การประเมินความต้องการโปรตีนของแพะพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก

Assessment of the Protein Requirement of the Thai Native Goats Using Oil Palm Leaflets as Main Roughage Sources

รุ่งรัตน์ ประสมสุข

Rungrat Prasomsuk

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Agricultural Science and Technology
Prince of Songkla University

2566

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การประเมินความต้องการโปรตีนของแพะพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก

Assessment of the Protein Requirement of the Thai Native Goats Using Oil Palm Leaflets as Main Roughage Sources

รุ่งรัตน์ ประสมสุข
Rungrat Prasomsuk

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Agricultural Science and Technology
Prince of Songkla University
2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิทยานิพนธ์ การประเมินความต้องการโปรตีนของแพะพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก

ผู้เขียน นางสาวรุ่งรัตน์ ประสมสุข

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บดี คำสีเขียว)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส พิมพา)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา รัตนวุฒิ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุมาพร แพทย์ศาสตร์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บดี คำสีเขียว)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา รัตนวุฒิ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส พิมพา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ จันทร์ถิระติกุล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เถกิง วงศ์ศิริโชติ)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บดี คำสีเขียว)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ .....
(นางสาวรุ่งรัตน์ ประสมสุข)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นอนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ รุ่งรัตน์ ประสมสุข.....
(นางสาวรุ่งรัตน์ ประสมสุข)
นักศึกษา

วิทยานิพนธ์ การประเมินความต้องการโปรตีนของแพะพันธุ์พื้นเมืองไทยที่ใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก

ผู้เขียน นางสาวรุ่งรัตน์ ประสมสุข

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อประเมินระดับของโปรตีนหยาบ ที่ใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารอย่างหลักในอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อศักยภาพการผลิตของแพะ แพะเนื้อเพศผู้พันธุ์พื้นเมืองน้ำหนักเริ่มต้น 15.02±1.5 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว ถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) อาหารทดลอง 4 ทรีทเม้นต์ ประกอบด้วยระดับโปรตีน 9.0, 12.0, 15.0 และ 18.0 % (T1, T2, T3 และ T4 ตามลำดับ) สัตว์ทดลองได้รับอาหารวันละ 2 ครั้งเท่าๆ กัน ตลอดระยะเวลา 180 วันที่ทำการทดลอง ทำการสุ่มเก็บของเหลวในกระเพาะรูเมนและเลือดที่เวลา 02 และ 4 ชั่วโมงหลังจากการให้อาหารเช้าก่อนที่นำไปวิเคราะห์ต่อไป ผลการทดลองพบว่า การกินได้มวลแห้งมีค่าต่ำที่สุด ($p<0.05$) ในสัตว์ที่ได้รับอาหาร T1 เปรียบเทียบกับอาหารทดลองอีก 3 ทรีทเม้นท์ที่เหลือ และการกินได้มวลแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของโปรตีนหยาบจาก 60.62 ใน T1 เป็น 121.20 กรัมต่อตัวต่อวันใน T4 แนวโน้มของไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (Fecal N) มีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารจาก T1 เป็น T4 ไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (Urinary N) มีค่าสูงที่สุดในสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหาร T3 (8.81) ในขณะที่มีค่าต่ำสุดในอาหารกลุ่ม T2 (4.82 กรัมตัวต่อวัน) ไนโตรเจนที่ดูดซึมและไนโตรเจนที่กัดเก็บ มีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในสัตว์การทดลองที่ได้รับอาหาร T3 มากกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองอื่น ค่าความเข้มข้นแอมโมเนียไนโตรเจน (NH3-N) มีค่ามากที่สุดในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร T4 (145.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (BUN) มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เพิ่มในสูตรอาหารจาก T1 (2.77) ไปอาหาร T4 (10.59 มิลลิโมลต่อลิตร) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหาร T1 และ T4 มีค่าเพิ่มขึ้น เท่ากับ 35.56 และ 66.49 กรัมต่อตัวต่อวัน (คิดเป็น 86.98 %) แพะกลุ่มที่ได้รับอาหาร T3 พบว่า มีผลประกอบการดีที่สุด เท่ากับ 474.82 บาทต่อตัวต่อระยะเวลาทดลอง 180 วัน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ ชี้ได้ว่าเมื่อคำนวณค่าโปรตีนที่ระดับ 15.0 % โดยใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในอาหารทีเอ็มอาร์มีความเหมาะสมต่อศักยภาพการผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสำหรับแพะเนื้อพันธุ์พื้นเมืองระยะเจริญเติบโต

คำสำคัญ: แพะพื้นเมืองไทย, ระดับโปรตีน, ใบปาล์มน้ำมัน, สมรรถภาพการเจริญเติบโต

Thesis Title Assessment of the Protein Requirement of the Thai Native Goats Using Oil Palm Leaflets as Main Roughage Sources

Author Miss Rungrat Prasomsuk

Major Program Agricultural Science and Technology

Academic Year 2023

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate effects of various crude protein (CP) levels using oil palm leaflets as the main roughage source in total mixed ration (TMR) on productive performance of goats. Sixteen Thai native male goats with initial weights 15.02±1.5 kg and 8-10 months old were assigned to four groups using completely randomized design (CRD). Four dietary treatments consisted of 9.0, 12.0, 15.0 and 18.0% CP levels (T1, T2, T3 and T4, respectively). Animals were fed dietary treatments twice daily in equal parts throughout the 180-d experimental period. Rumen fluids and blood sample were collected at 0, 2 and 4 h after morning feeding prior further analysis. The dry matter intake (DMI) was lowest ($p<0.05$) in animals fed a T1 diet compared to the rest of three treatments. DMI was increased with the increasing CP levels from 60.62 in T1 to 121.20 g/h/d in T4 diet. Similar trend was observed for fecal N as increased with the increasing CP level in goats fed T1 to T4 diet. Urinary N excretion was highest in animals fed T3 (8.81), whilst lowest was in T2 (4.82 g/h/d) diet. N absorbed and N retention had significantly higher ($p<0.05$) in animals fed T3 than those fed the other treatments. Ammonia nitrogen (NH_3-N) concentration was highest in goats receiving T4 (145.0 mg/L). Blood urea nitrogen (BUN) was increased with increasing CP level from T1 (2.77) to T4 (10.59 mmol/L). Improvement of average daily gain were 35.56 and 66.49 g/h/d (equivalent to 86.98%), when animals fed T1 and T4, respectively. The highest revenue was 474.82 Baht/h during 180-days experimental period in goats fed with T3. Results from this study indicate that the formulated 15.0% CP level using oil palm leaflets as main roughage sources in TMR diet is optimal productive performance and economic return for growing native meat goats.

Keywords: Thai native goat, protein level, oil palm leaflets, growth performance.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บดี คำสีเขียว รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส พิมพา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา รัตนวุฒิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ถ่ายทอดความรู้ ให้คำสอน ช่วยเหลือและวางรากฐานการทำงานวิจัยและการศึกษาในทุกด้านด้วยดีตลอดมา ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุมาพร แพทย์ศาสตร์ และรองศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ จันทร์ถิระติกุล สำหรับคำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนมีความสมบูรณ์ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวก ห้องปฏิบัติการ ตลอดจนเครื่องมือต่าง ๆ ระหว่างการวิจัย รวมถึงมิตรสหายร่วมหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยทั้งในการเรียนและการทำวิจัยในครั้งนี้

งานวิจัยฉบับนี้ หากจะมีคุณค่าเป็นประโยชน์ทางวิชาการและการพัฒนาการทางด้านการเกษตรทางใดทางหนึ่ง ผู้ค้นคว้าวิจัยขอมอบคุณงามความดีทั้งหมดแด่บิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่าน

รุ่งรัตน์ ประสมสุข

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
ABSTRACT	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 เอกสารและการทบทวนวรรณกรรม	2
1.2.1 สถานการณ์แพะในภาคใต้	2
1.2.2 การบริโภคแพะเนื้อ	4
1.2.3 ปริมาณความต้องการโปรตีนและพลังงานของแพะ	6
1.2.4 การใช้ใบและทางปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในแพะ	8
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	12
1.4 ขอบเขตการวิจัย	12
2 วิธีดำเนินการทดลอง	12
2.1 กรอบการศึกษาวิจัย	14
2.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	14
2.3 สัตว์ทดลอง	14
2.4 อาหารทดลอง	15
2.5 การวางแผนการทดลอง	15
2.6 การทดลองและการเก็บข้อมูล	16
2.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการคำนวณ	18
2.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ	19
3 ผลการทดลอง	20
3.1 องค์ประกอบทางเคมี	20
3.2 ปริมาณการกินได้และย่อยได้	21
3.3 การใช้ประโยชน์ไนโตรเจน	22
3.4 การหมักในกระเพาะรูเมน	23
4 อภิปรายผลการทดลอง	28
4.1 การใช้ใบปาล์มน้ำมันในอาหารผสมสำเร็จ	28
4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการกินได้และย่อยได้	29
4.3 การใช้ประโยชน์ไนโตรเจนและการหมุนเวียนของไนโตรเจน	30

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4 การหมักในกระเพาะรูเมน	33
5 สรุปผลการทดลอง	36
5.1 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	36
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	49
ภาคผนวก ก	50
ประวัติผู้เขียน	51

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรแพะในพื้นที่ภาคใต้เขต 8 ระหว่างปี พ.ศ. 2561-2565	3
2	การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรแพะในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่างปี พ.ศ. 2561-2565	4
3	ปริมาณความต้องการแพะเนื้อเพศผู้ของประชากรชาวมุสลิม ปี พ.ศ. 2561	5
4	ปริมาณความต้องการโปรตีนและพลังงานในแพะเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต	8
5	ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของใบปาล์มน้ำมัน	9
6	สัดส่วนวัตถุดิบที่ใช้ประกอบอาหารผสมสำเร็จ (% DM basis)	16
7	สัดส่วนวัตถุดิบและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมสำเร็จแต่ละสูตร	20
8	ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะ	21
9	ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อการใช้ประโยชน์ไนโตรเจน	23
10	ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อการหมักในกระเพาะรูเมน	24
11	ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อการกินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และต้นทุนผลิตตลอดการทดลอง 180 วัน	27

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนหลังได้รับอาหารผสมสำเร็จช่วงเวลาต่าง ๆ	24
2	ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนหลังได้รับอาหารผสมสำเร็จในช่วงเวลาต่าง ๆ	25
3	อัตราการเจริญเติบโตของแพะพันธุ์พื้นเมืองที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันตลอดระยะเวลา 180 วัน.....	26

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แพะมีบทบาทสำคัญในประเทศที่กำลังพัฒนารวมถึงประเทศไทย เพื่อเป็นแหล่งอาหาร แหล่งรายได้และการสร้างงานในพื้นที่โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อย การบริโภคเนื้อและนมแพะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและการขยายตัวการท่องเที่ยวในประเทศที่มีมากขึ้นทุกปี ความต้องการแพะเนื้อในภาคใต้ยังมีอีกมากโดยเฉพาะจากการคาดการณ์ว่าพิธีกรรมทางศาสนาสองอย่าง คือ การอากีเกาะฮ์และการกุรบ่านของคนไทยมุสลิมต้องใช้แพะเพศผู้อายุมากกว่าหนึ่งปีที่สุขภาพสมบูรณ์ ประมาณ 7-8 หมื่นตัวต่อปี รายงานของกรมปศุสัตว์ว่าภาคใต้มีจำนวนฟาร์มเกษตรกรที่เลี้ยงแพะมากที่สุดคือประมาณ 36,196 ราย มีปริมาณแพะจำนวน 271,730 ตัว (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์, 2558) อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในภาคใต้จำนวนมากยังประสบปัญหาเรื่องอาหารที่ทั้งในหน้าแล้งมักจะขาดแคลน มีคุณค่าทางโภชนะต่ำและในขณะที่ช่วงหน้าฝนก็มีความชื้นสูงส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตหรือตายของแพะได้ อาหารและหลักการให้อาหารจึงเป็นปัจจัยบ่งชี้ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเลี้ยงแพะว่าจะล้มเหลวหรือประสบผลสำเร็จ โปรตีนและพลังงานถือว่าเป็นโภชนะที่สำคัญที่สุดต่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเนื้อ ตัวอย่างระดับโปรตีน 0.404 กรัมต่อ 1 กรัมของน้ำหนักตัวที่ต้องการและพลังงานเท่ากับ 7.25 กิโลแคลอรีของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ต่อกรัม (Kcal ME/g) ที่แนะนำโดย NRC (1981) อาจไม่สอดคล้องกับประเทศไทย เนื่องจากแพะเนื้อที่เลี้ยงในบ้านเราส่วนใหญ่เป็นแพะพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบี้ยน หรือลูกผสมพันธุ์บอร์ ที่เลี้ยงภายใต้สภาวะแวดล้อมแบบร้อนชื้นอาจทำให้ความต้องการโภชนะประสิทธิภาพการใช้อาหารและรูปแบบการให้อาหารแตกต่างไป

ตัวอย่างข้อมูลการวิจัยจากหลายแหล่งรายงานว่าสำหรับแพะเนื้อที่มีน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม ถ้าต้องการเพิ่มการเจริญเติบโตขึ้นวันละ 100 กรัม จะต้องใช้อาหารโปรตีนเท่ากับ 68 กรัม (ICAR, 1998) 70 กรัม (Kearl, 1982) 76 กรัม (NRC, 1981) 83 กรัม (Chobtang *et al*., 2009) และ 100 กรัม (Mandal *et al*., 2005) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้ พบว่าส่วนมากเป็นข้อมูลจากทางประเทศเมืองหนาวซึ่งแน่นอนว่ายังไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงกับการเลี้ยงการผลิตในประเทศไทยได้เนื่องจากมีความแตกต่างกันทั้งด้านสายพันธุ์ ด้านการจัดการ รวมทั้งสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย การมีข้อมูลความต้องการโภชนะสำหรับแพะ (nutrient requirement for goats) โดยเฉพาะโปรตีนของแพะพันธุ์พื้นเมืองที่ปรับตัวอยู่ในท้องถิ่นมานาน กำลังได้รับความสนใจในระดับพื้นที่ดังกล่าว จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการศึกษาวิจัยร่วมกันทุกฝ่ายอย่างจริงจัง เป็นระบบตามหลักวิชาการเพื่อพัฒนาข้อมูลค่าความต้องการโภชนะสำหรับแพะในพื้นที่

ใบปาล์มน้ำมัน (oil palm leaflet; OPL) จากสวนปาล์มน้ำมันทั้งประเทศคิดเป็นน้ำหนักประมาณ 1.48 ล้านเมตริกตัน/ปี ซึ่งใบปาล์มน้ำมันมีโปรตีนประมาณ 11.9 % แต่การใช้เป็นอาหารหยาบหลักในสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยเฉพาะในแพะมีข้อมูลอย่างจำกัด การศึกษาวิจัยนี้จึงเป็นประเด็นสำคัญถ้าสามารถนำใบปาล์มน้ำมันมาเป็นอาหารหยาบหลักในสูตรอาหารควบคู่กับการพัฒนาค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานที่มีความถูกต้องเหมาะสมกับแพะสายพันธุ์ที่เลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ที่สำคัญ เช่น พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ลูกผสม หรือพันธุ์แท้อื่น ๆ

ทางผู้วิจัยเชื่อว่าผู้เลี้ยงแพะจะมีอาหารราคาถูก ที่มีคุณค่าทางโภชนะครบถ้วน และที่สำคัญมีข้อมูลที่เป็นมาตรฐานการให้อาหารตามความต้องการอย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ผู้ผลิต ข้อมูลวิจัยที่เกิดขึ้นจะช่วยเสริมการพัฒนาการเลี้ยงแพะเนื้อให้สามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องยั่งยืนที่สอดรับกับแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ที่มีเป้าหมายให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับชุมชนและประเทศเป็นสำคัญ

1.2 เอกสารและการทบทวนวรรณกรรม

1.2.1 สถานการณ์แพะในภาคใต้

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาจะเห็นว่าปริมาณประชากรแพะในประเทศไทยมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 จนถึงปี พ.ศ. 2565 พบว่ามีจำนวนแพะเพิ่มขึ้นคิดเป็น 109.52 % จำนวนเกษตรกรที่เลี้ยงแพะมีจำนวนเพิ่มขึ้น 65.56 % (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมปศุสัตว์, 2565) ภาคกลางมีจำนวนแพะมากที่สุด โดยในปี พ.ศ. 2565 รายงานว่าภาคกลางมีแพะทั้งหมด 525,912 ตัว มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะทั้งสิ้นจำนวน 16,291 ครัวเรือน รองลงมาคือ ภาคใต้ มีแพะทั้งหมด 443,809 ตัว มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะทั้งสิ้นจำนวน 54,537 ครัวเรือน รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ตามลำดับ ส่วนสถานการณ์ราคาแพะในหลายปีที่ผ่านมามีความผันผวน ราคาเฉลี่ยแพะเนื้อมีชีวิตอยู่ในระดับที่สูงโดยเฉพาะราคาแพะมีชีวิตในพื้นที่ภาคใต้ขยับไปถึงราคา 180-200 บาทต่อกิโลกรัมในปี พ.ศ. 2559 จากราคาที่สูงขึ้นดังกล่าวส่งผลให้เกษตรกรที่เลี้ยงอยู่เดิมพยายามเพิ่มจำนวนแพะให้มากขึ้น และดึงดูดใจให้เกษตรกรหน้าใหม่จำนวนหนึ่งสนใจเข้าสู่ธุรกิจการเลี้ยงแพะกันมากขึ้น โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงแพะเนื้อ และค่อย ๆ ลดลงมาเรื่อย ๆ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2562 ราคาแพะมีชีวิตมีราคาเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 110.91 บาทต่อกิโลกรัม (กรมปศุสัตว์, 2562) การที่ราคาแพะมีชีวิตลดลงดังกล่าวอาจจะเป็นผลมาจากหลายปัจจัย อาทิ การตรึงราคาขายสินค้าปศุสัตว์ของรัฐบาล บังคับให้ขายในราคาควบคุม ปัญหาเศรษฐกิจในภาพรวมภายในประเทศและการชะลอตัวของเศรษฐกิจโลกที่ตกต่ำลงอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างหนึ่งที่พออธิบายได้อย่างเช่น ราคาน้ำยางพาราสดที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ณ ปัจจุบันมีราคาเหลือเพียง

ประมาณ 45 บาทต่อกิโลกรัม จึงส่งผลต่อกำลังผู้ซื้อแพะซึ่งส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ลดลงตามไปด้วย ต่อมาในปี พ.ศ. 2563 ราคาแพะมีชีวิตมีราคาขยับเพิ่มขึ้นเป็น 120 บาทต่อกิโลกรัม และคงที่อยู่ในช่วง 118-122 บาทต่อกิโลกรัมจนถึงปัจจุบัน

เมื่อพิจารณาการเลี้ยงแพะแยกตามรายเขตพื้นที่พบว่า ส่วนใหญ่เลี้ยงกันมากในพื้นที่เขต 7 รองลงมาคือ เขต 9 และเขต 3 ตามลำดับ จังหวัดที่มีการเลี้ยงแพะหรือมีกำลังการผลิตแพะมากที่สุดในพื้นที่เขต 8 ภาคใต้ตอนบนคือ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีจำนวนแพะเฉลี่ยต่อปีตลอด 5 ปีย้อนหลังจำนวนเท่ากับ 40,275 ตัว รองลงมาคือ กระบี่และพัทลุง มีจำนวนแพะเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 27,302 และ 23,891 ตัว ตามลำดับ สำหรับสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณแพะตลอดระยะเวลา 5 ปีย้อนหลังที่ผ่านมาพบว่า จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการเลี้ยงเพิ่มมากที่สุดคิดเป็น 100.61 % โดยจังหวัดในพื้นที่ภาคใต้เขต 8 มีการเลี้ยงแพะเพิ่มขึ้นทุกจังหวัด เป็นแพะเนื้อ 98.13 % และแพะนม 1.87 %

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรแพะในพื้นที่ภาคใต้เขต 8 ระหว่างปีพ.ศ. 2561-2565

จังหวัด	ปี พ.ศ.					เปลี่ยนแปลง
	2561	2562	2563	2564	2565	(%)
ระนอง	5,683	6,778	6,874	8,161	8,044	41.54
ชุมพร	4,655	5,236	6,804	7,757	7,232	55.36
สุราษฎร์ธานี	9,195	10,419	11,167	15,898	18,446	100.61
ภูเก็ต	1,957	2,131	2,359	2,540	2,513	28.41
พังงา	9,399	10,211	10,107	12,770	12,595	34.00
กระบี่	18,336	22,738	26,502	32,608	36,325	98.11
นครศรีธรรมราช	29,665	34,531	38,731	49,586	48,866	64.73
รวม	78,890	92,044	102,544	129,320	134,021	

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2565)

จากตารางที่ 1 จำนวนประชากรแพะในจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบว่าเพิ่มขึ้นถึง 100.61 % ตลอดระยะเวลา 5 ปีย้อนหลัง รองลงมาคือ จังหวัดกระบี่ พบว่าเพิ่มขึ้น 98.11 % เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือจังหวัดภูเก็ต 28.41 % เมื่อพิจารณาจำนวนแพะเนื้อที่เลี้ยงต่อครัวเรือนในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อมีสัดส่วน เท่ากับ 10.11 ตัวต่อครัวเรือน (ตารางที่ 2)

จากสถิติการแพะเลี้ยงในจังหวัดสุราษฎร์ธานีในปี พ.ศ. 2561-2565 พบว่ามีประชากรแพะเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2565 มีจำนวนทั้งสิ้น 17,898 ตัว แยกเป็นแพะเพศผู้จำนวน 4,191 ตัว และเป็นตัวเมียจำนวน 13,707 ตัว คิดเป็นสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย เท่ากับ

1 ต่อ 3.27 ตัว มีเกษตรผู้เลี้ยงแพะทั้งหมดจำนวน 779 ครัวเรือน คิดเฉลี่ยสัดส่วนการเลี้ยงแพะต่อครัวเรือนจำนวน 22.98 ตัว

ตารางที่ 2 จำนวนประชากรแพะในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปีพ.ศ. 2561-2565

ปี พ.ศ.	เพศ (ตัว)			ครัวเรือน	เฉลี่ย
	ผู้	เมีย	รวม	(ราย)	(ตัว/ครัวเรือน)
2561	2,939	6,138	9,077	435	20.87
2562	3,201	7,150	10,351	505	20.50
2563	3,387	8,074	11,461	564	20.32
2564	4,019	10,919	14,938	748	19.97
2565	4,191	13,707	17,898	779	22.98
เปลี่ยนแปลง (%)	42.60	123.31	97.18	79.08	10.11

ที่มา : ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2565)

1.2.2 การบริโภคแพะเนื้อ

การบริโภคเนื้อแพะพบว่าผู้บริโภคแพะเนื้อส่วนใหญ่ของประเทศไทยจะเป็นผู้ที่นับถือศาสนาอิสลาม จากผลการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2558 พบว่าประเทศไทยมีประชากรจำนวน 65.56 ล้านคน เป็นผู้นับถือศาสนาพุทธจำนวน 61.23 ล้านคน รองลงมาคือมุสลิมจำนวน 3.80 ล้านคน คิดเป็น 5.8 % ของประชากรของประเทศ สำหรับภาคใต้มีสัดส่วนของผู้นับถือศาสนาอิสลามจำนวน 2.20 ล้านคน คิดเป็น 27.8 % ของประชากรภาคใต้ทั้งหมด จึงพอจะเห็นภาพประเด็นที่สำคัญว่าภาคใต้เป็นแหล่งบริโภคแพะเนื้อหลักของประเทศ นอกจากความต้องการเนื้อแพะจะกระจายตามแหล่งที่อยู่อาศัยของผู้นับถือศาสนาอิสลามแล้วยังกระจายไปตามเมืองใหญ่และแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญต่าง ๆ ทำให้ความต้องการแพะเนื้อไม่ได้จำกัดอยู่แค่เพียงชาวไทยมุสลิมเท่านั้น แต่ยังรวมถึงชาวไทยเชื้อสายจีนและชาวไทยพุทธ รวมทั้งนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาเที่ยวในจังหวัดท่องเที่ยว เช่น จังหวัดกระบี่ จังหวัดสงขลา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดภูเก็ต เป็นต้น ทำให้ดูเหมือนว่าสถานการณ์ในปัจจุบัน ปริมาณแพะเนื้อมีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ช่วงเดือนที่มีพิธีกรรมทางศาสนาอิสลามและฤดูกาลท่องเที่ยว ผู้บริโภคแต่ละกลุ่มจะมีพฤติกรรมและลักษณะความต้องการที่แตกต่างกันไป อย่างเช่น ผู้บริโภคที่เป็นชาวไทยมุสลิมในภาคใต้ ชาวจีน และชาวพม่า จะนิยมบริโภคแพะทั้งตัวมีหนังติด โดยวิธีการขูดหรือเผาขน แต่ผู้บริโภคชาวตะวันออกกลาง และชาวไทยบางส่วนจะนิยมบริโภคเนื้อแพะแบบถลกหนังออก เป็นต้น โดยเนื้อแพะสามารถนำมาใช้ทำอาหารได้

หลายชนิด เช่น ข้าวหมกแพะ แกงแพะ ซุปแพะ แต่ยังไม่ค่อยกระจายตามพื้นที่ต่าง ๆ และไม่มีความหลากหลายมากนัก

ตารางที่ 3 ปริมาณความต้องการแพะเนื้อเพศผู้ของประชากรชาวมุสลิม ปีพ.ศ. 2561

พื้นที่	ประชากรมุสลิม (คน) *	ต้องการแพะเนื้อเพศผู้ (ตัว/ปี)			รวม (ตัว/ปี) ****
		พิธีอากีเกาะฮ์ **		พิธีกุรบ่าน ***	
		เพศชาย	เพศหญิง		
ประเทศไทย	3,802,480	45,629	22,814	13,000	81,443
ภาคใต้	2,200,000	26,400	13,200	7,521	47,121
จังหวัดสุราษฎร์ธานี	21,000	264	132	72	468

ที่มา : * สำนักงานสถิติแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2558

** การอากีเกาะฮ์ เป็นการรับขวัญทารกแรกเกิด ถ้าเป็นเพศชาย พ่อแม่จะเชือดแพะเพศผู้อายุประมาณ 1-2 ปี จำนวน 2 ตัว ถ้าเป็นทารกเพศหญิงเชือดแพะ 1 ตัว และจำนวนทารกแรกเกิดอิงตามอัตราการเกิดของประเทศไทย เฉลี่ยเท่ากับ 1.2 % ต่อประชากรทั้งหมด

*** การกุรบ่าน จะทำหลังจากเสร็จสิ้นหลังจากการประกอบพิธีฮัจญ์ โดยการเชือดแพะ 1 ตัวต่อคน สำหรับประเทศไทยได้รับโควตาให้ชาวไทยมุสลิมได้เดินทางไปประกอบพิธีฮัจญ์จำนวน 13,000 คนต่อปี

**** จากการคำนวณโดยผู้วิจัย

การคาดการปริมาณความต้องแพะเนื้อเพศผู้ที่สมบูรณ์มีอายุระหว่าง 1-3 ปี สำหรับคนไทยมุสลิมที่ต้องการเพื่อบริโภคในพิธีกรรมสำคัญทางศาสนา 2 พิธีกรรมคือการอากีเกาะฮ์ เป็นการรับขวัญทารกแรกเกิด ถ้าเป็นเพศชายผู้เป็นพ่อแม่จะต้องหาแพะเพศผู้อายุประมาณ 1-2 ปี จำนวน 2 ตัว มาเพื่อเชือดทำอาหารเลี้ยงผู้มาร่วมงานบุตร ถ้าเป็นทารกคลอดมาเป็นเพศหญิงต้องการแพะจำนวน 1 ตัว ส่วนอีกพิธีกรรมหนึ่งคือการกุรบ่าน มักจะทำหลังจากเสร็จสิ้นหลังจากการประกอบพิธีฮัจญ์ โดยการเชือดแพะจำนวน 1 ตัวต่อคน อย่างไรก็ตามเนื่องจากแพะมีชีวิตมีราคาแพง กล่าวคือสมมุติว่าผู้บริโภคต้องการแพะขนาดน้ำหนักประมาณ 25 กิโลกรัม สำหรับทำเมนูแกงใช้ในพิธีทางศาสนา เมื่อรวมค่าการจัดการและวัตถุดิบปรุงอาหารต่าง ๆ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ แล้วเฉลี่ยค่าใช้จ่ายเบ็ดเสร็จคิดเป็นเงินประมาณ 6,500 บาท ต่อแพะจำนวน 1 ตัว ดังนั้นชาวไทยมุสลิมจำนวนหนึ่งจึงมองหาแหล่งอาหารทางเลือกทดแทนการใช้แพะ เช่น การใช้แกะ หรือการใช้โคเนื้อโคพื้นเมือง เป็นต้น สำหรับการใช้แกะแทนก็จะเทียบเท่าการใช้แพะ คือจะใช้ในสัดส่วนแกะ จำนวน

1 ตัว เท่ากับแพะจำนวน 1 ตัว สำหรับการใช้เนื้อโคก็จะเทียบเท่าการใช้แพะจำนวน 7 ตัว คือจะใช้ในสัดส่วน โคเนื้อจำนวน 1 ตัว เท่ากับ แพะจำนวน 7 ตัว โดยประมาณ

จากการคำนวณปริมาณความต้องการแพะเนื้อเพศผู้ที่สมบูรณ์ของคนไทยมุสลิม (ตารางที่ 3) พบว่าในพิธีอากีเกาะฮ์ต้องการแพะทั้งประเทศเป็นจำนวน 68,433 ตัว เมื่อรวมกับพิธีกุรบ่าน คนไทยมุสลิมต้องการแพะเนื้อเป็นจำนวน 81,443 ตัว สำหรับค่าที่ได้จากการคำนวณลักษณะเดียวกัน สำหรับคนไทยมุสลิมในภาคใต้ พบว่าในพิธีอากีเกาะฮ์และพิธีกุรบ่าน มีค่าเท่ากับ 39,600 และ 47,121 ตัว ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม โควตาการอนุญาตให้ชาวไทยมุสลิมได้เดินทางไปประกอบพิธีฮัจจ์ในแต่ละปีอาจจะมีความไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับนโยบายของประเทศซาอุดิอาระเบีย ซึ่งจำนวนตัวเลขผู้ที่คาดว่าจะไปแสวงบุญประมาณ 1- 2 หมื่นคนต่อปี เฉพาะในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีประชากรที่เป็นคนไทยมุสลิมประมาณ 21,000 คน จึงมีความต้องการแพะเนื้อสำหรับสองพิธีกรรมดังกล่าวเป็นจำนวน 468 ตัวต่อปี หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 10.5 % ของปริมาณแพะทั้งหมดที่มีในจังหวัด

สำหรับประเด็นการบริโภคแพะเนื้อโดยเฉพาะคนมุสลิมในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีเป็นการบริโภคตามวาระสำคัญ และกิจกรรมพิเศษต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น การแก้บน การอะกิเกาะฮ์และการทำกุรบาน ส่วนมากก็นิยมแพะที่มีขนาดประมาณน้ำหนักที่ประมาณ 20-25 กิโลกรัม เนื่องจากราคาไม่สูงมากนัก การเชือดและชำแหละทำกันที่บ้านเจ้าของงานหรือจ้างให้คนอื่นทำให้หลังจากเชือดเสร็จก็เผาขน แปรสภาพเนื้อและทำอาหารแล้วเสร็จต่อเนื่องโดยไม่ได้ทำการบ่มซากแต่อย่างใด ด้านความสะอาดและหลักสุขอนามัยก็ยึดแนวของหลักศาสนาคือ ล้างชิ้นส่วนเนื้อให้น้ำสะอาดผ่านหลายรอบ ส่วนมากถ้าจ้างทำเมนูอาหารจะรวมค่าใช้จ่ายทุกอย่างแล้วพร้อมเสิร์ฟทันทีสำหรับแพะ 1 ตัว รวมราคาทุกอย่างจะตกประมาณ 6,500 บาท

1.2.3 ปริมาณความต้องการโปรตีนและพลังงานของแพะ

ความต้องการโภชนะของแพะ (nutrient requirement of goats) โดยเฉพาะที่สำคัญและกล่าวถึงกันมากที่สุดคือปริมาณความต้องการโปรตีนและพลังงาน ซึ่งที่ผ่านมามีความหลากหลายแตกต่างกันไปตามพื้นที่การเลี้ยงและมีคำแนะนำที่มีความเป็นไปได้สูงว่าในอีกพื้นที่หนึ่งดูจะไม่สามารถนำมาใช้ในอีกพื้นหนึ่งได้โดยตรง ตัวอย่างหนึ่งที่ชัดเจนและมีการอ้างอิงถึงเป็นประจำคือ NRC ของสหรัฐอเมริกา NRC (2007) ได้เน้นย้ำถึงความหลากหลาย ความแตกต่างกันในการเลี้ยงแพะ โดยได้แนะนำว่าระดับความต้องการพลังงานและโปรตีนสำหรับการเจริญเติบโตของแพะขึ้นกับวัตถุประสงค์การผลิต อาทิ การให้เนื้อหรือให้นม ปริมาณความต้องการโภชนะของแพะมีความสัมพันธ์กับสายพันธุ์ สภาพแวดล้อม ลักษณะอาหารและวิธีการคำนวณสูตรอาหาร (NRC, 1981; AFRC, 1998 และ Mandal *et al*., 2005) นอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อระดับความ

ต้องการโภชนะของแพะด้วย อาทิ น้ำหนักตัว อายุ การให้ผลผลิต และการจัดการการเลี้ยง เป็นต้น ความหลากหลายในเรื่องการเจริญเติบโตสำหรับประเทศไทย Pralomkarn *et al.* (1995) รายงานว่า การเจริญเติบโตต่อวันของแพะพื้นเมืองมีความแปรปรวนอยู่ในช่วง 20-100 กรัมต่อตัวต่อวัน Chobtang *et al.* (2009) รายงานว่าแพะพื้นเมืองต้องการโปรตีนจำนวน 0.49 กรัม ต่อกรัมน้ำหนักที่เพิ่มและนอกจากนั้นยังรายงานว่าในแพะพื้นเมืองมีความต้องการโปรตีนต่อตัวต่อวัน เท่ากับ 3.57 กรัมต่อน้ำหนักตัวบอดี้เวท (g/$BW^{0.75}$) เพื่อการดำรงชีพ ซึ่งค่าที่ได้สูงกว่าค่าที่ได้เท่ากับ 1.39 g/ $BW^{0.75}$ (Ferreira *et al.*, 2015)

ข้อมูลการวิจัยจากหลายแหล่งรายงานว่าสำหรับแพะเนื้อที่มีน้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม ถ้าต้องการเพิ่มการเจริญเติบโตขึ้นวันละ 100 กรัม จะต้องใช้อาหารโปรตีนเท่ากับ 68 กรัม (ICAR, 1998) 70 กรัม (Kearl, 1982) 76 กรัม (NRC, 1981) 83 กรัม (Chobtang *et al.,* 2009) และ 100 กรัม (Mandal *et al*. 2005) ข้อมูลดังกล่าวนี้ พบว่าส่วนมากจากทางประเทศเมืองหนาวซึ่งแน่นอนว่าไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงกับการเลี้ยงการผลิตในประเทศไทยได้เนื่องจากมีความแตกต่างกันทั้งด้านสายพันธุ์ ด้านการจัดการ รวมทั้งสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย การมีข้อมูลความต้องการโภชนะสำหรับแพะ (nutrient requirement for goats) โดยเฉพาะโปรตีนของแพะพันธุ์พื้นเมืองที่ปรับตัวอยู่ในท้องถิ่นมานาน ซึ่งกำลังได้รับความสนใจในระดับพื้นที่ดังกล่าวจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการศึกษาวิจัยร่วมกันทุกฝ่ายอย่างจริงจัง เป็นระบบ ตามหลักวิชาการ

ปริมาณความต้องการโปรตีนและพลังงานที่ย่อยได้ในแพะรุ่นเพื่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต แสดงในตารางที่ 4 ทั้งนี้โดย NRC (1981) ได้แนะนำว่าแพะรุ่นขนาดน้ำหนักตัวระหว่าง 10-50 กิโลกรัม ต้องการปริมาณโภชนะที่สามารถย่อยได้รวม (TDN) และโปรตีนเพื่อการดำรงชีพ อยู่ในช่วง 239-795 และ 33-110 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ส่วนแพะที่มีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 50, 100 และ 150 กรัม จะต้องการโภชนะย่อยได้รวมเพิ่มอีกวันละ 100, 200 และ 300 กรัมต่อวัน ตามลำดับ Souza *et al*. (2014) รายงานความต้องการพลังงานสุทธิ (NE) เพื่อการดำรงชีพในแพะรุ่น มีค่าเท่ากับ 52.6 Kcal/$BW^{0.75}$ g ต่อ Empty body weight (EBW) ซึ่งข้อสังเกตของผู้วิจัยเกี่ยวกับความต้องการพลังงานของแพะก็คล้ายกับค่าความต้องการโปรตีนเพื่อการดำรงชีพและการให้ผลผลิตกล่าวคือค่าที่แนะนำโดยทั้ง NRC (1981) และนักวิจัยจากต่างประเทศข้างต้นยังไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรงกับประเทศไทย ซึ่งแน่นอนว่าความจำเพาะของประเทศไทยที่มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น ความจำเพาะระดับภาคหรือแม้แต่เขตพื้นที่การเลี้ยงแพะในด้านต่าง ๆ จำเป็นต้องจัดทำค่าความต้องการโภชนะมาตรฐานขึ้น

ตารางที่ 4 ปริมาณความต้องการโปรตีนและพลังงานในแพะเพื่อการดำรงชีพ และการเจริญเติบโต

ปริมาณความต้องการโภชนะต่อวัน	โภชนะย่อยได้รวม (TDN) (กรัม)	พลังงานที่ย่อยได้ (ME Mcal/g)	โปรตีน (กรัม)
1. เพื่อการดำรงชีพ			
- น้ำหนักตัว 10 กิโลกรัม	239	1.05	33
- น้ำหนักตัว 20 กิโลกรัม	400	1.77	55
- น้ำหนักตัว 30 กิโลกรัม	543	2.38	74
- น้ำหนักตัว 40 กิโลกรัม	672	2.97	93
- น้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม	795	3.51	110
2. เพื่อการเจริญเติบโต			
- 50 กรัม/วัน	100	0.44	14
- 100 กรัม/วัน	200	0.88	28
- 150 กรัม/วัน	300	1.32	42

ที่มา : ดัดแปลงจาก NRC (1981)

1.2.4 การใช้ใบและทางปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในแพะ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineesis Jacq*) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 4 ของประเทศ โดยรัฐบาลได้กำหนดนโยบาย (road map) ที่จะขยายพื้นที่ปลูกปาล์มให้ได้ 10 ล้านไร่ ใน ปี พ.ศ. 2572 โดยจะปลูกเพิ่มปีละ 4 แสนไร่ ปัจจุบันพบว่าพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันหนาแน่นมากที่สุดในเขตจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร และจังหวัดในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนโดยให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2.90 ตันต่อไร่ (ธีระและคณะ, 2548) ทางปาล์มน้ำมัน (Oil palm fronds; OPF) คือส่วนของก้าน (petiole) และส่วนใบปาล์มน้ำมัน (oil palm leaflets; OPL) ประมาณ 71 และ 29 % ตามลำดับ โดยส่วนของใบปาล์มน้ำมัน นั้นประกอบด้วย ส่วนของแผ่นใบ (leave blade) กับแกนกลางใบ (rachis หรือ midrib) ถ้าไม่นับรวมช่วงที่มีการปลูกใหม่ (re-plantation) เฉพาะใบปาล์มน้ำมันที่ต้องตัดทิ้ง คิดเป็นน้ำหนักประมาณ 1.48 ล้านเมตริกตัน/ปี ซึ่งปริมาณทางใบปาล์มน้ำมันจำนวนมหาศาลดังกล่าว ส่วนใหญ่แล้วเจ้าของสวนมักจะทิ้งรวมไปพร้อมกับทางปาล์มน้ำมันเพื่อเป็นปุ๋ยในสวนปาล์ม

องค์ประกอบทางเคมีเฉพาะในส่วนใบปาล์มน้ำมันจากแหล่งต่าง ๆ (ตารางที่ 5) พบว่าค่าเฉลี่ยของโปรตีนประมาณ 11.9 % ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับ 6.3 % ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องการสำหรับการดำรงชีพ (maintenance) (Devendra, 1988) Dahlan et al. (1993) ได้ศึกษาการนำใบปาล์มน้ำมันอย่างเดียวมาเลี้ยงแพะเนื้อ พบว่าใบปาล์มน้ำมันสดให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ

311.4 kg ME/kg $W^{0.75}$ ในขณะที่ Nasir et al. (1997) พบว่าทางใบปาล์มหมักมีพลังงานไม่เพียงพอสำหรับการดำรงชีพของแพะรีดนม

Khamseekhiew *et al*. (2015a) ได้ศึกษาการใช้ใบปาล์มน้ำมันระดับ 50, 60 และ 70 % หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในแพะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียน จากผลการทดลองพบว่าที่ระดับ 70 % ของการใช้ใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักแพะมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (DM intake) มากกว่าอาหารทรีทเมนต์อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนพารามิเตอร์อื่น เช่น ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล ขับออกทางปัสสาวะและที่กักเก็บ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในรูเมน ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ในรูเมน และยูเรียเลือดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 5 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของใบปาล์มน้ำมันจากงานวิจัย

แหล่งอ้างอิง	กรัมต่อ100 กรัมวัตถุแห้ง								
	CP	Ash	EE	CF	Cell	ADF	Lig	Ca	P
Oshio *et al*. (1989)	14.8	-	3.2	-	16.6	-	27.6	-	-
Dahlan (1992)	12.7	7.2	4.0	20.3	-	-	-	0.45	0.11
Schrader (1994)	9.9	10.2	4.6	-	-	44.1	-	-	-
Sajem *et al.* (1996)	10.0	7.2	2.3	45.5	-	-	-	0.50	0.09
ค่าเฉลี่ย	11.9	9.18	4.0	30.2	16.6	44.1	27.6	0.48	0.10

CP= crude protein, EE= ether extract, CF= crude fibre, Cell= cellulose, ADF= acid detergent fibre, Lig= lignin, Ca= calcium, P= phosphorus, (g/1,000 g DM)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Oshio *et al*. (1989), Dahlan (1992), Schrader (1994), Sajem *et al.* (1996)

Khamseekhiew *et al*. (2015[b]) ได้ศึกษาการใช้ใบปาล์มน้ำมันหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักที่ระดับ 70 % ในอาหารหมักผสมสำเร็จทดลองในแพะพันธุ์ลูกผสมเพศผู้ 3 กลุ่ม คือ พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียน และพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองกับพันธุ์บอร์ จากการทดลองพบว่าลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองกับพันธุ์บอร์มีการเจริญเติบโตดีกว่าทุกทรีทเมนต์เท่ากับ 86.1 กรัมต่อตัวต่อวัน จากผลการทดลองดังกล่าวพอจะกล่าวได้ว่าใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักทางเลือกที่มีศักยภาพในการใช้เลี้ยงแพะเนื้อได้เป็นอย่างดี และแพะเนื้อสายเลือดพันธุ์พื้นเมืองกับพันธุ์บอร์ก็ให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าเมื่อใช้เลี้ยงด้วยอาหารสูตรข้างต้น Ishida and Abu Hassan (1992) ได้ศึกษาเปรียบเทียบนำเอาใบปาล์มน้ำมันสดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในอาหารผสมสำเร็จ พบว่าการจับตัวขึ้นรูปเป็นก้อนได้ดี นอกจากนั้นการศึกษาการใช้อาหารผสมสำเร็จ

ที่มีระดับโปรตีน 12.5 % เลี้ยงแพะเนื้อพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนค่าอาหารดีที่สุด (สมชายและคณะ, 2548)

สำหรับการนำใบปาล์มน้ำมัน (OPL) โดยเฉพาะเพื่อนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในแพะ มีรายงานการวิจัยค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นการใช้ทางปาล์มน้ำมัน (oil palm fronds; OPF) เป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากมีความสะดวกในการจัดการมากกว่า รูปแบบการให้ทางปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบก็สามารถได้หลายวิธี เช่น การนำมาแขวนให้แพะเลือกกินเฉพาะส่วนใบโดยตรง แต่การจัดหาจะต้องทำการตัดมาแขวนทุกวัน อาจจะเหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีแพะจำนวนไม่กี่ตัว มีสวนปาล์มน้ำมันเป็นของตนเองหรือมีแรงงานที่สามารถตัดและขนทางใบปาล์มน้ำมันได้ทุกวัน อีกวิธีหนึ่งคือการสับทางปาล์มน้ำมันให้กินสดหรือจัดเก็บใส่ถังพลาสติกขนาด 120 หรือ 200 ลิตร หมักไว้ให้แพะกิน เตรียมอาหารหมักทีละหลายถัง วิธีนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนิยมปฏิบัติกันทั่วไปในพื้นที่ภาคใต้อยู่แล้ว ส่วนการแยกเลือกเอาเฉพาะใบปาล์มน้ำมันจากก้านทางปาล์มน้ำมันแล้วนำมาให้แพะ ยังมีพบเห็นค่อนข้างน้อยเพราะการนำมาใช้ค่อนข้างมีขั้นตอนลำบากกว่าการนำมาใช้ทั้งทางใบปาล์มเหมือนวิธีการข้างต้น ส่วนต้นทุนในการผลิตใบปาล์มน้ำมันสับ ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองมาก่อนหน้านี้ แต่ไม่ได้เผยแพร่เป็นเอกสารทางการ กล่าวคือต้นทุนการผลิตทั้งหมดคิดจากราคาทางปาล์มน้ำมันรวมค่าขนส่งมาเป็นเงิน 1 บาทต่อกิโลกรัม ค่าเลาะตัดแยกใบปาล์มน้ำมันออกจากก้านรวมกับค่าจ้างสับคิดราคา 1 บาทต่อกิโลกรัม ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบดสับประมาณ 0.3 บาทต่อกิโลกรัม รวมต้นทุนการผลิตที่ทางผู้วิจัยคำนวณได้เฉลี่ย 2.3 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งราคาต้นทุนการผลิตใบปาล์มน้ำมันในแต่ละพื้นที่อาจจะแตกต่างกันไปบ้าง เช่น บางที่อาจจะไม่คิดค่าทางปาล์มน้ำมัน บางที่อาจจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าแทนเครื่องยนต์รถแทรกเตอร์ที่พ่วงต่อเครื่องสับ เป็นต้น

ฉลองและคณะ (2540) ได้กล่าวถึงการให้อาหารแบบแยกกันระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้น ว่าโดยทั่วไปมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะรูเมนเปลี่ยนแปลงขึ้น-ลงไปตามอาหารที่ให้ตลอดเวลา กล่าวคือถ้าให้อาหารข้น จะทำให้กระเพาะรูเมนมีสภาพเป็นกรดหรือระดับ pH ต่ำลง ส่งผลให้สัตว์แสดงอาการป่วยเนื่องจากมีกรดในกระเพาะสูง ในทางกลับกันถ้าสัตว์ได้รับอาหารหยาบจะทำให้กระเพาะรูเมนมีสภาพเป็นด่างหรือระดับ pH สูงขึ้น เนื่องจากการเคี้ยวเอื้องทำให้น้ำลายไหลกลับเข้ากระเพาะรูเมน ดังนั้นการให้อาหารหยาบและอาหารข้นพร้อม ๆ กันในรูปของอาหารผสมสำเร็จ (TMR) จึงเป็นวิธีการที่สามารถควบคุมระดับ pH ในกระเพาะรูเมนให้คงที่ ช่วยเพิ่มการหมักและการย่อยได้อาหารให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ดีกว่าการให้อาหารแยกกัน ดังนั้นค่า pH ในกระเพาะรูเมนจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องอย่างยิ่ง ซึ่งช่วง pH ที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 6.0-6.5 อาหารผสมสำเร็จเป็นการนำอาหารหยาบและอาหารข้นมาผสมกันให้เข้ากันดีในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อลดความฟ่ามของอาหาร ช่วยเพิ่มปริมาณการกินได้ ลดการเลือกกินอาหาร ส่งผลดีต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดยทั่วไปแล้ว

อาหารผสมสำเร็จ ควรมี ระดับพลังงานและโปรตีนครบตามความต้องการของสัตว์ คุณภาพอาหารหยาบและอาหารข้นต้องดี ขนาดอาหารต้องพอเหมาะเพื่อให้การย่อยได้ในกระเพาะรูเมนมีประสิทธิภาพและสามารถรักษาระดับ pH ในกระเพาะให้คงที่ได้การกระจายตัวของอาหารในส่วนผสมต้องสม่ำเสมอทั่วถึง และ สภาพอาหารต้องมีความน่ากิน ดังนั้นการให้อาหารผสมสำเร็จในรูปแบบนี้ จึงเป็นวิธีที่ง่ายต่อการจัดการให้อาหาร ประหยัดเวลา แรงงาน และเก็บได้นาน รวมทั้งสัตว์เองก็จะได้รับโภชนะที่มีสัดส่วนสม่ำเสมอครบถ้วนและตรงตามความต้องการ

แม้ว่าข้อมูลการพัฒนาการนำใช้ประโยชน์ทางปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่จากประเทศมาเลเซีย บ่งชี้ว่าสามารถใช้ในการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ Dahlan (1992) รายงานว่าทางปาล์มน้ำมันสด มีค่าความชื้น และค่าพลังงานสุทธิ (net energy) เท่ากับ 55.0 % และ 17.2 MJ/kg ตามลำดับ Islam (1999) รายงานองค์ประกอบทางเคมีของทางปาล์มน้ำมันในส่วนของ dry matter; DM, crude protein; CP, neutral detergent fibre; NDF, acid detergent fibre; ADF, ether extract; EE, cellulose, total digestible nutrient; TDN และ metabolisable energy; ME เท่ากับ 41.2, 6.5, 74.0, 52.9, 25.4, 21.1, 46.5 % และ 6.76 (MJ/kg) ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามก็พบว่า การใช้ทางปาล์มน้ำมันก็มีข้อจำกัดหลายประการ อย่างเช่น ในทางปาล์มน้ำมันสดมีความชื้นสูงกว่าและถึงแม้จะผ่านการแปรรูปก็อาจทำให้เกิดเชื้อรา เก็บรักษาได้ไม่นานและลดความน่ากินลง ทางปาล์มน้ำมันมีปริมาณโปรตีนต่ำคือประมาณ 4.0-7.0 % ทางปาล์มน้ำมันมีส่วนของลิกนินและซิลิกาสูง ซึ่งมีผลขัดขวางทำให้ประสิทธิภาพการหมักและการผลิตกรดไขมันที่ระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทางปาล์มน้ำมันมีส่วนก้าน (petiole) ที่แข็งอยู่ประมาณ 71.0 % แม้จะนำมาสับไม่ละเอียดเพียงพอ ให้ได้ขนาด 2-5 เซนติเมตร ก็ทำให้การย่อยได้ในกระเพาะรูเมนต่ำหรืออาจเป็นอันตรายต่อกระเพาะรูเมนและลำไส้ของแพะ หรือสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กอื่น ๆ ได้ เป็นต้น ในประเทศมาเลเซียได้นำทางปาล์มน้ำมันไปผลิตในรูปอัดเม็ด (pellet) ในรูปทรงและขนาดต่าง ๆ กันเพื่อใช้ในประเทศและการส่งออกไปจำหน่ายที่ประเทศญี่ปุ่น แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ใบปาล์มน้ำมัน (OPL) เป็นแหล่งอาหารแหล่งอาหารหยาบสำเร็จหมักมีข้อมูลน้อยมาก ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำใบปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในอาหารผสมสำเร็จหมัก ในการประเมินค่าความต้องการโภชนะโดยเฉพาะโปรตีนว่าจะส่งผลกระทบเชิงบวกหรือเชิงลบต่อการดำรงชีพและการเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตในแพะพันธุ์พื้นเมืองไทยที่เลี้ยงกันทั่วไปหรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาความต้องการโปรตีนสำหรับดำรงชีพและการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมืองที่ได้รับใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก

2) เพื่อนำมาเป็นแนวทางการใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นอาหารหยาบหลักที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาผลของระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน เพื่อประเมินความต้องการโปรตีนสำหรับการดำรงชีพและการให้ผลผลิต ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน

การทดลองศึกษาระดับโปรตีนในสูตรอาหารสำเร็จที่ใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักต่อศักยภาพการผลิตของแพะพื้นเมือง ใช้แพะพื้นเมืองเพศผู้อายุประมาณ 8-10 เดือน น้ำหนักประมาณ 15.02 ± 1.5 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว ตามแผนการทดลองแบบ CRD ใช้ระดับโปรตีนต่ำที่ 9 % ในสูตรอาหาร การให้โปรตีนระดับต่ำที่ระดับนี้แพะพื้นเมืองจะยังสามารถรักษาประสิทธิภาพการผลิต อย่างเช่น น้ำหนักตัวได้หรือไม่

ในการศึกษาค่าความต้องการโภชนะของแพะสำหรับประเทศไทยที่เป็นข้อมูลเชิงวิชาการที่สามารถอ้างอิงได้ถูกต้องครบถ้วนตามหลักวิชาการ เช่น ค่าความต้องการโภชนะแยกตามสายพันธุ์ ตามระยะการให้ผลผลิตและตามรายพื้นที่ยังไม่มีการศึกษาวิจัย ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาค่าความต้องการโภชนะของโคเนื้อของประเทศ ซึ่ง ณ ปัจจุบันมีฐานข้อมูลที่เป็นมาตรฐานสามารถสืบค้นได้จาก WTSR (2010) ซึ่งข้อมูลจากรายงานดังกล่าวสามารถใช้เพื่อประเมินค่าการกินได้ ค่าการย่อยได้ สมการประเมินค่าความต้องการโภชนะ ความต้องการพลังงานและโภชนะต่าง ๆ ของโคเนื้อไว้ค่อนข้างครบถ้วนสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม ในขณะที่การวิจัยและพัฒนาค่าความต้องการโภชนะในแพะเนื้อพันธุ์พื้นเมืองในระดับประเทศยังขาดความครบถ้วนสมบูรณ์ ข้อมูลกระจัดกระจายอยู่ตามหน่วยงานราชการและสถานีวิจัย การจัดเก็บรวบรวมยังไม่เป็นระบบเป็นเอกภาพมาตรฐานเดียวกัน การขาดข้อมูลวิชาการด้านความต้องการโภชนะของแพะดังกล่าวนี้นับจึงเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาการผลิต ลดทอนระบบการจัดการการให้อาหารอย่างมืออาชีพให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ณ ปัจจุบัน พบว่าข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการโภชนะแพะ ส่วนมากมักจะอ้างอิงมาจากทางยุโรปและอเมริกาซึ่งแน่นอนย่อมแตกต่างกันกับความเป็นจริงในบริบทของประเทศไทยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ รวมทั้งความแตกต่างกันด้านสายพันธุ์แพะ ด้านสภาพแวดล้อม ด้านการจัดการและด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีในประเทศกับต่างประเทศยิ่งทำให้การเชื่อมโยงประยุกต์ใช้ระดับความ

ต้องการโภชนะโดยเฉพาะค่าโปรตีนและพลังงานย่อมแตกต่างอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ การวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างค่าความต้องการโภชนะใหม่สำหรับแพะจำแนกตามสายพันธุ์และระยะการให้ผลผลิตอย่างชัดเจนจำเพาะในแต่ละพื้นที่จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของแพะได้อย่างเต็มศักยภาพ

นอกจากนี้การวิจัยในครั้งนี้มีแนวคิดว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ในพื้นที่ภาคใต้โดยเฉพาะใบปาล์มน้ำมัน (OPL) ซึ่งมีอยู่อย่างมากมาย มีราคาถูก ถ้าสามารถวิจัยและพัฒนาให้เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักควบคู่กับการพัฒนาระบบการให้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพตลอดจนมีข้อมูลความต้องการโภชนะที่ถูกต้อง ผู้วิจัยเชื่อว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการผลิต การจัดการและการตลาดแพะอย่างครบวงจรและที่สำคัญเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะสามารถวางแผนการผลิตได้อย่างมั่นคง ยั่งยืนต่อไป

บทที่ 2
วิธีการดำเนินการทดลอง

2.1 กรอบการศึกษาวิจัย

กรอบการวิจัยโดยนำใบปาล์มน้ำมันมาบด ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในอาหารผสมสำเร็จ (total mixed ration; TMR) ในแพะพันธุ์พื้นเมืองไทยเพศผู้

การทดลองศึกษาหาระดับของโปรตีนในสูตรอาหารทีเอ็มอาร์ที่ใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักต่อการกินได้อย่างอิสระ การย่อยได้ และกระบวนการหมักของกระเพาะรูเมนในแพะขุน โดยใช้แพะเนื้อพันธุ์พื้นเมือง จำนวน 16 ตัว ที่ได้รับสูตรอาหารผสมสำเร็จ 4 ทรีทเมนต์ ตามการทดลองแบบ (Completely Randomized Design; CRD) มีพารามิเตอร์ที่วัดดังนี้คือ การกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake; VFI) ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน (pH) ค่าความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยง่าย (volatile fatty acids; VFAs) ค่าความเข้มข้นของยูเรียในกระแสเลือด (blood urea nitrogen; BUN) ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ และต้นทุนการผลิต

2.2 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

การเตรียมอาหารทดลองใช้โรงผสมอาหาร และการทดลองใช้ฟาร์มทดลองของวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สำหรับสถานที่วิเคราะห์ทางเคมีต่าง ๆ ใช้ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง ของวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เป็นหลัก ซึ่งมีความพร้อมทางด้านสารเคมี เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ส่วนการวิเคราะห์บางอย่างที่ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ ได้ติดต่อขอความร่วมมือหน่วยงานภายนอกอื่นช่วยเหลือวิเคราะห์

2.3 สัตว์ทดลอง

ใช้แพะเพศผู้พันธุ์พื้นเมืองอายุประมาณ 8-10 เดือน น้ำหนักประมาณ 15.02 ± 1.5 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว โดยคัดตัวที่มีความสม่ำเสมอกัน สุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง มีน้ำหนักและอายุใกล้เคียงกัน โดยก่อนจะนำแพะเข้าทดลอง ทำการกำจัดพยาธิภายนอกและพยาธิภายในด้วยยาไอเวอร์เมกติน อัตรา 2 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแพะ 50 กิโลกรัม ฉีดวิตามินเอดีอี (AD_3E) อัตรา 2 มิลลิกรัมต่อตัว ให้วัคซีนป้องกันโรคติดต่อที่สำคัญ เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวม แพะทุกตัวได้รับน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนแบบแขวนให้เลียกินได้ตลอดเวลา ให้หญ้าแห้งกินแบบเต็มที่ และใบปาล์มน้ำมันสดแขวนให้เฉพาะในตอนบ่ายทุกวันเพื่อให้แพะได้คุ้นเคยกับใบปาล์มน้ำมัน ให้อาหาร

ข้นประมาณ 2 % ของน้ำหนักตัว เพื่อให้สัตว์มีสภาพใกล้เคียงกันมากที่สุด แยกแพะทดลองขังเดี่ยวในคอกขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 1.5 เมตร และสูง 1.2 เมตร ประมาณ 1 เดือน เพื่อให้สัตว์สามารถปรับตัวสภาพแวดล้อม ก่อนจะทำการทดลอง

2.4 อาหารทดลอง

สูตรอาหารทดลองเพื่อนำมาทำเป็นอาหารผสมสำเร็จใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก สัดส่วนวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหารและส่วนประกอบทางเคมี แสดงในตารางที่ 6 โดยตัดทางปาล์มน้ำมันจากต้นปาล์มน้ำที่มีอายุประมาณ 10 ปี แล้วแยกเอาเฉพาะส่วนใบปาล์มน้ำมัน การตัดใบปาล์มน้ำมันจะตัดตามรอบการเก็บทลายปาล์ม ซึ่งปกติชาวสวนปาล์มจะตัดใบที่อยู่ล่างสุดอยู่แล้วประมาณทุก ๆ 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นก็นำไปสับด้วยเครื่องสับอาหารหยาบให้มีขนาดเล็กจนละเอียดขนาด 3-5 มิลลิเมตร แล้วนำมาผสมร่วมกับวัตถุดิบอาหารต่าง ๆ เพื่อทำเป็นอาหารผสมสำเร็จสูตรต่าง ๆ หลังจากนั้นนำอาหารที่ได้ไปบรรจุใส่ถังพลาสติกขนาด 120 ลิตร ปิดฝาให้มิดชิด เก็บไว้เพื่อใช้ในการทดลอง ซึ่งในการเตรียมอาหารทดลองจะเตรียมทุก ๆ สามสัปดาห์ วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่จะนำมาประกอบในอาหารผสมสำเร็จได้แก่ กากเนื้อในปาล์มน้ำมัน กากถั่วเหลือง มันเส้น กากแป้งมัน ขี้เค้ก ยูเรีย กากน้ำตาล พรีมิกซ์ เกลือ ไดแคลเซียมฟอสเฟต แร่ธาตุก้อน หาซื้อจากร้านค้าในท้องถิ่น โดยคำนวณให้พลังงานใช้ประโยชน์ได้มีค่าเท่ากัน (Kearl, 1982)

2.5 การวางแผนการทดลอง

จัดแผนการทดลองแบบ Completely Ramdomized Design (CRD) โดยให้อาหารที่แตกต่างกัน 4 สูตรตามตารางที่ 7 ข้างต้น เป็นปัจจัยการทดลอง คือมีระดับของโปรตีน ในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน โดยใช้แพะทั้งหมด 16 ตัว ซ้ำละ 4 ตัวต่อกลุ่ม

T1 มีระดับโปรตีน 9.0 % และพลังงานเท่ากับ 7.25 Kcal ME/g
T2 มีระดับโปรตีน 12.0 % และพลังงานเท่ากับ 7.25 Kcal ME/g
T3 มีระดับโปรตีน 15.0 % และพลังงานเท่ากับ 7.25 Kcal ME/g
T4 มีระดับโปรตีน 18.0 % และพลังงานเท่ากับ 7.25 Kcal ME/g

ตารางที่ 6 สัดส่วนวัตถุดิบที่ใช้ประกอบอาหารผสมสำเร็จ (% DM basis)

วัตถุดิบอาหาร	อาหารทรีทเมนต์			
	T1	T2	T3	T4
ใบปาล์มน้ำมัน (oil palm leaflets)	55	55	55	55
กากเนื้อในปาล์มน้ำมัน (PKC)	1.0	5.0	7.0	8.5
กากถั่วเหลือง (SBM)	2.2	6.9	11.6	16.0
มันเส้น (cassava chip)	25.0	18.0	13.0	8.8
ขี้เค้ก (decanter cake)	2.0	2.0	2.0	2.0
ยูเรีย (urea)	0.0	0.3	0.6	0.9
กากน้ำตาล (Molases)	14.0	12.0	10.0	8.0
ฟรีมิกซ์	0.4	0.4	0.4	0.4
เกลือ	0.2	0.2	0.2	0.2
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.2	0.2	0.2	0.2
รวม	100	100	100	100
โปรตีน (ค่าโดยประมาณ)	9.0	12.0	15.0	18.0
พลังงาน (ค่าโดยประมาณ)	7.25	7.25	7.25	7.25

หมายเหตุ : อาจมีการปรับเปลี่ยนสูตรอาหารผสมสำเร็จบ้างตามความเหมาะสม

2.6 การทดลองและการเก็บข้อมูล

การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้ คือ ระยะปรับตัว (adaptation period) ใช้ระยะเวลา 14 วัน และ ระยะทดลอง (experimental period) ใช้ระยะเวลา 166 วัน รวมเวลาทั้งสิ้น 180 วัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.6.1) ระยะปรับตัว (วันที่ 1 -14) แพะแต่ละตัวจะถูกสุ่มจัดลงในการทดลองแบบ RCD ที่ปัจจัยอาหารผสมสำเร็จ 1 ทรีตเมนท์ โดยขังไว้ในคอกเดี่ยว ชั่งน้ำหนักแพะทุกตัวก่อนเริ่มการทดลอง ให้แพะได้รับอาหารผสมสำเร็จตามทรีตเมนท์แบบเต็มที่ (*ad libitum*) วันละ 2 เวลา คือช่วงเช้าเวลา 08.00 น และช่วงบ่ายเวลา 15.30 น แพะทุกตัวได้รับน้ำสะอาดตลอดเวลา ซึ่งในระยะปรับตัว ให้แพะกินอาหารใหม่ผสมอาหารเก่า โดยผสมในระดับ 25:25, 50:50, 25:75 และ 100 % เพื่อให้ระบบนิเวศในรูเมนปรับตัว

2.6.2) ระยะทดลอง (วันที่ 15-104) หลังจากผ่านระยะปรับตัว แพะที่ขังไว้ในคอกเดี่ยวทุกตัวได้รับอาหารผสมสำเร็จแบบเต็มที่ แบ่งให้อาหารวันละ 2 เวลา คือช่วงเช้าเวลา 08.00 น และช่วงบ่ายเวลา 15.30 น ต่อเนื่องปกติเหมือนในระยะปรับตัว ซึ่งประมาณอาหารที่ให้กินทั้งหมดคิด

เฉลี่ยต่อตัวตลอดการทดลองจะแยกใส่ในถังพลาสติกขนาด 120 ลิตร ปิดให้สนิทแล้วทำเครื่องหมายเลขถัง 1 ถึง 16 ตามจำนวนแพะที่ทดลองเป็นรายตัว ทั้งนี้เพื่อจะได้รู้น้ำหนักอาหารที่แพะกินทั้งหมดต่อตัวตลอดระยะเวลา 166 วันอย่างแท้จริง ในขณะเดียวกันของช่วงเวลานี้จะทำการสุ่มเก็บข้อมูล (collection period) อีก 3 ครั้ง ๆ ละ 7 วัน โดยแบ่งเก็บข้อมูลดังนี้ คือ

ครั้งที่ 1 (วันที่ 49-56)

ครั้งที่ 2 (วันที่ 104-111)

และครั้งที่ 3 (วันที่ 159-166) โดยเก็บข้อมูลเหมือนกันดังนี้

2.6.2.1) ทำการชั่งอาหารที่ให้ (given feed) ทุกเช้าและชั่งอาหารที่เหลือ (refusal feed) ในช่วงเย็น และในช่วงเช้าและเย็นก็ทำการชั่งอาหารที่ให้และชั่งอาหารที่เหลือในวันถัดไปทุกวันตลอด 7 วัน ทำการจดบันทึกอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทุกครั้ง สุ่มเก็บอาหารทดลองประมาณ 100 กรัม ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงหรือจนแห้งสนิท นำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยวัตถุแห้ง เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณการกินได้อย่างอิสระในแต่ละวัน นำตัวอย่างอาหารไปบดผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจะเก็บตัวอย่างอาหารที่บดแล้วใส่ขวดพลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตรเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

2.6.2.2) การเก็บมูลและปัสสาวะในการทดลอง จะทำตะแกรงไนลอนใต้คอก และทำแผ่นพลาสติกรองอีกชั้นใต้แผ่นตะแกรง ใต้คอกแพะแต่ละตัว ทำการชั่งน้ำหนักมูลแพะแต่ละตัวโดยทำการจดบันทึกน้ำหนักมูลสดทุกครั้งและสุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยวัตถุแห้งในแต่ละวัน เพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

2.6.2.3) ทำการสุ่มเก็บมูลแพะสดทุกตัว ตัวละประมาณ 100 กรัม ชั่งน้ำหนักแล้วนำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงเพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยวัตถุแห้ง ก่อนใส่ถุงพลาสติกมัดปลายถุงให้แน่น แล้วนำไปเก็บในอุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บจนครบ 4 วัน นำไปรวมกับตัวอย่างมูลของวันที่ 2, 3 และ 4 จากสัตว์แต่ละตัวมาเทผสมรวมกันแต่แยกเป็นรายตัวให้เข้ากันดี แล้วสุ่มไว้ให้เหลือประมาณ 100 กรัม เก็บใส่ถุงพลาสติกมัดปลายถุงให้แน่น นำตัวอย่างมูลแห้งไปบดผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร เก็บตัวอย่างมูลแห้งบดใส่ขวดพลาสติกขนาด 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปเก็บในตู้เย็นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาโปรตีนหยาบต่อไป

2.6.2.4) ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนักปริมาตรปัสสาวะแพะแต่ละตัวทั้งหมด ในถังรองพลาสติกขนาด 5 ลิตร ที่มีกรดซัลฟูริกเข้มข้น (1M H_2SO_4) บรรจุอยู่เพื่อตรึงไนโตรเจนไม่ให้ระเหย ทุกเช้าตลอด 4 วัน สุ่มเก็บไว้ประมาณ 10 % ในแต่ละวัน เพื่อนำไปรวมกับวันที่ 2, 3 และ 4 แล้วสุ่มเก็บไว้ประมาณ 5 % นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาทีนาน 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนที่ใสด้านบน (supernatant) บรรจุใส่ขวดพลาสติกปิดให้แน่น แล้วนำไปเก็บในตู้แช่อุณหภูมิ ลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะต่อไป

2.6.2.5) ในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงเวลาทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน ที่เวลา 0, 2 และ 4 ชม หลังจากการให้อาหารในตอนเช้า เพื่อวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ทันทีด้วย pH มิเตอร์ โดยใช้สายยางที่ต่อท่อกับเครื่องดูดสุญญากาศ (vacuum pump) และสุ่มเก็บของเหลวจากกระเพาะ (rumen fluid) ประมาณ 100 มิลลิลิตร

สุ่มเก็บประมาณ 40 มิลลิลิตร เติม 1M H_2SO_4 (อัตรา 1 ต่อของเหลวรูเมน 40 ส่วน) เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 15 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนที่ใสด้วนบน (supernatant) เหลือประมาณ 20-35 มิลลิลิตร นำไปเก็บในตู้แช่ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเพื่อนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-N) โดยวิธีการกลั่น (Bremner and Keeney, 1965) โดยใช้เครื่อง Kjeltech Auto และของเหลวอีกส่วนหนึ่ง นำไปวิเคราะห์หากรดไขมันที่ระเหย (volatile fatty acids, TVFA) ได้แก่ กรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทีริก ด้วยเครื่อง GC

2.6.2.6) ทำการเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่ (jugular vein) ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่เคลือบแฮพพารีน (heparinized) เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดแข็งตัว หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาทีนาน 10 นาที เก็บเอาเฉพาะส่วนที่เป็นพลาสมา (plasma) เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรียในกระแสเลือด (BUN)

2.6.2.7) ชั่งน้ำหนักของแพะทุกตัวทุก ๆ 2 สัปดาห์ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว เพื่อคำนวณหาค่า ADG, FCR และต้นทุนการผลิต โดยคิดต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักแพะที่เพิ่มขึ้น และคิดกำไรที่ได้รับจากการเลี้ยงในสูตรอาหารทดลองต่อไป

2.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการคำนวณ

นำตัวอย่างอาหารและมูลที่เก็บไว้ มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 48 ชม หลังจากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 0.5 ม.ม. แล้วใส่ในขวดพลาสติกเก็บไว้ในตู้เย็น เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (chemical composition) การหาปริมาณวัตถุแห้ง เถ้า และไนโตรเจนตามวิธี Kjeldahl Method (AOAC, 1995) หาพลังงานโดยใช้บอมบ์คาลอริมิเตอร์ การวิเคราะห์หาเยื่อใย (neutral detergent fibre; NDF, acid detergent fibre; ADF, acid detergent lignin; ADL) ตามวิธีการของ Van Soest *et al.* (1991) คำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ การศึกษาการย่อยได้รวมในแพะจากการสุ่มมูล (feces sampling) ตามวิธีการของ Schnieder and Flatt (1975) ตามสมการดังนี้ (1) การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (%) = 100 - [100 x (น้ำหนักมูลปรับแห้ง)/(น้ำหนักของอาหารที่กินปรับแห้ง)] (2) การย่อยได้ของโภชนะ (%) = 100-[100 x (% โภชนะในมูล x น้ำหนักมูลปรับแห้ง)/(% โภชนะในอาหารxน้ำหนักของอาหารที่กินปรับ

แห้ง)] การฆ่าและการชำแหละตามวิธีการของ วินัย (2528) วิเคราะห์ความเข้มข้นของยูเรียในกระแสเลือดตามวิธีของ Crocker (1967)

2.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ประเมินพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy; ME) ของอาหารแต่ละกลุ่มการทดลองตามสมการ ME = 0.82 × DE (digestible energy) ตาม NRC (1996) ผลของการเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารทดลองวิเคราะห์ด้วย Orthogonal Polynomial วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test (Steel and Torrie, 1980) ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติใช้โปรแกรม SPSS

บทที่ 3
ผลการทดลอง

3.1 องค์ประกอบทางเคมี

ตารางที่ 7 สัดของของวัตถุดิบ (% DM) และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมสำเร็จในแต่ละสูตร

Parameters	Protein level (%)			
	9.0	12.0	15.0	18.0
Oil palm leaflets	55.0	55.0	55.0	55.0
Palm kernel cake	4.0	4.0	9.0	5.4
Soybean meal	6.0	13.4	18.2	24.8
Cassava chip	20.8	16.8	5.0	5.0
Corn	0.0	0.0	5.0	5.0
Molasses	13.2	10.0	7.0	4.0
Premix	0.4	0.4	0.4	0.4
Salt	0.2	0.2	0.2	0.2
Di-calcium phosphate	0.2	0.2	0.2	0.2
Total	100	100	100	100
Price (Baht/kg on DM basis)	6.81	7.49	7.73	8.14
	Chemical composition (%)			
	OPL	T1	T2	T3	T4
Dry matter	51.92	86.7	87.6	88.2	88.8
Crude protein (analysis)	11.33	9.04	12.21	15.34	17.60
Ash	7.19	5.21	5.31	5.62	5.29
Ether extract	1.2	2.42	2.92	3.01	3.29
Energy (ME MJ/kg DM)	4.9	8.42	8.88	8.64	8.77
Neutral detergent fiber	78.7	45.4	46.7	46.8	48.2
Acid detergent fiber	55.6	30.8	31.6	30.6	32.4
Acid detergent lignin	18.68	11.6	12.3	14.2	13.7
Hemicelluloses	23.1	14.6	12.1	16.2	15.8
Celluloses	36.92	19.2	19.3	16.4	18.7
Calcium	0.55	0.75	0.74	0.72	0.71

ตารางที่ 7 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองตามทรีทเมนต์ที่มีใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักที่ปรับค่าระดับโปรตีน ตั้งแต่ 9 ถึง 18 % มีต้นทุนอาหาร ระหว่าง 6.81 ถึง 8.14 บาทต่อกิโลกรัม (ตามน้ำหนักมวลแห้ง) และมีค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ระหว่าง 8.42 ถึง 8.88 ME MJ/kg DM

ระดับไขมัน พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มในสูตรอาหารทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกากถั่วเหลืองซึ่งใช้เป็นส่วนผสมหลักเพื่อเพิ่มระดับโปรตีนหยาบในสูตรอาหารเป็นแหล่งให้ไขมันในสูตรอาหาร ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว กากถั่วเหลืองก็มีระดับไขมันอยู่ในระดับที่สูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นที่นำมาใช้ในการประกอบเป็นสูตรอาหารทดลองในครั้งนี้

3.2 ปริมาณการกินได้และย่อยได้

ตารางที่ 8 ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะ

Characteristic	Dietary protein level (%)				SEM
	9.0	12.0	15.0	18.0	
Dry matter					
Total intake (g/d)	612.63[a]	692.97[b]	706.94[b]	697.37[b]	3.56
Total intake (% BW)	3.91	4.42	4.20	4.09	2.01
Digestibility (%)	68.88	63.29	64.82	63.54	1.44
Crude protein					
Total intake (g/d)	60.62[a]	78.06[b]	128.07[c]	121.20[c]	1.14
Total intake (% BW)	0.39[a]	0.50[b]	0.76[c]	0.71[c]	1.67
Digestibility (%)	76.14	77.65	80.94	77.26	2.02
OM intake (g/d)	580.71	656.17	667.21	660.48	1.56
NDF intake (g/d)	278.13	323.61	330.85	336.13	1.77
ADF intake (g/d)	188.69	218.98	216.32	225.95	1.01

a b c, แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$).

SEM : standard error of the mean.

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake) ของโภชนะ (DM, CP และ OM) ค่าการกินได้ต่อน้ำหนักเมทาบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$) และการย่อยได้ (digestibility) ของวัตถุมวลแห้งและโปรตีนของแพะทดลองที่ได้รับอาหารทีเอ็มอาร์ที่แตกต่างกัน

โดยพบว่า ปริมาณการกินอิสระ (DM intake) ของแพะทดลองกลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับ 9 % (T1) มีการกินได้ต่ำสุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ปริมาณการกินได้ของโปรตีน (CP intake) ในอาหารมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มมากขึ้นในสูตรอาหาร T1 ไปหาสูตร T4 (จาก 60.62 ถึง 121.20 กรัมต่อตัวต่อวัน) ปริมาณการกินได้ของเยื่อใยทั้ง NDF และ ADF มีค่ามากที่สุดในอาหารทดลองที่เสริมโปรตีน ที่ระดับ 18 % ส่วนค่าเฉลี่ยการย่อยได้ (digestibility) ของ DM และ CP ของอาหารแพะทดลองตลอดระยะเวลา 180 วัน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 65.13 และ 81.49 % ตามลำดับ

3.3 การใช้ประโยชน์ไนโตรเจน

การใช้ประโยชน์ไนโตรเจน (N utilization) ค่าการกินได้ต่อน้ำหนักเมทาบอลิก ($g/kgBW^{0.75}$) ในแพะเนื้อพันธุ์พื้นเมืองที่ได้รับอาหารทรีทเมนต์ที่มีระดับใบปาล์มน้ำมันเป็นอาหารหยาบหลัก ในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่แตกต่างกันแสดงในตารางที่ 9 จากการศึกษา พบว่าปริมาณไนโตรเจนในอาหารทดลองและไนโตรเจนที่แพะทดลองได้รับที่มีโปรตีนระดับสูง (15 และ 18 %) มีค่ามากกว่ากลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำ (9 และ 12 %) ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ค่าปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (fecal N) ในแพะเนื้อพื้นเมือง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเพิ่มตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มจาก 1.34 เป็น 4.41 กรัมต่อวัน ค่าปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (กรัมต่อวัน) ทางปัสสาวะ (urinary N) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่ามากที่สุดในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารทรีทเมนต์ที่มีโปรตีนที่ระดับ 15 % (T4) และมีค่าน้อยที่สุดในกลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารระดับโปรตีน 9 % (T1)

ระดับของไนโตรเจนที่ดูดซึม (N absorbed) พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($p<0.001$) ซึ่ง มีค่ามากที่สุดในแพะทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีนระดับ 15 % (T3) รองลงมา ได้แก่ 14.98 (T4), 9.70 (T2) และ 8.35 % (T1) ตามลำดับ ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนที่เก็บในร่างกาย (N retention) มีทิศทางที่คล้ายกันกับปริมาณโปรตีนที่ได้รับกล่าวคือเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่ามากที่สุดในสัตว์ทดลองกลุ่ม (T3) และน้อยที่สุดในกลุ่ม T1 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อการใช้ประโยชน์ไนโตรเจน

Characteristic	Dietary protein level (%)				SEM
	9.0	12.0	15.0	18.0	
N intake (g/d)	9.69[a]	12.49[b]	20.49[c]	19.39[c]	1.67
g BW $^{0.75}$	5.49[a]	6.64[a]	9.63[b]	9.24[b]	1.44
N excretion					
Faecal N (g/d)	1.34[a]	2.79[b]	3.09[b]	4.41[c]	2.11
g/kgBW $^{0.75}$	1.25[a]	2.16[b]	2.33[b]	3.04[c]	2.31
% of N intake	13.86[a]	22.35[b]	15.06[c]	22.74[b]	2.07
Urinary N (g/d)	5.75[a]	4.82[a]	8.81[b]	7.81[b]	3.47
g/kg BW $^{0.75}$	3.71[a]	3.25[a]	5.11[b]	4.67[b]	3.66
% of N intake	59.24	38.54	43.00	40.28	3.14
N absorbed (g/d)	8.35[a]	9.70a	17.40[b]	14.98[c]	2.19
g/kgBW $^{0.75}$	4.94[a]	5.55[a]	8.52[b]	7.61[c]	2.61
N retention (g/d)	2.61[a]	4.89[b]	8.59[c]	7.17[c]	1.61
g/kgBW $^{0.75}$	2.05[a]	3.28[b]	5.02[c]	4.38b[c]	1.79
N retention/N absorbed (%)	31.23	50.36	49.37	47.87	

a b c, แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$).

SEM : standard error of the mean.

3.4 การหมักในกระเพาะรูเมน

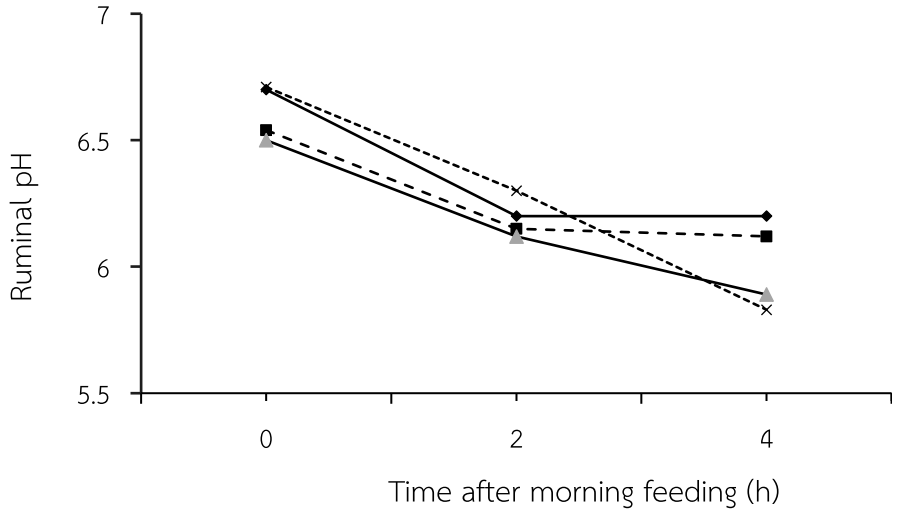
ค่าความเป็นกรด-ด่างในรูเมน (ruminal pH) ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในรูเมน (NH_3N) ยูเรียในเลือด (BUN) และกรดไขมันระเหยง่าย (VFA) และสัดส่วนกรดไขมันระเหยง่ายของแพะเนื้อพันธุ์พื้นเมืองที่ได้รับอาหารทีเอ็มอาร์หมักที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 180 วัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10 จากการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนของแพะทดลอง หลังการให้อาหารเช้าตามทรีทเมนต์ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลวในรูเมน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง ในรูเมนมีค่าสูง เฉลี่ย 6.60 ในตอนเช้า และค่าดังกล่าวลดลงหลังจากให้อาหารเช้าแล้ว 4 ชั่วโมง เฉลี่ย 6.00 ดังแสดงในภาพที่ 1

ตารางที่ 10 ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อการหมักในกระเพาะรูเมน

Parameter	Dietary protein level (%)				SEM
	9.0	12.0	15.0	18.0	
Ruminal pH (h after feeding)					
0	6.66	6.54	6.50	6.71	0.12
2	6.19	6.15	6.12	6.30	0.11
4	6.23	6.12	5.89	5.83	0.08
NH_3-N (mg/L)	138.5^{a}	139.5^{a}	142.3^{ab}	145.0^{b}	0.13
BUN (mmol/L)	2.77^{a}	6.25^{b}	8.21^{c}	10.59^{c}	1.23
Total VFA (mmol/L)	71.76^{a}	78.91^{b}	84.45^{c}	96.15^{d}	1.51
VFA ration (mol/100 mol)					
Acetate	66.09^{a}	68.43^{ab}	69.38^{b}	70.22^{b}	0.61
Propionate	17.66	17.46	15.58	15.3	0.86
Butyrate	12.49	10.46	11.33	10.82	0.99
Isobutyrate	0.41	0.51	0.40	0.61	0.28
Valerate	2.13	2.03	2.32	2.13	0.66
Isovalerate	1.23	1.11	0.98	0.90	0.78
Acetate/propionate	3.74	3.92	4.45	4.59	

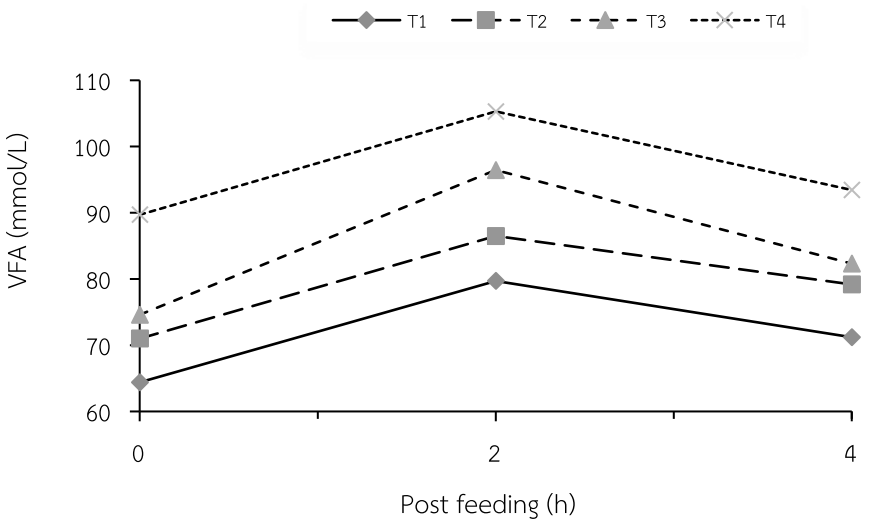
a b c, แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$).

SEM is standard error of the mean.



ภาพที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนหลังได้รับอาหารผสมสำเร็จในช่วงเวลาต่าง ๆ TMRs (T1 = ♦, T2 = ■, T3 = ▲ and T4 = x)

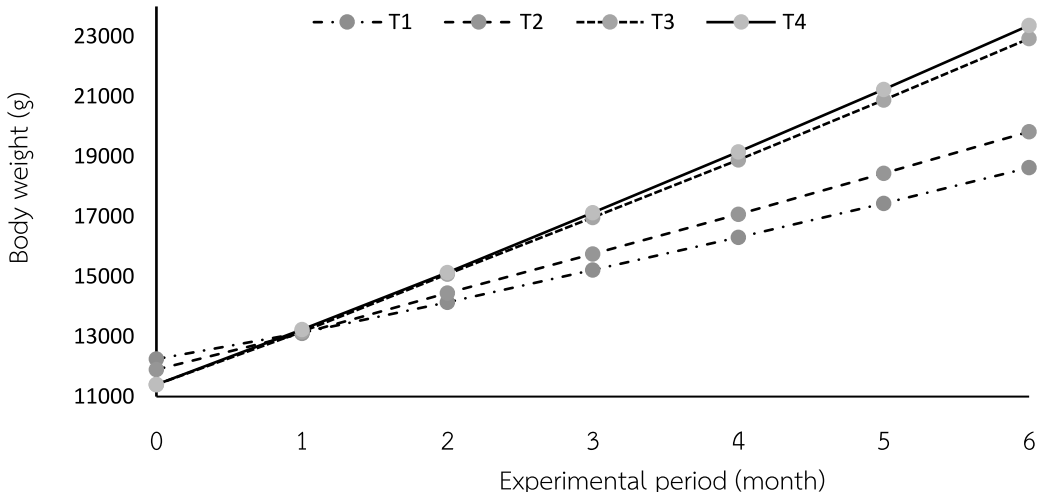
ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในรูเมน (NH_3N) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยแพะทดลองที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับสูง 18 % (T4) มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 145 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนั้นค่าเฉลี่ยของแอมโมเนียไนโตรเจนในอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์ มีทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 2 กล่าวคือมีการเพิ่มขึ้นหลังจากให้อาหารเช้าที่ 2 ชั่วโมง เพิ่มขึ้น 22.84 % และมีทิศทางที่ลดลงเล็กน้อยประมาณ 4.95 % เมื่อเทียบกับค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่เวลา 0 ชั่วโมง



ภาพที่ 2 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนหลังได้รับอาหารผสมสำเร็จในช่วงเวลาต่าง ๆ

ค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในสูตรอาหารทดลอง จาก 2.77 (T1) เป็น 10.59 มิลลิโมลต่อลิตร (T4) หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้น 283.21 % ส่วนค่ากรดไขมันระเหยง่าย (VFA) ของแพะทดลอง หลังการให้อาหารเช้าตามทรีทเมนต์ที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันในอาหารทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของโปรตีนในสูตรอาหารทดลองจาก 71.76 (T1) เป็น 96.15 มิลลิโมลต่อลิตร (T4) เพิ่มขึ้น 33.99 % และสัดส่วนกรดไขมันระเหยได้ที่วัดได้จากของเหลวในรูเมน (rumen fluid) ของแพะพื้นเมืองมีค่าของ acetate มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ propionate และ butyrate โดยมีสัดส่วน เท่ากับ 68.54, 16.50 และ 11.26 % ตามลำดับ

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) และการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและผลประกอบการในแพะเนื้อที่ได้รับอาหารทีเอ็มอาร์ที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกันตลอดช่วงระยะเวลาการทดลอง 6 เดือน จากการทดลองพบว่า ปริมาณการกินอาหารสำหรับแพะทดลองมีค่าน้อยที่สุด เมื่อได้รับอาหารทีเอ็มอาร์ที่มีระดับโปรตีน 9 % (T1) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับอาหารทดลองกลุ่มอื่น



ภาพที่ 3 อัตราการเจริญเติบโตของแพะพันธุ์พื้นเมืองที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกันตลอดระยะเวลา 180 วัน

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของแพะทดลอง พบว่าการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวมีความแปรผันตรงกับระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยเพิ่มจาก 35.56 กรัมต่อตัวต่อวัน ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 9 % (T1) เป็น 66.49 กรัมต่อตัวต่อวัน ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18 % (T4) หรือคิดเป็นอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 6.40 และ 11.97 กิโลกรัมต่อตัวต่อระยะเวลาการทดลอง 6 เดือน เพิ่มขึ้น 87.03 %

อัตราการแลกเปลี่ยนอาหาร (FCR) ของแพะทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหารทีเอ็มอาร์ที่มีระดับโปรตีนที่ 18 % (T4) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 10.49 อย่างไรก็ตาม แพะทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงที่สุด 18 % (T4) มีต้นทุนค่าอาหาร ซึ่งสูงที่สุด เท่ากับ 1,055.68 บาท ต่อตัวต่อ 6 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น

ข้อมูลต้นทุนค่าอาหารทดลองต่อการผลิตเนื้อแพะให้ได้ 1 กิโลกรัม พบว่า อาหารทดลองที่มีระดับโปรตีน 15 % (T3) มีค่าต้นทุนที่ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 85.88 บาท ซึ่งมีต้นทุนที่ใกล้เคียงกับอาหารทดลองที่มีระดับโปรตีน 18.0 (T4) เท่ากับ 88.21 บาท

ตารางที่ 11 ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อการกินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และต้นทุนการผลิตตลอดการทดลอง 180 วัน

Items	Crude protein level (%)				SEM
	9.0	12.0	15.0	18.0	
DM intake (g/d)	612.63[a]	692.97[b]	706.94[b]	697.37[b]	3.56
Total DM intake (kg/180 d)	110.27	124.73	127.45	125.53	3.41
Initial BW (kg)	12.25	11.90	11.40	11.40	1.10
Final BW (kg)	18.65	19.82	22.85	23.37	2.36
ADG (g/d)	35.56	44.01	63.63	66.49	2.55
BW gain (kg/180 d)	6.40	7.92	11.45	11.97	2.61
FCR	17.23	15.74	11.11	10.49	1.32
Cost of feed (Baht/kg)	6.81	7.49	7.73	8.41	
Cost of feed consumed (Baht/d)	4.17	5.19	5.46	5.86	3.01
Cost of feed consumed/180 d	750.96	934.26	983.64	1,055.68	2.99
Feed cost per 1.0 kg gain	117.34	117.93	85.88	88.21	2.41
Price of live meat goat (Baht/kg)	140.0	140.0	140.0	140.0	
Income from sale goat (6x12)	896.00	1,109.11	1,603.49	1,675.44	2.31
Revenue = 13-10 (Baht/180 d)	145.04	174.85	619.86	619.77	2.22
Differ with T1 = (Baht/180 d)	0.00	29.81	474.82	474.73	

เมื่อพิจารณาข้อมูลรายได้จากการขายแพะและผลประกอบการเมื่อหักค่าใช้จ่ายค่าอาหารสำหรับแพะทดลองแล้ว (ไม่นำค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายแปรผัน fixed cost and variable cost มาคิดคำนวณด้วย) พบว่า ในอาหารทีเอ็มอาร์ที่มีระดับโปรตีนที่ระดับ 15 % และ 18 % (T3 และ T4) ให้ผลประกอบการดีกว่ากลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารที่ระดับ 9 และ 12 % (T1 และ T2) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่งผลให้ผลต่างของกำไรระหว่างอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือ กลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีน 15 % (T3) ให้ผลประกอบการดีที่สุด เท่ากับ 474.82 บาทต่อตัวต่อ 6 เดือน

บทที่ 4
อภิปรายผลการทดลอง

การศึกษาระดับโปรตีนในสูตรอาหารสำเร็จที่ใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักต่อศักยภาพการผลิตของแพะพื้นเมือง

4.1 การใช้ใบปาล์มน้ำมันในอาหารผสมสำเร็จ

การศึกษาในครั้งนี้ ต้องการศึกษาการใช้ใบปาล์มน้ำมัน (oil palm leaflet; OPL) เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักเนื่องจากมีแนวคิดว่าใบปาล์มน้ำมันมีอยู่อย่างมากโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ตอนบนและมีศักยภาพสูงในการนำมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตการเลี้ยงแพะเนื้อในระดับชุมชนและเชื่อมั่นว่าจะสามารถต่อยอดการผลิตแพะเนื้อในเชิงพาณิชย์ต่อไปได้ ทั้งนี้จากการศึกษาข้อมูลพบว่าใบปาล์มน้ำมันมีค่าเฉลี่ยของโปรตีนหยาบ (CP) ประมาณ 11.9 % ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับ 6.3 % ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องการสำหรับการดำรงชีพ (Devendra, 1988; Oshio *et al.,* 1989; Dahlan *et al.,* 1992) นอกจากนั้น Dahlan *et al.* (1993) ได้ศึกษาการนำใบปาล์มน้ำมันอย่างเดียวมาเลี้ยงแพะเนื้อ พบว่า ใบปาล์มน้ำมันสดให้พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ เท่ากับ 311.4 kg ME/kg $BW^{0.75}$ ในขณะที่ Nasir *et al.* (1997) พบว่า ทางใบปาล์มน้ำมันหมักมีพลังงานไม่เพียงพอสำหรับการดำรงชีพของแพะรีดนม

การศึกษาของ Khamseekhiew et al. (2015[a]) พบว่า การใช้ใบปาล์มน้ำมันที่ระดับ 70 % เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในอาหารทีเอ็มอาร์หมัก (fermented TMR) สำหรับแพะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองกับแองโกลนูเบียน พบว่าแพะมีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งอิสระ (voluntary DM intake) มากกว่าอาหารทรีทเมนต์อื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับการทดลองในครั้งนี้ที่มีการใช้ใบปาล์มน้ำมันที่ระดับ 55 % พบว่า ค่าโปรตีนที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าเพิ่มขึ้นและใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณทั้ง 4 ระดับ คือ 9, 12, 15 และ 18 % มีต้นทุนอาหาร ระหว่าง 6.81 ถึง 8.14 บาทต่อกิโลกรัม และมีค่าพลังงานเมทาบอลิกระหว่าง 8.42 ถึง 8.88 ME MJ/kg วัตถุแห้ง นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาถึงระดับไขมัน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มในสูตรอาหารทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกากถั่วเหลืองซึ่งใช้เป็นส่วนผสมหลักเพื่อเพิ่มระดับโปรตีนหยาบในสูตรอาหารเป็นแหล่งให้ไขมันในสูตรอาหาร ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว กากถั่วเหลืองก็มีระดับไขมันอยู่ในระดับที่สูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นที่นำมาใช้ในการประกอบเป็นสูตรอาหารทดลองในครั้งนี้

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการกินได้และย่อยได้

ปริมาณการกินได้อย่างอิสระของโภชนะ (voluntary nutrient intake) ค่าการกินได้ต่อน้ำหนักเมทาบอลิก (g/ kgBW$^{0.75}$) และการย่อยได้ของวัตถุมวลแห้งและโปรตีนของแพะทดลองพื้นเมืองที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวเพิ่มขึ้นตามระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ปริมาณการกินได้อย่างอิสระของมวลแห้ง (voluntary DM intake) และปริมาณการกินได้ของโปรตีน (CP intake) ของแพะทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยแพะทดลองกลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับ 9 % มีการกินได้ต่ำสุด และนอกจากนั้น พบว่า ปริมาณการกินได้อย่างอิสระมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มมากขึ้นในสูตรอาหาร T1 ไปหาสูตร T4 ซึ่งมีปริมาณการกินได้มีค่าที่ใกล้เคียงกับรายงานของปิ่นและคณะ (2558) ที่รายงานว่าการกินได้อยู่ในช่วง 1.2 -1.5 กิโลกรัมต่อวัน ในแพะขุนที่ได้รับกลีเซอรีนดิบในอาหารผสมสำเร็จที่ต่างกัน การที่ระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหารทดลองและมีปริมาณที่พอเพียงต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (rumen microbe activity) และการดำรงชีพเป็นส่วนสำคัญต่อการกินได้ที่เพิ่มมากขึ้น (Westwood *et al.,* 2000) นอกจากนั้น การกินได้ที่เพิ่มขึ้นในสัตว์เคี้ยวเอื้องอาจจะเป็นผลมาจากปริมาณของโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยไหลผ่าน (undegraded protein) เพิ่มมากขึ้น (Bahrami-Yekdangi *et al.,* 2016; Valkeners *et al.,* 2000) ซึ่งผลการทดลองเกี่ยวกับการย่อยได้ในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Pormalekhahi *et al.* (2020) ที่รายงานว่า ระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในอาหารมีผลต่อการย่อยได้ในลูกแพะที่กำลังเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม การศึกษาปริมาณการกินได้ในครั้งนี้ ให้ผลตรงข้ามกับรายงานของ Kazemi-Bonchenari *et al.* (2016); Stelzleni *et al.* (2013) ที่รายงานว่า ระดับของโปรตีนไหลผ่านที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการกินได้อิสระในโค สำหรับปริมาณการกินได้ของเยื่อใยทั้ง NDF และ ADF ของแพะทดลอง พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีแนวโน้มของการย่อยได้เพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอาหารแพะทดลองตลอดระยะเวลา 180 วัน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 65.13 ($p>0.05$) และ 81.49 ($p<0.05$) % ตามลำดับ นอกจากนั้นการศึกษาในครั้งนี้มีผลที่ตรงกันข้ามกับการศึกษาของ Schiavon *et al.* (2012) รายงานว่าการย่อยได้ของ OM และ CP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในโคขุน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นของค่าการกินได้และการย่อยได้ระหว่างการศึกษานี้อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของอาหาร ระดับโปรตีนและชนิดของสัตว์ทดลองที่ต่างกัน ความเข้มข้นและคุณสมบัติของไขมันในอาหารที่แตกต่างกัน (Allen, 2000)

จากข้อมูลที่มี พบว่ามีจำนวนงานวิจัยที่จำกัดที่ทำการศึกษาผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จที่มีใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักต่อการย่อยได้ (digestibility) ของ DM และ CP ในแพะพื้นเมืองพันธุ์แท้ ซึ่งความสามารถในการย่อยได้ในกระเพาะรูเมนเป็นตัวบ่งชี้ถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นของจุลินทรีย์ต่าง ๆ (Chanthakhoun *et al.,* 2012) ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า

ระดับของโปรตีนไม่ส่งผลต่อความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะในกระเพาะรูเมน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเกี่ยวกับระดับของโปรตีนที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ 10 - 14 % ในสูตรอาหาร พบว่าไม่มีผลต่อการย่อยได้ DM, OM และเยื่อใยในโคขุน (Mariz *et al*., 2018; De Amaral *et al.,* 2015; Duag *et al.,* 2013) และโคขุนพันธ์ชาโลเล่ย์ (Cortese *et al.,* 2020) การศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับ Wang *et al.* (2015) รายงานว่า การเพิ่มระดับโปรตีน จาก 10 - 19 % ในสูตรอาหารส่งผลให้ความสามารถในการย่อยโปรตีนมากขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อการย่อยได้ของ DM, OM และเยื่อใย NDF ในโค นอกจากนั้น ในการศึกษาการย่อยได้ในโคนมพบว่าเมื่อมีระดับของโปรตีนที่แตกต่างกันส่งผลต่อการย่อยได้ของ DM, OM, โปรตีนและเยื่อใย (Bahrami-Yekdangi *et al.,* 2016; Zhu *et al.,* 2020) และเยื่อใย (Ghorbani *et al.,* 2011) การเพิ่มระดับโปรตีนในสูตรอาหารที่สูงขึ้นสามารถเพิ่มศักยภาพการหมักในกระเพาะรูเมนของโคเนื่องจากทำให้จำนวนประชากรจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (Kang *et al.,* 2015) การสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (Norrapoke *et al.,* 2012) การที่ไม่พบความแตกต่างของการย่อยได้ของโภชนะในการทดลองนี้อาจจะเป็นผลมาจากสัดส่วนของเยื่อใยและโปรตีน (NDF to CP ratio) ที่ได้รับมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งการย่อยได้ของโภชนะอาจจะสะท้อนถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์และความสามารถในการหมักในรูเมน ดังนั้นในการประกอบสูตรอาหารให้มีความเหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้และการใช้ประโยชน์จึงมีความจำเป็น (Chanthakhoun *et al*., 2015) ข้อแตกต่างในผลการทดลองข้างต้นเกี่ยวกับระดับของโปรตีนต่อการย่อยได้ของโภชนะ (DM, OM, CP และเยื่อใย NDF) อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์สัตว์ทดลอง สภาพความแตกต่างของสัตว์ทดลอง แหล่งโปรตีนและระดับของโปรตีน ตลอดจนและปัจจัยการทดลองที่แตกต่างกัน (Milis *et al.,* 2007)

ปริมาณเยื่อใยและลิกนินที่มีอยู่ในอาหาร โดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับกันว่า การย่อยได้จะลดลง ถ้าปริมาณเยื่อใยในอาหารเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ปริมาณเยื่อใยที่เพิ่มขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณลิกนินที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งลิกนินจะเข้าไปจับกับเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ทำให้เอนไซม์ของจุลินทรีย์เข้าย่อย เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ได้น้อยลง ดังนั้นถ้าอาหารมีลิกนิน หรือเยื่อใยเพิ่มขึ้นหรือเพิ่มขึ้นทั้งสองอย่าง การย่อยได้ก็จะลดลง การใช้ใบปาล์มน้ำมันที่มีอายุมากขึ้น เยื่อใยและลิกนินก็จะเพิ่มขึ้นด้วย กล่าวได้ว่า เยื่อใยและลิกนินเป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการย่อยได้ของอาหารหยาบ

4.3 การใช้ประโยชน์ไนโตรเจนและการหมุนเวียนของไนโตรเจน

การใช้ประโยชน์ไนโตรเจน (N utilization) ค่าการกินได้ต่อน้ำหนักเมทาบอลิก (g/kgBW$^{0.75}$) ในแพะพันธุ์พื้นเมืองที่ได้รับอาหารทรีทเมนต์ที่มีระดับใบปาล์มน้ำมันเป็นอาหารหยาบหลัก ในสูตรอาหารผสมสำเร็จที่แตกต่างกัน จากการศึกษา พบว่าปริมาณไนโตรเจนในอาหารทดลองและไนโตรเจนที่แพะทดลองได้รับที่มีโปรตีนระดับสูงที่ 15 และ 18 % มีค่ามากกว่ากลุ่มแพะทดลองที่

ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำที่ 9 และ 12 % ตามลำดับ ค่าปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (fecal N) ในแพะเนื้อพื้นเมือง เพิ่มตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มจาก 1.34 เป็น 4.41 กรัมต่อวัน ค่าปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (กรัมต่อวัน) ทางปัสสาวะ (urinary N) มีค่ามากที่สุดในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารทรีทเมนต์ที่มีโปรตีนที่ระดับ 15 % และมีค่าน้อยที่สุดในกลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารระดับโปรตีน 9 %

ระดับของไนโตรเจนที่ดูดซึม (N absorbed) พบว่า มีค่ามากที่สุดในแพะทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีนระดับ 15 % (T3) รองลงมา ได้แก่ 14.98 (T4), 9.70 (T2) และ 8.35 % (T1) ตามลำดับ ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนที่เก็บในร่างกาย (N retention) มีทิศทางที่คล้ายกันกับปริมาณโปรตีนที่ได้รับ กล่าวคือเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่ามากที่สุดในสัตว์ทดลองกลุ่ม (T3) และน้อยที่สุดในกลุ่ม T1 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานที่พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับ (N intake) ไนโตรเจนที่กักเก็บ (N retained) ของแพะทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง (linear) ตามปริมาณของโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในรูเมน (undegraded intake protein) ที่เพิ่มขึ้นในแกะ (Atkinson *et al.,* 2007) ในลูกกระบือ (Sultan *et al.,* 2009) และในแพะ (Paengkoum *et al.,* 2020) เหตุผลของความแตกต่างที่รายงานในแต่ละการทดลอง อาจจะเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในรูเมนแต่มีการย่อยและมีการดูดซึมหลักอยู่ที่กระเพาะแท้ส่วนอะโบมาซั่มและลำไส้เล็กตอนต้นและตอนกลาง

ค่าปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (fecal N) ในแพะเนื้อพื้นเมือง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเพิ่มตามระดับความเข้มข้นของโปรตีนที่เสริมจาก 1.34 เป็น 4.41 กรัมต่อวัน ค่าปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (กรัมต่อวัน) ทางปัสสาวะ (urinary N) มีค่ามากที่สุดในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารทรีทเมนต์ที่มีโปรตีนที่ระดับ 15 % (T3) และมีค่าน้อยที่สุดในกลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารระดับโปรตีน 9 % (T1) การศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาที่รายงานว่า ระดับของไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับของโปรตีนที่ได้รับเข้าไป (N intake) จาก 14.1 เป็น 18.1 % (Hynes *et al.,* 2016) และจาก 15.1 เป็น 18.4 % (Broderick and Reynal, 2009) ซึ่งพบว่าทำให้ระดับของไนโตรเจนที่ขับออกในรูปยูเรียทางปัสสาวะ (urinary N) เพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้น Huuskonen *et al.* (2014) รายงานว่า ปริมาณโปรตีน (N intake) ที่ได้รับประมาณ 90 % ที่เป็นเกินกว่าระดับความต้องการของกิจกรรมจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะ ดังนั้นการหาระดับโปรตีนหรือไนโตรเจนที่เพิ่มเข้าไปในอาหารให้สำหรับสัตว์กระเพาะรวมจึงมีความจำเป็น ทั้งนี้เพื่อที่จะหาจุดสมดุลที่เป็นความต้องการโปรตีนที่เหมาะสมและเป็นการช่วยลดการปลดปล่อยไนโตรเจนหรือแอมโมเนียส่วนเกินออกสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งประเด็นเกี่ยวกับไนโตรเจนหรือแอมโมเนียที่ปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศนั้น มีการคาดการณ์ว่า การปลดปล่อยไนโตรเจนออกไซด์ (N_20) สามารถลดลงได้ถึง 7 เท่า ของก๊าซไนโตรเจน

ออกไซด์ทั้งหมด หากมีการจัดการการจัดเก็บมูลและการจัดการฟาร์มที่ดี (Marini and Van Amburgh, 2005) จากการที่พบว่า ระดับของไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระแตกต่างกันอาจจะเป็นผลมาจากไนโตรเจนและกรดอะมิโน (amino acids) ที่มีในสูตรอาหารทดลองเกินจากความต้องการที่ร่างกายสัตว์ต้องการและเกินจากความสมดุลที่ต้องการ ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนที่ได้รับกับไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระมีงานทดลองที่แตกต่างและหลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการจำกัดไนโตรเจนที่ได้รับเข้า (restricted N intake) พบว่าไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (Urinary N) มีค่าลดลง ($p<0.05$) แต่ไนโตรเจนที่ขับออกทางอุจจาระ (N excretion) ไม่มีผลกระทบเมื่อได้รับโปรตีนที่ระดับ 19 และ 26 % ในโคนมและในแพะ 11 และ 17 % (Pfeffer *et al.,* 2009) นอกจากนั้น Paengkoum *et al.* (2019) ยังรายงานว่าไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะลดลงอย่างชัดเจน ($p<0.05$) และไนโตรเจนที่ขับออกทางอุจจาระไม่มีผล ($p>0.05$) เมื่อได้รับโปรตีนที่ระดับ 10 และ 12 % ตามลำดับ จากการศึกษาของ Zhu *et al.* (2020) รายงานว่า ไนโตรเจนที่ขับออกทางอุจจาระมีค่าเพิ่มขึ้นแม้จะมีระดับโปรตีนที่ได้รับมีค่าต่ำ ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากความสามารถในการย่อยลดลง (low digestibility) ทำให้ไนโตรเจนที่ขับออกทางอุจจาระมีค่าเพิ่มขึ้น และการที่ระดับของไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะมีค่าลดต่ำลงในขณะที่สัตว์ได้รับโปรตีนในระดับต่ำนั้น อาจจะเป็นผลมาจากการเพิ่มวัฏจักรการดูดซึมยูเรียในรูปของกระบวนการนำยูเรียกลับมาใช้ใหม่ (urea transporter-A1 mRNA expression) (Starke *et al.,* 2012) เหตุผลของความแตกต่างของไนโตรเจนที่ขับออกอาจจะเนื่องมาจากความไม่สมดุลระหว่างโปรตีนที่ย่อยสลายได้และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่จำเป็น ต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Lu *et al*., 2019) โดยทั่วไปแล้วไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะจะมีการเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียและมีการระเหยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศอย่างรวดเร็ว (Beukes *et al.,* 2011) ในขณะที่ไนโตรเจนในอุจจาระจะจับด้วยจุลินทรีย์กลายเป็นไนโตรเจนที่ไม่ย่อยสลายกลายเป็นแร่ธาตุในที่สุด (Ellis *et al.,* 2011) หรือเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียในอัตราส่วนที่ช้ามาก (Bussink and Oenema, 1998)

ระดับของไนโตรเจนที่ดูดซึมหรือ (N absorbed) ระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้การกินได้ของโภชนะและการย่อยได้ของโภชนะเพิ่มขึ้น (Kang *et al.,* 2015) เพิ่มไนโตรเจนที่ถูกขับออก (Leonardi *et al*.,2003) และลดประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ไนโตเจนลง (Danes *et al.,* 2013) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระดับโปรตีนในสูตรอาหาร ทั้งนี้มีรายงานว่า ระดับของโปรตีนที่เพิ่มมากเกินกว่าความต้องการของสัตว์จะทำให้เกิดการขับออกในรูปของแอมโมเนียผ่านช่องทางการปัสสาวะและอุจจาระมากขึ้น (Waldrip *et al.,* 2015; Waldrip *et al*., 2013) ความแตกต่างของผลการทดลองอาจจะเนื่องมาจากระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่างกันต่างสายพันธุ์ น้ำหนักมีชีวิต อัตราการเจริญเติบโต สภาพโรงเรือน ความเข้มข้นของเยื่อใยและประสิทธิภาพในการย่อยได้ของโปรตีน (McDonald *et al.,* 2011)

ในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีลักษณะพิเศษชนิดหนึ่งที่เป็นคุณประโยชน์ต่อตัวสัตว์เอง ได้แก่ ความสามารถในการหมุนเวียนไนโตรเจนที่อยู่ในร่างกายกลับเข้าสู่กระเพาะรูเมน ทำให้มีแหล่งของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจากที่ได้รับจากอาหาร ปริมาณของไนโตรเจนที่หมุนเวียนกลับเข้ามานี้จะอยู่ระหว่าง 13 – 15 % ของจำนวนไนโตรเจนทั้งหมดที่สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับ ที่มาของไนโตรเจนเหล่านี้ได้แก่ ยูเรียจากกระแสเลือดที่แพร่ผ่านเข้ามาทางผนังกระเพาะรูเมน ประมาณการว่าเป็นแหล่งใหญ่ที่สุดของไนโตรเจนทั้งหมดที่หมุนเวียนกลับเข้ามา โดยอาจจะมีค่าสูงถึง 95 % ของไนโตรเจนที่หมุนเวียนกลับเข้ามาทั้งหมด (Haupt, 1959) ยูเรียที่ผ่านเข้ามาโดยวิธีนี้จะถูกเอนไซม์ยูรีเอส (Urease) จากแบคทีเรียที่ผิวหนังกระเพาะรูเมนเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนีย และจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ประสิทธิภาพของเอนไซม์ยูรีเอส จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่มีอยู่ในกระเพาะรูเมน ภายใต้สภาวะที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนต่ำ การสลายยูเรียจากเลือดก็จะเพิ่มขึ้น ทำให้ยูเรียที่มาจากเลือดเพิ่มขึ้นด้วย และยูเรียจากน้ำลาย ในน้ำลายของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมียูเรียเป็นส่วนประกอบ 60 – 70 % ของจำนวนไนโตรเจนทั้งหมดที่มี ปริมาณยูเรียในน้ำลายขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของยูเรียในเลือด และโอกาสที่สัตว์จะได้รับยูเรียจากน้ำลายก็จะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์ได้รับด้วย เช่น ถ้ากินอาหารหยาบแห้ง จะมีการผลิตน้ำลายออกมาเป็นจำนวนมาก คลุกเคล้ากับอาหาร เพื่อให้กลืนได้สะดวก ทำให้ได้รับยูเรียเป็นจำนวนมาก

4.4 การหมักในกระเพาะรูเมน

จากการทดลอง ค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีค่าสูงเฉลี่ย 6.60 ในตอนเช้าก่อนให้อาหาร และลดลงเมื่อได้รับอาหารเช้าแล้ว 4 ชั่วโมง อยู่ในช่วงที่แนะนำเหมาะสำหรับการย่อยเยื่อใยของจุลินทรีย์ Theodorou and France, 1993; Hover *et al.,* 1986) การเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารอาจทำให้ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3N) เพิ่มขึ้นในของเหลวในกระเพาะรูเมน ซึ่งเป็นเหตุผลหลักในการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะรูเมน Xia *et al.* (2018) รายงานว่า ระดับของค่าความเป็นกรดด่างในรูเมนเพิ่มขึ้นเมื่อระดับแอมโมเนียไนโตรเจนที่เพิ่มมากขึ้น การที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในกระเพาะรูเมนมีการเปลี่ยนแปลงตามระดับไนโตรเจนนั้น เนื่องจากสัตว์ทดลองได้รับโปรตีนและยูเรียแล้วก็จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนให้เปลี่ยนกลายไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และแอมโมเนียซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน (Kang *et al.,* 2015; Cole *et al.,* 2005) อย่างไรก็ตาม มีรายงานที่สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้เกี่ยวกับการเพิ่มระดับโปรตีนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในกระเพาะรูเมนในโค (Pormalekshahi *et al.,* 2020) และในโคนม (Bahrami-Yekdangi *et al.,* 2016; Pilachai *et al.,* 2012) นอกจากนั้น O'Colmenero and Broderick (2006) รายงานว่า ความแตกต่างอาจสืบเนื่องมาจากอัตราในการดูดซึมกรดไขมันระเหยได้ (VFA)

ความแปรปรวนของอาหาร ระดับของโปรตีนในสูตรอาหารในแต่ละการทดลอง ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนที่สูงเกินความต้องการอาจจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจน ในขณะที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนที่ต่ำอาจส่งผลเชิงลบต่อระดับพลังงานและการขาดสมดุลไนโตรเจน ลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและทำให้การสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์ลดลง อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความผันแปรอยู่ตลอดเวลา ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับ และเวลาที่ทำการวัดค่า pH โดยทั่วไปแล้วค่า pH จะอยู่ในระดับต่ำ ช่วง 2-6 ชั่วโมงหลังกินอาหาร และการให้อาหารประเภทแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายจะทำให้ค่า pH ลดลงต่ำกว่าอาหารที่มีเซลลูโลสหรือคาร์โบไฮเดรตที่สลายตัวได้ช้า

ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในรูเมน (NH_3N) มีการเพิ่มขึ้นหลังจากให้อาหารเช้าที่ 2 ชั่วโมง และมีทิศทางที่ลดลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่เวลา 0 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3N) ที่เพิ่มขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับระดับปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานความสัมพันธ์นี้ พบว่าการเพิ่มระดับโปรตีนจาก 10.2 เป็น 14.24 % ในอาหารโคขุนพันธุ์โฮสไตน์ฟรีเซียน ส่งผลต่อระดับของแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้น Xia *et al.* (2018) และ Danes *et al.* (2013) รายงานว่า การเสริมโปรตีนที่ระดับ 18.1 % ในสูตรอาหารส่งผลทำให้ระดับความเข้มข้นแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับระดับโปรตีน 8.7 และ 13.1% นอกจากนั้นระดับของโปรตีนที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมน (rapid degradable protein) ที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน ($p<0.05$) ที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงปฏิสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างแอมโมเนียไนโตรเจนและระดับโปรตีนที่ย่อยได้ (Javaid *et al*., 2011)

ค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) อยู่ในระดับปกติระหว่าง 11.2-27.7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Lloy, 1982) และ 6.2-25.5 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (เมธา, 2533) การทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานจากหลายแหล่งที่ระบุว่า การเพิ่มระดับโปรตีนในสูตรอาหารทดลองส่งผลทำให้ค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด มีค่าเพิ่มขึ้น (Xia *et al.,* 2018; Bahrami - Yekdangi *et al.,* 2016; Norrapoke *et al*., 2012; Gleghorn *et al*., 2004) ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากระดับของโปรตีนที่เพิ่มในอาหารทดลอง มีผลทำให้ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (Abadi *et al.,* 2015; Javaid *et al.,* 2011) และส่งผลทำให้ระดับยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้น Reid *et al.* (2015) รายงานว่า โคนมที่ได้รับหญ้าเสริมด้วยอาหารข้นที่มีโปรตีนสูง 30 % ส่งผลให้ระดับของค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดมากกว่าอาหารข้นที่มีโปรตีนในระดับต่ำ 10 % ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนมีความสัมพันธ์แปรผันตรงกับระดับของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด (Rodriguez *et al.* 1997) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่า ปริมาณของยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นตามระดับของแอมโมเนียไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น Torell *et al.*

(1974) ระบุว่ามีปัจจัยที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของระดับยูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด อาทิ ปริมาณโปรตีนในอาหารที่มาก ภาวะเลือดออกในระบบทางเดินอาหาร การเจ็บป่วยและการเผาผลาญอาหารและพลังงาน (catabolism) เพิ่มขึ้น

กรดไขมันระเหยได้ (VFA) ถือเป็นผลผลิตหลักจากกระบวนการหมักเยื่อใยในกระเพาะรูเมนซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง กรดไขมันระเหยได้ในกระเพาะรูเมนจึงเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญที่จะบ่งถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ตัวอย่างรายงานทดลองได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อกระบวนการหมักและต่อผลผลิตที่เกิดขึ้น การเพิ่มระดับโปรตีนในสูตรอาหารที่สูงขึ้นสามารถเพิ่มความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ในรูเมนเพิ่มขึ้น (Abadi *et al.,* 2015) ทั้งนี้ Pilaichai *et al.* (2012) รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้มีค่าเพิ่มขึ้นในสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ย่อยได้ในกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น Hatfield *et al.* (1998) รายงานว่า ระดับโปรตีนในอาหารนับเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้เพราะว่า acetate, propionate, butyrate valerate iso-butyrate, iso-valerte และกรดไขมันระเหยได้รวม (total VFA) ในแกะที่ได้รับโปรตีน 18 % มีค่าสูงกว่าแกะทดลองกลุ่มที่ได้รับโปรตีน 10 % ($p<0.05$) นอกจากนั้น Xia *et al.* (2018) รายงานว่า ระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นช่วยส่งเสริมกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของโค โดยเฉพาะระดับของกรดไขมันระเหยได้รวมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณโปรตีนที่ได้รับ และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการย่อยได้รวมกับระดับกรดไขมันที่ระเหยได้ อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Paengkoum *et al.* (2019) ที่รายงานว่า การเสริมระดับโปรตีนต่ำที่ 10 % ในโคพื้นเมือง ทำให้มีค่าของกรดไขมันระเหยได้ มีค่ามากกว่าโปรตีนสูงที่ 12 % ทั้งนี้ Paengkoum *et al.* (2019) ระบุว่า อาจจะเนื่องมาจากที่ระดับโปรตีนที่มากขึ้นส่งเสริมให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้กรดไขมันระเหยได้มากขึ้น โดยความเข้มข้นของโปรตีนที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนแบคทีเรียที่ย่อยจุลินทรีย์ (cellulolytic bacteria) ในรูเมนเพิ่มขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ปริมาณการกินอิสระ (voluntary feed intake) ของแพะทดลองกลุ่มที่ได้รับโปรตีนระดับ 9.0 % (T1) มีค่าการกินได้ต่ำสุด ($p<0.05$) และเพิ่มขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มมากขึ้นในสูตรอาหาร T1 ไปหาสูตร T4 (จาก 60.62 ถึง 121.20 กรัมต่อตัวต่อวัน)

2. ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางมูล (fecal N) ในแพะเนื้อพื้นเมืองเพิ่มตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มจาก 1.34 เป็น 4.41 กรัมต่อวัน

3. ค่าปริมาณไนโตรเจนที่ขับออก (กรัมต่อวัน) ทางปัสสาวะ (urinary N) มีค่ามากที่สุดในแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารทรีทเม้นต์ที่มีโปรตีนที่ระดับ 15.0 % (T3) และมีค่าน้อยที่สุดในกลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารระดับโปรตีน 12.0 % (T2)

4. ไนโตรเจนที่ดูดซึม (N absorbed) มีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดในแพะทดลองกลุ่มที่ได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีนระดับ 15.0 % และ 12.0 % ตามลำดับ

5. ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนในรูเมน (NH3N) ในแพะทดลองที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับสูง 18 % (T4) มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 145.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

6. ค่ายูเรียไนโตรเจนในกระแสเลือด (BUN) มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในสูตรอาหารทดลองจาก 2.77 (T1) เป็น 10.59 มิลลิโมลต่อลิตร (T4) หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้น 283.21 %

7. ค่ากรดไขมันระเหยง่าย (VFA) ของแพะทดลอง พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในสูตรอาหารทดลองจาก 71.76 (T1) เป็น 96.15 มิลลิโมลต่อลิตร (T4) เพิ่มขึ้น 33.99 %

8. สำหรับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของแพะทดลอง พบว่า เพิ่มจาก 35.56 กรัมต่อตัวต่อวัน ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 9.0 % (T1) เป็น 66.49 กรัมต่อตัวต่อวัน ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีน 18.0 % (T4) (เพิ่มขึ้น 86.9 %)

9. อัตราการแลกเปลี่ยนอาหาร (FCR) พบว่า แพะทดลองที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จที่มีระดับโปรตีนที่ 18.0 % มีค่าต่ำที่สุด (10.49) อย่างไรก็ตาม พบว่า มีต้นทุนค่าอาหารสูงที่สุด 1,055.68 บาทต่อตัวต่อ 6 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น

10. อาหารทีเอ็มอาร์ที่มีระดับโปรตีนที่ระดับ 15.0 และ 18.0 % (T3 และ T4) ให้ผลประกอบการดีกว่ากลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารที่ระดับ 9.0 และ 12.0 % (T1 และ T2)

11. กลุ่มแพะทดลองที่ได้รับอาหารที่ระดับโปรตีน 15.0 % (T3) ให้ผลประกอบการดีที่สุด เท่ากับ 474.82 บาทต่อตัวต่อ 6 เดือน

โปรตีนถือเป็นโภชนะที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ หากสัตว์ได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ จะส่งผลให้ได้อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของเนื้อที่ต่ำ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่า ในกลุ่มแพะเนื้อพันธุ์พื้นเมืองที่ได้รับระดับโปรตีนในอาหารที่ 15.0 % เพียงพอสำหรับสูตรอาหาร เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต การเพิ่มระดับโปรตีนในอาหาร ทำให้ต้นทุนการเลี้ยงเพิ่มขึ้นไปด้วย การใช้ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร และควรมีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ปรับปรุงสูตรอาหารที่มีเหมาะสมกับแพะเนื้อพันธุ์เมือง หรือสายพันธุ์อื่น ๆ เพื่อให้สามารถสร้างเป็นมาตรฐานของสายพันธุ์ สภาพแวดล้อม และพื้นที่ของไทยได้

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์. 2556. สถิติการเลี้ยงแพะ กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรุงเทพฯ.

กรมปศุสัตว์. 2557. สถิติการเลี้ยงแพะ กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรุงเทพฯ.

กรมปศุสัตว์. 2558. สถิติการเลี้ยงแพะ กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรุงเทพฯ.

กรมปศุสัตว์. 2562. ราคาสินค้าปศุสัตว์ที่เกษตรกรขายได้ ประจำปี พ.ศ. 2559-2562. (ออนไลน์). สืบค้นจาก https://dld.go.th/th/index.php/th/ (เข้าถึงเมื่อ 28 กันยายน 2562)

กรมปศุสัตว์. 2565. ข้อมูลเกษตรกรและปศุสัตว์ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2561-2565. (ออนไลน์). สืบค้นจาก https://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/. (เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2566)

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529 วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์, กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ฉลอง วชิราภากร เทอดศักดิ์ ปุระมงคล และวุฒิชัย สีเผือก. 2540. อาหารทีเอ็มอาร์ (total mixed ration, TMR) หรืออาหารสมบูรณ์ (complete ration, CR) สำหรับโคนม. วารสารโคนม, 5: 53-63.

เฉลิมขวัญ สุขเนียม. 2552. องค์ประกอบทางเคมีสมบัติทางกายภาพและโครงสร้างทางกายภาพของกล้ามเนื้อแพะพื้นเมืองและแพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50% x พื้นเมือง 50% ที่เลี้ยงภายใต้ระบบที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์นิลนนท์ ธีระพงศ์ จันทร์นิยม ประกิจ ทองคำ และสมเกียรติ์ สีสนอง. 2548. เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์ม คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาสงขลานครินทร์. สงขลา. 117 หน้า.

ปิ่น จันจุฬา พัชรินทร์ ภักดีฉนวน และสุธา วัฒนสิทธิ์. 2558. ผลของระดับกลีเซอรีนดิบในอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถภาพการผลิต องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณกรดไขมันในกล้ามเนื้อของแพะขุน. วารสารเกษตร 31(2): 121-134.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ฟันนี่พลับบลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2528. การศึกษาลักษณะซากของแพะ. ว. สงขลานครินทร์ 8: 105-109.

สมเกียรติ สายธนู. 2528. ปริมาณและคุณภาพของนมแพะและแกะ. วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 7: 3-14.

สมชาย มีสัจจานนท์ ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา และ อุทัย สังข์พันธุ์. 2548. การใช้อาหารผสมเสร็จระดับโปรตีนต่างกันเลี้ยงแพะ. รายงานประจำปี 2548. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 318-327.

Abadi, E. I. K., A.M.Tahmasebi, M.D. Mesgaran, A.A.Naserian and A. Vakili. Effect of dietary crude protein level on UT-B expression and nitrogen efficiency in growing Baluchi male lambs fed low or high concentrate diets. Iran J. Appl. Anim. Sci. 5: 323-32.

AFRC. 1998. The Nutrition of Goats. CAB international, Wallingford.

Allen, M.S. 2000. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 83:1598-1624.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.

AOAC. 1995. Official Methods for Analyses of the Association Official Agriculture Chemists. 16th ed. Washington DC.

Atkinson, R. L., C. D. Toone, D. L. Harmon and P.A. udden. 2007. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on nitrogen retention, apparent digestibility and nutrient flux across visceral tissues in lambs fed low-quality forage. J. Anim. Sci. 85(12): 3331–3339.

Atti, N., H. Rouissi and M. Mahouachi. 2004. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. Small Ruminant Res. 54: 89–97.

Bahrami - Yekdangi, M, G. R. Ghorbani, M. Khorvash, MA. Khan and M. H. Ghaffari. 2016. Reducing crude protein and rumen degradable protein with a constant concentration of rumen undegradable protein in the diet of dairy cows: Production performance, nutrient digestibility, nitrogen efficiency, and blood metabolites. J. Anim. Sci. 94:718-25.

Beserra, F. J., M. S. Madruga, A. M. Leite, E. M. C. da Silva and E. L. Maia. 2004. Effect of age at slaughter on chemical composition of meat from Moxotó goats and their crosses. Small Ruminant Res. 55: 177-181.

Beukes, P. C., P. Gregorini and A. J. Romera. 2011. Estimating greenhouse gas emissions from New Zealand dairy systems using a mechanistic whole farm model and inventory methodology. Anim. Feed Sci. Technol. 166:708–720.

Broderick, G. A. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86:1370–1381.

Broderick, G. A., and S. M. Reynal. 2009. Effect of source of rumen degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 92: 2822–2834.

Bussink, D.W, and O. Oenema. 1998. Ammonia volatilization from dairy farming systems in temperate areas: a review. Nutr. Cycl. Agro. Ecosystems 51:19–33.

Chobtang, I., K. Intharak and A. Isuwan. 2009. Effects of dietary crude protein levels on nutrient digestibility and growth performance of Thai indigenous male goats. Songklanakarin J. Sci. Technol. 31 (6): 591-596.

Chanthakhoun, V. M. Wanapat and J. Berg. 2012. Level of crude protein in concentrate supplements influenced rumen characteristics, microbial protein synthesis and digestibility in swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*). Livest. Sci. 144: 197-204.

Cole, N.A. R.N. Clark, R.W. Todd, C.R. Richardson, A. Gueye, L.W. Greene and K. McBride. 2005. Influence of dietary crude protein concentration and source on potential ammonia emissions from beef cattle manure. J. Anim. Sci. 2005, 83, 722–731

Cortese, M., S. Segato, I. Andrighetto, N. Ughelini, M. Chinello, E. Schiavon and G. Marchesini. 2019. The Effects of decreasing dietary crude protein on the growth performance, feed efficiency and meat quality of finishing Charolais culls. Animal. 19: 906-919.

Crocker, C. L. 1967. Rapid determination of urea nitrogen in serum or plasma without deproteinization. American J. Medical Technology 33: 361.

Dahlan, I. 1992. The nutritive value and utilization of oil palm leaves as a fibrous feed for goats and sheep. In proceedings of the 6th AAAP, Animal Science Congress on Recent Advances in Animal Production. Vol 3 AHAT, Bangkok. 271-272.

Dahlan, I., M. D. Mahyuddin, M. A. Rajion and M.S. Sharifuddin. 1993. Oil palm frond leaves for pre-slaughter maintenance in goats. In proceedings of the 16th MSAP conference, Pulau Langkawi, Malaysia 8-9 June 1993. 78 - 79.

Danes, M. A. C, L. J. Chagas, A. M. Pedroso and F. AP. Antos. 2013. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. J. Dairy Sci. 96: 40719.

De Oliveira, A. S., J. M. De Souza Campos, R. D. P. Lana, E. Detmann and S. D. C. Valadares Filho. 2010. Estimate of the optimal level of concentrates for dairy cows on tropical pastures by using the concept of marginal analysis. R. Bras. Zootec. 39: 2040–2047.

Dung, D.., N. X. Ba and N. H. Van 2013. Practice on improving fattening local cattle production in Vietnam by increasing crude protein level in concentrate and concentrate level. Trop. Anim. Health Prod. 45: 1619-1626.

De Amaral, P. M. L. D. S. Mariz, P. D. B. Denedeti, Da L. G. Silva, E. M. De Paula, H. F. Monteiro and T. Shenkoru, S. A. Santos, S.R. Poulson, and A. P. Faciola. 2016. Effects of static or oscillating dietary crude protein levels on fermentation dynamics of beef cattle diets using a dual-flow continuous culture system. PLoS. ONE: 11, 1–14.

Devendra, C. 1988. Strategies for the intensive utilization of the feed resources in the Asean region. In Proceedings of non-conventional fed resources and fibrous agricultural residue-strategies for expanded utilization. 1-20.

Evan, D. G., T. L. Goodwin and L. D. Andrews. 1976. Chemical composition, carcass yield, and tenderness of broilers as influenced by rearing methods and genetic strains. Poult. Sci. 55: 748-755.

Ferreira, A. C. D., E. A. Yanez, A. N. de Medeiros, K. T. de Resende, J. M. P. Filho, M. H. M. R Fernandes, A. K. Almeida and L. A. M. A. Teixeira. 2015. Protein and energy requirements of castrated male Saanen goats. Small Ruminant Res. 123: 88-94.

Ghorbani, B. T. Ghoorchi, H. Amanlou and S. Zerehdaran, S. 2011. Effects of using monensin and different levels of crude protein on milk production, blood metabolites and digestion of dairy cows. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 2011, 24, 65–72.

Gleghorn, J. F, Elam, N. A and M. L. Galyean. 2004. Effects of crude protein concentration and degradability on performance, carcass characteristics, and serum urea nitrogen concentrations in finishing beef steers. J. Anim. Sci. 82:2705-2717.

Hatfield, P. G., J. A. Hopkins, W. S. Ramsey and A. Gilmore. 1998. Effects of level of protein and type of molasses on digesta kinetics and blood metabolites in sheep. Small Ruminant Res. 28:161-170.

Haupt, T. R., 1959. Utilization of blood urea in ruminants. Amer. J. Physiol., 197: 115-126

Helmut K. M. and G. Fiechter. 2012. Physicochemical characteristics of goat's milk in Austria-Seasonal Variations and differences between six breeds. Dairy Sci and Technol. 92: 167-177.

Hynes, D. N., S. Stergiadis, A. Gordon and T. Yan. 2016. Effects of crude protein level in concentrate supplements on animal performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows fed fresh-cut perennial grass. J. Dairy Sci. 99:8111–8120.

ICAR, 1998. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, India.

Isida, M. and O. Abu Hassan. 1992. Effect of urea treatment level on the nutritive value of oil palm from in Kedah-Kelantan bulls. In proceedings of the 6th AAAP. Animal Science Congress on Recent Advances in Animal Production, Vol 3 AHAT, Bangkok. 68-69.

Islam, M. 1999. Characterization and utilization of oil palm (*Elaeis genesis*) frond as fibrous feed for ruminants. PhD. Thesis. University Putra Malaysia. 252.

Javaid A, M. A. Shahzad, M. Nisa and M. Sarwar. 2011. Ruminal dynamics of ad libitum feeding in buffalo bulls receiving different level of rumen degradable protein. Livest Sci.; 135:98-102.

Jonker, J. S., and R. A. Kohn. 2001. Using milk urea nitrogen to evaluate diet formulation and environmental impact on dairy farms. Scientific World J. 1:852–859.

Kang, S,, Wanapat, K. Phesatcha and T. Norrapoke. 2015. Effect of protein level and urea in concentrate mixture on feed intake and rumen fermentation in swamp buffaloes fed rice straw-based diet. Trop. Anim. Health Prod. 47:671-679.

Kazemi - Bonchenari, M. Mirzaei, M. Jahani-Moghadam, A. Soltani, E. Mahjoubi and R. A. Patton. 2016. Interactions between levels of heat-treated soybean meal and prilled fat on growth, rumen fermentation, and blood metabolites of Holstein calves. J. Animal Sci. 94: 4267–4275.

Kearl, L. C. 1982. Nutrient Requirement of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuff Institute. Utah Agriculture Extension Station, Utah, USA 150.

Khamseekhiew, B. O. Pimpa and T. Jetana. 2015a. Productive performance and production cost of different cross bred meat goats fed high levels of OPL in fermented TMR. Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Animal Agriculture for Developing Countries (SAADC 2015) between 27th-30th October 2015. Dusit Thani, Pataya, Thailand. 247-250

Khamseekhiew, B., O. Pimpa, S. Rueangsuwan and T. Jetana. 2015b. Study of oil palm leaflets as roughage sources in TMR for meat goats. Thai. J. Anim. Science 1:399-403.

Leonardi C, M. Stevenson and L. E. Armentano. 2003. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 86:4033-42.

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

Mandal, A. B., S. S. Paul, G. P. Mandal, A. Kannan and N. N. Pathak. 2005. Deriving nutrient requirements of growing Indian goats under tropical condition. Small Ruminant Res. 58: 201-217.

Marini, J. C., and M. E. Van Amburgh. 2005. Partition of nitrogen excretion in urine and the feces of Holstein replacement heifers. J. Dairy Sci. 88:1778–1784.

Mariz, L. D. S. P. M. Amaral, S. C. Valadares Filho,and S. A. Santos, E. Detmann, M. I. Marcondes, J. M. V. Pereira, J J. M. Silva Júnior, L. F. Prados and A. P. Faciola. 2018. Dietary protein reduction on microbial protein, amino acid digestibility, and body retention in beef cattle: 2. amino acid intestinal absorption and their efficiency for whole-body deposition. J. Anim. Sci. 96: 670–683.

McDonald, P. R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalg, C. A. Morgan, L. A. Sinclair and R. G. Wilkinson. 2011. Feeding standards for maintenance and growth. In Animal Nutrition, 7th ed.; Pearson Education Limited: Harlow, UK, 2011; pp. 343–383.

Milis, C. and D. Liamadis. 2007. Effect of protein level, main protein and non-forage fiber source on digestibility, N balance and energy value of sheep rations. J. Anim. Vet. Adv. 6: 68–75.

Mohammed, S. A., A. H. Sulieman, M. E. Mohammed., F. Siddg and E. Sir. 2007. A study on the milk yield and compositional characteristics in the Sudanese Nubian Goat under farm condition. J. Anim. Veter. Adv., 6, 328-334.

Nasir, H. M., I. Dahlan and A. R. Alimon. 1997. Maintenance requirement of pen fed Saanen goats in Malaysia. Malaysian J. Anim. Science. 3(2): 47-51.

Norrapoke, T., M. Wanapat and S. Wanapat. 2012. Effects of protein level and mangosteen peel pellets (Mago-pel) in concentrate diets on rumen fermentation and milk production in lactating dairy crossbreds. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 25:971-979.

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

NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. ^{7}th ed. National Academic Press, Washington, DC.

NRC, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. National Academy Press, Washington, DC.

O'Colmenero, J. J., and G. A. Broderick. 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 89:1704-12

Oshio, S., A. Abe, D. M. Jaafar, O. Abu Hassan, R. Ismail, N. K. Hoi and S. Khosirah. 1989. Nutritive value of oil palm trunk for ruminant. In proceedings of the 12th MSAP conference. 52-57.

Paengkoum, P. S. Chen and S. Paengkoum. Effects of crude protein and undegradable intake protein on growth performance, nutrient utilization, and rumen fermentation in growing Thai-indigenous beef cattle. Trop. Anim. Health Prod. 2019, 51: 1151–1159.

Paul, S. S., A. B. Mandal, G. P. Mandal A. Kannan and N. N. Pathak. 2003. Deriving nutrient requirements of growing Indian sheep under tropical condition using performance and intake data emanated from feeding trials conducted in different research institutes. Small Ruminant Res. 50: 97-107.

Pilachai, R. J. T. Schonewille, C. Tamrongyoswittayakul, S. Aiumlamai, C. Wachirapakorn, H. Everts and W. H. Hendriks. 2012. The effects of high levels of rumen degradable protein on rumen pH and histamine concentrations in dairy cows. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 96, 206–213

Pfeffer, E. H. Speckter, S. Bornemann, A. Holthausen and M. Rodehutscord. 2009. Kinetics of endogenous urea in lactating goats and cows fed diets varying in their crude protein concentrations. Archives of Anim. Nutri. 70:(4) 230-242.

Pormalekshahia, A., F. Fatahniaa, ,H. Jafarib, A. Azarfarc, S. Varmaghanyb and G. Taasolid. 2020. Interaction of dietary rumen undegradable protein leveland supplemental rumen-protected conjugated linoleicacid on performance of growing goat kids. Small Ruminant Res. 191: 106167.

Pralomkarn, W., S. Saithanoo, S. Kochapakdee and B.W. Norton. 1995. Effect of genotype and plane of nutrition on carcass characteristics of Thai native and Anglo-Nubian X Thai native male goats. Small Ruminant Res. 16: 21-25.

Reid, M., M. O'Donovan and C. T. Elliott. 2015. The effect of dietary crude protein and phosphorus on grass-fed dairy cow production, nutrient status, and milk heat stability. J. Dairy Sci. 2015: 98: 517-31.

Rodriguez, L. A., C. C. Stallings, J. K. Herbein and M. L. Mcgilliard. 1997. Diurnal variation in milk and plasma urea nitrogen in Holstein and Jersey cows in response to degradable dietary protein and added fat. J. Dairy Sci. 80(12). 3368-3376.

Roselers, D. K., J. D. Ferguson, C. J. Sniffen and J. Herrema. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk non-protein nitrogen in Holstein cows. J. Dairy Sci. 76: 525-534.

Sajem, A. J., J. B. Liang, M. Faizah, A. B. Shamsuddin and K.Y. Hsiung. 1996. Nutrient contents of some common fronds of Sarawak. In Proceedings of the Silver Jubilee. MSAP Conference, Kuching, Sarawak, Malaysia, 28-31 May 1996. 218-219.

SAS. 1996. SAS User's Guide: Statistics, Version 6.12th Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Schneider, B. H. and W. P. Flatt. 1975. The evaluation of feed through digestibility experiment. : The University of Georgia Press.

Schrader, P. 1994. The performance of Siamese long tail lambs fed on oil palm frond based ration. A preliminary report. MARDI, Bukit Rendang, Pahang, Malaysia.

Schiavon, F. Tagliapietra, M. Dal Maso, L. Bailoni and G. Bittante. 2012. Effects of low-protein diets and rumen-protected conjugated linoleic acid on production and carcass traits of growing double-muscled Piemontese bulls. J. Anim. Sci. 88: 3372-3383.

Souza, A. P., A. N. Medeiros, F. F. R. Carvalho, R. G. Costa, L. P. S. Ribeiro, A. B. Bezerra, G. L. C. Branco, C. G. and Silva Jr. 2014. Energy requirements for maintenance and growth of Canindé goat kids. Small Ruminant Res. 121: 255-261.

Starke, K. S. A. S. Muscher, N. Hirschhausen, E. Pfeffer, G. Breves and K. Huber. 2012. Expression of urea transporters is affected by dietary nitrogen restriction in goat. J. Anim. Sci. 90:3889–3897.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometerial Approach. (2nd ed.).

Stelzleni, A. M., M. A. Froetschel and T. D. Pringle. 2013. Effects of feeding extruded full-fat cottonseed pellets in place of tallow as a fat source for finishing heifers on feedlot performance, carcass characteristics, sensory traits, display color, and fatty acid profiles. J. Anim. Sci. 91: 4510–4520.

Sultan, J. I., A. Javaid, M. Nadeem, M. Z. Akhtar and M. I. Mustafa. 2009. Effect of varying ruminally degradable to ruminally undegradable protein ratio on nutrient intake, digestibility and N metabolism in Nili Ravi buffalo calves (Bubalus bubalis). Livestock Science 122(2–3): 130–133.

Swatland, H. J. 1994. Structure and Development of Meat Animals and Poultry. Technomic Publishing, Lancaster, UK.

Theodorou, M. K, and J. France. 1993. Rumen microbial and their interactions. In 'Feeding Systems and Feed Evaluation Models'. (Eds. M.K. Theodorou, J. France). pp 145-164. Biddles Ltd : Guildford.

Torell, D. T., I. D. Hume and W. C. Weir. 1974. Factors affecting blood urea nitrogen and its use as an index of the nutritional status of sheep. Journal of Animal Science, 39(2): 435–440.

Uytterhaegen, L., Claeys, E., Demeyer, D., Lippens, M., Fiems, L. O., Boucque, C. Y., G., Vandee Voorde and Bastiaens, A. 1994. Effects of double-muscling on carcass quality, beef tenderness and myofibrillar protein degradation in Belgian Blue White bulls. Meat Sci. 38: 255-267.

Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fire and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74(10): 3579-3583.

Waldrip, H. M., N. A. Cole and R. W. Todd. 2015. Review: Nitrogen sustainability and beef cattle feedyards: II. Ammonia emissions. Profes. Anim. Scientist. 31(5): 395-411.

Waldrip, H. M. R. W. Todd and N. A. Cole, N. A. 2013. Prediction of nitrogen excretion by beef cattle: A meta-analysis. J. Anim. Sci. 91: 4290–4302.

Wang, D. F. L. L. Zhou, H. L. Zhou, G. Y. Hou, L. G. Shi, M. Li, X. Z. Huang and S. Guan. 2015. Effects of nutritional level of concentrate-based diets on meat quality and expression levels of genes related to meat quality in Hainan black goats. J. Anim. Sci. 86: 166–173.

Westwood, C T, I. J. Lean, J. K. Garvin and P. C. Wynn 2000. Effects of Genetic Merit and varying dietary protein degradability on lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 83: 2926-2940.

Xia, C. Q. M. A. U Rahman,. H. Wang, T. Q. Shao, QH. Qiu, H. W. Su and B.H. Cao. 2018. Effect of increased dietary crude protein levels on production performance, nitrogen utilization, blood metabolites and ruminal fermentation of Holstein bulls. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 10:1643–1653.

Zhu, W., Wi Xu, C. Wei, Z. Zhang, C. Jiang and X. Chen. 2020. Effects of Decreasing Dietary Crude Protein Level on Growth Performance, Nutrient Digestion, Serum Metabolites, and Nitrogen Utilization in Growing Goat Kids (*Capra hircus*). Animal 10:151-161.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณต้นทุน

1. ต้นทุนค่าอาหาร

= ปริมาณอาหารที่แพะกิน (น้ำหนักที่ให้แพะกินกิโลกรัมต่อวัน) x จำนวนวันที่เลี้ยง (180 วัน) x ราคาอาหารทีเอ็มอาร์ (บาท/กิโลกรัม)

2. ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวแพะที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม (บาท/ตัว)

= ต้นทุนค่าอาหารผสม (บาท/ตัว) / น้ำหนักตัวแพะที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง

3. ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวแพะที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม (บาท/ตัว)

= ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท/ตัว) / น้ำหนักตัวแพะที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง

4. ต้นทุนค่าสัตว์ทดลอง (บาท/ตัว)

= น้ำหนักแพะเริ่มต้น (กิโลกรัม) x ราคาซื้อแพะมีชีวิต (บาท/กิโลกรัม)

5. ต้นทุนในการเลี้ยงแพะ (บาท/ตัว)

5.1 ต้นทุนในการเลี้ยงแพะทั้งหมด (บาท/ตัว) ไม่รวมค่าวัคซีน ค่ายาปฏิชีวนะ ค่าโรงเรือน ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าแรง เป็นต้น

= ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท/ตัว) + ต้นทุนค่าสัตว์ทดลอง (บาท/ตัว)

5.2 ต้นทุนทั้งหมดต่อน้ำหนักตัวแพะที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม (บาท/ตัว)

= ต้นทุนทั้งหมด (บาท/ตัว) / น้ำหนักตัวแพะที่เพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง

6. กำไรจากการเลี้ยงแพะ

6.1 ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต (บาท/ตัว)

= น้ำหนักตัวแพะสิ้นสุด (กก.) x ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต (บาท/กิโลกรัม)

6.2 กำไรเมื่อคิดเฉพาะต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)

= ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต (บาท/ตัว) – ต้นทุนค่าอาหารท้งหมด (บาท/ตัว)

6.3 กำไรเมื่อคิดต้นทุนทั้งหมด (บาท/ตัว)

= ราคาจำหน่ายแพะมีชีวิต (บาท/ตัว) – ต้นทุนการเลี้ยงแพะทั้งหมด (บาท/ตัว)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวรุ่งรัตน์ ประสมสุข

รหัสประจำตัวนักศึกษา 6040320104

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี	2560

ทุนการศึกษา

ทุนงบประมาณแผ่นดิน ปี 2560

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

รุ่งรัตน์ ประสมสุข, ศศิวิมล เมืองแมน, เจษฎา รัตนวุฒิ, และบดี คำสีเขียว. 2561. ผลของการเสริมดอกหางนกยูงฝรั่งในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 35 (ฉบับพิเศษ 2): 15-21.

รุ่งรัตน์ ประสมสุข, บดี คำสีเขียว และ โอภาส พิมพา. 2562. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการเจริญเติบโตและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของสายพันธุ์แพะที่ใช้ใบกระถินเป็นอาหารหลัก. วารสารแก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 2): 269-274.

รุ่งรัตน์ ประสมสุข, บดี คำสีเขียว, ภูมิธร เมืองจันทร์ และ โอภาส พิมพา. 2563. ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อการกินได้และการเจริญเติบโตในแพะพันธุ์พื้นเมือง. วารสารแก่นเกษตร 48 (ฉบับพิเศษ 1): 257-262.