

ผลของการใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักต่อคุณค่าทางโภชนาการ สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อในแพะนมเพศผู้

**EFFECT OF MUNG BEAN PROTEIN CONCENTRATE IN PAKCHONG 1
NAPIER SILAGE ON THE NUTRITIVE VALUE, PRODUCTION
PERFORMANCE, CARCASS AND MEAT QUALITY
IN MALE DAIRY GOAT**



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2564

KMITL-2021-AG-M-031-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**EFFECT OF MUNG BEAN PROTEIN CONCENTRATE IN PAKCHONG 1
NAPIER SILAGE ON THE NUTRITIVE VALUE, PRODUCTION
PERFORMANCE, CARCASS AND MEAT QUALITY
IN MALE DAIRY GOAT**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN ANIMAL SCIENCE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2021

KMITL-2021-AG-M-031-336

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักต่อคุณค่าทางโภชนาการ สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและ คุณภาพเนื้อในแพะนมเพศผู้
นักศึกษา	นางสาว สุภาพรณ บุญเกิด
รหัสประจำตัว	59604034
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2564
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉรา ลักขณานุกุล

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักต่อคุณค่าทางโภชนาการ สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของแพะนมเพศผู้ ดำเนินการศึกษาโดยศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพการหมัก และการย่อยได้ในหลอดทดลอง ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1/โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น 6 ระดับ คือ 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. ที่อายุการหมักที่ 0, 7, 14, 21 และ 45 วัน ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อสัดส่วนโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม และพลังงานรวมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในส่วนของคุณภาพการหมัก และการย่อยได้ในหลอดทดลอง พบว่า หญ้าหมักที่มีโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 10 และ 20 กก. มีคุณลักษณะของหญ้าหมักที่ดี โดยมีค่า pH ปริมาณของไนโตรเจนที่ระเหยได้ ปริมาณกรดแลคติก ปริมาณกรดบิวทริก และค่าความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และมีการย่อยได้ที่ไม่แตกต่างจากค่าการย่อยได้ของหญ้าสด ($P > 0.05$) และใช้ระยะเวลาในการหมักที่ 21 วัน เนื่องจากเป็นระยะเก็บรักษาของพืชหมัก สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน เมื่อนำหญ้าหมักของทั้ง 2 กลุ่มนี้ไปศึกษาต่อทางด้านผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของแพะนมลูกผสมสายพันธุ์ชาเนนเพศผู้ไม่ตอนทำการสุ่มแพะทดลองจำนวน 15 ตัว ซึ่งได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. พบว่า แพะที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก.) อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน) น้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น และเปอร์เซ็นต์ซากเย็น ที่ดีกว่าแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว (100/0) อีกทั้งแพะยังมีระดับของไนโตรเจนในกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกอยู่ในระดับที่สมดุลอยู่ตลอดเวลา มีค่าสิทธิของเนื้อมีความซึดน้อยกว่าเนื้อของแพะในกลุ่มอื่นๆ และมีผลกำไรที่ได้จากการขายแพะมีชีวิตมากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Effect of Mung Bean Protein Concentrate in Pakchong 1 Napier Silage on the Nutritive Value, Production Performance Carcass and Meat Quality in Male Dairy Goat
Student	Mrs. Supapan Boonkied
Student ID.	59604034
Degree	Master of Science
Program	Animal Science
Year	2021
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Achara Lukkananukool

ABSTRACT

The current study was aimed to study effect of mung bean protein concentrate in Pakchong 1 Napier silage on the nutritive value, production performance, carcass and meat quality in male dairy goat. The study of the nutritive value, fermented quality and digestibility under in vitro condition. Silage making was done by Pakchong 1 Napier ensilage with mung bean protein concentrate supplementation of 6 ratios of Pakchong 1 Napier (kg)/mung bean protein concentrate (kg) as 100 /0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 and 50/50 and then fermentation was allowed for 0, 7, 14, 21 and 45 days according to completely randomized design. The results have showed that level of mung bean protein concentrate significantly influences on chemical composition of the silage ($P < 0.01$) as proportion of dry matter, organic matter, crude protein, crude fat and gross energy in the silage were increased when the levels of mung bean protein concentrate augmented. For silage quality and digestibility, the silage made from supplementation of mung bean protein concentrate at the proportions of 10 and 20 kg had a good silage quality as values of pH, Volatile basic nitrogen (VBN), lactic acid contents, butyric acid contents and moisture are accepted, including no difference in the digestibility of the silage between the digestibility of the silage and that of fresh grass ($P > 0.05$). Ensiling for 21 day period resulted in extending silage storage period. When these two silages were used for studying in aspects of impacts on production performance, carcass quality and meat quality in male mixed dairy goats. Totally, 15 meat goats were randomly selected and then offered silage of Pakchong 1 Napier ensilage with 3 level of 100/0, 90/10 and 80/20 kg, respectively. The goats were offered the silage made from 20 kg mung bean protein concentrate

supplementation had higher body weight, increase growth rate, augmented warm carcass weight

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and percentage, and higher chilled carcasses, when compared those with those offered with the silage without mung bean protein concentrate (100/0). Furthermore, the experimental goats in this supplementation had level of blood nitrogen as balanced status, less pale goat meat and gained benefits at from live weigh goats.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างยิ่ง ทั้งทางด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัยต่างๆ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา ลักษณะานุกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้โอกาส คำแนะนำ และแนวความคิดที่เป็นประโยชน์ ทั้งในด้านวิชาการ ด้านการดำเนินการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์ การตรวจแก้วิทยานิพนธ์ จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย ศุภลักษณ์ รองศาสตราจารย์ ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.กนกรัตน์ ศรีกิจเกษมวัฒน์ ประธานและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยเหลือวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์และบุคลากรประจำห้องปฏิบัติการฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลอง ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาหารสัตว์ ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง ห้องปฏิบัติการตัดแต่งและแปรรูปเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่เครื่องมือ อุปกรณ์ และอำนวยความสะดวกต่างๆ รวมถึงคำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ หลักสูตรสัตวศาสตร์ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณมารดา บิดา ที่ให้การเลี้ยงดูอบรม ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ญาติพี่น้อง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

สุภาพรณ บุญเกิด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญภาพ.....	XIII
สารบัญภาคผนวก.....	XV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.6 ขั้นตอนของการศึกษา.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	4
2.1.1 ลักษณะเด่น.....	4
2.1.2 วิธีการปลูกและการเก็บเกี่ยวผลผลิต.....	5
2.1.3 ข้อเปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์อื่นๆ.....	6
2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	7
2.2 พืชอาหารสัตว์หมัก (Silage).....	8
2.2.1 ลักษณะของพืชอาหารสัตว์หมักที่มีคุณภาพดี.....	8
2.2.2 การทำพืชอาหารสัตว์หมัก.....	9
2.2.3 กระบวนการหมัก (Fermentation).....	9
2.2.4 การวัดคุณภาพสีและกลิ่นของพืชอาหารสัตว์หมัก.....	11
2.2.5 ปัจจัยและลักษณะที่มีผลต่อคุณภาพของพืชอาหารสัตว์หมัก.....	12
2.2.6 สารเสริมที่นิยมใช้ในการทำพืชอาหารสัตว์หมัก.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.7 การศึกษาเกี่ยวกับการใช้พืชอาหารสัตว์หมักในการเลี้ยงสัตว์.....	18
2.3 โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (Mung bean protein concentrate).....	23
2.3.1 วิธีการตกตะกอนโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น.....	24
2.3.2 องค์ประกอบทางโภชนาของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น.....	25
2.3.3 การใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในการเลี้ยงสัตว์.....	28
2.4 แพะ (Goat)	30
2.4.1 การจำแนกทางสัตววิทยา.....	31
2.4.2 สายพันธุ์แพะที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย.....	32
2.4.3 อาหารและการให้อาหารแพะ.....	37
2.4.4 สรีรวิทยาและการย่อยอาหารของแพะ.....	42
2.4.5 คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อแพะ.....	47
2.4.6 การศึกษาเกี่ยวกับแพะ.....	53
2.4.7 ราคาจำหน่ายแพะ.....	57
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	60
3.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพการหมัก และองค์ประกอบทางเคมี ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีน ถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ.....	60
3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	60
3.1.2 วิธีการทดลอง.....	61
3.1.3 การเก็บข้อมูล.....	62
3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยวิธี <i>In vitro</i> technique ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ.....	63
3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	63
3.2.2 วิธีการทดลอง.....	65
3.2.3 การเก็บข้อมูล.....	66
3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การทดลองที่ 3 ผลของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ต่อการกินได้ การเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพเนื้อของแพะนมเพศผู้.....	67
3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	67
3.3.2 วิธีการทดลอง.....	69
3.3.3 การเก็บข้อมูล.....	75
3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	76
4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพการหมัก และองค์ประกอบทางเคมี ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีน ถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ.....	76
4.1.1 องค์ประกอบทางเคมี.....	76
4.1.2 คุณภาพการหมัก.....	86
4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยวิธี <i>In vitro</i> technique ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ.....	97
4.3 การทดลองที่ 3 ผลของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ต่อการกินได้ การเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซาก และคุณภาพเนื้อของแพะนมเพศผู้.....	108
4.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าอาหารสัตว์.....	108
4.3.2 สมรรถภาพการผลิตและการกินได้.....	110
4.3.3 ลักษณะซากและการตัดแต่งซากแพะแบบสากล.....	116
4.3.4 องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของเนื้อ.....	118
4.3.5 ต้นทุนการผลิต และค่าตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ.....	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	125
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	125
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	126
บรรณานุกรม.....	127
ภาคผนวก.....	142
ภาคผนวก ก การศึกษาจนพลาสมาการผลิตแก๊ส โดยวิธี <i>In vitro</i> gas production technique.....	143
ภาคผนวก ข การเตรียมตัวอย่างเนื้อเพื่อนำไปวิเคราะห์ องค์ประกอบของไขมัน.....	147
ภาคผนวก ค ประมวลภาพการปฏิบัติงานในฟาร์มเลี้ยง สัตว์ทดลอง ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร.....	152
ภาคผนวก ง ประมวลภาพการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ เทคโนโลยีอาหารสัตว์และโภชนศาสตร์สัตว์ เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และ ประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร.....	156
ภาคผนวก จ ประมวลภาพการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ตัดแต่งและแปรรูปเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยี การผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร.....	160
ภาคผนวก ฉ ผลงานตีพิมพ์.....	164
ประวัติผู้เขียน.....	165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุต่างๆ(% น้ำหนักแห้ง).....	7
2.2 ลักษณะของพืชอาหารสัตว์หมักที่มีคุณภาพดี.....	8
2.3 แสดงกระบวนการหมักในพืชหมัก.....	11
2.4 เกณฑ์การให้คะแนนสีและกลิ่นของหญ้า.....	12
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของพืชอาหารสัตว์หมัก.....	13
2.6 ตารางองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมักร่วมกับสารเสริมชนิดต่างๆ.....	16
2.7 คุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 กับหญ้าอื่นๆ.....	21
2.8 องค์ประกอบทางโภชนาของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นและกากถั่วเขียว (วัตถุแห้ง).....	27
2.9 ระดับกรดอะมิโนในเมล็ดถั่วเขียวและกากถั่วเขียว (เปอร์เซ็นต์).....	28
2.10 ปริมาณความต้องการพลังงานและโปรตีนของแพะต่อวัน.....	39
2.11 ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้ง 3 ตัว	
2.12 ส่วนประกอบของโภชนาและปริมาณกรดอะมิโน (เนื้อปรงสุก 100 กรัม).....	45
ในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ.....	48
2.13 คะแนนเฉลี่ยความนุ่มของเนื้อแพะเปรียบเทียบกับเนื้อแกะ	
2.14 ปริมาณการกินอาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของแพะลูกผสม.....	51
พื้นเมืองกับแองโกลนูเบียนเปรียบเทียบกับแพะพื้นเมือง.....	55
2.15 ราคาจำหน่ายพันธุ์แพะ.....	59
3.1 อาหารทดลอง (สัดส่วนหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1:โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น).....	61
3.2 แสดงแผนการให้อาหารของแพะแต่ละกลุ่ม.....	70
4.1 องค์ประกอบทางเคมี (%วัตถุแห้ง) พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) และราคา (บาท/กก.) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และโปรตีนถั่วเขียว เข้มข้นที่ใช้ในการทำอาหารหมักทดลอง.	
4.2 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีน.....	78
ถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 0 วัน	
4.3 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีน.....	81
ถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 7 วัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีน ถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 14 วัน.....	84
4.5 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีน ถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 21 วัน.....	84
4.6 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีน ถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 45 วัน.....	85
4.7 ค่า pH, VBN และกรดอินทรีย์ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 0 วัน.....	87
4.8 ค่า pH, VBN และกรดอินทรีย์ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 7 วัน.....	89
4.9 ค่า pH, VBN และกรดอินทรีย์ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 14 วัน.....	90
4.10 ค่า pH, VBN และกรดอินทรีย์ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 21 วัน.....	90
4.11 ค่า pH, VBN และกรดอินทรีย์ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 45 วัน.....	91
4.12 ผลผลิตแก๊สในหีองปฏิบัติการของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 0 วัน.....	98
4.13 ผลผลิตแก๊สในหีองปฏิบัติการของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 7 วัน.....	99
4.14 ผลผลิตแก๊สในหีองปฏิบัติการของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 14 วัน.....	100
4.15 ผลผลิตแก๊สในหีองปฏิบัติการของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 21 วัน.....	101
4.16 ผลผลิตแก๊สในหีองปฏิบัติการของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 45 วัน.....	102
4.17 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้น และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มน้ำที่สัดส่วนต่างๆ (% on Dry matter).....	109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.18 สมรรถภาพการผลิตและการกินได้ของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (150 วัน).....	111
4.19 ปริมาณการกินได้โภชนะของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ.....	112
4.20 ค่าการย่อยได้โภชนะ (%) ที่พบในมูลของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (สัปดาห์สุดท้ายก่อนสิ้นสุดการทดลอง).....	113
4.21 ค่าความเข้มข้น Blood urea nitrogen (mg/dl) ของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (ในวันสุดท้ายของการทดลอง).....	114
4.22 ค่า pH และองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ที่พบในของเหลวจากรูเมนของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (ภายหลังจากที่สัตว์ถูกฆ่าทันที).....	116
4.23 ลักษณะซากของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ.....	117
4.24 เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนต่อซากเย็นครั้งซากของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ.....	118
4.25 คุณภาพทางกายภาพของเนื้อแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ.....	120
4.26 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (% on Dry matter basis).....	121
4.27 องค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ.....	122
4.28 ต้นทุนการผลิต และค่าตอบแทนเชิงเศรษฐกิจของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ.....	124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะลำต้นและใบของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1.....	4
2.2 แสดงวิธีการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1.....	5
2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดหญ้า.....	6
2.4 แสดงกระบวนการหมักในพีชหมัก.....	11
2.5 แสดงขั้นตอนการผลิตวุ้นเส้นและโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น.....	23
2.6 แสดงการแยกโปรตีนออกจากน้ำทิ้งของโรงงานในห้องทดลอง.....	24
2.7 แสดงการจำแนกทางสัณฐานวิทยาของแพะ.....	31
2.8 แพะพันธุ์ชานเนลเทศเมีย (ก) และเทศผู้ (ข).....	32
2.9 แพะพันธุ์แอลไพน์.....	33
2.10 แพะพันธุ์แองโกลนูเบียน.....	34
2.11 แพะพันธุ์ทอกเกินเบิร์ก.....	35
2.12 แพะพันธุ์บูร์.....	36
2.13 แพะพันธุ์กบศ 3 เทศผู้ (ก) และเทศเมีย (ข).....	37
2.14 ส่วนประกอบของโภชนาในอาหารสัตว์.....	38
2.15 โครงสร้างของกระเพาะอาหารของแพะ.....	43
2.16 กระบวนการเมทาบอลิซึมคาร์โบไฮเดรต.....	46
2.17 กระบวนการเมทาบอลิซึมโปรตีน.....	47
2.18 เปรียบเทียบโครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว และแสดงการเกิดรูปแบบของ Cis และ Trans ของกรดโอเลอิก.....	50
4.1 แสดงค่า pH ที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	93
4.2 แสดงปริมาณ Volatile basic nitrogen ที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	93
4.3 แสดงปริมาณกรดแลคติกที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	94
4.4 แสดงปริมาณกรดบิวทิริกที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.5 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 12 ของ หุ้ยนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ที่สัสด่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	103
4.6 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 24 ของ หุ้ยนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ที่สัสด่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	104
4.7 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 48 ของ หุ้ยนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ที่สัสด่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	104
4.8 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 72 ของ หุ้ยนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ที่สัสด่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	105
4.9 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 96 ของ หุ้ยนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ที่สัสด่วนและอายุการหมักต่างๆ.....	105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่	หน้า
ก 1	แสดงการชั่งอาหารและบรรจุอาหารทดลองลงในขวด 50 มิลลิลิตร.....143
ก 2	นำส่วนผสมน้ำลายเทียมต่างๆ มาผสมตามอัตราส่วน Resazurin จะทำให้เกิดสีฟ้า และปรับด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ประมาณ 10-20 นาที ที่อุณหภูมิ 39-40 องศาเซลเซียส.....143
ก 3	ทำการเติม Reducing เพื่อไล่ออกซิเจนออก ได้อย่างรวดเร็ว และปรับ CO ₂ อีกประมาณ 30 นาที.....144
ก 4	สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีใส ทำการวัดอุณหภูมิและค่า pH โดยให้มีอุณหภูมิ 39-40 องศาเซลเซียส และ pH 6-7 ซึ่งเป็นสถานะที่ใกล้เคียงในตัวสัตว์และเหมาะสมต่อ การเจริญของจุลินทรีย์.....144
ก 5	ทำการเติม Rumen fluid ที่ผ่านการกรองตามอัตราส่วน และปรับด้วย CO ₂ ประมาณ 10 นาที.....145
ก 6	ทำการดูดสารละลายที่มีส่วนผสมของ Rumen fluid และน้ำลายเทียม ปริมาณ 40 ml ลงในขวด 50 ml ที่มีตัวอย่างอาหาร.....145
ก 7	ปรับด้วย CO ₂ ประมาณ 1-2 นาที หลังจากนั้นปิดฝาจุกยางและล็อก ด้วยฝาอะลูมิเนียม.....146
ก 8	ก่อนนำเข้าตู้อบทำการวัดแก๊สที่ 0 ชั่วโมง อ่านปริมาณแก๊สที่ได้ และจดบันทึกข้อมูล จากนั้นนำเข้าบ่มที่ 39 องศาเซลเซียส และ วัดแก๊สตามชั่วโมงที่กำหนด จดบันทึกข้อมูลปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น.....146
ข 1	แสดงการชั่งน้ำหนักเนื้อ 5 กรัม ใส่ลงใน Flask.....147
ข 2	เติม Chloroform/Methanol 25 มิลลิลิตร และ 0.1% BHT 3 มิลลิลิตร นำส่วนผสมทั้งหมดไป Homogenized เสร็จแล้ว ล้างหัว Homogenizer ด้วย Chloroform/Methanol.....147
ข 3	ปิดฝาด้วยจุกยางให้สนิท บ่มไว้ 15-18 ชั่วโมง (ข้ามคืน) ที่อุณหภูมิห้องกรองตัวอย่างที่บ่มมาแล้วด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4.....148
ข 4	เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ลงใน Extraction tube ปรับ Balance และนำไป Centrifuge เพื่อให้สารละลายแยกชั้นดูชั้นของเหลวใส ด้านบนทิ้ง.....148

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก (ต่อ)

ภาพภาคผนวกที่	เนื้อหา	หน้า
ข 5	เทส่วนที่เหลือนลงใน Separatory funnel ชะ Extraction tube ด้วย Chloroform/Methanol ตั้งทิ้งไว้ รอจนสารละลายแยกชั้น ไชสารละลายส่วนล่างลงใน Round bottom flask.....	148
ข 6	นำไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือแต่ส่วนของไขมัน.....	149
ข 7	ละลายไขมันที่ระเหยได้ด้วย Chloroform 10 มิลลิลิตร จากนั้น เทลงในหลอด Test tube ฝาเกลียว จำนวน 2 หลอด โดยแบ่ง เท 9 มิลลิลิตร และ 1 มิลลิลิตร.....	149
ข 8	นำตัวอย่างส่วน 1 มิลลิลิตร มาระเหยด้วยก๊าซไนโตรเจน เติม Internal standard (C19:0) 300 ไมโครลิตร และนำไประเหย เติม NaOH/MeOH 3 มิลลิลิตร Vortex และนำไปต้ม 30 นาที ที่ 50 องศาเซลเซียส (*) เติม 10% BF ₃ 2 มิลลิลิตร Vortex และต้มอีก 10 นาที ที่ 50 องศาเซลเซียส เติม Deionized water 1 มิลลิลิตร กับ Hexane 1 มิลลิลิตร นำไป Vortex แล้วนำไป Centrifuge ด้วยความเร็ว 2,500 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที.....	150
ข 9	ดูดสารละลายเฉพาะส่วนใสขึ้นบน ใส่ขวดสีชา ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน ดำเนินตามขั้นตอน (*) จนครบ 3 รอบ นำ Vial ตัวอย่างไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส.....	150
ข 10	เมื่อจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมัน ให้เติม Hexane 1 มิลลิลิตร ลงในขวด Vial ของตัวอย่าง ทำการเขย่าด้วยเครื่อง Vortex และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมัน ด้วยเครื่อง Gas Chromatography FID detector.....	151
ค 1	แสดงแหล่งที่มาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	152
ค 2	แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหาร.....	152
ค 3	แสดงขั้นตอนการทำหญ้าหมัก.....	153
ค 4	แสดงหญ้าที่ได้จากการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ที่อายุการหมัก 21 วัน.....	153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก (ต่อ)

ภาพภาคผนวกที่	หน้า
ก 5	แสดงคอกที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง โดยแพะทุกตัวจะได้รับน้ำสะอาด และแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา.....154
ก 6	แสดงการให้อาหาร จดบันทึกและการชั่งน้ำหนักปริมาณอาหาร ที่กินในแต่ละวัน โดยการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้ในตอนเช้า และชั่งอาหารที่เหลือในเช้าของวันถัดไป.....154
ก 7	แสดงการเก็บตัวอย่างเลือด.....155
ก 8	แสดงตัวอย่างอาหารและมูลที่เก็บเพื่อนำไปวิเคราะห์.....155
ง 1	แสดงตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี.....156
ง 2	แสดงการหาความชื้นของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ.....156
ง 3	แสดงการหาโปรตีนรวมของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ.....157
ง 4	แสดงการหาไขมันรวมของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ.....157
ง 5	แสดงการหาพลังงานของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ.....157
ง 6	แสดงการหาเยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด และเยื่อใยที่ไม่ละลายใน สารละลายที่เป็นกรดของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ.....158
ง 7	แสดงการหาเถ้าของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ.....158
ง 8	แสดงการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาค่า pH ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย.....159
ง 9	แสดงวิธีการวัดค่า pH ของตัวอย่าง.....159
จ 1	เป็นเวลา 24 ชั่วโมง.....160
จ 2	แสดงการชั่งน้ำหนักซากเย็น.....160
จ 3	แสดงการผ่าซากออกเป็น 4 ซีก.....161
จ 4	แสดงชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง.....161
จ 5	แสดงเนื้อสันนอกที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบของไขมัน คาร์โบไฮเดรต คาร์บอน คาร์บอนไดออกไซด์ ค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ.....162
จ 6	แสดงการหาค่าการสูญเสียของเหลว.....162
จ 7	แสดงการหาค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน.....162
จ 8	แสดงการหาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ.....162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก (ต่อ)

ภาพภาคผนวกที่

หน้า

ฉ 1	นำเสนองานวิจัยในงาน The 7 th International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (7 th ICIST) 2018 in Bali, Indonesia. ในหัวข้อเรื่อง The effect of adding mung bean meal supplementation on Napier Pakchong 1 silage on fermentation quality and nutrient composition.....	164
ฉ 2	บทความตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Agricultural Technology.....	165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการผลิตปศุสัตว์ปัจจัยที่มีความสำคัญและเป็นต้นทุนหลักในการผลิต (ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ของการผลิตทั้งหมด) คือ ปัจจัยด้านอาหาร หากเกษตรกรสามารถหาแหล่งอาหารที่ดี มีคุณภาพ และราคาไม่แพงมาเลี้ยงสัตว์ได้นั้นก็หมายความว่าเกษตรกรสามารถที่จะเพิ่มผลกำไรในการผลิตสัตว์ให้สูงขึ้น ในการเลี้ยงแพะก็เช่นกัน แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่ให้ผลผลิตในรูปแบบของเนื้อและนม มีการเจริญเติบโตและเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่รวดเร็ว ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงลูกสั้น สามารถผสมและนำสู่รอบการผลิตใหม่ได้เร็วเมื่อเทียบกับสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น อีกทั้งแพะเป็นสัตว์ที่ใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ได้หลากหลายชนิด เช่น หญ้าอาหารสัตว์ ถั่วอาหารสัตว์ ไม้พุ่ม ผลพลอยได้ทางการเกษตร เศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ จึงเป็นสัตว์เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีโอกาสเชิงธุรกิจ และควรส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงเพื่อเป็นอาชีพ แต่ระบบการเลี้ยงแพะในเขตร้อน (Tropical area) ปัจจุบันยังคงประสบปัญหาขาดแคลนแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดี ในช่วงฤดูแล้งที่เป็นช่วงเวลาที่ยาว คือ 7-8 เดือน มีผลกระทบต่อผลผลิตของแพะ และส่งผลให้สัดส่วนกำไรของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะลดลงอย่างมาก

การพัฒนาแบบการเก็บรักษาอาหารหยาบในรูปของพืชอาหารสัตว์หมัก (Silage) เป็นอีกแบบหนึ่งที่จะช่วยให้เกษตรกรมีอาหารหยาบที่มีคุณภาพดีไว้ให้แพะตลอดทั้งปี การทำพืชอาหารสัตว์หมักเป็นการนำเอาอาหารหยาบ เช่น หญ้าอาหารสัตว์ ถั่วอาหารสัตว์ ผลพลอยได้ทางการเกษตร ฯลฯ มาเก็บไว้ในสภาพที่เป็นสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic condition) ในภาชนะ โดยอาจเติมสารหรือองค์ประกอบอื่นที่ส่งเสริมกระบวนการหมักลงไปด้วย จากนั้นจะเกิดกระบวนการหมักขึ้นทำให้คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสูญเสียหรือเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการทำหญ้าแห้ง หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* Schumacher) จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี เป็นหญ้าลูกผสมซึ่งเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างหญ้าเนเปียร์ยักษ์ (*Pennisetum purpureum*) และหญ้าไข่มุก (*Pennisetum americanum*) ที่มีการปลูกคัดเลือกทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา มีคุณสมบัติโตเร็ว ให้ผลผลิตต่อไร่สูง น้ำหนักผลผลิตสดประมาณ 70-80 ตันต่อไร่ต่อปี (หรือน้ำหนักแห้ง ประมาณ 9-12 ตันต่อไร่ต่อปี) มีโปรตีนหยาบอยู่ 10-12 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุตัด 45-60 วัน (ไกรลาส เขียวทอง, 2554) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จึงเป็นพืชอาหารสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาทำพืชอาหารสัตว์หมัก แต่อย่างไรก็ตาม หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักยังมีระดับโปรตีนที่ไม่สูงมากนัก หากต้องการยกระดับโปรตีนในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง

1 หมัก ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมก็เป็นวัตถุดิบอีกแหล่ง ที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (Mung bean protein concentrate) เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตวุ้นเส้น ที่ได้จากกระบวนการแยกแ่้งออกจากเมล็ดถั่วเขียวเพื่อนำไปทำวุ้นเส้น ส่วนที่เหลือสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น จะมีระดับโปรตีนอยู่ที่ 67-78 เปอร์เซ็นต์ และกากถั่วเขียวหรือกากวุ้นเส้น จะมีระดับโปรตีนอยู่ที่ 12-22 เปอร์เซ็นต์ ในโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะ Lysine และหากคิดราคาต่อ กิโลกรัมโปรตีนแล้ว ก็ถือได้ว่าเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารโปรตีนที่มีราคาไม่แพง ดังนั้น หากมีการนำเอาหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มาหมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น จึงน่าจะเป็นการพัฒนาารูปแบบการเก็บอาหารหยาบและยกระดับคุณค่าทางโภชนา โดยเฉพาอย่างยิ่งระดับของโภชนะโปรตีน อีกทั้งยังสามารถช่วยลดปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดีในการเลี้ยงแพะได้อีกด้วย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพการหมัก และองค์ประกอบทางเคมี ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ

1.2.2 เพื่อศึกษาค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยวิธี *In vitro* technique ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของแพะนมเพศผู้

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

การนำเอาโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่สัดส่วนต่างๆ จะสามารถยกระดับโภชนะโปรตีนในอาหารหยาบ โดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพการหมักของหญ้าหมักที่ดี และสามารถนำไปใช้เลี้ยงแพะลูกผสมซานเนนเพศผู้ไม่ได้ด่อนได้ โดยส่งผลให้สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของแพะดีขึ้น ลดต้นทุนค่าอาหาร และเพิ่มกำไรที่ได้จากการเลี้ยงแพะมากขึ้น

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การทำฟีดอาหารสัตว์หมักเป็นการเก็บรักษาอาหารหยาบเพื่อให้มีอาหารหยาบคุณภาพดีไว้ใช้ตลอดทั้งปี แต่หากแพะได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการโภชนะโปรตีนของแพะลูกผสมซานเนนเพศผู้ไม่ได้ด่อน จึงต้องมีการให้อาหารข้นเพิ่มเติม เพื่อให้โปรตีนมีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ การเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โภชนะโปรตีนสูงและมีกรดอะมิโนจำเป็นอยู่อย่างครบถ้วน ในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก จึงเป็นการยกระดับโปรตีนในหญ้าหมักให้มีค่าที่สูงขึ้น เพื่อลดการใช้อาหารข้น ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตลดลง อีกทั้งการมีแหล่งอาหารที่ดี ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพของเนื้อแพะ ทำให้เกิดการเพิ่มมูลค่าของแพะลูกผสมซานเนตเพศผู้ไม่ได้ตอน ได้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ทำการหมักหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการหมักต่างกัน 5 ระยะ คือ 0, 7, 14, 21 และ 45 วัน และมีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ในอัตราส่วนระหว่างหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1/โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างกัน 6 ระดับ คือ 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก.

1.5.2 เปิดถังหมักเพื่อตรวจคุณภาพการหมักและคุณค่าทางโภชนาของหญ้าหมัก

1.5.3 ทำการทดสอบการย่อยได้ในหลอดทดลองด้วยวิธี *In vitro* Technique

1.5.4 เลี้ยงแพะลูกผสมซานเนตเพศผู้ไม่ได้ตอนด้วยหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น เป็นระยะเวลา 150 วัน เก็บข้อมูลการกินได้ การย่อยได้ (Total Collection) และการเจริญเติบโต

1.5.5 เมื่อเลี้ยงครบ 150 วัน ทำการฆ่า เพื่อศึกษาคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ

1.5.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน 12 เดือน

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

1.6.1 เลือกหัวข้อปัญหาที่จะศึกษาวิจัย

1.6.2 กำหนดปัญหาที่จะดำเนินการวิจัย

1.6.3 กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัย

1.6.4 ค้นหาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัย)

1.6.5 กำหนดแบบการวิจัย

1.6.6 กำหนดประชากรและวิธีการสุ่มตัวอย่าง

1.6.7 สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

1.6.8 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล

1.6.9 การจัดทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1.6.10 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาบทสรุปของงานวิจัย

1.6.11 การสรุปผลและการอภิปรายผล

1.6.12 การจัดทำรายงานวิจัยและรูปเล่มวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* Schumaach) เป็นหญ้าลูกผสมข้ามพันธุ์ระหว่างหญ้าเนเปียร์ยักษ์ (*P. purpureum*) และหญ้าไ่มูก (*P. americanum*) ลักษณะภายนอกประกอบด้วยลำต้นมีข้อและปล้องชัดเจน ลักษณะลำต้นและทรงต้นตั้งตรง มีใบเกิดสลับข้างกัน มีส่วนกาบใบหุ้มลำต้นไว้ใบและลำต้นอ่อนนุ่ม โตเต็มที่สูงประมาณ 5 เมตร ราก เป็นระบบรากฝอยแข็งแรง แผ่กระจายออกรอบลำต้นในรัศมีประมาณ 50-100 เซนติเมตร ลึก 30-50 เซนติเมตร (ไกรลาศ เขียวทอง, 2556) เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีศักยภาพสูงทั้งในแง่การให้ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 นิยมปลูกไว้เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง (สำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์, 2560)

2.1.1 ลักษณะเด่น

เติบโตเร็ว ให้ผลผลิตต่อไร่สูง โปรงดินสูง มีความทนทานสูง สัตว์ชอบกิน ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยดี แดกกอดี แก่ช้า ทนแล้ง ในฤดูหนาวยังเติบโตได้ดีไม่ชงัก ไม่มีระยะพักตัว ใบและลำต้นอ่อนนุ่ม ขอบใบไม่คมไม่มีขน ที่ทำให้เกิดอาการคัน (ภาพที่ 2.1) ระยะออกดอกสั้น ไม่ติดเมล็ด ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี มีปริมาณน้ำตาลในใบและลำต้นสูง ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน เก็บเกี่ยวง่าย ปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้นาน 6-7 ปี เหมาะกับเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัด (ไกรลาศ เขียวทอง, 2554)

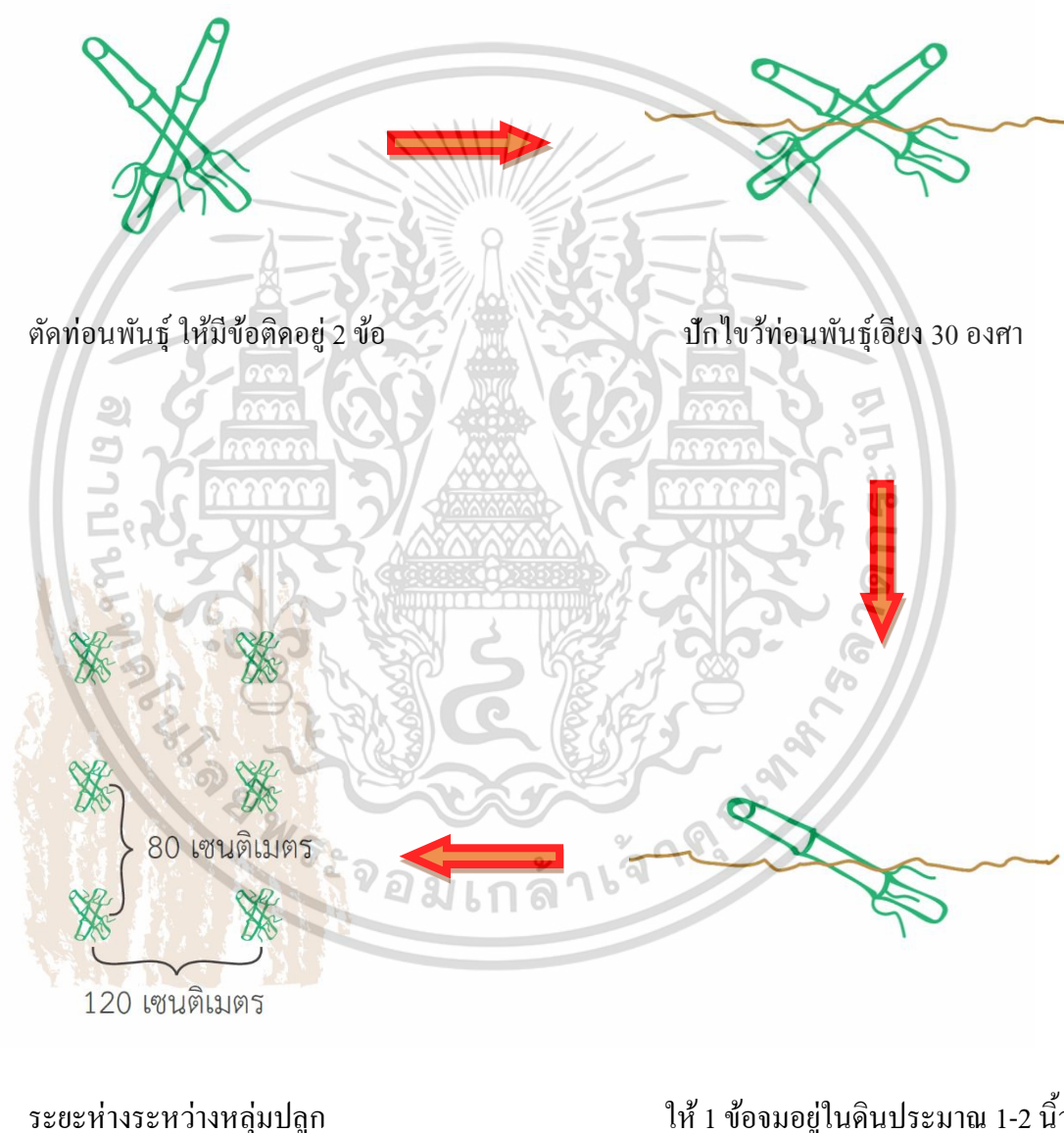


ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะลำต้นและใบของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

ที่มา : ไกรลาศ เขียวทอง (2554)

2.1.2 วิธีการปลูกและการเก็บเกี่ยวผลผลิต

สำหรับการปลูกในพื้นที่ขนาดเล็กและใช้แรงงานคน ภายหลังจากที่เตรียมดินเสร็จ เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นจากดินควรปลูกทันที ต้นพันธุ์ที่เตรียมไว้ให้ตัดเป็นท่อนๆ ให้มีข้อติดอยู่ท่อนละ 2 ข้อ นำไปปลูกโดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 120 เซนติเมตร ระหว่างต้น 80 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 2 ท่อน ปักไขว้ท่อนพันธุ์เอียง 30 องศา ให้ 1 ข้อจมอยู่ในดินประมาณ 1-2 นิ้ว (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 แสดงวิธีการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

ที่มา : ไกรลาส เจียวทอง (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อให้ระบบรากของหญ้าพัฒนาเจริญเติบโตและแข็งแรงเต็มที่ ให้ตัดครั้งแรกหลังปลูก ประมาณ 75 วัน จากนั้น ให้ตัดทุกๆ 45-60 วัน การตัดหญ้าทำได้โดยการใช้ มีด เคียว เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่ หรือ เครื่องเก็บเกี่ยว Double Chopper (ภาพที่ 2.3)



มีด หรือ เคียว



เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่



เครื่องเก็บเกี่ยว Double Chopper

ภาพที่ 2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดหญ้า
ที่มา : ไกรลาศ เขียวทอง (2554)

การเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้ ต้องตัดให้ชิดดินที่สุด เพื่อให้แตกหน่อใหม่จากใต้ดิน จะทำให้มีขนาดโตวบอ้วน แล้วจะกลายเป็นลำต้นที่สมบูรณ์ ให้ผลผลิตสูง ถ้าตัดสูงเหลือข้อไว้ จะมีแขนงออกมาจากข้างข้อ ลำต้นเล็ก ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ การปลูกในเขตชลประทานหรือเขตที่ทำการให้น้ำได้และมีการใส่ปุ๋ยสม่ำเสมอ ตัดได้ปีละ 5-6 ครั้ง ให้ผลผลิตน้ำหนักสดประมาณ 100 ตัน/ไร่/ปี การปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ สามารถใช้เลี้ยงโคได้ 7-8 ตัว ตลอดทั้งปี

2.1.3 ข้อเปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์อื่นๆ

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการปลูกหญ้าเนเปียร์หลายสายพันธุ์ เช่น หญ้าบาน่า หญ้าอาลาฟีด หญ้าเนเปียร์ยักษ์ ซึ่งหญ้าสายพันธุ์ต่างๆ มีลักษณะประจำพันธุ์ (ไกรลาศ เขียวทอง, 2554)

ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 หญ้าบาน่า

เติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง ลำต้นใหญ่อวบ แต่การตอบสนองต่อการให้น้ำในหน้าหนาวไม่ดีนัก จึงให้ผลผลิตต่ำในหน้าหนาว และมีขนที่ไอบามาก ทำให้เกิดการคันคายเมื่อสัมผัส

2.1.3.2 หญ้าอาลาฟัล

เติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง และมีใบดกนุ่ม แต่เมื่อกระทบอากาศหนาว จะออกดอกทันที ซึ่งจะตัดแล้วให้น้ำให้ปุ๋ย ต้นที่เกิดออกมาใหม่ก็จะออกดอก จึงให้ผลผลิตต่ำในหน้าหนาว

2.1.3.3 หญ้าเนเปียร์ยักษ์

เติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง ลำต้นใหญ่อวบ มีขนที่ไอบามาก ทำให้เกิดการคันเมื่อสัมผัส แก่เร็ว ลำต้นและใบแข็งเมื่ออายุมาก

2.1.4 คุณค่าทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

สำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์ (2560) ได้รายงานองค์ประกอบทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter; DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein; CP) ไขมัน (Ether extract; EE) เส้นใยหยาบ (Crude fiber; CF) คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Water soluble carbohydrate; WSC) และ เถ้า (Ash) ที่อายุตัด 45 และ 60 วัน มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ เฉลา พิทักษ์สินสุข และคณะ (2553 อ้างโดย ไกรลาส เขียวทอง. 2554) และจากการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ประเทศเคนยา ของ Mbuthia and Gachuiri (2003) ที่อายุตัด 56 วัน พบว่า มีค่าที่ใกล้เคียงกับที่ปลูกในประเทศไทย (ตารางที่ 2.1) แต่อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อองค์ประกอบทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เช่น ปริมาณสัดส่วนใบ ลำต้น และอายุของหญ้าเนเปียร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ (วีรสิทธิ์ แสงเจริญ. 2561) สภาพพื้นที่ที่ใช้ในการปลูก (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. 2557) รวมไปถึงการจัดการเตรียมดินที่ใช้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (จักรพงษ์ ชัยคง และคณะ. 2559)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางโภชนาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุต่างๆ (% น้ำหนักแห้ง)

	DM	CP	EE	CF	WSC	Ash	Source
45 day	11.9	11.9	1.3	35.8	36.5	14.5	1*
60 day	17.4	7.3	1.9	62.8	39.4	11.4	
45 day	14.9	15.9	1.3	35.8	36.5	14.5	2*
60 day	18.3	12.6	1.2	42.6	33.3	12.3	
56 day	16.0	9.5	-	-	39.0	-	3*

DM = Dry matter, CP = Crude protein, EE = Ether extract, CF = Crude fiber, WSC = Water soluble carbohydrate

1* สำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์ (2560)

2* เฉลา พิทักษ์สินสุข และคณะ (2553) อ้างโดย ไกรลาส เขียวทอง (2554)

3* Mbuthia and Gachuiri (2003)

เอกสารนี้เป็นฉบับร่างที่ส่งมอบให้หน่วยงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พืชอาหารสัตว์หมัก (Silage)

การทำพืชอาหารสัตว์หมัก (Silage) คือ การถนอมพืชอาหารสัตว์ให้คงสภาพทางโภชนาการไว้ให้ได้มากที่สุด กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นยังสามารถทำลายสารพิษบางกลุ่มที่มีอยู่ในพืชอาหารสัตว์บางชนิดได้ เช่น แทนนิน ไซยาไนด์ มีโมซิน เป็นต้น กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นต้องอาศัยการทำงานของ Lactic acid bacteria (LAB) ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic condition) โดยใช้ น้ำตาลและแป้ง (Water soluble carbohydrate, WSC) ที่มีในพืชอาหารสัตว์เปลี่ยนเป็นกรดแลคติกในปริมาณที่มากพอ ที่จะทำให้ค่า pH ลดต่ำลงจนอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญของ LAB คือ อยู่ในช่วง 3.8-4.2 และยังมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นประโยชน์หรือที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชอาหารสัตว์หมัก สภาพของพืชอาหารสัตว์หมักจะคงที่ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปริมาณของ WSC และ LAB (McDonald *et al.* 1991 อ้างโดย เสมอใจ บุรินอก และคณะ. 2554) ถ้าหากค่า pH ลดลงไม่เร็วพอ แบคทีเรียจำพวกคลอสทริเดียม (*Clostridium*) จะทำให้เกิดกระบวนการหมักที่เรียกว่า Butyric acid type fermentation โดยแบคทีเรียจำพวก *Clostridium* จะย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ และโปรตีน ได้เป็นแอมโมเนีย เอมีนส์ และกรดบิวทิริก มีผลให้คุณภาพของพืชหมักไม่ดี

2.2.1 ลักษณะของพืชอาหารสัตว์หมักที่มีคุณภาพดี

เสมอใจ บุรินอก และคณะ (2554) รายงานว่า คุณสมบัติของพืชอาหารสัตว์หมักที่ดีจะมีค่า pH ระหว่าง 3.8-4.2 มีสีเหลืองปนเขียว กลิ่นหอมออกเปรี้ยว และมีความชื้นระหว่าง 60-67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 ลักษณะของพืชอาหารสัตว์หมักที่มีคุณภาพดี

รายการ	อาหารหมักคุณภาพดี
1. pH	3.8-4.2
2. จำนวนสปอร์ของจุลินทรีย์	มีน้อย
3. การสังเคราะห์เซลล์จุลินทรีย์	จำนวน >5%
4. การย่อยได้ของเซลลูโลส	0
5. ความชื้น	60-67%
6. ปริมาณกรดแลคติก (Lactic acid)	3-13%
7. ปริมาณกรดบิวทิริก (Butyric acid)	<2%
8. แอมโมเนียไนโตรเจน (NH ₃ -N)	<11% ของไนโตรเจนรวม
9. สี	สีเขียวปนเหลือง

ที่มา : ดัดแปลงจากเมธา วรรณพัฒน์ (2533) อ้างโดย สายัณห์ ทัดศรี (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การทำพืชอาหารสัตว์หมัก

การทำพืชอาหารสัตว์หมักเพื่อเป็นอาหารเสริมและมีหลายสูตร เช่น สูตรใช้เกลือ 1 กิโลกรัมต่อหญ้าสับ 100 กิโลกรัม สูตรใช้กากน้ำตาล 4 กิโลกรัมต่อน้ำ 5 ลิตรต่อหญ้าสับ 100 กิโลกรัม สูตรใช้เกลือ 500 กรัม กากน้ำตาล 1 กิโลกรัมต่อหญ้า 100 กิโลกรัม สูตรไม่มีการเสริมอาหารเลย ฯลฯ ใช้หญ้าสดพันธุ์ที่อวบน้ำ หรือต้นข้าวโพดสดสับผสมกับอาหารเสริม หรือไม่ผสมอาหารเสริม บรรจุภาชนะ เป็นถุงพลาสติกอย่างหนา ถึงพลาสติก หรือหลุม อัดให้แน่นอย่าให้อากาศเข้าเป็นเวลา 21 วัน จากนั้นจึงจะเริ่มเปิดทยอยให้สัตว์กินได้ พืชอาหารสัตว์หมักที่ได้จะมีกลิ่นของกรดแลคติกเกิดขึ้น โดยกลิ่นกรดที่ดีควรมีความหอมและมีรสชาติที่ออกเปรี้ยวเล็กน้อย ซึ่งความเปรี้ยวนี้เองที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความน่ากิน (Palatability) เมื่อแพะได้กินแล้วจะเกิดความอยากกินเพิ่มมากขึ้น (ศิริรัตน์ บัวผัน, ไม่ระบุปีที่พิมพ์)

แต่การหมักหญ้าเพียงอย่างเดียวจะได้อาหารหยาบคุณภาพต่ำ เนื่องจากหญ้าเขตร้อนมีปริมาณโปรตีนหยาบค่อนข้างต่ำ จึงควรเพิ่มระดับโปรตีนโดยการนำเอาแหล่งโปรตีนอื่นเข้ามาเสริมในการทำพืชอาหารสัตว์หมัก เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น การใช้ถั่วอาหารสัตว์ ผลพลอยได้ทางการเกษตร เศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น แต่ระดับโปรตีนที่สูงขึ้นนั้นส่งผลให้ค่า pH ลดต่ำลงในอัตราที่ช้าลง เนื่องจากค่า Buffering capacity ที่สูงขึ้นตามระดับของโปรตีนที่เพิ่มขึ้น ทำให้จุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจึงส่งผลให้คุณภาพของกระบวนการหมักสูญเสียไป (McDonald *et al.*, 1991 อ้างโดย เสมอใจ บุรินอก และคณะ, 2554)

2.2.3 กระบวนการหมัก (Fermentation)

จากภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้

2.2.3.1 ระยะที่ 1 ภายหลังปิดถังหรือหลุมหมัก (Aerobic Phase) เซลล์พืชยังคงหายใจอย่างต่อเนื่องโดยใช้ก๊าซออกซิเจนที่ยังมีอยู่มากในหลุมหมัก เช่นเดียวกับแบคทีเรียที่ใช้ก๊าซออกซิเจน นอกจากนั้นแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนจะย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในเซลล์พืช จนกระทั่งถึงระยะหนึ่งออกซิเจนจะหมดไป ผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการหมักนี้ คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และความร้อน ถ้าอุณหภูมิในหลุมหมักสูงเกิน 38 องศาเซลเซียส พืชอาหารสัตว์หมักจะคุณภาพเลวลง ในระยะที่ 1 ใช้เวลา 1-2 วันหลังปิดหลุมหมัก โดยปกติก๊าซออกซิเจนจะถูกใช้หมดภายใน 4-5 ชั่วโมง ดังนั้นถ้าสามารถลดช่วงระยะเวลานี้ให้สั้นลงได้เท่าไร ความสูญเสียสารอาหารก็จะน้อยลง เพราะคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายจะถูกใช้หมดไปและเกิดเป็นความร้อนและน้ำ ซึ่งจะทำให้ความน่ากินของพืชอาหารสัตว์หมักลดลง โปรตีนบางส่วนซึ่งอาจสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ จะถูกย่อยสลายไปเป็นก๊าซแอมโมเนีย การหมักที่สมบูรณ์จะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและหยุดยั้งกระบวนการย่อยสลายโปรตีน (Proteolysis) ในกระบวนการหมัก ถ้าอาหาร

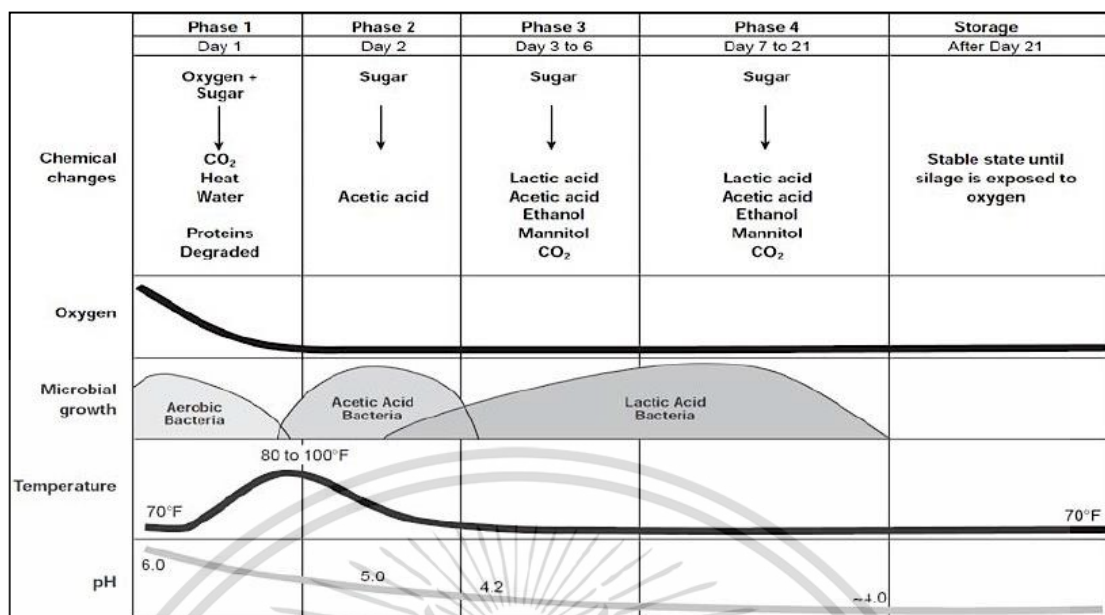
หยาบแห้งเกินไป (มีความชื้นน้อย) ก็อาจเกิดผลเสียเช่นเดียวกัน เพราะจะทำให้เกิดความร้อนสูง เนื่องจากกระบวนการหมักเกิดไม่สมบูรณ์ ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) กับโปรตีน โปรตีนจะเปลี่ยนโครงสร้างโดยไปรวมกับคาร์โบไฮเดรตเกิดเป็นสารประกอบที่ย่อยสลาย สิ่งต่างๆ เหล่านี้ที่เกิดขึ้นจะทำให้อาหารหยาบหมักที่ได้มีเปอร์เซ็นต์ของพลังงานและโปรตีนต่ำ

2.2.3.2 ระยะเวลาที่ 2 ระยะเกิดกรดอะซิติก (Anaerobic Phase) ระยะนี้จะเกิดขึ้นหลังจากก๊าซออกซิเจนถูกจำกัดหมดแล้ว และเซลล์พืชตาย แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเริ่มย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำกับโปรตีนบางชนิด ให้กลายเป็นกรดอะซิติก และกรดที่เกิดขึ้นจะทำให้ pH ลดลงจาก 6.0 ถึง 4.2 เมื่อค่าความเป็นกรดลดไปถึงระดับนี้ แบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติกจะเริ่มถูกทำลาย ระยะนี้จะเกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 2-4 หลังปิดหลุมหมัก ปกติจะใช้เวลาประมาณ 24 ถึง 72 ชั่วโมง

2.2.3.3 ระยะเวลาที่ 3 ระยะเริ่มผลิตกรดแลคติก (Lag Phase) เป็นระยะที่มีความสำคัญมาก เพราะแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกจะเริ่มทำงานในวันที่ 3 หลังปิดหลุมหมัก ขณะที่กรดอะซิติกเริ่มลดลง แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกเพิ่มปริมาณขึ้น และกรดแลคติกก็เพิ่มขึ้น กรดแลคติกเป็นกรดที่มีประโยชน์ สามารถนำไปสร้างเป็นพลังงานได้ แบคทีเรียอาจใช้สารอาหารในพืชอาหารสัตว์หมักมากถึง 10 เปอร์เซ็นต์ ในการสร้างกรดนี้ ถ้ากระบวนการหมักเกิดขึ้นสมบูรณ์ กรดแลคติกจะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ค่า pH จะลดลงไปถึงประมาณ 4.2

2.2.3.4 ระยะเวลาที่ 4 ระยะผลิตกรดแลคติกอย่างต่อเนื่อง (Fermentation Phase) การผลิตกรดแลคติกจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปอีกประมาณ 2 สัปดาห์ หรือมากกว่า อุณหภูมิจะเริ่มลดลงเหลือประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส และ pH ลดลงไปอยู่ที่ระดับ 3.8 ซึ่งส่งผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลงและหยุด หรือสิ้นสุดลง

2.2.3.5 ระยะเวลาที่ 5 ระยะเก็บรักษา (Stable Phase) ถ้าทุกอย่างเป็นไปด้วยดี พืชหมักจะยังคงเป็นพืชหมักที่เก็บไว้ในรูปหมักคงไปได้นาน โดยอาศัยกรดแลคติกป้องกันไม่ให้เกิดการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตต่อไปอีก แต่ถ้ากรดแลคติกมีปริมาณน้อย กรดบิวทิริกก็จะถูกสร้างขึ้นมา และโปรตีนจะถูกเปลี่ยนแปลงไป ทำให้พืชอาหารสัตว์หมักจะเกิดการสูญเสียขึ้น



ภาพที่ 2.3 แสดงกระบวนการหมักในพืชหมัก

ที่มา : Acquah (2002)

2.2.4 การวัดคุณภาพสีและกลิ่นของพืชอาหารสัตว์หมัก

สีและกลิ่นของพืชอาหารสัตว์หมัก ถูกอธิบายตามดัชนีชี้วัดของ Muhammad *et al.* (2008) โดยให้คะแนนสีของพืชอาหารสัตว์หมัก สีดำหรือน้ำตาลเข้ม = 1 สีน้ำตาลอ่อน = 2 สีเหลืองอ่อน = 3 และสีเขียวปนเหลือง = 4 และสำหรับกลิ่นของพืชอาหารสัตว์หมัก ให้คะแนนกลิ่นเน่าเหม็นหรือกลิ่นหืน = 1 กลิ่นหอม = 2 กลิ่นหอมหวาน = 3 และกลิ่นหอมหวานมาก = 4 ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เกณฑ์การให้คะแนนสีและกลิ่นของเห็ดหมัก

Item	Score
Color	
- dark or deep brown	1
- light brown	2
- pale yellow	3
- yellowish green	4
Odor	
- putrid or rancid	1
- pleasant	2
- sweet	3
- very sweet	4

ที่มา : ดัดแปลงจาก Muhammad *et al.* (2008)

2.2.5 ปัจจัยและลักษณะที่มีผลต่อคุณภาพของพืชอาหารสัตว์หมัก

ปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องต่อความผันแปรของคุณภาพเห็ดหมักนั้นจะเป็นไปตามลักษณะอายุและชนิดของพืช การจัดการ และ คุณค่าทางโภชนา เช่น ความชื้น ระดับคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ค่าความต้านทานต่อการลดลงของ pH ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระดับโปรตีนที่มีอยู่ในพืชที่นำมาหมัก (สุภาพรรณ เฟื่องเพชร. 2555) ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของพืชอาหารสัตว์หมัก

ปัจจัย	ลักษณะที่เหมาะสม
ชนิดและอายุของพืชขณะตัด	
- ข้าวโพด	ตัดต้นข้าวโพดพร้อมฝักที่อายุ 90 วัน
- ข้าวฟ่าง	ตัดตอนใกล้ออกดอก อายุประมาณ 10-11 สัปดาห์
- หญ้าเนเปียร์	ตัดเมื่ออายุ 30-45 วัน
- หญ้าไข่มุก	ตัดเมื่ออายุ มากกว่า 8 สัปดาห์
- หญ้าขน	ตัดเมื่ออายุ 60 วัน หรือความสูง 1-1.5 เมตร
- หญ้ากีนี	ตัดเมื่อออกดอก 60% ของแปลงหญ้า
ความชื้น	ระหว่าง 60-70%
ขนาด	ประมาณ 1-2.5 ซม.
การบรรจุที่ดี	อัดให้แน่น ภาชนะบรรจุปิดสนิท ไร้ออกซิเจน
อุณหภูมิ	ระหว่าง 27-38 °C
ระดับคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้	ไม่ควรต่ำกว่า 15%
ค่าความต้านทานต่อการลดลงของ pH	ต่ำ

ที่มา : ดัดแปลงจากเสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ (2556)

2.2.6 สารเสริมที่นิยมใช้ในการทำพืชอาหารสัตว์หมัก

การผลิตพืชอาหารสัตว์หมักในเขตร้อนไม่ค่อยประสบความสำเร็จมากนัก เนื่องจากพืชอาหารสัตว์หมักมีสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะในแง่ของความชื้นและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ กล่าวคือ พืชอาหารสัตว์ที่มีอายุน้อยแม้ว่าจะมีโปรตีนสูง และมีเชื้อยีสต์ แต่มีวัตถุแห้งและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้น้อย ทำให้เกิดการสูญเสียในระหว่างการหมักสูง ส่วนพืชอาหารสัตว์ที่มีอายุมากขึ้นนั้นแม้ว่าจะมีวัตถุแห้งและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้มากขึ้น แต่มีเชื้อยีสต์สูง และมีความฟาม ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการไล่อากาศออกภาชนะหมัก (สมสุข พวงดี และคณะ. 2546) นักวิจัยจึงได้คิดค้นหาวัตถุดิบอื่นหรือสารเสริมที่สามารถเพิ่มปริมาณของวัตถุแห้งและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้มาใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพของการทำพืชอาหารสัตว์หมัก สารเสริมที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่

2.2.6.1 กากน้ำตาล (Molasses)

กากน้ำตาลเป็นของเหลวที่มีลักษณะหนืดข้น มีสีน้ำตาล เป็นผลพลอยที่ได้มาจากการผลิตน้ำตาลทรายโดยมีอ้อยเป็นวัตถุดิบ การได้มาของกากน้ำตาลทำได้โดยการแยกกากน้ำตาลออกจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายในขั้นตอนสุดท้าย ด้วยการแยกออกจากเกล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลโดยวิธีการปั่น (Centrifuge) ซึ่งไม่สามารถตกผลึกเป็นเกล็ดน้ำตาลได้ด้วยวิธีทั่วไป และไม่นำกลับมาใช้ผลิตน้ำตาลทรายอีก (รัชดาภรณ์ พรหมฤทธิ์, 2560) การเติมกากน้ำตาลในพืชอาหารสัตว์หมัก เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียจะนำเอคาร์โบไฮเดรตมาใช้ในการเพิ่มปริมาณแบคทีเรียและผลิตกรดแลกติก ส่งผลให้เกิดกระบวนการหมักได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงรสชาติของอาหารหยาบให้มีความน่ากิน และเป็นพาหะสำหรับการเสริมยาหรือสารเสริมอื่นๆ โดยเฉพาะ Non-protein nitrogen เช่น ยูเรีย และกลีโอะแอมโมเนียม เป็นต้น ระดับการใช้กากน้ำตาลในอาหารสัตว์ชนิดต่างๆจำกัดอยู่ที่ 15-25 เปอร์เซ็นต์ หากเติมลงในอาหารเกินกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ อาหารจะเหนียวเหนอะหนะ เป็นปัญหาในการผสม (สุทธิเนตร ทิพย์เที่ยงแท้, 2559)

2.2.6.2 มั่นเส้นบด (Tapioca meal)

การเติมมันเส้นบดในการหมักพืชอาหารสัตว์หมักนอกจากจะช่วยดูดซับความชื้นแล้วยังช่วยเพิ่มปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้เพื่อเป็นแหล่งอาหารสำหรับจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติก ทั้งนี้เพราะมันเส้นมีแป้งเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์ที่ติดมากับพืชหรือมันเส้น พวก *Bacillus subtilis*, *Streptococcus bovis*, *Clostridium butyricum* ฯลฯ ยังสามารถย่อยสลายแป้ง ทำให้ได้น้ำตาลกลูโคส และมัลโตส (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2539) ซึ่งน้ำตาลกลูโคสเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ชนิดหนึ่ง ในการผลิตมันเส้นบด ทำได้โดยการนำหัวมันสำปะหลังที่มีอายุ 10-12 เดือน มาเคาะหรือร่อนเอาดินทรายออกให้ได้มากที่สุด และทำการสับหัวมันให้เป็นชิ้น เมื่อสับเรียบร้อยแล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้งอย่างน้อย 3-4 วัน เพื่อลดปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิก จากนั้นนำมันเส้นที่ได้ไปบดผ่านตะแกรงขนาดประมาณ 3-4 หุน เนื่องจากมันเส้นมีลักษณะเป็นแป้งอ่อน เมื่อถูกใบมีดของเครื่องบดก็จะแตกตัวออกได้ง่าย หากบดละเอียดมากจนเกินไปอาจสูญเสียมันเส้นบดไปในรูปของฝุ่น (กรมการค้าต่างประเทศ, 2561)

2.2.6.3 น้ำพืชหมัก (Fermented juice epiphytic lactic acid bacteria; FJLB)

การใช้แบคทีเรียกรดแลกติกที่มีในน้ำพืชหมัก เป็นสารเสริมพืชอาหารสัตว์หมักทางเลือกชนิดหนึ่ง มีแนวความคิดมาจาก Ohshima *et al.* (1997) โดยการนำพืชวัตถุดิบทำพืชอาหารสัตว์หมักมาปั่นผสมน้ำและกรองด้วยผ้าขาวบาง นำน้ำพืชที่ได้ไปเติมน้ำตาลเพื่อเป็นอาหารในการกระตุ้นเจริญเติบโตของแบคทีเรีย บ่มทิ้งไว้ในสภาพไร้อากาศเป็นเวลา 2 วัน ก่อนนำมาใช้เป็นสารเสริมในพืชอาหารสัตว์หมัก และควรใช้น้ำพืชหมักภายใน 2-3 วัน หลังจากการบ่มเนื่องจากพบว่าการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Masuko *et al.*, 2002)

จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีปริมาณวัตถุแห้งและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ต่ำ (Ohmomo *et al.* 2003 ; Yahaya *et al.* 2004) ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของกระบวนการหมักเมื่อนำเอาไปทำพืชอาหารสัตว์หมัก ต่อมาจึงได้มีการศึกษาการใช้สารเสริมในการทำหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก จากการศึกษาของ Bureenok *et al.* (2006) ได้ทำการเสริมน้ำพืช

หมัก (Fermented juice epiphytic lactic acid bacteria; FJLB) กากน้ำตาล และมันเส้นบด ในการทำ
 หนุ๋นเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก พบว่า มีผลทำให้คุณภาพการหมักหนุ๋นเนเปียร์ปากช่อง 1 ดีขึ้น
 สอดคล้องกับการศึกษาของ Yokota et al. (1991) ; Yunus et al. (2000) ; Van Niekerk et al. (2007)
 ได้ทำการเสริมกากน้ำตาลในการทำหนุ๋นหมัก พบว่า คุณภาพของหนุ๋นหมักดีกว่าในกลุ่มที่ไม่มีการ
 เสริมกากน้ำตาล ($P<0.05$) และจากการศึกษาของทิฆัมพร ธรรมชีวัน และสุกษชัย นาควิสุทธิ (2561)
 ที่ทำการศึกษาค่าผลของส่วนผสมของสารเสริมหนุ๋นหมักที่มีผลต่อคุณภาพ และคุณค่าทางอาหาร
 ต่อการทำหนุ๋นหมัก โดยมีการแบ่งปัจจัยออกเป็น 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A ชนิดของอาหารหยาบ
 ได้แก่ หนุ๋นขุ่น หนุ๋นเนเปียร์ ปอเทือง และกระถิน ปัจจัย B ชนิดของสารหมัก ได้แก่ ไม่เสริมสาร
 เกลือเม็ด 1 เปอร์เซ็นต์ กากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ และโซดาไฟ 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ลักษณะทาง
 กายภาพของหนุ๋นหมักที่วัดได้จากสีของหนุ๋นหมักที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในส่วนของ
 องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ชนิดของอาหารหยาบและสารเสริม ส่งผลให้ค่าความชื้น เถ้า โปรตีน
 ไขมัน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง
 คาร์โบไฮเดรต และวัตถุแห้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยสูตรอาหารที่มี
 ค่าความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด เยื่อใยที่ไม่ละลายใน
 สารฟอกที่เป็นกลาง คาร์โบไฮเดรต และวัตถุแห้งที่สูงที่สุด คือกระถินกลุ่มควบคุม (ไม่เสริมสาร)
 6.53 เปอร์เซ็นต์ หนุ๋นขุ่นหมักเกลือ 26.99 เปอร์เซ็นต์ กระถินกลุ่มควบคุม (ไม่เสริมสาร) 23.32
 เปอร์เซ็นต์ หนุ๋นเนเปียร์หมักโซดาไฟ 2.21 เปอร์เซ็นต์ หนุ๋นเนเปียร์หมักกากน้ำตาล 47.84
 เปอร์เซ็นต์ หนุ๋นเนเปียร์หมักกากน้ำตาล 59.02 เปอร์เซ็นต์ ปอเทืองหมักกากน้ำตาล 85.25
 เปอร์เซ็นต์ ปอเทืองกลุ่มควบคุม (ไม่เสริมสาร) 77.84 เปอร์เซ็นต์ และหนุ๋นเนเปียร์หมักเกลือ 73.48
 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และสูตรอาหารที่มีค่าความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เยื่อใยที่ไม่ละลายใน
 สารฟอกที่เป็นกรด เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง คาร์โบไฮเดรต และวัตถุแห้งต่ำที่สุด
 คือ หนุ๋นเนเปียร์หมักเกลือ 3.16 เปอร์เซ็นต์ หนุ๋นเนเปียร์หมักกากน้ำตาล 6.25 เปอร์เซ็นต์ หนุ๋น
 เนเปียร์หมักกากน้ำตาล 3.53 เปอร์เซ็นต์ ปอเทืองหมักเกลือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ ปอเทืองหมักเกลือ
 27.10 เปอร์เซ็นต์ หนุ๋นขุ่นหมักเกลือ 35.89 เปอร์เซ็นต์ กระถินหมักเกลือ 60.88 เปอร์เซ็นต์ หนุ๋นขุ่น
 หมักกากน้ำตาล 59.54 เปอร์เซ็นต์ และกระถินกลุ่มควบคุม (ไม่เสริมสาร) 71.94 เปอร์เซ็นต์
 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตารางองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมักร่วมกับสารเสริมชนิดต่างๆ

FACTOR A	FACTOR B				Average	P-value		
	Control	Salt	Molasses	NaOH		A	B	A×B
Moisture (%)								
Para Grass	5.23	4.38	5.45	5.03	5.02			
Napier Pakchong	3.38	3.16	4.08	4.90	3.88			
Sun Hemp	5.45	5.22	4.67	5.05	5.10	**	**	**
Leucaen	6.53	4.33	4.60	4.81	5.07			
Average	5.14	4.27	4.70	4.95	4.77			
Ash (%)								
Para Grass	10.14	26.99	8.12	9.11	13.59			
Napier Pakchong	6.56	19.57	6.25	6.38	9.69			
Sun Hemp	14.40	18.77	15.92	12.16	15.31	**	**	**
Leucaen	12.34	19.09	9.13	11.54	13.02			
Average	10.86	21.11	9.86	9.80	12.90			
CP (%)								
Para Grass	6.05	5.75	5.99	6.04	5.96			
Napier Pakchong	3.99	4.10	3.53	4.44	4.01			
Sun Hemp	22.96	13.98	20.07	21.58	19.65	**	**	**
Leucaen	23.32	15.05	23.11	21.55	20.76			
Average	14.08	9.72	13.18	13.40	12.59			
EE (%)								
Para Grass	0.51	0.45	0.61	0.50	0.52			
Napier Pakchong	1.82	1.66	2.05	2.21	1.93			
Sun Hemp	0.43	0.13	0.46	0.35	0.34	**	**	**
Leucaen	0.51	0.35	0.42	0.38	0.42			
Average	0.82	0.65	0.88	0.86	0.80			

** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.01$),

CP = Crude protein, EE = Ether extract, CF = Crude Fiber, NFE = Nitrogen free extract,
NDF = Nitrogen Detergent Fiber, ADF = Acid Detergent Fiber, DM = Dry matter

ที่มา : ทิฆัมพร ธรรมชีวัน และศุภชัย นาควิสุทธิ (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ตารางองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบหมักร่วมกับสารเสริมชนิดต่างๆ (ต่อ)

FACTOR A	FACTOR B				Average	P-value		
	Control	Salt	Molasses	NaOH		A	B	A×B
CF (%)								
Para Grass	39.82	29.08	39.38	42.72	37.75			
Napier Pakchong	45.01	35.24	47.84	44.36	43.11			
Sun Hemp	34.60	27.23	30.21	37.05	32.28	**	**	**
<i>Leucaen</i>	33.20	27.10	32.49	33.12	31.48			
Average	38.16	29.66	37.48	39.31	36.15			
NFE (%)								
Para Grass	61.75	66.65	59.54	63.40	62.84			
Napier Pakchong	60.74	63.74	63.75	62.28	62.63			
Sun Hemp	77.84	65.34	71.33	76.19	72.68	**	**	**
<i>Leucaen</i>	75.90	65.88	69.76	71.40	70.73			
Average	69.06	65.40	66.10	68.32	67.22			
NDF (%)								
Para Grass	80.16	61.68	81.74	80.32	75.97			
Napier Pakchong	82.94	66.66	85.21	81.22	79.01			
Sun Hemp	85.22	84.17	85.25	81.42	84.02	**	**	**
<i>Leucaen</i>	67.43	60.88	72.80	71.43	68.14			
Average	78.94	68.35	81.25	78.60	76.78			
ADF (%)								
Para Grass	48.20	35.89	48.93	53.81	46.71			
Napier Pakchong	55.36	41.94	59.02	53.09	52.35			
Sun Hemp	48.35	45.00	41.61	42.68	44.41	**	**	**
<i>Leucaen</i>	55.45	48.45	59.01	59.00	55.48			
Average	51.84	42.82	52.14	52.15	49.74			

** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.01$),

CP = Crude protein, EE = Ether extract, CF = Crude Fiber, NFE = Nitrogen free extract,
NDF = Nitrogen Detergent Fiber, ADF = Acid Detergent Fiber, DM = Dry matter

ที่มา : ทิฆัมพร ธรรมชีวัน และศุภชัย นาควิสุทธิ (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ตารางองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยากหมักร่วมกับสารเสริมชนิดต่างๆ (ต่อ)

FACTOR A	FACTOR B				Average	P-value		
	Control	Salt	Molasses	NaOH		A	B	A×B
DM (%)								
Para Grass	72.52	72.59	72.43	72.56	72.53			
Napier Pakchong	73.39	73.48	73.05	72.67	73.15			
Sun Hemp	72.42	72.52	72.79	72.59	72.58	**	**	**
<i>Leucaen</i>	71.94	72.93	72.81	72.71	72.60			
Average	72.57	72.88	72.77	72.63	72.21			

** หมายถึง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.01$),

CP = Crude protein, EE = Ether extract, CF = Crude Fiber, NFE = Nitrogen free extract, NDF = Nitrogen Detergent Fiber, ADF = Acid Detergent Fiber, DM = Dry matter

ที่มา : ทิพนันพร ธรรมชีวัน และศุภชัย นาควิสุทธิ (2561)

2.2.7 การศึกษาเกี่ยวกับการใช้พืชอาหารสัตว์หมักในการเลี้ยงสัตว์

บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์ และคณะ (2555) ทำการศึกษาคุณภาพของพืชหมักในทุ่งพลาสดิก คำที่อาชุกการเก็บรักษาต่างๆ เพื่อประเมินศักยภาพอาชุกการเก็บรักษาของพืชหมัก 3 ชนิด ได้แก่ สูตรที่ 1 หญ้ากินนีสีม่วงหมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 หญ้าเนเปียร์ยักษ์หมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 3 ต้นข้าวโพดหมัก พบว่า พืชอาหารสัตว์หมักในสูตรที่ 2 คือ หญ้าเนเปียร์ยักษ์หมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ ดีที่สุด สามารถเก็บหญ้าหมักได้นาน 3 เดือน โดยที่คุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก่อนทำการหมัก ($P>0.05$) รองลงมา คือ สูตรที่ 3 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ โดย สูตรที่ 3 ที่ใช้ต้นข้าวโพดหมัก มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีปานกลาง สามารถเก็บได้นาน 6 เดือน โดยคุณค่าทางโภชนาเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และสูตรที่ 1 หญ้ากินนีสีม่วงหมักร่วมกับกากน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บได้นาน 3 เดือน มีคุณค่าทางโภชนาและการใช้ประโยชน์ได้ไม่ต่ำกว่าก่อนหมัก แต่ถ้าเก็บไว้นาน 6-12 เดือน ลักษณะทางกายภาพจะมีการเปลี่ยนแปลงชัดเจน ไม่เหมาะที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ นัฐกานต์ โคตรชมพู และคณะ (2555) ทำการศึกษาผลของการใช้หญ้าหมักทดแทนในอาหารสุกร รุนพื้นเมืองพันธุ์กระโดน ต่อสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของโภชนา โดยแบ่งออกเป็น 2 สูตรอาหาร คือ สูตรที่ใช้หญ้าหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูปที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ไม่ใช้หญ้าหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูป พบว่า การทดแทนหญ้าหมักที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสุกรสำเร็จรูป ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวเมื่อเทียบกับสูตรที่ไม่ใช้หญ้าหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูป ($P>0.05$) และสูตรที่ใช้หญ้าหมักทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารสำเร็จรูปที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารลดลง 2 บาท ต่อน้ำหนักตัวสุกรที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังมีค่าการย่อยได้ของไขมันที่เพิ่มขึ้น ($P < 0.05$) เช่นเดียวกันกับงานทดลองของ ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ และคณะ (2556) ทำการศึกษาผลของการใช้หญ้าหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูป สำหรับสุกรรุ่นต่อสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของโภชนะในสุกรพื้นเมือง โดยมีอาหาร ทดลองทั้งหมด 4 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 ใช้อาหารสุกรสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มควบคุม) สูตรที่ 2 ใช้หญ้าหมักในสูตรอาหาร 5 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสุกรสำเร็จรูปร้อยละ 95 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ใช้ หญ้าหมักในสูตรอาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสุกรสำเร็จรูป 90 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 4 ใช้ หญ้าหมักในสูตรอาหาร 15 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสุกรสำเร็จรูป 85 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ประสิทธิภาพ การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวและต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของสุกรที่ ได้รับอาหารในแต่ละสูตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่เมื่อทดแทนอาหารสำเร็จรูปสำหรับ สุกรรุ่นด้วยหญ้าหมักในระดับที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของเยื่อใยที่ไม่ละลาย ในสารที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber; NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารที่เป็นกรด (Acid detergent fiber; ADF) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) การทดแทนอาหารชั้น ด้วยหญ้าหมักสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 1-2 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว

สมพล ไวยัญญา และคณะ (2553) ทำการทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต หญ้าเนเปียร์ลูกผสมหมักสำหรับเกษตรกรรายย่อยเพื่อการจำหน่ายในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ด้วยวิธีการหมักในถังพลาสติก (ชนิดฝาเกลียว) โดยใช้หญ้าเนเปียร์ลูกผสม คัดที่อายุประมาณ 60 วัน มาทำฟืชหมัก โดยตัดชิดผิวดิน นำมาหั่นให้มีขนาด 1-2 นิ้ว แล้วอัดให้แน่นในถังพลาสติกขนาด 30 ลิตร จะได้ปริมาณของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมหมักเฉลี่ยถังละ 22 กิโลกรัม พบว่า เกษตรกร 83.3 เปอร์เซ็นต์ มีความพึงพอใจในการทำหญ้าเนเปียร์ลูกผสมหมัก ที่มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 1.05 บาท ต่อกิโลกรัม หรือ 23.10 บาทต่อถัง สำหรับคุณภาพทั้งทางกายภาพและทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ ลูกผสมหมัก ของเกษตรกรทุกรายอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ตลอดอายุการเก็บรักษาทั้งที่ 21 60 และ 90 วัน ตามลำดับ เมื่อนำไปเลี้ยงโค พบว่า โคชอบกิน ส่วนทัศนคติและการยอมรับของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรทุกรายยอมรับเทคโนโลยีดังกล่าว เนื่องจากหญ้าเนเปียร์ลูกผสมมีความเหมาะสมในการ ปลูกเพื่อทำฟืชหมัก ประกอบกับขั้นตอนการทำฟืชหมักไม่ยุ่งยาก แต่ต้องให้ความสำคัญเกี่ยวกับ ความชื้นของหญ้าที่นำมาหมัก กระบวนการได้อากาศออกจากถัง และเทคนิคการปิดฝาทิ้งฟืชหมัก นอกจากนี้เกษตรกร ยังเห็นว่า การผลิตฟืชหมักเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ของตนเอง น่าจะมีความเหมาะสม มากกว่าการผลิตฟืชหมักเพื่อการจำหน่าย เนื่องจาก ตลาดยังไม่แน่นอน และการผลิตฟืชหมักเพื่อใช้ ในฟาร์มของตนเองน่าจะให้ผลตอบแทนที่สูงกว่า พืชาด เขจรศาสตร์ และ ชีระยุทธ จันทะนาม (2559) ทำการศึกษเปรียบเทียบผลของการใช้ข้าวฟ่างอาหารสัตว์หมักและหญ้าเนเปียร์หมักที่มีผล ต่อสมรรถภาพการผลิตของแพะเนื้อ โดยสูตรที่ 1 ใช้ข้าวฟ่างอาหารสัตว์หมัก และสูตรที่ 2 ใช้

หญ้านเปียร์หมัก พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทั้งสองสูตรอยู่ในช่วงปกติตามคุณสมบัติพืชอาหารสัตว์หมัก แต่หญ้านเปียร์มีองค์ประกอบของโปรตีนสูงกว่าข้าวฟ่างหมัก ในด้านของสมรรถภาพการผลิต ทั้งปริมาณการกินได้ การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตของแพะทดลองที่ได้รับอาหารทั้ง 2 สูตร มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) การเลี้ยงแพะเนื้อด้วยข้าวฟ่างหมัก และหญ้านเปียร์หมักจึงไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพืชอาหารสัตว์ทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันในการให้ผลผลิตจึงควรเลือกชนิดพืชอาหารสัตว์ให้เหมาะสมกับพื้นที่หรือคุณภาพดิน นอกจากนั้นยังมีการศึกษาผลของระดับโปรตีนในสูตรอาหารขึ้นต่อสมรรถภาพการผลิตของแพะเนื้อ ที่ได้รับหญ้านเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ โดยให้อาหารทดลองสูตรที่ 1 เป็นหญ้านเปียร์หมักเพียงอย่างเดียว สูตรที่ 2 เป็นหญ้านเปียร์หมัก และเสริมด้วยอาหารข้น 16 เปอร์เซ็นต์โปรตีน และสูตรที่ 3 เป็นหญ้านเปียร์หมัก และเสริมด้วยอาหารข้น 18 เปอร์เซ็นต์โปรตีน พบว่า ที่ระดับของโปรตีนในสูตรอาหารข้นที่ใช้เลี้ยงแพะ ส่งผลให้ค่าปริมาณการกินได้ทั้งหมดในรูปวัตถุแห้ง และค่าปริมาณการกินได้เมื่อเปรียบเทียบกับเป็นร้อยละน้ำหนักตัวของแพะ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และการให้หญ้านเปียร์หมักเพียงอย่างเดียวทำให้แพะเนื้อได้รับโปรตีนไม่เพียงพอ ดังนั้น การเสริมอาหารข้นที่มีระดับโปรตีนในสูตรอาหารที่สูงขึ้นจะช่วยเพิ่มน้ำหนักตัวของแพะ และช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำหนักตัวของแพะที่เลี้ยงในช่วงฤดูแล้งได้ แต่อย่างไรก็ตาม การเสริมอาหารข้นโปรตีนที่สูงขึ้น ควรคำนึงถึงต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจด้วย

ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 เพื่อนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องกันอย่างมาก เนื่องจากเป็นหญ้าที่มีผลผลิตต่อไร่สูง และยังมีคุณค่าทางโภชนาที่ค่อนข้างสูง คือ มีระดับของโปรตีนที่สูงกว่าหญ้าอาหารสัตว์ชนิดอื่น เช่น หญ้าธูปี่ หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้าแพงโกล่า เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 2.7 อีกทั้งสามารถนำไปทำหญ้าหมักเพื่อเก็บไว้ใช้ในฤดูแล้งได้อีกด้วย (เฉลา พัทธ์สินสุข และคณะ. 2553 อ้างโดย ไกรลาศ เขียวทอง. 2554)

ตารางที่ 2.7 คุณค่าทางโภชนาของหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 กับหญ้าอื่นๆ

รายการ	DM (%)	% Dry matter				
		CP	EE	NFE	Ash	WSC
เนเปียร์ปากช่อง 1						
- ตัดที่อายุ 45 วัน	14.9	15.9	1.3	35.8	14.5	36.5
- ตัดที่อายุ 60 วัน	18.3	12.5	1.2	42.6	12.3	33.3
รูชี						
- ตัดที่อายุ 45 วัน	21.2	8.6	1.8	30.0	8.8	50.8
- ตัดที่อายุ 60 วัน	25.6	6.6	1.4	31.9	9.0	51.1
กินนีสีม่วง						
- ตัดที่อายุ 45 วัน	22.6	7.9	1.2	35.5	10.7	44.7
- ตัดที่อายุ 60 วัน	24.6	7.1	1.2	33.4	10.0	48.3
แพง โกล่า						
- ตัดที่อายุ 45 วัน	25.2	7.8	1.6	32.3	8.1	50.2
- ตัดที่อายุ 60 วัน	27.9	7.5	1.6	35.1	8.8	47.0

DM = Dry matter, CP = Crude protein, EE = Ether extract, NFE = Nitrogen free extract,

WSC = Water soluble carbohydrate

ที่มา : เฉลลา พิทักษ์สินสุข และคณะ (2553) อ้างโดย ไกรลาศ เจียวทอง (2554)

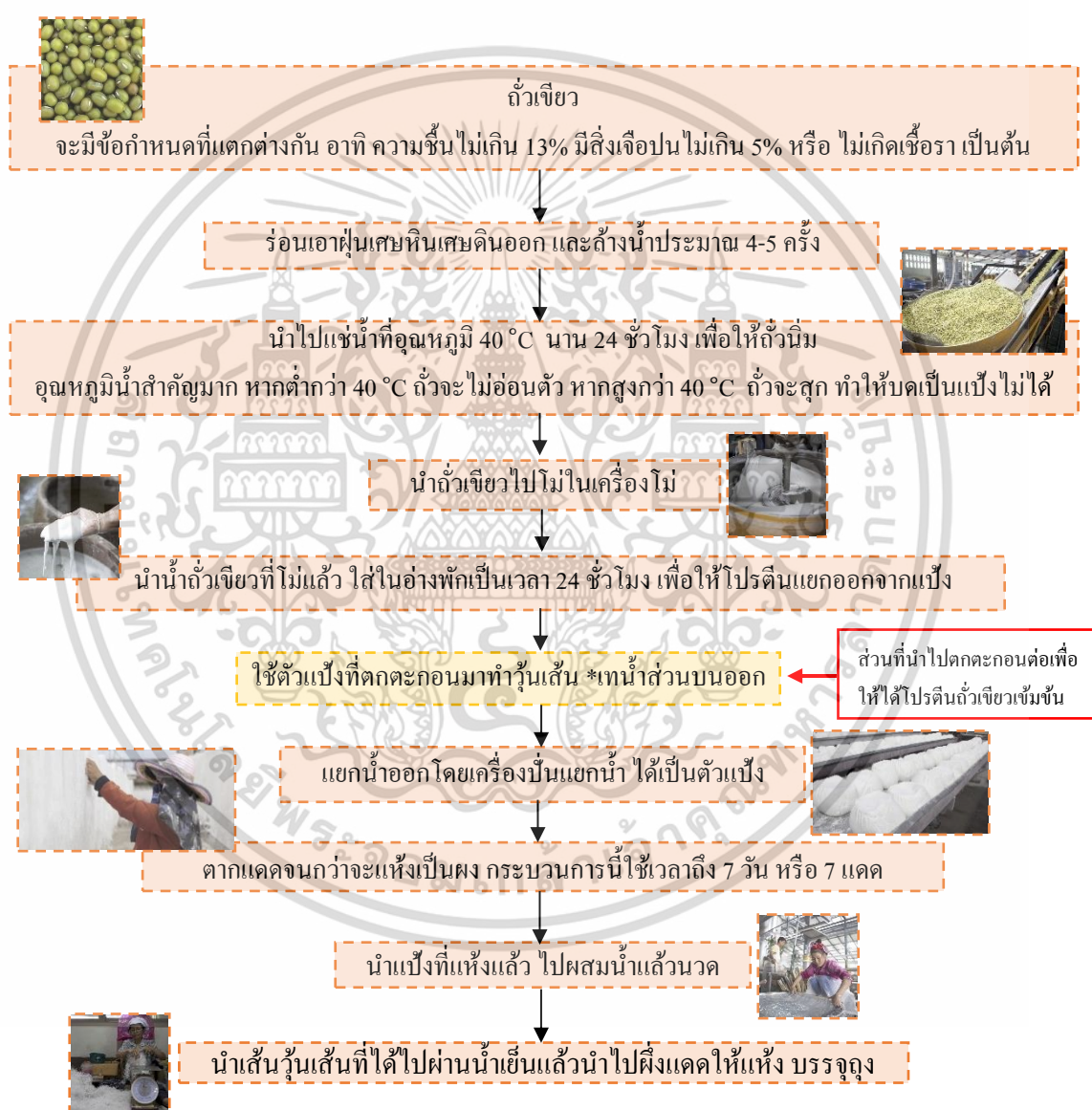
จากการศึกษาของ อนุสรณ์ เชิดทอง และคณะ (2558) ได้ทำเปรียบเทียบการเสริมหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักกับการเสริมด้วยกระถินหมัก ในอาหารโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย พบว่า โคที่ได้รับหญ้านเปียร์หมักและกระถินหมัก มีค่าการกินได้ (220 และ 290 กรัม/ตัว/วัน) ค่า pH ภายในรูเมน (6.70 และ 7.00) และมีอุณหภูมิภายในรูเมน (39.1 และ 38.9 องศาเซลเซียส) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และจากการศึกษาของ พิชาด เจริญศาสตร์ และ วีระยุทธ จันทะนาม (2559) ที่ได้ทำการทดลองในแพะลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง-แองโกลนูเบียน เพศเมีย โดยเปรียบเทียบแหล่งอาหารหยาบที่แตกต่างกัน คือ หญ้านเปียร์หมัก และ ข้าวฟ่างอาหารสัตว์หมัก โดยให้กินแบบเต็ม (Ad libitum) มีการเสริมด้วยอาหารชั้นที่ 12 เปอร์เซ็นต์โปรตีน ปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า ปริมาณการกินได้ (310 กรัม/ตัว/วัน) อัตราการเจริญเติบโต (80 กรัม/ตัว/วัน) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (9.94) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับข้าวฟ่างอาหารสัตว์หมัก เช่นเดียวกันกับงานทดลองของ มาเหยด เกววัลย์ (2559) ที่ทำการทดลองในแพะลูกผสมพันธุ์พื้นเมือง-แองโกลนูเบียน เพศเมีย ให้อาหารในรูปแบบ อาหารผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเร็จ (Total mixed ratio; TMR) โดยใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ และสุมให้แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหาร 4 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 ให้หญ้าหมักอย่างเต็มที่และอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (อาหารควบคุม) สูตรที่ 2 ให้หญ้าหมัก 15 เปอร์เซ็นต์ต่ออาหารข้น 85 เปอร์เซ็นต์ (อาหาร TMR1) สูตรที่ 3 ให้หญ้าหมัก 20 เปอร์เซ็นต์ต่ออาหารข้น 80 เปอร์เซ็นต์ (อาหาร TMR2) และสูตรที่ 4 ให้หญ้าหมัก 25 เปอร์เซ็นต์ต่ออาหารข้น 75 เปอร์เซ็นต์ (อาหาร TMR3) พบว่า แพะที่ได้รับอาหาร TMR 1 และอาหาร TMR 2 มีสมรรถภาพการผลิต การกินอาหารได้ (426.82 และ 416.32 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) การเพิ่มน้ำหนักตัว (5.46 และ 5.16 กิโลกรัม/ตัว ตามลำดับ) อัตราการเจริญเติบโต (64.98 และ 61.43 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (9.32 และ 9.76 ตามลำดับ) ดีกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุมและกลุ่มอาหาร TMR3 ($P<0.05$) และเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหาร พบว่า อาหาร TMR 2 (2.64 บาท/ตัว/วัน) และอาหาร TMR 3 (2.68 บาท/ตัว/วัน) มีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุด ($P<0.01$) รองลงมาคืออาหาร TMR 1 (2.99 บาท/ตัว/วัน) ส่วนแพะที่ได้รับอาหารควบคุมมีต้นทุนค่าอาหารสูงที่สุด (4.24 บาท/ตัว/วัน) และจากการศึกษาของ Mbutia and Gachui (2003) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ โดยแบ่งอาหารทดลองออกเป็น 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก สูตรที่ 2 ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ ชนิด *Mucuna pruriens* และสูตรที่ 3 ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับถั่วอาหารสัตว์ ชนิด *Dolichos lablab* มาเป็นอาหารแกะพันธุ์คอร์เปอร์เพศผู้ พบว่า ปริมาณการกินได้และการย่อยได้วัตถุแห้งของแกะทดลองทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) คือ มีการกินได้วัตถุแห้ง เท่ากับ 79, 86 และ 88 กรัม/แพะต่อลิตรเมตร/วัน ตามลำดับ และมีการย่อยได้วัตถุแห้ง เท่ากับ 57, 60 และ 56 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ปริมาณการกินได้ของไนโตรเจน และสมดุลของไนโตรเจน ในกลุ่มทดลองที่ 2 (29.1 และ 9.2 กรัม/วัน) และ 3 (30.2 และ 8.3 กรัม/วัน) ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 (23.5 และ 5.5 กรัม/วัน) ($P<0.05$)

2.3 โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (Mung bean protein concentrate)

เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการทำวุ้นเส้น โดยแยกส่วนแป้งหรือเนื้อเมล็ดถั่วเขียวออกไปทำวุ้นเส้น ส่วนที่เหลือจะเป็นพวกสารละลายโปรตีน เศษแป้งบางส่วน รวมทั้งเนื้อ และเศษแป้งติดเปลือก หลังจากนั้นนำสารละลายไปตกตะกอน ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ซึ่งจะสามารถนำเอาน้ำที่ได้จากการทิ้งแป้งให้ตกตะกอนไปตกตะกอนโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพื่อให้ได้เป็นแหล่งโปรตีนที่ใช้ในอาหารสัตว์ต่อไป



*นำผลผลิตที่ได้จากขั้นตอนนี้ไปใช้ในการทำโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น

ภาพที่ 2.5 แสดงขั้นตอนการผลิตวุ้นเส้นและโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น

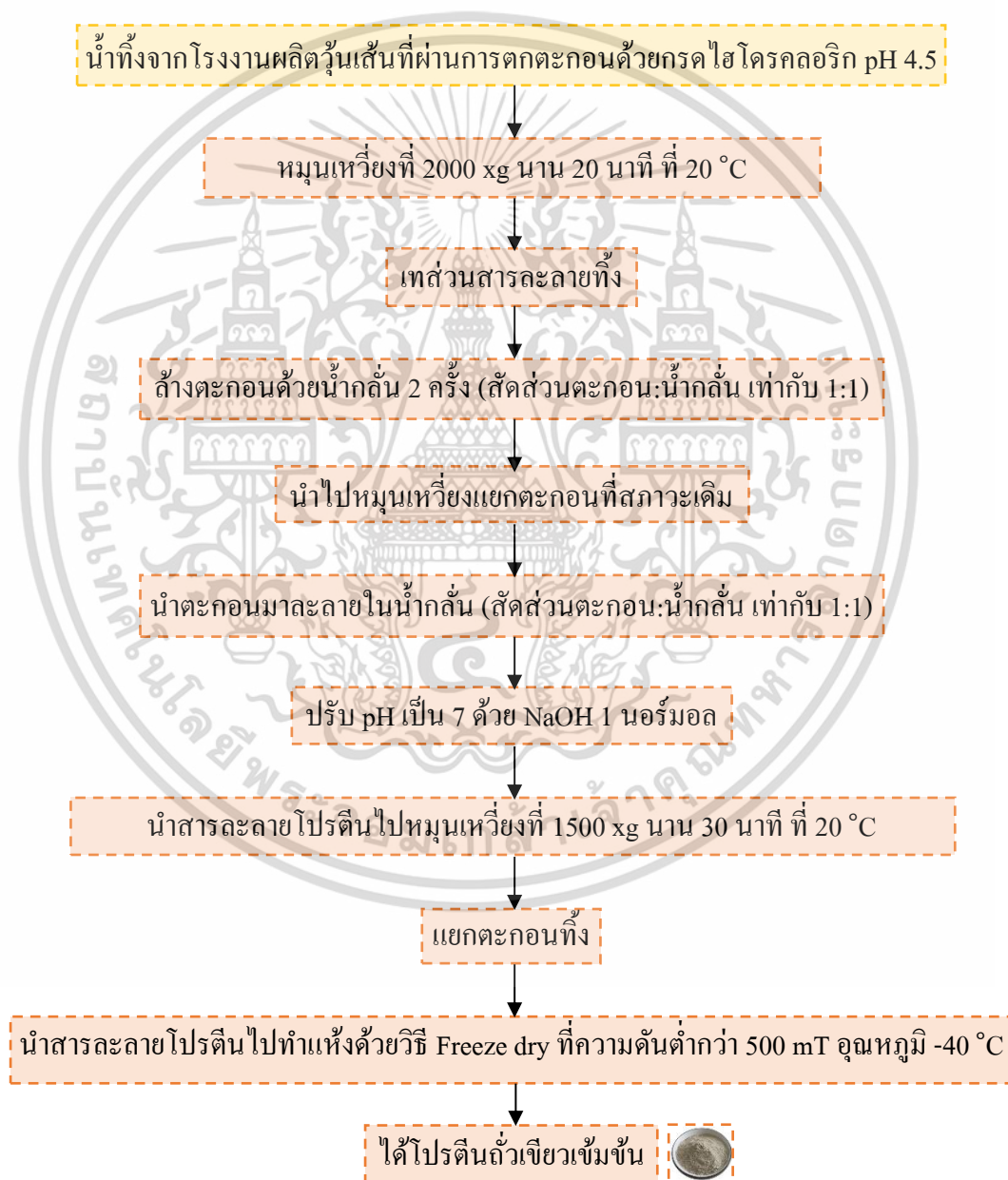
ที่มา : อัมพล อิศระกาญจน์กุล (2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 วิธีการตกตะกอนโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น

ภายหลังการผลิตวุ้นเส้นแล้วจะได้ น้ำที่มีโปรตีนละลายอยู่ หากต้องการจะนำไปตกตะกอนเพื่อผลิตเป็นโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นสามารถทำได้ดังนี้

นำน้ำที่มีโปรตีนละลายอยู่มาตกตะกอนโดยใช้กรด ได้เป็นส่วนของโปรตีนที่ตกตะกอนแยกออกมา จากนั้นทำให้แห้ง ได้เป็นโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (ภาพที่ 2.5) ส่วนนี้มีโปรตีนสูงถึง 67-78 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะเป็นเกร็ดหรือผงสีน้ำตาลอ่อน ไม่มีกลิ่นเหม็น คุณสมบัติใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง



ภาพที่ 2.6 แสดงการแยกโปรตีนออกจากน้ำทิ้งของโรงงานในห้องทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา : ปัญญา ศิริกุลชยานนท์ (2554)

2.3.2 องค์ประกอบทางโภชนาของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น

งานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ชนิดที่ตกตะกอนโดยใช้กรดเปรียบเทียบกับกากถั่วเขียวชนิดที่ตกตะกอนด้วยการหมักผ่านท่อน้ำร้อน ซึ่งการตกตะกอนด้วยวิธีนี้ทำให้ได้กากถั่วเขียว 2 ชนิด คือ 1) กากถั่วเขียวส่วนที่เป็นตะกอนโปรตีนปนกับเนื้อแป้งและเปลือกติดมาบางส่วนที่อยู่ในสภาพแห้ง มีโปรตีนประมาณ 36 เปอร์เซ็นต์ และ 2) กากถั่วเขียวส่วนที่เป็นเปลือก มีเนื้อแป้งปนเล็กน้อย เรียกกากถั่วเขียวหรือกากวันเส้น มีโปรตีนประมาณ 12-22 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยสูงไม่เหมาะจะนำไปใช้เลี้ยงสุกรเล็ก แต่ในสัตว์กระเพาะเคี้ยวเอื้องสามารถใช้ได้ (สำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์. 2559)

องค์ประกอบทางโภชนาของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นและกากถั่วเขียวที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ วัตถุแห้ง ไขมัน โปรตีนหยาบ เยื่อใย เถ้า แป้งและน้ำตาล แคลเซียม และ ฟอสฟอรัส พบว่า มีค่าที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2.8) สุกัญญา จิตตพรพงษ์ (2530) ทำการศึกษาองค์ประกอบของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น และกากถั่วเขียวทั้ง 2 ชนิด พบว่า มีโปรตีนที่แตกต่างกัน คือ 1) กากถั่วเขียวส่วนที่เป็นตะกอนโปรตีนปนกับส่วนเนื้อแป้ง และอาจมีเปลือกถั่วติดมาบ้างเล็กน้อย มีโปรตีน 36 เปอร์เซ็นต์ 2) กากส่วนที่เป็นเปลือกและมีแป้งปนมาเล็กน้อย มีโปรตีนประมาณ 19-21 เปอร์เซ็นต์ และ 3) ส่วนของตะกอนโปรตีน หรือโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น มีโปรตีนสูงถึง 72 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษาของสุกัญญา จิตตพรพงษ์ และคณะ (2531) ที่ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตวันเส้น 2 ชนิด คือ 1) โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น มีค่าโปรตีนหยาบ เท่ากับ 67.25 เปอร์เซ็นต์ และ 2) กากถั่วเขียวส่วนที่เป็นเปลือกและมีแป้งปนมาเล็กน้อย มีค่าโปรตีนหยาบ เท่ากับ 18.31 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระดับโปรตีนที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ สุกัญญา จิตตพรพงษ์ (2530) ส่วนในงานทดลองของ ทินกร พรหมเจริญ (2545) ที่ทำการศึกษาคคุณค่าทางโภชนาของโปรตีนถั่วเขียว 2 ระดับ คือ 1) กากถั่วเขียวโปรตีนต่ำ และ 2) โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ใน 2 สภาพ คือ สภาพสด และสภาพแห้ง พบว่า วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และ เถ้าของกากถั่วเขียวโปรตีนต่ำในสภาพสด เท่ากับ 11.05, 3.02, 0.26, 1.51 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กากถั่วเขียวโปรตีนต่ำในสภาพแห้ง เท่ากับ 84.69, 17.26, 0.58, 14.96 และ 1.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสภาพสด เท่ากับ 31.36, 25.02, 1.50, 0.06 และ 0.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสภาพแห้ง เท่ากับ 90.34, 70.62, 4.13, 0.12 และ 2.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากรายงานของกรมปศุสัตว์ปี 2551 พบว่า ค่าวัตถุแห้งของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น และกากถั่วเขียว มีค่าเท่ากับ 94.90 และ 91.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าโปรตีนหยาบ เท่ากับ 74.60 และ 22.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของกรมปศุสัตว์ ในปี 2559 ที่รายงาน

ว่า ค่าวัตถุแห้งของโปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้น และกากถั่วเขียว มีค่าเท่ากับ 94.90 และ 90.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าโปรตีนหยาบ เท่ากับ 74.70 และ 18.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการทดลองของนพพร ลาภส่งผล และคณะ (2559) ที่ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้น พบว่า โปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้นมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบหลักคิดเป็น 78.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ความชื้น กากหยาบ เถ้า และไขมัน คิดเป็น 3.56, 2.54, 1.70 และ 1.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าของโปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้นที่ นพพร ลาภส่งผล และคณะ (2559) วิเคราะห์ ได้มีค่าใกล้เคียงกันกับค่าโปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้นในงานทดลองของ มานะ สุภาดิ (2537) และงานทดลองของ Sonklin *et al.* (2011) นอกจากนี้ ในงานทดลองของ มานะ สุภาดิ (2537) ได้ทำการวิเคราะห์หาโภชนะของโปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้น ก่อนทำการทดลองการใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้นเป็นอาหารสุกร พบว่า มีวัตถุแห้ง เท่ากับ 93.16 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ เท่ากับ 76.58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในงานทดลองของ Sonklin *et al.* (2011) ที่ทำการศึกษาลักษณะทางเคมีและรสชาติของสารแต่งกลิ่นจากโปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า โปรตีนถั่วเขียวเข้มชั้น ที่ทำการศึกษา มีโปรตีนหยาบ เท่ากับ 76.34 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตาม ก่อนหน้ามีงานวิจัยของ จีระชัย กาญจนพุดพิงศ์ และคณะ (2535) ที่ได้ทำการศึกษาร่องประกอบทางโภชนะของกากถั่วเขียวก่อนที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารสำหรับโคนม ผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของกากถั่วเขียวในห้องปฏิบัติการ พบว่า กากถั่วเขียวมีโปรตีนหยาบ 13.25 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใย 20.13 เปอร์เซ็นต์ มีไขมัน 0.42 เปอร์เซ็นต์ และมีเถ้า 1.21 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในงานวิจัยของ รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2534) ที่ทำการศึกษาร่องประกอบทางเคมีของกากถั่วเขียวเพื่อใช้เป็นอาหารลูกสุกรหลังหย่านม จากการทดลอง พบว่า มีค่าวัตถุแห้งเท่ากับ 88.22 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนหยาบ เท่ากับ 14.73 เปอร์เซ็นต์ มีของกากถั่วเขียวใกล้เคียงกับงานวิจัยของณหทัย วิจิตโรทัย และรณชัย สิทธิไกรพงษ์ (2536) ที่ทำศึกษาการใช้กากถั่วเขียวจากโรงงานผลิตวุ้นเส้น พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเขียวที่มีค่าวัตถุแห้ง เท่ากับ 90.98 เปอร์เซ็นต์ และมีโปรตีนหยาบ เท่ากับ 15.61 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2.8 องค์ประกอบทางโภชนาของโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นและกากถั่วเขียว (%วัตถุแห้ง)

Type	DM	EE	CP	CF	Ash	NFE	Ca	P	Source
โปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น									
	92.84	3.59	67.25	7.14	-	10.54	0.38	0.71	สุกัญญา จิตตพรพงษ์ และคณะ (2531)
	93.16	3.34	76.58	0.53	2.18	-	0.38	0.58	มานะ สุภาคี (2537)
	90.34	4.13	70.62	0.12	2.34	13.13	0.16	0.38	ทินกร พรหมเจริญ (2545)
	94.90	3.50	74.60	-	7.20	-	0.10	0.72	กรมปศุสัตว์ (2551)
	-	1.05	76.34	0.96	3.16	-	-	-	Sonklin <i>et al.</i> (2011)
	94.90	3.50	74.70	-	7.00	-	0.10	0.73	กรมปศุสัตว์ (2559)
	96.44	1.45	78.44	2.54	1.70	-	-	-	นวพร ลาภสังผล และคณะ (2559)
กากถั่วเขียว									
	88.00	12.00	12.00	11.00	-	54.10	0.06	0.47	อุทัย คันโธ (2529)
	90.47	2.83	18.31	20.34	4.28	41.36	0.66	0.25	สุกัญญา จิตตพรพงษ์ และคณะ (2531)
	88.22	3.20	14.73	13.48	4.24	52.74	0.34	0.36	รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2534)
	-	0.42	13.25	20.13	1.21	-	0.29	0.10	จีระชัย กาญจนพุดพิพงศ์ และคณะ (2535)
	90.98	0.91	15.61	14.25	4.70	55.51	0.26	0.29	ณหทัย วิจิตโรทัย และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์ (2536)
	84.69	0.58	17.26	14.96	1.76	50.13	0.36	0.24	ทินกร พรหมเจริญ (2545)
	91.40	1.10	22.10	16.60	3.30	48.40	0.44	0.24	กรมปศุสัตว์ (2551)
	90.20	1.10	18.80	17.70	3.70	49.00	0.34	0.34	กรมปศุสัตว์ (2559)

DM = Dry matter, EE = Ether extract, CP = Crude protein, CF = Crude fiber, NFE = Nitrogen free extract, Ca = Calcium, P = Phosphorus

มีการศึกษาวิจัยถึงองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นในถั่วเขียว พบว่า ในถั่วเขียวมีระดับของกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่สูง และจากรายงานของ Thomson (1977) ที่ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของกรดที่จำเป็นในโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นและกากถั่วเขียว พบว่า มีระดับกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่สูงเช่นกัน (ตารางที่ 2.9) โดยเฉพาะ Lysine ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จีระชัย กาญจนพุดพิงศ์ และคณะ (2535) ที่ทำการวิเคราะห์สัดส่วนของกรดอะมิโนที่มีอยู่ในกากถั่วเขียวด้วยเครื่อง Amino Acid Analyser Hitachi 835-50 รายงานว่า ในกากถั่วเขียวมีกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่หลายตัว เช่น Lysine, Methionine, Cysteine, Isoleucine, Leucine ฯลฯ

ตารางที่ 2.9 ระดับกรดอะมิโนในเมล็ดถั่วเขียวและกากถั่วเขียว (เปอร์เซ็นต์)

Amino acids	Mung bean ^{1*}	Mung bean meal ^{2*}
Lysine	7.30	0.86
Methionine	1.70	0.23
Cysteine	1.70	0.21
Isoleucine	4.60	0.57
Leucine	7.20	0.62
Arginine	0.70	0.82
Phenylalanine	7.60	0.72
Tyrosine	7.60	0.46
Histidine	2.10	0.41
Valine	5.10	0.75
Aspartic acid	-	1.40
Glutamic acid	-	1.70
Alanine	-	0.63
Proline	-	0.63

ที่มา : ^{1*} Thomson (1977)

^{2*} จีระชัย กาญจนพุดพิงศ์ และคณะ (2535)

2.3.3 การใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในการเลี้ยงสัตว์

ในสถานการณ์ที่ผู้เลี้ยงสัตว์ประสบปัญหาหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาที่เหมาะสม เกษตรกรจึงจำเป็นต้องหาวัตถุดิบหรือเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกกว่ามาใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาแพง โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่มีความน่าสนใจและถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ มานะ สุภาดิ (2537) ทำการศึกษาผลของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(โปรตีนหยาบ เท่ากับ 76.58 เปอร์เซ็นต์) เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสุกรรุ่น (30 กิโลกรัม) และสุกรขุน (60 กิโลกรัม) พันธุ์ลาร์จไวท์ โดยสุมให้สุกรได้รับอาหาร 4 สูตร ดังนี้ สูตรที่ 1 ใช้ข้าวโพด รำละเอียด ปลาป่น และกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลัก (สูตรอาหารเปรียบเทียบ) สูตรที่ 2 ใช้โปรตีนจากถั่วเขียวเข้มข้นทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในอาหารเปรียบเทียบ 50 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ใช้โปรตีนจากถั่วเขียวเข้มข้นทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในอาหารเปรียบเทียบ 75 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 4 ใช้โปรตีนจากถั่วเขียวเข้มข้นทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในอาหารเปรียบเทียบ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้โปรตีนถั่วเขียวทดแทนถั่วเหลืองในระดับที่สูงขึ้น (0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโต (0.89, 0.80, 0.78 และ 0.79 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ปริมาณอาหารที่กิน (2.01, 1.99, 1.88 และ 1.85 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) ระยะเวลาในการเพิ่มน้ำหนัก (47.13, 51.88, 52.88 และ 52.00 วัน ตามลำดับ) และประสิทธิภาพในการใช้อาหารของสุกรในระยะรุ่น (2.27, 2.44, 2.41 และ 2.36 ตามลำดับ) มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อมีการใช้โปรตีนถั่วเขียวทดแทนถั่วเหลืองในระดับที่สูงขึ้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนในสุกรระยะขุน สมรรถภาพการผลิตของสุกรที่กินอาหารผสมที่ใช้โปรตีนถั่วเขียวแทนกากถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่แนวโน้มของค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio; FCR) ได้ดีกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ (3.12, 3.05, 3.04 และ 2.82 ตามลำดับ) ในปีต่อมา มานะ สุภาดิ และคณะ (2538) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเป็นอาหารสุกรรุ่น-ขุน น้ำหนักระหว่าง 20-90 กิโลกรัม พันธุ์ลาร์จไวท์ ให้สุกรแต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลองที่มีโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารที่ระดับต่างๆ คือ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และคุณภาพซาก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้กากถั่วเขียวทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในการศึกษาของสุกัญญา จิตตพรพงษ์ และคณะ (2538) ที่ทำการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะระหว่างอาหารผสมที่ปราศจากโปรตีนถั่วเขียว และอาหารผสมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ในอาหารสุกรรุ่น (30 กิโลกรัม)-ขุน (60 กิโลกรัม) เพศผู้ไม่ตอน พันธุ์ลาร์จไวท์ พบว่า ในสุกรรุ่นและสุกรขุน สามารถย่อยวัตถุดิบและโปรตีนได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยสุกรทั้ง 2 รุ่น สามารถย่อยวัตถุดิบและโปรตีนในโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นได้ดีกว่ากากถั่วเหลือง แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นทดแทนกากถั่วเหลืองได้ เช่นเดียวกันกับงานของ มานะ สุภาดิ และคณะ (2538) และงานทดลองของทินกร พรหมเจริญ (2545) ที่ทำการศึกษการย่อยได้ของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองในสุกรรุ่น พบว่า สุกรที่ได้รับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ โปรตีน ไชมัน เยื่อใย ฟอสฟอรัส พลังงาน และพลังงานที่ย่อยได้ปรากฏ สูงกว่าสุกรที่ได้รับกากถั่วเหลือง 100 เปอร์เซ็นต์ ($P > 0.05$) นอกจากนี้ยังศึกษาสมรรถภาพการผลิตเมื่อใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเป็นแหล่งโปรตีนในอาหาร สุกรเล็ก สุกรรุ่น และสุกรขุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

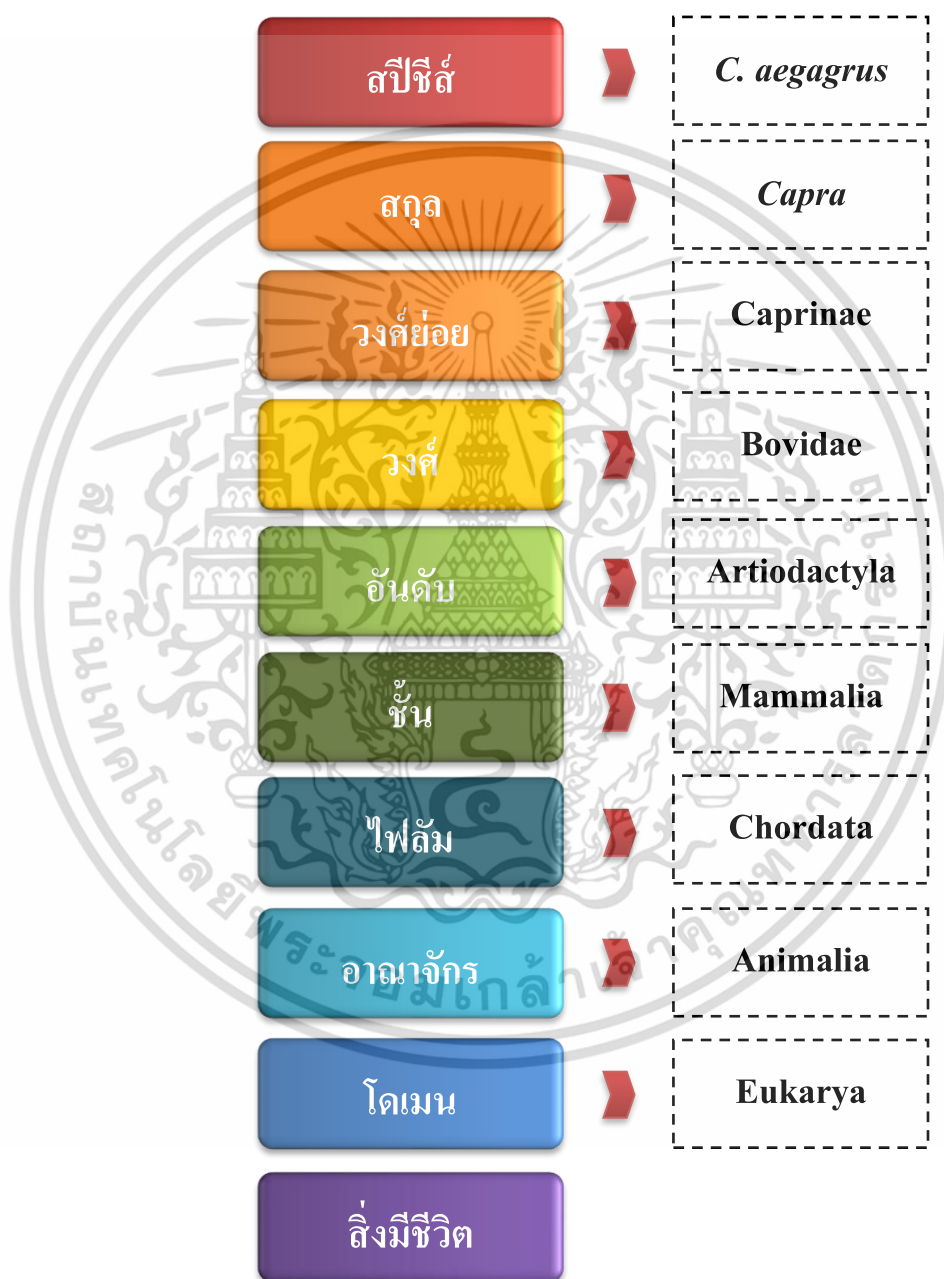
พบว่า ในสุกรทั้ง 3 ระยะ มีสมรรถภาพการผลิตที่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น กับกลุ่มควบคุมและกลุ่มการใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับต่างๆ ทำให้ต้นทุนค่าอาหารสำหรับการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($P>0.05$) โดยเฉพาะในสุกรขุน ต้นทุนค่าอาหารสำหรับการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมของสุกรที่ได้รับอาหารผสมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2.4 แพะ (Goat)

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก มีอายุการเป็นหนุ่มสาวค่อนข้างเร็ว ระยะเวลาในการตั้งท้องสั้น ประมาณ 150 วัน สามารถผสมพันธุ์ได้ทั้งปี ให้ลูกดกปีละ 2 ครั้ง (ยะโก๊ะ ขาเริ่มดาเบะ. 2556) ครั้งละ 1-2 ตัว อายุแพะที่เหมาะสมกับการผสมพันธุ์จะเริ่มตั้งแต่ 1 ปี และไม่ควรต่ำกว่านี้เพราะจะทำให้ลูกแพะไม่สมบูรณ์ (ดิเรก มะหะหมัด. 2563) สามารถผสมพันธุ์ได้ไปจนถึงอายุประมาณ 7 ปี โดยแพะจะมีอายุขัยเฉลี่ย 15 ปี (อัญญา ตราโช. 2562) ใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อย โดยโรงเรือนพอพันธุ์แพะ ขนาด 3×5 เมตร สำหรับเลี้ยงแพะพอพันธุ์ 1-2 ตัว โรงเรือนแพะรวม ขนาด 6×12 เมตร แบ่งซอยเป็นคอกย่อย ตามกลุ่มขนาดของแพะ ถึงแพะจะมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า แต่หากินเก่ง เลี้ยงง่าย สามารถหากินใบไม้ใบหญ้าได้เอง ถึงแม้จะตัวเล็กแต่ทนทานต่อทุกสภาพอากาศ แข็งแรง ไม่ติดโรคง่ายเหมือนหมูหรือไก่ (วรรณกร ชัยรัตน์. 2563)

2.4.1 การจำแนกทางสัตววิทยา

แพะเป็นชื่อสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Capra aegagrus hircus* ในวงศ์ Bovidae (ภาพที่ 2.7) เป็นสัตว์กีบคู่ขนาดกลาง มีความอดทนแข็งแรง และทนทานต่อโรคได้ดีกว่า สัตว์กีบคู่ชนิดอื่นๆ สามารถปีนป่ายที่สูงโดยเฉพาะโขดหินหรือภูเขาได้ดี ขนหยาบสีดำ ขาว หรือน้ำตาล มีเขา 1 คู่ ตัวผู้มีเครา หางสั้น (สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2550)



ภาพที่ 2.7 แสดงการจำแนกทางสัตววิทยาของแพะ

ที่มา : ดัดแปลงจากสารานุกรมเสรี (2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สายพันธุ์แพะที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย

ปัจจุบันแพะ เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ได้รับความนิยม และมีการเลี้ยงมากขึ้นทุกปี สรวิชธานีโต (2562) กล่าวว่า ในปี 2562 ประเทศไทยมี แพะจำนวน 832,533 ตัว จำแนกเป็นแพะเนื้อจำนวน 803,768 ตัว และแพะนมจำนวน 28,765 ตัว แพะที่เป็นที่รู้จักและนิยมนำมาเลี้ยงในประเทศไทยมีอยู่หลากหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ชาเนน พันธุ์แอลไพน์ พันธุ์แองโกลนูเบียน พันธุ์ทอกเก็นเบอร์ก และ พันธุ์บอร์ เป็นต้น

2.4.2.1 พันธุ์ชาเนน (Saanen)

แพะพันธุ์ชาเนน เป็นแพะพันธุ์ที่ให้ปริมาณน้ำนมสูงมากจนกระทั่งได้รับฉายาว่าเป็นราชินีแห่งแพะนม มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ มีสีขาวแต่บางตัวอาจจะเป็นสีครีมหรือสีเทา มีดั่งได้คอ 2 ดั่ง หรืออาจจะไม่มีดั่งก็ได้ แต่การมีดั่งถือเป็นลักษณะดีที่พึงประสงค์ของเกษตรกรในประเทศไทยที่นิยมเลี้ยงแพะพันธุ์นี้ ใบหูสั้นตั้งตรงชี้ไปข้างหน้าหัวมีลักษณะแบนตั้งฉากลาดตรง เรียวยาว แนวสันหลังตรงขนานไปกับพื้น แพะพันธุ์นี้อาจจะมีเขาหรือไม่มีเขาก็ได้ (ภาพที่ 2.8) แต่การคัดเลือกพ่อพันธุ์จะนิยมเลือกพ่อพันธุ์ตัวที่มีเขา เพราะมักจะพบการเป็นกระเทยในแพะพันธุ์นี้ค่อนข้างสูง ซึ่งส่วนใหญ่พบในแพะชาเนนที่ไม่มีเขา (Polled Saanen) ส่วนแม่แพะพันธุ์ชาเนนนี้มีอัตราของการคลอดลูกแฝดที่ค่อนข้างสูง โดยจะมีจำนวนลูกต่อครอกเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 1.9 ตัว เมื่อโตเต็มที่แพะชาเนนตัวผู้มี น้ำหนักประมาณ 70-90 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 50-60 กิโลกรัม ความสูงที่วัดได้จาก หัวไหล่ประมาณ 75-90 เซนติเมตร มีเต้านมที่ใหญ่หัวนมเป็นรูปรียาว ซึ่งตรงตามลักษณะของพันธุ์แพะนมที่ดีโดยทั่วไปแพะพันธุ์นี้จะมีน้ำนมเฉลี่ยวันละ 3 กิโลกรัม มีระยะการให้นมประมาณ 250 วันผลผลิตน้ำนมรวมประมาณ 820 กิโลกรัม



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.8 แพะพันธุ์ชาเนนเพศเมีย (ก) และเพศผู้ (ข)

ที่มา : มานะ สุภาดี และคณะ (2555)

ถึงแม้แพะพันธุ์ซานเจนจะมีข้อดีที่มีศักยภาพในการให้นมสูง และสามารถเลี้ยงในประเทศเขตร้อนชื้นและเขตอบอุ่นได้ แต่ก็จะมีข้อด้อยตรงที่ไม่ค่อยทนทานต่อสภาพความร้อนจากแสงอาทิตย์ ด้านลักษณะนิสัยของแพะพันธุ์นี้ถือว่าเป็นแพะที่ฉลาด แสนรู้ มีการเรียนรู้ได้ดี สามารถฝึกฝนให้ยอมรับการรีดนมได้ง่าย ซึ่งถือเป็นลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์และจำเป็นมากสำหรับแพะนม (มานะ สุภาดี และคณะ. 2555)

2.4.2.2 พันธุ์แอลไพน์ (Alpine)

แพะพันธุ์แอลไพน์ เป็นพันธุ์แพะนมที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่เทือกเขาแอลป์ในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ และออสเตรีย นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในทวีปยุโรปเมื่อเทียบกับแพะพันธุ์อื่นๆ แพะพันธุ์แอลไพน์เป็นแพะที่มีรูปร่างขนาดใหญ่มีความสูงที่วัดจากหัวไหล่ประมาณ 70-80 เซนติเมตร และเมื่อโตเต็มที่ตัวผู้อาจหนักประมาณ 65-80 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 50-60 กิโลกรัม แพะพันธุ์นี้ขนไม่ยาวนัก มีหลายสี อาจเป็นสีดำ น้ำตาลหรือสีขาว แต่สีที่นิยมกันโดยทั่วไปคือ สีดำมีลายขาวที่หน้าและช่วงขาใต้เขาลงไป ส่วนหัวมีลักษณะแบน ใบหูมีขนาดเล็กและตั้งขึ้น ใบหน้าและดั้งจมูกเรียบ ตรง ลำคอยาว อาจมีติ่งหรือไม่มีติ่งได้คอและอาจมีเขาหรือไม่มีก็ได้ (ภาพที่ 2.9) แม่แพะสามารถให้ลูกโดยเฉลี่ยจำนวนครอกละ 1.9 ตัว ข้อดีของแพะพันธุ์นี้คือ มีปริมาณการให้นมมากกว่า 900 กิโลกรัม ต่อระยะ การให้นม 240 วัน ผลผลิตนมโดยเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัม และมีอัตราการให้ลูกแฝดค่อนข้างสูง สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในเขตอากาศร้อนได้ดี มีความฉลาด นิสัยดี และสงบ เรียบร้อย แต่ข้อด้อยคือ ถ้าเลี้ยงในสภาพอากาศที่ชื้นมากๆอาจส่งผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนมที่จะลดต่ำลงเป็นอย่างมาก (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2554)



ภาพที่ 2.9 แพะพันธุ์แอลไพน์

ที่มา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (2554)

2.4.2.3 พันธุ์แองโกลนูเบียน (Anglo Nubian)

แพะพันธุ์แองโกลนูเบียน เป็นแพะพันธุ์ที่เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์โดยผสมพันธุ์ระหว่างแพะอียิปต์ พันธุ์ซาไรบี แพะอินเดีย พันธุ์จามนาปารี และแพะจากสวิสเซอร์แลนด์ พันธุ์ทอกเก็นเบอร์ก ซึ่งได้มีการดำเนินการพัฒนาสายพันธุ์ในประเทศอังกฤษเนื่องจากแพะพันธุ์แองโกลนูเบียนสืบเชื้อสายมาจากแพะในเขตร้อนจึงสามารถที่จะปรับตัวเข้ากับสภาพอากาศร้อนได้ดีกว่าแพะพันธุ์ยุโรป แพะพันธุ์แองโกลนูเบียนนั้นมีสีหลายสีตั้งแต่สีดำ น้ำตาล เทา และสีขาว แพะพันธุ์นี้มีสีอะไรก็ได้ไม่ถือว่าผิดปกติขณะประจำพันธุ์ ลักษณะทั่วไป เป็นแพะขนาดใหญ่ ลำตัวยาว และกว้างเมื่อโตเต็มวัย เพศผู้มีน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม เพศเมียหนักประมาณ 60 กิโลกรัม ความสูงที่หัวไหล่ 75-100 เซนติเมตร หัวโหนกนูน ใบหูใหญ่ยาวและห้อยตกลง ดั้งจมูกโค้งและสันจมูกโค้งงุ้ม ไม่มีติ่ง (Wattle) ใต้คอ ตัวผู้มีกมึเคราแต่ตัวเมียไม่มี ปกติไม่มีเขาแต่บางตัวอาจมีเขานขนาดเล็ก เขาจะมีลักษณะสั้นเอนแนบติดกับหลังหัว (ภาพที่ 2.10) แพะพันธุ์นี้ให้นมเฉลี่ยประมาณวันละ 1 กิโลกรัม สามารถผลิตน้ำนมได้เฉลี่ยประมาณ 300 กิโลกรัม ตลอดระยะเวลาให้นมนานประมาณ 300 วัน แม้แพะมีอัตราของการคลอดลูกแฝดสูง โดยจะมีอัตราการคลอดลูกเฉลี่ยอยู่ที่ครอกละ 1.6-1.9 ตัว ข้อดีของแพะพันธุ์นี้คือมีขนที่สั้นและนุ่มละเอียดเป็นมัน จึงสามารถทนทาน และสามารถปรับตัวในสภาพอากาศร้อนได้ดี รวมทั้งแพะพันธุ์นี้มีช่วงขายาวซึ่งเป็นลักษณะดีที่จะช่วยทำให้การรีดนมง่าย อีกทั้งไม่เสี่ยงต่อการเป็นโรคเต้านมอักเสบ (มานะ สุภาดี และคณะ. 2555)



ภาพที่ 2.10 แพะพันธุ์แองโกลนูเบียน

ที่มา : มานะ สุภาดี และคณะ (2555)

2.4.2.4 พันธุ์ทอกเก็นเบอร์ก (Toggenberg)

แพะพันธุ์ทอกเก็นเบอร์ก มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ เป็นแพะนมพันธุ์ที่มีรูปร่างขนาดกลาง มีความสูงที่วัดจากหัวไหล่ 60-75 เซนติเมตร เพศผู้มีน้ำหนักประมาณ 60 กิโลกรัม และเพศเมียหนักประมาณ 45 กิโลกรัม หัวมีลักษณะแบน ตั้งฉากโดยตรง ไม่มีเครา ไม่มีเขาทั้งตัวผู้และตัวเมีย มีติ่งไค้คอ ขนสั้น มีสีได้หลากหลายสี ตั้งแต่สีขาว น้ำตาลแก่ เทาแกมเหลือง มีสีขาวแซมที่ดั้งจมูก ขอบใบหู ปลายขาทั้ง 4 ข้าง และหาง ใบหูมีลักษณะที่สั้นแต่ตั้งชันและชี้ไปข้างหน้า (ภาพที่ 2.11) มีการให้ลูกโดยเฉลี่ยครอกละ 1.6 ตัว ให้นมก่อนข้างมากเฉลี่ยวันละ 2 กิโลกรัม มีระยะการให้นม 200 วัน และผลิตน้ำนมได้รวมเฉลี่ยตลอดระยะเวลาให้นมประมาณ 600 กิโลกรัม แพะพันธุ์นี้มีข้อดีที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ได้ดี มีนิสัยดี สงบ นุ่มนวล ไม่จี้ตกใจ ซึ่งเป็นข้อดีที่ทำให้มีคนนิยมเลี้ยงแพะพันธุ์นี้กันมาก แต่ก็ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนักเมื่อเทียบกับแพะนมพันธุ์ซานน และพันธุ์แองโกลนูเบียน (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, 2554)



ภาพที่ 2.11 แพะพันธุ์ทอกเก็นเบอร์ก

ที่มา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (2554)

2.4.2.5 พันธุ์บอร์ (Boer)

พันธุ์บอร์ มีถิ่นกำเนิดในประเทศแอฟริกาใต้ ในเขตทุ่งหญ้ากึ่งทะเลทรายซึ่งมีสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง เป็นแพะเนื้อที่มีขนาดรูปร่างใหญ่ ลำตัว มีลำตัวใหญ่ยาวและกว้าง มีกล้ามเนื้อมาก และมีลักษณะของกระดูกโครงร่างใหญ่ ขาแข็งแรง (สุวิทย์ อินทยศินทวี, 2562) ลักษณะสีลำตัวเป็นสีขาว มีสีน้ำตาลแดงที่หัวและคอ หัวโหนกนูน ตั้งฉากโด่งและงุ้มลง เขาเอนไปด้านหลังและงอโค้งลงด้านล่าง ใบหูยาวและห้อยลง มีเครา แต่ไม่มีติ่ง (Wattle) ที่ไค้คอ (ภาพที่ 2.12) น้ำหนักตัวเฉลี่ยของตัวผู้อยู่ที่ประมาณ 70-90 กิโลกรัม ส่วนตัวเมียมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ที่ 50-65 กิโลกรัม แม่แพะมีอัตราการให้ลูกแฝดสูง โดยมีจำนวนลูก 2-3 ตัวต่อครอก แพะพันธุ์นี้มีข้อดีในการเลี้ยงเป็นแพะเนื้อเพราะมีขนาดใหญ่ ให้เนื้อมาก หนังจะมีคุณภาพดี อัตราการเจริญเติบโตดีหากมีการดูแลให้อาหารข้นเสริม แต่มีข้อด้อยในเรื่องของการที่แม่แพะให้นมน้อยไม่เพียงพอในการเลี้ยงลูกแฝด (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2554)



ภาพที่ 2.12 แพะพันธุ์บอร์
ที่มา : สุวิทย์ อโนทัยสินทวี (2562)

2.4.2.6 แพะลูกผสม (Cross breed)

แพะลูกผสม เป็นลูกแพะที่เกิดจากการผสมพันธุ์ของพ่อแม่แพะต่างสายพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ลูกผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ทำขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในแง่ของการใช้ประโยชน์จากข้อดี และลดข้อด้อยของสายพันธุ์ที่เป็นพันธุ์แท้แต่ละพันธุ์ ดังตัวอย่างเช่น การผสมพันธุ์ระหว่างแพะเนื้อกับแพะนมจะทำให้ได้ลูก ที่มีขนาดใหญ่ใช้เป็นแพะเนื้อจะให้คุณภาพดีมีเนื้อมาก และยังเกิดลักษณะเด่นของแพะนมที่ให้ นมมากทำให้นมที่ได้นั้นมีปริมาณดี และนมเพียงพอกที่จะใช้ในการเลี้ยงลูกที่เกิดเป็นลูกแฝด สองหรือแฝดสามในแต่ละครอก ช่วยให้ลูกที่เกิดมาได้กินนมมากเพียงพอ ทำให้ลูกมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีและรวดเร็ว และยังช่วยให้ลูกแพะมีสุขภาพสมบูรณ์ แข็งแรง อีกทั้งหากมีการผสมพันธุ์แพะสายพันธุ์แท้กับแพะสายพันธุ์พื้นเมือง ลูกผสมที่ได้จะสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมในเขตร้อนได้ดี มีความทนต่อโรคและแมลงที่มักพบได้ในพื้นที่เขตร้อนชื้น รวมถึงแพะยังจะมีการเป็นหนุ่มเป็นสาวได้เร็วตามลักษณะเด่นในเรื่องของระบบสืบพันธุ์ที่มีในแพะพื้นเมือง สามารถช่วยให้เกษตรกรได้ผลผลิตที่เป็นตัวลูกแพะที่เพิ่มจำนวนขึ้นในฝูงได้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาไม่นาน อีกทั้งแม่แพะจะเลี้ยงลูกเก่ง มีการดูแลลูกได้ดีทำให้ลูกมีน้ำหนักตัวที่ดีเมื่อถึงช่วงอายุหย่านม (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพะเนื้อสายพันธุ์ กปศ 3 (DLD3 Goat) กรมปศุสัตว์ได้พัฒนาแพะเนื้อพันธุ์สายพันธุ์นี้ เพื่อสร้างแพะเนื้อไทยสำหรับใช้เลี้ยงเชิงพาณิชย์ แพะพันธุ์ กปศ 3 เป็นการผสมข้ามสายพันธุ์ (50 เปอร์เซ็นต์ บอร์ × 25 เปอร์เซ็นต์ แองโกลนูเบียน × 25 เปอร์เซ็นต์ พื้นเมือง) มีลักษณะประจำพันธุ์ คือ มีลำตัวสีขาว มีสีน้ำตาลอ่อนแซมที่หัวหรือตามลำตัว ใบหูยาวปรก (ภาพที่ 2.13) มีการเจริญเติบโตเร็ว น้ำหนักตัวเฉลี่ยของตัวผู้อยู่ที่ประมาณ 80 กิโลกรัม ส่วนตัวเมียมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยอยู่ที่ 60 กิโลกรัม ทนต่อสภาพอากาศร้อนชื้นเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในเขตภาคใต้ของไทย (นราพร นาเอก และกชาวุธ ทะหล้า. 2562)



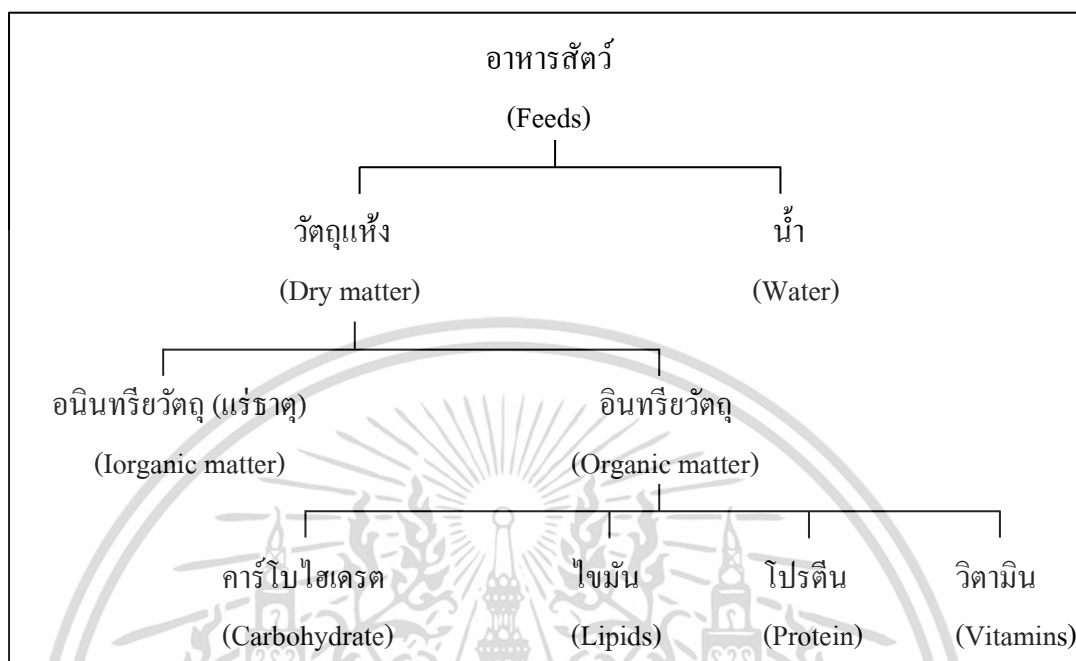
ภาพที่ 2.13 แพะพันธุ์ กปศ 3 เพศผู้ (ก) และเพศเมีย (ข)
ที่มา : นราพร นาเอก และกชาวุธ ทะหล้า (2562)

2.4.3 อาหารและการให้อาหารแพะ

แพะแต่ละสายพันธุ์ และแต่ละช่วงวัยมีความต้องการโภชนาในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยจะมีการนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ คือ เพื่อดำรงชีพ (Maintenance) สำหรับกิจกรรมดำเนินชีวิตทุกตัวมากน้อยตามขนาดน้ำหนัก และเพื่อให้ผลผลิต (Production) เพื่อการสืบพันธุ์ สำหรับสัตว์ในระยะสืบพันธุ์และความสมบูรณ์พันธุ์ เพื่อการให้นม สำหรับสะสมกล้ามเนื้อและไขมันในระยะก่อนส่งตลาด และเพื่อการให้นม สำหรับสัตว์กำลังให้นม สารอาหารหรือโภชนาในอาหารสัตว์ มีส่วนประกอบดังแสดงในภาพที่ 2.14 โดยโภชนะกลุ่มที่มีความสำคัญในอาหารสำหรับสัตว์นั้น คือ คาร์โบไฮเดรต สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้างหรือคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย (Non-structure carbohydrate) เช่น แป้งและน้ำตาล c]ส่วนที่เป็นโครงสร้างหรือผนังเซลล์ (Structure carbohydrate) เช่น Cellulose, Hemicellulose และ lignin และโภชนะที่มีความสำคัญอีกกลุ่มหนึ่ง คือ โปรตีน ซึ่งสามารถแบ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกเป็น 2 ประเภท เช่นเดียวกัน คือ โปรตีนแท้ (True protein) และ สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (Non-protein nitrogen, NPN)



ภาพที่ 2.14 ส่วนประกอบของโภชนะในอาหารสัตว์

ที่มา : สุมณ โพธิ์จันทร์ (2556)

2.4.3.1 ความต้องการอาหารของแพะ

ถึงแม้แพะจัดว่าเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีความสามารถในการเปลี่ยนอาหารหยาบคุณภาพต่ำให้กลายเป็นผลผลิตเนื้อและนมได้ แต่สิ่งนี้เป็นเพียงการที่แพะพยายามกินอาหารให้ได้ทุกอย่าง และใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีอยู่ เพื่อให้เพียงพอต่อการดำรงชีวิตเท่านั้น เพราะในแง่ความเป็นจริงแล้ว แพะมีอัตราการย่อยอาหารเอื้อโยพืชได้ไม่ดีเท่ากับโค กระบือ เนื่องมาจากอาหารที่แพะกินเข้าไปจะมีระยะเวลาอยู่ในระบบทางเดินอาหารสั้น และแพะยังมีขนาดของระบบทางเดินอาหารที่เล็กกว่าโค กระบือ จึงไม่สามารถจะส่งเสริมให้เกิดกระบวนการของการหมักและย่อยอาหารได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย แต่จากการที่แพะมีนิสัยที่กินอาหารได้ง่าย กินอาหารได้ทุกประเภท ไม่เลือกกิน และไม่ค่อยใส่ใจในรสชาติของอาหารที่กินนั้นเท่าโค กระบือ จึงทำให้แพะดูเหมือนกับว่าเป็นสัตว์ที่ใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้มากกว่า หากเกษตรกรผู้เลี้ยงต้องการผลของการให้ผลผลิตที่สูงสุด จำเป็นต้องมีการให้อาหารที่มีคุณภาพดีแก่แพะ (มานะ สุภาดิ และคณะ. 2555)

ความต้องการสารอาหารขึ้นกับสายพันธุ์ อายุ น้ำหนักตัว การให้ผลผลิต การจัดการ สภาพแวดล้อม และอุณหภูมิอากาศ ความต้องการจะเพิ่มขึ้นในระยะเจริญเติบโต ระยะขุน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมพันธุ์ อ้วนท้วน และระยะเลี้ยงลูก เป็นต้น ปริมาณความต้องการอาหารของแพะสำหรับใช้เป็นแนวทางในการให้อาหาร หรือจัดสัดส่วนอาหาร แสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ปริมาณความต้องการพลังงานและโปรตีนของแพะต่อวัน

น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ปริมาณวัตถุดิบที่แพะกินต่อตัว*		โภชนะย่อยได้รวม (กรัม)	โปรตีนหยาบ (กรัม)
	กิโลกรัม	% น้ำหนักตัว		
เพื่อดำรงชีพ				
10	0.28	2.8	159	22
20	0.48	2.4	267	38
30	0.55	2.2	362	51
40	0.81	2.0	448	63
50	0.95	1.9	530	75
60	1.09	1.8	608	86
เพื่อดำรงชีพพร้อมกับออกกำลังเล็กน้อย (แพะที่เลี้ยงแบบขังคอกรวม)				
10	0.36	3.6	199	27
20	0.60	3.0	334	46
30	0.81	2.7	452	62
40	1.01	2.5	560	77
50	1.19	2.4	662	91
60	1.36	2.3	760	105
เพื่อดำรงชีพพร้อมกับออกกำลังปานกลาง (แพะที่เลี้ยงแบบกึ่งขังคอกกึ่งปล่อยแปลง)				
10	0.43	4.3	239	33
20	0.72	3.6	400	55
30	0.98	3.3	543	74
40	1.21	3.0	672	93
50	1.43	2.9	795	110
60	1.64	2.7	912	126

* พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) = 2,000 kcal/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

ที่มา : ดัดแปลงจาก NRC (1981) อ้างโดย โสภณ ชินเวโรจน์ (2559)

ตารางที่ 2.10 ปริมาณความต้องการพลังงานและโปรตีนของแพะต่อวัน (ต่อ)

น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	ปริมาณวัตถุดิบที่แพะกินต่อตัว*		โภชนะย่อยได้รวม (กรัม)	โปรตีนหยาบ (กรัม)
	กิโลกรัม	% น้ำหนักตัว		
เพื่อดำรงชีพร่วมกับออกกำลังมาก (แพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลง)				
10	0.50	5.0	278	38
20	0.84	4.2	467	64
30	1.14	3.8	634	87
40	1.41	3.5	784	108
50	1.67	3.3	928	128
60	1.92	3.2	1064	146
ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับช่วงปลายของการตั้งท้อง (สำหรับแพะทุกขนาด)				
-	0.71	-	397	82
ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับการเจริญเติบโตวันละ 50 กรัม (สำหรับแพะทุกขนาด)				
-	0.18	-	100	14
ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับการเจริญเติบโตวันละ 100 กรัม (สำหรับแพะทุกขนาด)				
-	0.36	-	200	28
ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับการเจริญเติบโตวันละ 150 กรัม (สำหรับแพะทุกขนาด)				
-	0.54	-	300	42
ความต้องการเพิ่มเติมสำหรับผลิตน้ำนมต่อกิโลกรัม ที่เปอร์เซ็นต์ไขมันระดับต่างๆ ไขมันนม (เปอร์เซ็นต์)				
2.5	-	-	333	59
3.0	-	-	337	64
3.5	-	-	342	68
4.0	-	-	346	72
4.5	-	-	351	77
5.0	-	-	356	82
5.5	-	-	360	86

* พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) = 2,000 kcal/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

ที่มา : ดัดแปลงจาก NRC (1981) อ้างโดย โสภณ ชินเวโรจน์ (2559)

2.4.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการอาหารของแพะ

(Factors influencing goats requirement)

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการอาหารของแพะนั้น ถือเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงด้วย แพะมีความต้องการสารอาหารและพลังงานเพื่อใช้ ประโยชน์ในการดำรงชีวิต การเพิ่มน้ำหนักตัว เพื่อการสร้างความอบอุ่นแก่ร่างกาย รวมถึงการใช้สร้างผลผลิต ดังนั้นการให้อาหารจึงจำเป็นต้อง คำนึงถึงความต้องการนำไปใช้ของแพะ ซึ่งปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการให้อาหารสัตว์ต้องสัมพันธ์ กับเรื่องของสภาพร่างกายของสัตว์ว่าอยู่ในช่วงอายุใด และมีการให้ผลผลิตในรูปแบบใด เช่น ลูก สัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต แม่แพะที่ตั้งท้อง แพะขุนเพื่อให้เนื้อ และแม่แพะที่อยู่ในช่วงให้นม

2.4.3.3 สารอาหารที่จำเป็นตามความต้องการของแพะ (Nutrient requirements)

สารอาหารที่จำเป็นตามความต้องการของแพะ (Nutrient requirements) นั้นถือเป็นความต้องการพื้นฐาน เพราะแพะต้องการสารอาหารที่มีประโยชน์ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างความร้อนให้แก่ร่างกาย การสร้างพลังงานในการดำรงชีวิต การเจริญเติบโตของร่างกาย การเสริมสร้างระบบสืบพันธุ์ การเจริญเติบโตของลูกในท้อง การสร้างผลผลิตที่เป็นกล้ามเนื้อและนม สารอาหารที่จำเป็นที่มีความสำคัญต่อความต้องการขั้นพื้นฐานของแพะ คือ น้ำ อาหารพลังงาน โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่

2.4.3.4 การให้อาหารแพะ

อาหารที่ใช้เลี้ยงแพะสามารถแยกออกได้เป็น 2 ชนิด ตามคุณค่าทางโภชนาการ และลักษณะของอาหาร คือ อาหารหยาบ (Roughage) และอาหารข้น (Concentrate)

อาหารหยาบ (Roughage) ถือเป็นอาหารหลักที่สำคัญของสัตว์กระเพาะรวม โดยเป็นอาหารที่ให้เยื่อใยสูง เนื่องจากมีแหล่งที่มาจากพืชอาหารสัตว์ เช่น หญ้าสด หญ้าแห้ง พืช ตระกูลถั่ว ใบไม้ พืชผักต่างๆ ผลพลอยได้หรือเศษเหลือจากการเกษตร เช่น ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด พักอ่อน ต้นข้าวโพดหลังจากเก็บผลผลิต เปลือกสับปะรด เปลือกกล้วยเหลือ และเปลือกกล้วยลิสง รวมถึงอาหารหยาบที่เกษตรกรจัดทำขึ้นเอง เช่น หญ้าหมัก เป็นต้น

พืชอาหารสัตว์ที่ใช้ในการเลี้ยงแพะมีอยู่ 2 แหล่ง คือ การปล่อยแพะเข้าทุ่งเล็ม ในแปลงหญ้าธรรมชาติ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมของเกษตรกรที่เลี้ยงแพะแบบปล่อย เลี้ยงเป็นฝูงให้หากินเอง แต่แปลงหญ้าแบบนี้ถือว่ามีความเสี่ยง เนื่องจากมีพืชและหญ้าหลายชนิดที่ขึ้นปะปนกันไปไม่ เป็นระเบียบ ส่วนแหล่งที่มาของอาหารหยาบอีกแหล่งหนึ่งคือแปลงหญ้าปลูก ซึ่งเป็นแปลงหญ้าที่ เกษตรกรจัดหาพื้นที่ในการปลูกหญ้าขึ้นเอง ทำให้มีความสะดวกในการควบคุมคุณภาพของแปลง หญ้าได้ โดยการเลือกชนิดของหญ้าที่มีคุณค่า มีความน่ากินสูง เช่น หญ้าเนเปียร์ หญ้ากินนี หญ้าขน หญ้าชิกเนล เป็นต้น นอกจากนี้ เกษตรกรยังสามารถเพิ่มคุณค่าของแปลงหญ้าได้โดยการปลูกหญ้า ผสมกับการปลูกพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วสัไดโล ถั่วเซอร่าโตร ถั่วลาย เป็นต้น รวมถึงควรจะมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

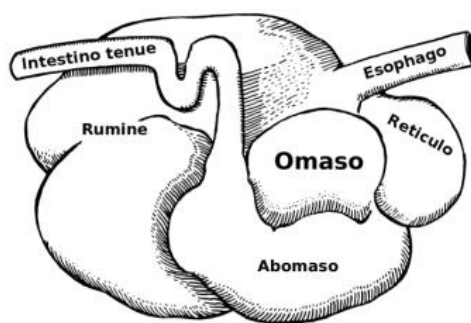
จัดการแปลงหญ้าให้มีอายุการใช้งานได้นาน โดยการจัดพื้นที่ในการลงทะเลี่ยมของแพะให้เป็นสัดส่วน หรือจะถนอมแปลงหญ้าไว้โดยการตัดหญ้ามาให้แพะกินในคอกก็ได้

อาหารข้น (Concentrate) เป็นแหล่งของอาหารที่มีคุณค่าของสารอาหารและให้พลังงานสูง เนื่องจากมีความเข้มข้นของสารอาหารสูงกว่าอาหารหยาบ เช่น มีพลังงานในรูปของ TDN (Total Digestible Nutrients) หมายถึง ค่าของโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด ซึ่งในอาหารข้นส่วนใหญ่จะมีค่า TDN นี้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับของโปรตีนหยาบในอาหาร (Crude Protein; CP) ตั้งแต่ 12 เปอร์เซ็นต์ จนถึงระดับที่มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ แหล่งของอาหารข้นที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดธัญพืช ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ให้พลังงานที่สำคัญ เมล็ดธัญพืชที่นิยมใช้ในส่วนประกอบอาหารสัตว์ เช่น ข้าวโพด ปลายข้าว ข้าวฟ่าง ส่วนพืชตระกูลถั่วหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นอาหารให้แก่แพะได้ ซึ่งถือเป็นแหล่งของอาหารโปรตีนที่สำคัญ เช่น ผลผลิตจากถั่ว พวกกากถั่วลิสง กากถั่วเหลือง กากถั่วเขียว เป็นต้น ส่วนโปรตีนที่ได้จากสัตว์นั้นถือว่าเป็นแหล่งของโปรตีนที่มีคุณภาพดี มีกรด อะมิโนที่จำเป็น แต่จะมีราคาที่สูงขึ้นแพง เช่น ปลาป่น เนื้อป่น เลือดป่น เป็นต้น ดังนั้นอาหารข้นจึงมักจะเป็นอาหารในกลุ่มที่มีเชื้อโรคต่ำแต่มีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดสูง (TDN)

ในปัจจุบันเกษตรกรสามารถจัดหาอาหารสำเร็จรูปมาให้แพะกินได้แทนการเตรียมอาหารข้นเองจากส่วนประกอบหลายๆอย่างที่กล่าวมาซึ่งจะทำให้สะดวกสบายมากขึ้น ซึ่งการที่จะเลือกอาหารแบบใดนั้นอาจขึ้นอยู่กับรูปแบบการเลี้ยง และการจัดการในฟาร์มแพะ รวมถึงงบประมาณและแรงงานในการที่จะจัดหาอาหารมาให้แพะกิน (มานะ สุภาดี และคณะ. 2555)

2.4.4 สรีรวิทยาและการย่อยอาหารของแพะ

โครงสร้างของกระเพาะอาหารของแพะจัดเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องเช่นเดียวกับโค กระบือ และมีกายวิภาคและสรีรวิทยาของระบบทางเดินอาหารคล้ายกัน กระเพาะอาหารของแพะมีความจุประมาณ 75% ของช่องท้อง ซึ่งจะกินพื้นที่ด้านช่องท้องด้านซ้ายทั้งหมด และขยายไปช่องท้องด้านขวา กระเพาะอาหารของแพะโตเต็มวัยมีความจุประมาณ 15-18 ลิตร ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ รูเมน (Rumen) เรติคิวลัม (Reticulum) โอมาซัม (Omasum) และอะโบมาซัม (Abomasum) (ภาพที่ 2.15) แพะมีความจุของกระเพาะรูเมนมากกว่า สัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นๆ เทียบต่อหน่วยน้ำหนักตัวเท่ากัน และมีอัตราการไหลผ่านของอาหารในกระเพาะหมักที่เร็วกว่า จึงจัดได้ว่าแพะเป็นสัตว์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้อาหารหยาบได้ดีกว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นๆ (วินัย ประถมพัญญ์. 2542)



ภาพที่ 2.15 โครงสร้างของกระเพาะอาหารของแพะ

ที่มา : บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2541)

2.4.4.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยได้ของอาหารในกระเพาะรูเมน

(1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่า pH ในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 6-7 จะทำให้การย่อยอาหารมีประสิทธิภาพสูงสุด เนื่องจากเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยเยื่อใยและโปรตีน ถ้าค่า pH ในกระเพาะรูเมนลดลง อาจเนื่องจากสัตว์ได้รับอาหารชั้นในปริมาณสูง จะทำให้การย่อยอาหารของจุลินทรีย์ลดลง และเมื่อค่า pH ในกระเพาะรูเมนลดลงต่ำกว่า 5.5 จะส่งผลอันตรายต่อจุลินทรีย์ได้

(2) อัตราการไหลผ่านโภชนะที่ย่อยจากรูเมน (Effect of passage rate)

อัตราการไหลผ่านของอาหารออกจาก Reticulo-rumen มีผลมาจากปริมาณการกินได้ของสัตว์ ตัวอย่างเช่น เมื่อสัตว์มีปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณของเหลวรูเมน (Digesta) และอัตราการไหลผ่านจะเพิ่มขึ้น ส่วนการบีบตัวของรูเมนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลผ่านของ Digesta ด้วย ดังนั้นอัตราการไหลผ่านเพิ่มขึ้นจะทำให้การย่อยได้ของอาหารในกระเพาะรูเมนลดลง เพราะ Digesta มีระยะเวลาอยู่ในรูเมนน้อย จุลินทรีย์มีระยะเวลาในการเข้าย่อยสลายอาหารน้อยลง แต่การไหลผ่านที่เร็วจะทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น

(3) ปริมาณการกินได้ (Feed intake)

ปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการไหลผ่านเร็วขึ้น จุลินทรีย์มีระยะเวลาในการเข้าย่อยสลายอาหารน้อยลง การย่อยได้ของอาหารจึงลดลง

(4) โภชนะที่สำคัญ (Nutrient)

สำหรับจุลินทรีย์ อาหารที่มีโปรตีนต่ำจะมีผลต่อการย่อยได้ของพลังงาน และทำให้การกินได้ลดลง ถ้าอาหารที่มีโปรตีนสูง หรือ Non-protein nitrogen (NPN) เช่น ยูเรีย กับสัตว์ที่กินฟางเป็นอาหารหลัก การย่อยได้ของฟางข้าวจะเพิ่มขึ้น การขาดแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น Mg, P, S, Fe, Co, Mn และ Zn จะทำให้การย่อยได้ของอาหารในรูเมนลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) ปริมาณเชื้อใยอาหาร

อาหารที่มีสารเชื้อใย หรือลิกนินในปริมาณที่สูง จะทำให้การย่อยได้ลดลง

(6) ความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน

จุลินทรีย์ในรูเมนมีความต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากเพื่อการสังเคราะห์โปรตีนของตัวเอง โดยไนโตรเจนที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้ประโยชน์ได้จะอยู่ในรูป $\text{NH}_3\text{-N}$ ที่อยู่ในของเหลวกระเพาะรูเมน ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะทำให้จุลินทรีย์ทำงานได้เต็มที่คือ 6-90 $\text{mgNH}_3\text{-N/l}$

(7) อุณหภูมิสภาพแวดล้อม

สัตว์จะรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ประมาณ 37 องศาเซลเซียส เมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น สัตว์จะพยายามลดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย โดยการลดการกินอาหาร โดยเฉพาะอาหารพลังงาน เมื่อการกินอาหารลดลงการเคลื่อนปัสสาวะของกระเพาะรูเมนก็ลดลง (บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2546)

2.4.4.2 กระบวนการหมักและการย่อยของคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะรูเมน

ในสัตว์เคี้ยวเอื้องคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ไม่ว่าจะเป็นประเภทโครงสร้างหรือประเภทแป้งและน้ำตาล จะถูกย่อยในรูเมนโดยจุลินทรีย์ได้เป็นกรดไขมันระเหยได้ (Volatile fatty acids; VFA) ซึ่งส่วนใหญ่จะได้เป็น กรดอะซิติก (Acetic acid; C_2), กรดโพรพิโอนิก (Propionic acid; C_3) และกรดบิวทิริก (Butyric acid; C_4) กรดไขมันระเหยได้เหล่านี้จะถูกดูดซึมผ่านผนังรูเมนเพื่อเมแทบอลิซึมต่อไป โดยกลูโคส 1 โมล ถูกเปลี่ยนกรดโพรพิโอนิกได้ 2 โมล โดยไม่มีการสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ส่วนการเปลี่ยนเป็นกรดอะซิติกหรือบิวทิริกนั้นจะได้ 2 และ 1 โมล ตามลำดับ โดยมีการสูญเสีย CO_2 อย่างละ 2 อะตอม (ตารางที่ 2.11) ซึ่ง CO_2 ที่เกิดขึ้นบางส่วนอาจรวมตัวกับ H_2 ได้เป็นแก๊สมีเทน (CH_4) แก๊สเหล่านี้ไม่มีประโยชน์ต่อตัวสัตว์ จำเป็นต้องระบายออก มิฉะนั้นอาจเกิดอาการท้องอืด ซึ่งเป็นอันตรายได้ (บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2546) ชนิดของกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนขึ้นอยู่กับชนิด และองค์ประกอบของอาหารเป็นสำคัญ เมื่อสัตว์กินอาหารเชื้อใย เช่น พืชแก่ พืชหมัก ที่มีสัดส่วนของอาหารหยาบสูง จะทำให้เกิดการผลิตกรดอะซิติกในปริมาณมากและมีการผลิตกรดโพรพิโอนิกในปริมาณน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารจำพวกแป้ง (เมธา วรรณพัฒน์. 2533; Dijkstra. 1994; Ørskov. 1994) แต่หากมีการบดหยาบก็จะทำให้สัดส่วนของกรดอะซิติกลดลง และหากสัตว์ได้รับอาหารที่มีโปรตีนในระดับสูง การผลิตกรดบิวทิริกก็จะเพิ่มขึ้น ส่วนการอัดเม็ดธัญพืชด้วยความร้อน มีผลทำให้กรดโพรพิโอนิกผลิตสูงขึ้น (ปิ่น จันจุฬา และเมธา วรรณพัฒน์. 2546)

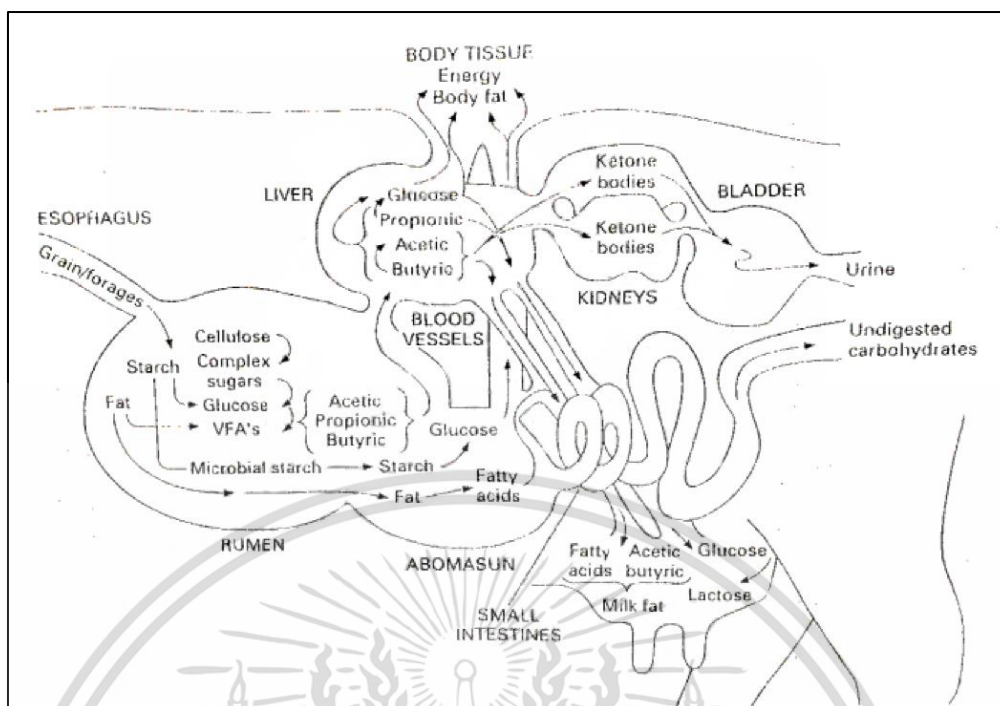
ตารางที่ 2.11 ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้ง 3 ตัว

ชนิดของกรดไขมันระเหยได้	mole/mole กลูโคส	พลังงานรวม (kcal/mole)	พลังงานจากกรดไขมัน (kcal)/mole กลูโคส	ประสิทธิภาพการใช้งาน (%)
กรดอะซิติก	2	209.4	418.8	62.2
กรดโพรพิโอนิก	2	369.2	734.4	109.1
กรดบิวทิริก	1	524.3	524.3	77.9

หมายเหตุ : 1 mole กลูโคส มีพลังงานรวม = 673.0 kcal

ที่มา : ฉลอง วชิราภากร (2541) อ้างโดย ชาลินี ตี๋มขลิบ (2560)

กระบวนการย่อยคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่กระเพาะส่วนหน้า และเกิดต่อเนื่องกันตลอดการหมัก (Fermentation) ทำให้ไม่มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้หลงเหลือไปสู่ลำไส้ เป็นผลให้สัตว์เคี้ยวเอื้องไม่ได้รับกลูโคสเพียงพอ จากกระบวนการย่อยคาร์โบไฮเดรต ซึ่งทำให้สัตว์ต้องปรับเปลี่ยน Metabolism ให้มีประสิทธิภาพในการสร้างและเก็บรักษากลูโคสให้เพียงพอ กับความต้องการของร่างกาย สัตว์เคี้ยวเอื้องจะได้กลูโคสจากกระบวนการ Gluconeogenesis ซึ่งมีตัวพา (Precursor) ที่สำคัญคือ โพรพิโอเนต (Propionate) โดยโพรพิโอเนตจะถูกเปลี่ยนเป็น ซัคซิเนต (Succinate) แล้วเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ได้เป็น Oxaloacetate ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นกลูโคส โดยกระบวนการ Gluconeogenesis สำหรับ VFA ตัวอื่นๆ เช่น อะซิเตท และ บิวทีเรท สามารถเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ได้ แต่เป็นกรดไขมันสายยาว (Long-chain fatty acids) ก็จะเข้าสู่เครบส์ในรูปของ Acetyl coA แต่เนื่องจาก Acetyl coA ไม่สามารถเปลี่ยนเป็น Oxaloacetate หรือ กลูโคสได้ ดังนั้นในสัตว์เคี้ยวเอื้องจาก VFA จึงมีเพียงโพรพิโอเนตเท่านั้นที่สามารถผลิตกลูโคสได้จำนวนมาก โพรพิโอเนตเกือบทั้งหมดที่ถูกดูดซึมที่รูเมน จะถูกดึงไปสู่ตับผ่านทาง Portal vein โดยไม่เข้าสู่ระบบหมุนเวียน ซึ่งแสดงว่า โพรพิโอเนตทั้งหมดถูกนำไปสร้างเป็นกลูโคสที่ตับ นอกจากอาศัย Gluconeogenesis แล้ว สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องอาศัยกระบวนการเก็บรักษากลูโคส (Conserving glucose) เพื่อให้มีกลูโคสเพียงพอกับการใช้ในร่างกาย (ภาพที่ 2.16)



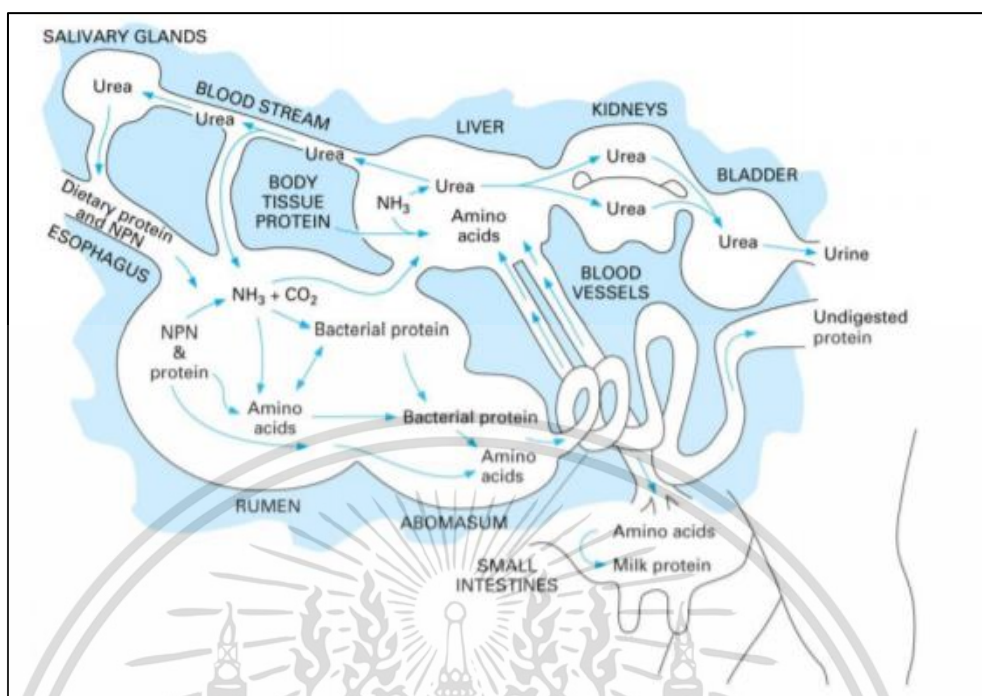
ภาพที่ 2.16 กระบวนการเมแทบอลิซึมคาร์โบไฮเดรต

ที่มา : นลอง วชิราภกร (2541)

2.4.4.3 กระบวนการหมักและการย่อยของ โปรตีนในกระเพาะรูเมน

เมื่ออาหารโปรตีนเข้าสู่รูเมนจะถูกย่อยโดย Extracellular protease ของจุลินทรีย์ ซึ่งจะเป็นพวก Endopeptidase แบคทีเรียและโปรโตซัวจะทำหน้าที่เข้าย่อยสลายโปรตีน กิจกรรมของจุลินทรีย์นั้นแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม pH ในรูเมนก็มีอิทธิพลมากกว่า ซึ่ง pH ที่ 6-7 จัดเป็นค่า pH ที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายโปรตีน และผลของการย่อยจะได้เปปไทด์สายสั้น (Short-chain peptide) ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์ของจุลินทรีย์ ภายในเซลล์พบว่าเปปไทด์ (Peptide) จะถูกนำไปใช้ต่อเป็นกรดอะมิโน จากนั้นจะผลิตแอมโมเนียและกรดอินทรีย์ต่างๆ โดยกระบวนการ Deamination แล้วถูกนำไปใช้ต่อไป เช่นถูกนำไปสร้างเป็น Microbial protein นำไปสร้างเป็นแอมโมเนีย แล้วไปสร้างเป็น VFA นำสร้างเป็นแอมโมเนีย แล้วนำแอมโมเนียมาเป็นสารตั้งต้นในการสร้างกรดอะมิโนและ Microbial protein ต่อไป ทั้งนี้พบว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนของจุลินทรีย์ถูกสังเคราะห์โดยการใช้แอมโมเนีย ส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ ใช้กรดอะมิโนโดยตรง และประมาณ 59 เปอร์เซ็นต์ ของไนโตรเจนในอาหาร จะถูกย่อยในรูเมน อย่างไรก็ตามปริมาณของไนโตรเจนที่ถูกย่อย 29 เปอร์เซ็นต์ จะถูกใช้ประโยชน์ในรูปของกรดอะมิโน และ 71 เปอร์เซ็นต์ จะถูกเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนีย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะตามธรรมชาติของชนิดอาหารโปรตีนแต่ละชนิด (ชาลินี ตัมขลิต. 2560) (ภาพที่ 2.17)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 กระบวนการเมแทบอลิซึมโปรตีน

ที่มา : ฉลอง วชิราภกร (2541)

2.4.5 คุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อแพะ

คุณภาพของเนื้อสัตว์มีความหมายแตกต่างกันตามความต้องการของผู้บริโภคหรือผู้ใช้ประโยชน์จากเนื้อสัตว์ ซึ่งมีจุดประสงค์ในการนำเนื้อไปใช้ต่างกัน เช่น แม่บ้านที่ปรุงอาหารจะให้ความสำคัญของคุณภาพเนื้อที่ความน่ารับประทาน เช่น สี กลิ่น ความนุ่ม รสชาติ ส่วนนักโภชนาการจะให้ความสำคัญเรื่องคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อ ปริมาณไขมันที่มีในเนื้อและการปนเปื้อนของสารตกค้างในเนื้อสัตว์ เป็นต้น เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีนั้น ประกอบด้วยคุณสมบัติต่างๆ ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพเนื้อสัตว์ได้แก่ คุณภาพทางโภชนาการ คุณภาพทางการบริโภค และปัจจัยภายนอกอื่นๆ ดังต่อไปนี้

2.4.5.1 คุณภาพทางโภชนาการ

คุณภาพทางโภชนาการของเนื้อขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เกลือแร่ และวิตามิน นอกจากนี้ คุณภาพทางโภชนาการของเนื้อจะต้องคำนึงถึง ประโยชน์ที่ร่างกายได้รับ เช่น ปริมาณกรดอะมิโนในโปรตีนของเนื้อหรือ ปริมาณสัดส่วนของโปรตีนต่อไขมันที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์นั้น (อัมเอบ พันสด, 2549) เนื้อแพะมีโปรตีนสูง แต่ให้พลังงานต่ำ ทั้งยังมีไขมันรวม ปริมาณไขมันอิ่มตัว และคอเลสเตอรอลน้อยกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นๆ ดังในตารางที่ 2.10 ดังนั้น

เนื้อแพะจึงเหมาะสำหรับผู้บริโภคที่คำนึงถึงสุขภาพเป็นสำคัญ โดยเฉพาะเรื่องของไขมันในอาหาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมา เช่น โรคอ้วน หรือ ไขมันอุดตันในเส้นเลือด เป็นต้น นอกจากนี้เนื้อแพะยังมีปริมาณธาตุเหล็กสูงกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น อีกทั้งยังมีปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid) ใกล้เคียงกับเนื้อโค และเนื้อแกะ (ตารางที่ 2.12)

ตารางที่ 2.12 ส่วนประกอบของโภชนะและปริมาณกรดอะมิโน (เนื้อป่องสุก 100 กรัม) ในเนื้อสัตว์ชนิดต่างๆ

คุณค่าทางโภชนะ	แพะ	แกะ	โค	ไก่	หมู
แคลอรี (กิโลแคลอรี)	143	290	208	165	252
ไขมัน (กรัม)	3.03	21.12	11.07	3.57	14.28
ไขมันอิ่มตัว (Saturated) (กรัม)	0.93	9.08	4.07	1.01	5.25
โปรตีน (กรัม)	75	93	84	85	96
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	27.1	23.27	25.05	31	28.88
ธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม)	3.73	1.4	1.66	1.04	1.05
Amino acids					
Tryptophan	0.306	0.234	0.140	-	-
Threonine	0.981	0.855	0.849	-	-
Isoleucine	1.042	0.964	0.967	-	-
Leucine	1.716	1.554	1.691	-	-
Lysine	1.532	1.765	1.797	-	-
Methionine	0.552	0.513	0.554	-	-
Cystine	0.245	0.239	0.274	-	-
Phenylalanine	0.715	0.814	0.840	-	-
Tyrosine	0.633	0.672	0.677	-	-
Valine	1.103	1.078	1.055	-	-
Arginine	1.512	1.187	1.375	-	-
Histidine	0.429	0.633	0.678	-	-

ที่มา : จันทรพร เจ้าทรัพย์ (2555)

กรดไขมัน (Fatty acids) คือ กรดแอลิแฟติกคาร์บอกซิลิก (Aliphatic carboxylic acid) ที่มีสายของไฮโดรคาร์บอนยาวขนาดต่างๆ กันมีสูตรโครงสร้างโดยทั่วไปเป็น $R-COOH$ โดย R คือ สายไฮโดรคาร์บอน กรดไขมันที่พบในไขมันและน้ำมัน ตามธรรมชาติจะอยู่ในรูปของ เอสเทอร์ (Ester) เป็นลิพิดชนิดต่างๆ ส่วนกรดไขมันที่พบใน พลาสมาจะอยู่ในรูปเสรี โดยจับอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อได้รู้เห็นกับใบระเบียบนี้แล้ว กรุณาอย่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลบูมิน กรดไขมันมักมีโครงสร้างเป็นสายตรง ไม่แตกแขนงและมีคาร์บอนเป็นจำนวนคู่ สายไฮโดรคาร์บอนของกรดไขมันอาจจะมีพันธะคู่ หรือไม่มีก็ได้ ดังนั้นจึงแบ่งกรดไขมันออกเป็น 2 ชนิด ใหญ่ๆ คือ กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) (Morel *et al.* 2013)

(1) กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีโครงสร้างอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจนเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวตลอดสาย กรดไขมันอิ่มตัวที่มีมากที่สุดธรรมชาติ คือ กรดปาล์มิติก (Palmitic acid; C16) รองลงมา คือ กรดสเตียริก (Stearic acid; C18) ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้ร่างกายได้รับจากอาหาร หรือสามารถสังเคราะห์ขึ้นได้เอง

(2) กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acids) เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่อยู่บนโครงสร้างคาร์บอน ตรงตำแหน่งพันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีโครงสร้าง 2 แบบ คือ แบบ Cis และ Trans ส่วนใหญ่กรดไขมันไม่อิ่มตัวจะมีพันธะคู่อยู่ในรูปแบบ Cis ในธรรมชาติ จะพบกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากที่สุด และมักพบว่าพันธะคู่จะอยู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอนที่ 9 หรือ 10 (Mapato *et al.* 2010) ทั้งนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด ตามลักษณะของโครงสร้างและจำนวนพันธะคู่ ดังนี้

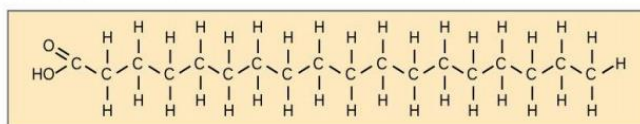
(2.1) กรดไขมันที่มี 1 พันธะคู่ (Monounsaturated fatty acids) เป็นกลุ่มที่พันธะคู่เพียง 1 พันธะ กรดไขมันที่มีมากที่สุดในร่างกาย คือ กรดพาล์มิโทเลอิก (Palmitoleic; C16:1) และกรดโอเลอิก (Oleic acid; C18:1) (ภาพที่ 2.18)

(2.2) กรดไขมันที่มีมากกว่า 1 พันธะคู่ (Polyunsaturated fatty acids) เป็นกลุ่มที่มีพันธะคู่มากกว่า 2 พันธะขึ้นไป ปกติพันธะคู่ของกรดไขมันจะไม่อยู่ชิดกัน มีหมู่ Methylene (-CH₂-) คั่นกลาง ตัวอย่างเช่น กรดลิโนเลอิก (Linoleic; C18:2) กรดลิโนเลนิก (Linolenic; C18:3) และกรดอะเรชีดิก (Arachidonic; C20:4) เป็นต้น

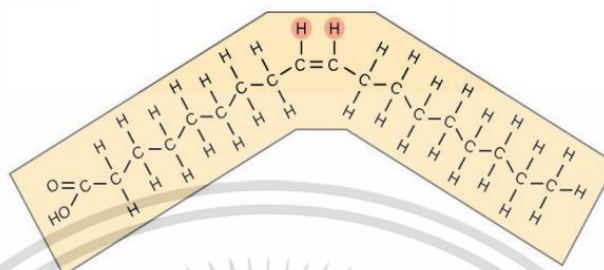
(2.3) ไอโคซานอยด์ (Eicosanoids) เป็นอนุพันธ์ของกรดไขมันชนิดที่มีพันธะมากกว่า 1 คู่ และมีจำนวนคาร์บอนมากกว่า 20 อะตอม ซึ่งเกิดจากกรดไขมันดังกล่าวถูกย่อยแล้วได้ผลผลิตที่มีวงแหวนคาร์บอนตรงกลางโมเลกุล (Park *et al.* 2013)

Saturated fatty acid

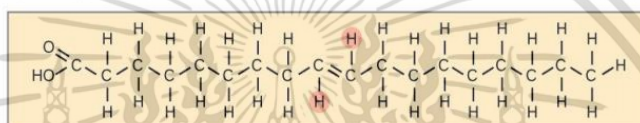
Stearic acid

**Unsaturated fatty acids**

Cis oleic acid



Trans oleic acid



ภาพที่ 2.18 เปรียบเทียบโครงสร้างของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว และแสดงการเกิดรูปแบบของ Cis และ Trans ของกรดโอเลอิก

ที่มา : ปริญา ทองสุข (2560)

2.4.5.2 คุณภาพทางการบริโภค

เกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณสมบัติที่ใช้ตัดสินความน่ารับประทานของเนื้อ ดังนี้

(1) สี (Color)

สีของเนื้ออาจเป็นคุณลักษณะประการแรกที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มากกว่าลักษณะปรากฏอื่นๆ สีของเนื้อสัตว์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันออกไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกและภายใน (Kannan *et al.* 2001) โดยปกติเนื้อแพะมักมีสีแดงเข้ม (Schonfeldt *et al.* 1993 อ้างโดย จันทิรา วงศ์วีเชียร. 2548) Babiker *et al.* (1990) รายงานว่าเนื้อลูกแพะมีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำ และมีค่าสีแดง (a^*) สูงกว่าเนื้อแกะ เนื่องจากเนื้อแพะมีปริมาณไขมันแทรกน้อยกว่า และถึงแม้ว่าจะเป็นสัตว์ตัวเดียวกันกล้ามเนื้อแต่ละมัดก็มีสีแตกต่างกัน เนื่องจากกล้ามเนื้อแต่ละมัดในร่างกายมีหน้าที่และการทำงานที่มากน้อยต่างกัน ทำให้ความต้องการออกซิเจนแตกต่างกันไปด้วย (Warriss. 2000) ซึ่ง Kannan *et al.* (2001) รายงานว่าค่า a^* ของกล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่ของแพะมีค่าสูงกว่าขาหลังและเนื้อสัน เนื่องจากกล้ามเนื้อส่วนหัวไหล่จะทำงานหนักและนานกว่ากล้ามเนื้อส่วนอื่น จึงมีความต้องการออกซิเจนมากกว่า และด้วยเหตุนี้จึงมีปริมาณไมโอโกลบินสูงกว่า และเมื่อกลายมาเป็นเนื้อสัตว์แล้วนั้นจึงมีสีเข้มกว่าตามไปด้วย อย่างไรก็ตามเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ตาม Zhu and Brewer (1998) กล่าวว่า สีของเนื้ออาจไม่ได้เป็นตัวบ่งบอกถึงคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ความปลอดภัย กลิ่นรส และคุณค่าทางโภชนาการ

(2) ความนุ่ม (Tenderness)

เนื้อแพะโดยปกติก็มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่หยาบ (Schonfeldt *et al.* 1993 อ้างโดย จันทิรา วงศ์วีเชียร. 2548) Webb *et al.* (2005) รายงานว่า ความนุ่มของเนื้อแพะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้แต่ยังมีคะแนนต่ำกว่าเนื้อแกะ (ตารางที่ 2.13) นอกจากนี้ Warriss (2000) พบว่า ค่าแรงเหวี่ยงมีความสัมพันธ์กันกับคะแนนความนุ่มของเนื้อสัตว์ อย่างไรก็ตามค่าที่ได้มักมีความแปรปรวน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สายพันธุ์ อายุ การปฏิบัติก่อนและหลังการฆ่า การสุ่มตัวอย่าง และวิธีการเตรียมตัวอย่าง เป็นต้น

ตารางที่ 2.13 คะแนนเฉลี่ยความนุ่มของเนื้อแพะเปรียบเทียบกับเนื้อแกะ

Source	Tenderness	
	Goat meat	Sheep meat
Pike <i>et al.</i> (1973) (9-point hedonic scale)	4.2	7.9
Babiker <i>et al.</i> (1990) (5-point hedonic scale)	2.8	3.1
Schonfeldt <i>et al.</i> (1993) (6-point hedonic scale)	2.8	4.8
Tshabalala <i>et al.</i> (2003) (9-point hedonic scale)	4.3	6.7

ที่มา : ดัดแปลงจาก Webb *et al.* (2005)

(3) ความฉ่ำน้ำ (Juicy)

ความฉ่ำน้ำมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับปริมาณไขมันที่แทรกในกล้ามเนื้อและปริมาณความชื้นของเนื้อในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการทำให้สุก ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์จะช่วยให้เกิดความฉ่ำน้ำในระหว่างการกัดเคี้ยว แต่อย่างไรก็ตาม เนื้อแพะและผลิตภัณฑ์จากเนื้อแพะมีความฉ่ำน้ำน้อยกว่าเนื้อแกะหรือผลิตภัณฑ์จากเนื้อแกะ เนื่องจากเนื้อแพะมีปริมาณไขมันต่ำกว่า (Webb *et al.* 2005 อ้างโดย จันทิรา วงศ์วีเชียร. 2548) สำหรับอิทธิพลของอายุของสัตว์ที่มีต่อความฉ่ำน้ำนั้น ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด เนื่องจาก Schonfeldt *et al.* (1993 อ้างโดย จันทิรา วงศ์วีเชียร. 2548) พบว่า เนื้อลูกแพะที่มีน้ำหนักซากระหว่าง 10-25 กิโลกรัม มีความฉ่ำน้ำมากกว่าเนื้อแพะรุ่นที่มีน้ำหนักซากระหว่าง 15-30 กิโลกรัม ขณะที่จากการศึกษาของ Pike *et al.* (1973) และ Smith *et al.* (1978) พบว่า เนื้อจากแพะรุ่นจะให้เนื้อที่ความฉ่ำและมีความนุ่มรับประทานกว่าเนื้อจากลูกแพะอายุ 3-5 เดือน

(4) กลิ่นและกลิ่นรส (Flavor)

เนื้อของแพะมีกลิ่นและกลิ่นรสที่เฉพาะตัว (จันทิรา วงศ์วิเชียร. 2548) กลิ่นและกลิ่นรสของเนื้อแพะเป็นคุณลักษณะที่สำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งอิทธิพลที่มีผลต่อกลิ่นและกลิ่นรส ได้แก่ สายพันธุ์ อายุ ปริมาณไขมัน ส่วนของกล้ามเนื้อ อาหาร เพศ และวิธีการปรุง นอกจากนี้ อายุยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อกลิ่นรสของเนื้อแพะ จากรายงานของ Schonfeldt *et al.* (1993) พบว่า เนื้อแพะรุ่นมีกลิ่นรสดีกว่าเนื้อแพะที่มีอายุมากกว่า ขณะที่ Pike *et al.* (1973) Smith *et al.* (1978) และ Griffin *et al.* (1992) พบว่า แพะที่มีอายุน้อยเกินไปได้รับการยอมรับด้านกลิ่นรสไม่ดีเท่ากับแพะที่มีอายุมากกว่า และยังมีการศึกษาของ Wong *et al.* (1975 อ้างโดย จันทิรา วงศ์วิเชียร. 2548) และ Ha and Lindsay (1990) พบว่า กรดไขมันบางชนิดมีความสัมพันธ์กับกลิ่นเฉพาะตัวของแพะและแกะ กรดไขมันชนิดนั้น คือ 4-เมทิลออกตาโนอิก แอซิด และ 4-เอทิลออกตาโนอิก แอซิด และยังมีกรดไขมันชนิดอื่นที่ให้กลิ่นรสที่คล้ายกันนั้นก็คือ 4-เมทิลนาโนอิก แอซิด (4-Methylnanoic acid) (Wong *et al.* 1975 อ้างโดย จันทิรา วงศ์วิเชียร. 2548) และ 4-เอทิลเซพทาโนอิกแอซิด (4-Ethylheptanoic acid) (Ha and Lindsay. 1990)

2.4.5.3 ปัจจัยภายนอกอื่นๆ

เนื้อสัตว์จะมีคุณภาพดีตามคุณสมบัติที่ได้กล่าวมาหรือไม่นอกจาก ปัจจัยภายในตัวสัตว์เอง แล้วยังมีปัจจัยภายนอกอีกมากมายที่มีความเกี่ยวข้อง ได้แก่

(1) การผลิตจากฟาร์ม

ขั้นตอนการผลิตสัตว์จากฟาร์มมีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพเนื้อ นับตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์สัตว์ อาหาร การจัดการ การเลี้ยงดูภายในฟาร์ม ซึ่งมีความสำคัญในระดับเบื้องต้นของการจัดการให้เนื้อมียุทธภาพที่ดี

(2) การขนส่งสัตว์ไปยังโรงฆ่า

การขนส่งสัตว์ไปสู่โรงฆ่าสัตว์นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญต่อคุณภาพเนื้อเป็นอย่างมากเพราะอาจทำให้สัตว์บาดเจ็บ มีรอยข่วน จุกเลือด หรือสัตว์ตายได้ ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องในเรื่องนี้ ได้แก่ พาหนะที่ใช้บรรทุก ระยะทางในการขนส่ง สภาพภูมิอากาศ ความแออัด อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนย้าย เป็นต้น การดำเนินการในขั้นตอนการขนส่งสัตว์ จะต้องกระทำด้วยความระมัดระวังให้ได้ตามมาตรฐานสากลและควรมีความปราณีต่อสัตว์

(3) การปฏิบัติต่อสัตว์ในคอกพักสัตว์

การปฏิบัติต่อสัตว์ในคอกพักสัตว์ตั้งแต่ระยะการพักสัตว์ การให้สัตว์ได้ดื่มน้ำเต็มที่ หรือ การให้อาหารเมื่อจำเป็น และการอาบน้ำสัตว์ภายในคอกพัก มีผลทำให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีทั้งสิ้น

(4) การดำเนินการภายในโรงฆ่าสัตว์

การดำเนินการภายในโรงฆ่าสัตว์ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสัตว์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกรรมวิธีขั้นตอนและเทคนิคในการปฏิบัติในขบวนการฆ่าและชำแหละซาก

(5) การเก็บรักษาซาก

การเก็บรักษาซากไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส เพื่อการลดอุณหภูมิซากจัดเป็นวิธีการรักษาคุณภาพเนื้อที่ดี เนื่องจากความเย็นจะช่วยลดปริมาณการกระจายและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาซากที่ไม่ถูกต้องจะมีผลเสียต่อคุณภาพเนื้อเป็นอย่างมาก

(6) การปฏิบัติในระหว่างขบวนการตัดแต่งซาก

การปฏิบัติในระหว่างขบวนการตัดแต่งซาก ได้แก่ เทคนิคในการตัดแต่ง ความพร้อมและความสะอาดของห้องตัดแต่งและอุปกรณ์ อุณหภูมิและความชื้นในห้องตัดแต่ง ทักษะและความชำนาญของผู้ตัดแต่งเนื้อ ตลอดจนสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ล้วนมีผลต่อคุณภาพเนื้อโดยตรงทั้งสิ้น

(7) การบรรจุและการจัดจำหน่าย

การบรรจุเนื้อสัตว์เพื่อจำหน่ายและวิธีการวางจัดจำหน่าย เช่น การบรรจุลงในถาดโฟมที่สะอาดและมีแผ่นฟิล์มที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันการติดเชื้อจุลินทรีย์จากอากาศ หรือการบรรจุในถุงสุญญากาศหรือในสภาพดัดแปรบรรยากาศในการบรรจุ หรือการเก็บรักษาเนื้อโดยใช้อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เพื่อให้เก็บเนื้อสัตว์ได้นานหลายเดือนโดยการแช่เย็นหรือแช่เยือกแข็ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพเนื้อและการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นอย่างมาก การเก็บเนื้อสัตว์จะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศซึ่งเหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ หรือการใช้ภาชนะที่ไม่สะอาดหรือมีปนเปื้อน ฝุ่นละอองที่ติดมากับอากาศก็มีผลต่อคุณภาพของเนื้อได้ (อิมเอบ พันสด. 2549)

2.4.6 การศึกษาเกี่ยวกับแพะ

เฉลิมขวัญ สุขนิยม และคณะ (2552) ทำการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์กับระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ โดยเปรียบเทียบระหว่างแพะพันธุ์ลูกผสมเพศผู้ (พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ × แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) กับ แพะพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของแพะพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบประณีตมีเปอร์เซ็นต์เถ้า และปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำที่สุด แต่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสูงสุด ขณะที่กล้ามเนื้อ Biceps femoris ของแพะลูกผสมที่เลี้ยงแบบประณีตมีค่าแรงต้านเนื้อ ปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมด และปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำ ($P < 0.05$) ในปีต่อมา สาริต เขาไขแก้ว และคณะ (2553) อ้างโดย จันทรพร

เจ้าทรัพย์. 2555) ทำการศึกษาสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพ เปรียบเทียบระหว่างแพะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้ กรุณาติดต่อขอสงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ลูกผสมเพศผู้ (พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ × แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) กับ แพะพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ พบว่า ในแพะทั้ง 2 พันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและเปอร์เซ็นต์ไขมันในซากไม่ต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่แพะพันธุ์ลูกผสมจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหาร อัตราการแลกเนื้อ น้ำหนักตัวหลังสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก และ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ที่ดีกว่าแพะพันธุ์พื้นเมือง ($P<0.05$) ในการทดลองของ Pralomkam *et al.* (1995a อ้างโดย จันทรพร เจ้าทรัพย์. 2555) ที่ทำการเปรียบเทียบระหว่างแพะ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ แพะพันธุ์พื้นเมือง แพะพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน 25 เปอร์เซ็นต์ × พันธุ์พื้นเมือง 75 เปอร์เซ็นต์ และแพะพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ × พันธุ์พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แพะทั้ง 3 สายพันธุ์ มีเปอร์เซ็นต์ซากไม่ต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ในแพะพันธุ์ลูกผสมแองโกลนูเบียน 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีโครงร่างใหญ่กว่าและน้ำหนักตัวมากกว่าพันธุ์พื้นเมือง ($P<0.05$) (ตารางที่ 2.14) ในงานทดลองของสาวตรี ก้อนเทียน และ ณัฐนันท์ ใจยาของ (2562) ได้ทำการเปรียบเทียบสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะพันธุ์แองโกลนูเบียนและแพะพันธุ์ชานน โดยให้อาหารข้นเบทาโกรโปรตีนไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ และอาหารหยาบ ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ และกระถิน ให้น้ำแบบเต็มที เลี้ยงแพะในคอกกึ่งเดี่ยวขนาด 2×2 เมตร ใช้ระยะเวลาการทดลอง 60 วัน พบว่า แพะทั้ง 2 สายพันธุ์มี อัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย ปริมาณอาหารที่กินได้ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็น น้ำหนักตัว และขนาดของแพะเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

ตารางที่ 2.14 ปริมาณการกินอาหาร และอัตราการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมืองกับ
แองโกลนูเบียนเปรียบเทียบกับแพะพื้นเมือง

ลักษณะที่ศึกษา	พื้นเมือง×แองโกลนูเบียน	พื้นเมือง
ปริมาณการกินได้ (กรัม/ตัว/วัน)		
อาหารข้น	349.99±21.90 ^a	296.76±19.35 ^b
อาหารหยาบ	938.45±138.23 ^a	754.34±132.47 ^b
รวมปริมาณการกินทั้งหมด	1288.43±150.23 ^a	1051.12±146.54 ^b
สมรรถภาพการเจริญเติบโต		
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	16.45±2.38 ^a	15.52±1.33 ^b
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กก.)	30.18±4.46 ^a	25.69±2.28 ^b
อัตราการเจริญเติบโต อายุ 0-180 วัน (กรัม/วัน)	72.47±16.85 ^a	56.85±9.70 ^b
อัตราการแลกเนื้อ อายุ 0-180 วัน	10.51±1.41 ^a	13.73±0.47 ^b
คุณภาพซาก		
น้ำหนักซากร้อน (กก.)	14.51±2.27 ^a	11.89±1.31 ^b
น้ำหนักซากเย็น (กก.)	13.75±2.82 ^a	10.75±1.37 ^b
เปอร์เซ็นต์ซาก	51.06±1.28	50.72±1.96
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ซม. ²)	10.49±0.39 ^a	8.64±0.30 ^b
เปอร์เซ็นต์เนื้อแดง	69.99±0.94	70.38±0.81
เปอร์เซ็นต์ไขมัน	6.88±1.76	7.03±1.39

^{ab} อักษรต่างกันแถวเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา : คัดแปลงจาก สาริต เชาไขแก้ว และคณะ (2553) อ้างโดย จันทรพร เจ้าทรัพย์ (2555)

จากการทดลองของบุญเหลือ เร่งศิริกุล และ ทองยศ อเนกะเวียง (2528) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะอัตราการเจริญเติบโตของแพะเพศผู้ตอนและไม่ตอน ในแพะลูกผสมพันธุ์ชาเนน โดยใช้ลูกแพะเพศผู้ 3 ช่วงอายุ คือ อายุแรกเกิด อายุหย่านม (5 เดือน) และอายุ 8 เดือน พบว่าลักษณะอัตราการเจริญเติบโตของแพะเพศผู้ทั้งกลุ่มที่ตอนและไม่ตอน ทั้ง 3 ช่วงอายุ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในการทดลองของพิภพ เกิดเมฆ และคณะ (2556) ที่ทำการศึกษาลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของแพะพันธุ์พื้นเมือง แพะลูกผสมแองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ × พันธุ์พื้นเมือง 50 เปอร์เซ็นต์ (สองสาย) และแพะลูกผสมบอร์ 50 เปอร์เซ็นต์ × แองโกลนูเบียน 25 เปอร์เซ็นต์ × พันธุ์พื้นเมือง 25 เปอร์เซ็นต์ (สามสาย) ที่เลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย เสริมอาหารข้นโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว พบว่า แพะสามสายมีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก

อ่อน ความยาวซาก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแพะลูกผสมสองสายและพื้นเมือง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($P < 0.01$) แต่แพะลูกผสมสองสายกับแพะพื้นเมืองมีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนไม่รวมเศษอาหารในระบบทางเดินอาหารสูงกว่าลูกผสมสามสาย ($P < 0.01$) ในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของกล้ามเนื้อแพะทั้งสามกลุ่ม พบว่า แพะพื้นเมืองมีเปอร์เซ็นต์กระดูกน้อยกว่าแพะลูกผสมสองสายและสามสาย ($P < 0.05$) อีกทั้งแพะพื้นเมืองยังมีอัตราส่วนของกล้ามเนื้อรวมไขมันต่อกระดูกมากกว่าแพะทั้งสองกลุ่ม ($P < 0.05$) แต่ในแพะสามสายมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนของกล้ามเนื้อมากกว่าแพะสองสายและแพะพื้นเมือง ($P < 0.05$) และในส่วนของคุณภาพเนื้อ พบว่า แพะสามสายมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และค่าความสว่างของเนื้อต่ำกว่าแพะสองสายและพื้นเมือง ($P < 0.05$) ในการศึกษาของ นัตรชัย ศรีเพิ่ม และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์และชนิดกล้ามเนื้อต่อความนุ่มของเนื้อแพะ สุ่มตัวอย่างกล้ามเนื้อสันนอก กล้ามเนื้อใบพาย และกล้ามเนื้อลูกมะพร้าว ทำการเปรียบเทียบกันระหว่างแพะพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ และแพะพันธุ์ลูกผสมสามสายเลือด (บอร์×ซานเน×พื้นเมือง) เพศผู้ พบว่า พันธุ์และชนิดของกล้ามเนื้อแพะไม่มีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อและความยาวซาร์โคเมอร์ ($P > 0.05$) แต่เนื้อแพะพื้นเมืองมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่าแพะลูกผสมสามสาย ($P < 0.01$) ชนิดกล้ามเนื้อมีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงสุด รองลงมาเป็นกล้ามเนื้อใบพายและกล้ามเนื้อลูกมะพร้าว ($P < 0.01$) ความยาวซาร์โคเมอร์ของกล้ามเนื้อลูกมะพร้าวและกล้ามเนื้อสันนอกยาวกว่ากล้ามเนื้อใบพาย ($P < 0.01$) นอกจากนี้กล้ามเนื้อใบพายมีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่กว่ากล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อลูกมะพร้าว ($P < 0.01$) จากงานทดลองของภุทธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และคณะ (2562) ที่ทำการศึกษาถึงอิทธิพลร่วมของอาหารชั้นที่ระดับ 0, 0.75, 1.50 และ 2.25 เปอร์เซ็นต์ และการตอน ต่อคุณภาพเนื้อ และองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะ ใช้แพะเนื้อลูกผสมเองโคลนุเป็นเพศผู้ อายุ 2 ปี พบว่าระดับของอาหารชั้นมีอิทธิพลร่วมกับการตอนแพะ ($P < 0.05$) โดยเมื่อแพะที่ถูกตอนได้รับระดับอาหารชั้นที่ 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนในเนื้อมากที่สุด ($P < 0.05$) (18.52, 20.85, 19.71 และ 22.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในส่วนของไขมันในเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่เมื่อระดับอาหารชั้นที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย (0.23, 0.28, 0.45 และ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และจากการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์กรรมต่อองค์ประกอบของกรดไขมัน Özcan et al. (2015) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ลูกแพะพันธุ์ซานเน มอลติส (Maltese) และ Gokceada พบว่า องค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อลองกิสซิมัส ทอราซิส (Longissimus thoracis) แตกต่างกันในกลุ่มแพะต่างสายพันธุ์ กรดไขมันอิ่มตัวชนิด C16:0 จะพบมากที่สุดในกลุ่มแพะพันธุ์ซานเน ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับลูกแพะอีก 2 สายพันธุ์ และพบว่าสายพันธุ์ของแพะ ไม่มีผลต่อการสะสมของกรดไขมันชนิด C18:0 ภายในเนื้อของลูกแพะ ($P > 0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว โดยระดับของกรดไขมันอิ่มตัวในกล้ามเนื้อทั้งหมดของลูกแพะพันธุ์ซานเนจะลดต่ำลงมากกว่าในกล้ามเนื้อของลูกแพะอีก 2 สายพันธุ์ ($P < 0.001$) นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่า ระบบการผลิตมีผลต่อห่วงโซ่กรดไขมันสายยาวมากที่สุด จากการเปรียบเทียบระหว่างลูกแพะที่เลี้ยงแบบกึ่งประณีตที่ถูกเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารชั้น กับลูกแพะที่เลี้ยงแบบไม่ประณีตที่ได้รับน้ำนมจากแม่และอาหารหยาดจากทุ่งหญ้าเท่านั้น พบว่าการเลี้ยงแบบไม่ประณีตมีระดับของกรดไขมันชนิด polyunsaturated fatty acid สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อมากถึง 2 เท่า ($P < 0.001$) โดยเฉพาะ C18:3 n-3

2.4.7 ราคาจำหน่ายแพะ

จิรวรรณ โจนพรทิพย์ (2563) กล่าวว่า เมื่อ 10 ปีก่อน ราคาซื้อขายแพะเนื้อมีชีวิตอยู่ที่ กิโลกรัมละ 35-40 บาท เท่านั้น แต่เมื่อปี 2553 รัฐบาลหันมาส่งเสริมการเลี้ยงแพะตามนโยบาย “ไทยเข้มแข็ง” ส่งผลให้ราคาแพะเนื้อในท้องตลาดเพิ่มสูงขึ้น โดยมีราคาขายแพะเนื้ออยู่ที่ 120 บาท ต่อ กิโลกรัม นิรุจน์ พันธุ์ศรี และ พิสมัย พงษ์วัน (2561) ได้สัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกร จำนวน 100 ราย ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ ได้ข้อมูลว่า ราคาแพะเนื้อเฉลี่ยจะอยู่ที่ 107.21 บาท/กิโลกรัม จำหน่ายพ่อพันธุ์ราคาเฉลี่ย 15,000 บาท/ตัว แม่พันธุ์ราคา 5,500 บาท/ตัว ในขณะที่รัชชัย มากมี (2563) ปศุสัตว์อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี ได้ให้ข้อมูลราคาขายของแพะเนื้อลูกผสมจะขายได้ในราคา กิโลกรัมละ 130 บาท พ่อพันธุ์ ขายในราคา 12,000 บาท แม่พันธุ์ ขายได้ 15,000-20,000 บาท ลูกแพะบอร์เลียด 100 เปอร์เซนต์ อายุ 3 เดือนที่ย่านนมแล้วจะขายได้ราคาตัวละ 30,000 บาท ส่วนราคาขายของ จารุ จารุชัยศิริ (2562) ชาวบ้านอำเภอบางสะพานแสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้กล่าวว่า การขายลูกแพะเนื้อพันธุ์เอง โกลนุเบียนกับพันธุ์บอร์ จะเริ่มเมื่ออายุประมาณ 6 เดือน ราคาซื้อ-ขาย กำหนดเป็นกิโลกรัม ยกตัวอย่างแพะหนุ่ม จะขายที่ราคาประมาณ 115-120 บาท ต่อ กิโลกรัม โดยเฉลี่ยแล้วน้ำหนักแพะที่เหมาะสมกับการขายควรอยู่ระหว่าง 20-25 กิโลกรัม จึงมีรายได้เฉลี่ยต่อตัว ประมาณ 3,000 บาท สำหรับแม่พันธุ์ที่ปลดระวางแล้วก็จะขายออกไปด้วยการตีราคาขายเป็นตัว ไม่มีสูตรหรือกฎเกณฑ์การกำหนดราคาตายตัวหรือชัดเจน แต่จะใช้วิธีพิจารณาจากรูปร่างและความสมบูรณ์ของแม่พันธุ์แต่ละตัว ดังนั้น จึงทำให้มีราคาไม่เท่ากัน อีกทั้งความเหมาะสมของราคายังขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้ขายกับผู้ซื้อเป็นผู้กำหนดเองด้วย

อัญญา ตราโช (2563) กล่าวว่า การเลี้ยงแพะเนื้อ (ขุน) ลูกผสมระหว่างสายพันธุ์บอร์และแองโกลนูเบียด ที่เป็นที่ต้องการของตลาด ซึ่งส่วนใหญ่ร้อยละ 90 ส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ ลาว เวียดนาม และมาเลเซีย และเพียงร้อยละ 10 เท่านั้นที่นำมาบริโภคภายในภูมิภาค แต่จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ในช่วงต้นปีที่ผ่านมา จินตนา ปัญจะ (2563) รายงานว่าส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถส่งจำหน่ายแพะเนื้อได้ เนื่องจากประเทศมาเลเซียปิดด่านพรมแดน และระบบขนส่งภายในประเทศมีความยากลำบาก ทำให้ราคาในช่วงนั้นลดลงอยู่ที่ 100 บาท/กิโลกรัม เฉลี่ย 3,000 บาท/ตัว แต่ ณ ปัจจุบันตลาดมีความต้องการแพะเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะประเทศเวียดนาม จีน และมาเลเซีย โดยราคาแพะที่หน้าฟาร์มอยู่ที่ กิโลกรัมละ 130 บาท

กรมปศุสัตว์ (2560) ได้กำหนดราคาจำหน่ายสัตว์พันธุ์คัดออก ผลิต และผลพลอยได้จากสัตว์ แพะ ให้ใช้ราคาจำหน่ายต่อตัว ทั้งเพศผู้และเพศเมียราคา กิโลกรัมละ 120 บาท สำหรับแพะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ต่างประเทศ ให้เพิ่มราคาค่าพันธุ์ตามระดับสายเลือดของแพะ ดังนี้ ระดับสายเลือดไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ บวกราคาค่าพันธุ์เพิ่มตัวละ 500 บาท ระดับสายเลือด 50-75 เปอร์เซ็นต์ บวกราคาค่าพันธุ์เพิ่มตัวละ 750 บาท และ ระดับสายเลือดมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ บวกราคาค่าพันธุ์เพิ่มตัวละ 1,000 บาท ส่วนราคาค่าพันธุ์สัตว์ของเครือข่ายสัตว์พันธุ์ดี กรมปศุสัตว์ (2562) ราคาค่าพันธุ์แพะต่อตัวทั้งเพศผู้และเพศเมีย คิรราคาคตามน้ำหนักตัวได้ดังนี้ แพะเนื้อพันธุ์บอร์ อายุ 3 เดือน ขายราคากิโลกรัมละ 300 บาท แพะเนื้อพันธุ์เองโกลนุเบียน อายุ 3 เดือน ขายราคากิโลกรัมละ 150 บาท และแพะนมย่านมที่อายุ 3 เดือน ขายราคากิโลกรัมละ 300 บาท ดังแสดงในตารางที่ 2.15

ในการผลิตแพะนม ลูกแพะนมเพศเมียส่วนมากแล้วจะถูกเก็บไว้ใช้เป็นแม่พันธุ์ แต่ในทางกลับกัน ลูกแพะนมเพศผู้ส่วนมากมักจะถูกคัดทิ้ง และมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่จะถูกคัดเลือกให้ไปเป็นพ่อพันธุ์เพื่อใช้ในฟาร์มต่อไป การจัดการกับลูกแพะนมเพศผู้ที่ถูกคัดทิ้ง ทำได้โดยการขายออกไปในราคาของลูกแพะ ที่ราคาประมาณ 500 บาท/ตัว หรือ เลี้ยงต่อเพื่อขายเป็นแพะขุน ในราคากิโลกรัมละ 120 บาท หากขุนให้ได้น้ำหนักที่ 20-25 กิโลกรัม จะสามารถขายได้ในราคา 2,400-3,000 บาท แต่ในการขุนแพะนมเพื่อขายเนื้อต้องมีการจัดการที่ดี เนื่องจากแพะนมมีอัตราการเจริญเติบโต และอัตราแลกเนื้อได้ไม่ดีเท่ากับแพะเนื้อ การจัดการโดยเฉพาะปัจจัยทางด้านอาหารจึงเป็นสิ่งสำคัญ หากเกษตรกรสามารถหาแหล่งอาหารที่ดี มีคุณภาพ ในราคาที่ไม่แพงมาใช้ในการเลี้ยงแพะได้ เกษตรกรก็จะสามารถเพิ่มผลกำไรในการผลิตสัตว์ให้สูงขึ้นได้

ตารางที่ 2.15 ราคาจำหน่ายพันธุ์แพะ

ชนิด	เพศ	อายุ	ราคา/กก.	บาท/ราคา	แหล่งที่มา
พันธุ์พื้นเมือง	กละเพศ	-	120	-	กรมปศุสัตว์ (2560)
พันธุ์ต่างประเทศ*					
ไม่เกิน 50%	กละเพศ	-	120	+500	
50-75%	กละเพศ	-	120	+750	
75% ขึ้นไป	กละเพศ	-	120	+1,000	
แพะเนื้อ	-	-	107.21	-	นิรุจน์ พันธุ์ศรี และ
แพะพ่อพันธุ์	เพศผู้	-	-	15,000	พิสมัย พงษ์วัน (2561)
แพะแม่พันธุ์	เพศเมีย	-	-	5,500	
พันธุ์บอร์	กละเพศ	3 เดือน	300	-	กรมปศุสัตว์ (2562)
พันธุ์แองโกลนูเบียน	กละเพศ	3 เดือน	150	-	
แพะนม	กละเพศ	3 เดือน	300	-	
พันธุ์แองโกลนูเบียน	เพศผู้	6 เดือน	115-120	-	จารุ จารุชัยศิริ (2562)
พันธุ์บอร์	เพศผู้	6 เดือน	115-120	-	
แพะเนื้อลูกผสม	-	-	130	-	รัชชัย มากมี (2563)
แพะพ่อพันธุ์	เพศผู้	-	-	12,000	
แพะแม่พันธุ์	เพศเมีย	-	-	15,000-	
				20,000	
ลูกบอร์ 100%	-	3 เดือน	-	30,000	

*เพิ่มราคาค่าพันธุ์ตามระดับสายเลือดของแพะพันธุ์ต่างประเทศ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

3.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพการหมัก และองค์ประกอบทางเคมี ของเหู้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1.1 หน่วยทดลอง ได้แก่

- (1) เหู้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุ 60 วัน
- (2) โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น จากกระบวนการตกตะกอนโดยใช้กรด
- (3) กากน้ำตาล

3.1.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.1.1.3 เครื่องผสมอาหาร

3.1.1.4 ถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร พร้อมฝาปิด

3.1.1.5 ถังสำหรับเก็บตัวอย่าง

3.1.1.6 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)

3.1.1.7 เครื่องบดตัวอย่างพืช

3.1.1.8 อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการวัดคุณภาพการหมัก ตามวิธีของ

Bureenok *et al.* (2007)

- (1) ค่า pH
- (2) ปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ (Volatile basic nitrogen; VBN)
- (3) ปริมาณกรดอินทรีย์ (Organic acids)

3.1.1.9 อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

(Proximate analysis) ของอาหารทดลอง (AOAC. 2000) และการวิเคราะห์เชื้อใย ตามวิธี Detergent method ซึ่งดัดแปลงจาก Van Soest *et al.* (1991)

3.1.2 วิธีการทดลอง

3.1.2.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD)

3.1.2.2 การทำหญาหมัก

นำหญาเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 60 วัน มาสับด้วยเครื่องสับให้มีความยาวขนาด 1-2 เซนติเมตร นำหญาที่สับแล้วผสมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1) และบรรจุลงถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร ทำการบรรจุหญาและโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นอัดแน่นจนเต็มถัง ตามวิธีของ Bureenok *et al.* (2005) ทำพีชหมักกลุ่มทดลองละ 3 ซ้ำ โดยทุกกลุ่มทดลองมีการเติมน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก รวมเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ ปิดปากถังหญาหมักให้สนิท

ตารางที่ 3.1 อาหารทดลอง (สัดส่วนหญาเนเปียร์ปากช่อง 1 : โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น)

กลุ่มทดลอง	หญาเนเปียร์ปากช่อง 1 (กิโลกรัม)	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กิโลกรัม)
กลุ่มทดลองที่ 1	100	0
กลุ่มทดลองที่ 2	90	10
กลุ่มทดลองที่ 3	80	20
กลุ่มทดลองที่ 4	70	30
กลุ่มทดลองที่ 5	60	40
กลุ่มทดลองที่ 6	50	50

ในแต่ละกลุ่มทดลองมีการเติมน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวม เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์

3.1.2.3 การทำโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น มีดังนี้

- (1) นำน้ำทิ้งที่ได้จากโรงงานผลิตวันเส้น ที่ผ่านการตกตะกอนด้วยกรดไฮโดรคลอริก pH 4.5
- (2) นำไปหมนเหวี่ยงที่ 2000 xg เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
- (3) เทส่วนสารละลายทิ้ง
- (4) ล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง (สัดส่วนตะกอน : น้ำกลั่น เท่ากับ 1:1)
- (5) นำไปหมนเหวี่ยงแยกตะกอนที่สถานะเดิม
- (6) นำตะกอนมาละลายในน้ำกลั่น (สัดส่วนตะกอน : น้ำกลั่น เท่ากับ 1:1)
- (7) ปรับ pH เป็น 7 ด้วย NaOH 1 นอร์มอล
- (8) นำสารละลายโปรตีนไปหมนเหวี่ยงที่ 1500 xg เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (9) แยกตะกอนทิ้ง และนำสารละลายโปรตีนไปทำแห้งด้วยวิธี Freeze dry ที่ความดันต่ำกว่า 500 mT ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส

3.1.2.4 การวัดคุณภาพการหมัก (Fermented quality properties)

นำตัวอย่างพืชหมักสดจำนวน 20 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาณ 70 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหนึ่งคืน และนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman no.1) นำสารละลายที่ได้มาวัดค่า pH ทันที โดยใช้เครื่อง pH meter และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ (Volatile basic nitrogen; VBN) ด้วยวิธีการกลั่น วิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ (Organic acids) ได้แก่ Acetic acid (C₂) Propionic acid (C₃) Butyric acid (C₄) และ Lactic acid โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ตามวิธีการของ Bureenok *et al.* (2007)

3.2.1.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Chemical properties)

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารตัวอย่างหญ้าสด โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น และหญ้าหมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter; DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein; CP) ไขมัน (Ether extract; EE) และเถ้า (Ash) (AOAC. 2000) และสำหรับการวิเคราะห์เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber; NDF) และเยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent fiber; ADF) ตามวิธี Detergent method หรือที่เรียกว่าวิธีการวิเคราะห์แบบ Forage fiber analysis ซึ่งดัดแปลงจาก Van Soest *et al.* (1991)

3.1.3 การเก็บข้อมูล

3.1.3.1 ทำการเปิดถังหมักที่ 0, 7, 14, 21 และ 45 วัน หลังทำการหมัก สุ่มเก็บตัวอย่างโดยสุ่มตัวอย่างจากส่วนบน ลึกลงไปไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว แล้วรีบบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิดเย็น โดยพยายามให้ระยะเวลาที่พืชหมักสัมผัสกับอากาศมีสั้นที่สุด รีดอกอากาศออกจากถุงให้หมด ปิดปากถุงให้สนิท เพื่อป้องกันการสูญเสียกรดแลคติกและกรดไขมันที่ระเหยง่าย

3.1.3.2 เลือกกลุ่มทดลองที่มีคุณค่าทางโภชนา และคุณภาพการหมักที่ดีและเหมาะสมที่สุด 2 กลุ่มทดลอง จากการทดลองที่ 1 เพื่อนำไปใช้เป็นกลุ่มทดลองในการทดลองที่ 3

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Steel and Torrie. 1980)

3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยวิธี *In vitro* technique ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1.1 หน่วยทดลอง ได้แก่

- (1) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 100 กก. / โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก.
- (2) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 90 กก. / โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 10 กก.
- (3) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 80 กก. / โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก.
- (4) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 70 กก. / โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 30 กก.
- (5) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 60 กก. / โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 40 กก.
- (6) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 50 กก. / โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก.

โดยมีการเติมน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวม เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์

3.2.1.2 ของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะนมที่ได้จากโรงเชือด

3.2.1.3 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.2.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการย่อยได้ในหลอดทดลอง ดัดแปลงวิธีการของ Menke and Steingass (1988) มีดังนี้

- (1) ถังบรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- (2) สายนำแก๊ส และอุปกรณ์แยกทางแก๊ส (Three way)
- (3) ขวดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร พร้อมจุกยางและฝาครอบอะลูมิเนียม
- (4) กระบอกนิตยาพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร (สำหรับถ่ายเทของเหลว)
- (5) กระบอกนิตยาพลาสติกขนาด 10 มิลลิลิตร (สำหรับวัดปริมาณแก๊ส)
- (6) เข็มฉีดยาเบอร์ 24 ความยาว 1 นิ้ว (สำหรับวัดปริมาณแก๊ส)
- (7) เครื่องกวนสารให้ความร้อน (Hot plate stirrer)
- (8) ขวดรูปชมพู่ที่มีท่อดูด (Suction flask) ขนาด 2 ลิตร พร้อมจุกยางที่มีท่อแยกแก๊ส
- (9) ตู้อบ (Hot air oven)

3.2.1.5 สารเคมีที่ใช้ในการวัดการย่อยได้ในหลอดทดลอง คัดแปลงวิธีการของ Menke and Steingass (1988) มีดังนี้

(1) สารละลายแร่ธาตุหลัก (Macromineral solution)

1) Na_2HPO_4	5.7	กรัม
2) KH_2PO_4	6.2	กรัม
3) MgSO_4	0.6	กรัม
4) เติมน้ำกลั่นให้ครบ	1	ลิตร

(2) สารละลายแร่ธาตุรอง (Micromineral solution)

1) $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	13.2	กรัม
2) $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	10.0	กรัม
3) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1.0	กรัม
4) $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	8.0	กรัม
5) เติมน้ำกลั่นให้ครบ	100	มิลลิลิตร

(3) สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer solution)

1) NaHCO_3	35	กรัม
2) NH_4HCO_3	4	กรัม
3) เติมน้ำกลั่นให้ครบ	1	ลิตร

(4) สารละลายริซาซูลิน (Resazurin aqueous)

1) Resazurin	0.1	กรัม
2) เติมน้ำกลั่นให้ครบ	100	มิลลิลิตร

(5) สารละลายสำหรับไล่ออกซิเจน (เตรียมสารสดใหม่ทุกครั้งที่ใช้)

1) น้ำกลั่น	71.3	มิลลิลิตร
2) 1M NaOH	3.0	มิลลิลิตร
3) $\text{Na}_2\text{S}_9 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.504	มิลลิลิตร

(4) สัดส่วนสารละลายน้ำลายเทียม (Artificial saliva)

1) น้ำกลั่น	712.5	มิลลิลิตร
2) สารละลายแร่ธาตุหลัก	360.0	มิลลิลิตร
3) สารละลายแร่ธาตุรอง	0.12	มิลลิลิตร
4) สารละลายบัฟเฟอร์	360.0	มิลลิลิตร
5) สารละลายริซาซูลิน	1.83	มิลลิลิตร
6) สารละลายสำหรับไล่ออกซิเจน		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วิธีการทดลอง

3.2.2.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD)

3.2.2.2 เตรียมวัตถุดิบอาหารทดลอง

เก็บตัวอย่างอาหารทดลอง ที่อายุการหมัก 0, 7, 14, 21 และ 45 วัน มาผ่านการอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร จากนั้นทำการบรรจุตัวอย่างน้ำหนัก 0.5 กรัม ในขวด 50 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมใช้ในการทดลอง *In vitro* gas production technique

3.2.2.3 เตรียมของเหลวจากกระเพาะรูเมน

นำของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแพะนมที่ได้จากโรงเชือดมากรองผ่านผ้าขาวบางแล้วอุ่นที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เพื่อร่อนมาผสมกับน้ำลายเทียม

3.2.2.4 วิธีการทำ *In vitro* gas production technique มีดังนี้

(1) ทำการชั่งอาหารทดลอง โดยแยกเป็นกรณี ดังนี้ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น 0.2 กรัม หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 0.3 กรัม และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ 0.5 กรัม ใส่ขวดแก้วใสขนาด 50 มิลลิลิตร

(2) ทำการเตรียมสารละลายน้ำลายเทียมโดยเติมน้ำกลั่น สารละลายแร่ธาตุหลัก สารละลายแร่ธาตุรอง สารละลายบัฟเฟอร์ ตามสัดส่วนข้างต้นใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 2,000 มิลลิลิตร ที่ต่อกับท่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อต้องการไล่ออกซิเจน แล้วนำอุ่นที่อุณหภูมิ 39-40 องศาเซลเซียส โดยใช้ Heater stirrer กวนอยู่ตลอดเวลา หลังจากนั้นทำการเติมสารละลายรีซาชูริน(ทำให้เกิดสีฟ้า) เป็นตัวเช็คฟลักซ์คาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีหรือไม่ โดยจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพูและเป็นสีใส แสดงว่าสารละลายดังกล่าวอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจน ซึ่งขั้นตอนการเปลี่ยนสีนี้ใช้ตัวเร่งคือแก๊สไนโตรเจนและ NaHPO_4 โดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที สังเกตเห็นว่าสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ โดยใช้เครื่อง pH Tester โดยมีอุณหภูมิอยู่ที่ 39-40 องศาเซลเซียส และค่า pH 6.5-7 ซึ่งใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมจริงภายในกระเพาะรูเมน

(3) พอได้ของเหลวใสแล้วทำการเติมส่วนของ Rumen fluid ที่เตรียมไว้ตามสัดส่วนแล้วฟลักซ์ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์อีกประมาณ 15 นาที เพื่อไร้ออกซิเจนออกอีกครั้งก็สามารถใช้ได้

(4) ดูดของเหลว 40 มิลลิลิตร ใส่ขวดแก้วที่ซึ่งเตรียมไว้โดยจดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

(5) หลังจากนั้นฟลักซ์แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 1-2 นาที

(6) ทำการปิดฝาด้วยจุกยางและล็อกด้วยฝากลูมิเนียมให้แน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) จากนั้นนำเข้าบ่มที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส แล้วทำการวัดแก๊สตาม ชั่วโมงที่กำหนดอ่านค่าปริมาณแก๊สที่ได้และจดบันทึกข้อมูลปริมาณแก๊ส

3.2.3 การเก็บข้อมูล

3.2.3.1 ทำการจดบันทึกปริมาณของแก๊สที่เกิดขึ้น ณ ชั่วโมง 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 36, 48, 72 และ 96 นำค่าผลผลิตแก๊สที่ได้มาหาค่าคงที่ a, b และ c โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Fit curve เพื่อการอธิบายจนพหุศาสตร์ของการผลิตแก๊ส ตามสมการของ Ørskov and McDonald (1979) ดังแสดงในสมการที่ 3.1

$$Y = |a| + b [1 - e^{(-ct)}] \quad (3.1)$$

เมื่อ y = ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้น ณ เวลา t
 |a| = ส่วนที่ละลายได้ง่าย (มิลลิลิตร)
 b = ค่าปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้ (มิลลิลิตร) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยสลายของอาหาร
 c = อัตราการเกิดแก๊ส (% / เซนติเมตร)
 e = Exponential
 t = เวลาการเกิดแก๊ส

จากนั้น นำค่า |a| และ b ไปประเมินประเมินปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของคัพประกอบของส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่สามารถย่อยสลายได้ หรือ ค่าศักยภาพการผลิตแก๊สตามสมการดังนี้ $d = |a| + b$

3.2.3.2 เลือกกลุ่มทดลองที่มีการย่อยได้ที่ดีและเหมาะสมที่สุด 2 กลุ่มทดลอง จากการทดลองที่ 2 เพื่อนำไปใช้เป็นกลุ่มทดลองในการทดลองที่ 3

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Steel and Torrie. 1980)

3.3 การทดลองที่ 3 ผลของหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็ง ต่อการกินได้ การเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซาก และคุณภาพเนื้อของแพะนมเพศผู้

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.3.1.1 สัตว์ทดลอง คือ แพะนมลูกผสมพันธุ์ชาเนน เพศผู้ไม่ตอน อายุเฉลี่ย 4 เดือน (หย่านม) น้ำหนักเฉลี่ย 19 กิโลกรัม จำนวน 15 ตัว

3.3.1.2 อาหารทดลอง มีดังต่อไปนี้

- (1) สูตรอาหารควบคุม (หญ้านเปียร์หมัก)
- (2) หญ้านเปียร์หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็ง กลุ่มทดลองที่ 1
- (3) หญ้านเปียร์หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็ง กลุ่มทดลองที่ 2

3.3.1.3 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)

3.3.1.4 เครื่องบดตัวอย่างพืช

3.3.1.5 อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองและมูล ตามวิธีของ Proximate analysis (AOAC. 2000) และ Detergent method ซึ่งดัดแปลงจาก Van Soest *et al.* (1991)

3.3.1.6 อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ Blood urea nitrogen (BUN) ด้วยวิธีการ Urea two steps enzymatic colorimetric test

3.3.1.7 อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ ตามวิธีการของ Josefa *et al.* (1999)

3.3.1.8 อุปกรณ์เครื่องและมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่า pH ของเนื้อ

3.3.1.9 อุปกรณ์เครื่องและมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าสีของเนื้อ ตามวิธีของ Wattanachant (2003)

3.3.1.10 อุปกรณ์เครื่องและมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อหลังแขวนในห้องเย็น (Drip loss)

3.3.1.11 อุปกรณ์เครื่องและมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อหลังให้ความร้อน (Cooking loss) ตามวิธีของ Wattanachant (2003)

3.3.1.12 อุปกรณ์เครื่องและมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าแรงตัดผ่านชั้นเนื้อ (Shear force) ตามวิธีของ Dawson *et al.* (1991)

3.3.1.13 อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ตามวิธีของ Proximate analysis (AOAC. 1990)

3.3.1.14 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบของไขมันในเนื้อ ตามวิธีของ Folch *at. el.* (1957) และ Raes *at. el.* (2001) มีดังนี้

- (1) เครื่องโฮโมจีไนส์ (Homogenizer)
- (2) เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge)
- (3) เครื่องผสมสารละลาย (Vortex Mixer)
- (4) เครื่องระเหยสารแบบหมุน (Rotary water bath)
- (5) อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
- (6) เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- (7) เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- (8) ตู้ดูดควัน (Fume hood)
- (9) ขวดปริมาตรทรงกรวย (Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- (10) บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 มิลลิลิตร
- (11) จุกยาง
- (12) กระดาษกรอง เบอร์ 4
- (13) แท่งแก้ว
- (14) หลอดหยด (Dropper)
- (15) กรวยแยก (Separatory funnel) ขนาด 250 มิลลิลิตร
- (16) หลอดแก้วก้นกลม (Extraction tube)
- (17) ขวดปริมาตรก้นกลม (Round bottom flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
- (18) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 10 มิลลิลิตร
- (19) หลอดทดสอบ (Test tube) ขนาด 10 มิลลิลิตร
- (20) ปิเปตต์ (Pipette)
- (21) ไมโครปิเปต (Micropipette) หรือ ออโต้ปิเปต (Autopipettes)
- (22) ทิปปิเปต ขนาด 200 และ 1000 μ l
- (23) ขวดสีชา (Vial) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- (24) พาราฟิล์ม (Parafilm)

3.3.1.15 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบของไขมันในเนื้อ ตามวิธีของ Folch *at. el.* (1957) และ Raes *at. el.* (2001) มีดังนี้

- (1) Chloroform/Methanol (เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิห้อง)

1) Chloroform	200	มิลลิลิตร
2) Methanol	100	มิลลิลิตร

(2) 0.1% BHT in Chloroform (0.1 ; w/v) (เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิห้อง)

- | | | |
|---------------|-----|-----------|
| 1) BHT | 0.1 | กรัม |
| 2) Chloroform | 100 | มิลลิลิตร |

(3) BF₃ 10% (เก็บในขวดสีชา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส)

- | | | |
|------------------------|-----|-----------|
| 1) BF ₃ 14% | 143 | มิลลิลิตร |
| 2) Methanol | 57 | มิลลิลิตร |

(4) Internal standard C19 1 mg./ml. (เก็บที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส)

1) ใส่ในตัวอย่าง

- | | | |
|-------------------|------|-----------|
| Nonadecanoic acid | 0.01 | กรัม |
| Hexane (AR) | 10 | มิลลิลิตร |

2) ใส่ใน Standard เข้าเครื่อง เครื่อง Gas Chromatograph with FID

- | | | |
|----------------------|------|-----------|
| Methyl nonadecanoate | 0.01 | กรัม |
| Hexane (HPLC) | 10 | มิลลิลิตร |

(5) NaOH/MeOH (เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส)

- | | | |
|---------|-----|-----------|
| 1) NaOH | 5 | กรัม |
| 2) MeOH | 250 | มิลลิลิตร |

(6) ก๊าซไนโตรเจน (N₂)

(7) น้ำที่ผ่านขบวนการกำจัดไอออนของสารละลายทั้งหมด (Deionized water)

3.3.2 วิธีการทดลอง

3.3.2.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD)

3.3.2.2 ก่อนเริ่มการทดลอง

(1) ชั่งน้ำหนักแพะทุกตัวก่อนเริ่มทำการทดลอง

(2) ปรับสภาพแพะให้คุ้นกับคอกทดลองเป็นเวลา 14 วัน (Adjust period) เพื่อลดความเครียด และให้สัตว์คุ้นเคยกับระบบการให้อาหารและสถานที่เลี้ยงก่อนเริ่มการทดลอง

(3) ฉีดยาถ่ายพยาธิภายในและภายนอกด้วยการฉีด Ivomax และฉีดวิตามิน

AD₃E

(4) จัดให้แพะทุกตัวอยู่ในคอกขังเดี่ยว วางแผนให้แพะแต่ละตัวได้รับอาหารแต่ละสูตรแบบสุ่มสมบูรณ์ (ตารางที่ 3.2)

(5) สัตว์ทดลองจะได้รับอาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือ เช้า เริ่มให้เวลา 07.30 น. และเย็น เริ่มให้เวลา 16.30 น. ให้ได้รับอาหารหยาบแบบเต็มที่ (Ad libitum) มีน้ำสะอาด และแร่ธาตุก่อนให้กินตลอดเวลา

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนการให้อาหารของแพะแต่ละกลุ่ม

อาหารทดลองที่		อาหารทดลอง
1	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 100 กก./โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก.	(อาหารควบคุม)
2	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 90 กก./โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 10 กก.	
3	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จำนวน 80 กก./โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก.	

ในแต่ละกลุ่มทดลองมีการให้อาหารชั้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ก่อนให้อาหารทดลอง

หมายเหตุ : ในการทดลองที่ 1 และ 2 จากการทดลองพบว่า การหมักโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีสัดส่วน 10/90 และ 20/80 มีคุณลักษณะการหมักที่อยู่ในเกณฑ์ดี มีคุณค่าทางโภชนา และการย่อยได้ดี จึงได้นำกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มนี้มาใช้เป็นกลุ่มทดลองในการทดลองที่ 3 และเลือกใช้ระยะเวลาในการหมักที่ 21 วัน เนื่องจากเป็นระยะเก็บรักษา (Stable Phase) พืชหมักจะอยู่ในรูปหมักคง สามารถเก็บไว้ได้นาน

3.3.2.3 ในระหว่างการทดลอง

- (1) ใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 150 วัน
- (2) จัดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ และปริมาณอาหารที่เหลือในแต่ละวัน
- (3) ทำการชั่งน้ำหนักแพะทุกๆ 30 วัน ในตอนเช้าก่อนให้อาหาร เพื่อปรับ

ปริมาณอาหารที่ให้แก่แพะทดลอง

3.3.2.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหาร

นำตัวอย่างอาหารที่ได้มาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างอาหารจะคงที่ เพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง และวางผึ่งลมทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องปกติเป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักตัวอย่างอาหารจะคงที่ เพื่อหาความชื้นในสภาพ Air dry basis (AOAC. 2000) เมื่อครบตามระยะเวลา นำตัวอย่างที่เก็บไว้ตลอดช่วงการทดลองมารวมกัน และทำการสุมตัวอย่างอีกครั้ง เพื่อนำไปบดและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM) อินทรีย์วัตถุ (OM) โปรตีนหยาบ (CP) ไขมัน (EE) และเถ้า (Ash) (AOAC. 2000) และสำหรับการวิเคราะห์เชื้อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) และ เชื้อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) ตามวิธี Detergent method หรือที่เรียกว่าวิธีการวิเคราะห์แบบ Forage fiber analysis ซึ่งดัดแปลงจาก Van Soest *et al.* (1991) (AOAC. 2000)

3.3.2.5 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในมูล

แบ่งตัวอย่างมูลสดเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งของมูลสด (AOAC. 2000) และ ส่วนที่ 2 นำไปอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าอินทรีย์วัตถุ (OM) โปรตีนหยาบ (CP) ไขมัน (EE) เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) และ เถ้า (Ash) และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (Coefficient of digestibility) (สมการที่ 3.2)

$$\text{Coefficient of digestibility (\%)} = 100 - \left(100 \times \frac{(\% \text{AIA ในอาหาร}) \times (\% \text{ โภชนะในมูล})}{(\% \text{AIA ในมูล}) \times (\% \text{ โภชนะในอาหาร})} \right) \quad (3.2)$$

3.3.2.6 วิเคราะห์หาความเข้มข้นของ Blood urea nitrogen (BUN)

นำตัวอย่างเลือดมาทำการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเก็บพลาสมาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ BUN ต่อไป

3.3.2.7 การฆ่าและการชำแหละซาก

ให้แพะอดอาหาร 24 ชั่วโมง ก่อนทำการฆ่า ซึ่งน้ำหนักร่อนฆ่า ทำการฆ่าด้วยวิธีการเชือดแบบอิสลาม โดยใช้มีดคมตัดเส้นเลือดใหญ่ หลอดลม หลอดอาหาร ที่ลำคอให้ขาดจากกัน เมื่อสัตว์ตายทำการชั่งน้ำหนักซากอุ่น และนำซากอุ่นที่ได้ไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส โดยวิธีการแขวน เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักซากเย็น จากนั้นทำการผ่าซากออกเป็น 2 ซีก ซ้าย-ขวา ตามแนวแกนกลางกระดูกสันหลัง ตัดแต่งเนื้อและทำการชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนเนื้อส่วนต่างๆ เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ซากเย็นและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนซากตัดแต่ง (มกอช. 2549) ดังสมการที่ 3.3 และ 3.4

(1) การคำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก (สมการที่ 3.3)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักซากหลังฆ่า} \times 100}{\text{น้ำหนักเมื่อมีชีวิต (หลังอดอาหาร)}} \quad (3.3)$$

(2) การคำนวณเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (สมการที่ 3.4)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง} = \frac{\text{น้ำหนักชิ้นส่วนตัดแต่ง} \times 100}{\text{น้ำหนักซากเย็น}} \quad (3.4)$$

3.3.2.8 วิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) และองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ ใน Rumen fluid ภายหลังจากที่แพะตายทันที

นำ Rumen fluid มาวัดค่า pH ในทันที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที และเก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) และองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ต่อไป

3.3.2.9 การวิเคราะห์คุณภาพเนื้อทางกายภาพ (Physical properties)

(1) ค่า pH นำตัวอย่างเนื้อสันนอกไปตรวจวัดค่า pH ด้วยเครื่อง Mettler toledo pH meter แบบพกพา

(2) ค่าสีของเนื้อ หลังจากปล่อยให้เนื้อสดสัมผัสกับอากาศที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 45 นาที นำตัวอย่างเนื้อสันนอกไปตรวจวัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab Color Meter และรายงานค่าในระบบ CIE (Complete International Commission on Illumination) เป็นค่า L^* (lightness) a^* (redness) และ b^* (yellowness) ตามวิธีของ Wattanachant (2003)

(3) ปริมาณน้ำหนักระหว่างการละลาย (Drip Loss) นำตัวอย่างเนื้อสันนอกที่ได้ทำการสุ่มมาตัดให้มีขนาด 2.5 เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักก่อน บรรจุขึ้นเนื้อ แขนงในถุงพลาสติกให้สูงจากก้นถุงประมาณ 1.5-2 นิ้ว ปิดปากถุงให้แน่นกันลม เข้า-ออก (Sealed) แล้วใช้เชือกหรือตะขอเกี่ยวแขวนไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำตัวอย่างชิ้นเนื้อออกจากถุง นำไปชั่งน้ำหนักและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์จากการสูญเสียน้ำหนักก่อนและหลังแช่ ตามวิธีของสัจชัย จตุรสิทธิ์ (2550)

(4) การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อภายหลังการปรุงสุก (Cooking loss) นำตัวอย่างเนื้อสันนอกที่ได้ทำการสุ่มมาตัดให้มีขนาด $1.5 \times 3.0 \times 0.5$ เซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักและเก็บไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดสนิทชนิดทนความร้อน (Poly bag zipper) และนำไปต้มใน Water bath ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำเย็นจนอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำไปชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาผลต่างน้ำหนักชิ้นเนื้อ ตามวิธีของ Wattanachant (2003)

(5) แรงตัดผ่านเนื้อ (Shear force values) ทำการวิเคราะห์หาค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ โดยตัดชิ้นเนื้อให้อยู่ในลักษณะตามแนวขวางของเส้นใยกล้ามเนื้อ กำหนดให้ชิ้นเนื้อมีขนาดเท่ากับ $1.0 \times 2.0 \times 0.5$ เซนติเมตร จากนั้นนำไปตรวจวัดด้วยเครื่อง Intorn ตามวิธีของ Dawson *et al.* (1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.10 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ (Chemical properties)

นำตัวอย่างเนื้อมาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนหยาบ (CP) ไขมัน (EE) เถ้า (Ash) และความชื้น (DM) ตามวิธีการของ AOAC (2000)

3.3.2.11 การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ ตามวิธีของ Folch *at. el.* (1957; Raes *at. el.* 2001) มีดังนี้

(1) Extraction

1.1) ชั่งน้ำหนักเนื้อบดด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ให้ได้ 5 กรัม ใส่ลงใน Flask ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2) เติม Chloroform/Methanol 25 มิลลิลิตร และ 0.1% BHT 3 มิลลิลิตร

1.3) นำส่วนผสมทั้งหมดไป Homogenized นาน 1 นาที

1.4) ล้างหัว Homogenizer ด้วย Chloroform/Methanol 10 มิลลิลิตร ใน Beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเทลงใน Flask เดิม

1.5) ทำการล้างหัว Homogenizer ด้วย Chloroform/Methanol 5 มิลลิลิตร ใน Beaker เดิม แล้วเทลงใน Flask เดิม

1.6) ปิดฝาด้วยจุกยางให้สนิท บ่มไว้ 15-18 ชั่วโมง (ข้ามคืน) ที่อุณหภูมิห้อง

1.7) กรองตัวอย่างที่บ่มมาแล้วด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 กรองลงใน Extraction tube

1.8) ชะ Flask ด้วย Chloroform/Methanol 10 มิลลิลิตร เทลงบนกระดาษกรอง รอให้กระดาษกรองแห้ง แล้วนำกระดาษกรองมาใส่ใน Flask เดิม

1.9) ชะ Flask ที่มีกระดาษกรอง ด้วย Chloroform/Methanol 10 มิลลิลิตร แล้วเททั้งหมดลงในกระดาษกรองแผ่นใหม่ ให้สารละลายที่กรองได้ลงใน Extraction tube เดิม

1.10) ชะ Flask อีกครั้งด้วย Chloroform/Methanol 10 มิลลิลิตร ลงในกระดาษกรอง รอจนกระดาษกรองแห้ง

1.11) เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ลงใน Extraction tube

1.12) ปรับน้ำหนักของ Extraction tube แต่ละหลอดด้วยน้ำกลั่น (ชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

1.13) นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2500 rpm. เป็นเวลา 15 นาที

1.14) จะได้สารละลายแยกชั้น ใช้ Dropper ดูดชั้นของเหลวใสด้านบนทิ้ง

1.15) เทส่วนที่เหลือลงใน Separatory funnel ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.16) ชะ Extraction tube ด้วย Chloroform/Methanol 5 มิลลิลิตร แล้วเทลงใน Separatory funnel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.17) กวนสารละลายใน Separatory funnel โดยการถือ Separatory funnel ในแนวตั้งแล้วหมุนมือเป็นวงกลมในแนวนอน

1.18) ตั้งทิ้งไว้รอจนสารละลายใน Separatory funnel แยกชั้น

1.19) ไขสารละลายส่วนล่างลงใน Round bottom flask ขนาด 100 มิลลิลิตร (ให้เหลือรอยต่อไว้เล็กน้อย)

1.20) นำไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุน (Rotary water bath) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือแต่ส่วนของไขมัน

1.21) ละลายไขมันที่ระเหยได้ด้วย Chloroform 10 มิลลิลิตร โดยพยายามชะเอาไขมันทั้งหมดที่อยู่ใน Round bottom flask ออกมาใส่ใน Volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร (ระวังเกิน) จากนั้นเทลงในหลอด Test tube ฝาเกลียว จำนวน 2 หลอด โดยแบ่งเท 9 มิลลิลิตร (ส่วนของ Stock นำไปพันฝาขวดด้วย Parafilm แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) และ 1 มิลลิลิตร (ส่วนที่นำไปใช้ต่อ) นำตัวอย่างส่วน 1 มิลลิลิตร มาระเหยด้วยก๊าซไนโตรเจน

(2) Methylation

2.1) เติม Internal standard (C19:0) จำนวน 300 ไมโครลิตรและนำไประเหยแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน

2.2) เติม NaOH/MeOH (0.5 N) 3 มิลลิลิตร ลงในขวดฝาเกลียว จากนั้นทำการเขย่าด้วยเครื่อง Vortex และนำไปต้มเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

2.3) เติม 10% BF₃ 2 มิลลิลิตร ลงในขวดฝาเกลียวจากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Vortex และต้มอีกครั้งเป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

2.4) เติม Deionized water 1 มิลลิลิตร กับ Hexane (HPLC) 1 มิลลิลิตร ลงในขวดฝาเกลียว จากนั้นนำไป Vortex แล้วนำไป Centrifuge ด้วยความเร็ว 2,500 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที

2.5) คูดสารละลายเฉพาะส่วนใสชั้นบน ใส่ขวดสีชา ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน

2.6) ดำเนินตามขั้นตอนที่ 4.2.4 และ 4.2.5 จนครบ 3 รอบ จากนั้นนำ Vial ตัวอย่างไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2.7) เมื่อจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมัน ให้เติม Hexane 1 มิลลิลิตร ลงในขวด Vial ของตัวอย่าง ทำการเขย่าด้วยเครื่อง Vortex และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography (Agilent 7890B) FID detector ด้วย Column SPTM-2560, 100 m × 0.25 mm I.D., 0.20 μm film (Supelco,U.S.A.)

Condition

Carrier gas : He

Injector : 1 μ l, split 10:1

Column flow : N₂ 1.3 ml/min

Make up flow : N₂ 25 ml/min, H₂ 30 ml/min, Air zero 300 ml/min

3.3.3 การเก็บข้อมูล

3.3.3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การเก็บตัวอย่างอาหารก่อนการทดลองและเก็บตัวอย่างอาหารทุกเดือน ตลอดระยะเวลาทดลอง โดยทำการสุ่มเก็บอาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ ชั่งน้ำหนัก และจัดบันทึก

3.3.3.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในมูล

การเก็บตัวอย่างมูล ในสัปดาห์สุดท้ายก่อนสิ้นสุดการทดลองทำการเก็บและบันทึกน้ำหนักมูลที่ขับออกมาในแต่ละวัน เป็นเวลา 7 วัน ติดต่อกันในช่วงเช้า เพื่อนำไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (Coefficient of digestibility) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างมูลสด แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 ประมาณ 100 กรัม เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งของมูลสด (AOAC. 2000) และส่วนที่ 2 ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของมูลทั้งหมด ใส่ถุงที่ทำหมายเลขไว้ เก็บสะสมจนครบ 7 วันนำมาสุ่มอีกครั้งหนึ่งให้ได้ตัวอย่างมูลแห้งประมาณ 300 กรัม เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3.3.3.3 วิเคราะห์หาความเข้มข้นของ Blood urea nitrogen (BUN)

การเก็บตัวอย่างเลือด ในวันที่ 150 ทำการเก็บตัวอย่างเลือด ที่ชั่วโมงที่ 0 (ก่อนให้อาหาร) 3 และ 6 หลังให้อาหาร บริเวณ Jugular vein ใส่ในหลอดเก็บเลือดที่มีสารกันเลือดแข็งตัว (EDTA) นำขึ้นห้องปฏิบัติการ

3.3.3.4 วิเคราะห์หาความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH₃-N) และองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ ใน Rumen fluid ภายหลังจากที่แพะตายทันที

เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงแพะทดลอง (ที่ 150 วัน) ทำการเก็บตัวอย่าง Rumen fluid ภายหลังจากที่แพะถูกฆ่าทันที นำ Rumen fluid มาวัดหาค่า pH ทันที จากนั้นทำการกรองด้วยผ้าขาวบาง และเติม 10 เปอร์เซ็นต์ H₂SO₄ (v/v) นำขึ้นห้องปฏิบัติการ

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Steel and Torrie, 1980)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพการหมัก และองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นในสัดส่วนต่างๆ

4.1.1 องค์ประกอบทางเคมี

จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่ใช้ในการหมัก พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอาหารหมักทดลอง มีปริมาณของวัตถุแห้ง (DM) อินทรีย์วัตถุ (OM) โปรตีนรวม (CP) ไขมันรวม (EE) เชื้อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF) และ เชื้อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) เชื้อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (ADL) และเถ้า (Ash) มีค่าเท่ากับ 34.88, 90.62, 5.99, 1.70, 75.38, 55.01, 7.83 และ 9.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าพลังงานรวม (GE) เท่ากับ 4,348.07 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4.1) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับงานทดลองของ ชิดารัตน์ กันสะ และคณะ (2558) ที่ทำการศึกษาลักษณะของการตัดหญ้าเนเปียร์ต่อองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 60 วัน มีปริมาณของ OM, CP, EE, NDF, ADF และ Ash เท่ากับ 91.02, 7.01, 1.46, 66.13, 45.89 และ 8.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองของ จักรพงษ์ ชายคง และคณะ (2559) พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการตัด 60 วัน มีองค์ประกอบทางเคมีที่สูงกว่า โดยมีปริมาณของ CP, NDF, ADF และ Ash เท่ากับ 17.25, 34.51, 34.34 และ 6.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการศึกษาของวิรัชสิทธิ์ แสงเจริญ (2561) ที่ได้ทำการศึกษาลักษณะของการตัดต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่า ปริมาณของ OM ที่มีแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของปริมาณสัดส่วนใบ และลำต้น รวมถึงอายุของหญ้าเนเปียร์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ โดยเมื่อหญ้าเนเปียร์มีอายุมากขึ้นสัดส่วนของลำต้นจะมีมากกว่าส่วนใบ และยังมีผลทำให้ปริมาณเถ้ามีค่าลดลง (21) นอกจากนี้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ในชุดดินที่ต่างกัน ยังมีผลทำให้มีปริมาณของเถ้าแตกต่างกัน กล่าวคือ ในการทดลองครั้งนี้ใช้ชุดดินจะเชิงเตรา มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ดินเป็นกรดจัด (pH 5.5) (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. 2557) ค่า pH ของชุดดินมีความใกล้เคียงกับชุดดินโคราช ที่เป็นชุดดินที่ใช้ในการทดลองของ ชิดารัตน์ กันสะ และคณะ (2558) โดยชุดดินโคราชจะมีเนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5-5.0) แต่ในชุดดินที่ใช้ปลูกในการทดลองของจักรพงษ์ ชายคง และคณะ (2559) ทำการทดลองในชุดดินอุบล ซึ่งมีคุณสมบัติทาง

กายภาพไม่ดี ดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) แร่ธาตุต่างๆ ในดินที่พืชจะดูดซึมเอา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปใช้ได้มากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับค่า pH ของดิน ค่า pH ที่พืชจะสามารถดูดซึมแร่ธาตุและนำไปใช้ได้ง่าย เมื่อมีค่า pH ประมาณ 6.5-7 หากดินมีค่า pH ที่ต่ำหรือสูงกว่าช่วงนี้ แร่ธาตุจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ยากต่อการดูดซึมและการนำไปใช้ได้ของพืช (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. 2557) ดังนั้น สภาพพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกที่แตกต่างกัน ดินจึงมีค่า pH และมีปริมาณแร่ธาตุ ต่างกัน ส่งผลให้มีปริมาณธาตุในพืชต่างกันตามไปด้วย (ทั้งนี้ในการปลูกหญ้าอาหารสัตว์หากมีการเตรียมดินที่ดีมีการปรับปรุงบำรุงดินให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชและอายุในการตัดที่เหมาะสมจะส่งผลให้พืชอาหารสัตว์มีคุณค่าทางอาหารสูงตามไปด้วย) ปริมาณของ CP ในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะมีค่ามากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับอายุของใบ เนื่องจากโปรตีนจะอยู่ในส่วนของใบอ่อน ยอดอ่อนมากกว่าใบแก่ ซึ่งพืชที่อายุน้อยจะมีปริมาณของ CP ที่มากกว่าพืชที่มีอายุมาก (อำนาจ สีหะมทอง และคณะ. 2560) นอกจากนั้นการจัดการเตรียมดินที่ดี ยังมีผลต่อปริมาณของ CP ในหญ้าอีกด้วย จากงานทดลองของจักรพงษ์ ชัยคง และคณะ (2559) พบว่า ที่อายุการตัดหญ้าที่แตกต่างกันแต่หากมีการจัดการเตรียมดินที่ดี โดย มีการใส่ปุ๋ยคอก 2 ตันต่อไร่ก่อนปลูก และใส่ปุ๋ยคอก 1 ตันต่อไร่และปุ๋ย ยูเรีย 10 กิโลกรัมต่อไร่ทุกครั้งหลังการตัด ปุ๋ยคอกจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน จึงทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง ส่งผลให้หญ้ามีการเจริญเติบโตที่ดีเหมือนกัน ส่วนปุ๋ยยูเรีย ก็ธาตุไนโตรเจนที่จะไปเพิ่ม โปรตีนในพืชเมื่อพืชเจริญเติบโตได้ดี จึงทำให้ทุกอายุการตัดมีโปรตีนที่ไม่ต่างกัน ในด้านปริมาณของ NDF และ ADF ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหญ้าเนเปียร์มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วทำให้มีการสร้างและสะสมส่วนที่เป็นผนังเซลล์ คือพวกเซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (Lignin) ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้พืชมีความแข็งแรงโดยเฉพาะในส่วนของลำต้นที่มีเนื้อเยื่ออยู่มาก จึงส่งผลให้มีค่าของเนื้อเยื่อสูง (จารุณี หนูละออง และคณะ. 2559) จากงานทดลอง ปริมาณของ NDF และ ADF ในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าเท่ากับ 75.38 และ 55.01 มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของทิมมพร ธรรมชีวัน และ สุภชัย นาควิสุทธิ (2561) ที่พบว่า ปริมาณของ NDF และ ADF ในองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าเท่ากับ 79.01 และ 52.35 ปริมาณผนังเซลล์ ประกอบไปด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน ซิลิกา คิวติน และโปรตีนที่ติดอยู่กับผนังเซลล์ (อังคณา หาญบรรจง และ ดวงสมร สิ้นเจิมศิริ. 2532) นอกจากนี้ในรายงานของสำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์ (2560) และ ไกรลาส เขียวทอง (2554) พบว่า ปริมาณผนังเซลล์ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หาก ที่ใช้หญ้าที่มีอายุการตัดสูง (หรือมีอายุมาก) จะมีปริมาณผนังเซลล์ สูงกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีอายุการตัดต่ำ (หรือมีอายุน้อย) จากงานของธิดารัตน์ กันสะ และคณะ (2558) พบว่า อินทรีย์วัตถุที่อายุการตัด 60 วัน มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอายุการตัดที่นานขึ้นทำให้พืชมีเวลาดึงดูดและสะสมส่วนของอินทรีย์วัตถุเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจะตรงกันข้ามกับปริมาณของไขมัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะไขมันเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในสารอินทรีย์ได้แก่พวก Carotenoid, Wax, Sterine, Phosphatidein, Lecithine และ Alkaloid ซึ่งจะพบมากในพืชที่มีอายุน้อย (อำนาจ สีหะมทอง และ คณะ. 2560 และ ธิดารัตน์ กันสะ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และคณะ. 2558) ปริมาณของ DM ที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ยังมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการนำพืชอาหารสัตว์หมัก โดยทั่วไปวัตถุดิบที่เหมาะสมของพืชอาหารสัตว์ที่นำมาหมักควรมีค่าอยู่ระหว่าง 25-40 เปอร์เซ็นต์ หากมีเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบมากจะทำให้อัดลำบาก และถ้ามีความชื้นมากก็จะทำให้สูญเสียโภชนะและเกิดกรดได้น้อย รวมถึงความชื้นที่มีในระดับสูงจะมีผลต่อการชะล้างโภชนะต่างๆ การลดลงของค่า pH และปริมาณของกรดชนิดต่างๆ (นิรันดร หนักแดง. 2555) ในส่วนขององค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ใช้ในการทำอาหารหมักทดลอง มีปริมาณของ DM, OM, CP, EE, NDF, ADF, ADL และ Ash เท่ากับ 92.62, 96.71, 85.52, 3.31, 0.15, 0.11, 0.17 และ 3.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่า GE เท่ากับ 5727.07 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4.1) ซึ่งมีค่า DM, CP, EE และ Ash ใกล้เคียงกับการทดลองของสุกัญญา จิตสุพรพงษ์ และคณะ (2531) มานะ สุภาดิ (2537) Sonklin *et al.* (2011) ณฐมล จินดาพรรณ และคณะ (2557) นวพร ลาภส่งผล และคณะ (2559) และจากการรายงานของ กรมปศุสัตว์ (2559) สำหรับราคาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำอาหารหมักทดลองมีราคาเท่ากับ 2.50 และ 10.67 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมี (%วัตถุดิบ) พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) และราคา (บาท/กก.) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ใช้ในการทำอาหารหมักทดลอง

รายการ	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น
วัตถุดิบ (DM)	34.88	92.62
อินทรีย์วัตถุ (OM)	90.62	96.71
โปรตีนรวม (CP)	5.99	85.52
ไขมันรวม (EE)	3.31	3.31
เยื่อใย		
NDF	75.38	0.15
ADF	55.01	0.11
ADL	7.83	0.17
เถ้า (Ash)	9.38	3.29
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) (GE)	4348.07	5727.07
ราคา (บาท/กิโลกรัม)	2.50	10.67

NDF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด, ADL = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด,

ทำการหมักโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีสัดส่วนที่ต่างกัน คือ 0/100, 10/90, 20/80, 30/70, 40/60 และ 50/50 กก. และมีอายุการหมักที่ 0, 7, 14, 21 และ 45 วัน เมื่อทำการเปิดถังถึงหมักที่อายุหมัก 0 วัน (ก่อนเริ่มทำการหมัก) พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) คือ เมื่อของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ค่า DM, OM, CP และ EE เพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดย ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่า DM สูงที่สุด รองลงมา คือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (57.97, 53.86, 50.58, 48.94, 43.24 และ 27.24 เปอร์เซ็นต์) ค่า OM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (96.50, 95.88, 95.87, 95.16, 95.02 และ 89.77 เปอร์เซ็นต์) ค่า CP ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (77.29, 66.57, 63.62, 39.71, 34.98 และ 7.26 เปอร์เซ็นต์) และค่า EE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (2.81, 2.38, 2.17, 1.37, 1.14 และ 1.12 เปอร์เซ็นต์) รวมถึงค่า GE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่า GE สูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (5,279.48, 5,174.80, 5,122.65, 4,819.70, 4,795.33 และ 4,130.60 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของเชื้อใย NDF, ADF และ ADL รวมถึงปริมาณของ Ash ลดลง โดยค่า NDF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (69.41, 49.47, 48.04, 22.82, 16.91 และ 8.24 เปอร์เซ็นต์) เช่นเดียวกับค่า ADF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (51.12, 38.53, 31.11, 21.47, 15.34 และ 6.87 เปอร์เซ็นต์) ค่า ADL ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (8.83, 6.58, 4.71, 2.23, 1.70 และ 0.72 เปอร์เซ็นต์) และค่า Ash ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (10.23, 4.98, 4.84, 4.13, 4.12 และ 3.50 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ที่อายุการหมักที่ 7 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) คือ เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ DM, OM, CP และ EE เพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยค่า DM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (56.04, 43.68, 42.55, 36.30, 33.82 และ 17.43 เปอร์เซ็นต์) ค่า OM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก.

ตามลำดับ (96.28, 96.10, 95.41, 95.17, 94.25 และ 88.23 เปอร์เซ็นต์) ค่า CP ในกลุ่มที่มีการเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (76.54, 62.58, 57.94, 46.52, 33.39 และ 8.32 เปอร์เซ็นต์) และค่า EE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (3.19, 2.76, 2.37, 1.81, 1.28 และ 1.05 เปอร์เซ็นต์) รวมถึงค่า GE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (5,276.06, 5,159.35, 4,982.51, 4,805.41, 4,655.80 และ 4,030.66 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของเยื่อใย NDF, ADF และ ADL รวมถึงปริมาณของ Ash ลดลง โดยค่า NDF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (67.30, 49.30, 27.44, 27.31, 20.79 และ 8.60 เปอร์เซ็นต์) เช่นเดียวกับค่า ADF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (51.79, 43.58, 24.02, 22.68, 17.31 และ 6.70 เปอร์เซ็นต์) ค่า ADL ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (8.32, 6.98, 3.64, 3.23, 2.40 และ 0.71 เปอร์เซ็นต์) และค่า Ash ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (11.77, 5.75, 4.83, 4.59, 3.90 และ 3.72 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ที่อายุการหมักที่ 14 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) คือ เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลให้ DM, OM, CP และ EE เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยค่า DM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (51.81, 49.30, 45.48, 36.88, 35.59 และ 20.78 เปอร์เซ็นต์) ค่า OM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (96.18, 96.07, 96.06, 95.03, 94.60 และ 88.57 เปอร์เซ็นต์) ค่า CP ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (58.11, 54.91, 46.10, 35.24, 31.49 และ 7.92 เปอร์เซ็นต์) และค่า EE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (3.48, 3.10, 2.83, 2.37, 1.76 และ 1.21 เปอร์เซ็นต์) รวมถึงค่า GE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (5,021.79, 5,006.30, 4,725.02, 4,618.41, 4,106.72 และ 3,821.22 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของเยื่อใย NDF, ADF และ ADL รวมถึงปริมาณของ Ash ลดลง โดยค่า NDF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่

สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (75.95, 67.21, 55.99,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42.73, 36.34 และ 30.22 เปอร์เซ็นต์) เช่นเดียวกับค่า ADF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (57.39, 49.55, 41.13, 34.26, 24.29 และ 20.60 เปอร์เซ็นต์) ค่า ADL ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (9.99, 9.12, 6.42, 6.39, 3.77 และ 3.54 เปอร์เซ็นต์) และค่า Ash ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (11.43, 5.40, 4.97, 3.94, 3.93 และ 3.82 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 0 วัน (% on Dry matter)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
วัตถุแห้ง (DM)	27.24 ^F	43.24 ^E	48.94 ^D	50.58 ^C	53.86 ^B	57.97 ^A	0.149	<0.01
อินทรีย์วัตถุ (OM)	89.77 ^E	95.02 ^D	95.16 ^C	95.87 ^B	95.88 ^B	96.50 ^A	0.012	<0.01
โปรตีนรวม (CP)	7.26 ^F	34.98 ^E	39.71 ^D	63.62 ^C	66.57 ^B	77.29 ^A	0.075	<0.01
ไขมันรวม (EE)	1.12 ^E	1.14 ^E	1.37 ^D	2.17 ^C	2.38 ^B	2.81 ^A	0.012	<0.01
เยื่อใย								
NDF	69.41 ^A	49.47 ^B	48.04 ^C	22.82 ^D	16.91 ^E	8.24 ^F	0.083	<0.01
ADF	51.12 ^A	38.53 ^B	31.11 ^C	21.47 ^D	15.34 ^E	6.87 ^F	0.075	<0.01
ADL	8.83 ^A	6.58 ^B	4.71 ^C	2.23 ^D	1.70 ^D	0.72 ^E	0.083	<0.01
เถ้า (Ash)	10.23 ^A	4.98 ^B	4.84 ^C	4.13 ^D	4.12 ^D	3.50 ^E	0.012	<0.01
GE (kcal/kg)	4130.60 ^E	4795.33 ^D	4819.70 ^D	5122.65 ^C	5174.80 ^B	5279.48 ^A	4.073	<0.01

ABCDEF ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, NDF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด, ADL = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด, GE = พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

ตารางที่ 4.3 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซัน ในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 7 วัน (% on Dry matter)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่ซัน (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
วัตถุแห้ง (DM)	17.43 ^E	33.82 ^D	36.30 ^C	42.55 ^B	43.68 ^B	56.04 ^A	0.160	<0.01
อินทรีย์วัตถุ (OM)	88.23 ^F	94.25 ^E	95.17 ^D	95.41 ^C	96.10 ^B	96.28 ^A	0.017	<0.01
โปรตีนรวม (CP)	8.32 ^F	33.39 ^E	46.52 ^D	57.94 ^C	62.58 ^B	76.54 ^A	0.212	<0.01
ไขมันรวม (EE)	1.05 ^F	1.28 ^E	1.81 ^D	2.37 ^C	2.76 ^B	3.19 ^A	0.009	<0.01
เยื่อใย	67.30 ^A	49.30 ^B	27.44 ^C	27.31 ^C	20.79 ^D	8.60 ^E	0.146	<0.01
NDF	51.79 ^A	43.58 ^B	24.02 ^C	22.68 ^D	17.31 ^E	6.70 ^F	0.151	<0.01
ADF	8.32 ^A	6.98 ^B	3.64 ^C	3.23 ^C	2.40 ^D	0.71 ^E	0.087	<0.01
ADL	11.77 ^A	5.75 ^B	4.83 ^C	4.59 ^D	3.90 ^E	3.72 ^F	0.017	<0.01
เถ้า (Ash)	4030.66 ^F	4655.80 ^E	4805.41 ^D	4982.51 ^C	5159.35 ^B	5276.06 ^A	6.625	<0.01

ABCDEF ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, NDF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด, ADL = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด, GE = พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

ที่อายุการหมักที่ 21 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) คือ เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ DM, OM, CP และ EE เพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยค่า DM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (53.90, 46.50, 46.23, 40.70, 36.40 และ 22.14 เปอร์เซ็นต์) ค่า OM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (96.33, 96.09, 95.94, 95.65, 95.22 และ 88.92 เปอร์เซ็นต์) ค่า CP ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (54.25, 51.57, 48.24, 38.69, 24.89 และ 7.40 เปอร์เซ็นต์) และค่า EE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (3.52, 3.43, 3.06, 2.62, 2.42 และ 1.69 เปอร์เซ็นต์) รวมถึงค่า GE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (5,257.00, 5,069.61, 5,110.87, 4,828.03, 4,635.46 และ 4,109.72 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของเยื่อใย NDF, ADF และ ADL รวมถึงปริมาณของ Ash ลดลง โดยค่า NDF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (75.89, 62.18, 44.87,

38.67, 32.59 และ 29.06 เปอร์เซ็นต์) เช่นเดียวกับค่า ADF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (53.65, 47.01, 35.85, 33.87, 29.06 และ 24.31 เปอร์เซ็นต์) ค่า ADL ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (10.75, 8.16, 6.62, 5.61, 5.06 และ 4.54 เปอร์เซ็นต์) และค่า Ash ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (11.08, 4.78, 4.35, 4.06, 3.91 และ 3.67 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.5

และที่อายุการหมักที่ 45 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) คือ เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ DM, OM, CP และ EE เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยค่า DM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (50.84, 45.00, 42.02, 39.36, 34.44 และ 21.30 เปอร์เซ็นต์) ค่า OM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (95.94, 95.49, 95.48, 94.87, 94.76 และ 87.72 เปอร์เซ็นต์) ค่า CP ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (58.39, 53.36, 49.08, 38.58, 28.11 และ 7.98 เปอร์เซ็นต์) และค่า EE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (3.11, 3.09, 2.66, 2.59, 2.29 และ 1.84 เปอร์เซ็นต์) รวมถึงค่า GE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (5,245.84, 5,114.77, 5,093.79, 4,961.71, 4,688.53 และ 4,071.66 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของเยื่อใย NDF, ADF และ ADL รวมถึงปริมาณของ Ash ลดลง โดยค่า NDF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (74.38, 61.25, 45.26, 33.16, 32.27 และ 25.84 เปอร์เซ็นต์) เช่นเดียวกับค่า ADF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (55.28, 43.37, 35.46, 27.39, 25.37 และ 19.91 เปอร์เซ็นต์) ค่า ADL ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (10.18, 8.00, 6.79, 4.67, 4.18 และ 3.46 เปอร์เซ็นต์) และค่า Ash ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (12.28, 5.24, 5.13, 4.52, 4.51 และ 4.06 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น
ในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 14 วัน (% on Dry matter)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
วัตถุดิบแห้ง (DM)	20.78 ^F	35.59 ^E	36.88 ^D	45.48 ^C	49.30 ^B	51.81 ^A	0.061	<0.01
อินทรีย์วัตถุ (OM)	88.57 ^D	94.60 ^C	95.03 ^B	96.06 ^A	96.07 ^A	96.18 ^A	0.017	<0.01
โปรตีนรวม (CP)	7.92 ^F	31.49 ^E	35.24 ^D	46.10 ^C	54.91 ^B	58.11 ^A	0.059	<0.01
ไขมันรวม (EE)	1.21 ^E	1.76 ^D	2.37 ^C	2.83 ^B	3.10 ^{AB}	3.48 ^A	0.059	<0.01
เชื้อใย								
NDF	75.95 ^A	67.21 ^B	55.99 ^C	42.73 ^D	36.34 ^E	30.22 ^F	0.101	<0.01
ADF	57.39 ^A	49.55 ^B	41.13 ^C	34.26 ^D	24.29 ^E	20.60 ^F	0.113	<0.01
ADL	9.99 ^A	9.12 ^B	6.42 ^C	6.39 ^C	3.77 ^D	3.54 ^D	0.071	<0.01
เถ้า (Ash)	11.43 ^A	5.40 ^B	4.97 ^C	3.94 ^D	3.93 ^D	3.82 ^D	0.017	<0.01
GE (kcal/kg)	3821.22 ^E	4106.72 ^D	4618.41 ^C	4725.02 ^B	5006.30 ^A	5021.79 ^A	6.519	<0.01

ABCDEF ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, NDF = เชื้อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = เชื้อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด, ADL = เชื้อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด, GE = พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น
ในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 21 วัน (% on Dry matter)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
วัตถุดิบแห้ง (DM)	22.14 ^E	36.40 ^D	40.70 ^C	46.23 ^B	46.50 ^B	53.90 ^A	0.066	<0.01
อินทรีย์วัตถุ (OM)	88.92 ^B	95.22 ^A	95.65 ^A	95.94 ^A	96.09 ^A	96.33 ^A	0.134	<0.01
โปรตีนรวม (CP)	7.40 ^F	24.89 ^E	38.69 ^D	48.24 ^C	51.57 ^B	54.25 ^A	0.036	<0.01
ไขมันรวม (EE)	1.69 ^D	2.42 ^C	2.62 ^C	3.06 ^B	3.43 ^A	3.52 ^A	0.031	<0.01
เชื้อใย								
NDF	75.89 ^A	62.18 ^B	44.87 ^C	38.67 ^D	32.59 ^E	29.06 ^F	0.071	<0.01
ADF	53.65 ^A	47.01 ^B	35.85 ^C	33.87 ^D	29.06 ^E	24.31 ^F	0.026	<0.01
ADL	10.75 ^A	8.16 ^B	6.62 ^C	5.61 ^D	5.06 ^E	4.54 ^F	0.054	<0.01
เถ้า (Ash)	11.08 ^A	4.78 ^B	4.35 ^B	4.06 ^B	3.91 ^B	3.67 ^B	0.134	<0.01
GE (kcal/kg)	4109.72 ^E	4635.46 ^D	4828.03 ^C	5110.87 ^B	5069.61 ^B	5257.00 ^A	7.432	<0.01

ABCDEF ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, NDF = เชื้อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = เชื้อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด, ADL = เชื้อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด, GE = พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และเผยแพร่โดยไม่หวังผลตอบแทนใด ๆ ภายใต้งานวิจัยที่สนับสนุนโดยสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซัน ในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 45 วัน (% on Dry matter)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่ซัน (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
วัตถุแห้ง (DM)	21.30 ^F	34.44 ^E	39.36 ^D	42.02 ^C	45.00 ^B	50.84 ^A	0.106	<0.01
อินทรีย์วัตถุ (OM)	87.72 ^E	94.76 ^D	94.87 ^C	95.48 ^B	95.49 ^B	95.94 ^A	0.017	<0.01
โปรตีนรวม (CP)	7.98 ^F	28.11 ^E	38.58 ^D	49.08 ^C	53.36 ^B	58.39 ^A	0.075	<0.01
ไขมันรวม (EE)	1.84 ^D	2.29 ^C	2.59 ^B	2.66 ^B	3.09 ^A	3.11 ^A	0.031	<0.01
เยื่อใย								
NDF	74.38 ^A	61.25 ^B	45.26 ^C	33.16 ^D	32.27 ^E	25.84 ^F	0.064	<0.01
ADF	55.28 ^A	43.37 ^B	35.46 ^C	27.39 ^D	25.37 ^E	19.91 ^F	0.099	<0.01
ADL	10.18 ^A	8.00 ^B	6.79 ^C	4.67 ^D	4.18 ^{DE}	3.46 ^E	0.113	<0.01
เถ้า (Ash)	12.28 ^A	5.24 ^B	5.13 ^C	4.52 ^D	4.51 ^D	4.06 ^E	0.017	<0.01
GE (kcal/kg)	4071.66 ^E	4688.53 ^D	4961.71 ^C	5093.79 ^B	5114.77 ^B	5245.84 ^A	4.965	<0.01

ABCDEF ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, NDF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด, ADL = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด, GE = พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่สัดส่วน 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. พบว่า องค์ประกอบทางเคมีเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกช่วงอายุของการหมัก (0, 7, 14, 21 และ 45 วัน) คือ เมื่อหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันในสัดส่วนที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากในโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ DM, OM, CP, EE และ GE ที่สูงนั่นเอง (92.62, 96.71, 85.52, 3.31 และ 5,727.07) ดังนั้น การใช้โปรตีนถั่วเขียวแช่ซันในสัดส่วนที่สูงขึ้น จึงส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Jones *et al.* (1992) ที่ทำการทดลองหมักหญ้า *Lucerne* ร่วมกับถั่ว *Medicago* พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณโปรตีนของหญ้าหมักได้ โดยไม่ทำให้คุณภาพการหมักเสียไป และจากการทดลองของนิรันดร์ นนทแดง (2555) ที่ทำการประเมินองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าชิกแนลเลื้อยหมักร่วมกับกระดิ่งที่ระดับ 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณโปรตีน ของหญ้าหมักร่วมกับกระดิ่ง มีค่าสูงขึ้นตามระดับของกระดิ่ง ($P < 0.05$) ในส่วนของวัตถุแห้งของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซันที่

สัดส่วน 10 และ 20 กก. ที่อายุการหมัก 7, 14, 21 และ 45 วัน มีปริมาณของวัตถุแห้งอยู่ในเกณฑ์ของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หญ้าหมักที่ดี (33.82-39.36 เปอร์เซ็นต์) จากการทดลองของ Minson (1967) พบว่า พืชที่มีอายุมาก ส่วนของเชื้อใยจะเพิ่มขึ้น การสูญเสียวัตถุแห้งภายใต้การจัดการที่เหมาะสมพืชหมักจะมีการสูญเสีย วัตถุแห้งประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ (Wessele *et al.* 2004) Frame (1994) ทำการศึกษาปริมาณวัตถุแห้งที่หายไปของการทำหญ้าหมัก พบว่า กระบวนการหมักที่ดีจะต้องใช้วัตถุแห้งไปประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ และวัตถุแห้งที่หายไปประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากกระบวนการต่างๆ ภายในในช่วง เริ่มการหมัก จึงส่งผลให้วัตถุแห้งของหญ้าหมักลดลง ความชื้นของหญ้าหมักที่ดีควรอยู่ระหว่าง 60-70 เปอร์เซ็นต์ หรือมีวัตถุแห้ง 30-40 เปอร์เซ็นต์ (Collins and Owens. 2003) ในทางกลับกันเมื่อ สัตว์ของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณของ NDF, ADF, ADL และ Ash มีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจากในโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนจึงมีเชื้อใยเป็น องค์ประกอบน้อย (ตารางที่ 4.1) สอดคล้องกับงานวิจัยของนิรันดร์ หนักแดง (2555) พบว่า หญ้าที่ หมักร่วมกับกระถินในระดับที่สูงขึ้นส่งผลให้ระดับปริมาณผนังเซลล์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P<0.05$)

4.1.2 คุณภาพการหมัก

คุณภาพการหมักของหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่มีสัดส่วนที่ ต่างกัน คือ 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. และมีอายุการหมักที่ 0, 7, 14, 21 และ 45 วัน เมื่อทำการเปิดถังหมักที่อายุการหมัก 0 วัน (ก่อนเริ่มทำการหมัก) พบว่า สัดส่วนของโปรตีน ถั่วเขียวเข้มข้นมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 4.7 โดยค่า pH, ค่าปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้ (Volatile basic nitrogen; VBN), กรดโพรพิโอนิก (Propionic acid; C_3), กรดบิวทีริก (Butyric acid; C_4) และ กรด แลคติก (Lactic acid) เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ค่า pH ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (4.71, 4.55, 4.55, 4.50, 4.35 และ 4.14) ค่า VBN ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (8.82, 5.70, 3.82, 3.82, 3.31 และ 2.63 เปอร์เซ็นต์) ค่า C_3 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (2.38, 1.86, 1.45, 1.28, 1.13 และ 1.03 เปอร์เซ็นต์) ค่า C_4 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (2.93, 1.74, 1.42, 1.42, 1.39 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์) และค่า Lactic acid ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มี ค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (12.04, 8.21, 8.21, 7.30, 5.44 และ 5.16 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของกรดอะซิติก

(Acetic acid; C_2) ลดลง โดยค่า C_2 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (93.32, 92.03, 90.00, 88.91, 88.19 และ 82.64 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 4.7 ค่า pH, VBN (% of total nitrogen) และกรดอินทรีย์ (% of total organic acid) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 0 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
pH	4.14 ^E	4.35 ^D	4.50 ^C	4.55 ^B	4.55 ^B	4.71 ^A	0.002	<0.01
VBN	2.63 ^D	3.31 ^{CD}	3.82 ^C	3.82 ^C	5.70 ^B	8.82 ^A	0.111	<0.01
Organic acid								
C ₂	93.32 ^A	92.03 ^B	90.00 ^C	88.91 ^D	88.19 ^E	82.64 ^F	0.087	<0.01
C ₃	1.03 ^F	1.13 ^E	1.28 ^D	1.45 ^C	1.86 ^B	2.38 ^A	0.012	<0.01
C ₄	0.50 ^D	1.39 ^C	1.42 ^C	1.42 ^C	1.74 ^B	2.93 ^A	0.007	<0.01
Lactic acid	5.16 ^D	5.44 ^D	7.30 ^C	8.21 ^B	8.21 ^B	12.04 ^A	0.085	<0.01

ABCDEF ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, VBN = Volatile basic nitrogen, C₂ = Acetic acid, C₃ = Propionic acid, C₄ = Butyric acid, Total organic acid = Acetic acid + Propionic acid + Butyric acid + Lactic acid

อายุการหมักที่ 7 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นมีผลให้ค่า pH, VBN, C₂, C₃ และ Lactic acid ของหญ้าหมักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยค่า pH ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (4.45, 4.43, 4.23, 4.18, 4.14 และ 3.93) ค่า VBN ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (15.32, 11.62, 9.51, 9.32, 8.64 และ 6.41 เปอร์เซ็นต์) ค่า C₂ ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (2.82, 1.79, 1.66, 1.46, 1.22 และ 1.07 เปอร์เซ็นต์) ค่า C₃ ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (1.96, 1.17, 1.13, 1.05, 0.74 และ 0.41 เปอร์เซ็นต์) และค่า Lactic acid ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (11.97, 8.75, 8.13, 7.76, 7.07 และ 4.50 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของ C₂ ลดลง โดยค่า C₂ ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (94.02, 90.97, 89.72, 89.07, 88.29 และ 83.25 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.8

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุการหมักที่ 14 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น มีผลให้ค่า pH, VBN, C_3 , C_4 และ Lactic acid ของหญ้าหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในเชิงบวก โดยค่า pH ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (4.65, 4.64, 4.35, 4.27, 4.11 และ 4.10) ค่า VBN ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (18.06, 16.26, 14.20, 11.38, 8.55 และ 6.25 เปอร์เซ็นต์) ค่า C_3 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (12.66, 2.65, 2.50, 1.96, 1.94 และ 1.48 เปอร์เซ็นต์) ค่า C_4 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (8.75, 1.81, 1.29, 1.00, 0.87 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์) และค่า Lactic acid ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (22.63, 22.07, 18.08, 12.19, 9.54 และ 4.58 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของ C_2 ลดลง โดยค่า C_2 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (93.13, 87.66, 84.85, 78.13, 73.48 และ 55.96 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.9

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุการหมักที่ 21 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น มีผลให้ค่า pH, VBN, C_3 , C_4 และ Lactic acid ของหญ้าหมักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยค่า pH ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (4.73, 4.62, 4.34, 4.26, 4.21 และ 4.17) ค่า VBN ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (35.56, 32.98, 18.58, 17.04, 11.12 และ 8.57 เปอร์เซ็นต์) ค่า C_3 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (21.31, 17.88, 13.86, 12.33, 3.69 และ 1.79 เปอร์เซ็นต์) ค่า C_4 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (11.81, 7.93, 4.36, 4.23, 1.41 และ 1.10 เปอร์เซ็นต์) และค่า Lactic acid ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (25.84, 23.72, 15.38, 11.92, 5.99 และ 4.45 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของ C_2 ลดลง โดยค่า C_2 ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (92.66, 88.92, 71.52, 66.40, 50.45 และ 41.04 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อายุการหมักที่ 45 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลให้ค่า pH, VBN, C₃, C₄ และ Lactic acid เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ค่า pH ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (3.67, 3.57, 3.48, 3.08, 2.32 และ 1.80) ค่า VBN ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (39.42, 37.86, 34.01, 25.27, 14.99 และ 9.85 เปอร์เซ็นต์) ค่า C₃ ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (33.04, 31.88, 26.55, 24.95, 5.57 และ 3.15 เปอร์เซ็นต์) ค่า C₄ ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (13.49, 11.54, 11.27, 10.47, 7.65 และ 0.81 เปอร์เซ็นต์) และค่า Lactic acid ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 40, 30, 20, 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (21.81, 21.71, 6.41, 5.23, 4.44 และ 2.57 เปอร์เซ็นต์) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของ C₂ ลดลง โดยค่า C₂ ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10, 20, 30, 40 และ 50 กก. ตามลำดับ (93.47, 82.34, 59.35, 55.77, 34.87 และ 31.66 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.8 ค่า pH, VBN (% of total nitrogen) และกรดอินทรีย์ (% of total organic acid) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักรวมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 7 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
pH	3.93 ^B	4.14 ^{AB}	4.18 ^{AB}	4.23 ^{AB}	4.43 ^A	4.45 ^A	0.050	<0.01
VBN	6.41 ^D	8.64 ^C	9.32 ^C	9.51 ^C	11.62 ^B	15.32 ^A	0.167	<0.01
Organic acid								
C ₂	94.02 ^A	90.97 ^B	89.72 ^{BC}	89.07 ^C	88.29 ^C	83.25 ^D	0.208	<0.01
C ₃	1.07 ^D	1.22 ^{CD}	1.46 ^{BC}	1.66 ^B	1.79 ^B	2.82 ^A	0.050	<0.01
C ₄	0.41 ^D	0.74 ^C	1.05 ^B	1.13 ^B	1.17 ^B	1.96 ^A	0.035	<0.01
Lactic acid	4.50 ^D	7.07 ^C	7.76 ^{BC}	8.13 ^{BC}	8.75 ^B	11.97 ^A	0.200	<0.01

^{ABCD} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน,

VBN = Volatile basic nitrogen, C₂ = Acetic acid, C₃ = Propionic acid, C₄ = Butyric acid, Total organic acid =

Acetic acid + Propionic acid + Butyric acid + Lactic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่า pH, VBN (% of total nitrogen) และกรดอินทรีย์ (% of total organic acid) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 14 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
pH	4.10 ^D	4.11 ^{CD}	4.27 ^{BC}	4.35 ^B	4.64 ^A	4.65 ^A	0.021	<0.01
VBN	6.25 ^F	8.55 ^E	11.38 ^D	14.20 ^C	16.26 ^B	18.06 ^A	0.108	<0.01
Organic acid								
C ₂	93.13 ^A	87.66 ^B	84.85 ^C	78.13 ^D	73.48 ^E	55.96 ^F	0.153	<0.01
C ₃	1.48 ^C	1.94 ^C	1.96 ^C	2.50 ^B	2.65 ^B	12.66 ^A	0.071	<0.01
C ₄	0.80 ^C	0.87 ^C	1.00 ^C	1.29 ^{BC}	1.81 ^B	8.75 ^A	0.071	<0.01
Lactic acid	4.58 ^F	9.54 ^E	12.19 ^D	18.08 ^C	22.07 ^B	22.63 ^A	0.071	<0.01

ABCDEF ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ในแนวนอน, VBN = Volatile basic nitrogen, C₂ = Acetic acid, C₃ = Propionic acid, C₄ = Butyric acid, Total organic acid = Acetic acid + Propionic acid + Butyric acid + Lactic acid

ตารางที่ 4.10 ค่า pH, VBN (% of total nitrogen) และกรดอินทรีย์ (% of total organic acid) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 21 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
pH	4.17 ^C	4.21 ^{BC}	4.26 ^{BC}	4.34 ^B	4.62 ^A	4.73 ^A	0.019	<0.01
VBN	8.57 ^E	11.12 ^D	17.04 ^C	18.58 ^C	32.98 ^B	35.56 ^A	0.208	<0.01
Organic acid								
C ₂	92.66 ^A	88.92 ^A	71.52 ^B	66.40 ^B	50.45 ^C	41.04 ^D	0.698	<0.01
C ₃	1.79 ^C	3.69 ^C	12.33 ^B	13.86 ^B	17.88 ^A	21.31 ^A	0.526	<0.01
C ₄	1.10 ^D	1.41 ^D	4.23 ^C	4.36 ^C	7.93 ^B	11.81 ^A	0.111	<0.01
Lactic acid	4.45 ^C	5.99 ^C	11.92 ^B	15.38 ^B	23.72 ^A	25.84 ^A	0.469	<0.01

ABCDE ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) ในแนวนอน, VBN = Volatile basic nitrogen, C₂ = Acetic acid, C₃ = Propionic acid, C₄ = Butyric acid, Total organic acid = Acetic acid + Propionic acid + Butyric acid + Lactic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ค่า pH, VBN (% of total nitrogen) และกรดอินทรีย์ (% of total organic acid) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 45 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
pH	1.80 ^F	2.32 ^E	3.08 ^D	3.48 ^C	3.57 ^B	3.67 ^A	0.012	<0.01
VBN	9.85 ^E	14.99 ^D	25.27 ^C	34.01 ^B	37.86 ^A	39.42 ^A	0.349	<0.01
Organic acid								
C ₂	93.47 ^A	82.34 ^B	59.35 ^C	55.77 ^D	34.87 ^E	31.66 ^E	0.465	<0.01
C ₃	3.15 ^C	5.57 ^C	24.95 ^B	26.55 ^B	31.88 ^A	33.04 ^A	0.408	<0.01
C ₄	0.81 ^D	7.65 ^C	10.47 ^B	11.27 ^B	11.54 ^{AB}	13.49 ^A	0.281	<0.01
Lactic acid	2.57 ^E	4.44 ^D	5.23 ^C	6.41 ^B	21.71 ^A	21.81 ^A	0.092	<0.01

ABCDEF ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, VBN = Volatile basic nitrogen, C₂ = Acetic acid, C₃ = Propionic acid, C₄ = Butyric acid, Total organic acid = Acetic acid + Propionic acid + Butyric acid + Lactic acid

ค่า pH ในพืชหมักถือได้ว่าเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของพืชหมักที่มีความสำคัญ ถ้าพืชอาหารสัตว์หมักที่คุณภาพดีควรจะอยู่ในช่วง 4.2 จะสามารถยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ทุกชนิด ซึ่งเป็นการทำให้เกิดความคงสภาพของพืชหมัก ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงไปของโภชนะภายหลังการหมักที่มีอยู่ในพืชอาหารสัตว์นั้นๆ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม และคณะ (2548) รายงานว่า พืชหมักที่ดีควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 3.5-4.2 จากการศึกษาคุณภาพการหมักครั้งนี้ พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. ในทุกช่วงอายุการหมัก (0, 7, 14, 21 และ 45 วัน) มีค่า pH ที่สูงกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว (100/0.) เนื่องจากในโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีค่า Buffering capacity (BC) ที่สูง จึงทำให้ค่า pH ในกระบวนการหมักลดลงได้ช้า ส่งผลให้สภาวะภายในถังหมักเหมาะสมต่อการมีชีวิตอยู่ของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ ทำให้สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดการสูญเสียคุณภาพการหมักไป จากงานวิจัยก่อนหน้านี้จะเห็นได้ว่า ถั่วอาหารสัตว์หมักจะให้ค่า pH ที่สูงกว่าหญ้าอาหารสัตว์หมัก ยังมีระดับของโปรตีนที่สูงขึ้นในพืชอาหารสัตว์หมักก็จะมีผลต่อค่า pH มากขึ้นตามไปด้วย (McDonald *et al.* 1991) จากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า ค่า pH ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก มีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่ม ซึ่งการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นนี้จะเป็นการเพิ่มค่า

Buffering capacity ตามไปด้วย จึงทำให้การลดลงของค่า pH ในหญ้าหมักช้าลง และส่งผลกระทบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

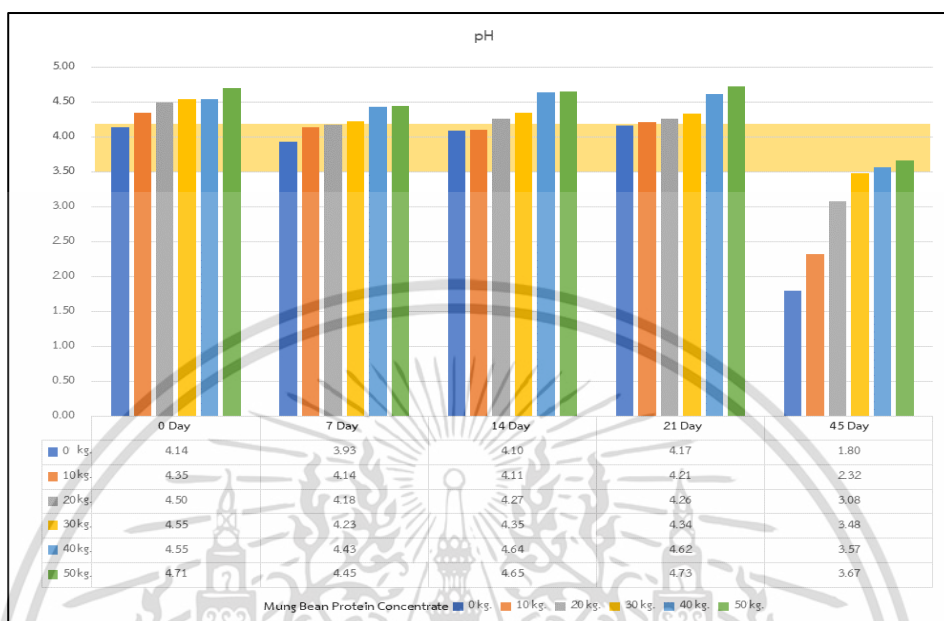
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อคุณภาพการหมักให้เลวลง (Collins and Owens. 2003) ดังนั้น หนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นอาจช่วยปรับปรุงคุณภาพการหมักและเพิ่มปริมาณโปรตีนในพืชอาหารสัตว์หมักได้ แต่หากเพิ่มในสัดส่วนที่สูงเกินไปก็จะเกิดผลเสียต่อกระบวนการหมักดังที่กล่าวมาข้างต้น หากต้องการเพิ่มสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นต้องมีการใช้สารเสริม เช่น เกลือ หรือกากน้ำตาล เป็นต้น จากการทดลองของพินิจพร ธรรมชิววัน และสุภชัย นาควิสุทธิ (2561) ที่ทำการศึกษาความแตกต่างของสารเสริมหญ้าหมักที่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า องค์ประกอบทางเคมีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยหนุ่เนเปียร์หมักเกลือ 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าวัตถุแห้งสูงสุด รองลงมาคือ หนุ่เนเปียร์กลุ่มควบคุม (ไม่เสริมสาร) หนุ่เนเปียร์หมักกากน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ และ หนุ่เนเปียร์หมักโซดาไฟ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (73.48, 73.39, 73.05 และ 72.67 เปอร์เซ็นต์) และจากการทดลองของญานิน โอภาสพัฒนกิจ และคณะ (2559) ที่ทำการศึกษาผลของการหมักต้นข้าวโพดสดโดยใช้สารเสริม 5 ชนิด ได้แก่ ไม่ใช้สารเสริม (กลุ่มควบคุม) กากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์ EM 1 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์ EM 2 เปอร์เซ็นต์ และแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ ต่อกับองค์ประกอบทางเคมีและการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงไนลอน พบว่า ต้นข้าวโพดที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ และหมักร่วมกับแบคทีเรียกรดแลคติก 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก มีปริมาณโปรตีน และปริมาณกรดแลคติกสูง อีกทั้งยังมีเยื่อใยต่ำกว่ากลุ่มอื่น ($P < 0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายของวัตถุแห้ง พบว่า ต้นข้าวโพดหมักที่หมักร่วมกับกากน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก มีการย่อยสลายได้ดีที่สุด ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม หนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. ที่อายุการหมัก 7 วัน และหนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วน 100/0 และ 90/10 กก. ที่อายุการหมัก 14 และ 21 วัน รวมถึงหนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วน 60/40 และ 50/50 กก. ที่อายุการหมัก 45 วัน จัดอยู่ในพืชหมักที่มีคุณภาพดี เมื่อพิจารณาค่า pH (pH 3.17-4.18) ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ปริมาณไนโตรเจนที่ระเหยได้เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทำให้โครงสร้างของโปรตีนเปลี่ยนแปลงไป เกิดเป็นสารประกอบในกลุ่มต่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile base nitrogen; TVB-N) ชนิดต่างๆ ได้แก่ แอมโมเนีย, ไตรเมทิลเอมีน (TMA-N), ไดเมทิลเอมีน (DMA), เมทิลเอมีน (Methylamine) (Wongjinda. 2004; Teerawut. 2010) ดังนั้น ปริมาณของไนโตรเจนที่ระเหยได้จึงเป็นตัวบ่งชี้ที่ใช้วัดการสูญเสียโปรตีนของพืชอาหารสัตว์หมักได้ ซึ่งพืชหมักที่มีคุณภาพดีควรมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 11 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนรวม (Carpintero *et al.* 1969) จากการทดลอง ปริมาณของไนโตรเจนที่ระเหยได้ของหนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 กก. ที่อายุการหมัก 7 วัน และหนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. ที่อายุการหมัก 14 วัน รวมถึงหนุ่เนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วน 100/0 และ 90/10 กก. ที่อายุการ

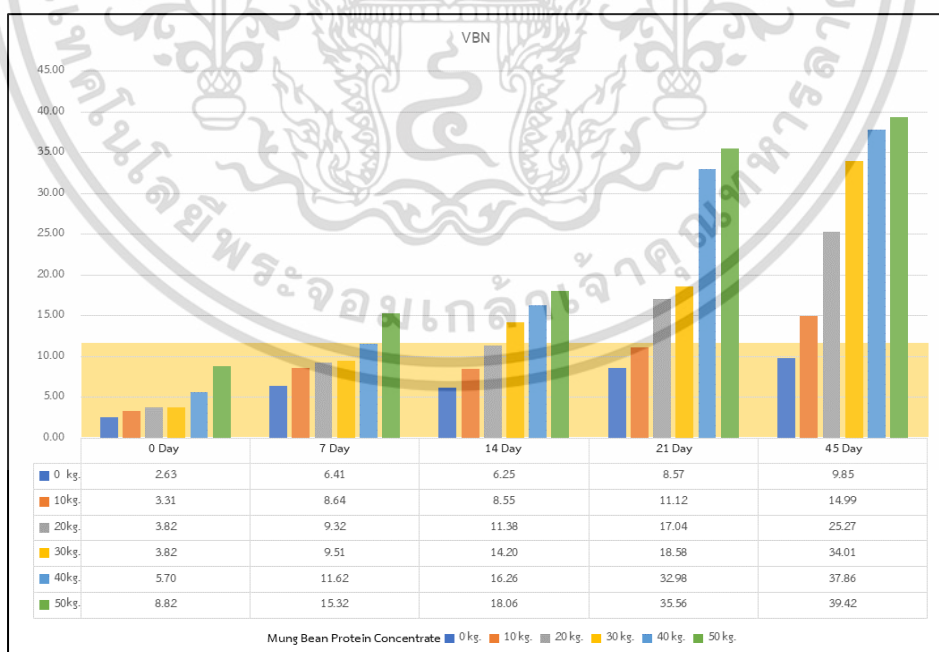
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมัก 21 วัน จัดอยู่ในพืชหมักที่มีคุณภาพดี (ภาพที่ 4.2) เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณของไนโตรเจนที่ระเหยได้ (6.25-11.38 เปอร์เซ็นต์)



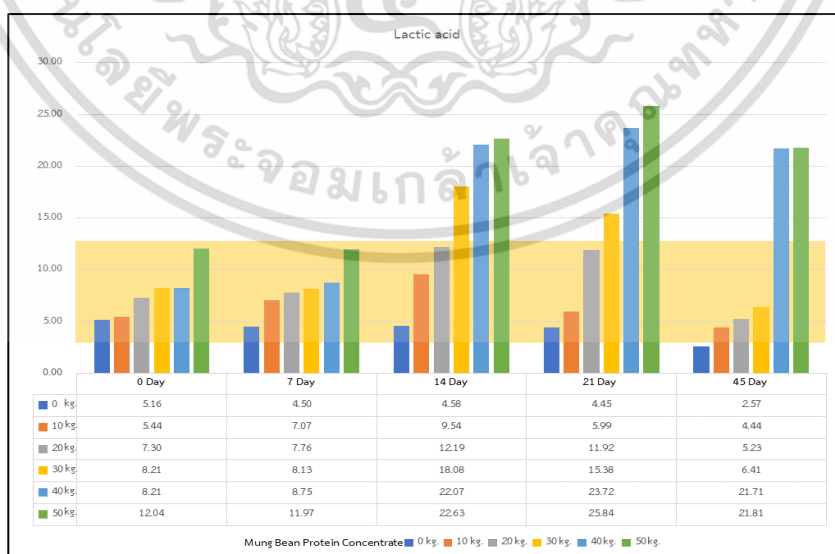
ภาพที่ 4.1 แสดงค่า pH ที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ



ภาพที่ 4.2 แสดงปริมาณ Volatile basic nitrogen ที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณกรดแลคติก (Lactic acid) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. ในทุกช่วงอายุการหมัก มีปริมาณสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0 กก. สอดคล้องกับงานวิจัยของนิรันดร์ นนทแดง (2557) ที่พบว่า หญ้าที่หมักร่วมกับกระดิ่งที่ระดับ 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณกรดแลคติกที่สูงกว่าหญ้าหมักเพียงอย่างเดียว และในการทดลองของแพรวพรรณ เกรือมังก และคณะ (2549) ที่ได้ทำการศึกษาคุณภาพของหญ้าแพงโกล่าหมักร่วมกับถั่วทำพระสไตโลในสัดส่วน 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์น้ำหนัสด พบว่า การเสริมถั่วทำพระสไตโลในสัดส่วน 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้หญ้าหมักที่มีคุณภาพปานกลาง ถ้าใช้ในส่วน 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ จะได้หญ้าหมักที่มีคุณภาพพอใช้ ส่วนการหมักถั่วทำพระสไตโลอย่างเดียวจะได้พืชหมักที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากปริมาณของคาร์โบไฮเดรตละลายน้ำได้ ไม่เพียงพอในการทำพืชหมัก ทำให้ปริมาณกรดแลคติกเกิดขึ้นในปริมาณน้อย คือ ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ McDonald *et al.* (1991) แนะนำว่า ปริมาณกรดแลคติกในพืชหมักที่มีคุณภาพดี ควรมีค่าประมาณ 3-13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณกรดแลคติกที่ได้จากการทดลองในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. ที่อายุการหมัก 0 และ 7 วัน และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. ที่อายุการหมัก 14 และ 21 วัน รวมถึงหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10, 80/20 และ 70/30 กก. ที่อายุการหมัก 45 วัน อยู่ในช่วงดังกล่าว (4.44-12.04 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงปริมาณกรดแลคติกที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ

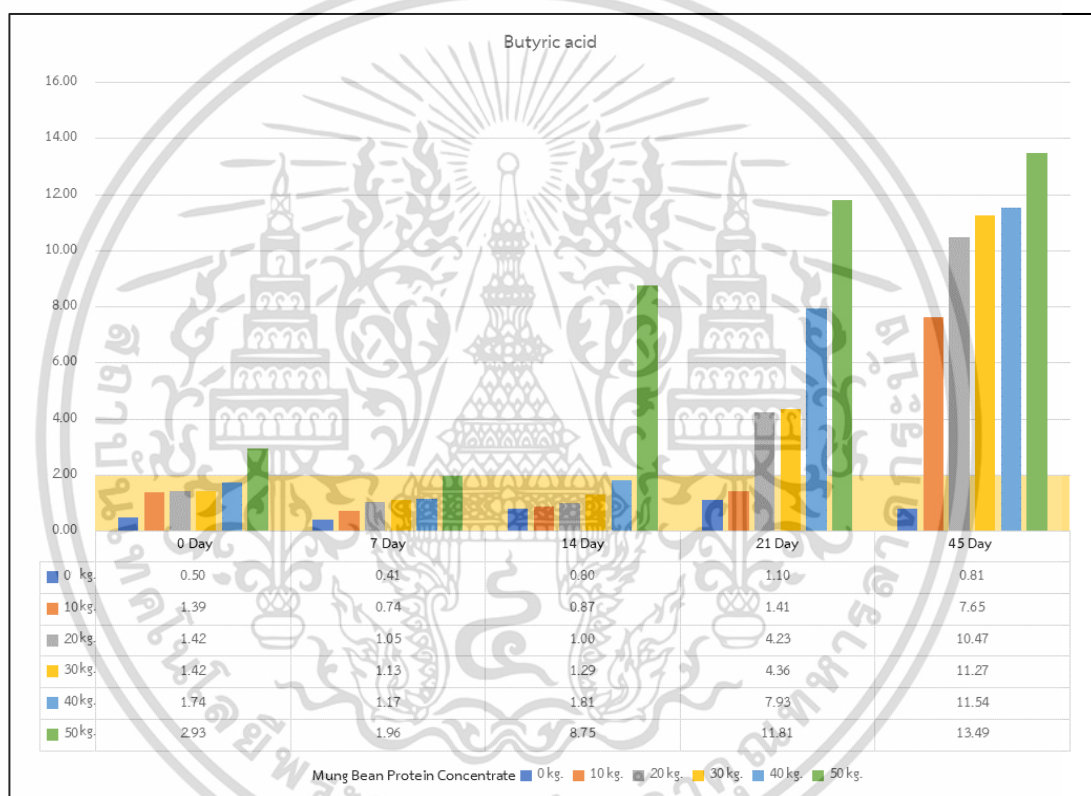
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหมักพืชอาหารสัตว์นั้นสามารถพบกรดอะซิติก (Acetic acid; C_2) ได้อยู่เสมอ ซึ่ง C_2 เป็นผลผลิตที่ได้จากการหมักของกรดแลคติกและบิวทีริก (Butyric acid; C_4) กรดชนิดนี้ในหญ้าหมักส่วนใหญ่จะถูกผลิตขึ้นโดยจุลินทรีย์จำพวกอะซิโตแบคทีเรีย (*Acetobacter* spp.) ซึ่งเพิ่มขึ้นมาในช่วง 2-3 วันแรกของการหมัก และเกิดจากแบคทีเรียพวกโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) แบคทีเรียพวกนี้จะเจริญได้ดีในระยะแรกของการหมัก ซึ่งยังคงมีออกซิเจนหลงเหลืออยู่ในหญ้าหมักเล็กน้อย และค่า pH เป็นกลาง โดยการหมักทำให้เกิด C_2 และนอกจากนี้แบคทีเรียพวกคลอสตริเดียม (*Clostridium*) ที่เป็นโปรตีโอไลติกคลอสตริเดียม (Proteolytic *Clostridium*) เมื่อเกิดการย่อยสลายโปรตีนก็จะทำให้เกิด C_2 อีกด้วย (McDonald *et al.* 1991) พืชที่มีความชื้นสูง ประกอบกับการหมักที่ไม่ถูกต้องจะเป็นเหตุให้มีปริมาณ C_2 สูง ทำให้มีการสูญเสียวัตถุแห้งและพลังงานในหญ้าหมัก นอกจากนี้ยังทำให้ความน่ากินของหญ้าหมักลดลง (สมจิตร ถนอมวงศ์วัฒนะ. 2549) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว มีปริมาณ C_2 สูงที่สุด ($P < 0.01$) จากการศึกษาของ Parvin and Nishino (2009) และ Parvin *et al.* (2010) พบว่า การเติมเชื้อ *Lactobacillus plantarum* ไม่สามารถป้องกันการเพิ่มขึ้นของปริมาณ C_2 ในหญ้าหมักได้ นอกจากนั้นในกรณีที่กระบวนการหมักมีปริมาณน้ำตาลไม่เพียงพอ เชื้อ *Lactobacillus plantarum* สามารถเปลี่ยนกรดแลคติกที่ได้จากกระบวนการหมักเป็น C_2 ได้ (Lindgren *et al.* 1990) ซึ่งอาจทำให้ปริมาณ C_2 ในหญ้าหมักสูงขึ้น นอกจากนั้นปริมาณ C_2 ในพืชหมักที่สูง อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่า pH ของพืชหมักไม่ลดลงต่ำกว่า 4.2 ถึงแม้จะมีผลผลิตกรดสูง เนื่องจาก C_2 มีความเป็นกรดอ่อนเมื่อเทียบกับกรดแลคติกที่เป็นกรดแก่กว่า C_4 สามารถสังเคราะห์ได้จากแบคทีเรียกลุ่ม Butyric acid bacteria ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Clostridium* ซึ่งจะเกิดการหมักในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน เป็นสาเหตุที่ทำให้หญ้าหมักเสื่อมสภาพ และเกิดกลิ่นผิดปกติ (พลวัฒน์ จันสมุด. 2561) การควบคุมไม่ให้เกิด C_4 สามารถทำได้โดยการทำให้หญ้าหมักมีสภาพเป็นกรดให้มากถึงระดับ pH 4.2 เพื่อให้แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกสามารถเจริญเติบโตและทำงานได้ (นิรันดร์ หนักแดง. 2557) จากการทดลองพบว่า ปริมาณของ C_4 ในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซั่วน้ำที่สัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30 และ 60/40 กก. ที่อายุการหมัก 0 และ 14 วัน และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซั่วน้ำที่สัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. ที่อายุการหมัก 7 วัน รวมถึงหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซั่วน้ำที่สัดส่วน 100/0 และ 90/10 กก. ที่อายุการหมัก 21 วัน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (0.5-1.96 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในภาพที่ 4.4 ซึ่งหญ้าหมักที่มีคุณภาพดีควรมีปริมาณของ C_4 อยู่ในช่วง 0-2 เปอร์เซ็นต์ (สาขันธ์ ทัดศรี. 2548) โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกและแบคทีเรียที่สร้าง C_4 จะมีการกระจายอยู่ทั่วไปในหญ้าสดที่นำมาทำหญ้าหมัก การที่แบคทีเรียชนิดใดจะมีมากน้อยกว่ากันนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย แต่ถ้ามีการสร้างกรดแลคติกได้เร็วเท่าใดจะเป็นการควบคุมไม่ให้มีการสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C₄ ที่เพิ่มขึ้น พืชหมักที่มีปริมาณ C₄ สูง แสดงถึงกระบวนการหมักที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งจะส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาและควมน่ากินลดลง (Kung and Muck. 1997) หญ้าหมักที่มี C₄ ระดับสูงจัดว่าเป็นหญ้าหมักที่มีคุณภาพต่ำ การเกิด C₄ มีสาเหตุมาจากการทำงานของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ แบคทีเรียที่ทำให้เกิดการหมักและผลิตกรดบิวทริกจัดอยู่ในกลุ่ม คลอสทริเดียม ซึ่งพบอยู่ในดินและมูลสัตว์ (บุญเหลือ เร่งศิริกุล. 2529) และปัจจัยที่มาจากพืชที่นำมาหมักนั้นอ่อนเกินไป มีโปรตีนสูงเกินไป มีความชื้นมาก ส่งผลให้แบคทีเรียดังกล่าวทำงานได้ หญ้าหมักจะเน่า C₄ และกรดโพรพิโอนิก (Propionic acid; C₃) เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์จำพวกคลอสทริเดียมได้เช่นกัน แต่ไม่ทำให้เกิดกระบวนการหมักที่ไม่ดี (Woodford and Pahlow. 1998)



ภาพที่ 4.4 แสดงปริมาณกรดบิวทริกที่ได้จากหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียว เข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ

4.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส โดยวิธี *In vitro* technique ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ

ค่าการย่อยได้ในรูเมน ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ สัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. และมีอายุการหมักที่ 0, 7, 14, 21 และ 45 วัน ด้วยวิธี *In vitro* technique พบว่า อายุการหมักที่ 0 วัน (ก่อนเริ่มทำการหมัก) มีปริมาณแก๊ส สะสมที่ผลิตที่ชั่วโมงที่ 12 ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยปริมาณแก๊ส สะสมสะสมของสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียว 30 กก. สูงที่สุด และจะมีปริมาณแก๊สสะสมลดลงเมื่อ สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นอยู่ที่ 40, 50 และ 60 กก. (31.90, 26.35, 27.70, 14.35, 17.25 และ 15.55 มิลลิลิตร ตามลำดับ) แต่ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตที่ชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96 ในทุก กลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส พบว่า ค่าปริมาณ แก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ (a), ค่าศักยภาพในการย่อยสลาย อาหาร (b) และค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร (d) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลต่อค่าอัตราการผลิตแก๊ส (c) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P<0.05$) เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 30 กก. อัตราการผลิตแก๊ส (c) มีค่า ลดลง (0.067, 0.062, 0.066, 0.051, 0.055 และ 0.054 เปอร์เซ็นต์/ชั่วโมง ตามลำดับ) ดังแสดงใน ตารางที่ 4.12

หญ้าเนเปียร์หมักอายุการหมักที่ 7 วัน มีปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตที่ชั่วโมงที่ 12, 48, 72 และ 96 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส พบว่า ค่าศักยภาพในการย่อย สลายอาหาร (b) และค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร (d) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่สัดส่วน โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลต่อปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ ละลายได้ในน้ำ (a) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อสัดส่วนของโปรตีน ถั่วเขียวเข้มข้นสูงขึ้นปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ (a) สูงขึ้น (-7.17, -7.51, -6.28, -2.88, -1.20, และ -2.85 มิลลิลิตร ตามลำดับ) นอกจากนั้น สัดส่วนของ โปรตีนกากถั่วเขียวยังมีผลต่ออัตราการผลิตแก๊ส (c) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ของกลุ่มทดลอง คือ อัตราการผลิตแก๊ส (c) จะเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียว เพิ่มขึ้นเพิ่มขึ้นถึง 30 กก. และจะมีค่าลดลง (0.079, 0.068, 0.065, 0.058, 0.055 และ 0.051 เปอร์เซ็นต์/ ชั่วโมง ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.12 ผลผลิตแก๊สในห้องปฏิบัติการของหุ้ยนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 0 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		

ปริมาณแก๊สสะสม (มิลลิลิตร/0.5 กรัม วัตถุแห้ง)								
ชั่วโมงที่ 12	31.90 ^A	26.35 ^A	27.70 ^A	14.35 ^B	17.25 ^B	15.55 ^B	0.937	0.007
ชั่วโมงที่ 24	62.90	53.70	56.40	48.05	49.75	51.85	2.443	0.589
ชั่วโมงที่ 48	64.30	55.90	57.65	50.20	51.30	53.70	2.513	0.648
ชั่วโมงที่ 72	64.75	56.45	58.20	51.10	51.70	54.15	2.591	0.684
ชั่วโมงที่ 96	65.10	57.15	58.20	51.10	51.70	54.15	2.580	0.659
जनफलसास्त्रकारफलितगैस								
a (มิลลิลิตร)	-7.30	-5.34	-5.23	-3.55	-4.15	-4.96	0.334	0.150
b (มิลลิลิตร)	75.90	65.24	66.69	58.26	59.50	63.06	3.023	0.625
c (%ชั่วโมง)	0.067 ^a	0.062 ^{ab}	0.066 ^a	0.051 ^c	0.055 ^{bc}	0.054 ^{bc}	0.001	0.021
d (มิลลิลิตร)	68.59	59.90	61.46	54.71	55.35	58.10	2.733	0.721

^{abc} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวนอน,

^{AB} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน,

a = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ หรือปริมาณแก๊สที่ละลายในของเหลว (มิลลิลิตร), b = ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร หรือปริมาณผลผลิตแก๊สเหนือของเหลว (มิลลิลิตร), c = ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (เปอร์เซ็นต์/ชั่วโมง), d = |a| + b = ค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร หรือปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายขององค์ประกอบของส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่สามารถย่อยสลายได้ (มิลลิลิตร)

ตารางที่ 4.13 ผลผลิตแก๊สในห้องปฏิบัติการของหนูเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 7 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
ปริมาณแก๊สสะสม (มิลลิลิตร/0.5 กรัม วัตถุแห้ง)								
ชั่วโมงที่ 12	27.35	28.65	28.10	17.40	16.45	17.75	1.439	0.116
ชั่วโมงที่ 24	59.95	59.20	48.50	44.95	52.05	45.05	2.009	0.237
ชั่วโมงที่ 48	61.15	60.20	50.60	47.40	52.75	45.80	2.008	0.265
ชั่วโมงที่ 72	61.55	60.65	51.00	48.35	52.80	46.15	2.027	0.279
ชั่วโมงที่ 96	61.55	61.30	51.70	49.00	52.80	46.15	2.037	0.283
जनपदसास्त्रकारपलललल								
a (มิลลิลิตร)	-7.17 ^B	-7.51 ^B	-6.28 ^B	-1.20 ^A	-2.88 ^A	-2.85 ^A	0.211	<0.01
b (มิลลิลิตร)	72.58	72.09	56.02	52.74	63.29	51.82	2.163	0.099
c (%ชั่วโมง)	0.065 ^{ab}	0.068 ^{ab}	0.079 ^{ab}	0.051 ^c	0.055 ^{bc}	0.058 ^{bc}	0.002	0.038
d (มิลลิลิตร)	65.41	64.57	53.14	51.54	57.01	48.97	2.044	0.230

^{abc} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวนอน,

^{AB} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน,

a = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ หรือปริมาณแก๊สที่ละลายในของเหลว (มิลลิลิตร), b = ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร หรือปริมาณผลผลิตแก๊สเหนือของเหลว (มิลลิลิตร), c = ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (เปอร์เซ็นต์/ชั่วโมง), d = |a| + b = ค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร หรือปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายขององค์ประกอบของส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่สามารถย่อยสลายได้ (มิลลิลิตร)

ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตที่ชั่วโมงที่ 12, 48, 72 และ 96 ของหนูเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักอายุการหมักที่ 14 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนค่าजनपदसास्त्रकारपलลลลล พบว่าค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร (b), อัตราการผลิตแก๊ส (c) และค่าค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร (d) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลให้ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ (a) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้น (-8.01, -7.42, -7.36, -4.25, -3.51 และ -3.35 มิลลิลิตร ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลผลิตแก๊สในห้องปฏิบัติการของหนูเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 14 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		

ปริมาณแก๊สสะสม (มิลลิลิตร/0.5 กรัม วัตถุแห้ง)								
ชั่วโมงที่ 12	12.30	19.90	14.60	14.00	15.45	16.80	0.611	0.103
ชั่วโมงที่ 24	50.30	60.80	57.40	44.20	46.60	49.00	1.630	0.139
ชั่วโมงที่ 48	50.30	61.35	57.70	44.45	46.60	49.20	1.615	0.124
ชั่วโมงที่ 72	50.30	61.35	57.70	44.45	46.60	49.20	1.615	0.124
ชั่วโมงที่ 96	50.30	61.35	57.70	44.45	46.60	49.20	1.165	0.124
जनफलसास्त्रकारफलितगैस								
a (มิลลิลิตร)	-8.01 ^B	-7.42 ^B	-7.36 ^B	-4.25 ^A	-3.51 ^A	-3.35 ^A	0.193	<0.01
b (มิลลิลิตร)	62.95	73.74	70.23	52.24	53.66	56.20	1.860	0.064
c (%ชั่วโมง)	0.055	0.057	0.053	0.057	0.056	0.056	0.001	0.631
d (มิลลิลิตร)	54.94	66.32	62.87	47.99	50.15	52.86	1.763	0.120

^{AB} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, a = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ หรือปริมาณแก๊สที่ละลายในของเหลว (มิลลิลิตร), b = ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร หรือปริมาณผลผลิตแก๊สเหนือของเหลว (มิลลิลิตร), c = ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (เปอร์เซ็นต์/ชั่วโมง), d = |a| + b = ค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร หรือปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายขององค์ประกอบของส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่สามารถย่อยสลายได้ (มิลลิลิตร)

หนูเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก อายุการหมักที่ 21 วัน พบว่า ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตที่ ชั่วโมงที่ 12, 48, 72 และ 96 และค่าजनफलसास्त्रकारफलितगैस คือ ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ (a), ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร (b), อัตราการผลิตแก๊ส (c) และค่าค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร (d) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลผลิตแก๊สในห้องปฏิบัติการของหนูเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 21 วัน

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	SEM	20	30	40	50		
ปริมาณแก๊สสะสม (มิลลิลิตร/0.5 กรัม วัตถุแห้ง)								
ชั่วโมงที่ 12	13.10	13.70	16.70	15.90	15.55	18.70	1.343	0.844
ชั่วโมงที่ 24	31.30	50.00	49.95	52.25	36.40	48.60	2.595	0.235
ชั่วโมงที่ 48	31.50	50.00	50.15	52.35	36.50	48.70	2.621	0.245
ชั่วโมงที่ 72	31.50	50.00	50.15	52.35	36.50	48.70	2.621	0.245
ชั่วโมงที่ 96	31.50	50.00	50.15	52.35	36.50	48.70	2.621	0.245
जनपदसास्त्रकारपल्लितगैस								
a (มิลลิลิตร)	-3.21	-7.11	-5.23	-5.17	-3.29	-4.20	0.383	0.154
b (มิลลิลิตร)	36.89	61.53	59.08	61.42	41.91	56.07	3.116	0.218
c (%ชั่วโมง)	0.063	0.055	0.061	0.060	0.074	0.063	0.002	0.345
d (มิลลิลิตร)	33.69	54.42	53.85	56.25	38.63	51.88	2.766	0.217

a = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ หรือปริมาณแก๊สที่ละลายในของเหลว (มิลลิลิตร), b = ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร หรือปริมาณผลผลิตแก๊สเหนือของเหลว (มิลลิลิตร), c = ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (เปอร์เซ็นต์/ชั่วโมง), d = |a| + b = ค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร หรือปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายขององค์ประกอบของส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่สามารถย่อยสลายได้ (มิลลิลิตร)

และเมื่อทำการหมักหนูเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นเวลา 45 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตที่ชั่วโมงที่ 12 เพิ่มขึ้นมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (15.05, 16.95, 18.20, 18.40, 17.85 และ 20.70 มิลลิลิตร ตามลำดับ) และสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตที่ชั่วโมงที่ 24 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (51.30, 49.40, 53.30, 48.30, 49.60 และ 48.50 มิลลิลิตร ตามลำดับ) แต่ที่ชั่วโมงที่ 48, 72 และ 96 ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนค่า जनपदसास्त्रकारपल्लितगैस พบว่า เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นมีผลให้ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ (a), เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (-4.54, -5.09, -4.37, -3.35, -3.12 และ -2.46 มิลลิลิตร ตามลำดับ) นอกจากนั้น สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร (b) (60.10, 58.14, 61.63, 55.09, 56.28 และ 55.14 มิลลิลิตร ตามลำดับ) และอัตราการผลิตแก๊ส (c) (0.062,

0.061, 0.063, 0.060, 0.060 และ 0.055 เปอร์เซ็นต์/ชั่วโมง ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในส่วนของค่า d ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลผลิตแก๊สในห้องปฏิบัติการของหนูเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ ที่อายุการหมัก 45 วัน

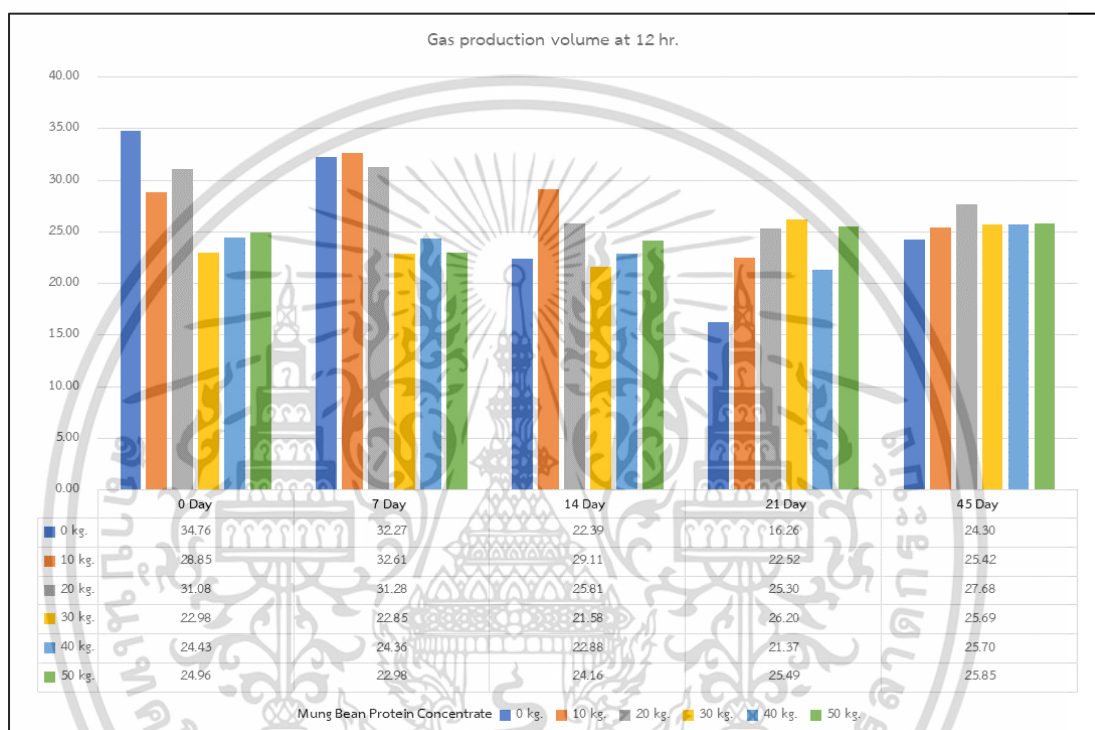
รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)						SEM	P-Value
	0	10	20	30	40	50		
ปริมาณแก๊สสะสม (มิลลิลิตร/0.5 กรัม วัตถุแห้ง)								
ชั่วโมงที่ 12	15.05 ^C	16.95 ^B	18.20 ^B	18.40 ^B	17.85 ^B	20.70 ^A	0.187	0.002
ชั่วโมงที่ 24	51.30 ^{ab}	49.40 ^b	53.30 ^a	48.30 ^b	49.60 ^b	48.50 ^b	0.362	0.045
ชั่วโมงที่ 48	51.50	49.50	53.60	48.60	49.90	49.75	0.373	0.065
ชั่วโมงที่ 72	51.50	49.50	53.60	48.60	49.90	49.95	0.377	0.070
ชั่วโมงที่ 96	51.50	49.50	53.60	48.60	49.90	49.95	0.377	0.070
जनपदसास्त्रकारफलितगैस								
a (มิลลิลิตร)	-4.54 ^C	-5.09 ^C	-4.37 ^{BC}	-3.35 ^{AB}	-3.12 ^A	-2.46 ^A	0.123	0.006
b (มิลลิลิตร)	60.10 ^{ab}	58.14 ^{ab}	61.63 ^a	55.09 ^c	56.28 ^{bc}	55.14 ^c	0.491	0.036
c (%/ชั่วโมง)	0.055 ^b	0.062 ^a	0.061 ^a	0.063 ^a	0.060 ^a	0.060 ^a	0.001	0.018
d (มิลลิลิตร)	55.56	53.04	57.26	51.74	53.17	52.68	0.420	0.059

^{abc} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวนอน, ^{ABC} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, a = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ หรือปริมาณแก๊สที่ละลายในของเหลว (มิลลิลิตร), b = ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร หรือปริมาณผลผลิตแก๊สเหนือของเหลว (มิลลิลิตร), c = ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (เปอร์เซ็นต์/ชั่วโมง), d = |a| + b = ค่าศักยภาพในการผลิตแก๊สของอาหาร หรือปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายขององค์ประกอบของส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่สามารถย่อยสลายได้ (มิลลิลิตร)

จากการศึกษาการย่อยได้โภชนะในรูเมน ด้วยวิธี *In vitro* technique ในครั้งนี้ พบว่า สัตว์ส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ 10 และ 20 กก. มีผลต่อปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตชั่วโมงที่ 12, 24, 48, 72 และ 96 ของหนูเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก อายุการหมักที่ 0 วัน (ก่อนเริ่มทำการหมัก) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อสัตว์กินหนูเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10 และ 80/20 กก. แล้ว เกิดกระบวนการย่อยและผลิตแก๊สขึ้นมาตลอดกระบวนการย่อย และกลายเป็นปริมาณแก๊สสะสมจากการทดลอง เมื่ออายุการหมักเพิ่มมากขึ้นเป็น 7, 14 และ 21 วัน พบว่า ปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตที่ชั่วโมงที่ 12, 24, 48, 72 และ 96 ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

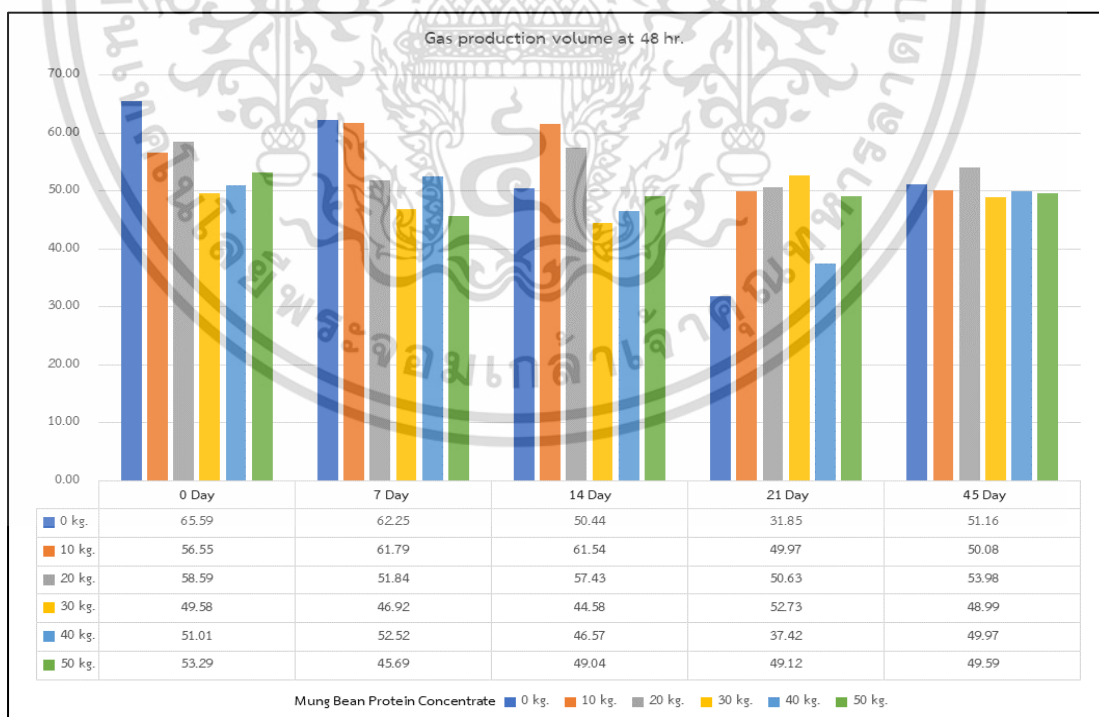
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นว่าอายุการหมักและสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น ไม่ทำให้ปริมาณแก๊สสะสมที่เกิดขึ้นในรูเมนแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.5-4.9) แต่กลุ่มที่มีการเพิ่มปริมาณของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นจะมีปริมาณโภชนะโปรตีนที่ดีกว่า (ตารางที่ 4.2-4.6) เป็นแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีที่มีแหล่งโปรตีนที่มากขึ้นสามารถเก็บไว้ใช้ได้ยาวนานในรูปของพืชอาหารสัตว์หมัก



ภาพที่ 4.5 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 12 ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ

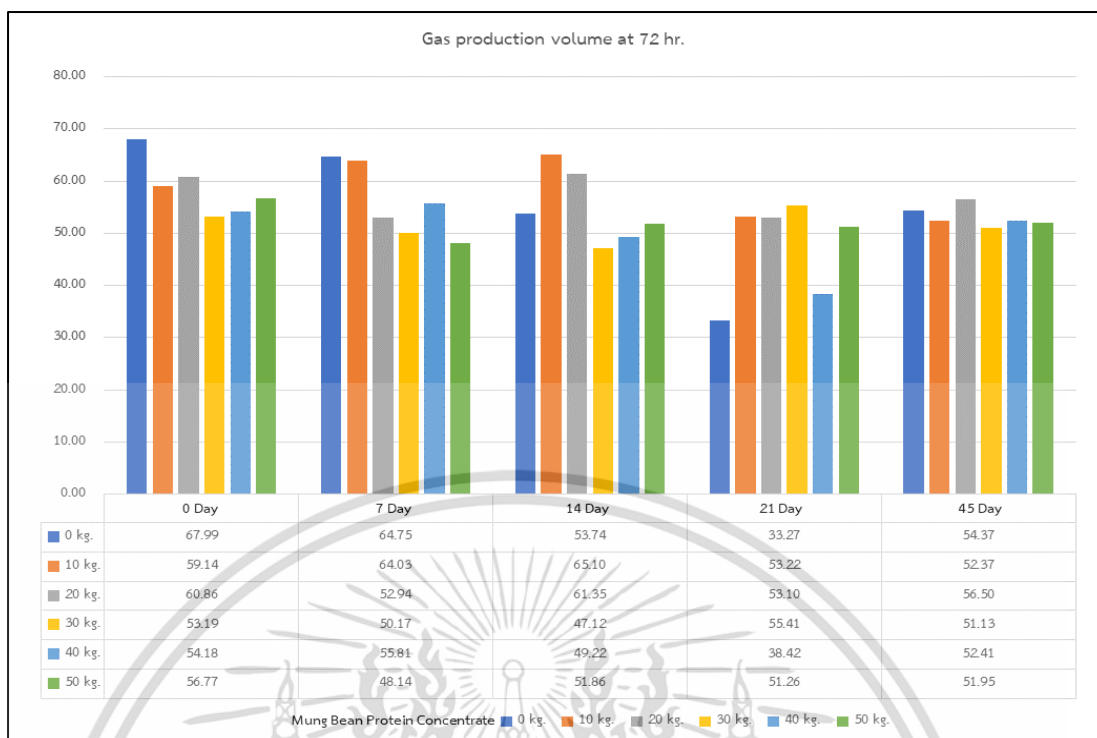


ภาพที่ 4.6 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 24 ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ

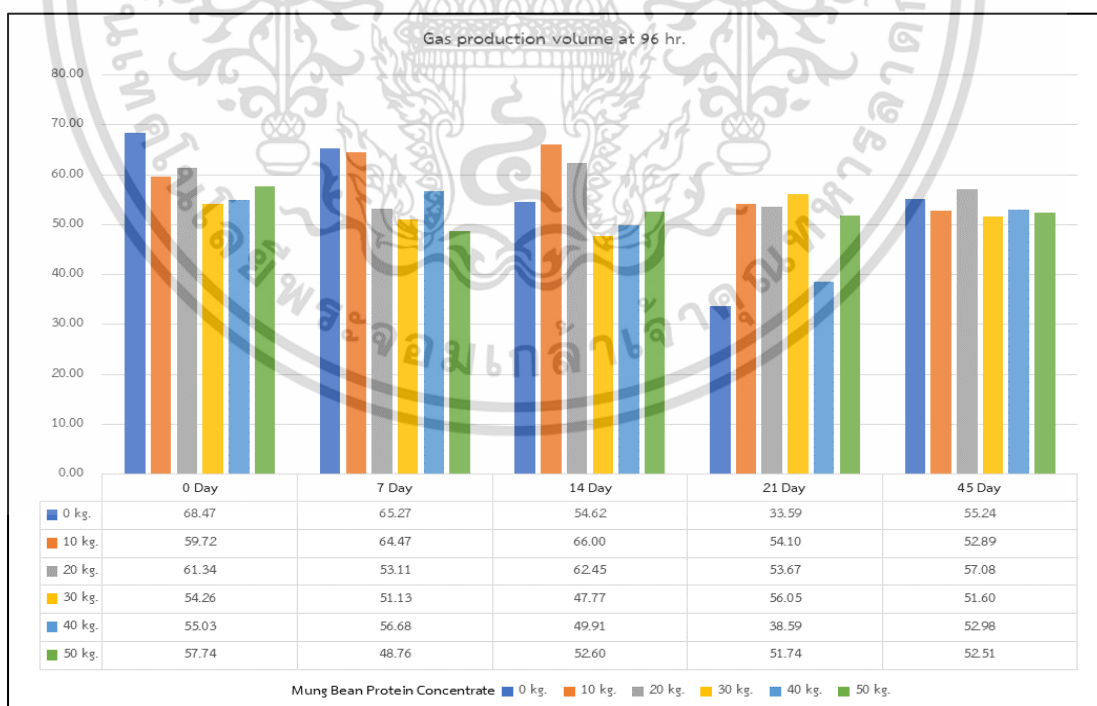


ภาพที่ 4.7 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 48 ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 72 ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ



ภาพที่ 4.9 แสดงปริมาณแก๊สสะสมที่ผลิตได้ในชั่วโมงที่ 96 ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนและอายุการหมักต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติแล้วกระบวนการหมักย่อยอาหารของจุลินทรีย์ในรูเมนจะทำการหมักย่อยส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายก่อน เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน เป็นต้น จากการทดลองของ Minson (1990) พบว่า ปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Water soluble carbohydrate; WSC) และ โปรตีนหยาบ (Crude protein; CP) จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงระดับการย่อยได้ของวัตถุดิบได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับการศึกษาของ Van Soest *et al.* (1991) รายงานว่า ส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายจะเกิดการย่อยสลายอย่างรวดเร็วในรูเมน และจากงานวิจัยของ โชค มิเกล็ด และคณะ (2552) ที่ทำการศึกษากการหมักย่อยอาหารของจุลินทรีย์ในรูเมน โดยวิธี *In vitro* gas production technique พบว่า จุลินทรีย์ในรูเมนจะทำการหมักย่อยส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง (Non-structural carbohydrate) เช่น แป้ง และน้ำตาล ก่อนที่จะย่อยสลายส่วนที่เป็นเยื่อใย (Structural carbohydrate) จึงทำให้มีปริมาณแก๊สสะสมเพิ่มสูงขึ้นใน 1-2 ชั่วโมงแรกของการเกิดกระบวนการหมักย่อยโภชนะ และปริมาณแก๊สสะสมจะลดลงในเวลาต่อมา นอกจากนี้ จากงานวิจัยของ นริศรา คงสุข และคณะ (2563) ที่ได้ทำการศึกษากการย่อยสลายหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่เสริมและไม่เสริม *Lactobacillus plantarum* BCC 65951 ในกระเพาะรูเมน โดยวิธี *In vitro* gas production technique พบว่าในการหมักที่มีการเสริมแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria; LAB) สามารถช่วยย่อยสลายได้เพียงส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่ายเท่านั้น แต่ไม่สามารถช่วยย่อยเซลลูโลสได้ จึงไม่มีผลต่อการย่อยสลายที่เกิดขึ้นในรูเมน ดังนั้นจึงไม่มีผลต่อค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส

ค่าจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส ได้แก่ ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ (a) ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร (b) ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (c) จากการทดลองพบว่า ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ (a) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50/50 กก. มีค่าสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30 และ 60/40 กก. ทั้งนี้เป็นเพราะองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 50/50 กก. มีค่าโภชนะโปรตีนที่เป็นโภชนะส่วนที่ย่อยได้ง่ายอยู่มาก (ตารางที่ 4.2-4.6) จึงส่งผลให้ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่ละลายได้ในน้ำ (a) มีค่ามากที่สุด ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร (b) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0 กก. มีค่าสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. ทั้งนี้เป็นเพราะองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0 กก. มีเยื่อใยที่เป็นโภชนะส่วนที่ย่อยได้ยากอยู่มาก (ตารางที่ 4.2-4.6) จึงส่งผลให้ค่าศักยภาพในการย่อยสลายอาหาร (b) มีค่ามากที่สุด และ ค่าอัตราการผลิตแก๊ส (c) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0 กก. มีค่าสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก

ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. จากการทดลองเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ Cherdthong *et al.* (2013) รายงานว่า การย่อยได้ของ โภชนะมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อปริมาณ NDF และ ADF ที่เพิ่มขึ้นของอาหารในหลอดทดลอง ผลผลิตแก๊สสะสมที่เกิดขึ้นและค่าความสามารถในการย่อยสลายขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ (a) ซึ่งเป็นค่าปริมาณการผลิตแก๊ส ณ เวลาที่ 0 (จุดตัดแกน y) ส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อย (b) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการย่อยสลายอาหารได้ของจุลินทรีย์ โดยส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อย เป็นส่วนที่บ่งบอกถึงศักยภาพในการย่อยได้ของอาหารสูง ปริมาณผลผลิตแก๊สสะสมมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณการย่อยสลายได้ขององค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้และส่วนที่ถูกหมักย่อย (Sallam *et al.* 2007) พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาที่สูงกว่าและมีการย่อยได้ที่ดีกว่า มีการผลิตแก๊ส (*In vitro* study) ได้ดีกว่าพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาที่ต่ำกว่า (Kamalak *et al.* 2005; Karabulut *et al.* 2007) จากการทดลองของกันยารัตน์ ไชยเสน (2545) พบว่า หากพิจารณาจากสูตรอาหารเดียวกันที่ใช้แหล่งของอาหารหยาบต่างกัน พบว่า ต้นข้าวโพดหมักมีปริมาณแก๊สสูงกว่ากลุ่มที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมัก เนื่องจากสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในอาหารทดลองในกลุ่มที่มีต้นข้าวโพดหมัก มีค่าสูงกว่าอาหารทดลองในกลุ่มที่มีหญ้าเนเปียร์หมัก และจากการทดลองพบว่าปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายขององค์ประกอบของส่วนที่ไม่ละลายในน้ำ แต่สามารถย่อยสลายได้ (d) ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40 และ 50/50 กก. ในทุกช่วงอายุการหมัก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

4.3 การทดลองที่ 3 ผลของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นต่อการกินได้ การเจริญเติบโต เปอร์เซ็นต์ซาก และคุณภาพเนื้อของแพะนมเพศผู้

จากการทดลองที่ 1 และ 2 พบว่า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10 และ 80/20 กก. มีคุณลักษณะการหมักที่อยู่ในเกณฑ์ดี มีคุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ดี จึงได้นำกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มนี้มาใช้เป็นกลุ่มทดลองในการทดลองที่ 3 และเลือกใช้ระยะเวลาในการหมักที่ 21 วัน เนื่องจากเป็นระยะเก็บรักษา (Stable Phase) พืชหมักจะ สามารถเก็บไว้ได้นาน

4.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าอาหารสัตว์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารขึ้นที่ใช้ในการทดลอง และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนต่างๆ พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของอาหารขึ้น มีปริมาณของ DM, OM, CP, EE, NDF, ADF, ADL และ Ash เท่ากับ 94.76, 90.28, 19.15, 5.85, 44.70, 27.02, 6.09 และ 9.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ มีค่า GE เท่ากับ 4286.21 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในส่วนขององค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. ที่อายุการหมักที่ 21 วัน พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลให้องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) คือ เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้ค่า DM, OM, CP และ EE เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยค่า DM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (32.54, 27.80 และ 22.97 เปอร์เซ็นต์) ค่า OM ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 0 เปอร์เซ็นต์ กก. (94.99, 93.17 และ 90.09 เปอร์เซ็นต์) ค่า CP ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (52.56, 31.78 และ 8.27 เปอร์เซ็นต์) และค่า EE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (2.59, 1.87 และ 1.35 เปอร์เซ็นต์) รวมถึงค่า GE ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 0 กก. ตามลำดับ (5,039.64, 4,636.11 และ 4,119.91 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นกลับพบว่า ปริมาณของเยื่อใย NDF, ADF และ ADL รวมถึงปริมาณของ Ash ลดลง โดยค่า NDF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 20 กก. ตามลำดับ (67.81, 41.35 และ 26.23 เปอร์เซ็นต์) ค่า ADF ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 20 กก. ตามลำดับ (53.53, 46.78 และ 30.52 เปอร์เซ็นต์) ค่า ADL ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 20 กก. ตามลำดับ (9.06, 6.85 และ

6.20 เปอร์เซ็นต์) และค่า Ash ในกลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 10 และ 20 กก. ตามลำดับ (10.72, 7.38 และ 5.37 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. พบว่า เมื่อหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสัดส่วนที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้หญ้าอาหารสัตว์หมักมีปริมาณของ DM, OM, CP, EE และ GE ที่เพิ่มสูงขึ้น รวมถึงมีให้ปริมาณของ NDF, ADF, ADL และ Ash ลดลง สอดคล้องกับการทดลองที่ 1 ที่ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวในสัดส่วนต่างๆ (ตารางที่ 4.2-4.6) สารอาหารที่จำเป็นตามความต้องการของแพะนั้นคือ เป็นความต้องการพื้นฐาน เพราะแพะต้องการสารอาหารที่มีประโยชน์ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างความร้อนให้แก่ร่างกาย การสร้างพลังงานในการดำรงชีวิต การเจริญเติบโตของร่างกาย รวมถึงการสร้างผลผลิตที่เป็นกล้ามเนื้อและนม สารอาหารที่จำเป็นที่มีความสำคัญต่อความต้องการขั้นพื้นฐานของแพะ คือ น้ำ อาหารพลังงาน โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ (มานะ สุภาดิ. 2555)

ตารางที่ 4.17 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารขึ้น และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (% on Dry matter)

รายการ	อาหารขึ้น	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
		0	10	20		
วัตถุแห้ง (DM)	94.76	22.97 ^C	27.80 ^B	32.54 ^A	0.705	0.004
อินทรีย์วัตถุ (OM)	90.28	90.09 ^C	93.17 ^B	94.99 ^A	0.031	<0.01
โปรตีนรวม (CP)	19.15	8.27 ^C	31.78 ^B	52.56 ^A	0.639	<0.01
ไขมันรวม (EE)	5.85	1.35 ^C	1.87 ^B	2.59 ^A	0.045	<0.01
เยื่อใย						
NDF	44.70	67.81 ^A	41.35 ^B	26.23 ^C	0.811	<0.01
ADF	27.02	53.53 ^A	46.78 ^A	30.52 ^B	1.129	<0.01
ADL	6.09	9.06 ^a	6.85 ^b	6.20 ^b	0.309	0.025
เถ้า (Ash)	9.72	9.91 ^A	6.83 ^B	5.01 ^C	0.031	<0.01
GE (kcal/kg)	4286.21	4119.91 ^C	4636.11 ^B	5039.64 ^A	7.083	<0.01

^{ab} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวนอน, ^{ABC} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, NDF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด, ADL = เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด, GE = พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 สมรรถภาพการผลิตและการกินได้

สมรรถภาพการผลิตและการกินได้ของแพะนมเพศผู้ไม่ตอน ดังแสดงในตารางที่ 4.18 จะเห็นได้ว่า สัตส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก.) (3.67, 12.34 และ 11.85 กิโลกรัม ตามลำดับ) และอัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน) (24.44, 82.27 และ 79.00 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ปริมาณการกินได้ อาหารขึ้นในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว กลับพบว่า สัตส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณการกินได้อาหารขึ้นในหน่วยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P < 0.05$) ในส่วนของปริมาณการกินได้อาหารหยาบ อาหารขึ้น และปริมาณการกินได้รวม ของแพะ พบว่า สัตส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากการ ทดลองนี้จะเห็นได้ว่าแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ สัดส่วน 10 และ 20 กก. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Body weight gain; BWG) (กก.) และอัตราการเจริญ เติบโตต่อตัวต่อวัน (Average Daily Gain; ADG) (กรัม/ตัว/วัน) ที่ดีกว่าแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปาก ช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว (0 กก. โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น) ทั้งนี้หากดูจากปริมาณการกินได้ใน หน่วย กรัม/กิโลกรัม เมตาบอลิกบอดีเวท ($\text{g/kg BW}^{0.75}$) ที่จะแสดงให้เห็นว่าอาหารที่แพะได้รับ แพะสามารถนำไปใช้สำหรับการดำรงชีพได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้น เมื่อไม่แตกต่างกัน แต่ แพะที่ได้รับปริมาณโภชนะโปรตีนในอาหารที่สูงกว่า จึงส่งผลให้มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า นอกจากนี้จากการทดลองที่ 2 ในเรื่องของการย่อยได้ในรูเมน โดยวิธี *In vitro* technique ที่พบว่า หญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10 และ 80/20 กก. มี คุณสมบัติของการย่อยได้ดี จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้แพะสามารถนำโภชนะที่ได้รับมาใช้ ประโยชน์ได้ และส่งผลให้แพะเจริญเติบโตได้ดี ในส่วนของปริมาณการกินได้ (Feed intake; FI) ของอาหารขึ้น (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) พบว่า แพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10 และ 80/20 กก. มีค่า FI ของอาหารขึ้นที่ลดต่ำลง ผล การทดลองนี้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราธิรัตน์ วุ่นจันทร์ และคณะ (2562) ที่ทำการทดลองใน แพะนมเพศผู้ลูกผสมสายพันธุ์ชาแนล×แองโกลนูเบียน ที่ได้รับอาหารผสมครบส่วน ที่มีระดับของ โปรตีนแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ที่ระดับโปรตีน 14, 16 และ 18 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อาหารผสมครบ ส่วนที่มีระดับของโปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ BWG และ ADG สูงที่สุด เนื่องจากระดับของ โปรตีนมีผลต่อการเจริญเติบโต (NRC. 2001) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chobtang *et al.* (2009) ที่ ทำการศึกษาระดับของโปรตีนที่ 8, 10, 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงต่อการ เจริญเติบโตในแพะเพศผู้ พบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับโปรตีนในอาหารใช้ในการเลี้ยง ส่งผลให้แพะ มีน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น อีกทั้งยังมีรายงานว่าอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำจะ ส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำตามไปด้วย ทั้งในแพะพันธุ์ชาแนล และแพะพันธุ์ลูกผสม พื้นเมือง (Negesse *et al.*, 2001; Pralomkarn *et al.*, 1995b) นอกจากนี้จากงานวิจัยของ อนุสรณ์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจ็ดทอง และคณะ (2559) ยังพบว่า สัตว์ที่ได้รับโภชนาในระดับที่สูงและเพียงพอต่อการดำรงชีพ และการเจริญเติบโตแล้ว อาจส่งผลทำให้การกินได้ของอาหารลดลงตามไปด้วย

ตารางที่ 4.18 สมรรถภาพการผลิตและการกินได้ของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่สัดส่วนต่างๆ (150 วัน)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กิโลกรัม)	19.56	19.06	18.84	1.695	0.984
น้ำหนักตัวสิ้นสุด (กิโลกรัม)	22.31	29.62	28.63	1.537	0.151
น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)	3.67 ^B	12.34 ^A	11.85 ^A	0.640	<0.01
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	24.44 ^B	82.27 ^A	79.00 ^A	4.267	<0.01
ปริมาณการกินอาหาร (กรัม/ตัว/วัน)					
อาหารข้น	162.41	186.61	172.25	11.718	0.705
อาหารหยาบ	309.82	430.49	442.97	26.912	0.125
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	472.22	617.11	615.23	32.980	0.163
ปริมาณการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว)					
อาหารข้น	0.722 ^a	0.628 ^b	0.604 ^b	0.016	0.030
อาหารหยาบ	1.450	1.470	1.528	0.089	0.934
รวม (อาหารข้น+อาหารหยาบ)	2.166	2.098	2.130	0.078	0.939
ปริมาณการกินอาหาร (กรัม/กิโลกรัม เมตาบอลิซึม)					
อาหารข้น	15.620	14.622	13.890	0.466	0.347
อาหารหยาบ	31.004	34.066	35.402	1.893	0.635
รวม (อาหารข้น+อาหารหยาบ)	46.626	48.690	49.292	1.667	0.795

^{ab} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวนอน,

^{ABC} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน

ปริมาณการกินได้โภชนาของแพะนมเพศผู้ไม่ตอนที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นมีผลให้ปริมาณการกินได้โปรตีนของแพะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) คือ เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่ซึ้นที่เพิ่มสูงขึ้นปริมาณการกินได้โปรตีนในอาหารหยาบ (25.64, 136.82 และ 232.85 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) และปริมาณการกินได้โปรตีนในอาหารรวม (56.74, 172.55 และ 265.83 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ส่วนปริมาณการกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โปรตีนในอาหารชั้น และปริมาณการกินได้พลังงาน ในอาหารชั้น อาหารหยาบ และอาหารรวมของแพะ พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.19 จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าแพะที่ได้รับอาหารทดลองที่มีใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 จะได้รับโปรตีนในระดับที่สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เมื่อแพะทดลองได้รับระดับโปรตีนที่สูงในช่วงการเจริญเติบโตจะส่งผลให้แพะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่า

ตารางที่ 4.19 ปริมาณการกินได้โภชนะของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
ปริมาณการกินได้โปรตีน (กรัม/ตัว/วัน)					
อาหารชั้น	31.10	35.73	32.98	2.244	0.705
อาหารหยาบ	25.64 ^C	136.82 ^B	232.85 ^A	12.434	<0.01
รวม (อาหารชั้น+อาหารหยาบ)	56.74 ^C	172.55 ^B	265.83 ^A	13.220	<0.01
ปริมาณการกินได้พลังงาน (กรัม/ตัว/วัน)					
อาหารชั้น	6.96	8.00	7.38	0.502	0.705
อาหารหยาบ	15.61	19.96	18.25	1.165	0.342
รวม (อาหารชั้น+อาหารหยาบ)	22.57	27.96	25.63	1.431	0.339

ABC ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ในแนวนอน

จากตารางที่ 4.20 แสดงให้เห็นว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าการย่อยได้อินทรีย์วัตถุ (OM) (53.64, 66.53 และ 66.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) โปรตีนหยาบ (CP) (56.54, 83.30 และ 87.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และไขมัน (EE) (74.94, 80.65 และ 81.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ของแพะนมเพศผู้ไม่ตอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) สำหรับค่าการย่อยได้เยื่อใย พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าการย่อยได้ของ NDF (53.25, 48.84 และ 32.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และ ADF (52.80, 45.24 และ 42.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) และค่าการย่อยได้พลังงานรวม (GE) (56.15, 65.82 และ 62.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) พบว่า เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้นค่าการย่อยได้พลังงานรวมของแพะทดลองก็เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าการย่อยได้เถ้า (Ash) ของแพะนมเพศผู้ ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ มีผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (42.99, 47.56 และ 40.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามลำดับ) จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลให้ปริมาณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (OM), โปรตีนหยาบ (CP), ไขมัน (EE) และ พลังงานรวม (GE) เพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ค่าการย่อยได้ของเยื่อใย NDF และ ADF กลับมีค่าลดลงมีการศึกษาก่อนหน้าของ ปิ่น จันจุฬา และคณะ (2557) ที่ทำการศึกษาค่าผลของระดับโปรตีนในอาหารชั้นที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 16, 17, 18 และ 19 เปอร์เซ็นต์ ต่อการย่อยได้ของแพะรีดนมลูกผสมสายพันธุ์ชานเนนพบว่า สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนหยาบ (CP) ในแพะนมกลุ่มที่ได้รับอาหารชั้นที่มีระดับของโปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด ซึ่งปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดระดับการตอบสนองของสัตว์ต่ออาหาร คือ การกินได้และการย่อยได้โภชนะ กล่าวคือ ถ้าสัตว์สามารถกินอาหารชนิดหนึ่งได้มากและย่อยได้มาก ก็จะทำให้มีโภชนะที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก และจะเพิ่มสมรรถภาพในการให้ผลผลิตของสัตว์ให้สูงขึ้นได้ (Van Soest, 1994) Merten (1997) กล่าวว่า คุณภาพของอาหารหยาบที่สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับมีผลต่อการกินได้ โดยถ้าสัตว์ได้รับอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีระดับของเยื่อใยหรือผนังเซลล์อยู่สูง สัตว์จะไม่สามารถกินอาหารที่ให้พลังงานได้ตามที่สัตว์ต้องการ เนื่องจากสัตว์จะถูกจำกัดโดยความจุของกระเพาะหมัก แต่หากสัตว์ได้รับอาหารที่มีเยื่อใยต่ำและพลังงานสูง สัตว์จะกินอาหารได้จนกว่าจะได้รับพลังงานตามที่ร่างกายของสัตว์ต้องการ

ตารางที่ 4.20 ค่าการย่อยได้โภชนะ (%) ที่พบในมูลของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (สัปดาห์สุดท้ายก่อนสิ้นสุดการทดลอง)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
อินทรีย์วัตถุ (DM)	53.64 ^B	66.53 ^A	66.71 ^A	0.921	0.006
โปรตีนรวม (CP)	56.54 ^B	83.30 ^A	87.93 ^A	0.696	<0.01
ไขมันรวม (EE)	74.94 ^b	80.65 ^a	81.49 ^a	0.625	0.032
เยื่อใย					
NDF	53.25 ^A	48.84 ^A	32.29 ^B	0.572	0.005
ADF	52.80 ^A	45.24 ^B	42.81 ^C	0.171	<0.01
เถ้า (Ash)	42.99	47.56	40.32	1.385	0.317
GE (kcal/kg)	56.15 ^b	65.82 ^a	62.57 ^{ab}	0.868	0.032

^{ab} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวนอน,

^{ABC} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน,

NDF = Neutral detergent fiber, ADF = Acid detergent fiber, GE = พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการทดลองครบ 150 วัน ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในกระแสเลือด (Blood urea nitrogen; BUN) โดยทำการเก็บตัวอย่างเลือด 3 ช่วงเวลา คือ 0, 3 และ 6 ชั่วโมง ภายหลังการให้อาหาร พบว่า สัตว์ส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ปริมาณไนโตรเจนในกระแสเลือดชั่วโมงที่ 0 (ก่อนการให้อาหาร) และ 3 ภายหลังให้อาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่ ณ ชั่วโมงที่ 6 ภายหลังให้อาหารปริมาณไนโตรเจนในกระแสเลือดของแพะทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.21 จากการทดลองนี้ จะเห็นได้ ณ ชั่วโมงที่ 0 (ก่อนการให้อาหาร) แพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10 และ 80/20 กก. มีปริมาณไนโตรเจนในกระแสเลือดมากกว่าแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว (0 กก. โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น) ทั้งนี้เป็นเพราะแพะมีการกินอาหารทยายมาตลอดตั้งแต่เมื่อเย็นของเมื่อวานจนถึงตอนเช้า จึงทำให้แพะยังมีปริมาณของ BUN ผิดกับแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว คือ เมื่อแพะกินอาหารชิ้นหมดไปภายในเมื่อเย็นของเมื่อวานแล้ว กว่าที่จะถึงมือเช้าปริมาณ BUN จึงอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าแพะ 2 กลุ่มแรก และเมื่อมาคูดในช่วงที่ 3 ภายหลังจากการให้อาหารไปแล้ว พบว่า แพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 90/10 และ 80/20 กก. มีปริมาณ BUN ในระดับสมดุล ในขณะที่แพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว มีปริมาณ BUN ที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากการที่แพะได้รับอาหาร และเข้าสู่ระดับที่ปกติในช่วงที่ 6 ภายหลังการให้อาหาร ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณ BUN มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตเนื่องจากในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีการปรับสมดุลภายในตัวของมันเอง แพะจะพยายามปรับสมดุลของไนโตรเจนในตัวมันเองให้อยู่ในระดับที่ปกติ โดยนำโภชนะโปรตีนที่แพะกินและย่อยได้มาปรับให้มีปริมาณของ BUN ให้อยู่ในสภาพที่สมดุลก่อน แล้วจึงนำโปรตีนที่เหลือไปใช้ในการเจริญเติบโต

ตารางที่ 4.21 ค่าความเข้มข้น Blood urea nitrogen (mg/dl) ของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (ในวันสุดท้ายของการทดลอง)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
ช่วงที่ 0	14.10 ^C	27.90 ^B	36.00 ^A	1.150	<0.01
ช่วงที่ 3	16.60 ^B	30.70 ^A	35.62 ^A	0.994	<0.01
ช่วงที่ 6	35.80	32.60	35.90	6.709	0.974

ABC ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน

กิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนนั้นจะแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของอาหาร อย่างไรก็ตามเมื่อสัตว์กินอาหาร อาหารจะถูกหมักย่อยโภชนะโปรตีนจากจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมนโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียที่ทำหน้าที่ย่อยสลายโปรตีน ได้ผลิตสุดท้ายเป็น แอมโมเนีย โดยแอมโมเนียบางส่วนจะถูกนำไปใช้สังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน และบางส่วนที่ไม่ถูกนำไปใช้ จะมีการดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนและลำเลียงเข้าสู่กระแสเลือด (เมธา วรรณพัฒน์. 2533) ทำให้ค่าความเข้มข้นของ ยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือด (Blood urea nitrogen; BUN) เพิ่มขึ้นหลังจากที่มีการให้อาหารไปแล้ว 3 ชั่วโมง จากการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งรัตน์ ประสมสุข และคณะ (2563) ที่ทำการศึกษาผลของระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน 3 ระดับในสูตรอาหาร (9, 12 และ 15 เปอร์เซ็นต์) ต่อค่า BUN ของแพะพันธุ์พื้นเมืองเพศผู้ พบว่า แพะที่ได้รับ โปรตีนที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร มีค่า BUN สูงที่สุด ($P<0.01$) และแพะที่ได้รับโปรตีนที่ระดับ 9 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร มีค่า BUN ต่ำที่สุด เนื่องจากการได้รับอาหารที่มีโปรตีนน้อยเกินไป หรืออาจมีปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น การดูดซึมอาหารบกพร่อง น้ำในร่างกายมากเกินไป ภาวะทุพโภชนาการ (Malnutrition) เป็นต้น (เทียนทิพย์ ไกรพรหม และสิทธิศักดิ์ จันทรัตน์. 2561) ซึ่งระดับปกติของความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดของแพะควรอยู่ในช่วง 11.2-27.7 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Lloyd. 1982) แสดงให้เห็นว่ายิ่งแพะทดลองได้รับระดับโปรตีนในอาหารมากเท่าไร ค่าความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดจะยิ่งเพิ่มมากขึ้น บุญเสริม พรจันทิก และคณะ (2558) รายงานว่า ค่าความเข้มข้นของระดับยูเรีย-ไนโตรเจนมีความผันแปรขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อายุ อาหาร ปริมาณโปรตีนที่กินได้ และ Nousiainen *et al.* (2004) รายงานว่า ปริมาณไนโตรเจนในกระแสเลือดที่สูงเกินไป บ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนในอาหารนั้นไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความต้องการอาหารของแพะนั้น ถือเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เนื่องด้วยแพะมีความต้องการสารอาหารและพลังงานเพื่อใช้ ประโยชน์ในการดำรงชีวิต การเพิ่มน้ำหนักตัว เพื่อการสร้างความอบอุ่นแก่ร่างกาย รวมถึงการใช้สร้างผลผลิต ดังนั้นการให้อาหารจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความต้องการนำไปใช้ของแพะ ซึ่งปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการให้อาหารสัตว์ต้องสัมพันธ์กับเรื่องของสภาพร่างกายของสัตว์ว่าอยู่ในช่วงอายุใด และมีการให้ผลผลิตในรูปแบบใด เช่น ลูกสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต แม่แพะที่ตั้งท้อง แพะขุนเพื่อให้เนื้อ และแม่แพะที่อยู่ในช่วงให้นม เป็นต้น (มานะ สุภาดี และคณะ. 2555)

และจากการวัดค่า pH และองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ที่พบในของเหลวจากรูเมนของแพะทดลองภายหลังการที่สัตว์ถูกฆ่าทันที พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลต่อค่า pH, C_2 , C_3 , C_4 และ ปริมาณกรดอินทรีย์รวม (Total organic acid) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.22 แสดงให้เห็นว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อระบบนิเวศภายในรูเมน และการสังเคราะห์แหล่งพลังงานอย่าง C_2 , C_3 ,

C_4 และ กรดแลกติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ค่า pH และองค์ประกอบของกรดอินทรีย์ที่พบในของเหลวจากรูเมนของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (ภายหลังจากที่สัตว์ถูกฆ่าทันที)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
pH	6.59	6.54	6.59	0.079	0.951
Organic acid					
C ₂ (มิลลิโมล/ลิตร)	124.68	116.56	99.90	24.935	0.919
C ₃ (มิลลิโมล/ลิตร)	74.66	97.73	94.60	17.319	0.842
C ₄ (มิลลิโมล/ลิตร)	14.78	34.0	20.00	9.345	0.694
Lactic acid (มิลลิโมล/ลิตร)	61.14	79.49	55.17	13.354	0.746
Total organic acid (มิลลิโมล/ลิตร)	275.30	327.80	269.70	51.875	0.882

C₂ = Acetic acid, C₃ = Propionic acid, C₄ = Butyric acid, Total organic acid = Acetic acid + Propionic acid + Butyric acid + Lactic acid

4.3.3 ลักษณะซากและการตัดแต่งซากแพะแบบสากล

จากการศึกษาลักษณะซากของแพะทดลองที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นสัดส่วนที่ 0, 10 และ 20 กก. พบว่า เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลต่อน้ำหนักซากอุ่น (Hot carcass weight) (12.13, 12.04 และ 8.22 กิโลกรัม) เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (Hot dressing) (46.80, 45.05 และ 39.25 เปอร์เซ็นต์) และเปอร์เซ็นต์ซากเย็น (Chilled dressing) (44.21, 43.39 และ 37.49 เปอร์เซ็นต์) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในส่วนของน้ำหนักซากเย็นแม้จะมีค่าที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนน้ำหนักซากเย็น (กก.) มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้น (7.86, 11.61 และ 11.50 กิโลกรัม) แต่สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลต่อเครื่องในของแพะทดลอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ลักษณะซากของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)	150	150	150	.	.
น้ำหนักตัวสิ้นสุด (กิโลกรัม)	22.31	29.62	28.63	1.537	0.151
น้ำหนักมีชีวิตหลังอดอาหาร (กิโลกรัม)	20.80	26.80	26.00	1.463	0.232
น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม)	8.22 ^B	12.04 ^A	12.13 ^A	0.628	0.041
น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม)	7.86	11.61	11.50	0.629	0.052
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน	39.25 ^B	45.05 ^A	46.80 ^A	0.754	0.004
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น	37.49 ^B	43.39 ^A	44.21 ^A	0.637	0.002
น้ำหนักชิ้นส่วนเครื่องในซากอ่อน (กิโลกรัม)					
หัวและเขา	19.88	18.59	18.34	0.358	0.209
หน้าแข้ง	8.99	6.87	6.72	0.416	0.081
หนัง	21.98	22.80	22.30	0.758	0.906
ปอดและหลอดอาหาร	3.53	2.76	2.76	0.217	0.283
ม้าม	0.50	0.48	0.43	0.038	0.745
หัวใจ	1.33	1.16	1.24	0.074	0.680
ตับ	3.63	3.82	3.96	0.100	0.443
ไต	1.36	1.48	1.49	0.091	0.812

^{AB} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน

สำหรับผลการตัดแต่งชิ้นส่วน ดังแสดงในตารางที่ 4.24 จะเห็นได้ว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ต่างกันหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักมีผลต่อ เนื้อส่วนสันนอก (Longissimus dorsi), สันนอกติดกระดูก (T-bone), ขาหลัง (Hind Leg), สันสะโพก (Rib), ซี่โครงช่วงแรก (Rack), ขาหน้า (Fore Leg), อก (Breast) และ คอ (Neck) ของแพะทดลองที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ถึงแม้ว่าเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนของแพะทั้ง 3 กลุ่มทดลอง จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แพะกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 10 และ 20 กก. มีแนวโน้มของน้ำหนักซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน และเปอร์เซ็นต์ซากเย็น ที่ดีกว่าของแพะทดลองกลุ่มที่ได้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0 กก. การที่แพะมีเปอร์เซ็นต์ซากที่ดีขึ้น ส่งผลต่อน้ำหนักชิ้นส่วนที่มากขึ้น จึงทำให้ขายซากแพะได้ราคาที่สูงขึ้นตามมา ถึงแม้ว่าเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเครื่องในซากต่อน้ำหนักซากอ่อนของแพะและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเนื้อต่อซากเย็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครึ่งซีกจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ก็ไม่พบว่ามีผลกระทบต่อราคาขาย เนื่องมาจากการขายแพะนั้นจะเป็นการขายแบบยกทั้งตัว สมเกียรติ สายธนู (2528) รายงานว่า แพะโดยทั่วไปจะมีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนประมาณ 41-53 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า แพะเพศผู้จะมีเปอร์เซ็นต์ซากที่สูงกว่าแพะเพศเมีย และแพะเพศผู้ตอนจะมีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าแพะเพศผู้ไม่ตอน

ตารางที่ 4.24 เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนต่อซากเย็นครึ่งซีกของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเนื้อของซากเย็นครึ่งซีก					
สันนอก	2.48	2.71	2.28	0.197	0.679
สันนอกติดกระดูก	9.06	9.04	8.69	0.448	0.931
ขาหลัง	26.07	21.49	22.04	1.530	0.436
สันสะโพก	11.27	9.09	8.08	0.811	0.296
ซี่โครงช่วงแรก	8.89	9.39	10.26	0.393	0.385
ขาหน้า	24.97	19.95	18.88	1.508	0.252
อก	7.44	7.64	7.90	0.390	0.893
คอ	30.00	26.12	28.84	1.431	0.542

4.3.4 องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของเนื้อ

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่า pH ของกล้ามเนื้อสันนอกของแพะทดลองทั้ง 3 กลุ่มที่เลี้ยงด้วยหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างกันมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ค่าสีของเนื้อ พบว่า ค่า a^* (Redness) และ L^* (Lightness) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ค่า b^* (Yellowness) กลับพบว่า เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่า b^* (Yellowness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) มีค่าเท่ากับ 13.24, 11.67 และ 9.88 ตามลำดับ ในส่วนของค่าการสูญเสียระหว่างการเก็บรักษา (Drip loss) พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลต่อค่าการสูญเสียระหว่างการเก็บรักษา (Drip loss) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลให้ค่าการสูญเสียภายหลังจากการปรุงสุก (Cooking loss) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (33.71, 24.35 และ 22.30 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงในตารางที่ 4.25 จากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า เนื้อของแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 80/20 กก. จะมีสีของเนื้อที่สดน้อยกว่าแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัดส่วน 100/0 และ 80/20 เปอร์เซ็นต์ โดยสังเกตจากค่าสีเหลืองที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และถึงแม้ว่าค่าความสว่าง (L^* ; Lightness;) และ ค่าสีแดง (a^* , Redness;) ของเนื้อแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่จะเห็นได้ว่าค่าสีทั้งหมดมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน โดยค่าความสว่าง หรือค่าการดูดกลืนแสงของเนื้อจากแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 80/20 กก. มีค่าน้อยที่สุด ในที่นี้จะหมายความว่าเนื้อแพะชิ้นนั้นมีการดูดกลืนแสงเข้าไปได้มาก จึงทำให้ค่าที่อ่านได้มีค่าน้อย เท่ากับว่าเนื้อนั้นมีสีเข้ม อีกทั้งค่าสีแดงที่พบยังมีค่ามากที่สุด ในส่วนของค่าการสูญเสีย น้ำภายหลังการปรุงสุกจะเห็นได้ว่าเนื้อของแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 10 และ 20 กก. จะมีค่าการสูญเสีย น้ำภายหลังการปรุงสุกน้อยกว่าแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว (0 กก. โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น) และถึงแม้ว่าค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ (Shear force) ของเนื้อแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่จะเห็นได้ว่าค่าการสูญเสีย น้ำหนักหลังการให้ความร้อน และค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน โดยสามารถอธิบายได้ว่า ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อของแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 10 และ 20 กก. มีค่าน้อยที่สุด หมายถึงใช้แรงในการตัดผ่านชิ้นเนื้อน้อย เท่ากับว่าเนื้อมีความนุ่ม และเหตุที่ทำให้เนื้อมีความนุ่มเป็นเพราะการสูญเสีย น้ำหนักหลังการให้ความร้อนมีค่าน้อย หมายถึงขณะที่ทำการปรุงสุก เนื้อมีการสูญเสีย น้ำในปริมาณที่น้อย สำหรับค่าการสูญเสีย น้ำระหว่างการเก็บรักษา (Drip loss) ของเนื้อแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0, 10 และ 20 กก. จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 10 และ 20 กก. จะมีปริมาณ น้ำหนักที่สูญเสียไปในระหว่างการละลายน้อยกว่าแพะที่ได้รับหญ้านเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว (0 กก. โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น) จากการทดลองของ ภูธรฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และคณะ (2562) ที่ได้ทำการศึกษาถึงอัตราการสูญเสีย น้ำระหว่างการปรุงสุก พบว่า ปัจจัยการตอนไม่มีผลต่ออัตราการสูญเสีย น้ำระหว่างการทำให้สุกเฉลี่ยของแพะเพศผู้ที่ตอนและไม่ตอน คือ 38.88 และ 37.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่าระดับอาหารขึ้นแต่ละระดับไม่มีผลต่ออัตราการสูญเสีย น้ำระหว่างการทำให้สุกเฉลี่ย เช่นกัน คือ 40.45, 39.08, 37.75 และ 36.04 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.25 คุณภาพทางกายภาพของเนื้อแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
pH	6.07	6.05	6.05	0.144	0.997
สี					
L* (Lightness)	37.54	37.05	35.13	0.642	0.304
a* (Redness)	7.87	8.37	9.59	0.426	0.276
b* (Yellowness)	13.24 ^A	11.67 ^A	9.88 ^B	0.330	0.004
การสูญเสียระหว่างการเก็บรักษา (%)	10.06	8.65	8.28	0.317	0.094
การสูญเสียภายหลังการปรุงสุก (%)	33.71 ^A	24.35 ^B	22.30 ^B	0.890	<0.01
ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)	7.04	6.72	5.85	0.307	0.296

^{AB} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน

การศึกษายกประกอบทางเคมีของเนื้อสันนอกของแพะนมเพศผู้ไม่ตอนที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 0, 10 และ 20 กก. ที่ผ่านการบ่ม 24 ชม. พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีดังนี้ ความชื้น (75.39, 74.99 และ 74.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) วัตถุแห้ง (24.61, 25.01 และ 25.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อินทรีย์วัตถุ (98.69, 98.74 และ 98.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) โปรตีนรวม (24.02, 23.93 และ 23.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และ เถ้า (1.31, 1.26 และ 1.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ยกเว้นปริมาณ EE ที่พบว่า เมื่อสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ค่า EE ในเนื้อของแพะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (0.77, 1.44 และ 1.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 4.26 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปริมาณไขมันในเนื้อที่มาก อาจส่งผลไปถึงความนุ่มด้วย

เมื่อนำกล้ามเนื้อสันนอกไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid) พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมีผลต่อองค์ประกอบกรดไขมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.27 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรสามารถนำโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นมาใช้ในการเลี้ยงแพะได้จริงโดยไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อแพะ อีกทั้งเมื่อนำมาใช้เลี้ยงยังส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว (0 กก. โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น)

ตารางที่ 4.26 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ (% on Dry matter basis)

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
องค์ประกอบทางเคมี					
ความชื้น (Mist.)	75.39	74.99	74.75	0.256	0.600
วัตถุแห้ง (DM)	24.61	25.01	25.25	0.256	0.600
อินทรีย์วัตถุ (OM)	98.69	98.74	98.73	0.011	0.176
โปรตีนรวม (CP)	24.02	23.93	23.49	0.212	0.570
ไขมันรวม (EE)	0.77 ^b	1.44 ^a	1.23 ^a	0.079	0.013
เถ้า (Ash)	1.31	1.26	1.27	0.011	0.176
GE (kcal/kg DM)	1344.26	1383.56	1425.58	21.326	0.332

^{ab} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวนอน

GE = พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)

จากการทดลองของ ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และคณะ (2562) ที่ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ พบว่า การตอนไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์โปรตีน ในขณะที่แพะเพศผู้ไม่ตอนให้ปริมาณไขมันเฉลี่ยต่ำกว่าแพะเพศผู้ตอน ซึ่งการทดลองของ Volpolli *et al.* (2002) รายงานผลการทดลองในกวาง *D. dama* เพศผู้ที่ไม่ผ่านการตอนและได้รับอาหารหยาดเพียงอย่างเดียว มีปริมาณไขมันเฉลี่ยต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในแพะเพศผู้ที่ไม่ตอนก็มีการสะสมไขมันต่ำเช่นกัน และจากรายงานของ ธนัชรณ์ มรกต และคณะ (2547) กล่าวว่าเนื้อสัตว์โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก เช่น กวาง แพะ แกะ เป็นเนื้อที่ค่อนข้างมีความเป็นเนื้อแดง (Lean) ที่ค่อนข้างสูง ไขมันที่อยู่ในเนื้อกวางมีปริมาณค่อนข้างต่ำ และมีไขมันอิมัวอยู่ไม่มากนัก แต่มีกรดไขมันที่จำเป็นสูง ซึ่งกรดไขมันเหล่านี้ถือว่ามนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ แต่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ มิเช่นนั้นจะทำให้ร่างกายผิดปกติ ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยได้ ร่างกายจะต้องไปนำมาจากอาหารที่บริโภคเข้าไป และเนื้อแพะก็นับเป็นแหล่งที่ให้กรดไขมันที่จำเป็นต่อมนุษย์ได้เป็นอย่างดีอีกแหล่งหนึ่ง อย่างไรก็ตามเนื้อแพะจัดเป็นเนื้อสัตว์ในกลุ่มเนื้อแดง (Red muscle) ที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูง (โปรตีนสูง) และมีโครงสร้างโมเลกุลที่เล็ก ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีในการย่อยและดูดซึม เพื่อไปใช้ประโยชน์ในร่างกายได้ดี (ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ. 2560)

ตารางที่ 4.27 องค์ประกอบกรดไขมันของเนื้อแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ร่วมกับ โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วนต่างๆ

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
สัดส่วนของกรดไขมัน (เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด)					
C14:0	15.49	9.83	14.61	1.911	0.453
C15:0	3.23	2.49	2.97	0.308	0.621
C16:0	111.84	108.02	151.68	15.737	0.477
C16:1	11.04	9.92	12.75	1.289	0.675
C17:0	5.69	5.12	7.18	0.642	0.428
C17:1	4.35	3.97	5.43	0.506	0.494
C18:0	99.17	90.39	121.24	11.676	0.556
C18:1n9c	92.10	97.52	131.29	14.224	0.496
C18:1n9t	10.34	7.98	10.16	1.584	0.799
C18:2n6c	28.62	34.03	38.64	2.535	0.307
C18:2n6t	5.05	3.74	4.66	0.681	0.730
C18:3n3	1.14	0.76	1.16	0.080	0.116
C18:3n6	0.78	0.88	0.94	0.061	0.586
C20:0	1.75	2.46	3.11	0.214	0.070
C20:3n6	24.20	24.09	23.73	1.611	0.992
C21:0	5.17	4.88	5.02	0.211	0.854
SFA	242.33	223.19	305.81	30.017	0.520
UFA	177.62	182.90	228.77	19.817	0.529
MUFA	117.83	119.39	159.63	17.246	0.550
PUFA	59.79	63.50	69.13	3.845	0.619
PUFA/MUFA	0.61	0.56	0.50	0.060	0.773
n-6	58.65	62.74	67.98	3.814	0.618
n-3	1.14	0.76	1.16	0.080	0.116
n-6/n-3	55.83	83.47	62.19	5.044	0.104

SFA : Saturated fatty acid = C14:0 + C15:0 + C16:0 + C17:0 + C18:0 + C20:0 + C21:0, UFA : Unsaturated fatty acid = C16:1 + C17:1 + C18:1n9c + C18:1n9t + C18:2n6c + C18:2n6t + C18:3n3 + C18:3n6 + C20:3n6, MUFA : Monounsaturated fatty acid = C16:1 + C17:1 + C18:1n9c + C18:1n9t, PUFA : Polyunsaturated fatty acid = C18:2n6c + C18:2n6t + C18:3n3 + C18:3n6 + C20:3n6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ต้นทุนการผลิต และค่าตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ

นอกจากนั้นจากการศึกษาครั้งนี้ยังได้มีการคำนวณต้นทุนการผลิตของแพะนมเพศผู้ไม่ตอนที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็ง พบว่า สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็งที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ต้นทุนค่าอาหารหยาบ (บาท/กิโลกรัม) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) คือ มีค่าเท่ากับ 2.66, 2.76 และ 2.86 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ แต่หากมองในภาพรวมแล้วจะ พบว่า ต้นทุนที่ใช้ในการเลี้ยงแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็งที่สัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในส่วนของค่าตอบแทนเชิงเศรษฐกิจ พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และราคาขายของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็งที่สัดส่วน 100/0, 90/10 และ 80/20 กก. ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่สัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็งที่เพิ่มขึ้นมีผลให้กำไรที่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ เมื่อเพิ่มสัดส่วนโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็งในหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ส่งผลให้กำไรที่ได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย (-737.30, -21.00 และ 503.60 บาท/กิโลกรัม) ดังแสดงในตารางที่ 4.28 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเลี้ยงแพะโดยใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่แข็งที่สัดส่วน 80/20 กก. จะทำให้ได้กำไรมากที่สุด สำหรับต้นทุนค่าพันธุ์แพะที่ใช้ในการทดลอง ผู้ทดลองซื้อมาในราคา กิโลกรัมละ 120 บาท เป็นแพะที่ซื้อมาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะมีนบุรี ซื้อมาในช่วงเดือนตุลาคม ในปี 2561 และมีราคาขายในช่วงเดือนเมษายน ในปี 2562 อยู่ที่ กิโลกรัมละ 110 บาท ราคาและช่องทางการติดต่อซื้อ-ขายคล้ายกับการศึกษาของนราพร นาเอก และ ศทาวุธ ทะหล้า (2562) ที่ทำการศึกษาสภาพการผลิตและวิธีการตลาดแพะเนื้อ จังหวัดนครสวรรค์ พบว่า เกษตรกรจำหน่ายแพะรุ่นและลูกแพะเนื้อให้กับพ่อค้าภายในจังหวัด ราคาเฉลี่ย 116.5 บาท/กิโลกรัม ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 20.6 กิโลกรัม/ตัว จำหน่ายโดยการชั่งน้ำหนัก แพะเนื้อที่จำหน่ายไปส่วนใหญ่เพื่อเข้าโรงฆ่า การซื้อ-ขาย พ่อค้าจะเป็นผู้กำหนดราคา สถานที่ที่จำหน่ายแพะ เกษตรกรจะจำหน่ายแพะเนื้อที่ฟาร์มหรือคอกของเกษตรกรเอง ความถี่ในการจำหน่ายแพะเนื้อ 5 เดือน/ครั้ง ช่องทางการติดต่อซื้อ-ขายแพะเนื้อ เกษตรกรจะติดต่อซื้อ-ขายแพะเนื้อ ทางโทรศัพท์

ตารางที่ 4.28 ต้นทุนการผลิต และค่าตอบแทนเชิงเศรษฐกิจของแพะนมเพศผู้ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวแช่แช่ที่สัดส่วนต่างๆ

รายการ	โปรตีนถั่วเขียวแช่แช่ (กก.)			SEM	P-Value
	0	10	20		
ราคาค่าพันธุ์แพะ (บาท/ตัว)	2347.2	2287.2	2260.8	203.41	0.984
ราคาอาหารข้น (บาท/กิโลกรัม)	10.67	10.67	10.67	0.000	0.000
ราคาอาหารหยาบ (บาท/กิโลกรัม)	2.66 ^C	2.76 ^B	2.86 ^A	0.000	<0.01
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)					
ราคาอาหารข้น	2.04	2.34	2.16	0.147	0.701
ราคาอาหารหยาบ	3.59	4.27	3.89	0.251	0.551
ราคาอาหารทั้งหมด	5.63	6.61	6.05	0.335	0.502
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/150 วัน)					
ราคาอาหารข้น	305.80	351.38	324.34	22.065	0.705
ราคาอาหารหยาบ	538.17	641.09	584.01	37.625	0.551
ราคาอาหารทั้งหมด	843.97	992.47	908.35	50.278	0.502
ราคาอาหารทั้งหมดรวมค่าพันธุ์แพะ	3191.2	3279.7	3169.1	231.64	0.979
ค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก.)	296.19	115.47	146.72	35.163	0.122
ราคาขาย (บาท/ตัว)	2453.9	3258.6	3149.5	169.11	0.151
กำไร (บาท/ตัว)	-737.30 ^b	-21.00 ^{ab}	503.60 ^a	162.68	0.028

^{ab} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในแนวนอน, ^{ABC} ตัวอักษรที่อยู่เหนือค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ในแนวนอน, ราคาอาหารทั้งหมดรวมค่าพันธุ์แพะ = ราคาพันธุ์แพะ + ราคาอาหารทั้งหมด (150 วัน), กำไร = ราคาขาย - ราคาอาหารทั้งหมดรวมค่าพันธุ์แพะ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นต่อคุณค่าทางโภชนาการ สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อในแพะนมเพศผู้ สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่า สัตว์ส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ 20 กก./หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 80 กก. และทำการหมัก 21 วัน เป็นสัดส่วนและระยะเวลาหมักที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นแหล่งอาหารหยาดหมักที่มีคุณภาพดีสำหรับแพะนมเพศผู้ไม่ตอน โดยพิจารณาจาก

1. คุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพการหมัก และการย่อยได้ กล่าวคือ กลุ่มที่มีการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก./หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 80 กก. และทำการหมัก 21 วัน มีคุณลักษณะของหญ้าหมักที่ดี โดยมีค่า pH ปริมาณของไนโตรเจนที่ระเหยได้ ปริมาณกรดแลกติก ปริมาณกรดบิวทิริก และความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่ดี มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะโภชนาการโปรตีนอยู่ที่ 38.69 เปอร์เซ็นต์ และมีการย่อยได้ดี โดยค่าที่ได้ไม่ได้แตกต่างไปจากค่าการย่อยหญ้าสด อีกทั้งการใช้ระยะเวลาในการหมักที่ 21 วัน ยังเป็นระยะการเก็บรักษาของหญ้าหมัก เพื่อที่จะให้หญ้านั้นคงอยู่ในรูปของการหมักดอง เกษตรกรผู้เลี้ยงสามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน
2. สมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ คือ เมื่อนำหญ้าหมักที่มีสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ 20 กก./หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 80 กก. และทำการหมัก 21 วัน มาใช้ในการเลี้ยงแพะนมเพศผู้แล้ว พบว่า แพะมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี ปริมาณการกินได้โปรตีนในอาหารหยาดและในอาหารรวมดีโดยไม่ส่งผลกระทบต่อค่าพลังงาน มีปริมาณการย่อยได้เพิ่มสูงขึ้น มีปริมาณ BUN ในระดับสมดุล สัตว์พร้อมที่จะนำโปรตีนที่ได้ไปใช้ในการเจริญเติบโต หญ้าอาหารสัตว์หมักที่ใช้ไม่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมภายในรูเมนของแพะ อีกทั้งแพะยังสามารถนำโปรตีนที่ได้รับจากหญ้าอาหารสัตว์หมักไปใช้ในการเจริญเติบโตของตัวเองได้ แพะมีน้ำหนักซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน และเปอร์เซ็นต์ซากเย็นที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อราคาขายที่เพิ่มขึ้น สีของเนื้อแพะมีความซีดน้อยกว่าแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 100/0 และ 90/10 กก. เนื้อแพะมีค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังการให้ความร้อนน้อยกว่าเนื้อแพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักเพียงอย่างเดียว อีกทั้งยังมีแนวโน้มว่ามีปริมาณน้ำหนักรูเมนที่สูญเสียไปในระหว่างการละลายของเนื้อที่น้อยกว่า มีปริมาณไขมันในเนื้อที่มากขึ้นซึ่งอาจส่งผลไปถึงความนุ่ม สำหรับองค์ประกอบของกรดไขมันแสดงให้เห็นว่าเกษตรกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่สัดส่วน 20 กก./หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 80 กก. มาใช้ในการเลี้ยงแพะได้จริงโดยไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อแพะ

3. ในด้านต้นทุนการผลิตถึงแม้จะส่งผลให้ต้นทุนค่าอาหารหยาบเพิ่มขึ้น แต่หากมองในภาพรวมแล้วจะพบว่า ต้นทุนที่ใช้ในการเลี้ยงแพะนมเพศผู้ ไม่แตกต่างกัน แต่ในส่วนของผลกำไร พบว่า การเลี้ยงแพะโดยใช้หญ้าหมักที่มีสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ 20 กก./หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 80 กก. จะทำให้ได้กำไรมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะสามารถนำหญ้าหมักที่มีสัดส่วนของโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นที่ 20 กก./หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 80 กก. และทำการหมัก 14 วัน มาใช้ในการเลี้ยงแพะได้ หากเกษตรกรผู้เลี้ยงต้องการนำมาเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ในทันที โดยไม่ได้ต้องการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ไว้ในรูปหญ้าหมัก

5.2.2 การเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ควรมีการศึกษาร่วมกับแหล่งวัตถุดิบอาหารท้องถิ่นชนิดอื่นๆ เพื่อสนับสนุนการใช้ทรัพยากรอาหารที่มีในท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนม

5.2.3 ควรมีการศึกษาศรีเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ในสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นๆ เช่น แพะ เนื้อ แกะ และ โค เพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด

บรรณานุกรม

- กรมการค้าต่างประเทศ. 2561. การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมปศุสัตว์. 2551. ความต้องการโภชนาของโคเนื้อในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- กรมปศุสัตว์. 2559. การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมปศุสัตว์. 2560. บัญชีราคาจำหน่ายสัตว์พันธุ์คัดออก สัตว์คัดออก ผลผลิต และผลพลอยได้จากสัตว์ พ.ศ. ๒๕๖๐. สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมปศุสัตว์. 2562. ราคาจำหน่ายพันธุ์สัตว์ของเครือข่ายสัตว์พันธุ์ดีกรมปศุสัตว์ พ.ศ. ๒๕๖๒. สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กันยารัตน์ ไชยเสน. 2545. การใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารผสมสำเร็จรูปสำหรับแพะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- เกียรติศักดิ์ กล้าแอม, เกียรติสุรภัย โภคสวัสดิ์, วิรัช สุขสราญ และ นายแสง ไผ่แก้ว. 2548. เอกสารคำแนะนำหญ้าหมัก. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ไกรลาส เขียวทอง. 2554. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. เอกสารอัดสำเนา.
- ไกรลาส เขียวทอง, วิรัช อางหาญ, อิทธิพล เผ่าไพศาล, เรืองเดช ปั่นด้วง และ สรยุทธ วินิจชัย, (ผู้รวบรวม). 2556. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครราชสีมา : หจก. มิตรภาพการพิมพ์.
- ไกรลัทธิต วสุเพ็ญ, ศศิพันธ์ วงศ์สุททาวาส, เสมอใจ บุรินอก, จำลอง มิตรชาวไทย และ เฉลิมพล เอื้องกลาง. 2556. “ผลของการใช้หญ้าหมักทดแทนอาหารสำเร็จรูปสำหรับสุกรรุ่น ต่อสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของโภชนาในสุกรพื้นเมือง”. สัตวแพทยมหาสาร. 8(2) : 89-101.
- จักรพงษ์ ชัยคง, สุรศักดิ์ บุญแต่ง, สุภวันจักรี ดอนไสว, นิพนธ์ โคโตสี, ลลิต นามเสน และ อนุวัช ไพศาล. 2559. “ช่วงห่างเวลาและความสูงการตัดต่อลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมี ของหญ้าเนเปียร์ปลูกผสมภายใต้ระบบ ชลประทาน”. วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 2) : 868-875.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จันทร์พร เจ้าทรัพย์. 2555. **อิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้อต่อคุณภาพเนื้อแพะ**. คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- จันทร์รา วงศ์เขียว. 2548. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อแพะรมควัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- จารุ จารุชัยศิริ. 2562. **เลี้ยงแพะขาย สร้างรายได้**. เทคโนโลยี ปศุสัตว์. 9 มีนาคม 2562.
- จารุณี หนูละออง, อับดุลรอฮิม เปาะอีเต และ อิมรอน อาลีมามะ. 2559. “ผลของปุ๋ยต่อผลผลิตและ
องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์”. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. 1 (2) :
23-30.
- จินตนา ปัญจะ. 2563. **ตลาดแพะเนื้อเริ่มขยับตัว หลังโควิด-19 คลี่คลาย คาดราคาซื้อขายมีทิศทาง
ดีขึ้น**. ข่าวออนไลน์ RYT9. 24 มิถุนายน 2563.
- จิรวรรณ โรจนพรทิพย์. 2563. **บ้านไร่ละมัยฟาร์ม ชัยบาดาล ผลิตพันธุ์แพะบอร์ 100% ป้อนตลาด.
เทคโนโลยี ปศุสัตว์**. 24 พฤษภาคม 2563.
- จิรารัตน์ วุ่นจันทร์, เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ และ ทศพล มุลมณี. 2562. “ผลของระดับโปรตีนใน
อาหารผสมครบส่วนต่อสมรรถภาพการผลิตของแพะนมเพศผู้”. วารสารแก่นเกษตร. 47(2)
: 741-746.
- จีระชัย กาญจนพฤตพิงศ์, สมเกียรติ ทิมพัฒน์พงศ์, สุพจน์ สัจจาพิทักษ์, สิทธิชัย แก้วสุวรรณ, นาม
บัวทอง และ ประสงค์ ไคลมี. 2535. **การใช้กากถั่วเขียวเป็นอาหารสำหรับโคนม**. รายงาน
การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 30 สาขาสัตว สัตวแพทย์ ประมง, 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์
2535. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 161-172.
- ฉลอง วชิราภากร. 2541. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น**. ภาควิชาสัตว
ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ฉัตรชัย ศรีเพิ่ม, นันทนา ช่วยชูวงศ์, จันทร์พร เจ้าทรัพย์, เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ และ ราชศักดิ์
ช่วยชูวงศ์. 2561. **อิทธิพลของพันธุ์และชนิดกล้ามเนื้อที่มีต่อการทำงานของเอนไซม์คา
ลเพนและความนุ่มของเนื้อแพะ**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่
56 สาขาสัตว สัตวแพทย์ ประมง, 30 มกราคม - 2 กุมภาพันธ์ 2561. กรุงเทพมหานคร.
หน้า 384-389.
- เฉลา พัทธกัญสินสุข, จริยา บุญจรัสชะ และ จิรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์. 2553. **การรวบรวมและจัดทำ
ข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของพืชอาหารสัตว์**. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2553. กอง
อาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 77 หน้า.

- เฉลิมขวัญ สุขเนียม, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2552. “ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ”. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 28(4) : 424-433.
- ชาลินี ตั้มขลิบ. 2560. ผลของอาหารผสมเสร็จหมักจากเศษเหลือสับประด่อนิวศวิทยาในกระเพาะรูเมน, การย่อยได้โภชนะและสมรรถนะการเจริญเติบโตในแพะลูกผสม. วิทยาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, เพชรบุรี. 127 หน้า.
- โชค มิเกล็ด, จิระวัชร เข้มสวัสดิ์, จรูญโรจน์ จันทรศิริ, วิสูตร ศิริพงษ์พานันท์ และ อภิชาติ ศรีภัก. 2552. “การใช้ประโยชน์จากการทำทุ่งหญ้าถั่วผสมแบบสลับเป็นแถบในการเลี้ยงโคนม”. ในการสัมมนา เรื่องงานวิจัย วช. โอกาสการพัฒนาศักยภาพโคนมของประเทศ. 132-152. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภารกิจโครงการและประสาน.
- ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ, วิรุทธ อยู่บุญ และ สุบรรณ ฝอยกลาง. 2559. “ผลของการหมักต้นข้าวโพดสดโดยใช้สารเสริมชนิดต่างๆ ต่อองค์ประกอบทางเคมี และการย่อยได้โดยใช้เทคนิคถุงในท้อง”. วารสารแก่นเกษตร. 44(ฉบับพิเศษ 2) : 107-116.
- จิรพัชร ธรรมชีวัน และ ศุภชัย นาควิสุทธิ. 2561. ผลของความแตกต่างของสารเสริมหญ้าหมักที่มีผลต่อคุณภาพ และคุณค่าทางอาหารต่อการทำหญ้าหมัก. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์. 83 หน้า.
- ณัฐม จินดาพรรณ, สุจิตรา ศรีเงินยวง และ ชญานิน แดงพรม. 2557. “อิทธิพลของ pH และอุณหภูมิที่มีต่อสมบัติการละลายและการเกิดฟองของโปรตีนถั่วเขียวแช่เย็น”. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 9(1) : 52-62.
- ณทัย วิจิตโรทัย และ ธนชัย สิทธิไกรพงษ์. 2536. “การใช้กากถั่วเขียวจากโรงงานผลิตวุ้นเส้นในอาหารสุกรรุ่น น้ำหนัก 15-30 กิโลกรัม”. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 11(3) : 27-34.
- ดิเรก มะหะหมัด. 2563. ชาวบ้านคลองสามวา กทม. เลี้ยงแพะเนื้อ...ไม่พอขาย. เทคโนโลยี ปศุสัตว์. 13 กันยายน 2563.
- ทินกร พรหมเจริญ. 2545. คุณค่าทางโภชนะของโปรตีนถั่วเขียวแช่เย็นเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสุกร. คณะธุรกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- เทียนทิพย์ ไกรพรม และ สิทธิศักดิ์ จันทรรัตน์. 2561. “ผลการใช้เศษเหลือทิ้งจากปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารผสมสำเร็จในแพะต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยง่าย และเมแทบอลิซึมในเลือด”. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 10(2) : 171-183.

- ธนัษภรณ์ มรกต, วิจิตรา อินทรสุข และ อุไรวรรณ อิศราภรณ์. 2547. **โอกาส อุปกรณ์และเงื่อนไข ในการตัดสินใจลงทุนธุรกิจฟาร์มกวางในจังหวัดพิจิตร**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. 262 หน้า.
- ธวัชชัย มากมี. 2563. **ลพบุรี ทำเลทองของการเลี้ยงแพะ**. เทคโนโลยี ปศุสัตว์. 24 พฤษภาคม 2563.
- ธิดารัตน์ กันชะ, อธิพิณ เผ่าไพศาล และ กฤตพล สมมาตย์. 2558. “อิทธิพลของอายุตัดเก็บเกี่ยว หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อองค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการย่อยได้ พลังงานที่ใช้ ประโยชน์ได้และการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระเพาะหมักของโคเนื้อ”. **วารสารแก่น เกษตร**. 42(3) : 565-572.
- นราพร นาเอก และ คชาวุธ ทะหล้า. 2562. **สภาพการผลิตและวิธีการตลาดแพะเนื้อจังหวัด นครสวรรค์**. สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดนครสวรรค์ กรมปศุสัตว์, นครสวรรค์. 55 หน้า.
- นริศรา คงสุข, ศิวัช สังข์ศรีทวงษ์, เวทชัย เปล่งวิทยา, กิตติมา กองทอง และ เสาวลักษณ์ แยมหมื่น อาจ. 2563. “ผลของการเสริม *Lactobacillus plantarum* BCC 65951 ต่อคุณภาพการหมัก ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักโดยวิธีวัดแก๊สในห้องปฏิบัติการและการย่อยสลายใน กระเพาะรูเมน”. **วารสารเกษตร**. 36(1) : 145-153.
- นวพร ลาภส่งผล, นันทิดา บุญเสี่ยม และ ดวงหทัย ใจเสาร์. 2559. “ผลของการทดแทนแป้งสาลี ด้วยโปรตีนกากถั่วเขียวต่อคุณภาพของลูกกึ่งเนย”. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 47 (ฉบับพิเศษ 2) : 293-296.
- นัฐกานต์ โคตรชมพู, ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, เฉลิมพล เขื่องกลาง, เสมอใจ บุรินอก, เกศรา อำพา ภรณ์, ชเวง สารคล่อง และ ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ. 2555. “การใช้หญ้าหมักทดแทนในอาหาร สุนัขต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการย่อยได้ของโภชนะในสุนัขพันธุ์เมือง”. **วารสารแก่น เกษตร**. 40(ฉบับพิเศษ 2) : 507-511.
- นิรันดร์ นกแดง. 2555. “ผลของการหมักหญ้าชิกเนลเลื่อยร่วมกับกระดินต่อคุณภาพของพืช หมัก”. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์**. 7(2) : 119-128
- นิรันดร์ นกแดง. 2557. **ผลของการหมักหญ้าชิกเนลเลื่อยร่วมกับเชื้อในสาธิตต่อสมรรถภาพการ ผลิตของแพะ**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, นราธิวาส.
- นิรุจน์ พันธุ์ศรี และ พิสมัย พงษ์วัน. 2561. **ปัจจัยที่มีผลต่อการขยายตัวของ การเลี้ยงแพะในพื้นที่ จังหวัดบุรีรัมย์**. สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดบุรีรัมย์ กรมปศุสัตว์, บุรีรัมย์. 50 หน้า.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

- บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์, วิทยา สุมามัลย์, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย และ รำไพพร นามสีลี. 2555. **ศึกษาคุณภาพของพืชหมักในอุณหภูมิต่ำที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ**. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2555. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. หน้า 135-152.
- บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2546. **การเลี้ยงดูและจัดการแพะ**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- บุญเสริม พรจันทิก, ถลอม วชิราภากร, อนุสรณ์ เชิดทอง, ณพพงศ์พนธ์ สุภาพ และ จันทิรา วงศ์เนตร. 2558. “ผลของการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะเนื้อ”. **สัตวแพทย์มหานครสาร**. 10(2) : 81-97.
- บุญเหลือ เร่งศิริกุล และ ทองยศ อเนกะเวียง. 2528. **ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของแพะพันธุ์ผสมชาเนนเพศผู้ตอนและไม่ตอน**. คณะเกษตร ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 117 หน้า.
- บุญเหลือ เร่งศิริกุล. 2529. **การทำหมันหมัก**. ในเอกสารประกอบการอบรมจินตนาการกับการพัฒนาการเกษตร. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- ปริญญญา ศิริกุลชยานนท์. 2554. **การผลิตสารทดแทนไขมันสำหรับอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำจากโปรตีนถั่วเขียว**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ปริญญญา ทองสุข. 2560. **อิทธิพลของระบบการผลิต แพะ และพันธุ์กรรม มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อแพะ**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 14 หน้า.
- ปิ่น จันจุฬา และ เมธา วรรณพัฒน์. 2546. “บทบาทของอาหารเยื่อใยต่อกระบวนการหมักในรูเมน, ปริมาณการกินได้, ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำมันในโครีดนม”. **วารสารโคนม**. 20(1) : 8-22.
- ปิ่น จันจุฬา, พชรินทร์ ภักดีฉนวน, ศิริวัฒน์ วาสิกศิริ และ สมพงษ์ เทศประสิทธิ์. 2557. “ผลของระดับโปรตีนในอาหารต่อการย่อยได้ เมแทบอลิซึมในกระแสเลือด และสมรรถภาพการผลิตของแพะรีดนม”. **วารสารเกษตร**. 30 : 191-200.
- พลวัฒน์ จันสมุด. 2561. **ผลการเสริมกรดบิวทิริกในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตของไก่เนื้อ**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

- พิชาด เขจรศาสตร์ และ วีระยุทธ จันทะนาม. 2559. “ผลของการใช้ข้าวฟ่างอาหารสัตว์หมักและ
หญ้าเนเปียร์หมักที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของแพะเนื้อ”. วารสารแก่นเกษตร. 44(1) :
517-522.
- พิภพ เกิดเมฆ, ทนงชัย ชัชวาลย์, ชัชวาล วีระสมบัติ และ สุวิทย์ อโนทัยสินทวี. 2556. **ลักษณะ
ซากและคุณภาพเนื้อของแพะพื้นเมือง ลูกผสมสองสาย และลูกผสมสามสาย.**
วารสารวิชาการออนไลน์ สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
36-46 หน้า.
- แพรวพรรณ เครือมังกร, สัมพันธ์ มาศโอสธ และ อุดร ศรีแสง. 2549. **คุณภาพของหญ้าแพงโกล่า
ผสมถั่วทำพระสไโดโล ในสัดส่วนต่างๆ.** รายงานผลวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2549. กองอาหารสัตว์
กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 138-151 หน้า.
- ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาสิริ, มนัสนันท์ นพรัตน์, จิรวัดย์ โคตรศักดิ์, ศิวพร แพงคำ
และ ปราโมทย์ แพงคำ. 2562. “ผลของระดับอาหารขึ้นและการตอนต่อคุณภาพเนื้อและ
องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อแพะ”. วารสารแก่นเกษตร. 47(ฉบับพิเศษ 1) : 845-852.
- ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาสิริ. 2560. **เอกสารประกอบการสอนวิชาผลิตภัณฑ์จากสัตว์ (ฉบับ
ปรับปรุง).** คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต
สารสนเทศเพชรบุรี, เพชรบุรี. 142 หน้า.
- มกอช. 2549. **เนื้อแพะ.** สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ 6005-2549.
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 20 หน้า.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. 2554. **สายพันธุ์แพะ.** คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์, สุรินทร์. หน้า 1-7.
- มานะ สุภาดี, นาม ศิริเสถียร, สุกัญญา จิตตพรพงษ์ และ ยงยุทธ เกียมไชยศรี. 2538. **ผลของการใช้
โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเป็นอาหารสุกรรุ่น-ขุน (20-90 กิโลกรัม).** การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตวศาสตร์, 30 มกราคม-1 กุมภาพันธ์
2538. กรุงเทพมหานคร. หน้า 204-209.
- มานะ สุภาดี, สุรัตน์ บุญยวง, ฐานิสร์ จิตธนาเศรษฐ์, สนทยา มูลศรีแก้ว, นชธร ปภาฏวโรจน์ และ
อดิชาติ ภูมิวนิชชา. 2555. **ผลการใช้ปลายข้าว ข้าวโพด และมันสำปะหลังเป็นอาหารสำหรับ
แพะขุน.** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขต
นครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช. หน้า 1-41.
- มานะ สุภาดี. 2537. **ผลของการใช้โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นเป็นอาหารสุกรรุ่น-ขุน (20-90 กิโลกรัม).**
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

- มาเหต เก้าวัดย์. 2559. “ผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อ สมรรถภาพการผลิตของแพะและการยอมรับของกลุ่มเกษตรกรรายย่อย”. วารสารวิทย บริการ. มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์. 27(1) : 116-122.
- เมธา วรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. กรุงเทพฯ : ฟีนีลพับลิชชิง.
- ยะโก๊ะ ขาเริ่มคาเบะ. 2556. “การเลี้ยงแพะพื้นเมืองด้วยพืชสมุนไพรจีเหล็ก และวัสดุเหลือใช้ ทางด้านการเกษตรตามวิถีมุสลิม ตำบลป่าไร่ อำเภอแม่ลาน จังหวัดปัตตานี”. วารสารการ พัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต. 1(1) : 115-123.
- รณชัย สิทธิไกรพงษ์ และ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2534. “การใช้กากถั่วเขียวเป็นอาหารลูกสุกรหลัง หย่านม”. วารสารสุกรศาสตร์. 18(69) : 27-34.
- รัชดาภรณ์ พรหมฤทธิ์. 2560. ผลของการเสริมกากน้ำตาลในการเลี้ยงโคเนื้อ. สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช. 6 หน้า.
- รุ่งรัตน์ ประสมสุข, บดี คำสีเขียว, ภูมิธร เมืองจันทร์ และ โอภาส พิมพา. 2563. “ผลของระดับ โปรตีนในอาหารผสมสำเร็จต่อการกินได้และการเจริญเติบโตในแพะพันธุ์พื้นเมือง”. วารสารแก่นเกษตร. 48(1) : 257-262.
- วรรณกร ชัยรัตน์. 2563. กรมปศุสัตว์ส่งเสริมการเลี้ยงแพะให้แก่เกษตรกรจังหวัดชายแดนภาคใต้. สำนักงานเลขาธิการกรม กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- วินัย ประถมพิทักษ์. 2542. การผลิตเนื้อและแพะนมในเขตร้อน. สำนักวิชา เทคโนโลยี การเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช. 338 หน้า.
- วิลาวัลย์ เจริญจิระตระกูล. 2539. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเอพรีนติ้งเฮาส์.
- วีรสิทธิ์ แสงเจริญ. 2561. ผลของช่วงห่างการตัดต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้า เนเปียร์ปากช่อง 1. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี. 9 หน้า.
- ศิริรัตน์ บัวผัน. “ไม่ระบุปีที่พิมพ์. อาหารและพืชอาหารสำหรับแพะ. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิต นม สถาบันสุวรรณวาลกสิกิจฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.
- สมเกียรติ สายธนู. 2528. “ผลผลิตเนื้อจากแพะ”. วารสารสงขลานครินทร์. 7(2) : 65-74.
- สมจิตร ถนอมวงศ์วัฒน์. 2549. การศึกษาคุณภาพของไขเลตต่อโครีดอนม. วิทยานิพนธ์ปริญญา เอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมพล ไวกัญญา, จันทกานต์ อรณันท์ และ วารุณี พานิชผล. 2553. การทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตหญ้าเนเปียร์ลูกผสมหมักสำหรับเกษตรกรรายย่อย เพื่อการจำหน่ายในพื้นที่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. รายงานผลงานวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2553. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมสุข พวงดี, สมคิด พรหมมา, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และ บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2546. การใช้กากน้ำตาลและ/หรือน้ำนมเป็นสารช่วยหมักต่อคุณภาพและค่าพลังงานของหญ้าชีหมัก. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 สาขาสัตวศาสตร์ แพทยศาสตร์, 3-7 กุมภาพันธ์ 2546. กรุงเทพมหานคร. หน้า 186-193.

สรวิศ ธานีโต. 2562. แพะ แกะ สัตว์เศรษฐกิจที่ได้รับความนิยม. แนวหน้า. 18 พฤศจิกายน 2562.

สัญญา จตุรสิทธา. 2550. การจัดการเนื้อสัตว์. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์เมือง.

สาธิต เขาไ้แก้ว, ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ และ วันวิสาข์ งามผ่องใส. 2553. “ผลของพันธุ์และระบบการเลี้ยงแพะที่มีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซาก ต้นทุนการเลี้ยง และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ”. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 29(1) : 32-43.

สายันท์ ทัดศรี. 2548. หญ้าอาหารสัตว์และหญ้าพื้นเมืองในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สารานุกรมเสรี. 2560. แพะ. [Online]. Available : <https://th.wikipedia.org/wiki/Caprinae>. 21 กันยายน 2563.

สาวิตรี ก้อนเชื้อน และ ณัฐนันท์ ใจยาของ. 2562. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะพันธุ์แองโกลนูเบียนและชาเนน. สาขาวิชาสัตวศาสตร์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่. 41 หน้า.

สำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์. 2559. วิถีคอก่อนกากั่วเขียวด้วยการหมักผ่านท่อน้ำร้อน. [Online]. Available : http://nutrition.dld.go.th/exhibition/feed_stuff/soygeen.htm. 7 กันยายน 2559.

สำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์. 2560. รายงานผลงานพัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2559-2560. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุกัญญา จิตตพรพงษ์, นวลจันทร์ พารักษา, หนูจันทร์ ฌาตา และ สุกัญญา เทียมดี. 2531. “การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด”. วารสารสุกฤษาสน. 15(38) : 17-22.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สุกัญญา จัตตุพรพงษ์, อุทัย คั่นโท, นาม ศิริเสถียร, มานะ สุภาดี และ ยงยุทธ เจียมไชยศรี. 2538. การศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้นในสุกรรุ่น-ขุน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตวศาสตร์, 30 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2538. กรุงเทพมหานคร. หน้า 200-203.
- สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2530. วัตถุดิบอาหารสัตว์ การใช้และการตรวจสอบคุณภาพ. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ กำแพงแสน, นครปฐม. 14 หน้า.
- สุทธิเนตร ทิพย์เที่ยงแท้. 2559. ผลของการเสริมกากน้ำตาลต่อสมรรถภาพการผลิตของโคนม. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 13 หน้า.
- สุภาพรรณ เพ็งเพชร. 2555. คุณภาพหญ้าอาหารสัตว์เพื่อการเลี้ยงสัตว์. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการเกษตร วิชาเอกพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- สุนน โพธิ์จันทร์. 2556. อาหารและการให้อาหารแพะ. เอกสารประกอบการบรรยายในงานแพะแห่งชาติ ครั้งที่ 10. กลุ่มพัฒนาวิชาการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. 28 หน้า.
- สุวิทย์ โนทัยสินทวี. 2562. มาตรฐานการตัดสินประกวดแพะ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท วิพลัส กรุป (ไทยแลนด์) จำกัด
- เสมอใจ บุรินอก, คำสอน สีสะอาด, วรางคณา หอมไสย, ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, เฉลิมพล เยื้องกลาง และไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ. 2554. “คุณภาพการหมักและคุณค่าทางโภชนาการของหญ้ากินนีสีม่วงและถั่วอาหารสัตว์หมัก”. วารสารแก่นเกษตร. 39 : 137-146.
- เสาวลักษณ์ เข้มหมื่นอาจ. 2556. การทำฟีดหมักสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- โสภณ ชินวโรจน์. 2559. คู่มือคำแนะนำการให้อาหารแพะเนื้อ. สำนักพัฒนาพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 68 หน้า.
- อนุสรณ์ เชิดทอง, ดำรงรักษ์ รักรวงศฤทธิ, นลอง วชิราภากรณ์, ชีระชัย หายทุกข์, สายัน คันทรินทร์, กษมา ตั้งมูทาภักทรกุล และ ธนากร สยสิงค์. 2558. “ผลของการเสริมกระดินหมักและเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักต่อปริมาณการกินได้ นิเวศวิทยาในรูเมน และสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองไทย”. วารสารแก่นเกษตร. 43(1) : 485-490.

อนุสรณ์ เชิดทอง, ดำรงรักษ์ รักรวงศ์ฤทธิ์, ชนกร สายสิงห์, ฉลอง วชิราภากรณ์, ชีระชัย หายทุกข์, สายัน กันธรินทร์, กิตติภณ วงศ์พิทักษ์, กษมา ตั้งมูทาทภัทรกุล, อนุชิตา เสนคำสอน และ ชนะดล สุภาพงษ์. 2559. “ผลของการเสริมระดับอาหารขึ้นและแหล่งโปรตีนในโคพื้นเมืองไทยเพศผู้ต่อการกินได้ กระบวนการหมักในรูเมน และอัตราการเจริญเติบโต”. วารสารแก่นเกษตร. 44(1) : 540-545.

อังคณา หาญบรรจง และ ดวงสมร สีนิจมสิริ. 2532. การวิเคราะห์ และการประเมินคุณภาพอาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 159 หน้า.

อัญชนา ตราโซ. 2562. รายงานพิเศษ : เลี้ยง‘แพะ’อาชีพเสริมด้านปศุสัตว์. แนวหน้า. 22 ตุลาคม 2562.

อัญชนา ตราโซ. 2563. “แพะเนื้อ” สิ้นค้าปศุสัตว์ทางเลือก เลี้ยงง่าย ใช้พื้นที่น้อย สร้างกำไรงาม. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อำนาจ สีหะมทอง, จักรพงษ์ ชัยคง, อาณัติ จันทรธิระติกุล, ประนิดา ธรรมษา, วรณนิษา วงศ์ทหาร และ ทิพนตร นานทองดุม. 2560. “ช่วงห้วงเวลาการตัดหญ้าเนเปียร์ถูกผสมต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมี เพื่อเป็นอาหารสัตว์กระเพาะเดียว”. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 48 (ฉบับพิเศษ 2) : 84-90.

อำพล อิศระกาญจน์กุล. 2562. กระบวนการทำเส้นแบบดั้งเดิมที่พิพิธภัณฑ์ตั้งแต่การคัดสรรวัตถุดิบ. [Online]. Available : <https://krua.co/food-story/food-feeds>. 20 กันยายน 2563.

อัมเอบ พันสค. 2549. คุณภาพของเนื้อสัตว์. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์. 7 หน้า.

อุทัย คันโซ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก. คณะเกษตร กำแพงแสน ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 297 หน้า.

Acquaah G. 2002. **Principles of Crop Production : Theory, Techniques, and Technology.** Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.

AOAC. 1990. **Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed.** Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. Association of official analytical chemists. Arlington. VA, USA.

AOAC. 2000. **Official methods of analysis, 17th ed.** Association of Official Analytical Chemists; Arlington. VA, USA.

Bureenok, S., Namihira, T., Kawamoto, Y. and Nakada, T. 2005. “Additive effects of fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria on the fermentative quality of guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) silage”. **Grassland Sci.** 51: 243-248.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bureenok, S., Namihira, T., Mizumachi, S., Kawamoto, Y. and Nakada, T. 2006. “The effect of epiphytic lactic acid bacteria with or without different byproduct from defatted rice bran and green tea waste on napiergrass (*Pennisetum purpureum Schumach*) silage”. **J. Sci. Food Agric.** 86 : 1073-1077.
- Bureenok, S., Tamaki, M., Kawamoto, Y. and Nakada, T. 2007. “Additive effects green tea on fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria and the fermentative quality of Rhodesgrass silage”. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20: 920-924.
- Carpintero M. C, Holding, A. J. and McDonald, P. 1969. “Fermentation studies on lucerne”. **J. Sci. Food Agric.** 20 : 677-681.
- Cherdthong, A. and Wanapat, M. 2013. “Manipulation of in vitro ruminal fermentation and digestibility by dried rumen digesta”. **Livest. Sci.** 153 : 94-100.
- Collins, M. and Owens, V.N. 2003. “Preservation of forage as hay and silage”. In R.F. Barnes, C.J. Nelson, M. Conlins and K.J. Moore, eds. *Forages : an Introduction to Grassland Agriculture Volume I.* 6th ed. Iowa State Press, A Blackwell Publishing Company, USA. pp. 443-471.
- Dawson, P., Sheldon, B.W. and Miles, J.J. 1991. “Effect of aseptic processing on the texture of chicken meat”. **Poultry Sci.** 70 : 2359-2367.
- Dijkstra, J. 1994. “Production and absorption of volatile fatty acids in the rumen”. **Livest. Prod. Sci.** 39 : 61.
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S. 1957. “A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues”. **Journal of Biological Chemistry.** 226 : 497-509.
- Frame, J. 1994. **Improve Grassland Management.** Farming press books : United Kingdom.
- Griffin, C.L., Orcutt, M.W., Riley, R.R., Smith, G.C., Savell, J.W. and Shelton, M. 1992. “Evaluation of the palatability of lamb, mutton and chevon by sensory panels of various cultural backgrounds”. **Small Rumin. Res.** 8 : 67-74.
- Ha, J.K. and Lindsay, R.C., 1990. **Distributi on of volatile branched chain fatty acids in perinephric fats of various red meat species.** *Lebensmittel-Wissenschaft una-Technologie.* 23 : 433-440.
- Jones, B.A., Hatfield, R.D. and Muck, R.E. 1992. “Effect of fermentation and bacterial inoculation on lucerne cell walls”. **J. Sci. Food Agric.** 60 : 147-153.

- Josefa, M., Dolores, M.M. and Fuensanta, H. 1999. "Determination of short chain volatile fatty acids in silages from artichoke and orange by-products by capillary gas chromatography". **J. Sci. Food Agric.** 79 : 580-584.
- Kamalak, A., Canbolat, O., Erol, A., Kilinc, C., Kizilsimsek, M., Ozkan, C.O. and Ozkose, E. 2005. "Effect of variety on chemical composition, *in vitro* gas production, metabolizable energy and organic matter digestibility of alfalfa hays". **Livestock Res. Rural Dev.** 17(7) 2005.
- Kannan, G., Kouakou, B. and Gelaye, S. 2001. "Color changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during refrigerated display". **Small Rumin. Res.** 42 : 67-75.
- Karabulut, A., Canbolat, O., Kalkan, H., Gurbuzol, F., Sucu, E. and Filya, I. 2007. "Comparison of *in vitro* gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays". **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 4(20) : 517-522.
- Kung, L.Jr., and Muck, R.E. 1997. **Animal response to silage additive.** Proc. From the silage : Field to Feed bunk North America Conference. NRAES-99. pp. 200-210.
- Lindgren, S.E., Axelsson, L.T. and Mcfeeters, R.F. 1990. "Anaerobic l-lactated degradation by *Lactobacillus plantarum*". **FEMS Microbiol. Lett.** 66 : 209-214.
- Lloyd, S. 1982. "Blood characteristics and the nutrition of ruminants". **Br Vet J.** 138 : 70-85.
- Masuko, T., Hariyama, Y., Takahashi, Y., Cao, L., Goto, M. and Ohshima, M. 2002. "Effect of addition of fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria prepared from timothy and orchardgrass on fermentation quality of silages". **Grassl. Sci.** 48 : 120-125.
- Mbuthia, E.W. and Gachuiri, C.K. 2003. "Effect of inclusion of *Mucuna pruriens* and *dolichos* lablab forage in napier grass silage on silage quality and on voluntary intake and digestibility in sheep". **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, Vol.1 (2003) : 123-128.
- McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J. E. 1991. **The biochemistry of silage.** 2nd Edition. Chalombe Publications, Marlow.
- Menke, K.H. and Steingass, H. 1988. "Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid". **Anim. Res. Dev.** 28: 7-55.
- Minson, D.J. 1967. "The voluntary intake and digestibility in sheep of chopped and pelleted *Digitaria decumbens* (pangola grass) following a late application of fertilizer nitrogen". **Brit. J. Nutri.** 21 : 587-597.
- Minson, D.J. 1990. **The chemical composition and nutritive value of Tropical grasses.** In : P.J. Skerman and F. Riverose. Tropical Grasses. Rome, FAO.

- Muhammad, I.R., Mohammed, B., Mustapha, A., Ahmad, M.Y. and Abdurrahman, L.S. 2008
 “Use of legume in the improvement of silage quality of Columbus grass (*Soeghum alnum Parodi*)”. **Res. J. Anim. Sci.** 2 : 109-112.
- Negesse, T., Rodehutsord, M. and Pfeffer, E. 2001. “The effect of dietary crude protein level on intake, growth, protein retention and utilization of growing male Saanen kids”. **Small Rumin. Res.** 39 : 243-251.
- Nousiainen, J., Shingfield, K.J. and Huntama, N.P. 2004. “Evaluation of milk urea nitrogen as diagnostic of protein feeding”. **JDS.** 87 : 386-395.
- NRC. 1981. **Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries.** National Academy of Science. Washington, DC. United States of America.
- NRC. 2001. **Subcommittee on dairy cattle nutrition, committee on animal nutrition, board on agriculture and natural.** Resources : 7th revised edition. National Academy Press, Washington. D.C.
- Ohmomo, S., Tanaka, O., Kitamoto, H.K. and Cai, Y. 2003. “Silage and microbial performance, old story but new problems”. **Jpn. Agr. Res. Q.** 36 : 59-71.
- Ohshima, M., Kimura, E. and Yokota, H. 1997. “A method of making good silage from direct cut alfalfa by spraying previously fermented juice”. **Anim. Feed Sci. Technol.** 66 : 129- 137.
- Ørskov, E.R. 1994. “Recent advances in understanding of microbial transformation in ruminants”. **Livest. Prod.** 39: 53.
- Ørskov, E.R. and McDonald, I. 1979. “The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage”. **J. Agric. Sci.** 92 : 499-503.
- Parvin, S. and Nishino, N. 2009. “Bacterial community associated with ensilage process of wilted guinea grass”. **J. Appl. Microbiol.** 107 : 2029-2036.
- Parvin, S., Wang, C., Li, Y. and Nishino, N. 2010. “Effects of inoculation with lactic acid bacteria on the bacterial communities of Italian ryegrass, whole crop maize, guinea grass and Rhodes grass silages”. **Anim. Feed Sci. Technol.** 160 : 160-166.
- Pike, M.I., Smith, G.C. and Carpenter, Z.L. 1973. “Palatability ratings for meat from goat and other meat animal species”. **J. Anim. Sci.** 37 : 269.

- Pralomkarn, W., Ngampongsai, W., Kochapakdee, S. and Lawpetchara, A. 1995a. "Effect of age and sex on body composition of Thai native and cross-bred goat. Asian-Australasian". **J. Anim. Sci.** 32 : 255-61.
- Pralomkarn, W., Saithanoo, S., Kochapakdee, S. and Norton, B.W. 1995b. "Effect of genotype and plane of nutrition on carcass characteristics of Thai native and Anglo Nubian × Thai native male goats". **Small Rumin. Res.** 16 : 21-25.
- Raes, K., Smet†, S. and Demeyer, D. 2001. "Effect of double-muscling in Belgian Blue young bulls on the intramuscular fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid and polyunsaturated fatty acids". **Anim. Sci.** 73 : 253-260.
- Sallam, S.M.A., Nasser, M.E.A., El-Waziry, A.M., Bueno, I.C.S., and Abdalla, A.L. 2007. "Use of an in vitro rumen gas production technique to evaluate some ruminant feedstuffs". **J. Appl. Sci. Res.** 1 : 34-41.
- Schonfeldt, H.C., Naude, R.T., Bok, W., Van Heerden, S.M., Sowden, L. and Boshoff, E. 1993. "Cooking and juiciness related quality characteristics of goat and sheep meat". **J. Meat Sci.** 34 : 381-394.
- Smith, G.C., Carpenter, Z.L. and Shelton, M. 1978. "Effects of age and quality level on the palatability of goat meat". **J. Anim. Sci.** 46 : 1229-1235.
- Sonklin, C., Laohakunjit, N. and Kerchoechuen, O. 2011. "Physicochemical and Flavor Characteristics of Flavoring Agent from". **J. Agric. Food Chem.** 59 : 8475-8483.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. **Principles and Procedures of Statistics. A biometrical approach.** 2nd edition. McGraw-Hill, New York, USA, pp. 20-90.
- Thomson, L.U. 1977. "Preparation and Evaluation of Mungbean Protein Isolates". **J. Food Sci.** Vol. 46(1) : 202-206.
- Teerawut, S. 2010. **Selected topic in aquaculture II.** Department of aquatic science, Faculty of science, Burapha university, Chon Buri. Thailand.
- Tshabalala, P.A., Strydom, P.E., Webb, E.C. and Kock, H.L. de. 2003. "Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds". **J. Meat Sci.** 65 : 563-570.
- Van Niekerk, W.A, Hassen, A., Bechazand, F.M. and Coertze, R.J. 2007. "Fermentative attributes of wilted vs. unwilted Digitaria eriantha silage treated with or without molasses at ensiling". **S. Afr. J. Anim. Sci.** 37 : 261-268.

- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. "Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition". **J. Dairy Sci.** 74: 3583-3597.
- Van Soest, P.J. 1994. **Nutritional Ecology of Ruminant 2nd ed.** Cornell University Press. Ithaca. NY. pp. 476.
- Warriss, P.D. 2000. **Measuring Eating Quality.** In Meat Science an Introductory Text. CABIPublishing. New York.
- Wattanachant, S. 2003. **Chemical Composition, Properties and Structure of Muscle Affecting Textural Characteristics of Meat from Thai Indigenous and Broiler.** Ph.D. Dissertation. Prince of Songkla University, pp. 118.
- Webb, E.C., Cassey, N.H. and Simela, L. 2005. "Goat meat quality". **Small Rumin. Res.** 60 : 153-166.
- Wong, E., Nixon, L.N. and Johnson, C.B. 1975. "Volatile medium chain fatty acids and mutton flavor". **J. Agric. Food Sci.** 23 : 495-498.
- Wongjinda, N. 2004. **Good handling guidelines aquatic primary processing.** Agricultural Cooperatives of Thailand, Bangkok. Thailand.
- Woodford, M.K. and Pahlow, G. 1998. **The silage fermentation.** In B.J.B. Wood, 2nd ed. Microbiology of Fermented Food. T.J. International Ltd., Padstow Cornwall, UK. pp. 75-102.
- Yahaya, M.S., Goto, M., Yimiti, W., Smerjai, B. and Kawamoto, Y. 2004. "Additives effects of fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria and acetic acid on silo fermentation and ruminal degradability of tropical elephant grass". **J. Anim. Vet. Adv.** 3 : 115-121.
- Yokota, H., Okajima, T. and Ohshima, M. 1991. "Effect of environmental temperature and addition of molasses on the quality of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) silage". **Asian-Aust J. Anim. Sci.** 4 : 377-382.
- Yunus, M., Ohba, N., Shimojo, M., Furuse, M. and Masuda, Y. 2000. "Effects of adding urea and molasses on Napiergrass silage quality". **Asian-Aust J. Anim. Sci.** 13 : 1542-1547.
- Zhu, L.G. and Brewer, M.S. 1988. "Discoloration of fresh pork as related to muscle and display conditions". **J. Food Sci.** 63 : 763-767.

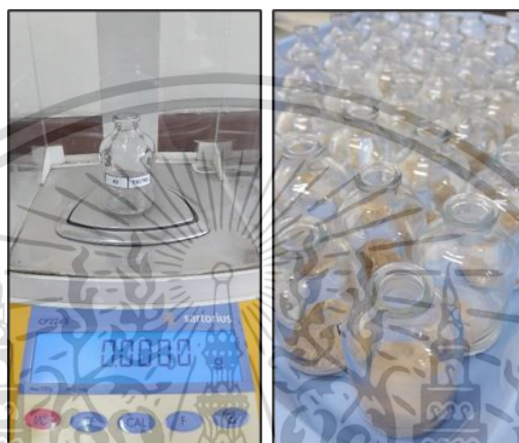


ภาคผนวก

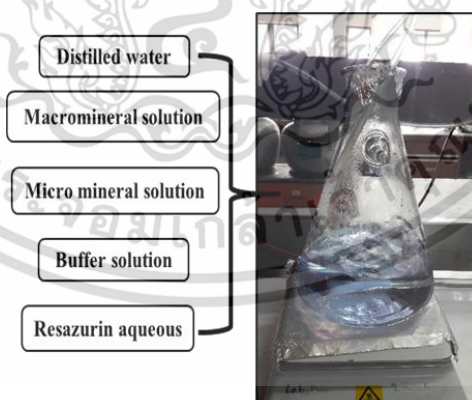
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การศึกษาจลนพลศาสตร์การผลิตแก๊ส

โดยวิธี *In vitro* gas production technique

ภาพภาคผนวกที่ ก 1 แสดงการชั่งอาหารและบรรจุอาหารทดลองลงในขวด 50 มิลลิลิตร



ภาพภาคผนวกที่ ก 2 นำส่วนผสมน้ำลายเทียมต่าง ๆ มาผสมตามอัตราส่วน Resazurin จะทำให้เกิดสีฟ้า และปฏิกิริยาด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 10-20 นาที ที่อุณหภูมิ 39-40 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ก 3 ทำการเติม Reducing เพื่อไล่ออกซิเจนออก ได้อย่างรวดเร็ว และปรับ CO_2 อีกประมาณ 30 นาที



ภาพภาคผนวกที่ ก 4 สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีใส ทำการวัดอุณหภูมิและค่า pH โดยให้มี อุณหภูมิ 39-40 องศาเซลเซียส และ pH 6-7 ซึ่งเป็นสภาวะที่ใกล้เคียงใน ตัวสัตว์และเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ก 5 ทำการเติม Rumen fluid ที่ผ่านการกรองตามอัตราส่วน และปรับด้วย CO_2 ประมาณ 10 นาที

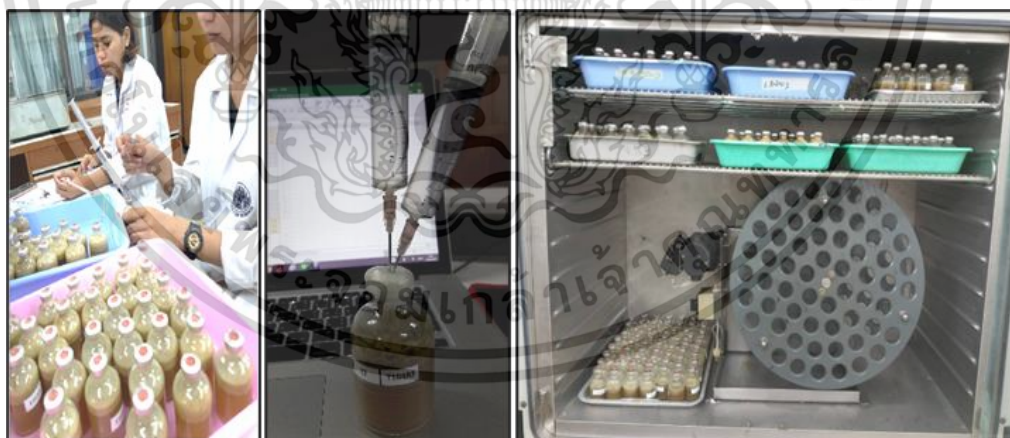


ภาพภาคผนวกที่ ก 6 ทำการดูดสารละลายที่มีส่วนผสมของ Rumen fluid และน้ำลายเทียม ปริมาณ 40 ml ลงในขวด 50 ml ที่มีตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ก 7 – ปรับด้วย CO_2 ประมาณ 1-2 นาที หลังจากนั้นปิดฝาจุกลายและลือคด้วย ฝาอะลูมิเนียม

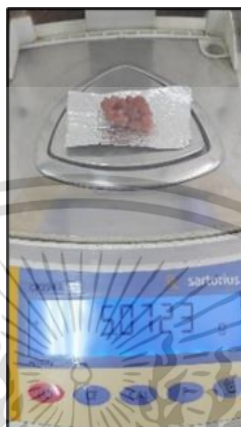


ภาพภาคผนวกที่ ก 8 ก่อนนำเข้าตู้อบทำการวัดแก๊สที่ 0 ชั่วโมง อ่านปริมาณแก๊สที่ได้ และจดบันทึกข้อมูล จากนั้นนำเข้าบ่มที่ 39 องศาเซลเซียส และวัดแก๊สตาม ชั่วโมงที่กำหนด จดบันทึกข้อมูลปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมตัวอย่างเนื้อเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของไขมัน

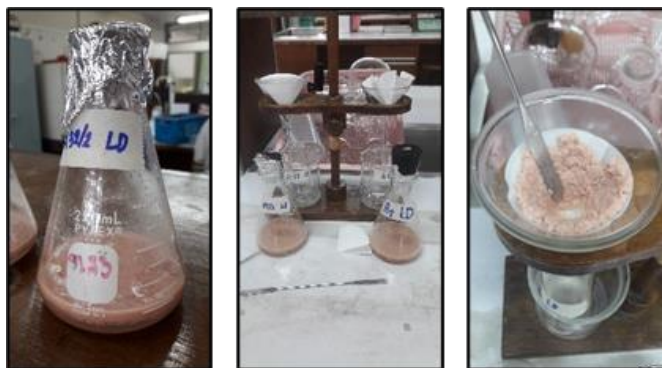


ภาพภาคผนวกที่ ข 1 แสดงการชั่งน้ำหนักเนื้อ 5 กรัม ใส่ลงใน Flask

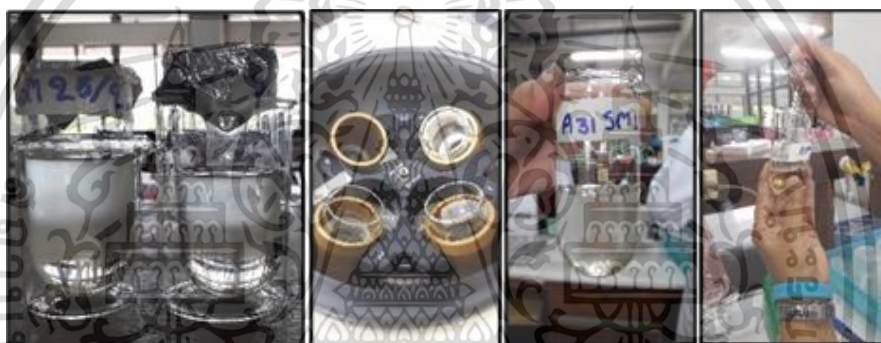


ภาพภาคผนวกที่ ข 2 เติม Chloroform/Methanol 25 มิลลิลิตร และ 0.1% BHT 3 มิลลิลิตร นำส่วนผสมทั้งหมดไป Homogenized เสร็จแล้ว ล้างหัว Homogenizer ด้วย Chloroform/Methanol

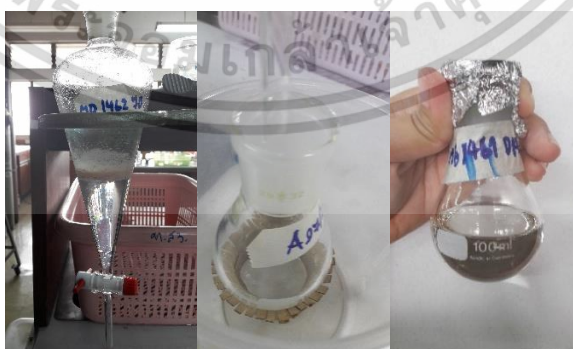
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ข 3 ปิดฝาด้วยจุกยางให้สนิท บ่มไว้ 15-18 ชั่วโมง (ข้ามคืน) ที่อุณหภูมิห้อง กรองตัวอย่างที่บ่มมาแล้วด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4



ภาพภาคผนวกที่ ข 4 เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ลงใน Extraction tube ปรับ Balance และนำไป Centrifuge เพื่อให้สารละลายแยกชั้น ดูดชั้นของเหลวใสด้านบนทิ้ง



ภาพภาคผนวกที่ ข 5 เทส่วนที่เหลือนลงใน Separatory funnel ซะ Extraction tube ด้วย Chloroform/Methanol ตั้งทิ้งไว้รอจนสารละลายแยกชั้น ไขสารละลาย

ส่วนล่างลงใน Round bottom flask
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ข 6 นำไประเหยให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสารแบบหมุน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือแต่ส่วนของไขมัน



ภาพภาคผนวกที่ ข 7 ละลายไขมันที่ระเหยได้ด้วย Chloroform 10 มิลลิลิตร จากนั้นเทลงในหลอด Test tube ฝาเกลียว จำนวน 2 หลอด โดยแบ่งเท 9 มิลลิลิตร (ส่วนของ Stock นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส) และ 1 มิลลิลิตร (ส่วนที่นำไปใช้ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ข 8 นำตัวอย่างส่วน 1 มิลลิลิตร มาระเหยด้วยก๊าซไนโตรเจน เติม Internal standard (C19:0) 300 ไมโครลิตร และนำไประเหย เติม NaOH/MeOH 3 มิลลิลิตร Vortex และนำไปต้ม 30 นาที ที่ 50 องศาเซลเซียส (*) เติม 10% BF_3 2 มิลลิลิตร Vortex และต้มอีก 10 นาที ที่ 50 องศาเซลเซียส เติม Deionized water 1 มิลลิลิตร กับ Hexane 1 มิลลิลิตร นำไป Vortex แล้วนำไป Centrifuge ด้วยความเร็ว 2,500 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที



ภาพภาคผนวกที่ ข 9 คูณสารละลายเฉพาะส่วนไซซ์ขึ้นบน ไซซ์ขวดสีชา ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน ดำเนินตามขั้นตอน (*) จนครบ 3 รอบ นำ Vial ตัวอย่างไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



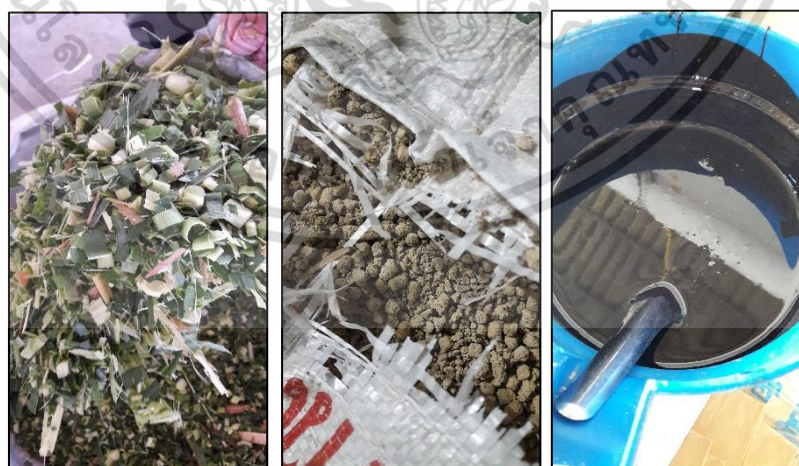
ภาพภาคผนวกที่ ข 10 เมื่อจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมัน ให้เติม Hexane 1 มิลลิลิตร ลงในขวด Vial ของตัวอย่าง ทำการเขย่าด้วยเครื่อง Vortex และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography FID detector

ภาคผนวก ค

ประมวลภาพการปฏิบัติงานในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทดลอง
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร



ภาพภาคผนวกที่ ค 1 แสดงแหล่งที่มาของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1



(ก)

(ข)

(ค)

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ถากน้ำตาล

ภาพภาคผนวกที่ ค 2 แสดงวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



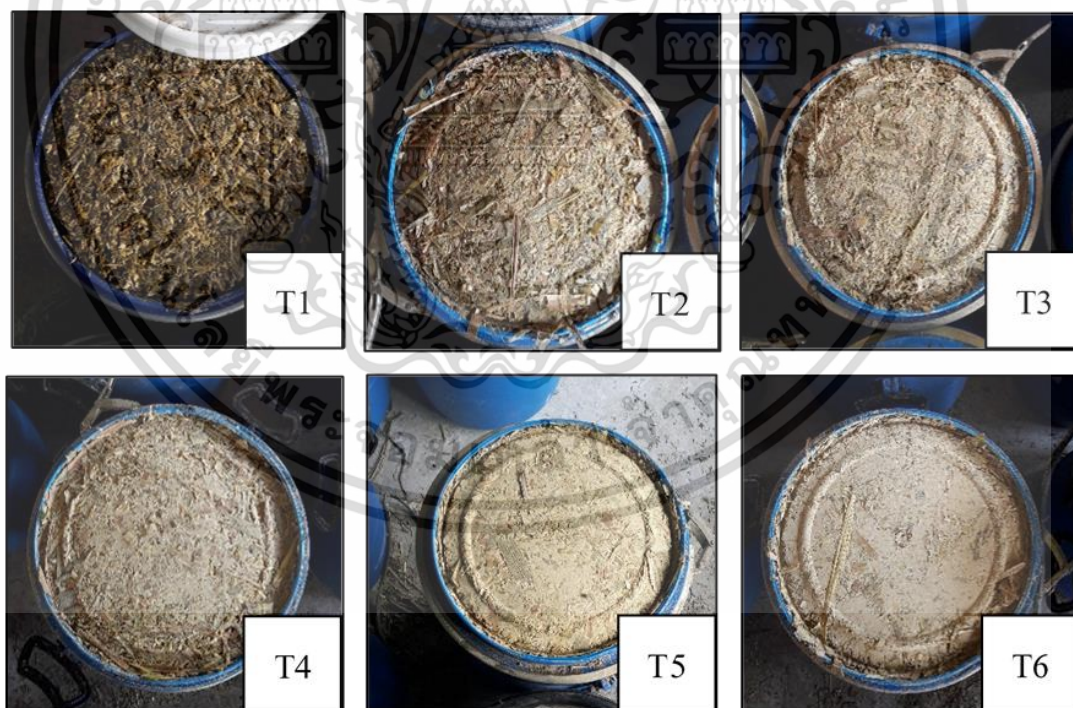
(ก)

(ข)

(ค)

เทส่วนผสม ผสมวัตถุดิบต่างๆให้เข้ากัน อัดลงถังให้แน่นและปิดฝา

ภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงขั้นตอนการทำหมัก



ภาพภาคผนวกที่ 4 แสดงหมักที่ได้จากการเสริมโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น ที่อายุการหมัก 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

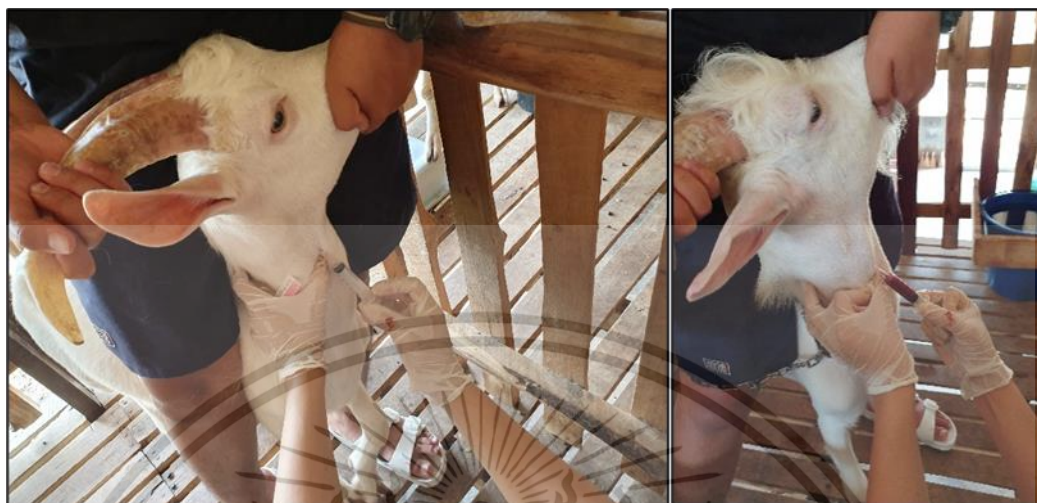


ภาพภาคผนวกที่ ค 5 แสดงคอกที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลองโดยแพะทุกตัวจะได้รับน้ำสะอาดและ
แร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา



ภาพภาคผนวกที่ ค 6 แสดงการให้อาหาร จดบันทึกและการชั่งน้ำหนักปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวัน โดยการชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้ในตอนเช้า และชั่งอาหารที่เหลือในเช้าของวันถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ค 7 แสดงการเก็บตัวอย่างเลือด



(ก)

ตัวอย่างอาหารข้นและอาหารหยาบ

(ข)

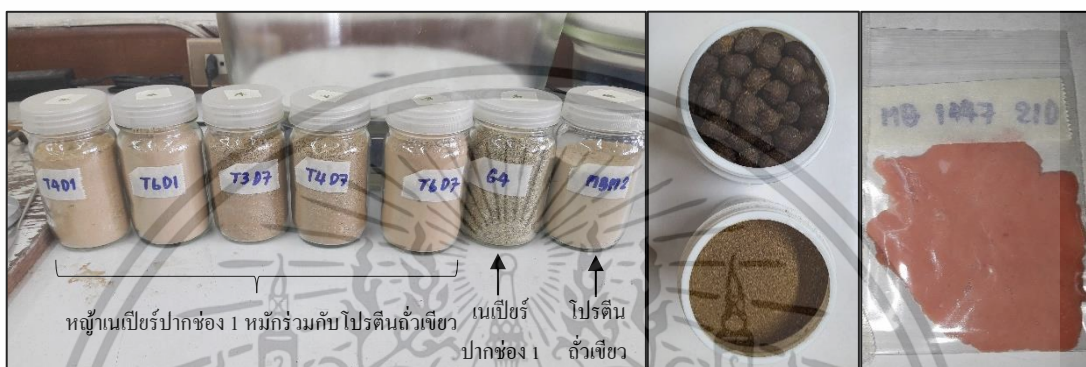
ตัวอย่างมูล

ภาพภาคผนวกที่ ค 8 แสดงตัวอย่างอาหารและมูลที่เก็บเพื่อนำไปวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ประมวลภาพการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
เทคโนโลยีอาหารสัตว์และโภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร



(ก)

หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น

(ข)

มูลแพะ

(ค)

เนื้อแพะ

และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับโปรตีนถั่วเขียวเข้มข้น

ภาพภาคผนวกที่ ง 1 แสดงตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ห้องค้ประกอบทางเคมี



ภาพภาคผนวกที่ ง 2 แสดงการหาความชื้นของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อได้รู้เนื้อหาเบาะแสด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ 3 แสดงการหาโปรตีนรวมของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ



ภาพภาคผนวกที่ 4 แสดงการหาไขมันรวมของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ



ภาพภาคผนวกที่ 5 แสดงการหาพลังงานของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ได้เห็นว่าเอกสารนี้เกี่ยวข้องกับการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ 6 แสดงการหาเชื้อไขที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด เชื้อไขที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด และเชื้อไขที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรดของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ



ภาพภาคผนวกที่ 7 แสดงการหาถ้ำของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ 8 แสดงการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาค่ากรด-ด่าง ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย



ภาพภาคผนวกที่ 9 แสดงวิธีการวัดค่า pH ของตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ประมวลภาพการปฏิบัติงาน
ในห้องปฏิบัติการตัดแต่งและแปรรูปเนื้อสัตว์
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร



ภาพภาคผนวกที่ จ 1 แสดงการแขวนซากอ่อนในห้องเย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

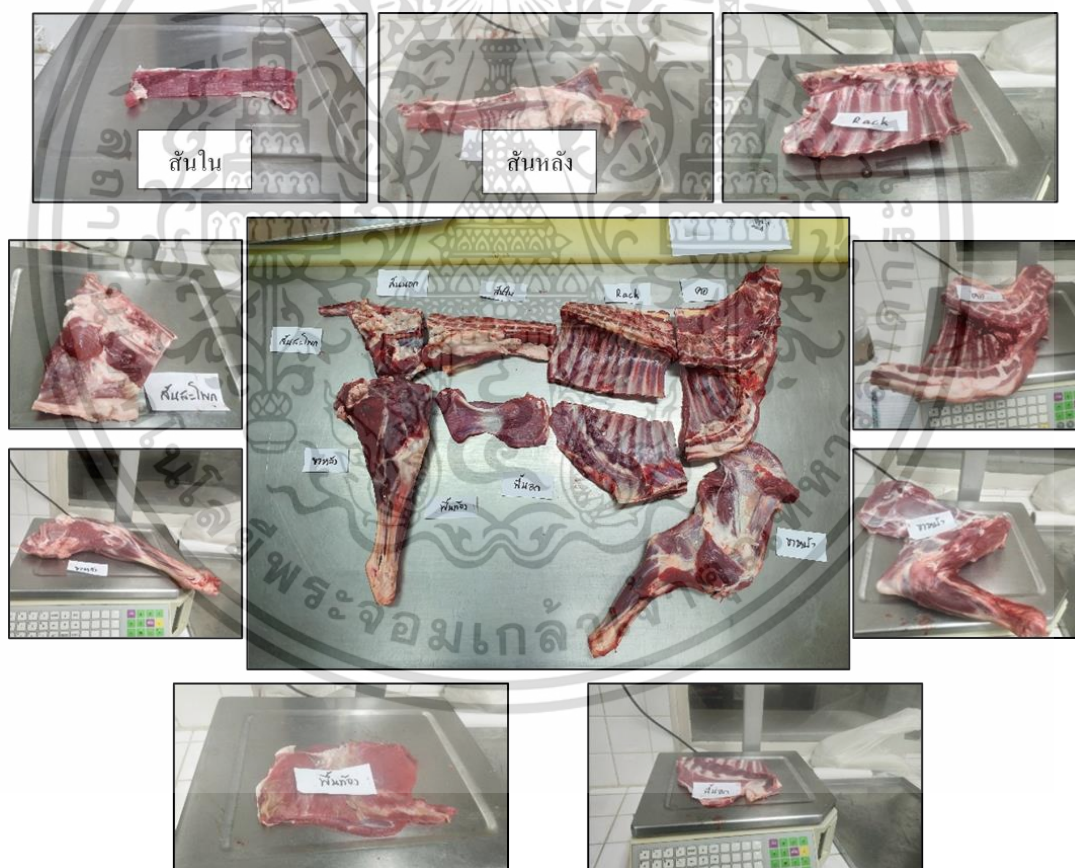


ภาพภาคผนวกที่ จ 2 แสดงการชั่งน้ำหนักซากเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ จ 3 แสดงการผ่าซากออกเป็น 4 ซีก



ภาพภาคผนวกที่ จ 4 แสดงชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ จ 5 แสดงเนื้อสันนอกที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบของไขมัน ค่าสี ค่ากรด-ด่าง ค่าการสูญเสียของเหลว ค่าการ สูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

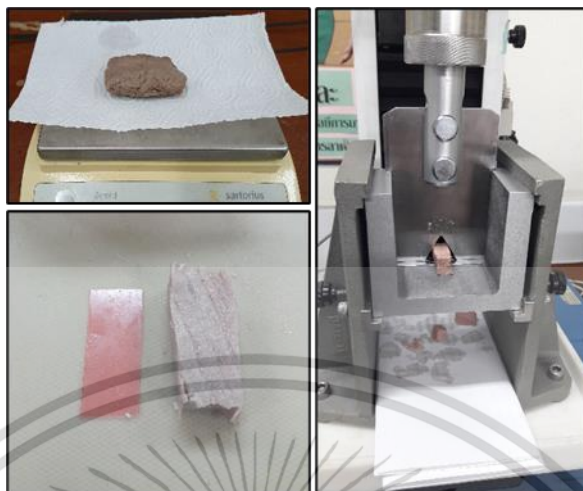


ภาพภาคผนวกที่ จ 6 แสดงการหาค่าการสูญเสียของเหลว



ภาพภาคผนวกที่ จ 7 แสดงการหาค่าการสูญเสียน้ำหนักหลังให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ๘ แสดงการหาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลงานตีพิมพ์



ภาพภาคผนวกที่ จ 1 นำเสนองานวิจัยในงาน The 7th International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (7th ICIST) 2018 in Bali, Indonesia. ในหัวข้อเรื่อง The effect of adding mung bean meal supplementation on Napier Pakchong 1 silage on fermentation quality and nutrient composition



ภาพภาคผนวกที่ จ 2 บทความตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Agricultural Technology

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว สุภาพรณ บุญเกิด
วัน เดือน ปีเกิด	01 ตุลาคม 2535
ที่อยู่	69/1291 หมู่ที่ 3 ตำบลบึงยี่โถ อำเภอรัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130
ประวัติการศึกษา	2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยม สัจจิตวิทยากรุงเทพมหานคร 2559 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์ บัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2563 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการ ผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	“The effect of adding mung bean meal supplementation on Napier Pakchong 1 silage on fermentation quality and nutrient composition” 7 th ICIST 2018 The Patra Bali Resort and Villas, Bali, Indonesia, November 26-29 2018 International Journal of Agricultural Technology.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้