวลาการเลี้ยง 0-180 วัน เท่ากับ 754.34 กรัมต่อตัวต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 0-90 วัน เท่ากับ 4.68 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และในระยะเวลาการเลี้ยง 90-180 วัน เท่ากับ 3.79 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

พีระวัฒน์ (2552) รายงานว่า ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ ของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ อายุประมาณ 11 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 18±2.84 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหารหยาบแตกต่างกัน 4 สูตร คือ 1) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง 2) เศษเหลือของสับปะรด 3) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 10 โดยน้ำหนัก และ 4) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 20 โดยน้ำหนัก และได้รับอาหารข้นเสริม 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าแพะที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดใน

อัตราส่วน 1 : 10 โดยน้ำหนัก มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ สูงที่สุด คือ 230.67 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวันหรือ 1.00 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 20 โดยน้ำหนัก คือ 194.11 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวันหรือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และกลุ่มที่ได้รับเศษเหลือของสับปะรด คือ 151.45 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวันหรือ 0.69 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยกลุ่มที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งมีปริมาณการกินได้ต่ำที่สุด คือ 111.34 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวันหรือ 0.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ขวัญชนก (2552) รายงานว่า ปริมาณการกินได้ของแพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ อายุประมาณ 10.50 เดือน มีน้ำหนักเฉลี่ย 14.00 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหารข้นที่มีระดับเยื่อใยในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดแตกต่างกัน 5 สูตร คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งเป็นอาหารหยาบหลัก โดยให้กินแบบเต็มที่ พบว่า แพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีระดับเยื่อใยในลำต้นสาคู 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ (157.07 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีระดับเยื่อใยในลำต้นสาคู 0, 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (115.48, 114.73, 99.88 และ 108.47 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ)

จากรายงานดังกล่าวข้างต้น กล่าวโดยสรุปได้ว่าแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ อยู่ในช่วง 157.07-230.67 กรัมต่อวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน โดยสาธิต (2552) รายงานว่าแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวเท่ากับ 4.24 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ขณะที่สมเกียรติ และคณะ (2543) รายงานว่า แพะสามารถกินอาหารหยาบได้สูงถึง 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวโดยคิดเป็นวัตถุแห้ง ทั้งนี้ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณเยื่อใยในอาหารหยาบโดยเฉพาะผนังเซลล์มีผลเกี่ยวเนื่องกับการย่อยได้รวม และระดับโปรตีนที่มีในอาหารหยาบ ในพืชอาหารสัตว์เขตร้อนที่มีระดับโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้การกินได้ลดลง ซึ่งเป็นผลเนื่องจากไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์จึงทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนลดลง ทั้งนี้อาหารหยาบที่มีระดับโปรตีนมากกว่า 13.60 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อปริมาณอาหารหยาบที่กิน (ฉลอง, 2541)

ปริมาณการกินได้ทั้งหมด

สาธิต (2552) รายงานว่า ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด โดยพบว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ กินอาหารทั้งหมดในระยะเวลาการเลี้ยง 0-90 วัน เท่ากับ 1,235.23 กรัมต่อตัวต่อวัน ในระยะเวลาการเลี้ยง

90-180 วัน เท่ากับ 1,341.63 กรัมต่อตัวต่อวัน และในระยะเวลาการเลี้ยง 0-180 วัน เท่ากับ 1,288.43 กรัมต่อตัวต่อวัน มากกว่าแพะพื้นเมืองไทย ซึ่งมีปริมาณการกินอาหารทั้งหมด ในระยะเวลาการเลี้ยง 0-90 วัน เท่ากับ 1,024.44 กรัมต่อตัวต่อวัน ในระยะเวลาการเลี้ยง 90-180 วัน เท่ากับ 1,077.79 กรัมต่อตัวต่อวัน และในระยะเวลาการเลี้ยง 0-180 วัน เท่ากับ 1,051.12 กรัมต่อตัวต่อวัน และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้ของอาหารข้น อาหารหยาบ และปริมาณอาหารรวมในระยะเวลาการเลี้ยง 0-90 วัน เท่ากับ 1.26, 4.68 และ 5.94 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และในระยะเวลาการเลี้ยง 90-180 วัน เท่ากับ 1.30, 3.79 และ 5.11 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

พีระวัฒน์ (2552) รายงานว่า ปริมาณการกินได้ทั้งหมดของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ อายุประมาณ 11 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 18±2.84 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหารหยาบแตกต่างกัน 4 สูตร คือ 1) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง 2) เศษเหลือของสับปะรด 3) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 10 โดยน้ำหนัก และ 4) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 20 โดยน้ำหนัก และได้รับอาหารข้นเสริม 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าแพะที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 10 โดยน้ำหนัก มีปริมาณการกินได้ทั้งหมด สูงที่สุด คือ 676.82 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 2.88 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว รองลงมาคือกลุ่มที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 20 โดยน้ำหนัก คือ 611.13 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 2.68 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และกลุ่มที่ได้รับเศษเหลือของสับปะรด คือ 573.35 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 2.55 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยกลุ่มที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งมีปริมาณการกินได้ทั้งหมดต่ำที่สุด คือ 539.96 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 2.41 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ขวัญชนก (2552) รายงานว่า ปริมาณการกินได้รวม (อาหารข้น+หญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง) ของแพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ อายุประมาณ 10.50 เดือน มีน้ำหนักเฉลี่ย 14.00 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหารข้นที่มีระดับเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดแตกต่างกัน 4 สูตร (0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์) พบว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 75 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินได้รวมเท่ากับ 480.40 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดที่ 0, 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (420.89, 437.96, 384.77 และ 425.22 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน)

ณัฐฐา (2552) รายงานว่า ปริมาณการกินได้ของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ที่ได้รับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4

และ 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบ เสริมอาหารข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่าแพะทั้ง 4 กลุ่มมีปริมาณการกินได้รวมไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 540.99-625.90 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน หรือ 1.62-1.81 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือ 38.92-43.85 กรัมวัตถุแห้งต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน

กันยารัตน์ (2546) พบว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน- พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ อายุประมาณ 13 เดือน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 19.30±1.30 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ มีปริมาณการกินได้บนฐานกรัมต่อตัวต่อวัน (623.30 และ 620.30 กรัมต่อตัวต่อวัน) กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน (61.90 และ 61.00 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน) และเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (2.50 และ 2.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) ไม่แตกต่างกัน ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักกินอาหาร 9.10 กิโลกรัม (น้ำหนักสด) ในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ดีกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมักซึ่งกินอาหาร 12.90 กิโลกรัม (น้ำหนักสด) ในการเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เนื่องจากอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักมีวัตถุแห้ง 67.20 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าอาหาร TMR ที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมัก (52.80 เปอร์เซ็นต์) จึงทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารของแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักดีกว่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมัก

จากรายงานข้างต้นพบว่า ปริมาณการกินได้ทั้งหมดเมื่อคิดเป็นวัตถุแห้งของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน- พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์อยู่ในช่วง 372.36-623.30 กรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน จะเห็นได้ว่าปริมาณการกินได้ของอาหารขึ้นอยู่กับอายุ น้ำหนักตัวเริ่มทดลอง ระบบการเลี้ยง วิธีการให้อาหาร และชนิดของอาหาร เป็นต้น (Goetsh *et al.*, 2011) ดังนั้นอาหารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ กล่าวคือสัตว์ที่มีความสามารถกินอาหารได้มากจะสามารถเพิ่มน้ำหนักหรือมีการเจริญเติบโตดี ตรงกันข้ามกับสัตว์ที่กินอาหารได้น้อยจะเจริญเติบโตช้า (วินัย, 2538)

การเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมของแพะพันธุ์ต่างๆ ที่ได้รับอาหารต่างกัน แสดงดังตารางที่ 5 โดยจากผลการศึกษาของกันยารัตน์ (2546) ซึ่งเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 13-14 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 19.30±1.30 กิโลกรัม ให้ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในสัดส่วนพืชหมัก

60 เปอร์เซ็นต์ และวัตถุดิบอื่นๆ 40 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาทดลอง 66 วัน พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 25.00 และ 25.30 กิโลกรัม ตามลำดับ และแพะแต่ละกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 10.60 และ 9.70 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ การที่แพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมักมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR

ตารางที่ 5 ผลของชนิดอาหาร และพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของแพะ

	ชนิดอาหาร	อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)	เอกสารอ้างอิง
แพะพื้นเมือง			
- แพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ ทดลอง 180 วัน	- หญ้าพลิแคททูลั่มสดเป็นอาหารหยาบ และเสริมอาหารข้น (มีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2.69 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ให้ในปริมาณ 150 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	56.85	สาธิต (2552)
- แพะพื้นเมืองไทย เพศผู้ ทดลอง 90 วัน	- หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งเป็นอาหารหยาบ และเสริมอาหารข้น (มีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม 77 เปอร์เซ็นต์) ให้ในปริมาณ 200 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	43.31	ขวัญชนก (2552)
แพะลูกผสม			
- แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย50เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ทดลอง 66 วัน	- อาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักซึ่งมีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3.10 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง	106.40	กันยารัตน์ (2546)
	- อาหาร TMR ที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมักซึ่งมีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3.12 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง	102.10	

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตารางที่ 5 ผลของชนิดอาหาร และพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตของแพะ (ต่อ)

	ชนิดอาหาร	อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)	เอกสารอ้างอิง
แพะลูกผสม			
- แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย50เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ทดลอง 180 วัน	- หญ้าพลิแคททูลั่มสดเป็นอาหารหยาบ และเสริมอาหารข้น (มีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2.69 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ให้ในปริมาณ150เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	72.47	สาธิต (2552)
- แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย50เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ทดลอง 90 วัน	- หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งเป็นอาหารหยาบ และเสริมอาหารข้น (มีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2.65 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ให้ในปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	91.39	พีระวัฒน์ (2552)

ที่ใช้ข้าวโพดหมัก เพราะแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมักได้รับพลังงานต่ำกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมัก โดยอาหาร TMR ที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมัก มีพลังงานต่ำกว่าคำแนะนำของ NRC (1981) ถึง 0.24 เมกกะแคลอรีต่อวัน ส่วนแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักมีพลังงานต่ำกว่าคำแนะนำของ NRC (1981) เพียง 0.07 เมกกะแคลอรีต่อวัน

พีระวัฒน์ (2552) รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุประมาณ 11 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 18 กิโลกรัม ที่ได้รับอาหารหยาบแตกต่างกัน 4 สูตร คือ 1) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง 2) เศษเหลือของสับปะรด 3) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 10 โดยน้ำหนัก และ 4) หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 20 โดยน้ำหนัก และได้รับอาหารข้นเสริม 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (คิดเป็นวัตถุแห้ง) มีน้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 8.23, 9.25, 10.25 และ 9.25 กิโลกรัม และ 91.39, 102.78, 113.89 และ 102.78 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (8.96, 9.89, 10.53 และ 9.90 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน ตามลำดับ) ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สาธิต (2552) ศึกษาผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของแพะพบว่า ไม่มีปฏิกิริยาร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยง แต่ความแตกต่างของพันธุ์มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน โดยแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยในระยะเวลาการเลี้ยง 0-90, 90-180 และ 0-180 วัน เท่ากับ 67.75, 74.70 และ 72.47 กรัมต่อวัน หรือเท่ากับ 9.78, 10.72 และ 8.33 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน ซึ่งสูงกว่าแพะพื้นเมืองไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยแพะพื้นเมืองไทยมีอัตราการเจริญเติบโตในระยะเวลาการเลี้ยง 0-90, 90-180 และ 0-180 วัน เท่ากับ 52.21, 53.40 และ 56.85 กรัมต่อวัน หรือเท่ากับ 7.16, 7.25 และ 6.45 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน เพราะเนื่องจากแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินอาหารข้น อาหารหยาบ และปริมาณการกินอาหารทั้งหมดกรัมต่อตัวต่อวัน ในระยะเวลาการเลี้ยง 0-90 และ 90-180 วัน มากกว่าแพะพื้นเมืองไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตของแพะ ได้แก่ พันธุ์ และอาหาร เป็นต้น ซึ่งอาหารมีความสำคัญทั้งปริมาณและคุณภาพ ดังนั้นจึงควรให้อาหารอย่างเหมาะสมกับปริมาณความต้องการของแพะเพื่อให้แพะมีสมรรถภาพการเติบโตดี (Goetsh *et al.*, 2011) ทั้งนี้ในกรณีที่แพะมีชีวิตราคาสูงควรให้อาหารข้นเสริมเพื่อให้แพะสามารถทำน้ำหนักตัวถึงระยะที่จะส่งตลาดได้เร็วขึ้น (วินัย, 2538)

ลักษณะซากของแพะ

สาธิต (2552)ได้ทำการศึกษาผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงต่อลักษณะซากและองค์ประกอบร่างกายของแพะพื้นเมืองไทย (น้ำหนักเฉลี่ย 15.52 กิโลกรัม) และลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักเฉลี่ย 16.45 กิโลกรัม) เพศผู้ อายุประมาณ 12-13 เดือน พบว่า ไม่มีปฏิกิริยาร่วมระหว่างพันธุ์และระบบการเลี้ยง แต่แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวก่อนอดอาหาร น้ำหนักตัวหลังอดอาหาร น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น ความยาวซาก ความกว้างของซาก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (30.18, 28.37, 14.51, 13.75 กิโลกรัม, 57.75, 28.08 เซนติเมตร และ 10.49 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) สูงกว่าแพะพื้นเมืองไทย (25.69, 23.43, 11.89, 10.75 กิโลกรัม, 52.50, 26.21 เซนติเมตร และ 8.64 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (คำนวณเทียบจากน้ำหนักตัวหลังอดอาหาร) ของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ และแพะพื้นเมืองไทย พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 51.06 และ 50.72

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการศึกษาของ ณัฐพล (2548) ที่รายงานว่าแพะพื้นเมืองไทย และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับข้าวโพดหมักแบบเต็มที่ และอาหาร 1.6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีเปอร์เซ็นต์ซาก (คำนวณเทียบจากน้ำหนักตัวของแพะหลังอดอาหาร) เท่ากับ 48.02 และ 49.75 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 6 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของขวัญชนก (2552) ที่รายงานว่า แพะพื้นเมืองไทยที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งเสริมด้วยอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดระดับต่างๆ (0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (คำนวณเทียบจากน้ำหนักตัวของแพะหลังอดอาหาร) อยู่ในช่วง 45.17-47.65 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม สาธิต (2552) พบว่า แพะพื้นเมืองไทย และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (70.38 และ 69.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และเปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (4.14 และ 4.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นของแพะพื้นเมืองไทย และลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหารหยาบแตกต่างกัน

อายุเริ่มต้นทดลองเฉลี่ย (เดือน)	ระยะเวลาทดลอง (วัน)	เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (คำนวณเทียบจากน้ำหนักตัวหลังอดอาหาร)		เอกสารอ้างอิง
		พื้นเมืองไทย	ลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์	
10.5	90	46.41	-	ขวัญชนก (2552) [1/]
12.5	98	48.02	49.75	ณัฐพล (2548) [2/]
12.5	180	50.70	51.06	สาธิต (2552) [3/]

หมายเหตุ

[1/] ได้รับอาหารข้นที่มีระดับเยื่อใยในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดแตกต่างกัน 4 สูตร คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งเป็นอาหารหยาบหลักแบบเต็มที่

[2/] ได้รับอาหารข้นที่มีความแตกต่างกันของโปรตีน 3 ระดับ คือ 14, 17 และ 20 เปอร์เซ็นต์ และได้รับข้าวโพดหมักแบบเต็มที่

[3/] ได้รับอาหารข้นซึ่งมีโปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าพลิแคททูลั่มสดเป็นอาหารหยาบ

ณัฐพล (2548) ได้ทำการศึกษาถึงผลของระดับโปรตีนรวมในอาหารข้นและยีโนไทป์ที่มีต่อลักษณะซากและองค์ประกอบของร่างกาย พบว่า แพะพื้นเมืองไทย และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับการเสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 14, 17, และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวก่อนอดอาหาร (27.50, 27.53 และ 27.98 กิโลกรัม ตามลำดับ) น้ำหนักตัวหลังอดอาหาร (25.10, 25.10 และ 25.75 กิโลกรัม ตามลำดับ) น้ำหนักซากอุ่น (12.16, 12.15 และ 12.94 กิโลกรัม ตามลำดับ) เปอร์เซ็นต์ซาก (48.32, 48.22 และ 50.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ความยาวซาก (51.15, 49.30 และ 50.43 เซนติเมตร ตามลำดับ) เปอร์เซ็นต์เนื้อสันนอก (2.68, 2.73 และ 2.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (7.25, 9.78 และ 8.71 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ) และองค์ประกอบของร่างกายไม่แตกต่างกับ ($P>0.05$) เปอร์เซ็นต์ซากของแพะพื้นเมืองไทย และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน- พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 48.02 และ 49.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าระดับโปรตีนรวมในอาหารข้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อ (67.57, 69.77 และ 70.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เปอร์เซ็นต์ไขมันในซาก (8.53, 7.69 และ 6.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เปอร์เซ็นต์กระดูก (18.05, 16.91 และ 17.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สัดส่วนกล้ามเนื้อต่อกระดูก (3.83, 4.17 และ 4.08 ตามลำดับ) และสัดส่วนกล้ามเนื้อรวมไขมันต่อกระดูก (4.31, 4.63 และ 4.49 ตามลำดับ) แต่เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อ สัดส่วนกล้ามเนื้อต่อกระดูก และสัดส่วนกล้ามเนื้อรวมไขมันต่อกระดูกมีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของโปรตีนในอาหารข้น แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันในซาก และเปอร์เซ็นต์กระดูก มีแนวโน้มลดลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารข้น ซึ่งอาจจะเป็นผลจากการที่แพะได้รับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการสร้างกล้ามเนื้อในร่างกายเพิ่มขึ้น

Pralomkarn และคณะ (1994) อ้างโดย วินัย (2538) ได้ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะซากของแพะที่ได้รับอาหารหยาบ (แทะเล็มในทุ่งหญ้าเพียงอย่างเดียว) กับการให้อาหารข้นเสริม 2 ระดับ (1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) พบว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของแพะที่ได้รับอาหารหยาบอย่างเดียว (64.10 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากลุ่มของแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริม 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (61.30 และ 60.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในทางตรงกันข้ามแพะที่ได้รับอาหารหยาบอย่างเดียวมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน (5.90 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารข้นเสริม (11.40 และ 12.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เปอร์เซ็นต์กระดูกของแพะที่ได้รับอาหารหยาบอย่างเดียว (16.80 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากลุ่มของแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริม (14.90 และ 14.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สัดส่วนของเนื้อแดงและส่วนที่กินได้ (เนื้อแดงรวมไขมัน) ต่อกระดูกของกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นเสริม 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (4.94 และ 5.21 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว (4.19

เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่า การเสริมอาหารข้นให้แพะจะทำให้สัดส่วนของซากในส่วนที่กินได้เพิ่มขึ้น

Pralomkarn และคณะ (1995) ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของระดับอาหาร 3 ระดับ คือ ระดับดำรงชีพ ระดับ 1.20 เปอร์เซ็นต์ของระดับดำรงชีพ และระดับ 1.90 เปอร์เซ็นต์ของระดับดำรงชีพ ต่อองค์ประกอบของร่างกายแพะพื้นเมืองไทย ลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบในกรณีน้ำหนักตัวซึ่งเอาสิ่งตกค้างภายในระบบทางเดินอาหารออก (empty body weight) พบว่า องค์ประกอบของร่างกายส่วนต่างๆ ของแพะที่ได้รับอาหารต่างกันทั้ง 3 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง และเปอร์เซ็นต์ไขมัน คือ 61.60 และ 12.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ดังนั้นความแตกต่างของลักษณะซากของแพะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ ระบบการเลี้ยง และอาหาร โดยการเสริมอาหารข้นให้แพะจะทำให้เปอร์เซ็นต์ซากเพิ่มขึ้น (Dabadghao *et al.*, 1976 อ้างโดย วินัย, 2538) และแพะที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในซาก มากกว่าแพะที่ถูกเลี้ยงในแปลงหญ้า (McGregor, 1984 อ้างโดย วินัย, 2538)

ต้นทุนการเลี้ยงแพะ

ระยะเวลาการเลี้ยง และพันธุ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อต้นทุนการเลี้ยงแพะ (ตารางที่ 7) โดยกันยารัตน์ (2546) รายงานว่า การขุนแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบโดยให้กินแบบเต็มที่ตลอดระยะเวลา 56 วัน สิ้นเปลืองค่าอาหารเป็นเงิน เท่ากับ 296.20 และ 322.20 บาทต่อตัว ตามลำดับ หรือคิดเป็น 5.30 และ 5.80 บาทต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้กันยารัตน์ (2546) ยังพบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จรูปที่ใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ ใกล้เคียงกับรายงานของสุมิตรา (2543) ที่รายงานว่าแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหารข้นวันละ 220 กรัม และได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรียมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 37.63 บาท นอกจากนี้สาธิต (2552) รายงานว่าต้นทุนการเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ในระบบการเลี้ยงแบบประณีต และระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต ตลอดระยะเวลา 180 วัน มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม 1 กิโลกรัม เท่ากับ 73.82 และ 68.84 บาท ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ต้นทุนการผลิตแพะ (บาท) ในสภาพการเลี้ยงแบบต่างๆ

	ระบบการเลี้ยง	ค่าพันธุ์	ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม	ต้นทุนทั้งหมดต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม
สาธิต (2552)				
- ลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์	- ประณีต	1,660.00	68.84	266.88
	- กึ่งประณีต	1,630.00	73.28	331.47
- พื้นเมืองไทย	- ประณีต	1,560.00	69.77	321.54
	- กึ่งประณีต	1,520.00	78.34	385.18
กันยารัตน์ (2546)				
- ลูกผสมแองโกลนูเบียน- พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์	- อาหารผสมสำเร็จที่มีข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ	1,520.00	49.37	296.20
	- อาหารผสมสำเร็จที่มีหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ	1,520.00	56.52	322.15
ณัฐพล (2548)				
- ลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์	- ข้าวโพดหมักเสริมอาหารข้นที่มีโปรตีนรวมแตกต่างกัน 4 ระดับ	1,784.00	49.50	405.85
- พื้นเมืองไทย		1,408.00	47.47	346.53

ณัฐพล (2548) รายงานว่า การขุนแพะพื้นเมืองไทย และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการเลี้ยงแบบขังคอก และให้ข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบแบบเต็มที่ เสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 14, 17 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เป็นระยะเวลา 98 วัน มีค่าใช้จ่ายทั้งหมด 2,017.00, 2,050.00 และ 2,065.00 บาทต่อตัว ตามลำดับ เป็นค่าอาหารทั้งหมด 349.20, 381.95 และ 396.62 บาทต่อตัว ตามลำดับ หรือคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม เท่ากับ 45.95, 50.26 และ 48.97 บาท ตามลำดับ ซึ่งพบว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 14 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนรวม 17 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า ค่าอาหาร ค่าพันธุ์ และระยะเวลาการเลี้ยงเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนรวมในการผลิตแพะ ซึ่งสุรศักดิ์ (2535) ให้ข้อเสนอแนะว่า พันธุ์แพะที่เหมาะสมในการเลี้ยงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเลี้ยง ถ้าเป็นการเลี้ยงเพื่อการค้าที่มีการลงทุนเรื่องอาหาร การจัดการที่ดี การเลี้ยงแพะลูกผสม 50 เปอร์เซ็นต์ น่าจะเหมาะสมกว่าเพราะแพะลูกผสมมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีกว่าแพะพื้นเมืองไทย

บทที่ 3

การทดลองที่ 1

การประเมินอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

บทนำ

การวิเคราะห์หาการย่อยได้ในหลอดทดลอง (*in vitro*) เป็นการเลียนแบบสภาวะภายในทั้งหมดให้เหมือนกับระบบการย่อยของสัตว์จริงๆ การวิเคราะห์การย่อยได้ในหลอดทดลองนี้ จะช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้วิเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นด้านเวลา การลงทุน และความรวดเร็ว (เมธา, 2533; เสาวนิต, 2537) ซึ่งการใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส เป็นอีกวิธีการหนึ่งของการวิเคราะห์หาการย่อยได้ในหลอดทดลอง ที่สามารถนำค่าปริมาณแก๊สที่ได้จากการทดลองมาประเมินอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร (Menke *et al.*, 1979; Menke and Steingass, 1988) ซึ่งเป็นค่าพลังงานที่สัตว์นำไปใช้เพื่อการดำรงชีพและสร้างผลผลิต (ศรีสกุล, 2539) การศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการประเมินอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ
2. เพื่อประเมินอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วัสดุ และอุปกรณ์

1. แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน- พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 4-5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 43.07 $\pm$ 3.09 กิโลกรัม จำนวน 6 ตัว

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

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

4. อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 (80:20) สูตรที่ 2 (70:30) สูตรที่ 3 (60:40) และสูตรที่ 4 (50:50)

5. สารเคมีที่ใช้ในการประเมินการย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊สตามวิธีการของ Menke และ Steingass (1988) ได้แก่

5.1 สารละลายแร่ธาตุหลัก (macromineral solution) ประกอบด้วย Na_2HPO_4 5.70 กรัม KH_2PO_4 6.20 กรัม และ $MgSO_4$ 0.60 กรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

5.2 สารละลายแร่ธาตุรอง (micromineral solution) ประกอบด้วย $CaCl_2 \times 2H_2O$ 13.20 กรัม $MnCl_2 \times 4H_2O$ 10.00 กรัม $CoCl_2 \times 6H_2O$ 1.00 กรัม และ $FeCl_2 \times 6H_2O$ 0.80 กรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

5.3 สารละลายบัฟเฟอร์ (buffer solution) ประกอบด้วย $NaHCO_3$ 35.00 กรัม และ $(NH_4)HCO_3$ 4.00 กรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

5.4 สารละลายรีซาซูริน (resazurin aqueous) ประกอบด้วย รีซาซูริน 100.00 มิลลิกรัม และเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

5.5 สารละลายสำหรับไล่ออกซิเจน ประกอบด้วย น้ำกลั่น 47.50 มิลลิลิตร NaOH ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 2.00 มิลลิลิตร และ $Na_2S_9 \times H_2O$ 336.00 มิลลิกรัม

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมอาหารทดลอง

ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดออกระหว่างเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมัน จากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุประมาณ 7-8 ปี ของสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยทำการตัดส่วนก้าน (petiole) ที่มีหนามออก นำมาสับด้วยเครื่องสับย่อยเพื่อให้มีขนาดเล็กประมาณ 1.50-2.00 เซนติเมตร แล้วนำมาหมักในถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร อัดให้แน่นและปิดฝาให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 30 วัน นำทางใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหมักมาผสมกับอาหารข้นในรูปแบบอาหาร TMR โดยมีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแตกต่างกัน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับอาหารข้นในระดับ 80:20 สูตรที่ 2 ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับอาหารข้นในระดับ 70:30 สูตรที่ 3 ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับอาหารข้นในระดับ 60:40 และสูตรที่ 4 ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับอาหารข้นในระดับ 50:50 โดยอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรได้ถูกปรับให้มีระดับโปรตีนรวม (CP) 14 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) อยู่ในช่วง 48.81-60.76 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 วัตถุดิบอาหาร (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

วัตถุดิบอาหารสัตว์[1/] (กิโลกรัม)	อาหาร TMR			
	1	2	3	4
ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก	80.00	70.00	60.00	50.00
ปลาป่น	6.00	5.20	5.00	5.00
กากถั่วเหลือง	3.80	5.00	5.70	5.00
ปลายข้าว	3.20	7.50	14.80	14.00
ข้าวโพด	4.50	10.00	12.50	24.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟส	0.50	0.50	0.50	0.50
ยูเรีย	1.50	1.30	1.00	1.00
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00
ราคา[2/] (บาทต่อกิโลกรัม)	3.52	4.48	5.52	6.49
องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง[3/])				
โปรตีนรวม	13.99	14.02	14.07	14.09
โภชนะที่ย่อยได้รวม	48.81	52.79	57.07	60.76

หมายเหตุ [1/]ปลาป่น 30.00 บาทต่อกิโลกรัม กากถั่วเหลือง 16.71 บาทต่อกิโลกรัม ปลายข้าว 11.00 บาทต่อกิโลกรัม ข้าวโพด 10.00 บาทต่อกิโลกรัม ไดแคลเซียมฟอสเฟส 7.00 บาทต่อกิโลกรัม ยูเรีย 15.00 บาทต่อกิโลกรัม เกลือ 6.33 บาทต่อกิโลกรัม ราคาวัตถุดิบ ณ วันที่ 29 ตุลาคม 2552

[2/]ราคาไม่รวมทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

[3/] กองอาหารสัตว์ (2551)

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 4-5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 43.07 ±3.09 กิโลกรัม จำนวน 6 ตัว มีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง ผ่านการกำจัดพยาธิภายนอกและพยาธิภายในโดยใช้ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (Ivermectin) ก่อนเก็บตัวอย่างของเหลวในกระเพาะรูเมน ให้แพะได้รับหญ้าเนเปียร์สดแบบเต็มที่ (*ad libitum*) เสริมด้วยอาหารข้นซึ่งประกอบด้วย ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในปริมาณ 0.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และให้น้ำสะอาดกินตลอดเวลา

3. การวางแผนและวิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยมีอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น 4 สูตร เป็นปัจจัยในการทดลอง คือ สูตรที่ 1 (80:20) สูตรที่ 2 (70:30) สูตรที่ 3 (60:40) และสูตรที่ 4 (50:50) แต่ละปัจจัยการทดลองมีจำนวน 5 ซ้ำ

4. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR

วิเคราะห์วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้า ใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) และวิเคราะห์ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ใช้วิธี Detergent method ของ Van Soest และคณะ (1991)

5. การศึกษาจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR

ทำการศึกษาจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแตกต่างกัน 4 สูตร ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Menke และ Steingass (1988) โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ของแพะทดลอง โดยมีวิธีการดังนี้

5.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ปริมาณ 0.50 กรัม ใส่ขวดวัคซีน ขนาด 50 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยางให้สนิท

5.2 เตรียมสารละลายน้ำลายเทียมปริมาตร 1,009.32 มิลลิลิตร โดยการเติม น้ำกลั่น 480 มิลลิลิตร แร่ธาตุหลัก 240 มิลลิลิตร แร่ธาตุรอง 0.12 มิลลิลิตร สารละลายบัฟเฟอร์ 240 มิลลิลิตร และสารละลายรีซาซูริน 1.20 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ (flask) ขนาด 2,000 มิลลิลิตร ที่ต่อท่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อไล่แก๊สออกซิเจนออกแล้วนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องกวนคลื่นแม่เหล็ก (magnetic stirrer) กวนตลอดเวลา จากนั้นเติม

3. การวางแผนและวิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยมีอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น 4 สูตร เป็นปัจจัยในการทดลอง คือ สูตรที่ 1 (80:20) สูตรที่ 2 (70:30) สูตรที่ 3 (60:40) และสูตรที่ 4 (50:50) แต่ละปัจจัยการทดลองมีจำนวน 5 ซ้ำ

4. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR

วิเคราะห์วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้า ใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) และวิเคราะห์ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ใช้วิธี Detergent method ของ Van Soest และคณะ (1991)

5. การศึกษาจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR

ทำการศึกษาจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแตกต่างกัน 4 สูตร ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Menke และ Steingass (1988) โดยใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid) ของแพะทดลอง โดยมีวิธีการดังนี้

5.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง และบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ปริมาณ 0.50 กรัม ใส่ขวดวัคซีน ขนาด 50 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกยางให้สนิท

5.2 เตรียมสารละลายน้ำลายเทียมปริมาตร 1,009.32 มิลลิลิตร โดยการเติม น้ำกลั่น 480 มิลลิลิตร แร่ธาตุหลัก 240 มิลลิลิตร แร่ธาตุรอง 0.12 มิลลิลิตร สารละลายบัฟเฟอร์ 240 มิลลิลิตร และสารละลายรีซาซูริน 1.20 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ (flask) ขนาด 2,000 มิลลิลิตร ที่ต่อท่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อไล่แก๊สออกซิเจนออกแล้วนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องกวนคลื่นแม่เหล็ก (magnetic stirrer) กวนตลอดเวลา จากนั้นเติม

สารละลายสำหรับไล่แก๊สออกซิเจน 48 มิลลิลิตร จนสารละลายน้ำลายเทียมเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู ซึ่งแสดงว่าสารละลายดังกล่าวอยู่ในสภาวะไร้แก๊สออกซิเจน

5.3 เก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทดลองทั้ง 6 ตัวโดยเก็บตัวละ 250 มิลลิลิตร โดยใช้ stomach tube ร่วมกับ vacuum pump นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทันที โดยใช้ pH electrode MP. 125 LE 413 (Mettler Toleds AG.) นำของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะทั้ง 6 ตัว มาผสมรวมกัน แช่ในน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เพื่อให้อุณหภูมิของเหลวจากกระเพาะรูเมนคงที่ จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น แล้วนำมาผสมกับสารละลายน้ำลายเทียมในสัดส่วนของสารละลายน้ำลายเทียมต่อตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนเท่ากับ 2 : 1

5.4 ใช้กระบอกฉีดยาพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร ดูดสารละลายผสมของน้ำลายเทียมและของเหลวจากกระเพาะรูเมนปริมาตร 30 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัคซีนที่บรรจุตัวอย่างอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร แล้วนำปลายเข็มเหล็กที่ติดกับสายยางบรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปักลงในขวดตัวอย่างเพื่อไล่แก๊สออกซิเจนออกจากขวดตัวอย่าง จากนั้นนำเข้าบ่มในตู้บ่ม (incubate) ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวัดปริมาณแก๊ส

5.5 วัดและจดบันทึกปริมาณของแก๊สที่เกิดขึ้น โดยใน 12 ชั่วโมงแรกของการบ่มบันทึกผลทุกๆ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นบันทึกผลทุกๆ 3 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 24 จากนั้นบันทึกผลทุกๆ 6 ชั่วโมง จนถึงชั่วโมงที่ 72 และสุดท้ายทำการบันทึกผลที่ชั่วโมงที่ 96 นำค่าผลผลิตแก๊สที่ได้มาหาค่าคงที่ a, b และ c โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป fit curve เพื่ออธิบายจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตรตามแบบจำลองสมการของ Ørskov และ McDonald (1979) (สมการที่ [1]) ดังนี้

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

เมื่อ y = ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น ณ เวลา t

a = จุดตัดแกน y ใช้บ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายองค์ประกอบที่ละลายน้ำได้ มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

b = ค่าปริมาตรแก๊ส ณ จุดที่เส้นกราฟราบเรียบ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร ถ้าค่า b สูง ศักยภาพในการย่อยสลายก็สูงมีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

c = อัตราการเกิดแก๊ส มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง

Exp = exponential

t = เวลาการเกิดแก๊ส

หลังจากนั้นนำค่า a และ b ที่ได้จากสมการนี้ไปประเมินค่าศักยภาพในการผลิตแก๊ส (d) จากสมการ d = |a| + b (ทรงศักดิ์ และคณะ, 2548; Menke and Steingass, 1988)

5.6 ประเมินค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นของแต่ละทรีทเมนต์ จากผลผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 ตามสมการทำนายค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของ Menke และคณะ (1979) (สมการที่ [2]) ดังนี้

$$ME_{ration}\ (MJ/kg\ DM) = 1.242 + (0.146xGv) + (0.007x\%CP) + (0.0224x\%EE) \qquad [2]$$

โดย Gv = ปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นใน 24 ชั่วโมง (มิลลิลิตรต่อน้ำหนักอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแตกต่างกัน) คำนวณจากสมการที่ [3] ดังนี้

$$Gv\ (ml) = \frac{(V24 - Vo - GPo) \times 200 \times [(Fh + Fc)/2]}{W} \qquad [3]$$

เมื่อ Vo = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นก่อนบ่ม

V24 = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นที่ชั่วโมงที่ 24

GPo = ค่าเฉลี่ยของแก๊สที่เกิดขึ้นในหลอด blank ที่ชั่วโมงที่ 24

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

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

GPh = ค่าคงที่ของอาหารหยาบมีค่าเท่ากับ 47

GPc = ค่าคงที่ของอาหารข้นมีค่าเท่ากับ 68

W = น้ำหนักตัวอย่างเป็นมิลลิกรัมวัตถุแห้ง

CP = โปรตีนรวมของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นของแต่ละทรีทเมนต์ (เปอร์เซ็นต์)

EE = ไขมันรวมของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นของแต่ละทรีทเมนต์ (เปอร์เซ็นต์)

5.7 ประเมินเปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (digestible organic matter, DOM) ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นของแต่ละทรีทเมนต์ ตามสมการของ Menke และคณะ (1979) (สมการที่ [4]) ดังนี้

$$DOM\ (\%) = 14.88 + (0.889 \times Gv) + (0.045 \times \%CP) + (0.065 \times \%Ash) \quad [4]$$

โดย Gv = ปริมาณแก๊สสุทธิที่เกิดขึ้นใน 24 ชั่วโมง (มิลลิลิตรต่อน้ำหนักอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแตกต่างกัน)

CP = โปรตีนรวมของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นของแต่ละทรีทเมนต์ (เปอร์เซ็นต์)

Ash = เถ้าของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นของแต่ละทรีทเมนต์ (เปอร์เซ็นต์)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำค่าจลนพลศาสตร์การย่อยสลาย เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแต่ละทรีทเมนต์มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น 4 สูตร คือ สูตรที่ 1(80:20), 2(70:30), 3(60:40) และ 4(50:50) พบว่าอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีค่าโปรตีนรวม และมีพลังงานรวม ระหว่าง 14.78-15.29 เปอร์เซ็นต์ และ 4,065.55-4,251.88 แคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

รายการ	อาหาร TMR[1/]			
	1	2	3	4
วัตถุแห้ง (สภาพสด)	42.93	44.36	46.81	49.31
วัตถุแห้ง	95.17	96.06	96.43	96.49
.....เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง.....				
อินทรียวัตถุ	88.73	89.39	91.10	92.07
โปรตีนรวม	14.92	15.29	15.00	14.78
ไขมันรวม	2.03	2.02	2.01	2.05
เถ้า	11.27	10.61	8.90	7.93
เยื่อใยรวม	34.69	29.67	23.57	20.86
ผนังเซลล์	65.47	59.48	58.20	51.36
ลิกโนเซลลูโลส	50.93	44.82	44.05	42.65
ลิกนิน	11.05	10.02	9.29	8.51
เฮมิเซลลูโลส[2/]	14.54	14.66	14.15	8.71
เซลลูโลส[3/]	39.88	34.80	34.76	34.14
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก	32.26	38.47	46.95	50.87
พลังงานรวม (แคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)	4,175.78	4,065.55	4,251.88	4,236.37

หมายเหตุ [1/]อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นดังนี้ สูตรที่ 1 (80:20); 2 (70:30); 3 (60:40) และ 4 (50:50)

[2/]เฮมิเซลลูโลส = ผนังเซลล์ - ลิกโนเซลลูโลส

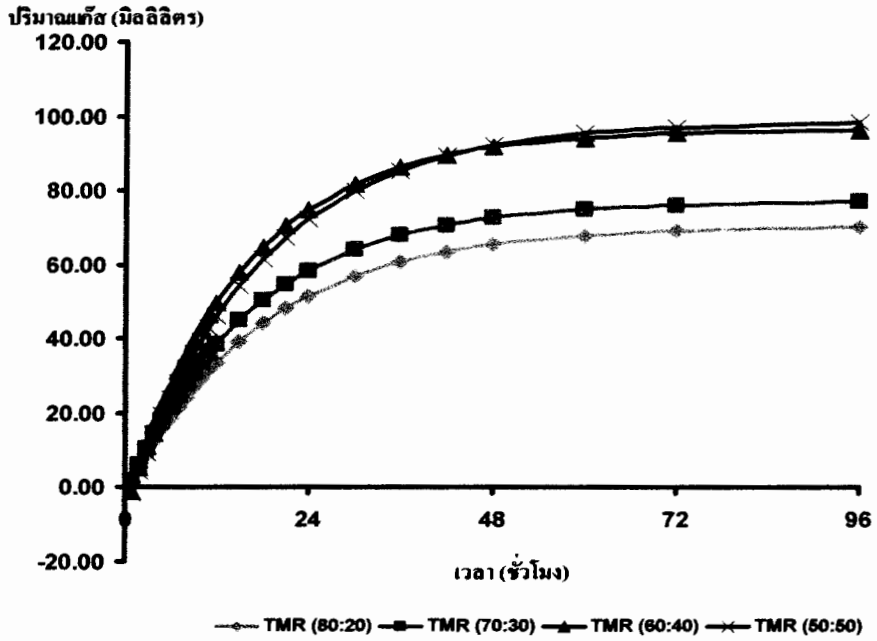
[3/]เซลลูโลส = ลิกโนเซลลูโลส - ลิกนิน

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร พบว่า มีค่าโปรตีนรวม เท่ากับ 14.92, 15.29, 15.00 และ 14.78 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับระดับโปรตีนรวมของอาหารข้นที่แนะนำโดย NRC (1981) ที่แนะนำว่าแพะที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 15 กิโลกรัม เลี้ยงแบบขังคอก (มีกิจกรรมน้อย) และต้องการให้มีอัตราการเจริญเติบโต 50 กรัมต่อวัน ควรจะได้รับโปรตีนประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ และมีผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) เท่ากับ 65.47, 59.48, 58.20 และ 51.36 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) 50.93, 44.82, 44.05 และ 42.65 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ และลิกนิน (acid detergent lignin, ADL) 11.05, 10.02, 9.29 และ 8.51 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ การที่

อาหารทั้ง 4 สูตร มีปริมาณเยื่อใย (NDF, ADF และ ADL) แตกต่างกัน โดยอาหาร TMR สูตรที่ 1 มีปริมาณเยื่อใยสูงที่สุด รองลงมาคืออาหาร TMR สูตรที่ 2, 3 และ 4 อาจเป็นเพราะอาหาร TMR สูตรที่ 1 มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักมากที่สุด และอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักน้อยที่สุด ส่วนไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (nitrogen free extract, NFE) ของอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีค่าสูงที่สุด คือ 50.87 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง รองลงมาคือ สูตรที่ 3, 2 และ 1 (46.95, 38.47 และ 32.26 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ) เนื่องจากอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีระดับของอาหารข้นมากที่สุด คือ 50:50 ซึ่งความผันแปร ของเยื่อใย และไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก ความสัมพันธ์กับชนิดและปริมาณวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาใช้ (เมธา, 2533; เสาวนิต, 2537) ทั้งนี้ NRC (1981) รายงานว่า แพะที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 15 กิโลกรัม เลี้ยงแบบขังคอก (มีกิจกรรมน้อย) และต้องการให้มีอัตราการเจริญเติบโต 50 กรัมต่อวัน ควรจะได้รับโภชนะที่ย่อยได้รวม เท่ากับ 366.5 กรัมต่อตัวต่อวัน

จลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

ปริมาณผลผลิตแก๊สของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร (ภาพที่ 4) พบว่า เมื่อพิจารณาปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ (y) อาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีค่า y ที่ชั่วโมงที่ 24, 48 และ 96 สูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.09, 72.49; 91.77, 92.17 และ 96.39, 98.40 มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) กับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (51.77, 58.62; 65.50, 72.72 และ 70.35, 77.04 มิลลิลิตร ตามลำดับ) การที่อาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้สูงสุดอาจเป็นเพราะอาหาร TMR ทั้งสองสูตรมีระดับของทางใบปาล์มน้ำมันหมักเพียง 60 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้มีปริมาณผนังเซลล์ (58.20 และ 51.36 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ) น้อยกว่าอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก 80 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ที่มีปริมาณผนังเซลล์เท่ากับ 65.47 และ 59.48 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้อาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 ยังมีปริมาณลิกนิน (9.29 และ 8.51 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ) น้อยกว่าอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (11.05 และ 10.02 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ Sallam และคณะ (2007) ที่กล่าวว่าส่วนประกอบของผนังเซลล์มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ตลอดระยะเวลาการบ่ม และผนังเซลล์อาจทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปริมาณของผนังเซลล์ลดลงตามการลดลงของระดับทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหาร TMR



ภาพที่ 4 ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ (มิลลิลิตรต่อตัวอย่าง 0.50 กรัม ของอาหาร TMR ที่ระดับต่างๆ) ที่ประเมินจากสมการ $y = a+b\ [1-Exp^{(-ct)}]$ ที่เกิดขึ้นตลอด 96 ชั่วโมง

สำหรับการพิจารณาค่าจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR ทั้ง4 สูตร (ตารางที่ 10) โดย ค่า a ซึ่งใช้บ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ ค่า b แสดงถึงศักยภาพในการย่อยสลายของอาหาร และค่า d ซึ่ง หมายถึง ศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร TMR พบว่า อาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีค่า a, b และ d เท่ากับ -7.67, -7.44; 104.46, 106.31 และ 112.13, 113.74 มิลลิลิตร ตามลำดับ สูงกว่าอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (-2.34, -2.98; 73.29, 80.42 และ 75.88, 83.40 มิลลิลิตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งนี้ค่า a จากการทดลองมีค่าเป็นลบ อาจเนื่องมาจากอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีวัตถุดิบอาหารข้นเป็นส่วนประกอบซึ่งมีองค์ประกอบที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย สอดคล้องกับ Ørskov (1982) อ้างโดย เมธา (2533) กล่าวว่า การที่ค่า a เป็นลบ อาจจะเกิดขึ้นจากส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายในอาหารซึ่งส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายเกิดจากปริมาณไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เมื่อระดับของอาหารข้นในอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 เพิ่มสูงขึ้นจึงส่งผลให้ปริมาณของไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรกเพิ่มขึ้น ทำให้ศักยภาพในการย่อยสลาย และศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร TMR สูงขึ้น ส่วนค่า c ซึ่งหมายถึง อัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะ เวลาการหมักของอาหาร

พบว่า ค่า c ของอาหาร TMR สูตรที่ 3 มีค่าสูงกว่า (0.07 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง) อาหาร TMR สูตรที่ 1, 2 และ 4 (0.06, 0.06 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบงานวิจัยของ ณัฐฐา (2552) และ สันติ และคณะ (2552) ซึ่งศึกษาค่าจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใช้น้ำรูเมนของแพะและโคพื้นเมือง โดย ณัฐฐา (2552) รายงานว่าทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b เท่ากับ 21.55, 24.78, 22.23 และ 25.97 มิลลิลิตร ตามลำดับ และค่า d เท่ากับ 22.57, 25.34, 23.35 และ 27.32 มิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับสันติ และคณะ (2552) ที่รายงานว่าทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b เท่ากับ 25.31, 23.39, 22.85 และ 21.95 มิลลิลิตร และมีค่า d เท่ากับ 28.61, 27.66, 26.12 และ 25.69 มิลลิลิตร ตามลำดับ ดังนั้น การที่ผลการศึกษาครั้งนี้มีค่า b และ d สูงกว่าอาจเป็นเพราะอาหารที่ใช้ในการ ศึกษาครั้งนี้เป็นอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นจึงมีปริมาณอินทรียวัตถุที่ย่อยได้มากกว่า และทำให้ศักยภาพในการย่อยสลาย และศักยภาพในการผลิตแก๊สสูงขึ้น

ตารางที่ 10 ค่าคงที่ของคุณลักษณะการผลิตแก๊ส ปริมาณผลผลิตแก๊ส พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ และอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

ปัจจัยที่ศึกษา	อาหาร TMR				SEM
	1	2	3	4	
ลักษณะรูปแบบการผลิตแก๊ส					
a (มิลลิลิตร)	-2.34[a]	-2.98[a]	-7.67[b]	-7.44[b]	1.80
b (มิลลิลิตร)	73.29[b]	80.42[b]	104.46[a]	106.31[a]	7.98
c (เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง)	0.06[B]	0.06[B]	0.07[A]	0.06[B]	0.004
d (มิลลิลิตร)	75.88[b]	83.40[b]	112.13[a]	113.74[a]	8.96
ปริมาณผลผลิตแก๊ส (มิลลิลิตร)					
24 ชั่วโมง	51.77[c]	58.62[b]	75.09[a]	72.49[a]	4.96
48 ชั่วโมง	65.50[b]	72.72[b]	91.77[a]	92.17[a]	5.99
96 ชั่วโมง	70.35[b]	77.04[b]	96.39[a]	98.40[a]	6.95
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)[1/]	1.17	1.23	1.22	1.20	0.04
อินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (เปอร์เซ็นต์)[2/]	36.26	37.85	37.02	37.38	1.09

[a,b]ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[A,B,C]ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

[1/] ME_{ration} (MJ/kg DM) = 1.242 + (0.146xGv) + (0.007x%CP) + (0.0224x%EE)

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

อย่างไรก็ตาม ค่า a ในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่า รายงานของ ณัฐฐา (2552) และ สันติ และคณะ (2552) ซึ่งอาจจะเป็นผลเนื่องมาจากวัตถุดิบอาหารข้นที่ใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร TMR สามารถย่อยได้ง่าย

สำหรับค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร ที่ประเมินจากผลผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 (ตารางที่ 10) พบว่า ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (1.17, 1.23, 1.22 และ 1.20 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) โดยพบว่าอาหาร TMR สูตรที่ 2, 3 และ 4 มีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกับความต้องการพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพื่อการดำรงชีพของแพะที่มีน้ำหนัก 20 กิโลกรัม และไม่เลี้ยงลูก (1.20 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) (NRC, 1981) ส่วนอาหาร TMR สูตรที่ 1 มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับทางใบปาล์มน้ำมันสด (1.17 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ที่รายงานโดย

Wan Zahari และ Alimon (2004) ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการเพื่อการดำรงชีพ โดย NRC (1981) รายงานว่า หากต้องการให้แพะที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 15 กิโลกรัม เลี้ยงแพะแบบขังคอก (ซึ่งมีกิจกรรมน้อย) มีอัตราการเจริญเติบโต 50 กรัมต่อวัน ควรให้แพะได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 1.32 เมกกะแคลอรี ทั้งนี้จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกับทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.14-1.27 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (ณัฐฐา, 2552) เมื่อพิจารณาถึงอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ของอาหาร TMR (ตารางที่ 10) พบว่า อาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรมีอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (36.26, 37.85, 37.02 และ 37.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

สรุป

จากการประเมินอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นระดับต่างๆ โดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส พบว่า ค่าจลนพลศาสตร์การย่อยสลายของอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีค่าความสามารถในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ ศักยภาพในการย่อยสลายของอาหาร และศักยภาพในการผลิตแก๊สสูงกว่าอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 ($P<0.01$) อาหาร TMR สูตรที่ 3 มีอัตราการผลิตแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมัก (0.07 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง) สูงกว่าอาหาร TMR สูตรที่ 1, 2 และ 4 (0.06, 0.06 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณผลผลิตแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24, 48 และ 96 ของอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 สูงกว่าอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 ($P<0.01$) อย่างไรก็ตามอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรมีค่าอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ (36.26, 37.85, 37.02 และ 37.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (1.17, 1.23, 1.22 และ 1.20 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

บทที่ 4

การทดลองที่ 2

ผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นระดับต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต ลักษณะของซาก และต้นทุนการเลี้ยงแพะ

บทนำ

โดยทั่วไปการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องจะให้อาหารแยกกันระหว่างอาหารข้นกับอาหารหยาบ เพราะฉะนั้นจึงมีการประยุกต์การให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูง โดยการนำอาหารข้นกับอาหารหยาบมาผสมรวมกันในรูปแบบอาหาร TMR (Pi *et al.*, 2005) ซึ่งการให้อาหารในรูปแบบอาหาร TMR จะทำให้แน่ใจว่าสัตว์ได้รับสัดส่วนของอาหารข้นและอาหารหยาบที่เหมาะสม รวมทั้งสามารถใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบอาหารที่มีความน่ากินต่ำ และเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้อาหาร (Müller, 1990) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นระดับต่างๆ ต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของแพะ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะซากของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ และอุปกรณ์

1. แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ หลังหย่านม อายุประมาณ 6 -7 เดือน น้ำหนักตัวเริ่มทดลองเฉลี่ย 14.70 ±1.37 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว

2. ทางใบปาล์มน้ำมันสดที่ได้จากการจัดการสวนปาล์มน้ำมันซึ่งมีอายุประมาณ 7-8 ปี

3. โรงเรือนและอุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงแพะ

4. ยาถ่ายพยาธิไอเวอร์เมกติน (ไอเดกติน, IDECTIN®) ยาถ่ายพยาธินิโคลซาไมด์ (โยเมซาน, YOMESAN®) และไวตามิน AD_3E

5. เครื่องสับย่อยทางใบปาล์มน้ำมัน (ภาพผนวกที่ 1)

6. อุปกรณ์สำหรับหมักทางใบปาล์มน้ำมัน (ภาพผนวกที่ 3)

7. วัตถุดิบอาหารสัตว์ ประกอบด้วย ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลายข้าว ข้าวโพด ไดแคลเซียมฟอสเฟต ยูเรีย และเกลือ

8. อุปกรณ์สำหรับชั่งน้ำหนักแพะ และอาหารทดลอง ได้แก่ เครื่องชั่งแขวนขนาด 50 กิโลกรัม เครื่องชั่งขนาด 30 กิโลกรัม และเครื่องชั่งขนาด 1 กิโลกรัม เป็นต้น

9. อุปกรณ์ทำความสะอาดคอกและตัวสัตว์ ประกอบด้วย แปรง และไม้กวาด เป็นต้น

10. เครื่องผสมอาหารขนาด 40 กิโลกรัม (ภาพผนวกที่ 6)

11. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างอาหาร

12. อุปกรณ์ตรวจไข่พยาธิ (ภาพผนวกที่ 11)

13. ห้องเย็นหรือตู้เย็นสำหรับแช่ซาก

14. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับฆ่าและชำแหละแพะ ได้แก่ มีดฆ่าซาก เลื่อย เขียง ถุงพลาสติก สายวัดความยาว เป็นต้น (ภาพผนวกที่ 12)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมอาหารทดลอง

1.1 การเตรียมทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

ทำการหมักทางใบปาล์มน้ำมัน โดยใช้ทางใบปาล์มน้ำมันสด ที่ตัดออกระหว่างการเก็บทะลายปาล์มน้ำมัน (ตัดส่วนก้านใบออก) ณ สถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ นำมาสับย่อยด้วยเครื่องสับย่อยให้มีความยาวประมาณ 1.50-2.00 เซนติเมตร นำมาหมักในถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร อัดให้แน่น และปิดฝาให้สนิท โดยใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 30 วัน จึงนำมาประกอบเป็นสูตรอาหารในรูปแบบอาหาร TMR

1.2 การเตรียมอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นระดับต่างๆ

นำทางใบปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหมักมาผสมกับอาหารข้นในรูปแบบอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นแตกต่างกัน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับอาหารข้นในระดับ 80:20 สูตรที่ 2 ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับอาหารข้นในระดับ 70:30 สูตรที่ 3 ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับอาหารข้นในระดับ 60:40 และสูตรที่ 4 ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับอาหารข้นในระดับ 50:50 โดยอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรได้ถูกปรับให้มีระดับโปรตีนรวม (CP) 14 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) อยู่ในช่วง 48.81-60.76 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับโปรตีนรวมในอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร เพียงพอกับความต้องการของแพะตามคำแนะนำของ NRC (1981)

2. การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ หลังหย่านม อายุประมาณ 5-6 เดือน จำนวนทั้งหมด 20 ตัว น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 14.70±1.37 กิโลกรัม แบ่งสัตว์ทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว ก่อนการทดลองชั่งน้ำหนักแพะทุกตัวและถ่ายพยาธิด้วย

ไอเวอร์เม็กติน (ไอเดกติน, IDECTIN®) เพื่อควบคุมพยาธิตัวกลมและพยาธิภายนอก โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังในอัตราส่วน 1 มิลลิลิตรต่อน้ำหนักสัตว์ 50 กิโลกรัม และยาถ่ายพยาธินิโคลซาไมด์ (โยเมซาน, Yomesan®) เพื่อควบคุมพยาธิตัวตืด และทำการเก็บมูลจากทวารหนักมาตรวจหาไข่พยาธิทุก 2 สัปดาห์ และทำการถ่ายพยาธิทุกเดือนให้ไวตามิน AD_3E ทุกตัว ในปริมาณ 1 มิลลิลิตรต่อตัว ก่อนนำสัตว์ขึ้นทดลอง

3. แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยมีอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น 4 สูตร เป็นปัจจัยในการทดลอง คือ สูตรที่ 1 (80:20), สูตรที่ 2 (70:30), สูตรที่ 3 (60:40) และสูตรที่ 4 (50:50) แต่ละปัจจัยการทดลองมีจำนวน 5 ซ้ำ

4. ระยะเวลาที่ใช้ทดลอง

เลี้ยงแพะทดลองแต่ละตัวในคอกเดี่ยวให้ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร แบบเต็มที่ วันละ 2 ครั้งคือ ในตอนเช้าเวลา 09.00 นาฬิกา และตอนบ่ายเวลาประมาณ 15.00 นาฬิกา และให้น้ำสะอาดกินตลอดเวลา ใช้เวลาทดลองนาน 180 วัน โดยเริ่มทำการทดลองเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 และสิ้นสุดการวิจัย เดือนเมษายน พ.ศ. 2552

5. วิธีการเก็บข้อมูล

5.1 การเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น ทั้ง 4 สูตร ทุกครั้งที่ทำการผสมอาหารในปริมาณ 300 กรัม โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ปริมาณ 200 กรัม แบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน นำมาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (ในสภาพสด) และนำมาปรับปริมาณอาหารที่ให้สัตว์กินในช่วงต่อไป

ส่วนที่ 2 ปริมาณ 100 กรัม นำมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หรือจนกว่าตัวอย่างอาหารแห้ง แล้วนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

5.2 การเก็บตัวอย่างอาหารที่เหลือ สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร TMR ที่เหลือจากแพะกินก่อนให้อาหารมื้อถัดไปทุกครั้ง ในปริมาณ 300 กรัม โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้

5.3 การบันทึกปริมาณการกินได้ บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร ตลอดระยะทดลอง 180 วัน โดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในวันถัดไป

5.4 การชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลอง ชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองในวันแรกและวันสุดท้ายของการทดลอง และในระยะทดลองชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลองทุกๆ 15 วัน จนกระทั่งเสร็จการทดลอง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลอง คำนวณอัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารโดยใช้สูตร ดังนี้

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย - น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน)

$$= \frac{\text{(น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง-น้ำหนักตัวเริ่มต้นการทดลอง)/ระยะเวลาการทดลอง}}{\text{[(น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง+น้ำหนักตัวเริ่มต้นการทดลอง)/2]}^{0.75}}$$

ปริมาณอาหารที่กินได้ (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่แพะกินได้ตลอดการทดลอง}}{\text{น้ำหนักตัวเฉลี่ย}} \times 100$$

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร

$$= \frac{\text{น้ำหนักเพิ่มของแพะทดลอง}}{\text{ปริมาณอาหารที่แพะกินตลอดการทดลอง}}$$

6. การศึกษาลักษณะซาก

เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง 180 วัน สุ่มแพะทดลองในแต่ละทรีทเมนต์ๆ ละ 3 ตัว นำมาฆ่าและชำแหละเพื่อศึกษาลักษณะซากซึ่งดัดแปลงจาก วินัย (2529) โดยมีวิธีการ ดังนี้

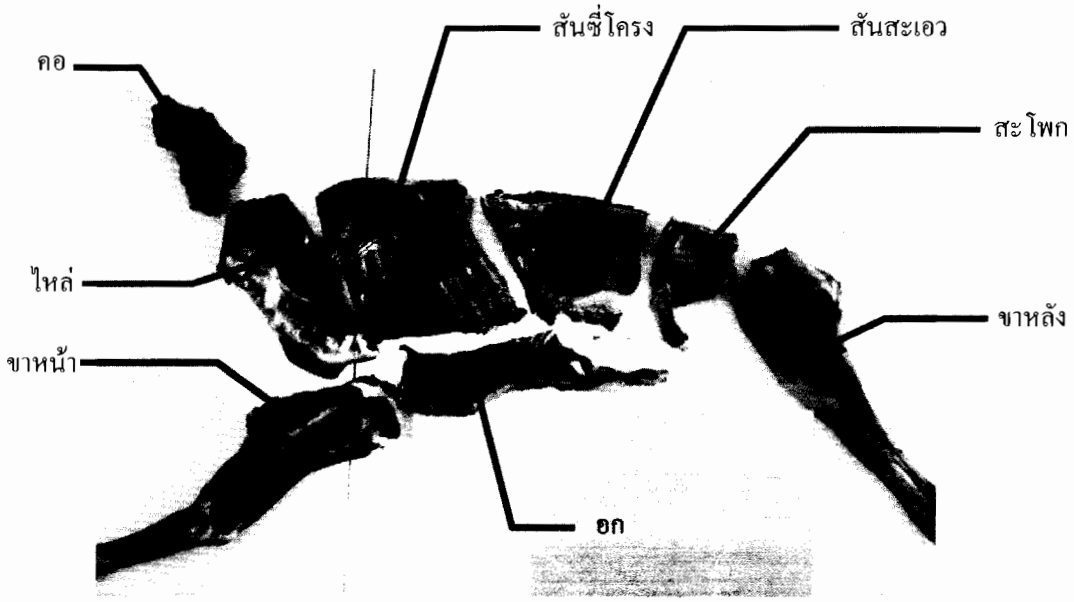
6.1 การเตรียมแพะก่อนฆ่า ชั่งน้ำหนักแพะทดลองทุกตัวก่อนอดอาหาร จากนั้นทำการอดอาหารประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแพะหลังจากอดอาหาร (fasted live weight) อีกครั้ง

6.2 การฆ่าแพะและการเก็บซาก ทำการเชือดคอบริเวณเส้นเลือดดำใหญ่ที่คอ (jugular vein) เอาเลือดออกให้เร็วที่สุด จากนั้นชั่งน้ำหนักแพะหลังฆ่า ทำการเลาะผิวหนัง เริ่มด้วยการเลาะผิวหนังบริเวณข้อเท้าออกแล้วใช้มีดกรีดบริเวณข้อพับด้านในจนมาถึงท้องเป็นแนวกึ่งกลางลำตัว จากนั้นค่อยๆ เลาะผิวหนังออกจากเนื้อ เมื่อเลาะผิวหนังเสร็จทำการตัดขาบริเวณข้อเท้าทั้ง 4 กับหัวแพะ และเอาอวัยวะภายในออกโดยใช้มีดกรีดตามแนวด้านท้อง หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักซากไม่รวมหัวและเท้า จะได้น้ำหนักซากอุ่น (hot carcass weight) แล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0.50-1.00 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนำออกจากตู้แช่แล้วทำการแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก แล้วชั่งน้ำหนักซากทั้ง 2 ซีก วัดความยาวซาก วัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) จากบริเวณกระดูกซี่โครงซี่ที่ 12 กับ 13 ของซากแพะซีกซ้าย หลังจากนั้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ซากทั้ง 2 ซีก โดยมีวิธีคำนวณดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักซากชำแหละ}}{\text{น้ำหนักอดอาหารก่อนฆ่า}} \times 100$$

6.3 การตัดแต่งซากและชำแหละซากแพะ นำซากแพะจากตู้แช่ โดยทยอยนำออกจากตู้แช่ครั้งละซาก (1 ซีก) ชั่งน้ำหนักซากแพะจะได้น้ำหนักซากเย็น (chilled carcass weight) ปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1 ชั่วโมง ทำการตัดแต่งซากแพะแบบสากลตามรายละเอียดของ

มกอช. (2549) ได้แก่ ไหล่ (shoulder) สันซี่โครง (rack) สันสะเอว (loin) สะโพก (chump) ขาหน้า (fore leg) อก (breast) คอ (neck) และขาหลัง (leg) (ภาพที่ 5) แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซาก



ภาพที่ 5 การตัดแต่งซากแบบสากลตามรายละเอียดของ มกอช. (2549)

7. การศึกษาต้นทุนการผลิตแพะ

ศึกษาต้นทุนการผลิตแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ หลังหย่านม ที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น ทั้ง 4 สูตร ตามวิธีการของ จรวย (2535) ดังรายละเอียดในภาคผนวก เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ตัดสินใจในการพัฒนาการเลี้ยงแพะให้เหมาะสม

8. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร เปอร์เซ็นต์ซาก สัดส่วนซากสากล และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักและอาหารข้น (บนฐานวัตถุแห้ง) ทั้ง 4 สูตร พบว่า มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวมเฉลี่ยเท่ากับ 14.99 เปอร์เซ็นต์ และระดับพลังงานรวมระหว่าง 4,065.55-4,251.88 แคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง (ตารางที่ 11) ซึ่งระดับโปรตีนรวมที่ได้จากอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนรวมที่แนะนำไว้โดย NRC ดังอธิบายไว้ในบทที่ 1 หน้าที่ 35 และมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนรวมในอาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมัก (14.00 เปอร์เซ็นต์) หรือหญ้าเนเปียร์หมัก (14.00 เปอร์เซ็นต์) เป็นแหล่งอาหารหยาบ ที่รายงานโดย กันยารัตน์ (2546)

สำหรับวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ ไขมันรวม ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ของอาหาร TMR สูตรที่ 1 เท่ากับ 95.17, 83.89, 2.03, 65.47, 50.93 และ 11.05 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 เท่ากับ 96.06, 85.45, 2.02, 59.48, 44.82 และ 10.02 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 เท่ากับ 96.43, 87.53, 2.01, 58.20, 44.05 และ 9.29 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 4 เท่ากับ 96.49, 88.56, 2.05, 51.36, 42.65 และ 8.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 11) ทั้งนี้ปริมาณของวัตถุแห้ง ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร สูงกว่ารายงานของ กันยารัตน์ (2546) ที่รายงานว่า อาหาร TMR ที่ใช้ข้าวโพดหมักมีปริมาณของวัตถุแห้ง ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน เท่ากับ 67.20, 28.60, 13.90 และ 3.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรืออาหาร TMR ที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมัก เท่ากับ 52.80, 28.00, 14.50 และ 4.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร ประกอบด้วยทางใบปาล์มน้ำมันหมักที่ได้จากการตัดทะลายปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นทางใบที่มีอายุมาก จึงทำให้ปริมาณของวัตถุแห้ง ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนินสูง ส่วนระดับของลิกโน-เซลลูโลส และลิกนินในอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร พบว่า ลดลงตามสัดส่วนของอาหารข้นที่เพิ่มขึ้น (50.93, 44.82, 44.05 และ 42.65 เปอร์เซ็นต์; 11.05, 10.02, 9.29 และ 8.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง) ของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

องค์ประกอบทางเคมี	อาหาร TMR			
	1	2	3	4
วัตถุแห้ง (สภาพสด)	42.93	44.36	46.81	49.31
วัตถุแห้ง	95.17	96.06	96.43	96.49
.....เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง.....				
อินทรียวัตถุ	88.73	89.39	91.10	92.07
โปรตีนรวม	14.92	15.29	15.00	14.78
ไขมันรวม	2.03	2.02	2.01	2.05
เถ้า	11.27	10.61	8.90	7.93
เยื่อใยรวม	34.69	29.67	23.57	20.86
ผนังเซลล์	65.47	59.48	58.20	51.36
ลิกโนเซลลูโลส	50.93	44.82	44.05	42.65
ลิกนิน	11.05	10.02	9.29	8.51
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก[1/]	32.26	38.47	46.95	50.87
เฮมิเซลลูโลส[2/]	14.54	14.66	14.15	8.71
เซลลูโลส[3/]	39.88	34.80	34.76	34.14
พลังงานรวม (แคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง)	4,175.78	4,065.55	4,251.88	4,236.37

[1/] ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก = 100-(โปรตีนรวม + เยื่อใยรวม + ไขมันรวม + เถ้า)

[2/] เฮมิเซลลูโลส = ผนังเซลล์ – ลิกโนเซลลูโลส

[3/] เซลลูโลส = ลิกโนเซลลูโลส – ลิกนิน

ปริมาณอาหารที่กิน

แพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นสูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณอาหารที่กิน (481.31 และ 501.31 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2 (392.85 และ 392.94 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่กินเมื่อแสดงในหน่วยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (1.94-2.34 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) และกรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน (41.12-49.75 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อวัน) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12) ซึ่งสอดคล้องกับ Devendra และ Burns (1983) ที่รายงานว่า แพะเนื้อที่เลี้ยงในเขตร้อนมีปริมาณอาหารที่กินในรูปวัตถุแห้ง อยู่ในช่วง 1.90-3.80 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว หรือ 40-128 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน และค่าเฉลี่ยของวัตถุแห้งของปริมาณอาหารที่กิน ที่ใช้ในการดำรงชีพของแพะในเขตร้อนมีค่าอยู่ในช่วง 43-50 กรัมต่อน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน อย่างไรก็ตาม วินัย (2538) รายงานว่า แพะในเขตร้อนชื้นกินอาหารได้น้อยมีสาเหตุมาจากอาหารคุณภาพต่ำ และ Norton (1981) อ้างโดย วินัย (2538) รายงานว่าพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนจะมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่าพืชอาหารสัตว์ในเขตอบอุ่น เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน นอกจากนั้นสาเหตุที่แพะในเขตร้อนกินอาหารได้น้อยกว่าแพะในเขตอบอุ่นอาจเนื่องจากสภาพภูมิอากาศ ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าทำให้แพะกินอาหารได้น้อยกว่าแพะที่อยู่ในเขตอบอุ่น นอกจากนี้กันยารัตน์ (2546) รายงานว่า การกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น น้ำหนักตัว ระดับของผลผลิต สภาพแวดล้อม ชนิดและคุณภาพของอาหาร โดยในส่วนของอาหารหยาบ ปริมาณอาหารที่ได้รับมีความสัมพันธ์ทางลบกับระดับผนังเซลล์ในอาหารหยาบ โดยเมื่อระดับผนังเซลล์เพิ่มขึ้น การกินได้จะลดลง ซึ่งเป็นไปตามข้อสรุปของฉลอง (2541) รายงานว่า ปริมาณของเยื่อใยในอาหารที่เพิ่มขึ้นทำให้การย่อยได้โดยรวมลดลง และระดับของลิกนินในอาหารซึ่งถ้าหากมีในปริมาณที่มากการย่อยได้ของเยื่อใย เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสจะลดลง ซึ่งเมธา (2533) รายงานว่า ระดับผนังเซลล์ในอาหารหยาบที่ไม่กระทบต่อปริมาณอาหารที่ได้รับ ควรมีค่าอยู่ในช่วง 50-60 เปอร์เซ็นต์ และสอดคล้องกับวรพงษ์ (2529) รายงานว่า อาหารที่มีระดับของผนังเซลล์สูงจะย่อยยากหรือมีคุณภาพต่ำกว่าอาหารที่มีระดับของผนังเซลล์ต่ำ

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร (ตารางที่ 12) พบว่า น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการ

ทดลองและน้ำหนักตัวเพิ่มตลอดการทดลองของแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 (26.72 และ 27.48 กิโลกรัม; 9.11 และ 12.07 กิโลกรัม ตามลำดับ) สูงกว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (19.44 และ 19.28 กิโลกรัม; 4.40 และ 4.28 กิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และเมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตของแพะทดลอง พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีอัตราการเจริญเติบโต (67.06 กรัมต่อวัน) สูงกว่าแพะทดลองที่ได้อาหาร TMR สูตรที่ 3, 2 และ 1 (50.61, 32.75 และ 24.44 กรัมต่อวัน ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

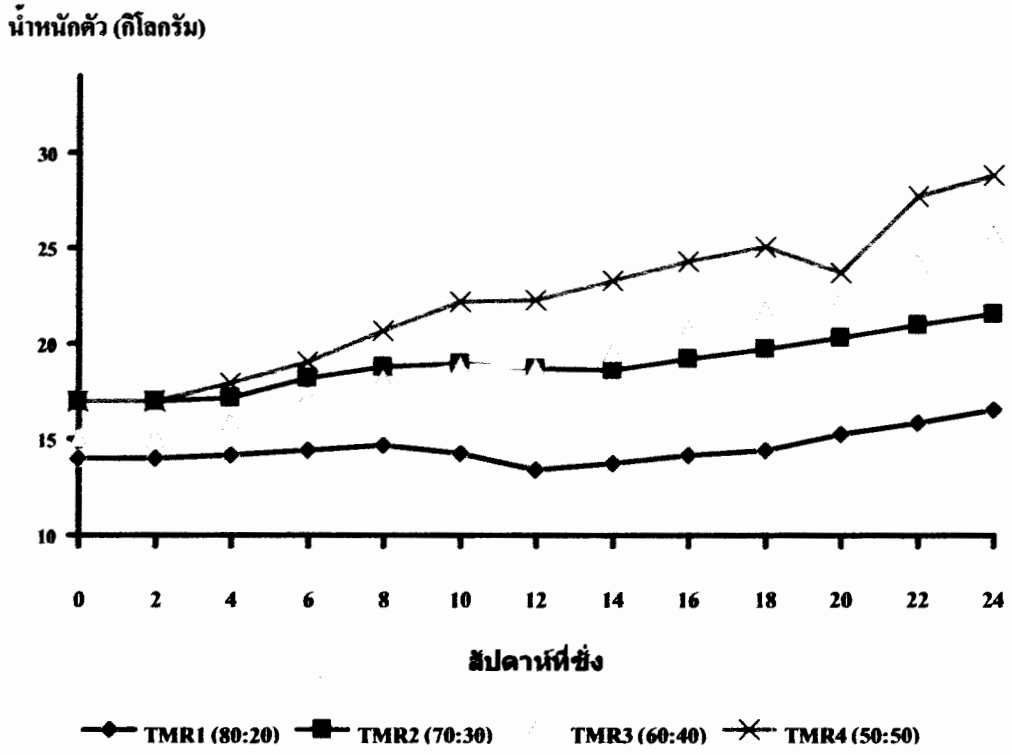
ตารางที่ 12 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

รายการ	อาหาร TMR				SEM
	1	2	3	4	
น้ำหนักตัวเริ่มทดลอง (กิโลกรัม)	13.64	16.26	13.48	15.48	0.12
น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง* (กิโลกรัม)	19.44 ^{B}	19.28 ^{B}	26.72 ^{A}	27.48 ^{A}	0.21
น้ำหนักตัวเพิ่มตลอดการทดลอง (กิโลกรัม)	4.40 ^{C}	4.28 ^{C}	9.11 ^{B}	12.07 ^{A}	0.06
อัตราการเจริญเติบโต					
กรัมต่อวัน	24.44 ^{C}	32.75 ^{C}	50.61 ^{B}	67.06 ^{A}	0.31
กรัมต่อเมแทบอลิกต่อวัน	6.77	5.44	7.23	6.21	1.16
ปริมาณอาหารที่กิน					
กรัมต่อตัวต่อวัน	392.58 ^{b}	392.94 ^{b}	481.31 ^{a}	501.31 ^{a}	3.25
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	2.13	1.94	2.34	2.16	0.02
กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเมแทบอลิกต่อตัวต่อวัน	44.20	41.12	49.75	47.36	0.38
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	17.53 ^{B}	16.49 ^{B}	9.51 ^{A}	7.53 ^{A}	0.16

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

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

*ใช้เวลานาน 180 วัน



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

จากผลการศึกษาพบว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าการทดลองของ กันยารัตน์ (2546) ที่รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุ 12-13 เดือน ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบขังในคอกเดี่ยว และได้รับข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในรูปแบบของอาหาร TMR มีอัตราการเจริญเติบโต 106.40 และ 102.10 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองของกันยารัตน์ (2546) ใช้อาหาร TMR ที่มีข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมัก ซึ่งมีปริมาณของผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนินต่ำกว่าอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นสูตรต่างๆ ทั้งนี้ปริมาณเยื่อใยในอาหารที่เพิ่มขึ้นนี้มีผลทำให้การย่อยได้โดยรวมลดลง โดยเฉพาะถ้ามีระดับของลิกนินมาก การย่อยได้ของเยื่อใย เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสจะลดลง ซึ่งอาจส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ (ฉลอง, 2541) สำหรับประสิทธิภาพการใช้อาหารของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4

สูตร พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด (7.53) แต่ไม่แตกต่างจากแพะทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 แต่แพะทดลองทั้งสองกลุ่มมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นสูตรที่ 1 และ 2 มีปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันหมักในปริมาณที่สูง (80:20 และ 70:30) ทำให้แพะได้รับปริมาณเยื่อใย และลิกนิน ในปริมาณสูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 (60:40 และ 50:50) ทำให้อัตราการผ่านของอาหาร (rate of passage) ช้ากว่า (Kibria *et al.*, 1994) และส่งผลให้ปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง นอกจากนี้ Dahlan (2000) รายงานว่า ข้อจำกัดของการนำทางใบปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นอาหารสัตว์ คือ มีปริมาณซิลิกาสูงซึ่งจะไปขัดขวางการย่อยได้ของเยื่อใยของทางใบปาล์มน้ำมัน ทำให้ระยะเวลาการหมักในกระเพาะรูเมนเกิดขึ้นช้า มีผลต่อปริมาณของกรดไขมันที่ระเหยได้และการผลิตพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ จึงอาจทำให้แพะทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดเพียง 67.06 กรัมต่อวัน จากระยะเวลาการทดลอง 180 วัน ถึงแม้ว่าสูตรอาหาร TMR ที่ใช้มีระดับโปรตีนมากกว่าความต้องการโปรตีนของแพะตามที่ NRC (1981) แนะนำไว้ (14 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้หากพิจารณาปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่แพะทดลองได้รับจากอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร (1.17-1.23 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) พบว่า ต่ำกว่ารายงานของ NRC (1981) ที่แนะนำว่า หากต้องการให้แพะที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 15 กิโลกรัม เลี้ยงแพะแบบขังคอก (ซึ่งมีกิจกรรมน้อย) มีอัตราการเจริญเติบโต 50 กรัมต่อวัน แพะควรให้ได้รับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 1.32 เมกกะแคลอรี

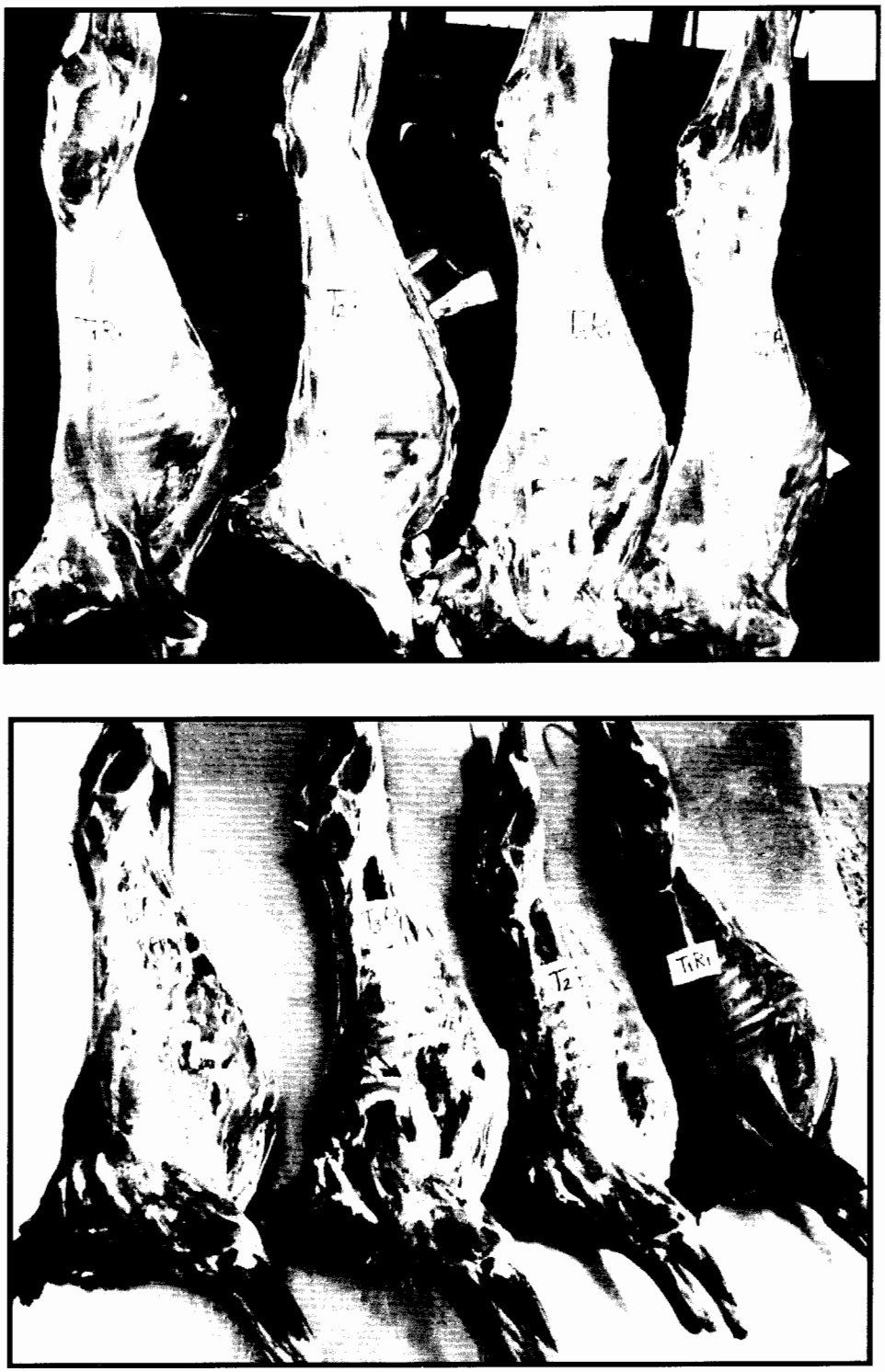
ลักษณะซากและองค์ประกอบของร่างกายแพะ

ผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ต่อลักษณะซากและองค์ประกอบของร่างกายแพะ อายุประมาณ 12 เดือน แสดงดังภาพที่ 7 และตารางที่ 13 พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักตัวก่อนอดอาหาร (25.20 และ 26.67 กิโลกรัม ตามลำดับ) มากกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (20.13 และ 20.07 กิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อพิจารณาน้ำหนักตัวหลังอดอาหาร และน้ำหนักซากเย็นของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักตัวหลังอดอาหาร (23.67 และ 24.83 กิโลกรัม ตามลำดับ) และน้ำหนักซากเย็น (9.83 และ 11.07 กิโลกรัม ตามลำดับ) มากกว่าแพะที่ได้รับอาหาร

TMR สูตรที่ 1 และ 2 (18.00 และ 6.83 กิโลกรัม; 18.00 และ 7.63 กิโลกรัม ตามลำดับ) เนื่องจากแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง (26.72 และ 27.48 กิโลกรัม ตามลำดับ) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (19.44 และ 19.28 กิโลกรัม ตามลำดับ)

สำหรับน้ำหนักซากอุ่น และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกของแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีน้ำหนักซากอุ่น และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมากที่สุด (11.17 กิโลกรัม และ 8.91 ตารางเซนติเมตร) แต่ไม่แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 (9.83 กิโลกรัม และ 7.15 ตารางเซนติเมตร) แต่แตกต่างจากแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (6.67 กิโลกรัม และ 5.50 ตารางเซนติเมตร; 7.33 กิโลกรัม และ 5.50 ตารางเซนติเมตร) ($P<0.01$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณการกินได้ของอาหาร TMR สูงกว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นพบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นมากกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (44.88, 36.94, 40.56 และ 41.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) นอกจากนี้ แพะที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร ยังมีความยาวซาก และความกว้างซาก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้ยังพบว่าน้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกจากการทดลองดังกล่าวต่ำกว่าที่สาธิต (2552) รายงานไว้ว่าแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 15.52 กิโลกรัม ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแบบเต็มที่และได้รับอาหารข้น (โปรตีน 14.75 เปอร์เซ็นต์) 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ทดลองนาน 180 วัน มีน้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก 14.51 กิโลกรัม และ 10.49 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเป็นเพราะแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีปริมาณการกินได้ต่ำ (392.85-501.31 กรัมต่อตัวต่อวัน) ขณะที่สาธิต (2552) พบว่า แพะมีปริมาณการกินได้ของอาหารรวม เท่ากับ (หญ้าพลิแคทูลั่มสดเสริมอาหารข้น) 288.43 กรัมต่อตัวต่อวัน ส่วน พีระวัฒน์ (2552) รายงานว่า แพะที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งร่วมกับเศษเหลือของสับปะรดในอัตราส่วน 1 : 20 และ 1 : 10 มีปริมาณการกินได้เท่ากับ 611.13 และ 573.35 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตตลอดระยะเวลาทดลอง (180 วัน) ต่ำ

ดังนั้นการที่แพะมีปริมาณการกินได้ของอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรต่ำ อีกทั้งอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร ยังมีค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำ (1.17-1.23 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) (บทที่ 3) จึงไม่เพียงพอสำหรับการเพิ่มน้ำหนักตัว และเพิ่มน้ำหนักซาก ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ วินัย (2538) และ Goetsh และคณะ (2011) ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น



ภาพที่ 7 ลักษณะของซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ก. ลักษณะซากแพะก่อนแช่เย็น และ ข. ลักษณะซากแพะหลังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 13 ผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ต่อลักษณะซากและองค์ประกอบของร่างกายแพะ

รายการ	อาหาร TMR				SEM
	1	2	3	4	
จำนวนแพะ (ตัว)	3	3	3	3	-
น้ำหนักตัวก่อนอดอาหาร (กิโลกรัม)	20.13^{B}	20.07^{B}	25.20^{A}	26.67^{A}	1.41
น้ำหนักตัวหลังอดอาหาร (กิโลกรัม)	18.00^{b}	18.00^{b}	23.67^{a}	24.83^{a}	1.30
น้ำหนักซากอุ่น (กิโลกรัม)	6.67^{C}	7.33^{BC}	9.83^{AB}	11.17^{A}	0.78
น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม)	6.83^{b}	7.63^{b}	9.83^{a}	11.07^{a}	0.66
เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น[1/]	36.94	40.56	41.54	44.88	1.86
องค์ประกอบของร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)					
หัว+เขา	9.44	10.02	8.46	8.58	0.32
หนัง	6.82	8.84	8.32	7.87	0.38
ระบบทางเดินอาหาร	6.59	6.04	6.22	6.38	0.28
เลือด	3.46	3.66	3.67	3.10	0.11
แข้ง	2.94	2.89	2.29	2.68	0.14
หาง	0.19	0.17	0.17	0.17	0.02
ตับ	1.22	1.33	1.32	1.36	0.04
ปอด+หลอดลม	1.18^{A}	1.52^{A}	1.38^{AB}	1.31^{B}	0.05
มันรวม[2/]	0.72^{b}	1.30^{b}	3.54^{a}	4.52^{a}	0.31
อัณฑะ+องคชาต	0.84	1.01	0.86	1.05	0.06
ม้าม	0.14	0.18	0.18	0.21	0.02
หัวใจ	0.37	0.38	0.39	0.40	0.03
กระบังลม	0.27	0.35	0.39	0.34	0.06
ไต	0.27	0.30	0.25	0.28	0.01
ความยาวของซาก (เซนติเมตร)	111.92	107.75	116.83	119.08	12.19
ความกว้างของซาก (เซนติเมตร)	48.42	48.08	50.42	53.25	5.10
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก(ตารางเซนติเมตร)	5.50^{b}	5.50^{b}	7.15^{b}	8.91^{a}	0.50

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

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

[1/]คำนวณเทียบจากน้ำหนักตัวหลังอดอาหาร, [2/]ไขมันรวม= ไขมันอุ้งเชิงกราน+ไขมันหุ้มไต+ไขมันช่องท้อง

องค์ประกอบของร่างกายแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบ-ปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร พบว่า ปริมาณไขมันรวมในซากของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณไขมันรวม (ไขมันอุ้งเชิงกราน+ไขมันหุ้มไต+ไขมันช่องท้อง) (3.45 และ 4.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) มากกว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (0.72 และ 1.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักตัวก่อนอดอาหาร น้ำหนักตัวหลังอดอาหาร และน้ำหนักซากอุ่น (25.20 และ 26.67; 23.67 และ 24.83 และ 9.83 และ 11.07 กิโลกรัม ตามลำดับ) มากกว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (20.13 และ 20.07; 18.00 และ 18.00 และ 6.83 และ 7.63 กิโลกรัม ตามลำดับ) ซึ่งปริมาณไขมันรวมในซากเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกับระดับของปริมาณอาหารข้นในอาหาร TMR โดย สัญชัย (2543) รายงายว่า อัตราส่วนระหว่างอาหารหยาบต่ออาหารข้นมีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน และคุณภาพของไขมันในซาก ซึ่งถ้าให้สัตว์ได้รับสัดส่วนของอาหารข้นมากจะทำให้มีการผลิตกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid) คือ กรดโปรพิโอนิค (propionic acid) ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้มีการสังเคราะห์กรดไขมันไม่อิ่มตัวมากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีกับผู้บริโภคที่มีปัญหาสุขภาพ สาธิต (2552) รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ (น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 15.52 กิโลกรัม) ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแบบเต็มที่และได้รับอาหารข้น (โปรตีน 14.75 เปอร์เซ็นต์) 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีปริมาณไขมันรวมเท่ากับ 6.88 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระดับไขมันในซากจึงสัมพันธ์กับพันธุกรรมและระดับโภชนะของอาหารที่กิน (Swatland, 1954)

เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (36.94, 40.56, 41.54 และ 44.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นจากการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่ารายงานของ สาธิต (2552) และ ณัฐพล (2548) ที่รายงานว่า เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นของแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ เท่ากับ 51.06 เปอร์เซ็นต์ และ 49.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีน้ำหนักตัวหลังอดอาหาร (18.00 , 18.00 , 23.67 และ 24.83 กิโลกรัม ตามลำดับ) ต่ำกว่ารายงานของ สาธิต (2552) และ ณัฐพล (2548) (28.37 และ 27.83 กิโลกรัม ตามลำดับ)

องค์ประกอบสัดส่วนซากสากล

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์ม-น้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร มีเนื้อแดง เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน กระดูก สัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก และสัดส่วนเนื้อแดงรวมมันต่อกระดูกเมื่อคิดเป็นหน่วยของกิโลกรัม และเปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 14 แต่พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง (56.08, 55.23, 54.45 และ 53.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และสัดส่วนเนื้อแดงรวมมันต่อกระดูก (2.54, 2.93, 3.16 และ 3.23 ตามลำดับ) ต่ำกว่า รายงานของสาธิต (2552) ที่รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแบบเต็มที่และได้รับอาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 14.75 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงนาน 180 วัน มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เท่ากับ 69.99 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนเนื้อแดงรวมมันต่อกระดูก เท่ากับ 4.12 ทั้งนี้ วินัย (2538) ได้ให้ข้อสรุปว่า การเสริมอาหารข้นให้แพะจะทำให้สัดส่วนที่กินได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากเปอร์เซ็นต์กระดูกลดลง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นระดับต่างๆ โดยเมื่อปริมาณของอาหารข้นในสูตรอาหาร TMR เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณของ เนื้อแดง มันในซาก สัดส่วนเนื้อแดงต่อกระดูก และสัดส่วนเนื้อแดงรวมมันต่อกระดูกเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 14 ผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ต่อองค์ประกอบสัดส่วนซากแพะ

รายการ		อาหาร TMR				SEM
		1	2	3	4	
องค์ประกอบซาก						
เนื้อแดง	(กิโลกรัม)	3.86	4.26	5.34	5.91	0.54
	(เปอร์เซ็นต์)	56.08	55.23	54.45	53.14	2.23
มัน	(กิโลกรัม)	0.13^{b}	0.37^{b}	0.91^{a}	0.96^{a}	0.08
	(เปอร์เซ็นต์)	3.03^{B}	5.21^{AB}	9.26^{A}	8.67^{A}	1.17
กระดูก	(กิโลกรัม)	1.59	1.59	2.00	2.15	0.17
	(เปอร์เซ็นต์)	23.32	20.95	20.19	19.25	0.04
เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน	(กิโลกรัม)	0.70	0.69	1.27	0.85	0.22
	(เปอร์เซ็นต์)	10.13	8.80	12.64	7.76	1.62
สัดส่วนเนื้อแดง : กระดูก	(กิโลกรัม)	2.42	2.69	2.70	2.77	0.21
	(เปอร์เซ็นต์)	2.42	2.69	2.70	2.77	0.18
สัดส่วนเนื้อแดงรวมมัน : กระดูก	(กิโลกรัม)	2.50	2.93	3.16	3.23	0.22
	(เปอร์เซ็นต์)	2.54	2.93	3.16	3.23	0.19

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

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

สัดส่วนของซากสากล

ผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นต่อสัดส่วนของซากสากล (ตารางที่ 15) พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีสัดส่วนของสันซี่โครง และขาหน้า (1.13 และ 1.35; 1.94 และ 2.07 กิโลกรัม ตามลำดับ) สูงกว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (0.77 และ 0.82; 1.35 และ 1.45 กิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และ แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีสัดส่วนของสันสะเอว และขาหลังสูงที่สุด คือ 1.29 และ 2.67 กิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3, 2 และ 1 (1.15, 0.83 และ 0.72; 2.33, 1.86 และ 1.80 กิโลกรัม ตามลำดับ) ($P<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของซากสากลของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) สัดส่วนของไหล่ และขาหลัง (11.49 และ

24.65 เปอร์เซ็นต์) เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากการทดลองครั้งนี้สูงกว่ารายงานของสาธิต (2552) ที่พบว่าแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนของไหล่ และขาหลัง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 9.44 และ 22.37 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณของส่วนสะโพก อก คอ และขาหน้า (6.81, 6.99, 6.76 และ 19.30 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าผลการศึกษาของสาธิต (2552) (7.15, 10.31, 10.27 และ 21.08 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้จากการทดลองดังกล่าวหากพิจารณาถึงสัดส่วนซากสากลของขาหลังที่ได้จากการตัดแต่งซากซึ่งประกอบด้วยเนื้อแดงมากและเป็นชิ้นเนื้อชั้นดี (Webb *et al.*, 2005) พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีน้ำหนักของขาหลัง (2.67 กิโลกรัม) สูงกว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 (1.80 และ 1.86 กิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 (2.33 กิโลกรัม)

ผลจากการทดลองดังกล่าวพบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีปริมาณอาหารที่กิน (กรัมต่อตัวต่อวัน) อัตราการเจริญเติบโต (ตัวต่อวัน) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักซากสดดีกว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรอื่นๆ แต่เมื่อนำน้ำหนักซากมาคำนวณให้อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิตพบว่า แพะทดลองทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

ตารางที่ 15 ผลของการใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ ต่อชิ้นส่วนของซากแพะเมื่อตัดแต่งแบบสากล

รายการ		อาหาร TMR				SEM
		1	2	3	4	
ไหล่	(กิโลกรัม)	0.80	0.90	1.11	1.24	0.11
	(เปอร์เซ็นต์)	11.69	11.74	11.29	11.22	1.42
สันซี่โครง	(กิโลกรัม)	0.77^{b}	0.82^{b}	1.13^{a}	1.35^{a}	0.09
	(เปอร์เซ็นต์)	11.31	10.70	11.50	12.21	0.97
สันสะเอว	(กิโลกรัม)	0.72^{C}	0.83^{BC}	1.15^{AB}	1.29^{A}	0.12
	(เปอร์เซ็นต์)	10.59	10.83	11.71	11.67	1.32
สะโพก	(กิโลกรัม)	0.47	0.51	0.67	0.76	0.07
	(เปอร์เซ็นต์)	6.83	6.72	6.79	6.89	0.91
อก	(กิโลกรัม)	0.43	0.60	0.66	0.77	0.11
	(เปอร์เซ็นต์)	6.36	7.86	6.78	6.97	1.23
คอ	(กิโลกรัม)	0.50	0.46	0.63	0.82	0.09
	(เปอร์เซ็นต์)	7.31	5.97	6.37	7.40	1.03
ขาหลัง	(กิโลกรัม)	1.80^{A}	1.86^{B}	2.33^{AB}	2.67^{A}	0.16
	(เปอร์เซ็นต์)	26.38	24.38	23.74	24.09	2.07
ขาหน้า	(กิโลกรัม)	1.35^{B}	1.45^{B}	1.94^{A}	2.07^{A}	0.13
	(เปอร์เซ็นต์)	19.81	18.97	19.74	18.66	1.56

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

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

ต้นทุนการเลี้ยงแพะ

ต้นทุนการเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้หลังหย่านม ที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น (ตารางที่ 16) โดยใช้ระยะทดลอง 180 วัน ผลการศึกษาพบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีต้นทุนรวมทั้งหมดสูงที่สุด คือ 2,731.88 บาทต่อตัว รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2, 3 และ 1 (2,501.34, 2,463.02 และ 2,260.01 บาทต่อตัว ตามลำดับ) โดยต้นทุนรวมทั้งหมดจากการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่าการทดลองของ สาธิต (2552) ที่ศึกษาต้นทุนการเลี้ยงแพะพื้นเมือง และแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ อายุประมาณ 12-13 เดือน ในระบบ

การเลี้ยงแบบประณีตและระบบแบบกึ่งประณีตตลอดระยะเวลา 180 วัน และได้รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต มีต้นทุนการเลี้ยงทั้งหมดสูงที่สุด คือ 3,443.69 บาทต่อตัว รองลงมาคือ แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีต และแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีต (3,349.00 และ 3,130.41 บาทต่อตัว ตามลำดับ) ขณะที่แพะพื้นเมืองที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีต้นทุนรวมทั้งหมดในการเลี้ยงต่ำที่สุด คือ 3,086.12 บาทต่อตัว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้น มีต้นทุนค่าอาหารรวมเฉลี่ย (516.40 บาทต่อตัว) ต่ำกว่าการทดลองของสาธิต (2552) ซึ่งรายงานว่า ต้นทุนค่าอาหารรวมในการเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ แบบกึ่งประณีตเฉลี่ย เท่ากับ 967.82 บาทต่อตัว หรือต้นทุนค่าอาหารรวมเฉลี่ยของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นต่ำกว่าต้นทุนค่าอาหารรวมเฉลี่ยของการเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ แบบกึ่งประณีตประมาณ 46.64 เปอร์เซ็นต์ และระบบการเลี้ยงแบบประณีตประมาณ 24.89 เปอร์เซ็นต์ (820.69 บาทต่อตัว)

เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 มีต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม สูงที่สุด คือ 676.46 บาท รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 3 ตามลำดับ โดยแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด คือ 284.53 บาท

สาธิต (2552) รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม คือ 331.47 บาทต่อตัว ส่วนแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งประณีตมีต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม เท่ากับ 266.88 บาทต่อตัว ซึ่งต่ำกว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นสูตรที่ 4 เท่ากับ 6.20 เปอร์เซ็นต์ (284.53 บาทต่อตัว)

ตารางที่ 16 ต้นทุน (บาทต่อตัว) การเลี้ยงแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ

รายการ	อาหาร TMR			
	1	2	3	4
ต้นทุนค่าสัตว์ทดลอง	1,227.60	1,463.40	1,213.20	1,393.20
ต้นทุนค่าเสื่อมโรงเรือน	25.00	25.00	25.00	25.00
ต้นทุนค่าเช่าที่ดิน	30.00	30.00	30.00	30.00
ต้นทุนค่าอาหาร				
-อาหารข้น	284.31	320.33	520.51	626.45
-อาหารหยาบ	99.79	69.30	81.00	63.92
ต้นทุนค่าอาหารรวม	384.10	389.63	601.51	690.37
ต้นทุนค่าแร่ธาตุก้อน	55.00	55.00	55.00	55.00
ต้นทุนค่าไวตามิน	3.00	3.00	3.00	3.00
ต้นทุนค่ายาถ่ายพยาธิ				
-ไอเวอร์เมกติน	3.45	3.45	3.45	3.45
-นิโคลซาไมด์	31.50	31.50	31.50	31.50
ต้นทุนค่าแรงงาน	459.00	459.00	459.00	459.00
ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ[1/]	41.36	41.36	41.36	41.36
ต้นทุนรวมทั้งหมด[2/]	2,260.01	2,501.34	2,463.02	2,731.88
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวแพะที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม	87.30	91.03	66.03	57.20
ผลตอบแทนที่ได้จากการเลี้ยงแพะ นาน 180 วัน				
-ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต[3/] (บาทต่อตัว)	3,499.20	3,470.40	4,809.60	4,946.40
-เมื่อหักลบต้นทุนรวมทั้งหมด (บาท)	1,239.29	965.06	2,346.58	2,214.52

หมายเหตุ: ค่าสัตว์ทดลอง (บาทต่อตัว) ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ (บาทต่อตัว) ค่าเช่าที่ดิน (บาทต่อตัว) ต้นทุนค่าแรงงาน (บาทต่อตัว) และผลตอบแทน (บาท) คำนวณตามวิธีการของ จรวย (2535) ดังแสดงในภาคผนวก ข, [1/]ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ = (ค่าน้ำประปา + ค่าถุงพลาสติก + ค่าถุงกระดาษ + ค่ายางวงเล็ก), [2/]ต้นทุนรวมทั้งหมด = (ต้นทุนค่าสัตว์ทดลอง + ต้นทุนค่าเสื่อมโรงเรือน + ต้นทุนค่าเช่าที่ดิน + ต้นทุนค่าอาหารรวม + ต้นทุนค่าแร่ธาตุก้อน + ต้นทุนค่าไวตามิน + ต้นทุนค่ายาถ่ายพยาธิรวม + ต้นทุนค่าแรงงาน + ต้นทุนค่าใช้จ่ายอื่นๆ), [3/] ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิตประมาณ 180 บาทต่อกิโลกรัม

สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด คือ 57.20 บาทต่อตัว รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นสูตรที่ 3, 1 และ 2 (66.03, 87.30 และ 91.03 บาทต่อตัว ตามลำดับ) โดยแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าการทดลองของสาธิต (2552) ที่รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม คือ 73.28 บาทต่อตัว ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นทั้ง 4 สูตร มีต้นทุนค่าอาหารรวมต่ำกว่าการทดลองของสาธิต (2552) ที่รายงานว่า แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่เลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบประณีตมีต้นทุนค่าอาหารรวมคือ 820.69 บาทต่อตัว

เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนที่ได้จากการจำหน่ายแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ (ตารางที่ 16) พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีผลตอบแทนสูงสุด คือ 4,946.40 บาท รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 1 โดยแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 มีผลตอบแทนต่ำสุด คือ 3,470.40 บาท แต่เมื่อนำผลที่ได้จากการจำหน่ายแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่ระดับต่างๆ มาหักลบต้นทุนรวมทั้งหมด พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 มีผลตอบแทนสูงสุด คือ 2,346.58 บาท รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4, 1 และ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 2,214.52, 1,239.29 และ 965.06 บาท ตามลำดับ

สรุป

ผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นระดับต่างๆ ต่อสมรรถภาพการผลิต และลักษณะซาก พบว่า

1. สมรรถภาพการผลิต

แพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นสูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณอาหารที่กินเมื่อคิดเป็นวัตถุแห้งบนฐานกรัมต่อวันสูงกว่าสูตรที่ 1 และ 2

นอกจากนี้ แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 ยังมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2

2. ลักษณะซาก

แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นสูตรที่ 1 และ 2 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมในซากต่ำกว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3. ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหาร TMR โดยใช้ระยะทดลอง 180 วัน สูตรที่ 4 มีต้นทุนรวมทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2, 3 และ 1 ตามลำดับ ต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ของแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 สูงที่สุด รองลงมาคือ สูตรที่ 1 และ 3 ตามลำดับ โดยแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3, 1 และ 2 ตามลำดับ

4. ผลตอบแทนที่ได้จากการเลี้ยงแพะ

แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีผลตอบแทนที่ได้จากการจำหน่ายสูงที่สุด รองลงมาคือแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3, 1 และ 2

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาผลของการใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการประเมินการย่อยได้ของอินทรียวัตถุและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารผสมสำเร็จที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ สูตรที่ 1 (80:20), 2 (70:30), 3 (60:40) และ 4 (50:50) ตามลำดับ พบว่า อาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีอินทรียวัตถุที่ย่อยได้เฉลี่ยเท่ากับ 36.26, 37.85, 37.02 และ 37.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เฉลี่ยเท่ากับ 1.17, 1.23, 1.22 และ 1.20 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ตามลำดับ

เมื่อนำอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตรไปเลี้ยงแพะ พบว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีปริมาณอาหารที่กินเมื่อคิดเป็นวัตถุแห้งบนฐานกรัมต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร รวมทั้งยังมีเปอร์เซ็นต์ซากดีกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2 แต่แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 และ 4 มีไขมันในซากมากกว่าแพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 2

สำหรับต้นทุนการเลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับอาหาร TMR โดยใช้ระยะเวลาทดลอง 180 วัน พบว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีต้นทุนรวมทั้งหมดสูงที่สุด (2,731.88 บาท) รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้ รับอาหาร TMR สูตรที่ 2, 3 และ 1 (2,501.34, 2,463.02 และ 2,260.01 บาท) ส่วนต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 มีต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม สูงที่สุด (676.46 บาท) รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 และ 3 (601.94 และ 337.39 บาท) โดยแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีต้นทุนรวมทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด (284.53 บาท) หากพิจารณาต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม พบว่าแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4 มีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ต่ำที่สุด (57.20 บาท) รองลงมาคือ แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3, 1 และ 2 ตามลำดับ (66.03, 87.30 และ 91.03 บาท)

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนที่ได้รับจากการเลี้ยงแพะ พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 มีผลตอบแทนที่ได้รับเมื่อหักลบต้นทุนรวมทั้งหมดมากที่สุด คือ 2,346.58 บาท

ดังนั้นจากการทดลองดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า หากใช้อาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นสูตรที่ 3 (60:40) เลี้ยงแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ นาน 180 วัน จะได้รับผลตอบแทนมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. การนำทางใบปาล์มน้ำมันหมักขนาดประมาณ 1.5-2.0 เซนติเมตร มาผสมกับอาหารข้นในรูปแบบอาหาร TMR เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำได้ แต่ต้องผสมให้อาหารข้นกับอาหารหยาบเข้ากันได้ดีซึ่งจะทำให้สัตว์ลดการเลือกกินระหว่างอาหารข้นกับอาหารหยาบได้และทำให้สัตว์ได้รับโภชนะได้ครบตามความต้องการ

2. ควรใช้ทางใบปาล์มน้ำมันที่ได้มาจากต้นปาล์มน้ำมันที่มีอายุไม่มาก มาหมักเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร TMR เพราะเมื่อต้นปาล์มน้ำมันมีอายุมากจะมีปริมาณของผนังเซลล์และปริมาณของลิกนินมาก มีผลต่อการย่อยได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

3. จากการศึกษาครั้งอาหาร TMR ทั้ง 4 สูตร มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เพียง 1.17, 1.23, 1.22 และ 1.20 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง ซึ่งต่ำกว่าความต้องการของแพะเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต (2.70 เมกกะแคลอรีต่อกิโลกรัมวัตถุแห้ง) ดังนั้นหากต้องการให้แพะที่ได้รับอาหาร TMR มีอัตราการเจริญเติบโตได้มากกว่า 67.06 กรัมต่อวัน จำเป็นจะต้องเพิ่มปริมาณพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ให้ตรงตามความต้องการของแพะ หรือใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของทางใบปาล์มน้ำมัน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. เอกสารทางวิชาการ ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองอาหารสัตว์. 2551. การพัฒนาอาหารสัตว์ภาคใต้ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.dld.go.th/nutrition/Nutrition_Knowledge/nutrition_1.htm [2 กรกฎาคม 2551].

กันยารัตน์ ไชยเสน. 2546. การใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารสำเร็จรูปสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ขวัญชนก รัตนะ. 2552. ผลของระดับเยื่อในลำต้นสาคูในอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ของโภชนะ นิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน สมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะซากของแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จรวย เพชรรัตน์. 2535. หลักการจัดการและบริหารธุรกิจฟาร์ม. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ฉลอง วชิราภากร. 2541. การย่อยและเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต. *ใน* โภชนะศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น. หน้า 57-69. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณัฐฐา รัตนโกศล. 2552. การใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาลเป็นอาหารหยาบสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณัฐพล เพ็งบุญโสม. 2548. ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นที่มีต่อลักษณะและองค์ประกอบของซากแพะเพศผู้พื้นเมืองไทยและลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

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

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

ธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2553. ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน. *ใน* คู่มือการปลูกปาล์มน้ำมันแบบก้าวหน้า. หน้า 3-9. กรุงเทพฯ: วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออย.

ปรารถนา พฤกษะศรี. 2537. ขุนโคด้วย ที. เอ็ม. อาร์. มีปัญหาจริงหรือ. ว. โค-กระบือ 34: 78-80.

พีระวัฒน์ ณ มณี. 2552. การใช้เศษเหลือของสับปะรดเป็นอาหารหยาบของแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไพบูลย์ ใจเด็ด. 2537. อาหารผสมสำเร็จรูป. ว. สัตวบาล 22: 30-33.

มกอช. 2549. มาตรฐานเนื้อแพะ สำนักงานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนะศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ขอนแก่น: โรงพิมพ์ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

วรพงษ์ สุริยจันทราทอง. 2529. เยื่อใยในอาหารสัตว์. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2529. การศึกษาลักษณะของซากแพะ. ว. สงขลานครินทร์ 8: 105-109.

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

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2542. การผลิตแพะเนื้อและแพะนมในเขตร้อน. นครศรีธรรมราช: สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

ศิริชัย ศรีพงศ์พันธุ์. 2535. รวมเรื่องแพะของ ดร.ศิริชัย. สงขลา: โครงการวิจัยและพัฒนาการเลี้ยงแพะในภาคใต้ของประเทศไทย.

ศรีสกุล วรจันทรา. 2539. โภชนศาสตร์สัตว์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมเกียรติ สายธนู. 2528. ความสำคัญและประโยชน์ของการเลี้ยงแพะ. *ใน* การเลี้ยงแพะ. หน้า 22-41. สงขลา: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมเกียรติ สายธนู, สุรพล ชลดำรงค์กุล, สุรศักดิ์ คชภักดี และอภิชาติ หล่อเพชร. 2543. คู่มือการเลี้ยงแพะ. สงขลา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สาธิต เขาไข่แก้ว. 2552. ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในแพะเพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุทธิพงศ์ อุริยะพงศ์สรรค์, เทอดศักดิ์ คำเหมึง, ฉลอง วชิราภากร และ พรพรรณ แสนภูมิ. 2550. ผลของระดับโปรตีนในอาหารข้นร่วมกับฟางข้าวหรือฟางข้าวหมักยูเรียต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ลักษณะซาก และการยอมรับของผู้บริโภคเนื้อแพะ และแกะ. การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 3 ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 23 มกราคม 2550 หน้า 237-246.

สุมิตรา สำเภาพล. 2543. การใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันหมักด้วยยูเรียเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรศักดิ์ คชภักดี. 2535. พันธุ์แพะเนื้อที่เหมาะสมสำหรับเมืองไทย. ว. สัตวบาล 2: 68-74.

สัญชัย จตุรสิทธา, 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สันติ หมัดหมัน, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, วันวิศาข์ งามผ่องใส และ เสาวนิต คูประเสริฐ. 2552. เทคนิคผลผลิตแก๊สเพื่อประเมินการย่อยได้ของใบปาล์มน้ำมันหมักร่วมกับกากน้ำตาล. การสัมมนาวิชาการเกษตรประจำปี 2552 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 26-27 มกราคม 2552 หน้า 28-30.

เสาวนิต คูประเสริฐ. 2537. โภชนาศาสตร์สัตว์. สงขลา: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2545 – 2552. (ติดต่อส่วนตัว 2553).

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

Abu Hassan, O. 1996. Oil palm as feed resource. Proceedings of the 8th AAAP Animal Science Congress Vol III, Tokyo, Japan, 13-18 October 1996, pp. 30-42.

Abu Hassan, O., Ishida, M., Shukri, M. L. and Ahmad Tajuddin, Z. 1994. Oil palm fronds as a roughage feed source for ruminants in Malaysia. (online). Available at: http://www.agnet.org/library/eb/420/. [accessed on 19 May 2008].

AOAC. 1990. Official Method of Analyses. The 15th ed., Washington, D. C.: Association of Official Analytical Chemists.

Dahlan, I. 2000. Oil Palm Frond, a Feed for Herbivores. Asian-Aus. J. Anim. Sci. C: 300-303.

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

Dahlan, I., Mahyuddin, M. D., Rajion, M. A. and Sharifuddin, M. S. 1993. Oil palm frond leaves for pre-slaughter maintenance in goats. Proceeding of the 16 th MSAP Conference on Animal Production Strategies in the Challenging Environment. Malaysian Society for Animal Production. Pulau Langkawi, Malaysia, 8-9 June 1993, pp. 78-79.

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

Goetsh, A. L., Merkel, R. C. and Gipson, T. A. 2011. Factors affecting goat meat production and quality. Small Rumin. Res. 101: 173-181.

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

Kibria, S. S., Nahar, T.N. and Mai, M. M. 1994. Tree leaves as alternative feed research for Black Bengal goats under still-fed conditions. Small Rumin. Res. 13: 217-222.

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

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

Mohd Sukri, H. I. 2003. Fattening of beef cattle with oil palm by – products – oil palm frond based diets. Proceedings of the 8th Meeting of the Regional Working Group on Grazing and Feed Resources for Southeast Asia, (eds. Ridzwan, A. H., Nor Raizan, A. H. and Samiyah, M. N.). Kuala Lumpur, Malaysia, 22-28 September 2003, pp. 71-75.

Müller, D. J. 1990. Individual concentrate feeding and total mixed rations in meeting nutritional need of dairy. Proceeding of Dairy Feeding Systems. Harrisburg, Pennsylvania, 10-12 January 1990, pp. 113-123.

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

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

Paengkoum, P., Liang, J. B., Jelan, Z. A. and Basery, M. 2004. Effects of ruminally undegradable protein levels on nitrogen and phosphorus balance and their excretion in Saanen goat fed oil palm fronds. J. Sci. Technol. 26: 15-22

Pi, Z. K., Wu, Y. M. and Liu, J. X. 2005. Effect of pretreatment and pelletization on nutritive value of rice straw-based total mixed ration, and growth performance and meat quality of growing Boer goats fed on TMR. Small Rumin. Res. 56: 81-88.

Pralomkarn, W., Saithanoo, S., Kochapakdee, S. and Norton, B. W. 1995. Effect of genotype and plane of nutrition on carcass characteristics of Thai native (TN) and Anglo-Nubian x Thai native male goat. Small Rumin. Res. 16: 21-25.

Sallam, S. M. A., Nasser, M. E. A., El-Waziry, A. M., Bueno, I. C. S. and Abdalla, A. L. 2007. Use of and *in vitro* rumen gas production technique to evaluate some ruminant feedstuffs. J. Applied Sci. Res. 3: 34-41.

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

Swatland, H. J. 1984. Structure and Development of Meat Animals and Poultry. Pennsylvania: Technomic Puflishing Com.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

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

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

Wan Zahari, M., Oshio, S., Mohd Jaafar, D., Najib, M. A., Mohd Yunus, I. and Nor Ismail, M. S. 2007. Voluntary intake and digestibility of treated oil palm fronds. (online). Available at: http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486E/x8486e0o.htm [accessed on 19 May 2008].

Wan Zahari, M., Sato, J., Furuichi, S., Azizan, A. R. and Mohd Yunus. 2003. Commercial processing of oil palm fronds feed in Malaysia. Proceeding of the 8th Meeting of the Regional Working Group on Grazing and Feed Resources for Southeast Asia, (eds. Ridzwan, A. H., Nor Raizan, A. H. and Samiyah, M. N.). Kuala Lumpur, Malaysia, 22-28 September 2003, pp. 59-65.

Wattanachant, C. 2008. Goat production in Thailand. Proceedings of the International Seminar on Production Increases in Meat and Dairy Goats by Incremental Improvements in Technology and Infrastructure for Small-scale Farmers in Asia. (eds. Lee, S. N. and Bejosano, C. P.). Bogor, Indonesia, 4-8 August 2008, pp. 71-85.

Wattanachant, C. 2010. Present roughage status in the lower southern provinces of Thailand. Proceedings of the Malaysian Society of Animal Production 31st Annual Conference. Kota Bharu, Malaysian, 6-8 June 2010, pp. 17-21.

Webb, E. C., Casey, N. H. and Simela, L. 2005. Goat meat quality. Small Rumin. Res. 60: 153-166.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การคำนวณต้นทุนการเลี้ยงแพะ

1. ต้นทุนค่าสัตว์ทดลอง (บาทต่อตัว)

ต้นทุนค่าสัตว์ทดลอง = น้ำหนักตัวแพะเริ่มต้น (กิโลกรัม) × ราคาซื้อแพะมีชีวิต (90 บาทต่อกิโลกรัม)

ตารางภาคผนวกที่ 1 การคำนวณต้นทุนค่าสัตว์ทดลองจากการศึกษาผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร

รายการ	น้ำหนักตัวเริ่มทดลองเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ราคาซื้อแพะมีชีวิต (บาทต่อกิโลกรัม)	ต้นทุนค่าสัตว์ทดลอง (บาทต่อตัว)
แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์			
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1	13.64	90.00	1,227.60
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2	16.26	90.00	1,463.40
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3	13.48	90.00	1,213.20
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4	15.48	90.00	1,393.20

หมายเหตุ: 1. ราคาแพะมีชีวิตอ้างอิงจากราคาของศูนย์วิจัยสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

2. คำนวณต้นทุนค่าสัตว์ทดลองตามวิธีการของ จรวย (2535) ดังนี้

ต้นทุนค่าสัตว์ทดลอง = น้ำหนักตัวเฉลี่ย x ราคาแพะมีชีวิต

2. ต้นทุนค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ (บาทต่อตัว)

$$\text{ต้นทุนค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์} = \frac{\text{มูลค่าของโรงเรือน และอุปกรณ์}}{\text{ค่าเสื่อมทรัพย์สินต่อปี} \times \text{ระยะเวลาการเลี้ยง} \times \text{จำนวนแพะ}}$$

ตารางภาคผนวกที่ 2 การคำนวณต้นทุนค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์จากการศึกษาผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร

รายการ	ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ (บาทต่อตัว)
แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์	
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1	25.00
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2	25.00
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3	25.00
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4	25.00

หมายเหตุ: 1. โรงเรือนเลี้ยงแพะและอุปกรณ์การเลี้ยงมีมูลค่าประมาณ 30,000 บาท โรงเรือนมีมูลค่า ลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ต่อปี ใช้แพะจำนวน 20 ตัวและใช้ระยะเวลาการเลี้ยง 6 เดือน

2. คำนวณต้นทุนค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ ตามวิธีการของ จรวย (2535) ดังนี้

$$\text{ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ (บาทต่อตัว)} = \frac{\text{มูลค่าโรงเรือน และอุปกรณ์}}{\text{มูลค่าที่ลดลงต่อปี (เปอร์เซ็นต์)} \times \text{ระยะเวลา} \times \text{จำนวนแพะ}}$$

3. ต้นทุนค่าเช่าที่ดิน (บาทต่อตัว)

$$\text{ต้นทุนค่าเช่าที่ดิน} = \frac{\text{ค่าเช่าที่ดิน}}{\text{จำนวนแพะ}}$$

ตารางภาคผนวกที่ 3 การคำนวณต้นทุนค่าเช่าที่ดินจากการศึกษาผลของอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร

รายการ	ค่าเช่าที่ดิน (บาท)	จำนวนแพะ (ตัว)	ต้นทุนค่าเช่าที่ดิน (บาทต่อตัว)
แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์			
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4	600.00	20	30

หมายเหตุ: 1. ค่าเช่าที่ดิน 100 บาทต่อไร่ต่อเดือน โดยใช้ที่ดินประมาณ 1 ไร่ในการทดลอง (เลี้ยงแพะนาน 6 เดือน)

2. คำนวณต้นทุนค่าเช่าที่ดิน ตามวิธีการของ จรวย (2535) ดังนี้

$$\text{ต้นทุนค่าเช่าที่ดิน} = \frac{\text{ค่าเช่าที่ดิน}}{\text{จำนวนแพะ}}$$

4. ต้นทุนค่าแรงงาน (บาทต่อตัว)

$$\text{ต้นทุนค่าแรงงาน} = \frac{\text{จำนวนวันที่ทดลอง} \times \text{อัตราค่าจ้าง}}{\text{จำนวนแพะ}}$$

ตารางภาคผนวกที่ 4 การคำนวณต้นทุนค่าแรงงานจากการเลี้ยงแพะที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร

รายการ	จำนวนวัน	อัตราค่าแรงงาน (บาทต่อชั่วโมง)	จำนวนแพะ (ตัว)	ต้นทุนค่าแรง (บาท)
แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์				
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4	180	17	20	459

หมายเหตุ: 1. อัตราค่าแรงงานชั่วโมงละ 17 บาท อ้างอิงจากเงินเดือนของพนักงานของศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เดือนละ 4,100 บาท ใช้เวลาในการให้อาหาร และบันทึกข้อมูลต่างๆ วันละประมาณ 3 ชั่วโมง

2. คำนวณต้นทุนค่าเช่าที่ดิน ตามวิธีการของ จรวย (2535) ดังนี้

$$\text{ต้นทุนค่าแรงงาน} = \frac{\text{จำนวนวัน} \times \text{อัตราค่าจ้าง}}{\text{จำนวนแพะ}}$$

5. ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต (บาทต่อตัว)

ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต = น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง x ราคาแพะมีชีวิต (บาทต่อกิโลกรัม)

ตารางภาคผนวกที่ 5 การคำนวณผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR ที่มีสัดส่วนของทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นที่แตกต่างกัน 4 สูตร

รายการ	น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัม)	ราคา (บาทต่อกิโลกรัม)	ผลตอบแทนที่ได้รับ (บาท)
แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน-พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์			
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1	19.44	180	3,499.20
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2	19.28		3470.40
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3	26.72		4,809.60
แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4	27.48		4,946.40

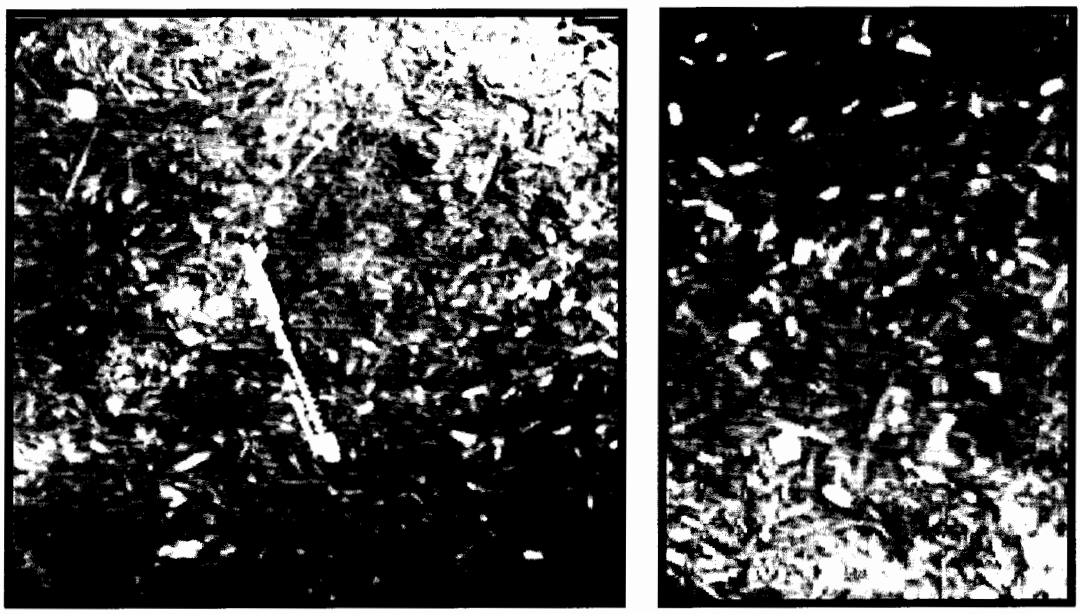
หมายเหตุ: 1. ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิตประมาณ 180 บาทต่อกิโลกรัม (ในพื้นที่จังหวัดสงขลา)

ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต = น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง x ราคาแพะมีชีวิต

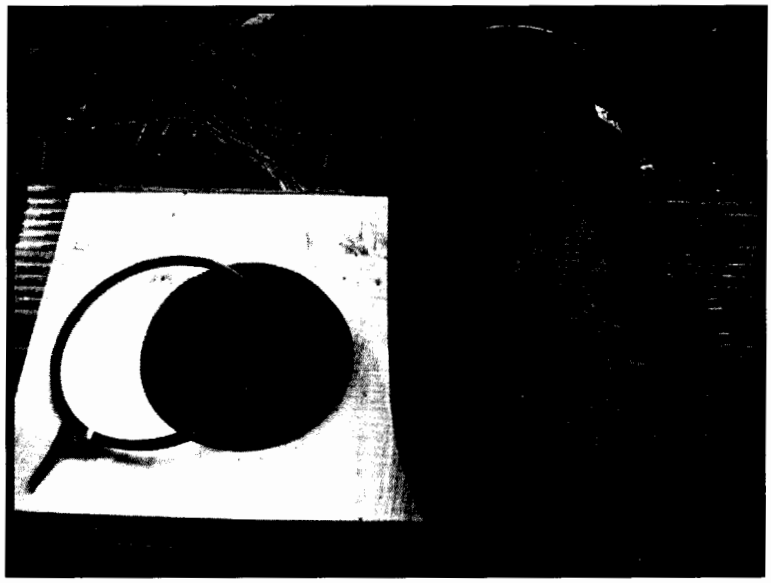
ภาคผนวก ข

ภาพประกอบภาคผนวก

ภาพที่ 1 เครื่องสับย่อยทางใบปาล์มน้ำมัน



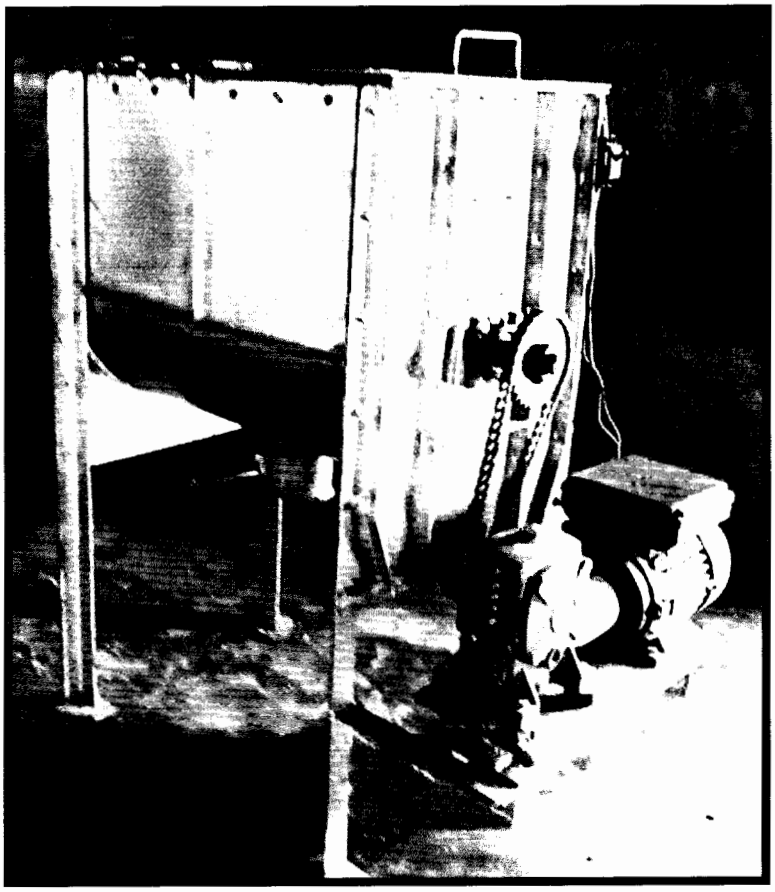
ภาพที่ 2 ลักษณะทางใบปาล์มน้ำมันหลังสับย่อย



ภาพที่ 3 อุปกรณ์สำหรับหมักทางใบปาล์มน้ำมัน

ภาพที่ 4 ทางใบปาล์มน้ำมันหมัก

ภาพที่ 5 อาหารข้น และทางใบปาล์มน้ำมันหมัก



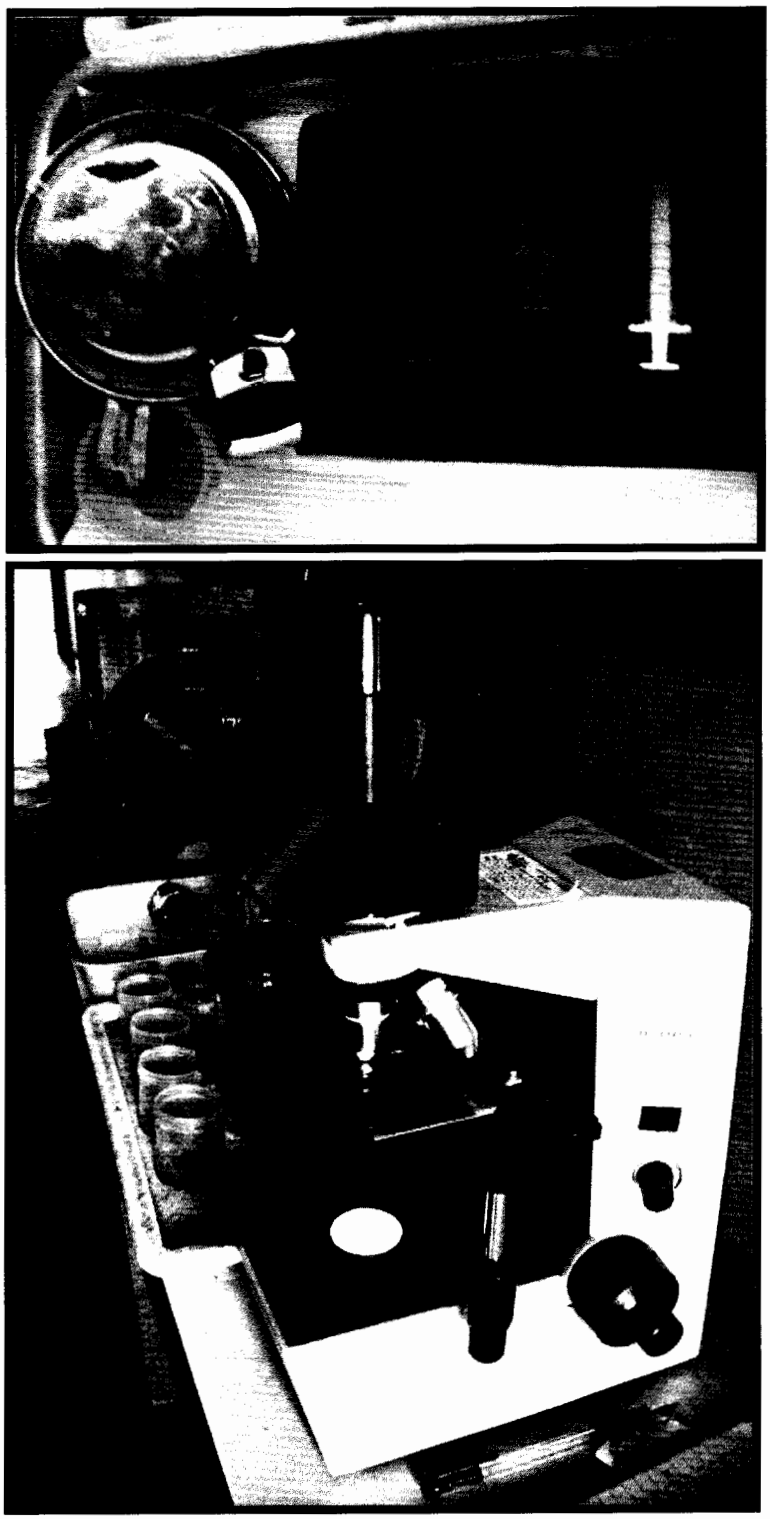
ภาพที่ 6 เครื่องผสมอาหารขนาด 40 กิโลกรัม

ภาพที่ 7 อาหาร TMR สูตรที่ 1

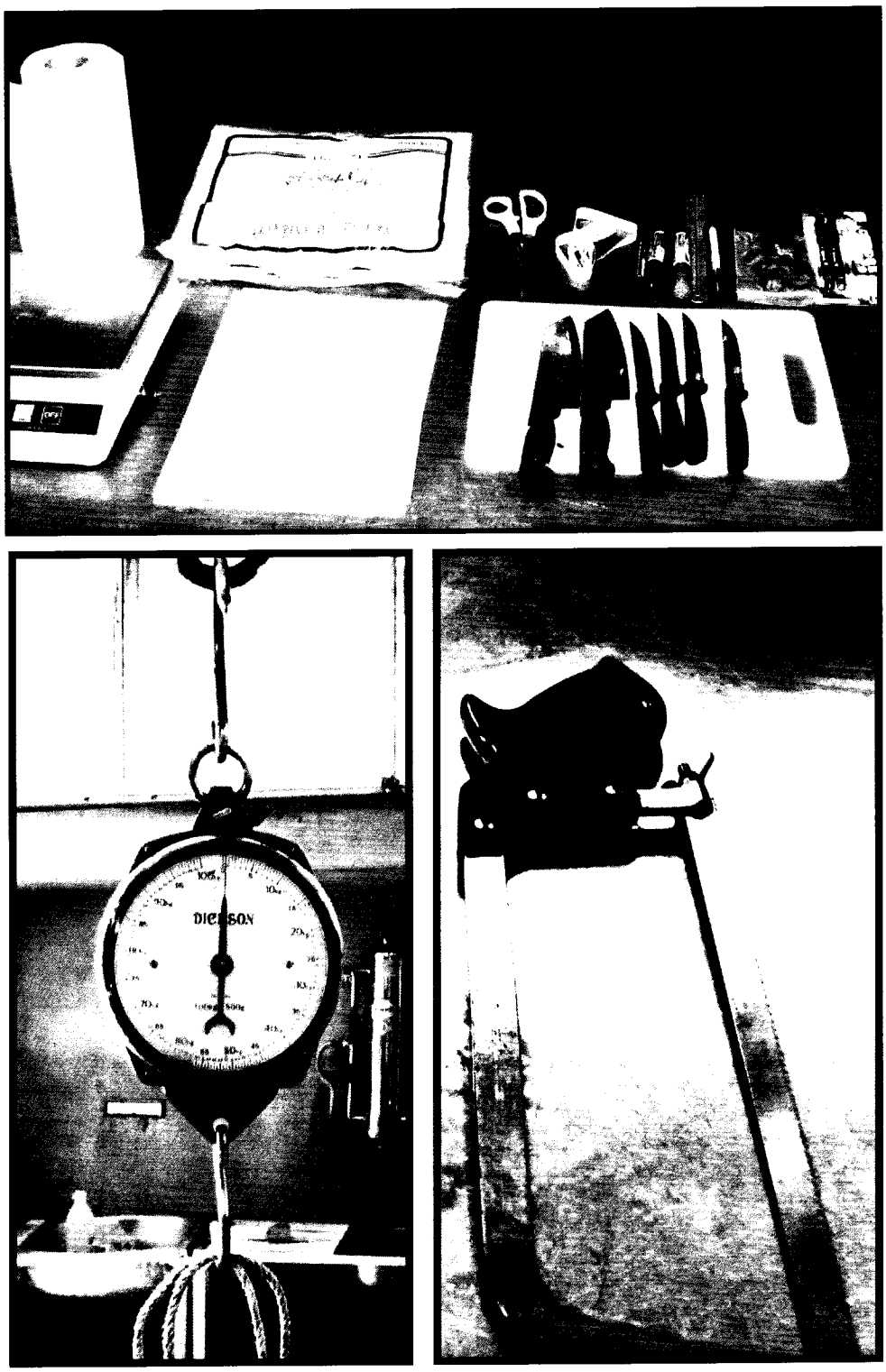
ภาพที่ 8 อาหาร TMR สูตรที่ 2

ภาพที่ 9 อาหาร TMR สูตรที่ 3

ภาพที่ 10 อาหาร TMR สูตรที่ 4



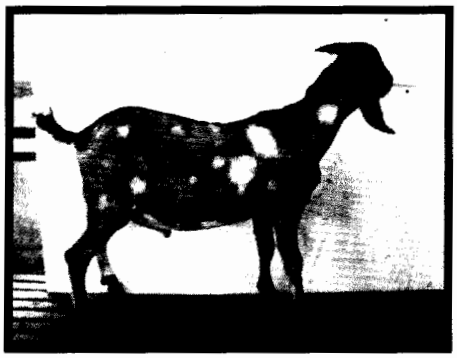
ภาพที่ 11 อุปกรณ์ตรวจไข่พยาธิ



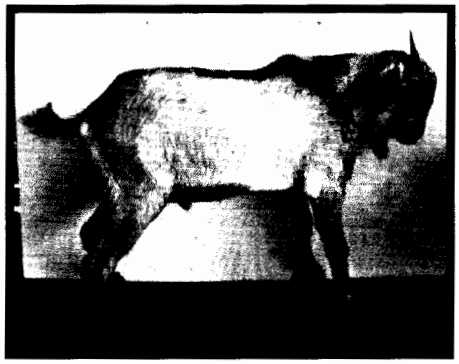
ภาพที่ 12 อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับฆ่าและชำแหละแพะ ได้แก่ มีดผ่าซาก เลื่อย เขียง ถุงพลาสติก และสายวัดความยาว เป็นต้น

ภาพที่ 13 คอกทดลอง

ภาพที่ 14 การให้อาหารแพะทดลอง

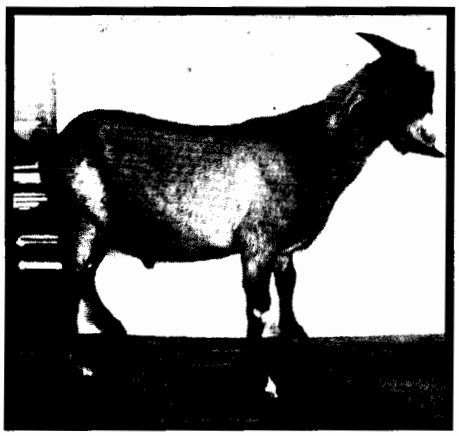


ภาพที่ 15 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1

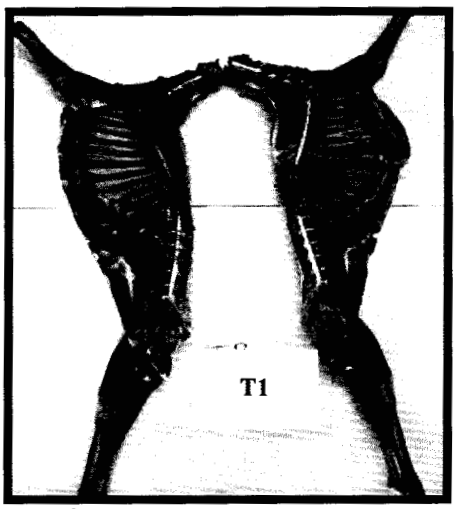


ภาพที่ 16 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2

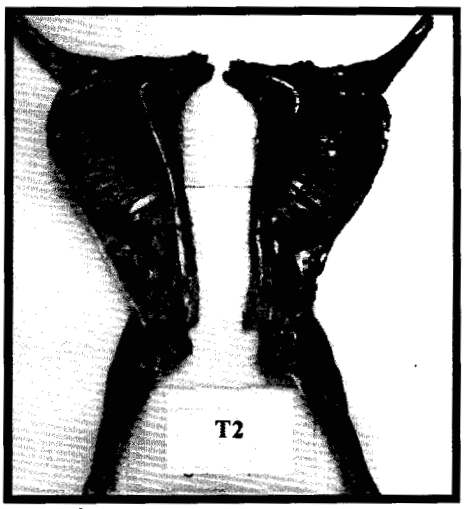
ภาพที่ 17 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3



ภาพที่ 18 แพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4



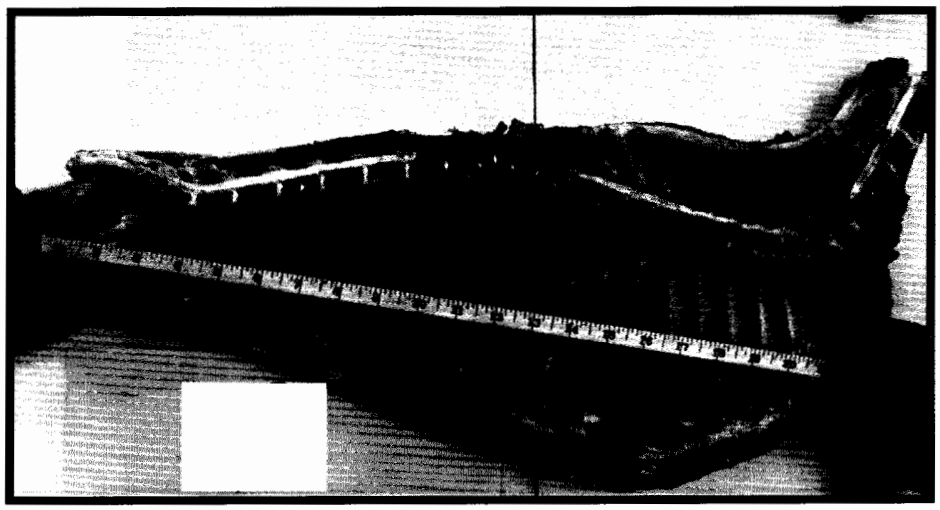
ภาพที่ 19 ลักษณะซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 1



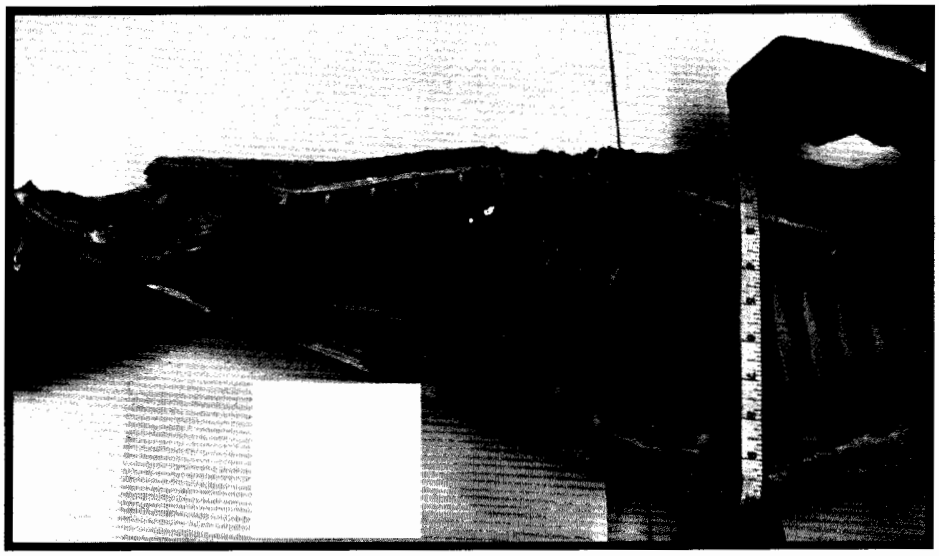
ภาพที่ 20 ลักษณะซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 2

ภาพที่ 21 ลักษณะซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 3

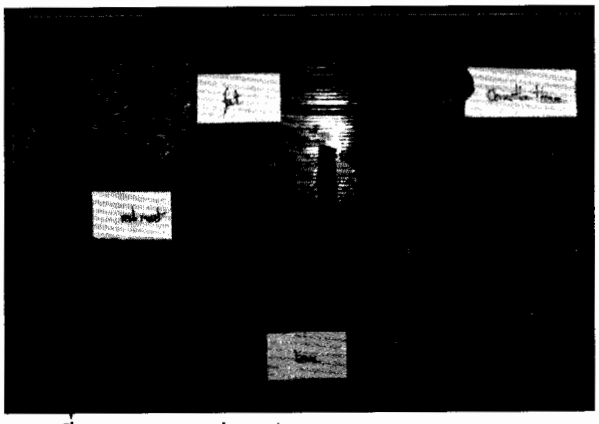
ภาพที่ 22 ลักษณะซากแพะทดลองที่ได้รับอาหาร TMR สูตรที่ 4



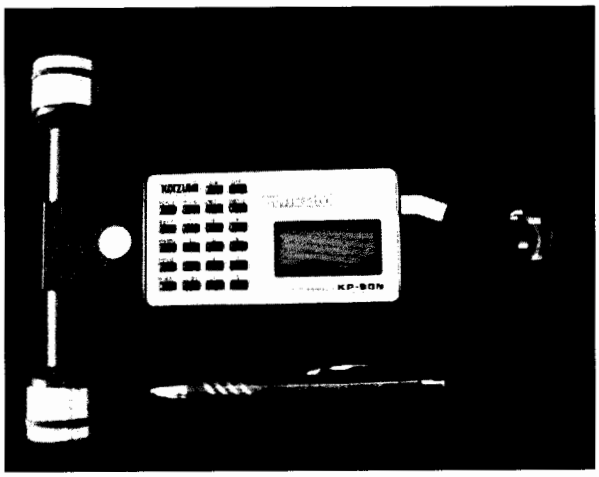
ภาพที่ 23 การวัดความยาวซาก



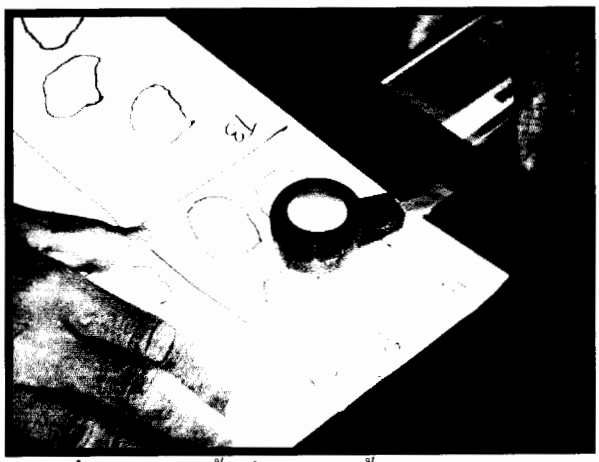
ภาพที่ 24 การวัดความกว้างซาก



ภาพที่ 25 การแยกส่วนประกอบซากแพะ



ภาพที่ 26 อุปกรณ์วัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน



ภาพที่ 27 การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นายสุนทร รอดด้วง

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5010620033

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (คณะเกษตรศาสตร์)	2548

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

สุนทร รอดด้วง, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และวันวิศาข์ งามผ่องใส. 2553. ผลของระดับทางใบปาล์มน้ำมันหมักและอาหารข้นในอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้ และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเพศผู้. รายงานการประชุมเกษตร ครั้งที่ 11 ประจำปี 2553. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วันที่ 25-26 มกราคม 2553 หน้า 134-137.

สุนทร รอดด้วง, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และวันวิศาข์ งามผ่องใส. 2554. การประเมินอินทรียวัตถุที่ย่อยได้ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่ใช้ทางใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบโดยใช้เทคนิคผลผลิตแก๊ส. ว. แก่นเกษตร 39: 251-260.