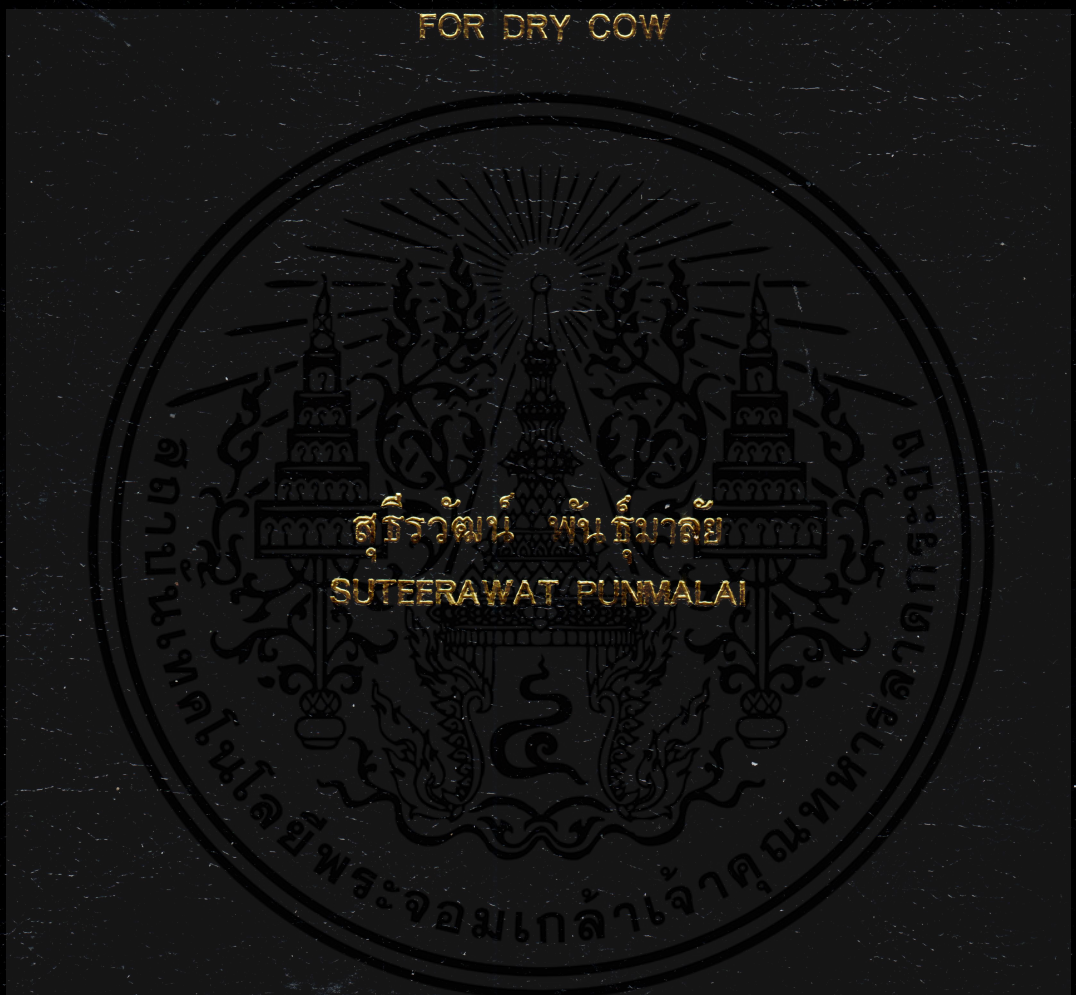
การประเมินค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบบางชนิดสำหรับโคระยะแห้งนม

EVALUATION OF DIGESTIBLE ENERGY OF SOME ROUGHAGES FOR DRY COW



สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย

SUTEERAWAT PUNMALAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-324-167-1

การประเมินค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบบางชนิดสำหรับโครระยะแห้งนม

EVALUATION OF DIGESTIBLE ENERGY OF SOME ROUGHAGES FOR DRY COW

T 045629

สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย

SUTEERAWAT PUNMALAI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-324-167-1

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย 45629 วันที่ 12 ก.พ. 2546

.b.....

.i.....

EVALUATION OF DIGESTIBLE ENERGY OF SOME ROUGHAGES FOR DRY COW

SUTEERAWAT PUNMALAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2002

ISBN 974-324-167-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประเมินค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบบางชนิดสำหรับโครยะแห้งนม
EVALUATION OF DIGESTIBLE ENERGY OF SOME ROUGHAGES FOR DRY COW

ชื่อนักศึกษา นายสุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย

รหัสประจำตัว 41066404

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ญาณิน	โอภาสพัฒนกิจ	
ผศ.ไพบูลย์	ใจเด็ด	
ผศ.วิชัย	ศุภลักษณ์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 28 ตุลาคม 2545 เวลา 9.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องโสตภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 27 **เดือน** พฤศจิกายน **พ.ศ.** 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบบางชนิดสำหรับโครยะแห้งนม
นักศึกษา	นายสุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย
รหัสประจำตัว	41066404
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ ค่าการย่อยได้โดยวิธีการต่างๆ และประเมินค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบบางชนิดในโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตล์ฟรีเชี่ยนระยะแห้งนม โดยศึกษาอาหารหยาบ 8 ชนิด ได้แก่ หญ้ากินนีแห้ง หญ้าขนแห้ง หญ้าอะตราตัมแห้ง ต้นอ้อยแห้ง ใบอ้อยแห้ง ชานอ้อยแห้ง ใบกระถินเทพาแห้ง ฟางข้าว การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารและการย่อยได้ของอาหารหยาบ โดยใช้โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนในระยะแห้งนมแต่ไม่ท้อง ซึ่งเจาะกระเพาะรูเมนไว้แล้วจำนวน 4 ตัว และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ ค่าการย่อยได้ในรูป IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) ปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 24 48 โดยวิธี gas production technique ค่า A B และ A+B โดยวิธี nylon bag technique โดยการทดลองที่ 1 แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้ การทดลองย่อยที่ 1 การปรับปรุงฟางข้าวด้วยยูเรีย โดยใช้แผนการทดลอง 7 × 3 Factorial in CRD ซึ่งปัจจัย A คือระดับ ยูเรียที่ใช้ได้แก่ 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 % และปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการหมัก ได้แก่ 2, 3 และ 4 อาทิตย์ พบว่า ระดับยูเรียที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าการย่อยได้ของฟางข้าวสูงขึ้น โดยฟางหมักยูเรีย 10 % มีค่าการย่อยได้ในรูป IVDMD ปริมาตรแก๊สที่ 24 ชั่วโมง และการย่อยสลายสูงสุด (A+B) อย่างไรก็ตาม ฟางหมักยูเรีย 4 % มีค่าการย่อยได้ไม่แตกต่างจากฟางหมักยูเรียระดับอื่นๆ ในรูป IVDMD และปริมาตรแก๊สที่ 48 ชั่วโมง ส่วนค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับยูเรียที่ใช้และระยะเวลาการหมัก ไม่มีผลต่อค่าการย่อยได้ ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ($P>0.05$) การทดลองย่อยที่ 2 การปรับปรุงฟางข้าวด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 % พบว่า การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 4.5 – 5.0 % ทำให้ฟางข้าวมีการย่อยได้สูงที่สุด ($P>0.05$) ในรูป IVDMD และปริมาตรแก๊สที่ 48 ชั่วโมง ส่วนค่าการย่อยสลาย (A+B) ของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 3.0 – 5.0 % ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่สูงกว่ากลุ่มที่มีระดับ 1.5 – 2.5 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVDMD กับการย่อย

ได้โดยวิธีวัดปริมาตรแก๊สและวิธีเทคนิคถุงไนล่อนมีค่าสูงในกลุ่มฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ เทคนิคการวัดปริมาตรแก๊สสามารถบ่งชี้การย่อยได้ของอาหารหยาบได้ดี

การทดลองที่ 2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ โดยใช้สมการถดถอยในอาหารหยาบ 3 ชนิด หญ้ากินนีแห้ง ฟางข้าว และฟางหมักยูเรีย 4 % โดยโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยนในระยะแห้งนมแต่ไม่ท้อง ซึ่งเจาะกระเพาะรูเมนไว้แล้ว จำนวน 3 ตัว ได้รับสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีน 14 % และมีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้น 3 ระดับ คือ 40:60. 50:50 และ 60:40 โดยใช้แผนการทดลอง 3 × 3 Latin Square ซึ่งมีระยะเวลาแต่ละช่วง 14 วัน โดย 7 วันแรก ให้โคกินอาหารเต็มที่และวัดปริมาณการกินอาหาร ส่วนอีก 7 วันต่อมา จำกัดอาหารเป็น 95 % ของปริมาณอาหารที่กินพร้อมสุ่มเก็บมูล นำตัวอย่างอาหารและมูลมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานย่อยได้ พร้อมคำนวณสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะโดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ภายใน ผลการทดลองจากการประเมินด้วยสมการถดถอย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งและโปรตีนของหญ้ากินนี ฟางข้าว และฟางหมักยูเรีย เท่ากับ 37.41, 42.56 และ 58.84 % และ 21.72, 30.05, 38.77 % ตามลำดับ ส่วนค่าพลังงานย่อยได้ของ หญ้ากินนี ฟางข้าว และฟางหมักยูเรีย เท่ากับ 5.18, 6.89 และ 9.57 MJ / kg ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Evaluation of Digestible Energy of some Roughages for Dry Cow
Student	Mr. Suteerawat Punmalai
Student ID.	41066404
Degree	Master of Science
Programme	Animal Science
Year	2002
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Yanin Opatpatanakit

ABSTRACT

This study has been investigated in order to compare various methods for determination of digestibility and to evaluate digestible energy in some roughage of dry cows. Roughage were guinea grass, para grass, atratum grass, sugarcane and its by-products, leucaena leaves, rice straw. The study was divided into 2 experiments.

The first experiment was studied to compare *in vitro* digestibility of some roughage in various methods. Four crossbred Holstein Friesian dry cows, not pregnant and fistulated with rumen cannula, were used in this experiment. Samples of roughage were analysed for nutrient composition, IVDMD (in vitro dry matter digestibility), gas volume at 24 and 48 hours according to gas production technique, degradability according to nylon bag technique.

The first experiment was divided into 2 trails. In trial 1, improvement of rice straw by using urea was investigated according to 7 × 3 factorial arrangement in CRD. Factor A was levels of urea as 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 % and factor B was fermentation period as 2, 3 and 4 weeks. The results showed that digestibility of rice straw was increased as the level of urea increased. The 10 % urea treated straw had the highest digestibility in term of IVDMD, gas volume at 24 hours or degradability (A+B). However the IVDMD and 24 hr gas volume of 4 % urea treated straw were not significantly different from other treatments. The fermentation period and interaction were no significant difference in all parameters ($P>0.05$). In trail 2, rice straw were improved by soaking with various levels of NaOH as 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 and 5.0 %. The results showed that 4.5 and 5.0 % NaOH treated straw had the highest IVDMD and 48 hr gas volume ($P<0.05$). The degradabilities of 3.0 – 5.0 % NaOH treated straw were not significant difference ($P>0.05$) but were higher than those treated with 1.5 – 2.5 % ($P<0.05$). The correlation between methods for

digestibility determination were high especially in NaOH treated rice straw group. The gas production technique showed a good indicator for measurement of digestibility in roughages.

The second experiment was aimed to study the evaluation of digestibility coefficient and digestible energy by regression equation in 3 types of roughage as guinea hay, rice straw and 4 % urea treated straw. Three crossbred Holstein Friesian dry cows with rumen cannula were used in 3 × 3 Latin square design. Cows were fed 14 % protein rations with 3 ratios of roughage to concentrate as 40:60, 50:50 and 60:40. Each period was contained 14 days which cows were fed ad libitum and measured DM intake on d 1-7 then cows were limited fed as 95 % of DM intake on d 8-14. Feed and feces were sampled and analysed for nutrient composition and gross energy. The coefficient of digestibility was calculated by using AIA as an internal indicator. The results showed that guinea hay, rice straw and urea treated straw had coefficients of digestibility in terms of dry matter and protein as 37.41, 42.56 and 58.84 % and 21.72, 30.05 and 38.77 % respectively. The values of digestible energy in guinea hay, rice straw and urea treated straw were evaluated as 5.18, 6.89 and 9.57 MJ/kg respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี ด้วยความกรุณาของ ผศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ไพบูลย์ ใจเด็ด และ ผศ.วิชัย ศุภลักษณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำแก้ไขและเรียบเรียง จนทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอย่างสูง และผลสำเร็จตลอดการทำวิทยานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ นางสาว ศิริพร เจียะเหี้ยง นางสาว อรวรรณ พัฒนาเจริญชัย และ นาย อรรณพ วิญญูธรรม รุ่นปีที่จบ 2543 และ นางสาว สุมลมาลย์ เหมาะประไพพันธุ์ นางสาว ธิติมา วังแก้ว และ นางสาว เรวดี ชำนาญศรี รุ่นปีที่จบ 2545 ซึ่งเป็นน้องที่ทำปัญหาพิเศษร่วมที่น่ารักตลอดการทำงาน และ นาย ประจวบ กลัดแขก พนักงานประจำคอกโคทดลอง ซึ่งได้ร่วมแรงร่วมใจฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ จนสำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบคุณ อาจารย์ อาทิตย์ พลายมาศ อาจารย์ นายสัตวแพทย์ ชนาธิป ธรรมการ และน้องๆ คลินิกสัตวบาลทุกท่าน ซึ่งได้ช่วยเหลือในการเจาะกระเพาะโคจนสำเร็จ และขอขอบคุณ ดร.ณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ จากองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์หญ้ากินนีและร่วมวิจัยในงานทดลองนี้ และขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ นักศึกษาปริญญาโท และน้องๆ นักศึกษาปริญญาตรีภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดการทดลองทุกท่าน

สุดท้าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ อย่างสูง ที่ได้สละกำลังทรัพย์ และให้กำลังใจและความห่วงใยตลอดการทดลอง อันทำให้ข้าพเจ้าสามารถฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ จนสำเร็จคุณประโยชน์และความดีอันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาทุกท่าน

สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย

ธันวาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญภาพ.....XIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 ขั้นตอนการวิจัย.....2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....3

บทที่ 2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 อาหารหยาบที่ได้จากพืชอาหารสัตว์.....4

2.1.1 หญ้ากินนี.....4

2.1.2 หญ้าขน.....5

2.1.3 อ้อย.....5

2.1.4 กระถินเทพา.....6

2.1.5 หญ้าอะตราตัม.....6

2.2 อาหารหยาบจากผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม.....6

2.2.1 ชานอ้อย.....6

2.2.2 ฟางข้าว.....7

2.3 การวิเคราะห์การย่อยได้แบบ *in vitro*.....14

2.3.1 วิธี rumen liquor pepsin หรือ two stage *in vitro* method ตามวิธีของ Tilley and Terry (1963).....14

2.3.2 วิธี pepsin - cellulase ตามวิธี McLeod and Minson (1978).....15

2.3.3 วิธี gas production technique ตามวิธี Menke *et al.* (1979).....15

2.4 การวิเคราะห์การย่อยได้แบบ *in situ*.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 การวิเคราะห์การย่อยได้แบบ *in vivo*.....16
2.5.1 การศึกษาความสามารถในการย่อยได้ (Digestion trial หรือ Total collection method)... 17
2.5.2 การศึกษาการย่อยได้โดยการใช้ตัวบ่งชี้ (Indicator method).....19
2.5.3 การทดลองการให้อาหารสัตว์ระยะยาว (Feeding trial).....20
2.6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการทดลองแบบ *in vitro*, *in situ* และ *in vivo*.....21
2.7 สมการถดถอยที่ในการประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ.....23

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....27
3.1 ขั้นตอนการวิจัย.....27
3.1.1 อุปกรณ์ในการวิจัย.....27
3.2 ขั้นตอนการศึกษา.....28
3.2.1 การวางแผนการทดลอง.....28
3.2.2 วิธีการทดลอง.....30
3.2.3 การบันทึกผล.....33

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....35
4.1 การเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ.....35
4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ.....35
4.1.2 ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย.....37
4.1.3 ค่าการย่อยได้ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์.....40
4.1.4 ค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบที่คัดเลือก.....43
4.1.5 ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้แต่ละวิธี.....45
4.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ.....46
4.2.1 ปริมาณการกินอาหาร.....46
4.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยอาหารหยาบชนิดต่างๆ.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.3 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ อาหารหยาบชนิดต่างๆ โดยใช้สมการถดถอย.....50
4.2.4 ค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบแบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique ในสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบและอาหารข้นในระดับต่างๆ.....52

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....58
5.1 การเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ.....58
5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ.....58
5.1.2 ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย.....62
5.1.3 ค่าการย่อยได้ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์.....62
5.1.4 ค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบที่คัดเลือก.....63
5.1.5 ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้.....64
5.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ.....65
5.2.1 ปริมาณการกินอาหาร.....65
5.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบชนิดต่างๆ.....65
5.2.3 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบชนิดต่างๆโดยใช้สมการถดถอย.....68
5.2.4 การย่อยได้ในอาหารหยาบแบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique ในสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบและอาหารข้นในระดับต่างๆ.....71

บทที่ 6 สรุป.....72
6.1 การเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ.....72
6.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ.....72

บรรณานุกรม.....74
ภาคผนวก.....83
ประวัติผู้เขียน.....111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงผลของค่าโปรตีน IVDMD และ IVOMD (%) ของฟางหมักยูเรีย.....10

2.2 แสดงผลของค่าโปรตีน IVDMD และปริมาณการกินอาหารต่อน้ำหนักตัวของฟางข้าว และฟางหมักยูเรียในระดับต่างๆ.....10

2.3 แสดงผลของค่า IVDMD ของฟางหมักยูเรียในระดับและระยะเวลาหมักที่ต่างกัน.....11

2.4 แสดงผลของค่า IVOMD (%) ของฟางหมักยูเรียที่ประเมินได้จากค่าแก๊ส.....11

2.5 แสดงผลของค่า เฮมิเซลูโลส เซลลูโลส ลิกนิน และค่า IVDMD ของฟางปรุงแต่งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์.....13

2.6 แสดงผลของการเปรียบเทียบความแม่นยำในการทำนายค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุโดยทำนายจากวิธี AIA PIC และแบบ *in vitro*.....20

2.7 แสดงผลของค่าการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้สมการถดถอย.....25

2.8 แสดงผลของค่าการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของฟางหมักยูเรียโดยใช้สมการถดถอย.....25

3.1 แสดงแผนการให้อาหารของโคแต่ละตัว.....32

4.1 แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของฟางหมักยูเรีย.....35

4.2 แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์.....36

4.3 แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ.....37

4.4 แสดงผลของค่า IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) ของฟางหมักยูเรีย.....37

4.5 แสดงผลของระยะเวลาการหมักต่อค่า IVDMD ของฟางหมักยูเรีย 38

4.6 แสดงผลของระดับยูเรียต่อค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงที่ 24 (V24) และ 48 (V48) (โดยหน่วยเป็นมิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง) ของฟางหมักยูเรีย 38

4.7 แสดงผลของระยะเวลาการหมักต่อค่า V24 และค่า V48 ของฟางหมักยูเรีย.....39

4.8 แสดงผลของระดับยูเรียค่า A (ส่วนที่ย่อยสลายง่าย) และค่า B (ส่วนที่ย่อยสลายยาก) และค่า A+B (ผลรวมของทั้ง 2 ค่า) (%) ของฟางหมักยูเรีย.....40

4.9 แสดงผลของระยะเวลาการหมักค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางหมักยูเรีย.....40

4.10 แสดงผลของระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่า IVDMD ของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์.....41

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.11 แสดงผลของระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่า V24 และค่า V48 ของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โดยหน่วยเป็นมิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง).....41

4.12 แสดงผลของระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ (%).....42

4.13 แสดงผลของอาหารหยาบที่คัดเลือกต่อค่า IVDMD.....43

4.14 แสดงผลของอาหารหยาบที่คัดเลือกต่อค่า V24 และค่า V48 (โดยหน่วยเป็นมิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง).....44

4.15 แสดงผลของอาหารหยาบที่คัดเลือกต่อค่า A ค่า B และค่า A+B.....44

4.16 แสดงผลของค่าสหสัมพันธ์ต่อการย่อยได้ในแต่ละวิธีของอาหารหยาบทั้งหมด.....45

4.17 แสดงผลของค่าสหสัมพันธ์ต่อการย่อยได้ในแต่ละวิธีของฟางหมักยูเรีย.....46

4.18 แสดงผลของค่าสหสัมพันธ์ต่อการย่อยได้ในแต่ละวิธีของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์.....46

4.19 แสดงปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ.....47

4.20 แสดงปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว 3 ระดับ.....47

4.21 แสดงปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ.....48

4.22 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ.....49

4.23 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว 3 ระดับ.....49

4.24 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ.....50

4.25 แสดงผลของค่าการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของหญ้ากินนีแห้ง.....51

4.26 แสดงผลของค่าการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของฟางข้าว.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.27 แสดงผลของค่าการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ และพลังงานย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย.....52

4.28 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของหญ้ากินนีแห้งในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น 3 ระดับ.....53

4.29 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางข้าวในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น 3 ระดับ.....53

4.30 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางหมักยูเรียในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น 3 ระดับ.....54

4.31 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของหญ้ากินนีแห้งในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น 3 ระดับ.....54

4.32 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางข้าวในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น 3 ระดับ.....55

4.33 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางหมักยูเรียในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น 3 ระดับ.....55

4.34 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของหญ้ากินนีแห้งในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น 3 ระดับ.....56

4.35 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางข้าวในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น 3 ระดับ.....56

4.36 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางหมักยูเรียในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น 3 ระดับ.....57

7.1 แสดงผลของค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงต่างๆ (มิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง).....84

7.2 แสดงผลของค่า A (ส่วนที่ย่อยสลายง่าย) ค่า B (ส่วนที่ย่อยสลายยาก) ค่า A+B (ผลรวมของทั้ง 2 ค่า) ค่า t (ระยะเวลา lag time) และค่า C (อัตราการย่อยสลายต่อชั่วโมง).....89

7.3 แสดงผลขององค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบและอาหารข้น (%วัตถุแห้ง).....90

7.4 แสดงผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ ในช่วงที่ 1 – 3.....91

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

7.5 แสดงผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว 3 ระดับในช่วงที่ 4 –6.....92

7.6 แสดงผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ ในช่วงที่ 7 – 9.....93

7.7 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วย หญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ ในช่วงที่ 1 – 3.....94

7.8 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วย ฟางข้าว 3 ระดับ ในช่วงที่ 4 – 6.....95

7.9 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วย ฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ ในช่วงที่ 7 – 9.....96

7.10 แสดงผลของส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารที่ให้และมูล (%).....97

7.11 แสดงผลของค่าการย่อยสลายของอาหารหยาบในสูตรอาหารที่ประกอบด้วย หญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ ในช่วงที่ 1 – 3.....107

7.12 แสดงผลของค่าการย่อยสลายของอาหารหยาบในสูตรอาหารที่ประกอบด้วย ฟางข้าว 3 ระดับ ในช่วงที่ 4 – 6.....108

7.13 แสดงผลของค่าการย่อยสลายของอาหารหยาบในสูตรอาหารที่ประกอบด้วย ฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ ในช่วงที่ 7 – 9.....109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงค่าพลังงานย่อยได้ของการเสริมอาหารข้นในแต่ละระดับในอาหารหยาบคุณภาพ 3 ระดับ.....18

2.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่ประกอบไปด้วยเมล็ดข้าวโพดต่อต้นข้าวโพดในแต่ละระดับ.....19

7.1 แสดงผลของปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงต่างๆ ของอาหารหยาบทั้งหมด (มิลลิลิตร / 0.2 กรัมของวัตถุแห้ง).....86

7.2 แสดงผลของปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงต่างๆ ของอาหารหยาบทั้งหมด (มิลลิลิตร / 0.2 กรัมของวัตถุแห้ง).....87

7.3 แสดงผลของปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงต่างๆ ของอาหารหยาบทั้งหมด (มิลลิลิตร / 0.2 กรัมของวัตถุแห้ง).....85

7.4 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง.....98

7.5 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง.....98

7.6 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง.....99

7.7 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง.....99

7.8 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง.....100

7.9 แสดงผลของค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง.....100

7.10 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว.....101

7.11 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว.....101

7.12 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว.....102

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

7.13 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว.....102
7.14 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว.....103
7.15 แสดงผลของค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว.....103
7.16 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย.....104
7.17 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย.....104
7.18 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย.....105
7.19 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย.....105
7.20 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย.....106
7.21 แสดงผลของค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย.....106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

การเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยเฉพาะโคนมในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงด้วยการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทราบกันดีอยู่แล้วว่า ต้นทุนของการผลิตสัตว์ส่วนใหญ่เป็นค่าอาหารสัตว์ ประมาณ 50 - 80 % โดยขึ้นกับชนิดของอาหารและการจัดการให้อาหารในแต่ละฟาร์ม ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลด้านความต้องการโภชนะของโคที่เลี้ยงในสภาพอากาศร้อนชื้น จึงจำเป็นต้องประยุกต์ใช้มาตรฐานการให้อาหารของต่างประเทศ เช่น มาตรฐาน NRC ของสหรัฐอเมริกา เป็นต้น โภชนะที่สำคัญในอันดับแรกๆ สำหรับการผลิตโคได้แก่ พลังงานและโปรตีน แต่พบว่าข้อมูลด้านพลังงานในอาหารโคมีอยู่น้อยมาก ถึงแม้ว่าพลังงานจะเป็นโภชนะที่จำเป็นต่อโคก็ตาม

ค่าพลังงานในอาหารที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ระบบยอดโภชนะย่อยได้ (Total Digestible Nutrient , TDN) ซึ่งคำนวณมาจากค่าการย่อยได้ของโภชนะได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย ถึงแม้ว่า TDN จะเป็นระบบพลังงานที่สามารถวัดได้ง่ายและมีข้อมูลมากก็ตาม แต่ TDN มีข้อเสียหลายประการ โดยเฉพาะ TDN ประเมินค่าพลังงานของอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้สูงกว่าความเป็นจริง และจากข้อเสียหลายๆ ประการของ TDN นี้เอง ทำให้หลายประเทศเปลี่ยนไปใช้ระบบพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable Energy , ME) และพลังงานสุทธิ (Net Energy , NE) มากขึ้น อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์พลังงานในระบบ ME และ NE จะเป็นเรื่องที่ยุ่งยากมากในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากต้องวัดพลังงานที่สูญเสียไปในรูปแก๊สที่เกิดจากการหมักในกระเพาะหมัก โดยต้องใช้ respiration mask หรือ respiration chamber ในการคำนวณค่า ME หรือต้องวัดพลังงานที่สูญเสียไปในรูปความร้อนที่เกิดจากขบวนการเมทาบอลิซึมที่เรียกว่า Heat Increment (HI) โดยต้องใช้ respiration chamber หรือต้องใช้เทคนิคอย่างอื่นที่ค่อนข้างซับซ้อนเช่นกัน (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. 2539ก ; บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. 2539ข)

ในการประเมินค่าพลังงานในระบบพลังงานย่อยได้ (Digestible Energy , DE) ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งระบบ DE จะคล้ายกับระบบ TDN โดยเป็นค่าพลังงานที่ยังไม่ได้ปรับค่า (apparent digestible energy) ซึ่งค่า FE คือพลังงานในมูล จะมีเศษเหลือของแบคทีเรีย และเซลเยื่อบุทางเดินอาหารหลุดออกมาด้วย ทำให้ค่า DE มีจุดอ่อนคล้ายกับระบบ TDN คือ ยังใช้ประเมินค่าพลังงานที่

สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ที่แท้จริงไม่ได้ เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงค่าพลังงานที่สูญเสียไปในขั้นตอนอื่นนอกเหนือจากมูลสัตว์ ซึ่งการคำนวณค่า DE ใช้สมการดังนี้

$$\text{apparent digestible energy} = GE - FE \text{ หรือ } (GE_i \times I) - (GE_f \times F)$$

เมื่อ GE_i คือ GE ของอาหาร 1 หน่วย น้ำหนักแห้ง

GE_f คือ GE ของมูล 1 หน่วย น้ำหนักแห้ง

I คือ ปริมาณอาหารที่กิน

F คือ ปริมาณมูลที่ขับออก

จากนั้นนำตัวอย่างอาหารและมูลไปวิเคราะห์หาค่าพลังงานด้วยเครื่อง bomb calorimeter จากนั้นจะวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะตัวอื่นๆ ได้ เช่น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ได้โดยใช้สูตรเดียวกันกับ apparent digestibility (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2527)

McDonald *et al.* (1995) กล่าวว่า ในการหาการย่อยได้โดยวิธีนี้ จะเก็บข้อมูล ในการกิน ขับถ่าย และการย่อยได้ โดยใช้หน่วยเป็น kg DM / day แล้วในการคำนวณจึงเปลี่ยนหน่วยเป็น MJ / kg DM / day ซึ่ง Crampton and Harris (1969) รายงานว่า สามารถคำนวณค่า DE ได้จากค่า TDN ดังสมการ

$$DE \text{ (kcal / kg DM)} = (\%TDN / 100) \times 4.409$$

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าการย่อยได้โดยวิธีการต่างๆ ของอาหารหยาบ
2. เพื่อประเมินค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบบางชนิดในโครยะแห้งนม
3. เพื่อศึกษาการย่อยได้ของอาหารหยาบบางชนิดโดยวิธี nylon bag technique ในสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบต่ออาหารข้นในระดับต่างๆ

1.3 ขั้นตอนการวิจัย

โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองย่อย ดังนี้

1.3.1 การเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ

1. แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin
2. แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique
3. แบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ

ประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ แบบ *in vivo* โดยใช้ Acid insoluble ash (AIA) เป็นตัวบ่งชี้ภายในและหาการย่อยได้แบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ระยะเวลาวิจัย

ในการประเมินค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบ แบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ วิธี *in vitro in situ* และ *in vivo* โดยใช้ระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2542 - พฤษภาคม 2545

1.4.2 สถานที่วิจัย

ฟาร์มทดลอง ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาหารหยาบเป็นแหล่งอาหารที่จำเป็นและสำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศแถบเอเชีย โดยเฉพาะผลพลอยได้จากการเกษตร พบว่ามีอยู่ปริมาณมาก ซึ่งได้แก่ ฟางข้าว ชานอ้อย ยอดอ้อย แกลบ ต้นข้าวโพด เปลือกข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง เปลือกสับปะรด ใบมันสำปะหลัง เถามัน เยื่อใยจากปาล์มน้ำมัน และเปลือกถั่วเหลือง ซึ่งจะเห็นว่าฟางข้าวมีปริมาณมากที่สุด ซึ่งเกษตรกรใช้เป็นอาหารหลักในการเลี้ยงโคและกระบือ ในช่วงเวลาที่ขาดแคลนหญ้า (เมธา วรรณพัฒน์. 2533)

สายัณห์ ทัดศรี (2540) กล่าวว่า แหล่งอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงสัตว์ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ อาหารหยาบที่ได้จากพืชอาหารสัตว์ และอาหารหยาบจากวัสดุพลอยได้จากการปลูกพืชไร่

2.1 อาหารหยาบที่ได้จากพืชอาหารสัตว์

2.1.1 หญ้ากินนี

หญ้ากินนีให้ผลผลิตของน้ำหนักแห้ง คือ 2.5 – 4.4 ตันต่อไร่ โดยจะมีพันธุ์ต่างๆ ดังนี้

1. หญ้ากินนีธรรมดา มีลักษณะเด่น คือ ทรงพุ่มใบตั้งตรงขนาดเล็ก ความสูง 1.8 - 2.0 เมตร ช่อดอกสีเขียวขาว 15 - 40 เซนติเมตร โดยมีวัตถุแห้ง เท่ากับ 89.0 % โปรตีน เท่ากับ 8.67 % NDF เท่ากับ 69.57 % ADF เท่ากับ 44.51 % ลิกนิน เท่ากับ 5.07 % ค่า IVDMD เท่ากับ 48.9 % และยอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) เท่ากับ 50.0 % (วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ. 2541 ; Kabuga and Darko. 1993)

นฤมล สุมาลี (2541) ทดลองหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique และรายงานว่า ปริมาตรแก๊สของหญ้ากินนีในชั่วโมงที่ 24 และ 48 เท่ากับ 52.1 และ 65.5 มิลลิลิตร และ เอกสิทธิ์ สมคุณา และคณะ (2541) ทดลองหาการย่อยได้ของหญ้ากินนีแบบ *in situ* โดยใช้โคนมเพศเมีย 4 ตัว จะได้ค่า A B และ A+B เท่ากับ 22.8, 51.8 และ 74.6 % ตามลำดับ

จินดา สุขสุโชค และคณะ (2519) ทดลองหาการย่อยได้แบบ Total collection ของหญ้ากินนีอายุ 45 วัน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง โปรตีน NDF ADF เท่ากับ 47.43, 30.43, 56.84 และ 48.84 % ตามลำดับ ส่วนค่า TDN ของหญ้ากินนีอายุ 30, 35, 40 และ 45 วัน เท่ากับ 51.15, 48.08, 50.80 และ 47.42 % ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ข้อความนี้ใช้สำหรับการอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หญ้ากินนีสีม่วง มีลักษณะเด่น คือ ทรงพุ่มใบตั้งตรง ลำต้นมีขนาดเล็ก ที่โคนลำต้นมีสีม่วง ความสูง 1.8 - 2.4 เมตร ช่อดอกสีม่วงยาว 15 - 40 เซนติเมตร โดย อายุ 3, 6 และ 12 อาทิตย์ มีโปรตีน เท่ากับ 18.2, 12.4 และ 2.7 % ตามลำดับ และเมื่อตัดทุกๆ 45 วัน มีโปรตีน NDF ADF และ TDN เท่ากับ 8.0, 67.0, 38.0 และ 59.0 % ตามลำดับ และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และคณะ (2544) ทดลองหาการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วง แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique แล้วนำค่าแก๊สที่ได้มาประเมินค่า OMD ซึ่งเท่ากับ 49.15 % และค่า NEL (Net energy for lactation) เท่ากับ 1.17 Mcal / kgDM

3. หญ้ากินนีมาคูนี มีลักษณะเด่น คือ ทรงพุ่มใบตั้งตรงน้อยกว่าพันธุ์อื่น ความสูง 1.8 - 2.0 เมตร ช่อดอกสีเขียวปนม่วงยาว 15 - 40 เซนติเมตร

4. หญ้ากินนีเฮมิล มีลักษณะเด่น คือ ลำต้นและใบมีขนาดใหญ่หยาบ ความสูง 3.0 - 3.5 เมตร ช่อดอกสีเขียวเข้มยาว 20 - 60 เซนติเมตร

5. หญ้ากินนีโคโลนีโอ มีลักษณะเด่น คือ ลำต้นและใบมีขนาดใหญ่หยาบเหมือนกินนีเฮมิล ความสูง 2.5 - 3.0 เมตร ช่อดอกสีเขียวเข้มยาว 20 - 50 เซนติเมตร อายุ 3, 6 และ 12 สัปดาห์ มีโปรตีน เท่ากับ 16.4, 10.7 และ 7.6 % ตามลำดับ (สายัณห์ ทัดศรี. 2540 ; กองปศุสัตว์สัมพันธ์. 2545ก)

2.1.2 หญ้าขน

สายัณห์ ทัดศรี (2540) รายงานว่า หญ้าขนเป็นหญ้าประเภทค้างปี ผลผลิตของหญ้าขนคิดเป็นน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1.5 – 3.0 ตัน / ไร่ / ปี โดยมีวัตถุแห้ง เท่ากับ 90.2 % โปรตีน เท่ากับ 9.54 % NDF เท่ากับ 64.63 % ADF เท่ากับ 41.87 % ลิกนิน เท่ากับ 3.74 % และ TDN เท่ากับ 46.1 % และค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique ปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 24 และ 48 เท่ากับ 39.0 และ 50.5 มิลลิลิตร (วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2534 ; นฤมล สุมาลี. 2541 ; กองปศุสัตว์สัมพันธ์. 2544)

2.1.3 อ้อย

ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ และคณะ (2543) รายงานว่า อ้อยเป็นพืชตระกูลหญ้า เป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี มีอัตราการให้ผลผลิตสูงเมื่อรวมต้นและใบ โดยโคจะชอบกินใบและลำต้นแก่เนื่องจากมีรสหวานและต้นอ้อยสามารถขึ้นอยู่ได้นาน วิธีการขยายพันธุ์ใช้ยอดอ้อยหรือลำต้น โดยตัดลำต้นตามข้อสัก 2 - 3 ข้อ ต่อ 1 ต้นปักชำ โดยอ้อยสามารถแบ่งส่วนประกอบต่างๆ ทางโภชนะได้ดังนี้

1. ต้นอ้อย มีโปรตีน เท่ากับ 1.37 % NDF เท่ากับ 40.75 % ADF เท่ากับ 27.02 % และลิกนิน เท่ากับ 5.27 % ค่าพลังงานย่อยได้ (DE) และค่า TDN ของต้นอ้อยแห้งในโคนมแห้ง โดยใช้ระดับต้นอ้อยแห้งต่ออาหารข้น 74 :26, 62 :38 และ 50 :50 ซึ่งค่า DE ของสูตรอาหารที่มีต้นอ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 4.32, 4.39 และ 4.47 Mcal / kgDM และค่า TDN เท่ากับ 75.47, 78.08 และ 81.45 % ตามลำดับ (ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ และคณะ. 2543)

2. ใบอ้อย จากต้นอ้อย อายุ 80 วัน มีโปรตีน เท่ากับ 4.38 % ไขมัน เท่ากับ 1.08 % NDF เท่ากับ 80.18 % ADF เท่ากับ 47.89 % และ ลิกนิน เท่ากับ 6.62 % (วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ. 2541)

2.1.4 กระถินเทพา

กระถินเทพาเป็นพืชที่มีใบเดี่ยวขนาดใหญ่ เส้นใบขนาน ช่อดอกสีขาวหรือสีครีม และมีฝักอ่อนสีเขียว เมื่อแก่มีสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะฝักบิดไปมาและม้วนขดเป็นกระจุก เมื่อฝักแก่จะแตกมีเมล็ดเล็กสีดำ กระถินเทพาขึ้นได้ดีแม้ในสภาพดินไม่ค่อยสมบูรณ์ แต่ไม่สามารถเจริญเติบโตในท้องที่ที่มีความหนาวเย็น หรือสภาพแวดล้อมภายใต้ร่มเงา ในการให้อาหารโคและกระบือสามารถใช้ใบกระถินเทพาได้ทั้งรูปสดและแห้ง ส่วนคุณค่าทางโภชนะของวัตถุแห้ง เท่ากับ 91.96 % โปรตีน เท่ากับ 13.27 % NDF เท่ากับ 50.41 % ADF เท่ากับ 66.70 % ลิกนิน เท่ากับ 14.71 % และ IVDMD เท่ากับ 33.90 % ตามลำดับ (รวีวรรณ ยิ้มย่อง. 2539 ; ดวงสิรินทร์ รักษาราษฎร์. 2541) ซึ่ง ศิริลักษณ์ เตชะนรราช. (2542) รายงานว่า เมื่อใช้กระถินเทพาประกอบในสูตรอาหารต่อฟางข้าว คือ 40:60, 50:50 และ 60:40 จะได้ IVDMD เท่ากับ 55.35, 56.92 และ 59.72 % ตามลำดับ

2.1.5 หญ้าอะตราตัม

หญ้าอะตราตัมเป็นหญ้าใบดก มีลำต้นใหญ่ตั้งเป็นกอสูงประมาณ 1 เมตร แตกกอดี การออกดอกติดเมล็ดได้ดี และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ชื้นแฉะ ถ้าปลูกในดินที่สมบูรณ์จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2.5 – 3.5 ตันต่อไร่ เมื่อหญ้าอายุ 60 วัน และสามารถตัดทุกๆ 30 - 40 วัน จึงเป็นหญ้าที่เหมาะสำหรับบริเวณที่ฝนตกชุกหรือบริเวณที่มีน้ำขัง สามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งและดินเลวได้ การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด หรือหน่อพันธุ์ (กองปศุสัตว์สัมพันธ์. 2545ข)

Kalmbacher *et al.* (1997) ทดลองปลูกหญ้าอะตราตัมอายุ 20 40 และ 60 วัน มีโปรตีน เท่ากับ 97 82 และ 52 กรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อตัดอายุ 45 วัน มีองค์ประกอบทางเคมีคือ โปรตีน เท่ากับ 7.62 % NDF เท่ากับ 70.32 % ADF เท่ากับ 43.86 % และ ลิกนิน เท่ากับ 5.27 % (วีระศักดิ์ จิโนแสง และคณะ. 2539 ; วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ. 2541)

2.2 อาหารหยาบจากผลพลอยได้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ชานอ้อย

วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ (2534) รายงานว่า ชานอ้อยเป็นผลพลอยได้ทางการเกษตร จากโรงงานอุตสาหกรรมทำน้ำตาลทราย มีคุณค่าทางโภชนะต่ำ ซึ่งชานอ้อยมี

ส่วนประกอบของลิกนินและเซลลูโลสในรูปผลึก (crystalline cellulose) ซึ่งจะป้องกันการเข้าย่อยสลายเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส องค์ประกอบทางเคมีของชานอ้อยมีดังนี้ ปริมาณโปรตีน เท่ากับ 2 % NDF เท่ากับ 88 % ลิกนิน เท่ากับ 12 % โดยสามารถปรับปรุงชานอ้อยด้วยสารเคมีต่างๆ คือ $Ca(OH)_2$, KOH, Na_2SO_4, และ NaOH เพื่อเพิ่มการย่อยได้ ซึ่ง ชาญชัย มณีดุลย์ (2529) รายงานว่า ชานอ้อยปรับปรุงโดยการจุลินทรีย์หมัก ทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 2.30 เป็น 13.34 % และปริมาณเยื่อใย ลดลงจาก 34.20 เป็น 14.38 %

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ (2540) ทดลองใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 กรัม ต่อ 100 กรัมต่อวัตถุแห้ง สามารถเพิ่มค่าการย่อยได้ คือ 14.0 % เป็น 56.2 % และ Suksombat (2000) รายงานว่า ได้หาค่าการย่อยได้ของอาหารผสม โดยมี ชานอ้อย 64 % มันเส้น 15 % กากเมล็ดฝ้าย 8 % และยูเรียรวมกากน้ำตาล 1 % ได้ค่า IVDMD IVOMD และ IVDOMD เท่ากับ 60.4, 62.6, 56.6 % และปริมาณโปรตีน และ เยื่อใย เท่ากับ 9.7 และ 28.7 % ตามลำดับ

2.2.2 ฟางข้าว

ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้ที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งมีปริมาณมาก โดยในปี 2544 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวม 65.6 ล้านไร่ โดยให้ผลผลิตข้าว 25.6 ล้านตัน ซึ่งมีฟางข้าวเหลือประมาณ 25.6 ล้านตัน เกษตรกรได้นำฟางข้าวมาใช้เป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคกระบือในยามขาดแคลน เนื่องจากการเก็บรักษาและการใช้ประโยชน์สามารถทำได้ง่าย แต่ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ คุณค่าทางโภชนะของฟางข้าวคือ มีค่า TDN เท่ากับ 42 – 44 % ค่า IVVDMD (*in vivo* dry matter digestibility) เท่ากับ 43.5 % วัตถุแห้ง เท่ากับ 89.9 % โปรตีน เท่ากับ 3 - 4 % NDF เท่ากับ 79.3 % ADF เท่ากับ 54.7 % ลิกนิน เท่ากับ 5.1 % ค่า IVDMD เท่ากับ 47.7 % และมีซิลิกาสูงถึง 12 - 13 % ซึ่งซิลิกาเป็นแร่ธาตุที่ทนต่อน้ำย่อยทุกชนิด จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้การย่อยได้น้อยลง (เมธา วรรณพัฒน์. 2533 ; กองอาหารสัตว์. 2538 ; ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2544)

Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว ได้แก่ ชนิดและพันธุ์ข้าว ส่วนต่างๆ ของฟางข้าว สัดส่วนของใบและลำต้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ชนิดและอัตราการใส่ปุ๋ย วิธีการเก็บเกี่ยว ลักษณะและวิธีการรักษาหลังการเก็บเกี่ยวและการปลอมปนของวัสดุอื่น

เอฟ เจ ฮาร์ท และคณะ (2529) รายงานค่าองค์ประกอบทางโภชนะของฟางข้าว ในรูปโปรตีน NDF ADF ลิกนิน และ ค่า IVDMD เท่ากับ 7.0, 75.0, 51.0 และ 43.0 % ตามลำดับ

Sannasgala and Jayasuriya (1984) รายงานค่าองค์ประกอบทางโภชนะของฟางข้าว ในรูปโปรตีน NDF ADF cellulose และ ค่า IVOMD เท่ากับ 5.4, 76.6, 48.9, 38.9 และ 35.4 % ตามลำดับ ส่วนใบฟางข้าว องค์ประกอบทางโภชนะในรูปโปรตีน NDF ADF Cellulose และ

(เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น)

ค่า IVOMD เท่ากับ 5.6, 73.2, 44.9, 27.8 และ 31.9 % ตามลำดับ ส่วนลำต้นฟางข้าว องค์ประกอบทางโภชนะในรูปโปรตีน NDF ADF Cellulose และค่า IVOMD เท่ากับ 3.1, 74.2, 49.8, 36.9 และ 43.5 % ตามลำดับ

Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1985) รายงานค่าองค์ประกอบทางโภชนะของฟางข้าวจ้าว โดยเป็นข้าวนาปี ปริมาณโปรตีน NDF ADF ลิกนิน ค่า IVDMD และ ค่า DE เท่ากับ 3.6, 73.7, 53.2, 4.9, 46.3 % และ 7.4 MJ / kg ตามลำดับ ส่วนฟางข้าวจ้าว โดยเป็นข้าวนาปรัง ปริมาณโปรตีน NDF ADF ลิกนิน ค่า IVDMD และ ค่า DE เท่ากับ 5.1, 75.3, 55.6, 4.9, 48.8 % และ 7.5 MJ / kg ตามลำดับ ส่วนฟางข้าวเหนียว โดยเป็นข้าวนาปี ปริมาณโปรตีน NDF ADF ลิกนิน ค่า IVDMD และ ค่า DE เท่ากับ 3.4, 73.1, 52.9, 4.8, 46.9 % และ 7.8 MJ / kg ตามลำดับ และฟางข้าวเหนียว โดยเป็นข้าวนาปรัง ปริมาณโปรตีน NDF ADF ลิกนิน ค่า IVDMD และ ค่า DE เท่ากับ 4.4, 73.8, 53.0, 4.4, 49.5 % และ 7.6 MJ / kg ตามลำดับ

Devendra (1982) รายงานค่าองค์ประกอบทางโภชนะของฟางข้าว ซึ่งเก็บรักษาไว้ในที่ร่ม ปริมาณโปรตีน เยื่อใย เถ้า และ พลังงาน เท่ากับ 5.6, 27.6, 16.7 และ 15.31 MJ / kg ตามลำดับ และค่าองค์ประกอบทางโภชนะของฟางข้าว ซึ่งเก็บรักษาโดยมีวัสดุปิดด้านบนฟางข้าว ปริมาณโปรตีน เยื่อใย เถ้า และ พลังงาน เท่ากับ 5.2, 24.7, 16.5 และ 14.24 MJ / kg ตามลำดับ

วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530) รายงานค่าองค์ประกอบทางโภชนะของฟางข้าวในรูปโปรตีน เท่ากับ 4.40 % และทดลองหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin ในแกะรุ่นเพศผู้ พบว่า IVDMD และ IVOMD เท่ากับ 33.91 และ 34.72 % ตามลำดับ

เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ และคณะ (2542) รายงานค่าองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวในรูปโปรตีน NDF ADF และ ลิกนิน เท่ากับ 4.6, 64.4, 34.1 และ 3.5 % และศึกษาค่าการย่อยได้ในฟางข้าวแบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique และรายงานปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมง 24, 48, 72 และ 96 เท่ากับ 22.0, 41.1, 47.8 และ 50.5 มิลลิกรัมต่อ 200 มิลลิกรัมของวัตถุแห้ง และรายงานค่าการย่อยสลายของฟางข้าวแบบ *in situ* ในชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96 เท่ากับ 40.13, 51.25, 57.97 และ 61.42 % โดยได้ค่า A B และ A+B เท่ากับ 17.20, 46.50 และ 63.70 % ตามลำดับ

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และคณะ (2544) ศึกษาการย่อยได้ในฟางข้าวของโคนมเพศเมียแบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique แล้วนำค่าแก๊สที่ได้มาประเมินค่า OMD (Organic matter digestibility) ซึ่งได้ เท่ากับ 45.15 % และค่า NEL เท่ากับ 1.03 Mcal / kgDM

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และคณะ (2541) ทดลองหาค่าการย่อยได้ของฟางข้าวแบบ *in situ* โดยใช้โคนมเพศเมีย 4 ตัว และรายงานค่า A B และ A+B ของฟางข้าว เท่ากับ 10.0, 50.1 และ 60.1 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oh *et al.* (1971) ทดลองค่าการย่อยได้ในฟางข้าวแบบ *in vivo* โดยวิธี Total Collection ในแกะรุ่น จำนวน 4 ตัว โดยให้แกะกินฟางข้าวกับถั่วอัลฟาฟา $CaHPO_4$ Na_2SO_4 และยูเรีย ซึ่ง

ปริมาณการกินอาหารของสูตรอาหารที่มีฟางข้าว เท่ากับ 1.06 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง และพลังงานย่อยได้ เท่ากับ 46.4 % และ 7.85 MJ / kg ตามลำดับ

Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโคพื้นเมืองเพศผู้ตอน โดยให้โคกินฟางข้าวอย่างเดียว ได้ค่า DE เท่ากับ 8.9 MJ / Kg DM ค่า TDN เท่ากับ 50.2 % ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF และ ADF เท่ากับ 51.2, 59.2, -25.7, 71.0 และ 67.6 % ตามลำดับ

Ibrahim (1985) ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโครุ่นเพศผู้ลูกผสมพื้นเมืองกับเจอร์ซี่ จำนวน 25 ตัว โดยให้โคกินฟางข้าวอย่างเดียว ปริมาณการกินฟางข้าวเท่ากับ 3.47 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง เท่ากับ 41.0 %

เจริญ แสงดี (2530) รายงานว่า ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมียจำนวน 6 ตัว โดยให้โคกินฟางข้าว และเสริมต้นถั่วลิสง 1 % ต่อน้ำหนักตัว ปริมาณการกินอาหาร เท่ากับ 2.51 % ต่อน้ำหนักตัว และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน เท่ากับ 59.6, 65.3 และ 40.0 % ตามลำดับ

Navaratne *et al.* (1990) รายงานค่าองค์ประกอบทางโภชนะของฟางข้าวในรูปโปรตีน NDF และค่า IVVOMD เท่ากับ 4.90, 75.70 และ 50.7 % ตามลำดับ และศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโครุ่นเพศผู้ จำนวน 132 ตัว โดยให้โคกินฟางข้าวอย่างเดียว ได้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 50.7 %

การปรับปรุงคุณภาพฟางข้าว

ซึ่งปรับปรุงเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนะและการย่อยได้ สามารถทำได้หลายวิธี คือ วิธีทางกายภาพ เช่น การสับ การแช่น้ำ และการบด วิธีทางชีวภาพ เช่น การใช้น้ำย่อยสังเคราะห์ และการใช้เชื้อรา และวิธีทางเคมี เช่น การใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ การใช้โซเดียมคลอไรด์ และการใช้โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ แต่วิธีที่นิยมใช้ในการปรับปรุงฟางข้าว คือการใช้สารเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งยูเรีย และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งมีดังนี้

1. วิธีการปรุงแต่งด้วยยูเรีย

วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530) ทดลองหาการย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin ในแกะรุ่นเพศผู้ พบว่า ระยะเวลาในการหมัก 2, 3 และ 4 อาทิตย์ จะไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงผลของค่าโปรตีน IVDMD และ IVOMD (%) ของฟางหมักยูเรีย

เวลาหมัก	% โปรตีน		%IVDMD		%IVOMD	
(อาทิตย์)	4 [1/]	6 [2/]	4 [1/]	6 [2/]	4 [1/]	6 [2/]
2	5.63 [n]	6.82 [n]	50.22 [n]	49.48 [n]	51.10 [n]	49.47 [n]
3	6.03 [n]	6.75 [n]	48.18 [n]	51.13 [n]	49.66 [n]	52.38 [n]
4	6.61 [n]	7.13 [n]	53.35 [n]	54.98 [n]	51.02 [n]	51.30 [n]

อักษรที่เหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

1/ ฟางหมักยูเรียระดับ 4 %

2/ ฟางหมักยูเรียระดับ 6 %

ดัดแปลงจาก วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530)

สมคิด พรหมมา และคณะ (2531) ทดลองฟางและฟางหมักยูเรีย 6 % นาน 3 อาทิตย์ ในโคนมลูกผสม โดยอาหารหยาบทั้ง 2 ชนิด จะเสริมอาหารข้น 1.5 กิโลกรัมต่อวัน ร่วมกับเปลือกสัปปะรดหมักมันสำปะหลัง 3.5 กิโลกรัม ต่อวัน พบว่า ค่าปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ทั้งหมด โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว เท่ากับ 2.0 และ 3.0 % ส่วนในฟางและฟางหมักยูเรีย 6 % นาน 3 อาทิตย์ โดยค่า IVDMD เท่ากับ 48.2 และ 57.1 % ตามลำดับ

Wanapat (1990) กล่าวว่า การทำฟางหมักในประเทศไทย ควรใช้ยูเรียระดับ 5 % โดยควรหมัก 2 – 3 อาทิตย์ จึงจะเพียงพอต่อการย่อยได้ของโค และรายงานการทดลองฟางข้าวและฟางหมักยูเรียในระดับต่างๆ โดยหมัก 2 อาทิตย์ ในโคบราห์มัน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงผลของค่าโปรตีน IVDMD และปริมาณการกินอาหารต่อน้ำหนักตัว ของฟางข้าวและฟางหมักยูเรียในระดับต่างๆ

อาหารหยาบ	โปรตีน (%)	IVDMD (%)	DMI / BW (%)
ฟางข้าว	4.2	46.1	1.5
ฟางหมักยูเรีย 3 %	11.9	52.4	1.7
ฟางหมักยูเรีย 5 %	17.7	55.5	2.2

ดัดแปลงจาก Wanapat (1990)

Promma (1993) ทดลองฟางหมักด้วยยูเรียที่ระดับ 4 6 และ 8 % จะเห็นว่าเมื่อใช้ยูเรียในระดับสูงขึ้น ทำให้ค่า IVDMD สูงขึ้นตามไปด้วย ส่วนระยะเวลาหมัก 2 3 และ 4 อาทิตย์ โดยฟางหมักมีค่า IVDMD ใกล้เคียงกัน ในการใช้ยูเรียทุกระดับ ดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้ใช้ในการศึกษาวิจัยเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงผลของค่า IVDMD ของฟางหมักยูเรียในระดับและระยะเวลาหมักที่ต่างกัน

ระยะเวลาหมัก (อาทิตย์)	% IVDMD		
	ยูเรียระดับ 4 %	ยูเรียระดับ 6 %	ยูเรียระดับ 8 %
2	47.5	49.7	53.1
3	49.8	50.9	55.0
4	48.8	50.0	51.1

ดัดแปลงจาก Promma (1993)

กองอาหารสัตว์ (2538) แนะนำว่า การทำฟางหมักยูเรีย ควรใช้ยูเรียที่ระดับ 5 % หมัก 2 อาทิตย์ หรือใช้ยูเรียที่ระดับ 6 % หมัก 3 อาทิตย์ จะได้ค่า IVDMD เท่ากับ 56.5 และ 54.1 %

สมคิด พรหมมา และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2539) รายงานว่า ในฟางข้าวมีปริมาณ TDN ต่ำ ประมาณ 45 % และสามารถเพิ่มค่า TDN ได้ โดยทำฟางหมักยูเรีย 6 % เวลา 3 อาทิตย์ จะมีปริมาณ TDN เท่ากับ 50 % ซึ่งสามารถใช้เลี้ยงโคนมที่ให้นมประมาณ 10 - 15 กิโลกรัมต่อวัน โดยให้ฟางหมักร่วมกับอาหารข้นในสูตรอาหารโคนม

ดำรัส ชาตรีวงศ์ (2544) ทดลองหาการย่อยได้ในฟางข้าว แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique โดยนำปริมาตรแก๊สที่ได้ไปประเมินค่า IVOMD (*in vitro* organic matter digestibility) และพบว่าฟางข้าวมีค่า IVOMD เท่ากับ 51.66 % ส่วนฟางหมักยูเรียนั้น เมื่อใช้ยูเรียในระดับสูงขึ้น ทำให้ค่า IVOMD สูงขึ้นตามไปด้วย แต่การใช้ยูเรียในระดับ 4 และ 5 % ไม่มีความแตกต่างกันของค่า IVOMD ($P>0.05$) ส่วนระยะเวลาหมัก 2 และ 3 อาทิตย์ มีค่า IVOMD ไม่ต่างกัน ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงผลของค่า IVOMD (%) ของฟางหมักยูเรียที่ประเมินได้จากค่าแก๊ส

ระดับยูเรีย (%)	IVOMD (%)			ค่าเฉลี่ย
	หมัก 1 อาทิตย์	หมัก 2 อาทิตย์	หมัก 3 อาทิตย์	
4	57.73	59.49	59.70	58.97 [ก]
5	59.30	61.25	61.55	60.70 [ก]
6	59.78	62.62	63.32	61.91 [ข]
ค่าเฉลี่ย	58.94 [ก]	61.12 [ข]	61.53 [ข]	60.53

อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

อักษรที่ต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ดัดแปลงจาก ดำรัส ชาตรีวงศ์ (2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทั้งนี้ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ibrahim (1985) ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย 4 % นาน 3 อาทิตย์ โดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโครุ่นเพศผู้ลูกผสมพื้นเมืองกับเจอร์ซี่ จำนวน 25 ตัว โดยให้โคกินฟางหมักอย่างเดียว พบว่า ปริมาณการกินฟางหมัก 4.71 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในในรูปวัตถุแห้ง เท่ากับ 48.0 %

Wongsrikeao and Wanapat (1985) ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรียระดับ 3 และ 6 % นาน 3 อาทิตย์ โดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในกระบือสาวพื้นเมือง จำนวน 8 ตัว โดยให้กระบือกินฟางหมักอย่างเดียว พบว่า ปริมาณการกินฟางหมักยูเรียระดับ 3 และ 6 % เท่ากับ 6.42 และ 7.32 กิโลกรัมวัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง เท่ากับ 52.7 และ 55.4 % และในรูป ADF เท่ากับ 51.2 และ 55.4 % ตามลำดับ

Wanapat (1986) ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรียระดับ 3 และ 5 % นาน 2 อาทิตย์ โดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมีย จำนวน 24 ตัว โดยให้โคกินฟางหมักอย่างเดียว พบว่า ปริมาณการกินฟางหมักยูเรียระดับ 3 และ 5 % เท่ากับ 1.7 และ 2.2 % วัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง เท่ากับ 52.6 และ 54.0 % ในรูปอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 57.7 และ 61.0 % และในรูป NDF เท่ากับ 61.6 และ 64.1 %

Wanapat and Uriyapongson (1986) ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรียระดับ 5 % นาน 2 อาทิตย์ โดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโคนมรุ่นเพศผู้ตอน จำนวน 12 ตัว โดยให้โคกินฟางหมักและอาหารข้น 3 กิโลกรัมต่อวัน พบว่า ปริมาณการกินอาหารรวม 2.2 % วัตถุแห้งต่อตัวต่อวัน ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุรวม เท่ากับ 71.9% และในรูป NDF เท่ากับ 59.1 %

จิระชัย กาญจนพฤฒิพงศ์ (2529) ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโคนมรุ่นเพศผู้ โดยทดลองฟางราดยูเรียที่ระดับ 1.5 % และราดกากน้ำตาลที่ระดับ 7.5 % กับฟางหมักยูเรีย 4 % นาน 3 อาทิตย์ พบว่า ค่า IVVDMD เท่ากับ 51.18 และ 54.25 % และค่า IVVDOMD เท่ากับ 55.30 และ 60.21 % และค่า DE (digestible energy) โดยการประเมินจากปริมาตรแก๊ส เท่ากับ 8.2 และ 8.6 MJ / kg DM ตามลำดับ ส่วนฟางข้าว ฟางราดยูเรีย 1.5 % และราดกาก น้ำตาล 7.5 % และฟางหมักยูเรีย 4 % นาน 3 อาทิตย์ มีค่า IVDMD เท่ากับ 43.23 51.94 และ 54.16 % ตามลำดับ

เจริญ แสงดี (2529) ศึกษาค่าการย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ ในโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมียจำนวน 6 ตัว โดยให้โคกินฟางหมักยูเรีย 4 % หมัก 3 อาทิตย์ อย่างเดียว พบว่า ปริมาณการกินฟางหมักยูเรีย เท่ากับ 2.66 % ต่อน้ำหนักตัว และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ และโปรตีน เท่ากับ 51.6 60.2 และ 34.6 % ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการปรุงแต่งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

Thomsen *et al.* (1973) ทดลองฟางปรุงแต่งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่า เมื่อใช้ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้น ทำให้ปริมาณเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส มีแนวโน้มต่ำลง โดยค่า IVDMD มีค่าสูงขึ้น ส่วนปริมาณลิกนินไม่มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงผลของค่า เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส ลิกนิน และค่า IVDMD ของฟางปรุงแต่งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)	% เฮมิเซลลูโลส	% เซลลูโลส	% ลิกนิน	% IVDMD
0	33.05	43.63	8.03	40.8
2	28.68	43.23	8.11	51.8
3	25.34	41.77	8.26	59.6
4	22.75	41.82	8.44	66.4
5.9	16.78	41.33	8.08	74.0

ดัดแปลงจาก Thomsen *et al.* (1973)

บัญชา มณีวรรณ (2524) ทดลองใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 3 % ผสมกับปูนขาว 1 % โดยแช่ฟางเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วใช้น้ำล้าง 5 ลิตร ต่อ ฟาง 1 กิโลกรัม แล้วผึ่งให้แห้ง แล้วราดด้วยกากน้ำตาล 10 % กับยูเรีย 2 % ทำให้ค่า IVDMD เพิ่มขึ้นจาก 42 % เป็น 70 %

อนุชา แสงโสภณ (2524) รายงานว่า วิธีใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 % ราดฟางแล้วผึ่งให้แห้ง 20 ชั่วโมง จากนั้นทำการราดยูเรีย 2 – 3 % และ กากน้ำตาล 10 % สามารถเพิ่มค่า IVDMD จาก 42 % เป็น 60 %

เทียน รั้งกลาง (2532) ทดลองการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 % ผสมกับปูนขาว 1 % โดยแช่ฟางเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วผึ่งให้แห้ง จากนั้นราดด้วยกากน้ำตาล 10 % กับ ยูเรีย 2 % ซึ่งทำให้ค่า IVDMD เพิ่มขึ้นจาก 41 % เป็น 70 %

เมธา วรรณพัฒน์ (2533) กล่าวว่า การทำฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามวิธีการของ Piatkowski โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1.5 % โดยใช้ฟาง 1 กิโลกรัม ต่อ สารละลาย 20 ลิตร แช่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำ 4 ลิตร ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย แต่จะมีการสูญเสียสิ่งแห้งสูงมาก โดยค่า IVDMD เพิ่มขึ้นประมาณ 20 - 25 % ส่วนวิธีการพ่นและราดโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามวิธีการของ Ibrahim โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 % พ่นฟาง ทำให้ค่า IVDMD เพิ่มขึ้นประมาณ 15 - 20 % แต่จะทำให้มีการตกค้างของสาร alkali มาก และวิธีทำฟางปรุงแต่งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ของ Verma โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 % พ่นฟาง ทำให้ค่า IVDMD เท่ากับ 58 % หากใช้อัตราส่วนของโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณที่สูงๆ จะทำให้ค่าการย่อยได้สูงขึ้น แต่ทำให้การตกค้างของสารพิษสูงขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการปรุงแต่งฟางโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำให้ค่า IVDMD สูง และหากใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณที่สูงๆ ทำให้ค่าการย่อยได้ยิ่งสูงขึ้น แต่ทำให้การตกค้างของสารพิษสูงขึ้นด้วย โดยสอดคล้องกับ Rexen and Knudsen (1990) ซึ่งกล่าวว่า การให้ฟางปรุงแต่งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตรา 5 % เพียงอย่างเดียว ทำให้ความน่ากินของอาหารลดลง และ ทำให้มีผลต่อกระเพาะรูเมน คือ ทำให้ pH ในกระเพาะรูเมนสูงมากกว่า 8.0 ในเวลาอันรวดเร็ว และทำให้จำนวนจุลินทรีย์ลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกัน โดยปกติแล้ว pH ในกระเพาะรูเมนต่ำกว่า 7.0 และหากให้โคกินฟางปรุงแต่งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในอัตราตั้งแต่ 4 - 5 % ทำให้เกิดอันตรายได้ เพราะสารโซเดียมไฮดรอกไซด์มีฤทธิ์เป็นด่าง ทำให้เกิดการระคายเคืองที่ลิ้นและปากของโค และอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ หากไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน หรือหากต้องการลดปริมาณสารพิษในฟางปรุงแต่งจำเป็นต้องล้างด้วยน้ำปริมาณมาก และสารละลายไหลลงดินหรือน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษได้ (เทียน รั้งกลาง. 2532 ; เมธา วรรณพัฒน์. 2533)

2.3 การวิเคราะห์การย่อยได้แบบ *in vitro*

เมธา วรรณพัฒน์ (2533) กล่าวว่า การหาการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* เป็นการเลียนแบบสภาวะภายในตัวสัตว์ทั้งหมด โดยใช้หลักการคือ เมื่อสัตว์กินอาหารเยื่อใย จากนั้นอาหารจะเข้าสู่กระเพาะรูเมน แล้วแบคทีเรียที่ใช้อาหารเยื่อใยจะเข้ายึดติดอาหาร แล้วปล่อยเอนไซม์ประเภทเซลลูเลสเข้าย่อยสลายเซลลูโลส ขณะย่อยสลายจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และกรดไขมันระเหยง่าย ซึ่งสัตว์ใช้ประโยชน์จากกรดไขมันระเหยง่าย โดยการดูดซึมของกระเพาะรูเมน เข้าสู่เส้นเลือดต่อไปยังร่างกาย ในการวิเคราะห์การย่อยได้แบบ *in vitro* นี้ โดยทั่วไปวิธีที่นิยมมี 3 วิธี คือ

2.3.1 วิธี rumen liquor pepsin หรือ two stage *in vitro* method ตามวิธีของ Tilley and Terry (1963)

บุญล้อมและสมคิด (2539ก) ; บุญล้อม (2540) กล่าวว่า เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับเป็นอย่างมาก โดยอาศัยของเหลวจากกระเพาะรูเมนเป็นแหล่งของน้ำย่อยธรรมชาติ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ใช้เวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้ของเหลวในกระเพาะรูเมนกับสารละลาย buffer ย่อยตัวอย่างอาหารในหลอดที่มีสภาพไร้ออกซิเจน และระยะที่ 2 ใช้เวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้กรดเกลือ (HCl) ย่อยตัวอย่างอาหารต่อ จากนั้นกรองส่วนที่ไม่ถูกย่อยแล้วอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 8 - 12 ชั่วโมง แล้วหาค่า IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) ซึ่งปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์การย่อยได้โดยวิธี rumen liquor pepsin มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชนิดของสัตว์โดยค่า IVDMD ในแกะจะต่ำกว่าโค

2. ก่อนสุ่มเอาของเหลวจากกระเพาะรูเมนไปใช้ ต้องทำการปรับจุลินทรีย์ก่อน โดยให้สัตว์ให้ได้รับอาหารมาตรฐานที่มีคุณภาพ เช่น ถั่วอัลฟัลฟา จะทำให้เพิ่มค่าการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน โดยให้ประมาณ 1 – 2 อาทิตย์ ก่อนเก็บ

3. ระยะเวลาในการเก็บของเหลวในกระเพาะรูเมน หากทำการเก็บหลังจากให้อาหารแล้ว 16 –18 ชั่วโมง ทำให้ค่า IVDMD ต่ำ

4. ขนาดตัวอย่างอาหารที่ใช้ ควรบดผ่านตะแกรง 1 มิลลิเมตร ให้สม่ำเสมอ

5. สารละลาย buffer ที่ใช้ควรเตรียมให้ใหม่และถูกต้อง

6. อุณหภูมิของสารละลายในช่วง incubate จะต้องควบคุมให้มีอุณหภูมิประมาณ 39 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลอง

2.3.2 วิธี pepsin - cellulase ตามวิธี McLeod and Minson (1978)

เป็นวิธีที่วิเคราะห์โดยใช้สารเคมีทั้งหมด เพื่อลดความแปรปรวนที่เกิดจากความเข้มข้นของน้ำย่อยในรูเมน และความแปรปรวนที่เกิดจากอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ ฉะนั้นจึงใช้น้ำย่อยสังเคราะห์เซลลูเลสมาใช้แทนของเหลวในกระเพาะรูเมน ส่วนวิธีการทดลองจะเหมือนกับ วิธี rumen liquor pepsin (เมธา วรรณพัฒน์. 2533 ; บุญล้อม ชีวะอิสระกุลและสมคิด พรหมมา. 2539ก)

2.3.3 วิธี gas production technique ตามวิธี Menke *et al.* (1979)

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา (2539ก) ; บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2540) กล่าวว่า โดยใช้หลักแบคทีเรียเข้ายึดติดอาหาร แล้วปล่อยเอนไซม์ประเภทเซลลูเลสเข้าย่อยสลายเซลลูโลสหรือสารประกอบเยื่อใย ในขณะจุลินทรีย์ย่อยสลายจะเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และกรดไขมันระเหยง่าย ซึ่งจะนำมาหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และค่า metabolized energy ได้ ซึ่งปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์การย่อยได้โดยวิธี gas production technique มีดังนี้

1. ของเหลวที่สุ่มจากกระเพาะรูเมน จะต้องมีสัดส่วนของ cellulolytic และ amylolytic bacteria ในสภาวะที่เหมาะสม และในการวิเคราะห์ต้องมีตัวอย่างอาหารมาตรฐานเป็นตัวปรับค่าแก๊สที่เกิดขึ้น

2. หาก blank ที่ได้มีค่าต่ำมากๆ ต้องพิจารณาสาเหตุ อาจเนื่องจากกระบวนการทดลองไม่ถูกต้อง เช่น ทดลองในสภาพที่ไม่ไร้ออกซิเจน

3. ค่า pH ที่วัดได้ หากมีค่าต่ำ จุลินทรีย์จะลดจำนวนลง ทำให้ลดการผลิตแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความแปรปรวนของแก๊สอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจาก เช่น วันที่เก็บของเหลว สูตรอาหารที่สัตว์กิน เวลาที่เก็บของเหลว ซึ่งสามารถลดความแปรปรวนได้ โดยเก็บของเหลวในกระเพาะรูเมนจากสัตว์อย่างน้อย 2 ตัว หรือมากกว่านั้น

5. ในการอ่านผลแก๊สที่เกิด ควรรีบอ่านอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และควรใช้ 2 คน ในการอ่านค่าแก๊สและการบันทึกผล

2.4 การวิเคราะห์การย่อยได้แบบ *in situ*

เมธา วรรณพัฒน์ (2533) ; บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา (2539ค) กล่าวว่า วิธีหาการย่อยได้โดยใช้ถุงไนล่อนนี้ ทำโดยชั่งอาหารใส่ถุงไนล่อน แล้วนำไปใส่ยังโคเจาะกระเพาะซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน จะย่อยสลายอาหารในถุงไนล่อน จากนั้นจะนำถุงออกจากกระเพาะโคในเวลาต่างๆ กัน แล้วนำตัวอย่างอาหารที่เหลือจากการย่อยสลาย มาคำนวณค่าการย่อยสลาย (degradability) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายมีดังนี้

1. ขนาดของอนุภาคอาหาร หากมีขนาดเล็กจะทำให้การผ่านเข้าออกถุงไนล่อนเร็ว
2. ชนิดของตัวอย่างอาหารที่ทดลอง ซึ่งอาหารข้น จะมีอัตราการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนสูงกว่าตัวอย่างอาหารหยาบ
3. ขนาดของรูถุง หากรูกว้างจะทำให้ตัวอย่างอาหารไหลออกมาก
4. ความแปรปรวนในโคแต่ละตัว
5. ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์

2.5 การวิเคราะห์การย่อยได้แบบ *in vivo*

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2527) กล่าวว่า เป็นการศึกษาความสามารถการย่อยได้ของโภชนะชนิดนั้นๆ เมื่อโคกินไปแล้วจะมีประโยชน์ต่อสัตว์อย่างไร โดยเป็นค่าพลังงานที่ยังไม่ได้ปรับค่า (apparent digestible energy) โดยค่า FE คือพลังงานในมูล ที่สัตว์ขับออกมา โดยนำตัวอย่างอาหารและมูลไปวิเคราะห์หาค่าพลังงานด้วยเครื่อง bomb calorimeter ได้ ค่า DE ที่ได้ จะมีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี หรือกิโลจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้งของอาหาร และสามารถวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2541) กล่าวว่า ระบบ TDN เป็นระบบพลังงานที่นิยมในอเมริกา และอีกหลายๆ ประเทศ รวมทั้งประเทศไทยด้วย โดยค่า TDN ในอาหารที่คำนวณได้จากผลรวมของปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด ที่มีในอาหาร 100 กิโลกรัม และมีรายงานเกี่ยวกับการคำนวณค่า TDN ที่ปรับปรุงใหม่ โดยจะรวมพลังงานจาก โปรตีน ไขมัน NDF และ NFC เข้าด้วยกัน ซึ่ง Weiss *et al.* (1992) ได้ทดสอบสมการ TDN กับอาหารที่ทราบค่าการย่อยได้แล้วจำนวน 248 ชนิด ได้แก่ อาหารหยาบ ผลพลอยได้ ธัญพืช พืชน้ำมัน และโปรตีนทำให้สามารถประเมินค่าพลังงานในอาหารได้ดีขึ้น ดังสมการ

$$TDN = E_{CP} + E_{FA} + E_{NDF} + E_{NFC} - 7$$

2.5.1 การศึกษาความสามารถในการย่อยได้ (Digestion trial หรือ Total collection method)

เมธา วรรณพัฒน์ (2533) กล่าวว่า สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

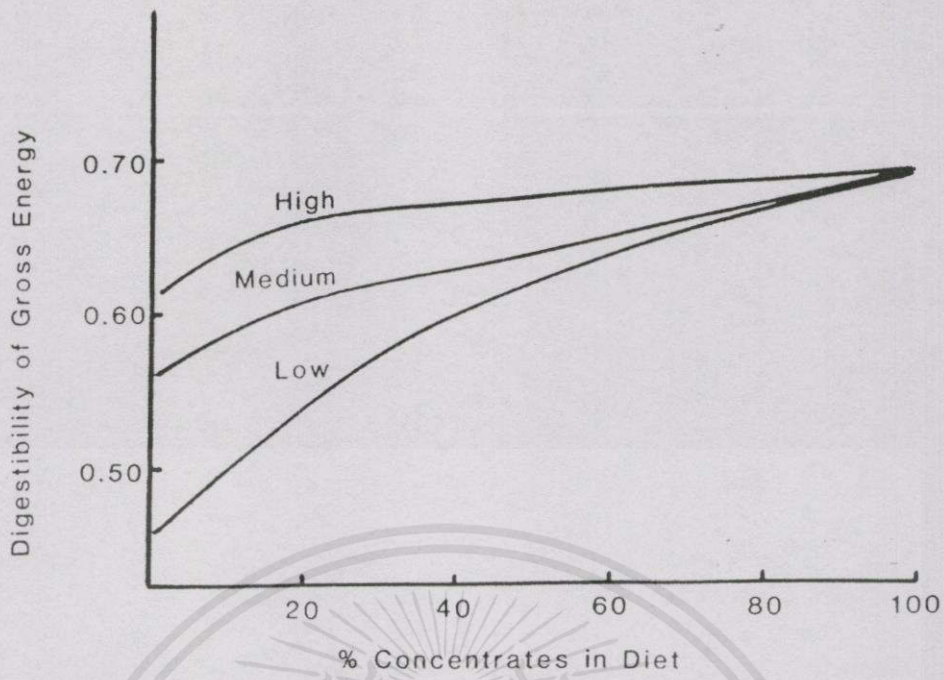
1. การวางแผนการทดลอง
2. การเตรียมสัตว์เข้าทดลอง
3. การปรับสัตว์ทดลอง
4. การให้อาหาร
5. การเก็บมูล และการเก็บปัสสาวะ
6. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางทางเคมีของอาหารและมูล
7. การคำนวณค่าความสามารถในการย่อยได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

7.1 การวิเคราะห์พลังงานย่อยได้ (DE)

ระบบพลังงานย่อยได้คล้ายกับระบบ TDN ซึ่งค่าจะเป็นค่าพลังงานที่ยังไม่ได้ปรับค่า (apparent digestible energy) โดยค่า FE คือพลังงานในมูล ที่สัตว์ขับออกมา หากโคหรือแกะกินอาหารหยาบ จะมีพลังงานสูญเสียในรูปมูลถึง 40 - 50 % ซึ่งวิธีการนี้จะวัดปริมาณมูลที่ขับได้ง่าย และทำให้ทราบปริมาณอาหารที่กิน และสามารถนำตัวอย่างอาหารและมูลไปวิเคราะห์หาค่าพลังงานด้วยเครื่อง bomb calorimeter ได้ โดยมีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี หรือกิโลจูลต่อกิโลกรัมวัตถุแห้งของอาหาร

ในการหาพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ Minson (1990) ได้รายงานว่า ในอาหารหยาบคุณภาพ 3 ระดับ คือ คุณภาพต่ำ กลาง และสูง โดยเสริมอาหารข้นในสูตรอาหารในสัดส่วนจาก 0 ถึง 100 % ซึ่งในอาหารหยาบคุณภาพต่ำ จะเห็นว่าอาหารข้นมีผลต่อพลังงานย่อยได้สูง โดยเมื่อให้อาหารข้นในสูตรอาหารระดับสูง จะทำให้ค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบสูงตามไปด้วย ดังแสดงในภาพที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงค่าพลังงานย่อยได้ของการเสริมอาหารข้นในแต่ละระดับในอาหารหยาบคุณภาพ 3 ระดับ (Minson. 1990)

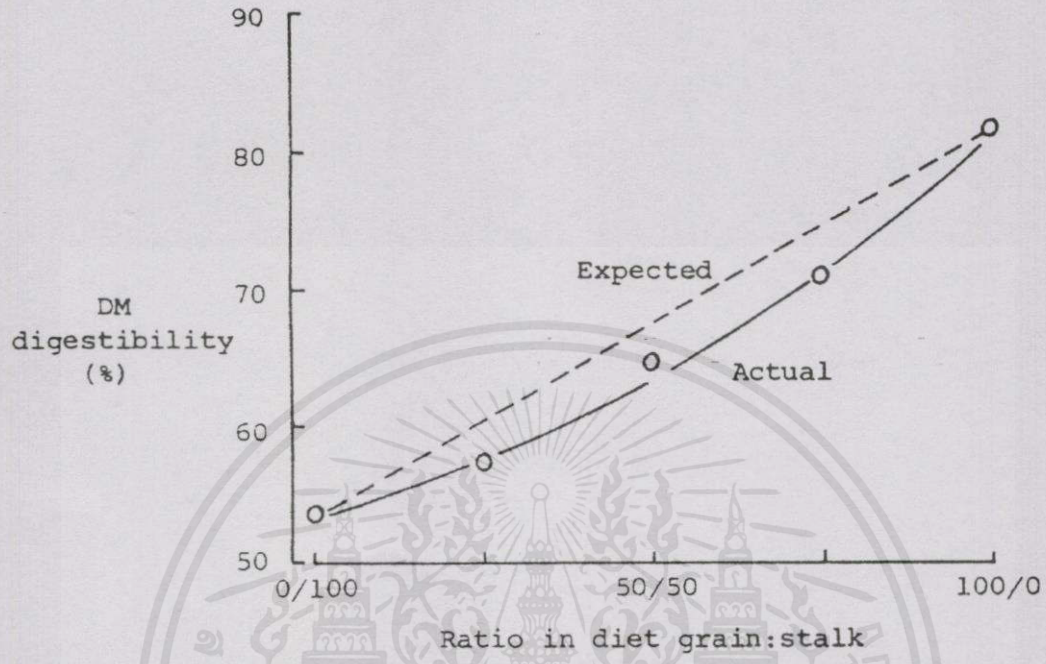
บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2527) ; จารุรัตน์ เศรษฐภักดี (2528) กล่าวว่า ข้อเสียของค่า DE คือ ยังไม่ได้รับความนิยมในสัตว์เคี้ยวเอื้องเท่าที่ควร เนื่องจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. ค่า FE จะมีเศษเหลือของแบคทีเรีย และเซลเยื่อบุทางเดินอาหารหลุดรวมออกมาด้วย ทำให้ค่าที่ได้ไม่ถูกต้อง
2. ต้องใช้ปริมาณอาหารมาก
3. ใช้เวลาในการทดลองนาน
4. ต้องใช้แรงงานในการดูแลอย่างใกล้ชิด
5. มีการวิเคราะห์ทางเคมีหลายชนิด
6. ใช้เงินลงทุนสูง
7. หากเปรียบเทียบค่าการย่อยได้กับวิธีอื่นๆ จะเห็นว่าวิธีอื่นมีข้อเสียน้อยกว่า หรือมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีนี้

7.2 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (coefficient of digestibility)

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2541) กล่าวว่า การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง โดยหาความสามารถของการย่อยได้ของโภชนะชนิดต่างๆ เช่น วัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย ไขมัน NFE เถ้า เป็นต้น และในการหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของอาหารหยาบ Dixon (1986) รายงานว่า ได้ทดลองหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของต้นข้าวโพด โดยใช้สูตรอาหารในสัดส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบ คือ เมล็ด

ข้าวโพดต่อต้นข้าวโพด ซึ่งสามารถประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในแต่ละระดับ หากระดับอาหารข้นในสูตรอาหารที่กินได้สูง จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้สูงขึ้น และหากระดับอาหารข้นในสูตรอาหารที่กินได้ต่ำ จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ต่ำลงด้วย ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่ประกอบไปด้วยเมล็ดข้าวโพดต่อต้นข้าวโพดในแต่ละระดับ (Dixon. 1986)

2.5.2 การศึกษาการย่อยได้โดยการใช้ตัวบ่งชี้ (Indicator method)

การใช้ตัวบ่งชี้หรือ indicator จะช่วยลดปัญหาในด้านเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่าย เนื่องจากไม่ต้องนำสัตว์ขึ้นกรง และทำการเก็บปัสสาวะเหมือนวิธี Total Collection โดยวิธีนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. Internal indicator

เป็นการใช้ตัวบ่งชี้ภายใน เช่น ลิกนิน 72 % H_2SO_4 และใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash หรือ AIA) ซึ่งการศึกษาโดยวิธี AIA เป็นที่นิยมกันมาก เพราะให้ค่าที่ใกล้เคียงกับการศึกษาโดยระบบ *in vivo* ซึ่ง Minson (1990) ได้ศึกษาความแม่นยำในการทำนายค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ โดยทำนายจาก วิธีใช้ตัวบ่งชี้ภายใน (AIA) ส่วนที่ไม่ย่อยสลายของเซลลูโลส และการย่อยได้แบบ *in vitro* ดังแสดงในตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงผลของการเปรียบเทียบความแม่นยำในการทำนายค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุโดยทำนายจากวิธี AIA PIC [1/] และแบบ *in vitro*

ชนิดของอาหารหยาบ	AIA	PIC [1/]	*in vitro*
Lolium perenne	0.65	0.65	0.70
Medicago sativa	0.59	0.58	0.57

1/ PIC (Potential indigestible cellulose) คือ ส่วนที่ไม่ย่อยสลายของเซลลูโลส

ดัดแปลงจาก Minson (1990)

ในความแม่นยำของวิธี AIA นั้น บุญล้อม ชีวะอิสระกุล (2531) รายงานว่า การศึกษาโดยวิธี AIA สามารถจะใช้เป็นตัวบ่งชี้ภายในได้ดี โดยมีเปอร์เซ็นต์ recovery เท่ากับ 100.8 ±4.4 ซึ่งสอดคล้องกับ Minson (1990) รายงานว่า การศึกษาอาหารหยาบโดยใช้ AIA เป็นตัวบ่งชี้ จะได้ ค่า recovery เท่ากับ 99.8 % ซึ่งวิธีการ AIA นี้ มีวิธีการ คือ นำตัวอย่างอาหารและมูลไปเผา แล้วหาเปอร์เซ็นต์ เถ้า จากนั้นจะนำไปต้มในกรด HCl 2N แล้วอบอีกครั้ง แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ AIA และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ต่อไป ซึ่งวิธี AIA จะนิยมมากกว่าวิธีใช้ ลิกนิน 72 % H_2SO_4

2. External indicator

เป็นการใช้ตัวบ่งชี้ภายนอก ซึ่งสารเคมีที่นิยมมาก คือ chromic oxide หรือ polyethylene glycol โดยจะเป็นสารสี ซึ่งจะผสมกับอาหารทดลอง แล้วนำตัวอย่างอาหารและมูลสัตว์ที่กินอาหารผสม chromic oxide โดยหาเปอร์เซ็นต์ chromic oxide ที่ตกค้าง แล้วคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ ซึ่งข้อดีของวิธีการนี้ คือ ทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อย และสามารถหาการย่อยได้ในกรณีที่เลี้ยงสัตว์เป็นฝูง แต่ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือ จะต้องเลือกตัวบ่งชี้ที่มีคุณภาพดีเหมาะสม

2.5.3 การทดลองการให้อาหารสัตว์ระยะยาว (Feeding trial)

เป็นการทดลองเพื่อศึกษาหาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain หรือ ADG) ของสัตว์ที่กินอาหารนั้นๆ ซึ่งต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก คือ อย่างต่ำ 4 เดือน จึงจะวัด ADG ได้แน่นอนและทำการศึกษาในช่วงที่สัตว์อยู่ในระยะกำลังเจริญเติบโต โดยคัดเลือกสัตว์เข้าทดลองโดยดูความสม่ำเสมอในส่วนอายุและน้ำหนัก ในการทดลองมีการศึกษาปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหาร และศึกษาระดับ NH_3 - N pH และ VFA โดยการสุ่มของเหลวในกระเพาะรูเมนทุกเดือน หรือสุ่มในช่วงปลายการทดลอง โดยวิธี stomach tube หรือ fistulated animal (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2527 ; เมธา วรรณพัฒน์. 2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการทดลองแบบ *in vitro, in situ* และ *in vivo*

2.6.1 ค่าสหสัมพันธ์ของการทดลองแบบ *in vitro* ระหว่างวิธี rumen liquor pepsin กับวิธี gas production technique และภายในการทดลอง

อรวรรณ พัฒนาเจริญชัย (2543) ทดลองอาหารหยาบ 47 ชนิด ซึ่งมีอาหารหยาบต่างๆ ฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย ที่ระดับ 4 - 10 % ระยะหมัก 2 - 4 สัปดาห์ ฟางราดยูเรีย ที่ระดับ 4 - 10 % และฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ระดับ 1.5 - 5.0 % พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVDMD โดยวิธี rumen liquor pepsin กับปริมาตรแก๊สที่วัดโดยวิธี gas production technique ในชั่วโมงที่ 24 กับ 48 มีค่าเท่ากับ 0.59 และ 0.70

Trei *et al.* (1970) ทดลองอาหารข้นเมล็ดข้าวบาร์เลย์ และเมล็ด Milo เมื่อบดตัวอย่างขนาด 2 กรัม พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่า IVDMD โดยวิธี rumen liquor pepsin กับปริมาตรแก๊สที่วัดโดยวิธี gas production technique ในชั่วโมงที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.95 และ Menke *et al.* (1979) รายงานว่า ปริมาตรแก๊สที่วัดโดยวิธี gas production technique ในชั่วโมงที่ 24 มีความสัมพันธ์กันสูงกับ ค่า *in vitro* digestible organic matter digestibility (IVDOMD) โดยวิธี rumen liquor pepsin มีค่าเท่ากับ 0.96 และค่า residual standard deviation เท่ากับ 19 และค่า n เท่ากับ 89

Roxas *et al.* (1984) ทดลองฟางข้าว พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่า IVDMD โดยวิธี rumen liquor pepsin กับ ค่า IVOMD โดยวิธี rumen liquor pepsin มีค่าเท่ากับ 0.97

2.6.2 ค่าสหสัมพันธ์ของการทดลองแบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique กับแบบ *in situ*

Blummel and Orskov (1993) ทดลองหาการย่อยได้ในฟางข้าวบาร์เลย์และฟางข้าวสาลี พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 7, 24, 48 และ 72 โดยวิธี gas production technique กับค่าการย่อยสลายแบบ *in situ* ในชั่วโมงที่ 7, 24, 48 และ 72 มีค่าเท่ากับ 0.93, 0.97, 0.97 และ 0.97 ตามลำดับ และ Sileshi *et al.* (1996) ทดลองหาการย่อยได้ในหญ้าเนเปียร์และ Pigeon พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 10, 20, 24, 48 และ 96 โดยวิธี gas production technique กับค่าการย่อยสลายแบบ *in situ* ในชั่วโมงที่ 10, 20, 24, 48 และ 96 มีค่าเท่ากับ 0.59, 0.75, 0.76, 0.72 และ 0.73 ตามลำดับ

2.6.3 ค่าสหสัมพันธ์ของการทดลองแบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin กับแบบ *in situ*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

Kabuga and Darko (1993) ทดลองหาการย่อยได้ของหญ้า Buffel, Love, Guinea และ Setaria พบว่า ค่าสหสัมพันธ์โดยวิธี rumen liquor pepsin (IVDMD) กับค่าการย่อยสลายแบบ *in situ* ที่ชั่วโมงที่ 3, 6, 9, 24, 48 และ 72 มีค่าเท่ากับ 0.93, 0.92, 0.90, 0.92, 0.97 และ 0.96 ตาม

ลำดับ และ บรรจบพร วรรณชาติ (2541) ทดลองหาการย่อยได้ของหญ้าขน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ โดยวิธี rumen liquor pepsin (IVDMD) กับค่าการย่อยสลายแบบ *in situ* ที่ชั่วโมงที่ 72 และ 96 มีค่าเท่ากับ 0.97 และ 0.99

2.6.4 ค่าสหสัมพันธ์ของการทดลองแบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin กับแบบ *in vivo*

McLeod and Minson (1978) ทดลองหาการย่อยได้ของหญ้าจากแหล่งต่างๆ 50 ชนิด เช่น หญ้า Setaria พบว่า ค่าสหสัมพันธ์แบบ *in vitro* โดยวิธี pepsin - cellulase technique (IVDMD) กับค่า IVVDMD แบบ *in vivo* โดยมีค่า เท่ากับ 0.94 ซึ่งสอดคล้องกับ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา (2539ก) กล่าวว่า มีหลายการทดลองของอาหารหยาบ ที่พบว่าการหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin (IVDMD) กับค่า IVVDMD แบบ *in vivo* มีค่าสหพันธ์สูง คือ มากกว่า 0.90

2.6.5 ค่าสหสัมพันธ์ของการทดลองทั้ง 3 แบบ คือ แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin *in situ* และแบบ *in vivo*

เมธา วรรณพัฒน์ (2533) รายงานว่า ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้ในฟางข้าว โดยวิธีต่างๆ มีดังนี้

ค่า IVDMD กับ ค่าการย่อยสลายในชั่วโมงที่ 48 มีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.92

ค่า IVDMD กับ IVVDMD มีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.90

ค่า IVVDMD กับค่าการย่อยสลายในชั่วโมงที่ 48 มีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.95

2.6.6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการย่อยได้และค่าพลังงานย่อยได้

Vencl and Flam (1981) รายงานว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการย่อยได้แบบ *in vivo* กับค่าพลังงานย่อยได้ในอาหารหยาบ 56 ชนิด คือ หญ้าหมัก ข้าวโพดหมัก และถั่วชนิดต่างๆ ดังนี้

ค่า IVVDMD กับค่า IVVDOMD มีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.98

ค่า IVVDMD กับค่า Digestible Energy (kJ / g DM) มีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.90

ค่า IVVDOMD กับค่า Digestible Energy (kJ / g DM) มีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.91

Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1985) รายงานว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVOMD กับค่าพลังงานย่อยได้ในฟางข้าว มีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 สมการถดถอยที่ใช้ในการประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ

2.7.1 สมการ Multiple regression ในการประเมินค่า IVDMD ด้วยองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ

ศิริพร เจียะเหี้ยง (2543) ทดลองอาหารหยาบ 47 ชนิด ซึ่งมีหญ้าชนิดต่างๆ ต้นอ้อย ใบอ้อย ชานอ้อย เปลือกถั่วเขียว ฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย ที่ระดับ 4 - 10 % ระยะหมัก 2 - 4 อาทิตย์ ฟางราดยูเรีย ที่ระดับ 4 - 10 % และฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ระดับ 1.5 - 5.0 % และพบว่าปริมาณ ADF เป็นตัวแปรหลักต่อการย่อยได้ของค่า IVDMD และรองลงมา คือ ลิกนิน และ NDF ฉะนั้นองค์ประกอบที่ควรใช้ในการประเมินอาหารหยาบ คือ ADF + ลิกนิน + NDF + เถ้า โดยค่า r^2 เท่ากับ 0.68 ดังสมการต่อไปนี้

% IVDMD = 54.57 - 0.04 เถ้า - 0.89 NDF + 1.36 ADF - 2.02 ลิกนิน

Barnes *et al.* (1971) ทดลองประเมินค่า IVDMD จากส่วนประกอบทางเคมีของต้นข้าวโพดที่ระยะตัด 10, 35 และ 55 วัน โดยค่า r^2 เท่ากับ 0.89 ดังสมการต่อไปนี้

% IVDMD = 117.0 - 2.17 ลิกนิน - 1.26 เซลลูโลส - 0.24 ADF - 0.34 โปรตีน

2.7.2 สมการ Multiple regression เพื่อประเมินค่าพลังงานย่อยได้ด้วยองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ

Ademosum *et al.* (1968) รายงานว่า ในการประเมินค่า DE (Mcal / kg DM) ของหญ้า Sorghum และ Sudangrass ด้วยสมการถดถอยโดยใช้องค์ประกอบทางเคมีคือ ADF ลิกนิน และโปรตีน ดังสมการต่อไปนี้

DE (Mcal / kg DM) = 66.09 - 0.65 ADF - 9.33 ลิกนิน + 0.60 โปรตีน โดยค่า r^2 เท่ากับ 0.98

Harlan *et al.* (1991) รายงานว่า การประเมินค่า DE (Mcal / kg DM) ของอาหารหยาบชนิดต่างๆ 79 ชนิด คือ หญ้า หญ้าหมัก ข้าวโพดหมัก และถั่วชนิดต่างๆ พบว่า ควรใช้องค์ประกอบทางเคมี คือ ADF NDF และ ลิกนิน ซึ่งจะสามารถประเมินค่าได้แม่นยำขึ้น ดังสมการต่อไปนี้

DE (Mcal / kg DM) = 2.783 - 0.00189 (ลิกนิน) (NDF) $(\%\ DM)^2$ โดยค่า r^2 เท่ากับ 0.70

ส่วนการประเมินค่าพลังงานย่อยได้จาก ADF อย่างเดียว ดังสมการต่อไปนี้

DE (Mcal / kg DM) = 4.103 - 0.0446 (ADF) (% DM) โดยค่า r^2 เท่ากับ 0.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 สมการถดถอยเพื่อประเมินค่าการย่อยสลายแบบ *in situ* ด้วยปริมาตรแก๊สที่วัดโดยวิธี gas production technique จากอาหารหยาบ

Blummel and Orskov (1993) รายงานว่า สามารถใช้ปริมาตรแก๊สที่วัดได้ (ค่า X) ประเมินค่าการย่อยสลาย (ค่า Y) แบบ *in situ* ของฟางข้าวบาร์เลย์และฟางข้าวสาลีในชั่วโมงที่ 8, 24, 48 และ 72 ดังสมการต่อไปนี้

% การย่อยสลายในชั่วโมงที่ 8 = 9.21 + 3.03x ค่า r^2 เท่ากับ 0.93

% การย่อยสลายในชั่วโมงที่ 24 = 11.05 + 2.00x ค่า r^2 เท่ากับ 0.97

% การย่อยสลายในชั่วโมงที่ 48 = 5.36 + 2.27x ค่า r^2 เท่ากับ 0.97

% การย่อยสลายในชั่วโมงที่ 72 = 5.68 + 2.31x ค่า r^2 เท่ากับ 0.97

2.7.4 สมการถดถอย เพื่อประเมินค่า IVVDMD แบบ *in vivo* ด้วยค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบโดยวิธีต่างๆ

Scales *et al.* (1974) รายงานว่า สามารถใช้ค่าการย่อยได้จากวิธีต่างๆ มาประเมินค่า IVVDMD ของพืชอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น หญ้า Blue gramma และ Sandhill bluestem โดยหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin (IVDMD) (ค่า X) ประเมินค่า IVVDMD (ค่า Y) แบบ *in vivo* โดยค่า r^2 เท่ากับ 0.86 และค่า n เท่ากับ 24 ดังสมการ

% IVVDMD = 10.2 + 0.79x

แบบ *in situ* โดยใช้ค่าการย่อยสลายที่ชั่วโมง 48 (ค่า X) ประเมินค่า IVVDMD (ค่า Y) แบบ *in vivo* โดยค่า r^2 เท่ากับ 0.46 และค่า n เท่ากับ 24 ดังสมการ

% IVVDMD = 7.00 + 0.65x

2.7.5 สมการถดถอยเพื่อประเมินค่า DE TDN และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะด้วยอัตราส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบในแต่ละระดับ

เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) รายงานว่า ประเมินค่า DE TDN และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ได้ของฟางข้าวในโคนมเพศเมีย โดยให้โคกินฟางข้าวต่ออาหารข้น 3 ระดับ คือ 40:60, 55:45 และ 70:30 แล้วคำนวณค่า DE TDN และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะทั้ง 3 ระดับ ด้วยสมการถดถอย ซึ่งค่า r^2 ของสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนสูงสุดและสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ต่ำสุด ดังแสดงในตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงผลของการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้สมการถดถอย

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)	แกนตัดของ Y เมื่อ X = 0	ค่าสัมประสิทธิ์ของ X	R^2
วัตถุแห้ง	49.37	-0.40	0.78
อินทรีย์วัตถุ	60.41	-0.29	0.65
โปรตีน	2.91	-0.86	0.82
ไขมัน	47.55	-0.41	0.56
NFC [1/]	64.02	-0.32	0.53
NDF	64.20	-0.18	0.20
ADF	61.14	-0.16	0.06
TDN (%)	49.92	-	-
DE (MJ / kg)	7.32	-	-

1/ NFC คือ Non fiber content

ดัดแปลงจาก เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542)

Promma (1993) รายงานว่า สามารถประเมินค่า DE TDN และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ได้ ของฟางหมักยูเรียระดับ 6 % นาน 3 อาทิตย์ ในโครุ่นเพศผู้ โดยให้โคกินฟางหมักยูเรียต่ออาหารข้น 4 ระดับ คือ 70:30, 80:20 และ 90:10 แล้วคำนวณค่า DE TDN และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะทั้ง 4 ระดับ ด้วยสมการถดถอย ซึ่งค่า r^2 ของ TDN สูงสุด และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ต่ำสุด ดังแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 แสดงผลของการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของฟางหมักยูเรียโดยใช้สมการถดถอย

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)	แกนตัดของ Y เมื่อ X = 0	ค่าสัมประสิทธิ์ของ X	R^2
วัตถุแห้ง	54.1	0.13	0.53
อินทรีย์วัตถุ	59.4	0.12	0.24
โปรตีน	48.9	0.16	0.28
ไขมัน	47.5	0.91	0.57
NFE [1/]	47.9	0.34	0.69
CF [2/]	76.9	-0.10	0.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)	แกนตัดของ Y เมื่อ X = 0	ค่าสัมประสิทธิ์ ของ X	R^2
NDF	69.0	-0.12	0.17
ADF	65.5	0.01	0.03
TDN (%)	48.9	0.27	0.82
DE (MJ / kg)	8.7	0.05	0.76
Nitrogen balance (g/day)	6.8	0.47	0.39

1/ NFE คือ Nitrogen free extract

2/ CF คือ Crude fiber

ดัดแปลงจาก Promma (1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์ในการวิจัย

1. การศึกษาการเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งมีอุปกรณ์ดังนี้

1.1 สัตว์ทดลอง คือ โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตล์ฟรีเชี่ยนในระยะแห้งนมแต่ไม่ท้อง ซึ่งเจาะกระเพาะรูเมนไว้แล้วจำนวน 4 ตัว โดยมีอายุ 3 - 4 ปี ซึ่งการทดลองแบบ *in vitro* ใช้โคจำนวน 2 ตัว และแบบ *in situ* ใช้โคจำนวน 4 ตัว

1.2 อุปกรณ์และสารเคมีในการทำฟางหมักยูเรียและฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ตามวิธีของ เมธา วรรณพัฒน์ (2533)

1.3 อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิธี rumen liquor pepsin ตามวิธีของ Tilley and Terry (1963)

1.4 อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีในการทดลองวิธี gas production technique ตามวิธีของ Menke *et al.* (1979)

1.5 อุปกรณ์เครื่องมือทดลองแบบ *in situ* ตามวิธีของ Mehrez and Orskov (1977)

1.6 วัตถุดิบอาหารหยาบ ได้แก่

1.6.1 หญ้ากินนี อายุ 30 - 60 วัน จาก จันทบุรี

1.6.2 หญ้าขน อายุ 21 - 30 วัน จาก จันทบุรี

1.6.3 หญ้าอะตราตัม อายุ 45 - 60 วัน จาก จันทบุรี

1.6.4 ต้นอ้อย อายุ 90 วัน จาก ชุมพร

1.6.5 ใบอ้อย อายุ 90 วัน จาก ชุมพร

1.6.6 ชานอ้อย จาก ลาดกระบัง

1.6.7 ใบกระถินเทพา อายุ 6 - 10 ปี จาก จันทบุรี

1.6.8 ฟางข้าว จาก ปทุมธานี

1.6.9 ฟางหมักยูเรียที่ระดับ 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 % เวลา 2, 3 และ 4 อาทิตย์

1.6.10 ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ ซึ่งมีอุปกรณ์ดังนี้

2.1 สัตว์ทดลอง คือ โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตล์ฟรีเซี่ยนในระยะแห้งนมแต่ไม่ท้อง ซึ่งเจาะกระเพาะรูเมนไว้แล้วจำนวน 3 ตัว โดยมีอายุ 3 - 4 ปี

2.2 วัตถุดิบอาหารหยาบ 3 ชนิด คือ หญ้ากินนีแห้งอัดฟ่อน อายุ 100 วัน จาก นครราชสีมา ฟางข้าว และฟางหมักยูเรียระดับ 4 % นาน 2 อาทิตย์

2.3 อุปกรณ์เครื่องมือและสารเคมีในการทดลองแบบ *in vivo* โดยวิธี AIA ซึ่งมีดังนี้

2.3.1) ตาชั่ง

2.3.2) ถุงพลาสติกใสและหนังยาง

2.3.3) ถาดอลูมิเนียม

2.3.4) ถุงมือยาง

2.3.5) ตู้อบแห้ง

2.3.6) ถุงมือผสมเทียม

2.3.7) เตาเผา

2.3.8) ตาชั่งดิจิตอล

2.3.9) ขวดดูดความชื้น

2.3.10) เครื่องบดอาหารหยาบ

2.3.11) เครื่องบดอาหารข้น

2.3.12) เครื่อง bomb calorimeter

2.3.13) กระดาษกรองเบอร์ 41

2.3.14) ถ้วยกระเบื้อง

2.3.15) กรดเกลือ (HCl) 2 N

2.4 อุปกรณ์ทำการทดลองวิธี *in situ* ตามวิธีของ Mehrez and Orskov (1977)

2.5 อุปกรณ์การทำฟางหมักยูเรีย และวัตถุดิบอาหารข้น คือ กากถั่วเหลือง และข้าวโพดบด และสารผสมล่วงหน้า (Premix) BP – 615 ของบริษัทเบ็ทเทอร์ฟาร์ม่า

3.2 ขั้นตอนการศึกษา

3.2.1 การวางแผนการทดลอง

1. การศึกษาการเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1.1 การทดลองแบบ *in vitro* ทั้ง 2 วิธี แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 1 คือ ฟางหมักยูเรียทั้งหมด โดยวางแผนการทดลองแบบ 7 × 3 Factorial in CRD โดยแต่ละปัจจัย คือ ระดับที่ใช้ยูเรีย 4 – 10 % และระยะเวลาการหมัก 2 – 4 อาทิตย์

กลุ่มที่ 2 คือ ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 %

กลุ่มที่ 3 คือ อาหารหยาบที่ทำการคัดเลือก 10 ชนิด ได้แก่ หญ้ากินนี หญ้าขน หญ้าอะตราตัม ต้นอ้อย ใบอ้อย ชานอ้อย ใบกระถินเทพา ฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย 4 % หมัก 2 อาทิตย์ และ ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 %

การทดลองแบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin และโดยวิธี gas production technique โดยในกลุ่มที่ 2 - 3 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแก๊สในชั่วโมงที่ 24, 48 และ IVDMD โดยวิธี Duncan New 's Multiple Range Test

1.2 การทดลองแบบ *in situ* จัดกลุ่มวางแผนการทดลองแบบเดียวกับข้อ 1.1 ยกเว้นกลุ่มที่ 3 มีตัวอย่างอาหารหยาบที่ทำการคัดเลือก 8 ชนิด ได้แก่ หญ้ากินนี หญ้าขน หญ้าอะตราตัม ชานอ้อย ใบกระถินเทพา ฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย 4 % หมัก 2 อาทิตย์ และ ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 % ส่วนการแปลผลการย่อยสลายในกระเพาะรูเมน โดยใช้สมการของ Mehrez and Orskov (1977)

จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ A B และ A+B ด้วยวิธี Duncan New 's Multiple Range Test แล้วหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVDMD กับ ปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 24, 48, ค่า A+B ของชั่วโมงที่ 72, 96 และ 120 โดยแบ่งอาหารหยาบเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาหารหยาบทั้งหมด กลุ่มฟางหมักยูเรีย และกลุ่มฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์

2. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ

วางแผนการทดลองแบบ 3 × 3 Latin Square โดยมีทรีทเมนต์ คือ สัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้น 3 ชนิด คือ 40:60, 50:50 และ 60:40 ทำการวิเคราะห์ปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF ADF ของอาหารหยาบทั้ง 3 ชนิด โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอาหารหยาบต่ออาหารข้นทั้ง 3 ระดับ ด้วยวิธีของ Duncan New 's Multiple Range Test และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในรูปต่างๆ คือ วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF ADF และพลังงาน

จากนั้นใช้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะคือ วัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF ADF และพลังงาน เพื่อประเมินค่าการย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบทั้ง 3 ชนิดโดยใช้สมการถดถอย (Regression)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลงเพื่อการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการทดลองแบบ *in situ* ที่ทำพร้อมกันนั้น เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ A B และ A+B จากโค 3 ตัว โดยวางแผนการทดลองแบบ 3 × 3 Latin Square เช่นกัน โดยการทดลองทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1987) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan New 's Multiple Range Test

3.2.2 วิธีการทดลอง

i. การทำฟางปรุงแต่ง ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 วิธี ดังนี้

1.1 ฟางหมักยูเรีย มีวิธีการทำดังนี้

ในการทำฟางหมักยูเรียระดับ 4 % โดยใช้อัตราส่วนของ ยูเรีย 80 กรัม ต่อ น้ำ 2 กิโลกรัม และต่อ ฟางข้าว 2 กิโลกรัม โดยละลายยูเรียกับน้ำ จากนั้นนำฟางข้าวที่ชั่งแล้ว มาใส่ลงในถุงพลาสติกสีดำ โดยในการใส่ฟางลงในถุงเป็นชั้นๆ สลับกับการรดน้ำยูเรีย ไล่อากาศออกจากถุง แล้วทำการมัดถุงด้วยเชือกฟางให้แน่น เมื่อครบกำหนดการหมัก 2 อาทิตย์ เปิดถุงแล้วนำฟางหมักที่ได้มาผึ่งลมจนแห้ง ส่วนการทำฟางหมักยูเรียระดับ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 % ใช้อัตราส่วนของยูเรีย 100, 120, 140, 160, 180 และ 200 กรัม ตามลำดับ

1.2 ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ มีวิธีการดังนี้

ในการทำฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ เช่น ที่ระดับ 1.5 % โดยใช้อัตราส่วนของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 กรัม ต่อ น้ำ 20 ลิตร และต่อฟางข้าว 2 กิโลกรัม แล้วละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับน้ำในอ่างพลาสติก จากนั้นนำฟางข้าวที่ชั่งแล้วมาใส่ลงในกะละมังพลาสติก โดยจะค่อยๆ ใส่ฟางทีละนิดจนหมด จากนั้นกดให้ฟางจมอยู่ใต้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง และเมื่อถึงกำหนด นำฟางขึ้นจากสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วบีบน้ำออกให้มากที่สุด จากนั้นนำฟางไปผึ่งลมจนแห้ง

ส่วนฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, และ 5.0 % จะใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในอัตราส่วน 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 กรัม ตามลำดับ

2. การศึกษาการเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งจะแบ่งได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

2.1 การทดลองแบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin ตามวิธีของ Tilley and Terry (1963) ซึ่งจะได้ค่า IVDMD โดยคำนวณจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

% IVDMD =

$$100 \times \left[\frac{\left(\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \%\text{DM}\right) - \left(\text{น้ำหนักสิ่งตกค้างของตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักสิ่งตกค้างของBlank}\right)}{\left(\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \%\text{DM}\right)} \right]$$

2.2 การทดลองแบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique ตามวิธีของ Menke *et al.* (1979) โดยคำนวณดังสูตร

$$\text{ปริมาตรแก๊ส (มิลลิลิตร) / 200 มิลลิกรัม วัตถุแห้ง} = 200 \times \left[\frac{\left(\text{ปริมาตรแก๊สที่วัดได้} - \text{Blank}\right)}{\left(\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \%\text{DM}\right)} \right]$$

2.3 การทดลองแบบ *in situ* ตามวิธีของ Mehrez and Orskov (1977) โดยชั่งตัวอย่างอาหารใส่ถุงผ้าไนล่อนขนาดรู 37 μ ขนาด 10 × 7.5 เซนติเมตร แล้วจุ่มในกระเพาะรูเมนนาน 9 เวลา คือ ชั่วโมงที่ 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96 และ 120 การคำนวณและแปลผลตัวอย่างอาหารที่ย่อยสลายได้ ดังนี้

2.3.1 การย่อยสลาย (%)

degradability (%) =

$$100 \times \left[\frac{\left(\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหารก่อนแขวน} - \text{น้ำหนักตัวอย่างอาหารหลังแขวน}\right)}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหารก่อนแขวน}} \right]$$

2.3.2 การแปลผลการย่อยสลาย (degradation) ในกระเพาะรูเมน โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ย่อยสลาย โดยใช้สมการ exponential ดังนี้

$$P = A + B\,(1 - e^{-ct})$$

เมื่อ P คือ ค่าการย่อยสลายได้ เมื่อเวลา t

A คือ ค่าของส่วนที่สามารถย่อยสลายได้เร็ว หรือสามารถละลายได้โดยตรง เช่น น้ำตาล แป้ง และโปรตีน

B คือ ค่าของส่วนที่สามารถย่อยสลายได้ช้า จะเป็นพวกเยื่อใย เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและลิกนิน

C คือ อัตราการย่อยสลายได้ ของส่วนที่ย่อยสลายได้ช้าต่อชั่วโมง

t คือ ช่วงเวลา lag time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ ซึ่งมีวิธีทดลองดังนี้

3.1 ระยะก่อนการทดลอง

3.1.1 ปรับตัวโคให้คุ้นเคยกับซองทดลอง เป็นเวลาประมาณ 1 อาทิตย์

3.1.2 ชั่งน้ำหนักโคก่อนการให้อาหารเวลา 7.00 น. โดยชั่ง 2 วันแรกติดต่อกัน

3.1.3 ฉีดยาถ่ายพยาธิภายในและภายนอกด้วย Ivomax

3.1.4 สุ่มวัตถุดิบอาหารหยาบทั้ง 3 ชนิด และอาหารข้น คือกากถั่วเหลืองและข้าวโพดบด แล้วทำไปวิเคราะห์โปรตีน เพื่อคำนวณสูตรอาหารที่มีโปรตีน 14 %

3.1.5 วางแผนให้โคแต่ละตัวได้รับอาหารหยาบต่ออาหารข้น ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการให้อาหารของโคแต่ละตัว

ช่วงที่	อาหารหยาบต่ออาหารข้น	โคตัวที่ 1	โคตัวที่ 2	โคตัวที่ 3
1	หญ้ากินนีแห้ง ต่อ อาหารข้น	40 : 60	50 : 50	60 : 40
2		50 : 50	60 : 40	40 : 60
3		60 : 40	40 : 60	50 : 50
4	ฟางข้าว ต่อ อาหารข้น	40 : 60	50 : 50	60 : 40
5		50 : 50	60 : 40	40 : 60
6		60 : 40	40 : 60	50 : 50
7	ฟางหมักยูเรีย 4 % เวลา 2 อาทิตย์	40 : 60	50 : 50	60 : 40
8	ต่อ อาหารข้น	50 : 50	60 : 40	40 : 60
9		60 : 40	40 : 60	50 : 50

3.2 ระยะทดลอง แต่ละช่วงการทดลอง แบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้

3.2.1 ระยะปรับตัว ใช้เวลา 7 วัน การให้อาหารโคนี้ ให้อาหารหยาบก่อนแล้วโรยอาหารข้นที่ผสมกับสารผสมล่วงหน้าตามสูตรทับลงไป ในเวลา 8.30 และ 15.00 น. ขนาด 15 – 20 เซนติเมตร ปรับปริมาณอาหารทดลอง เพื่อให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนปรับตัวตามไปด้วย โคได้รับอาหารและน้ำดื่มอย่างเต็มที่ (Ad libitum) จากนั้นบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และปริมาณอาหารเหลือในแต่ละวัน

3.2.2 ระยะเก็บอาหารและมูล ใช้เวลา 7 วัน โดยจำกัดอาหารให้เหลือ 95 % ของปริมาณอาหารที่กินเต็มที่ในระยะปรับตัว จากนั้นสุ่มอาหารที่ให้และอาหารเหลือประมาณ 1 % แล้วทำการเก็บมูล โดยทำการล้วงเอามูลจากทวารหนักของโคโดยตรงในเวลา 8.00, 11.30 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

15.00 น. แล้วนำตัวอย่างอาหารและมูลไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

3.2.3 ชั่งน้ำหนักโคก่อนและหลังของแต่ละช่วงการทดลอง

3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะ มีดังนี้

3.3.1 วิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะของตัวอย่างอาหารและมูล คือ วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน (วิเคราะห์แบบ Kjeldahl method) NDF ADF วิเคราะห์ตามวิธี Goering and Van Soest (1970) ลิกนิน (วิเคราะห์โดยใช้กรดกำมะถัน 72 %) เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid insoluble ash, AIA) โดยวิเคราะห์ตามวิธี Van Keulen and Young (1977) และพลังงานโดยเครื่อง Bomb calorimeter

3.3.2 การคำนวนเปอร์เซ็นต์เถ้าที่ไม่ละลายในกรด ดังสมการ

Acid insoluble ash (%) =

$$100\times\left[\frac{\left(\text{น้ำหนักเถ้าที่ไม่ละลายในกรด}+\text{ถ้วยกระเบื้อง}\right)-\text{น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่วิเคราะห์}}\right]$$

3.3.3 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (coefficient of digestibility) ดังสมการ

coefficient of digestibility (%) =

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

3.4 ในการทำการทดลองวิธี *in situ* โดยใส่ตัวอย่างอาหารในถุงและจุ่มในกระเพาะรูเมน 7 เวลา คือ ชั่วโมงที่ 0, 12, 24, 36, 48, 72 และ 96

3.2.3 การบันทึกผล

1. การบันทึกการเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

1.1 แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor pepsin โดยบันทึกตามวิธีของ Tilley and Terry (1963)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique โดยบันทึกตามวิธีของ Menke *et al.* (1979) โดยบันทึกปริมาตรแก๊สชั่วโมงที่ 4, 8, 12, 16, 24, 28, 36 และ 48

1.3 แบบ *in situ* โดยบันทึกตามวิธีของ Mehrez and Orskov (1977)

2. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ ซึ่งมีดังนี้

2.1 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้โคกิน และบันทึกปริมาณอาหารที่โคกินเหลือในแต่ละวันทุกช่วงที่ทดลอง

2.2 บันทึกน้ำหนักโค

2.3 บันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ อาหารเหลือ และมูลโค ก่อนอบและหลังอบทุกช่วงทดลอง

2.4 บันทึกแบบ *in situ* แบบเดียวกับข้อ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ

4.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ

4.1.1.1 ฟางหมักยูเรีย

องค์ประกอบทางเคมีของฟางหมักยูเรียมีดังนี้ คือ ปริมาณวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 55.57 – 58.18 % ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 7.73 – 8.67 % โดยมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับยูเรียในการหมัก ปริมาณ NDF อยู่ในช่วง 73.13 – 75.93 % ปริมาณ ADF อยู่ในช่วง 55.08 – 53.76 % ปริมาณลิกนินอยู่ในช่วง 3.55 – 5.03 % ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 15.18 – 16.97 % ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของฟางหมักยูเรีย

อาหารหยาบ	DM	โปรตีน	NDF	ADF	ลิกนิน	เถ้า
	(%)	% DM				
ฟางหมักยูเรีย 4 % 2 อาทิตย์	57.21	7.85	73.61	52.63	3.78	15.18
ฟางหมักยูเรีย 4 % 3 อาทิตย์	58.18	7.96	73.69	53.07	3.55	15.32
ฟางหมักยูเรีย 4 % 4 อาทิตย์	58.10	8.12	73.77	52.22	3.59	15.77
ฟางหมักยูเรีย 5 % 2 อาทิตย์	56.19	7.73	73.42	52.91	4.37	15.74
ฟางหมักยูเรีย 5 % 3 อาทิตย์	56.06	7.89	74.18	53.30	4.78	16.25
ฟางหมักยูเรีย 5 % 4 อาทิตย์	56.00	7.75	73.53	53.71	4.79	15.65
ฟางหมักยูเรีย 6 % 2 อาทิตย์	55.88	7.88	73.16	52.94	4.83	16.53
ฟางหมักยูเรีย 6 % 3 อาทิตย์	56.23	7.74	73.13	53.44	4.47	16.68
ฟางหมักยูเรีย 6 % 4 อาทิตย์	57.39	8.03	74.00	53.57	4.49	16.20
ฟางหมักยูเรีย 7 % 2 อาทิตย์	56.01	7.91	73.35	53.74	4.27	16.11
ฟางหมักยูเรีย 7 % 3 อาทิตย์	57.34	8.15	74.80	54.19	3.68	15.93
ฟางหมักยูเรีย 7 % 4 อาทิตย์	57.45	8.19	74.60	53.42	3.90	16.84
ฟางหมักยูเรีย 8 % 2 อาทิตย์	56.32	8.24	74.69	54.11	4.07	16.97

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

อาหารหยาบ	DM	โปรตีน	NDF	ADF	ลิกนิน	เถ้า
	(%)	% DM				
ฟางหมักยูเรีย 8 % 3 อาทิตย์	57.03	8.21	74.51	53.97	4.28	15.93
ฟางหมักยูเรีย 8 % 4 อาทิตย์	56.94	8.35	75.93	53.76	4.23	16.51
ฟางหมักยูเรีย 9 % 2 อาทิตย์	56.76	8.48	74.11	54.29	4.97	15.85
ฟางหมักยูเรีย 9 % 3 อาทิตย์	57.35	8.45	75.09	54.63	4.72	16.28
ฟางหมักยูเรีย 9 % 4 อาทิตย์	56.90	8.59	75.60	54.55	4.39	16.65
ฟางหมักยูเรีย 10 % 2 อาทิตย์	55.68	8.62	75.28	54.79	4.81	16.80
ฟางหมักยูเรีย 10 % 3 อาทิตย์	55.57	8.59	75.12	54.84	5.03	16.97
ฟางหมักยูเรีย 10 % 4 อาทิตย์	57.70	8.67	75.24	55.08	4.90	16.77

4.1.1.2 ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์

องค์ประกอบทางเคมีของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์มีดังนี้ คือ ปริมาณวัตถุแห้งอยู่ในช่วง 21.48 – 23.21 % ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 5.78 – 6.07 % ปริมาณ NDF อยู่ในช่วง 68.45 – 70.88 % ปริมาณ ADF อยู่ในช่วง 55.41 – 56.27 % ปริมาณลิกนินอยู่ในช่วง 3.76 – 4.06 % ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 16.49 – 18.22 % ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์

อาหารหยาบ	DM	โปรตีน	NDF	ADF	ลิกนิน	เถ้า
	(%)	% DM				
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5 %	22.12	5.90	70.77	55.41	3.82	16.66
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.0 %	21.91	5.82	70.39	56.14	3.76	16.49
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 %	21.48	5.83	70.88	55.89	3.99	16.83
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.0 %	22.09	5.78	70.60	55.46	4.06	17.13
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.5 %	22.08	5.96	69.47	55.43	3.98	17.05
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 %	22.85	5.85	69.66	56.27	3.82	17.47
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 %	23.21	6.07	68.47	55.43	3.80	17.86
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5.0 %	22.76	5.97	68.45	55.94	3.91	18.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 อาหารหยาบ

อาหารหยาบที่มีโปรตีนสูงสุด คือ ใบกระถินเทพา และต่ำสุดคือ ต้นอ้อย ส่วน NDF สูงสุด คือ ใบอ้อย และต่ำสุดคือ ใบกระถินเทพา ส่วน ADF สูงสุด คือ ฟางข้าว และต่ำสุดคือ ต้นอ้อย ส่วนลิกนินสูงสุด คือ ใบกระถินเทพา และต่ำสุดคือ หญ้ากินนี และเถ้าสูงสุด คือ ฟางข้าว และต่ำสุดคือ ชานอ้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ

อาหารหยาบ	DM	โปรตีน	NDF	ADF	ลิกนิน	เถ้า
	(%)	% DM				
หญ้ากินนี	29.23	4.48	61.18	39.33	3.24	12.73
หญ้าขน	27.20	5.06	65.62	40.62	4.48	7.39
หญ้าอะตราตัม	28.54	6.74	67.88	47.40	3.88	14.84
ต้นอ้อย	31.17	2.50	50.45	31.38	4.91	5.02
ใบอ้อย	88.91	4.76	77.70	46.89	6.86	6.08
ชานอ้อย	86.30	2.67	55.38	32.31	3.40	2.92
ใบกระถินเทพา	89.14	11.68	41.79	37.29	22.18	3.98
ฟางข้าว	87.43	5.76	70.35	50.76	3.81	14.87

4.1.2 ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย

4.1.2.1 ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรียแบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor – pepsin

ฟางหมักยูเรียระดับที่ 10 % มีค่า IVDMD สูงสุด คือ 57.28 % แต่ไม่แตกต่างจากฟางหมักยูเรียระดับ 4 % และการใช้ยูเรียระดับที่ 4 – 5 และ 7 – 9 % ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างค่า IVDMD ของฟางหมักยูเรีย การใช้ยูเรียระดับที่ 4 % ทำให้ค่า IVDMD สูงกว่าการใช้ยูเรียระดับที่ 5 – 9 % ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลของระดับยูเรียต่อค่า IVDMD (*in vitro* dry matter digestibility) ของฟางหมักยูเรีย

ระดับยูเรีย (%)	% IVDMD
4	56.10 [ก]
5	54.37 [ข]
6	54.12 [ข]
7	54.57 [ข]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ระดับยูเรีย (%)	% IVDMD
8	54.98 [ทา]
9	55.12 [ทา]
10	57.28 [ก]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาการหมัก ไม่มีผลต่อค่า IVDMD ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาค่าปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างระดับการใช้ยูเรียกับระยะเวลาการหมักของค่า IVDMD พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลของระยะเวลาการหมักต่อค่า IVDMD ของฟางหมักยูเรีย

ระยะเวลาหมัก (อาทิตย์)	% IVDMD
2	54.95
3	54.90
4	55.81

4.1.2.2 ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรียแบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique

เมื่อพิจารณาค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 24 จะเห็นว่า ฟางหมักยูเรียระดับที่ 10 % มีค่าแก๊สสูงสุด คือ 30.82 มิลลิลิตร และไม่มีความแตกต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 9 % ($P>0.05$) รองลงมา คือ ฟางหมักยูเรียระดับที่ 7 % และไม่มีความแตกต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 8 % ซึ่งไม่แตกต่างจากฟางหมักยูเรีย 4 % ($P>0.05$) ส่วนฟางหมักยูเรียระดับที่ 5 % มีค่าแก๊สต่ำสุด และไม่มีความแตกต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 6 % ($P>0.05$) ส่วนค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 48 จากฟางหมักยูเรียระดับที่ 4 - 10 % พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลของระดับยูเรียต่อค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงที่ 24 (V24) และ 48 (V48) (โดยหน่วยเป็นมิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง) ของฟางหมักยูเรีย

ระดับยูเรีย (%)	V24	V48
4	29.58 [งจ]	39.75
5	29.00 [จ]	39.17
6	29.23 [ฉจ]	39.93
7	30.20 [ทา]	40.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ระดับยูเรีย (%)	V24	V48
8	30.02 [ก]	39.58
9	30.57 [กข]	39.75
10	30.82 [ก]	39.96

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จะเห็นว่า ระยะเวลาในการหมักทั้ง 3 ระยะเวลา ไม่มีผลต่อค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 24 และ 48 (P>0.05) เมื่อพิจารณาค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการใช้ยูเรียกับระยะเวลาการหมักของค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 24 และ 48 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลของระยะเวลาการหมักต่อค่า V24 และ V48 ของฟางหมักยูเรีย

ระยะเวลาหมัก (อาทิตย์)	V24	V48
2	29.59	39.55
3	29.71	39.71
4	30.46	40.11

4.1.2.3 ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรียแบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique

เมื่อพิจารณาค่า A จะเห็นว่า ฟางหมักยูเรียระดับที่ 10 % มีค่าสูงสุด และไม่ต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 4, 6 และ 7 % (P>0.05) ส่วนฟางหมักยูเรียระดับที่ 8 % มีค่า A ต่ำสุด แต่ไม่ต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 4, 5, 6, 7 และ 9 % (P>0.05) ส่วนค่า B จะเห็นว่า ฟางหมักยูเรียระดับที่ 8 % มีค่า B สูงสุด แต่ไม่ต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 7, 9 และ 10 % (P>0.05) ส่วนฟางหมักยูเรียระดับที่ 4 % มีค่า B ต่ำสุด และไม่ต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 5 และ 6 % (P>0.05) ส่วนค่า A+B จะเห็นว่าฟางหมักยูเรียระดับที่ 10 % มีค่า A+B สูงสุด และไม่ต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 7, 8 และ 9 % (P>0.05) ส่วนฟางหมักยูเรียระดับที่ 5 % มีค่า A+B ต่ำสุด และไม่ต่างกับฟางหมักยูเรียระดับที่ 4 % (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงผลของระดับยูเรียต่อค่า A (ส่วนที่ย่อยสลายง่าย) ค่า B (ส่วนที่ย่อยสลายยาก) และค่า A+B (ผลรวมของทั้ง 2 ค่า) (%) ของฟางหมักยูเรีย

ระดับยูเรีย (%)	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
4	18.51 กข	45.98 ค	64.49 ค
5	17.04 ข	46.46 ค	63.50 ค
6	18.58 กข	47.81 ขค	66.39 ขค
7	17.46 กข	52.57 ก	70.03 กข
8	16.37 ข	53.29 ก	69.66 กข
9	16.94 ข	52.63 ก	69.57 กข
10	19.74 ก	50.66 กข	70.40 ก

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จะเห็นว่า ระยะเวลาในการหมักทั้ง 3 ระยะเวลา ไม่มีผลต่อค่า A B และ A+B ($P>0.05$) เมื่อพิจารณา พบว่า ค่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการใช้ยูเรียกับระยะเวลาการหมักของค่า A B และ A+B ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงผลของระยะเวลาการหมักต่อค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางหมักยูเรีย

ระยะเวลาหมัก (อาทิตย์)	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
2	18.32	48.85	67.17
3	17.42	50.63	68.05
4	17.69	50.25	67.94

4.1.3 ค่าการย่อยได้ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์

4.1.3.1 ค่าการย่อยได้ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor – pepsin

เมื่อเพิ่มระดับการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำให้ค่า IVDMD สูงขึ้น โดยฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 5.0 % มีค่า IVDMD สูงสุด และไม่ต่างจากฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 4.5 % ($P>0.05$) ส่วนฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 3.0, 3.5 และ 4.0 % ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) และมีค่า IVDMD สูงกว่าฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5 – 2.5 % ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงผลของระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่า IVDMD ของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์

ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)	% IVDMD
1.5	53.41 [ก]
2.0	52.89 [ก]
2.5	55.70 [ก]
3.0	61.32 [ข]
3.5	61.51 [ข]
4.0	61.72 [ข]
4.5	65.18 [ค]
5.0	66.88 [ค]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

4.1.3.2 ค่าการย่อยได้ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique

เมื่อเพิ่มระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีผลเพิ่มปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้น โดยฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 5.0 % มีค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 24 สูงสุด ซึ่งต่างจากฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในทุกระดับ ($P<0.05$) ส่วนฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 2.0 % มีค่าต่ำสุด ซึ่งไม่ต่างจากฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5 % ($P>0.05$) ส่วนค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 48 จะเห็นว่า ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 5.0 % มีค่าสูงสุด ซึ่งไม่ต่างจากฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับ 4.5 % ($P>0.05$) ส่วนฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5 % มีค่าต่ำสุด ซึ่งไม่ต่างจากฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 2.0 % ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงผลของระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่า V24 และค่า V48 ของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โดยหน่วยเป็นมิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง)

ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)	V24	V48
1.5	28.55 [ฉ]	40.05 [ช]
2.0	28.32 [ฉ]	40.44 [ช]
2.5	29.60 [ช]	41.05 [ฌ]
3.0	33.34 [ฌ]	44.78 [ญ]
3.5	33.41 [ฌ]	44.83 [ญ]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)	V24	V48
4.0	34.47 ก	46.62 ข
4.5	38.04 ข	49.88 ก
5.0	39.15 ก	49.92 ก

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.1.3.3 ค่าการย่อยได้ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์แบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique

เมื่อพิจารณาค่า A จะเห็นว่า การแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า A โดยฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 4.5 % มีค่าสูงสุด และไม่ต่างจากฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับอื่นๆ ($P>0.05$) ส่วนค่า B จะเห็นว่า ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 5.0 % มีค่าสูงสุด และไม่ต่างจากระดับ 2.0 - 4.5 % ($P>0.05$) ส่วนฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5 % มีค่า B ต่ำสุด แต่ไม่ต่างจากระดับ 2.0 และ 2.5 % ($P>0.05$) ส่วนค่า A+B จะเห็นว่า ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 5.0 % มีค่าสูงสุด และไม่ต่างจากระดับ 3.0 - 4.5 % ($P>0.05$) ส่วนฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5 % มีค่า A+B ต่ำสุด แต่ไม่ต่างจากระดับ 2.0 และ 2.5 % ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงผลของระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)

ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
1.5	15.25 ก	57.02 ข	72.27 ข
2.0	14.23 ก	59.84 กข	74.07 ข
2.5	15.20 ก	59.52 กข	74.72 ข
3.0	16.49 ก	63.35 ก	79.84 ก
3.5	16.41 ก	63.91 ก	80.32 ก
4.0	16.54 ก	63.57 ก	80.11 ก
4.5	17.08 ก	63.70 ก	80.78 ก
5.0	16.73 ก	64.43 ก	81.16 ก

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบที่คัดเลือก

4.1.4.1 ค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบที่คัดเลือกแบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor – pepsin

จะเห็นว่า ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 4.5 % มีค่า IVDMD สูงสุด คือ 65.18 % ($P<0.01$) ส่วนใบกระถินเทพา มีค่า IVDMD ต่ำสุด คือ 24.29 % ($P<0.01$) ส่วนฟางข้าว มีค่า IVDMD ไม่ต่างกับ หญ้ากินนี หญ้าขน หญ้าอะตราตัม ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงผลของอาหารหยาบที่คัดเลือกต่อค่า IVDMD

อาหารหยาบ	% IVDMD
หญ้ากินนี	41.07 [ij]
หญ้าขน	41.40 [ij]
หญ้าอะตราตัม	41.34 [ij]
ต้นอ้อย	53.68 [fg]
ใบอ้อย	31.80 [k]
ชานอ้อย	48.07 [gh]
ใบกระถินเทพา	24.29 [l]
ฟางข้าว	42.63 [ij]
ฟางหมักยูเรีย 4 % 2 อาทิตย์	55.30 [f]
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 %	65.18 [e]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

4.1.4.2 ค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบที่คัดเลือกแบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique

เมื่อพิจารณา ค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 24 และ 48 จะเห็นว่า ต้นอ้อย มีค่าสูงสุด คือ 45.94 และ 53.26 มิลลิลิตร ตามลำดับ ($P<0.01$) ส่วนใบกระถินเทพา มีค่าต่ำสุด คือ 8.21 และ 9.01 มิลลิลิตร ตามลำดับ ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงผลของอาหารหยาบที่คัดเลือกต่อค่า V24 และค่า V48 (โดยหน่วยเป็นมิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง)

อาหารหยาบ	V24	V48
หญ้ากินนี	23.75 ฉ	33.99 ฉ
หญ้าขน	27.93 จ	37.11 จ
หญ้าอะตราตัม	23.21 ฉ	32.69 ช
ต้นอ้อย	45.94 ก	53.26 ก
ใบอ้อย	16.26 ช	23.25 ฌ
ชานอ้อย	41.88 ข	51.90 ข
ใบกระถินเทพา	8.21 ฌ	9.01 ญ
ฟางข้าว	15.11 ช	27.16 ช
ฟางหมักยูเรีย 4 % 2 อาทิตย์	30.02 ง	40.04 ง
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 %	38.04 ค	49.88 ค

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

4.1.4.3 ค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบที่คัดเลือกแบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique

เมื่อพิจารณาค่า A จะเห็นว่า ชานอ้อย มีค่าสูงสุด คือ 34.82 % ($P<0.01$) ส่วนใบกระถินเทพา มีค่า A ต่ำสุด คือ 14.43 % แต่ไม่ต่างจาก หญ้าขน หญ้าอะตราตัม และฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 4.5 % ($P>0.05$) ส่วนค่า B จะเห็นว่า ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 4.5 % มีค่า B สูงสุด คือ 63.70 % ($P<0.01$) ส่วนใบกระถินเทพา มีค่า B ต่ำสุด คือ 28.56 % ($P<0.01$) ส่วนค่า A+B จะเห็นว่า ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 4.5 % มีค่า A+B สูงสุด คือ 80.78 % ($P<0.01$) ส่วนใบกระถินเทพา มีค่า A+B ต่ำสุด คือ 42.99 % ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 แสดงผลของอาหารหยาบที่คัดเลือกต่อค่า A ค่า B และค่า A+B

อาหารหยาบ	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
หญ้ากินนี	18.33 ฌ	39.33 งจ	57.66 ง
หญ้าขน	16.88 ฌฌ	46.54 ฌ	63.42 ค
หญ้าอะตราตัม	17.82 ฌค	44.34 ฌฌ	62.16 ค
ชานอ้อย	34.82 ก	35.39 จ	70.21 ข
ใบกระถินเทพา	14.43 ญ	28.56 ฌ	42.99 ฌ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

อาหารหยาบ	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
ฟางข้าว	19.19 [ข]	41.26 [ค,ง]	60.45 [ค,ง]
ฟางหมักยูเรีย 4 % 2 อาทิตย์	19.07 [ข]	44.08 [ค]	63.15 [ก]
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 %	17.08 [ค]	63.70 [ก]	80.78 [ก]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)

4.1.5 ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้แต่ละวิธี

4.1.5.1 ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้ของอาหารหยาบทั้งหมด

จะเห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVDMD กับค่าการย่อยได้โดยวิธีวัดแก๊สและวิธีเทคนิคถุงไนล่อน มีค่าอยู่ในช่วง 0.75 – 0.80 และค่าสหสัมพันธ์สูงขึ้นเมื่อวัดปริมาตรแก๊สนานขึ้นหรือแช่ถุงไนล่อนในกระเพาะรูเมนนานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แสดงผลของค่าสหสัมพันธ์ต่อการย่อยได้ในแต่ละวิธีของอาหารหยาบทั้งหมด

	IVDMD	V24	V48	A+B (h 72)	A+B (h 96)
V24	0.75	1			
V48	0.78	0.97	1		
A+B (h 72)	0.75	0.72	0.75	1	
A+B (h 96)	0.77	0.75	0.77	0.94	1
A+B (h 120)	0.80	0.78	0.82	0.95	0.97

4.1.5.2 ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย

จะเห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVDMD กับค่าการย่อยได้โดยวิธีวัดแก๊สและวิธีเทคนิคถุงไนล่อน มีค่าอยู่ในช่วง 0.54 – 0.58 และค่าสหสัมพันธ์สูงขึ้นเมื่อวัดปริมาตรแก๊สนานขึ้นหรือแช่ถุงไนล่อนในกระเพาะรูเมนนานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 แสดงผลของค่าสหสัมพันธ์ต่อการย่อยได้ในแต่ละวิธีของฟางหมักยูเรีย

	IVDMD	V24	V48	A+B (h 72)	A+B (h 96)
V24	0.54	1			
V48	0.56	0.86	1		
A+B (h 72)	0.55	0.54	0.57	1	
A+B (h 96)	0.57	0.56	0.58	0.85	1
A+B (h 120)	0.58	0.60	0.63	0.88	0.90

4.1.5.3 ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้ของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์

จะเห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVDMD กับค่าการย่อยได้โดยวิธีวัดแก๊สและวิธีเทคนิคถุงไนล่อน มีค่าอยู่ในช่วง 0.95 – 0.98 และค่าสหสัมพันธ์สูงขึ้นเมื่อวัดปริมาตรแก๊สนานขึ้นหรือแช่ถุงไนล่อนในกระเพาะรูเมนนานขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงผลของค่าสหสัมพันธ์ต่อการย่อยได้ในแต่ละวิธีของฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์

	IVDMD	V24	V48	A+B (h 72)	A+B (h 96)
V24	0.95	1			
V48	0.96	0.98	1		
A+B (h 72)	0.95	0.92	0.94	1	
A+B (h 96)	0.96	0.93	0.95	0.99	1
A+B (h 120)	0.98	0.96	0.98	0.99	0.99

4.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ

4.2.1 ปริมาณการกินอาหาร

4.2.1.1 ปริมาณการกินอาหารรวมของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง

ปริมาณการกินในรูปวัตถุแห้ง ของโคที่ได้รับหญ้ากินนีแห้งต่ออาหารข้นระดับ 50:50 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด ส่วนปริมาณการกินในรูปอินทรีย์วัตถุ และโปรตีนในระดับ 40:60 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด ส่วนปริมาณการกินในรูป NDF และ ADF ในระดับ 60:40 มีค่าสูงสุด และระดับ 40:60 มีค่าต่ำสุด ซึ่งปริมาณการกินอาหารในรูปโภชนะทั้งหมดต่างกัน ($P<0.05$) ดังตารางที่ 4.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 แสดงปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ

ปริมาณการกินอาหาร	หญ้ากินนีแห้ง : อาหารข้น		
	40 : 60	50 : 50	60 : 40
วัตถุแห้ง	8.42 [ก]	8.48 [ก]	7.51 [ข]
อินทรีย์วัตถุ	3.27 [ก]	3.11 [ก]	2.84 [ข]
โปรตีน	0.90 [ก]	0.78 [ข]	0.61 [ค]
NDF	0.64 [ค]	1.16 [ข]	1.61 [ก]
ADF	0.58 [ข]	0.87 [กข]	1.06 [ก]

อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.1.2 ปริมาณการกินอาหารรวมของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว

ปริมาณการกินในรูปวัตถุแห้ง ของโคที่ได้รับฟางข้าวต่ออาหารข้นระดับ 50:50 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด ซึ่งไม่ต่างกัน ($P>0.05$) ส่วนปริมาณการกินในรูปอินทรีย์วัตถุ และโปรตีน ในระดับ 40:60 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด จะไม่ต่างกัน ($P>0.05$) ยกเว้นในรูปโปรตีน จะแตกต่างกัน ($P<0.05$) ส่วนปริมาณการกินในรูป NDF และ ADF ในระดับ 60:40 มีค่าสูงสุด และระดับ 40:60 มีค่าต่ำสุด ซึ่งแตกต่างกัน ($P<0.05$) ยกเว้นในรูป ADF จะไม่ต่างกัน ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 แสดงปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว 3 ระดับ

ปริมาณการกินอาหาร	ฟางข้าว : อาหารข้น		
	40 : 60	50 : 50	60 : 40
วัตถุแห้ง	8.96 [ก]	9.09 [ก]	8.32 [ก]
อินทรีย์วัตถุ	3.69 [ก]	3.65 [ก]	3.57 [ก]
โปรตีน	0.84 [ก]	0.75 [กข]	0.59 [ข]
NDF	0.98 [ข]	1.65 [ก]	2.18 [ก]
ADF	0.41 [ก]	0.62 [ก]	1.00 [ก]

อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1.3 ปริมาณการกินอาหารรวมของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย

ปริมาณการกินในรูปวัตถุแห้ง ของโคที่ได้รับฟางหมักยูเรียต่ออาหารข้นระดับ 50:50 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด ซึ่งไม่ต่างกัน (P>0.05) ส่วนปริมาณการกินในรูปอินทรีย์วัตถุ และโปรตีน ในระดับ 40:60 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด จะไม่ต่างกัน (P>0.05) ยกเว้นในรูปโปรตีน จะแตกต่างกัน (P<0.05) ส่วนปริมาณการกินในรูป NDF และ ADF ในระดับ 60:40 มีค่าสูงสุด และระดับ 40:60 มีค่าต่ำสุด ซึ่งแตกต่างกัน (P<0.05) ยกเว้นในรูป ADF จะไม่ต่างกัน (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 แสดงปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ

ปริมาณการกินอาหาร	ฟางหมักยูเรีย : อาหารข้น		
	40 : 60	50 : 50	60 : 40
วัตถุแห้ง	9.24 [n]	10.20 [m]	7.99 [n]
อินทรีย์วัตถุ	3.60 [n]	3.73 [n]	2.83 [n]
โปรตีน	0.91 [n]	0.85 [n]	0.60 [n]
NDF	0.83 [n]	1.78 [m]	1.86 [n]
ADF	0.61 [n]	1.11 [n]	1.16 [n]

อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยอาหารหยาบชนิดต่างๆ

4.2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และพลังงานย่อยได้ในสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้งต่ออาหารข้น ในระดับ 40:60 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF และ ADF ในระดับ 60:40 มีค่าสูงสุด และระดับ 40:60 มีค่าต่ำสุด ดังตารางที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ

	หญ้ากินนีแห้ง : อาหารข้น		
	40 : 60	50 : 50	60 : 40
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)			
วัตถุแห้ง	84.12	77.34	69.02
อินทรีย์วัตถุ	86.82	79.27	72.27
โปรตีน	77.57	67.53	59.75
NDF	32.07	41.27	48.43
ADF	24.07	31.81	38.57
DE (MJ / kg)	30.68	27.11	22.15

4.2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และพลังงานย่อยได้ในสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าวต่ออาหารข้น ในระดับ 40:60 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF และ ADF ในระดับ 60:40 มีค่าสูงสุด และระดับ 40:60 มีค่าต่ำสุด ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว 3 ระดับ

	ฟางข้าว : อาหารข้น		
	40 : 60	50 : 50	60 : 40
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)			
วัตถุแห้ง	90.61	84.06	75.35
อินทรีย์วัตถุ	91.85	85.43	78.10
โปรตีน	86.82	83.25	68.32
NDF	44.40	45.42	55.25
ADF	26.25	27.15	35.26
DE (MJ / kg)	26.23	21.93	20.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย

ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และพลังงานย่อยได้ในสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรียต่ออาหารข้น ในระดับ 40:60 มีค่าสูงสุด และระดับ 60:40 มีค่าต่ำสุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF และ ADF ในระดับ 60:40 มีค่าสูงสุด และระดับ 40:60 มีค่าต่ำสุด ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ

	ฟางหมักยูเรีย : อาหารข้น		
	40 : 60	50 : 50	60 : 40
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)			
วัตถุแห้ง	92.63	86.36	81.03
อินทรีย์วัตถุ	92.81	87.35	82.80
โปรตีน	90.13	79.07	72.79
NDF	40.45	49.04	55.60
ADF	31.25	38.22	42.21
DE (MJ / kg)	31.26	27.51	23.63

4.2.3 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้อาหารหยาบชนิดต่างๆ โดยใช้สมการถดถอย

เมื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้เป็นแกน Y และให้ระดับอาหารข้นต่ออาหารหยาบเป็นแกน X ทำให้สามารถประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ที่แท้จริงได้ เมื่อ X เท่ากับ 0 ซึ่งจะมีความแม่นยำของสมการ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)

4.2.3.1 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของหญ้ากินนีแห้ง

จากการประเมินในตารางที่ 4.25 พบว่า หญ้ากินนีแห้ง มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF ADF และค่าพลังงานย่อยได้ดังนี้ คือ 37.41, 41.13, 21.72, 82.32, 67.25 % และ 5.18 MJ / kg ตามลำดับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) สูง (0.84 – 0.97)

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 แสดงผลของการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของหญ้ากินนีแห้ง

	แกนตัดของ Y เมื่อ X = 0	ค่าสัมประสิทธิ์ของ X	R^2
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)			
วัตถุแห้ง	37.41	0.67	0.96
อินทรีย์วัตถุ	41.13	0.65	0.97
โปรตีน	21.72	0.79	0.97
NDF	82.32	-0.71	0.90
ADF	67.25	-0.61	0.85
DE (MJ / kg)	5.18	0.37	0.84

4.2.3.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของฟางข้าว

จากการประเมินในตารางที่ 4.26 พบว่า ฟางข้าว มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF ADF และค่าพลังงานย่อยได้ดังนี้ คือ 42.56, 48.65, 30.05, 78.26, 54.77 % และ 6.89 MJ / kg ตามลำดับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) สูง (0.80 – 0.91)

ตารางที่ 4.26 แสดงผลของค่าการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของฟางข้าว

	แกนตัดของ Y เมื่อ X = 0	ค่าสัมประสิทธิ์ของ X	R^2
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)			
วัตถุแห้ง	42.56	0.79	0.88
อินทรีย์วัตถุ	48.65	0.71	0.91
โปรตีน	30.05	0.96	0.83
NDF	78.26	-0.58	0.82
ADF	54.77	-0.49	0.80
DE (MJ / kg)	6.89	0.31	0.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย

จากการประเมินในตารางที่ 4.27 พบว่า ฟางหมักยูเรีย มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF ADF และค่าพลังงานย่อยได้ดังนี้ คือ 58.84, 62.58, 38.77, 83.55, 63.91 % และ 9.57 MJ / kg ตามลำดับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) สูง (0.80 – 0.91)

ตารางที่ 4.27 แสดงผลของค่าการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและพลังงานย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย

	แกนตัดของ Y เมื่อ X = 0	ค่าสัมประสิทธิ์ ของ X	R^2
ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%)			
วัตถุแห้ง	58.84	0.50	0.97
อินทรีย์วัตถุ	62.58	0.45	0.98
โปรตีน	38.77	0.75	0.96
NDF	83.55	-0.63	0.93
ADF	63.91	-0.48	0.95
DE (MJ / kg)	9.57	0.32	0.92

4.2.4 ค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบแบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique ในสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบและอาหารข้นในระดับต่างๆ

4.2.4.1 ค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบชนิดต่างๆ ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น

1) ค่าการย่อยได้ของหญ้ากินนีแห้งในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น

ค่า A B และ A+B ของหญ้ากินนีแห้ง ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับหญ้ากินนีแห้งสัดส่วนใด แต่พบว่า ค่า A B และ A+B จะสูง เมื่อใส่ในโคที่ได้รับหญ้ากินนีแห้งในสัดส่วนที่สูง (60:40) ดังตารางที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของหญ้ากินนีแห้ง ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น 3 ระดับ

หญ้ากินนีแห้ง ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	13.20 [n]	24.73 [n]	37.93 [n]
50 : 50	13.15 [n]	33.11 [n]	46.26 [n]
60 : 40	13.57 [n]	36.06 [n]	49.63 [n]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2) ค่าการย่อยได้ของฟางข้าวในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น

ค่า A B และ A+B ของฟางข้าว ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับหญ้ากินนีแห้งสัดส่วนใด แต่พบว่า ค่า A B และ A+B จะสูง เมื่อใส่ในโคที่ได้รับหญ้ากินนีแห้งในสัดส่วนที่สูง (60:40) ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางข้าว ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น 3 ระดับ

หญ้ากินนีแห้ง ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	13.14 [n]	29.20 [n]	42.34 [n]
50 : 50	14.74 [m]	36.85 [n]	51.59 [n]
60 : 40	14.99 [n]	40.34 [n]	55.33 [n]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3) ค่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรียในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น

ค่า A และ A+B ของฟางหมักยูเรีย ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับหญ้ากินนีแห้งสัดส่วนใด ยกเว้นค่า B จะแตกต่างกัน ($P<0.05$) แต่พบว่า ค่า B และ A+B จะสูง เมื่อใส่ในโคที่ได้รับหญ้ากินนีแห้งในสัดส่วนที่สูง (60:40) ยกเว้นค่า A สัดส่วนที่สูง (50:50) ดังตารางที่ 4.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางหมักยูเรีย ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น 3 ระดับ

หญ้ากินนีแห้ง ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	16.29 ^{n}	34.60 ^{b}	50.89 ^{n}
50 : 50	19.50 ^{n}	40.65 ^{ab}	60.15 ^{n}
60 : 40	17.97 ^{n}	47.41 ^{n}	65.38 ^{n}

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.4.2 ค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบชนิดต่างๆ ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น

1) ค่าการย่อยได้ของหญ้ากินนีแห้งในสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น

ค่า A ของหญ้ากินนีแห้ง ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับฟางข้าวสัดส่วนใด ยกเว้นค่า B และ A+B จะแตกต่างกัน ($P<0.05$) แต่พบว่า ค่า B และ A+B จะสูงเมื่อใส่ในโคที่ได้รับฟางข้าวในสัดส่วนที่สูง (60:40) ยกเว้นค่า A สัดส่วนที่สูง (50:50) ดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของหญ้ากินนีแห้ง ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น 3 ระดับ

ฟางข้าว ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	13.69 ^{n}	30.18 ^{b}	43.87 ^{b}
50 : 50	15.24 ^{n}	32.44 ^{b}	47.68 ^{ab}
60 : 40	14.56 ^{n}	38.97 ^{n}	53.53 ^{n}

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2) ค่าการย่อยได้ของฟางข้าวในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น

ค่า A ของฟางข้าว ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับฟางข้าวสัดส่วนใด ยกเว้นค่า B และ A+B จะแตกต่างกัน ($P<0.05$) แต่พบว่า ค่า B และ A+B จะสูง เมื่อใส่ในโคที่ได้รับฟางข้าวในสัดส่วนที่สูง (60:40) ยกเว้นค่า A สัดส่วนที่สูง (50:50) ดังตารางที่ 4.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางข้าว ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น 3 ระดับ

ฟางข้าว ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	17.43 ก	35.32 ข	52.75 ข
50 : 50	17.88 ก	40.37 ข	58.25 กข
60 : 40	17.37 ก	49.13 ก	66.50 ก

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3) ค่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรียในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น

ค่า A ของฟางหมักยูเรีย ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับฟางข้าวสัดส่วนใด ยกเว้นค่า B และ A+B จะแตกต่างกัน ($P<0.05$) แต่พบว่า ค่า A B และ A+B จะสูง เมื่อใส่ในโคที่ได้รับฟางข้าวในสัดส่วนที่สูง (60:40) ดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางหมักยูเรีย ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น 3 ระดับ

ฟางข้าว ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	20.14 ก	40.72 ข	60.86 ข
50 : 50	19.74 ก	47.89 กข	67.63 กข
60 : 40	21.65 ก	51.29 ก	72.94 ก

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.4.3 ค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบชนิดต่างๆ ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น

1) ค่าการย่อยได้ของหญ้ากินนีแห้งในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น

ค่า A B และ A+B ของหญ้ากินนีแห้ง จะแตกต่างกัน ($P<0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับฟางหมักยูเรียสัดส่วนใด แต่พบว่า ค่า B และ A+B จะสูง เมื่อใส่ในโคที่ได้รับฟางหมักยูเรียในสัดส่วนที่สูง (60:40) ยกเว้นค่า A สัดส่วนที่สูง (40:60) ดังตารางที่ 4.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.34 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของหญ้ากินนีแห้ง ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น 3 ระดับ

ฟางหมักยูเรีย ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	17.47 [n]	32.92 [n]	50.39 [n]
50 : 50	16.80 [n]	38.10 [m]	54.90 [m]
60 : 40	17.31 [nm]	42.23 [m]	59.54 [m]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

2) ค่าการย่อยได้ของฟางข้าวในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น

ค่า A ของฟางข้าว ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับฟางหมักยูเรียสัดส่วนใด ยกเว้นค่า B และ A+B จะแตกต่างกัน ($P<0.05$) แต่พบว่า ค่า A B และ A+B จะสูง เมื่อใส่ในโคที่ได้รับฟางหมักยูเรียในสัดส่วนที่สูง (60:40) ดังตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 แสดงผลของค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางข้าว ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น 3 ระดับ

ฟางหมักยูเรีย ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	18.11 [n]	39.99 [n]	58.10 [n]
50 : 50	18.42 [n]	45.79 [m]	64.21 [m]
60 : 40	18.43 [n]	49.86 [n]	68.29 [n]

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3) ค่าการย่อยได้ของฟางหมักยูเรียในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น

ค่า A ของฟางหมักยูเรีย ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ไม่ว่าใส่ตัวอย่างในโคที่ได้รับฟางหมักยูเรียสัดส่วนใด ยกเว้นค่า B และ A+B จะแตกต่างกัน ($P<0.05$) แต่พบว่า ค่า A B และ A+B จะสูง เมื่อใส่ในโคที่ได้รับฟางหมักยูเรียในสัดส่วนที่สูง (60:40) ดังตารางที่ 4.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.36 แสดงค่า A ค่า B และค่า A+B ของฟางหมักยูเรีย ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น 3 ระดับ

ฟางหมักยูเรีย ต่อ อาหารข้น	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B
40 : 60	21.26 ก	44.87 ข	66.13 ข
50 : 50	21.01 ก	51.20 กข	72.21 กข
60 : 40	24.42 ก	53.49 ก	77.91 ก

อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ

5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบ

5.1.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน

ในฟางหมักยูเรีย เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าว จะเห็นว่าฟางหมักยูเรียมีระดับโปรตีนสูงขึ้นกว่าฟางข้าวในทุกระดับเปอร์เซ็นต์การใช้ยูเรีย และทุกระยะเวลาในการหมัก (จากตารางที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530) ซึ่งทำการทดลอง ฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย 4 % นาน 2 และ 4 อาทิตย์ และฟางหมักยูเรีย 6 % นาน 2 และ 4 อาทิตย์ มีโปรตีนเท่ากับ 4.40, 5.63, 6.6.1, 6.82 และ 7.13 % ซึ่งจากการทดลองปริมาณโปรตีน มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับเปอร์เซ็นต์การใช้ยูเรีย และเพิ่มระยะเวลาในการหมัก และในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5 % มีโปรตีนเท่ากับ 5.90 % เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าว ซึ่งมีโปรตีนเท่ากับ 5.77 % จะมีระดับโปรตีนใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Wanapat *et al.* (1984) กล่าวว่า วิธีการทำฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในทุกระดับไม่มีผลต่อระดับโปรตีนในฟางข้าว (จากตารางที่ 4.2)

ในอาหารหยาบ หญ้ากินนีแห้งที่ทดลองมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 4.48 % ซึ่งสูงกว่ารายงานของ สายัณห์ ทัดศรี (2540) ที่รายงานว่า หญ้ากินนี อายุ 90 วัน มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 2.7 % ในหญ้าขนที่ทดลอง ปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.06 % โดยต่ำกว่ารายงานของ วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530) คือ 6.8 % ในหญ้าอะตราตัมที่ทดลอง มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 6.74 % ซึ่งต่ำกว่ารายงานของ วีรศักดิ์ จิโนแสง และคณะ (2539) เท่ากับ 7.62 % ในต้นอ้อยที่ทดลอง มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 2.50 % โดยสูงกว่ารายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) ซึ่งรายงานว่า มีปริมาณโปรตีนของต้นอ้อย เท่ากับ 1.37 % ในใบอ้อยที่ทดลอง มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 4.76 % โดยใกล้เคียงกับรายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) คือ 4.38 % ในชานอ้อยที่ทดลอง มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 2.67 % โดยใกล้เคียงกับรายงานของ วิศิษฐิพร สุขสมบัติ (2540) เท่ากับ 2.00 % ในใบกระถินเทพา มีปริมาณโปรตีนที่ทดลองเท่ากับ 11.68 % ซึ่งต่ำกว่ารายงานของ รวีวรรณ ยิ้มย่อง (2539) เท่ากับ 13.27 % และในฟางข้าว มีปริมาณโปรตีนที่ทดลอง เท่ากับ 5.76 % (จากตารางที่ 4.3) ซึ่งใกล้เคียงกับ Devendra (1982) คือ มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.6 % โดยปริมาณโปรตีนที่ทดลองสูงกว่ารายงานของ กองอาหารสัตว์ (2538) คือ 3 - 4 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ปริมาณโปรตีนที่ทดลองจะต่ำกว่ารายงานของ เอฟ เจ ฮาร์ท และคณะ (2529) คือ มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 7.00 %

5.1.1.2 องค์ประกอบทางเคมีของ NDF

ในฟางหมักยูเรีย เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าว จะเห็นว่าฟางหมักยูเรียมีระดับ NDF สูงขึ้นกว่าฟางข้าวในทุกระดับของเปอร์เซ็นต์การใช้ยูเรีย และทุกระยะเวลาในการหมัก (จากตารางที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Promma (1993) ซึ่งทำการทดลอง ฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย 4 % นาน 3 อาทิตย์ ฟางหมักยูเรีย 6 % นาน 3 อาทิตย์ และ ฟางหมักยูเรีย 8 % นาน 3 อาทิตย์ มีปริมาณ NDF เท่ากับ 66.10, 68.97, 70.82 และ 69.24 % ซึ่งในการทดลองฟางหมักยูเรียปริมาณ NDF ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก และในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าวแล้วมีระดับ NDF ใกล้เคียงกัน และเมื่อใช้ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้น ทำให้ปริมาณ NDF มีแนวโน้มต่ำลง (จากตารางที่ 4.2)

ในอาหารหยาบ หญ้ากินนีที่ทดลอง ปริมาณ NDF เท่ากับ 61.18 % โดยต่ำกว่ารายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) ซึ่งรายงานว่าปริมาณ NDF เท่ากับ 69.57 % และในหญ้าขนที่ทดลอง ปริมาณ NDF เท่ากับ 65.62 % โดยใกล้เคียงกับรายงานของ สายัณห์ ทัดศรี (2540) คือ 65.62 % และในหญ้าอะตราตัมที่ทดลอง ปริมาณ NDF เท่ากับ 67.88 % โดยต่ำกว่ารายงานของ วีรศักดิ์ จิโนแสง และคณะ (2539) คือ 70.32 % และในต้นอ้อยที่ทดลอง ปริมาณ NDF เท่ากับ 50.45 % โดยสูงกว่ารายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) คือ 40.75 % และในใบอ้อยที่ทดลอง ปริมาณ NDF เท่ากับ 77.70 % โดยจะต่ำกว่ารายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) คือ 80.18 % และในชานอ้อยที่ทดลอง ปริมาณ NDF เท่ากับ 55.38 % โดยต่ำกว่ารายงานของ วิศิษฐิพร สุขสมบัติ (2540) คือ 88.0 % และในใบกระถินเทพาที่ทดลอง ปริมาณ NDF เท่ากับ 41.79 % โดยต่ำกว่ารายงานของ รวีวรรณ ยิ้มย่อง (2539) คือ 50.41 % และในฟางข้าวที่ทดลอง ปริมาณ NDF เท่ากับ 70.35 % (จากตารางที่ 4.3) โดยต่ำกว่า รายงานของ กองอาหารสัตว์ (2538) คือ 79.3 %

5.1.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของ ADF

ในฟางหมักยูเรีย เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าว จะเห็นว่าฟางหมักยูเรียมีระดับ ADF สูงขึ้นกว่าฟางข้าวในทุกระดับเปอร์เซ็นต์การใช้ยูเรีย และทุกระยะเวลาในการหมัก (จากตารางที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ กองอาหารสัตว์ (2538) ซึ่งทำการทดลอง ฟางหมักยูเรีย 5 % นาน 2 อาทิตย์ จะมีปริมาณ ADF เท่ากับ 56.80 % ซึ่งการทดลองฟางหมักยูเรีย จะเห็นว่าปริมาณ ADF มีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยตามระดับเปอร์เซ็นต์การใช้ยูเรีย จากรายงานของ Streeter และ Horn (1982) กล่าวว่า สารประกอบแอมโมเนียจากยูเรีย จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ cellulose และ ลิกนิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่สามารถเพิ่มปริมาณ hemicellulose ได้ และหากทำการหมักฟางเกิน 4 อาทิตย์ ไม่มีผลต่อการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าวแล้ว มีระดับ ADF ใกล้เคียงกัน โดยปริมาณ ADF ของ ฟางข้าว และฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 % เท่ากับ 50.76, 55.41, 56.14, 55.89, 55.46, 55.43, 56.27, 55.43 และ 55.94 % และเมื่อใช้ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้น ปริมาณ hemicellulose มีแนวโน้มต่ำลง (จากตารางที่ 4.2) ซึ่งสอดคล้องกับ Thomsen *et al.* (1973) รายงานว่า ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับ 0, 2, 3, 4 และ 5.9 % จะทำให้ปริมาณ hemicellulose เท่ากับ 33.05, 28.68, 25.34, 22.75 และ 16.78 %

ในอาหารหยาบ ในหญ้ากินนีที่ทดลอง ปริมาณ ADF เท่ากับ 39.33 % โดยต่ำกว่ารายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) ซึ่งรายงานว่า ปริมาณ ADF เท่ากับ 44.51 % และในหญ้าขนที่ทดลอง ปริมาณ ADF เท่ากับ 40.62 % โดยใกล้เคียงกับรายงานของ สายัณห์ ทัดศรี (2540) คือ 41.87 % และในหญ้าอะตราตัมที่ทดลอง ปริมาณ ADF เท่ากับ 47.40 % โดยสูงกว่ารายงานของ วีรศักดิ์ จิโนแสง และคณะ (2539) คือ 43.86 % และในต้นอ้อยที่ทดลอง ปริมาณ ADF เท่ากับ 31.38 % โดยจะสูงกว่ารายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) คือ 27.02 % และในใบอ้อยที่ทดลอง ปริมาณ ADF เท่ากับ 46.89 % โดยใกล้เคียงกับรายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) คือ 47.89 % และในใบกระถินเทพาที่ทดลอง ปริมาณ ADF เท่ากับ 37.29 % โดยซึ่งต่ำกว่ารายงานของ รวีวรรณ ยิ้มย่อง (2539) คือ 66.70 % ในฟางข้าวที่ทดลอง ปริมาณ ADF เท่ากับ 50.76 % (จากตารางที่ 4.3) โดยจะต่ำกว่ารายงานของ กองอาหารสัตว์ (2538) คือ 54.70 %

5.1.1.4 องค์ประกอบทางเคมีของลิกนิน

ในฟางหมักยูเรีย ทุกระดับเปอร์เซ็นต์การใช้ยูเรีย และทุกระยะเวลาในการหมักเปอร์เซ็นต์ลิกนินไม่มีความแตกต่างกันมากนัก (จากตารางที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Streeter และ Horn (1982) กล่าวว่า สารประกอบแอมโมเนียจากยูเรีย ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ cellulose และลิกนิน และหากทำการหมักฟางเกิน 4 อาทิตย์ ไม่มีผลต่อการเพิ่มคุณค่าทางอาหาร และในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยปริมาณลิกนินของฟางข้าว และฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ระดับ 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 และ 5.0 % เท่ากับ 3.81, 3.82, 3.76, 3.99, 4.06, 3.98, 3.82, 3.80 และ 3.91 % เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าวแล้วมีระดับลิกนินใกล้เคียงกัน และเมื่อใช้ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้น ปริมาณลิกนินไม่มีความแตกต่างกัน (จากตารางที่ 4.2) ซึ่งสอดคล้องกับ Thomsen *et al.* (1973) รายงานว่า ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับ 0, 2, 3, 4 และ 5.9 % ทำให้ปริมาณลิกนินเท่ากับ 8.03, 8.11, 8.26, 8.44 และ 8.08 %

ในอาหารหยาบ หญ้ากินนีที่ทดลอง ปริมาณลิกนินเท่ากับ 3.24 % โดยจะเท่ากับรายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) ซึ่งรายงานว่า ปริมาณลิกนินเท่ากับ 3.24 % และในหญ้าขนที่ทดลอง ปริมาณลิกนินเท่ากับ 4.48 % โดยสูงกว่ารายงานของ สายัณห์ ทัดศรี (2540) คือ 3.74 % และในหญ้าอะตราตัมที่ทดลอง ปริมาณลิกนินเท่ากับ 3.88 % โดยต่ำกว่ารายงานของ วีรศักดิ์ จิโนแสง และคณะ (2539) คือ 5.27 % และในต้นอ้อยที่ทดลอง ปริมาณลิกนินเท่ากับ 4.91 % โดยต่ำกว่ารายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) คือ 5.27 % และในใบอ้อยที่ทดลอง ปริมาณลิกนินเท่ากับ 6.86 % โดยจะใกล้เคียงกับรายงานของ วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ (2541) คือ 6.62 % และในใบกระถินเทพาที่ทดลอง ปริมาณลิกนินเท่ากับ 22.18 % โดยสูงกว่ารายงานของ รวีวรรณ ยิ้มย่อง (2539) คือ 14.71 % ในฟางข้าวที่ทดลอง ปริมาณลิกนินเท่ากับ 3.81 % (จากตารางที่ 4.3) โดยจะต่ำกว่ารายงานของ กองอาหารสัตว์ (2538) คือ 5.10 %

5.1.1.5 องค์ประกอบทางเคมีของเถ้า

ในฟางหมักยูเรีย มีปริมาณเถ้าสูงขึ้น ในทุกระดับเปอร์เซ็นต์ของการใช้ยูเรีย (จากตารางที่ 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ กองอาหารสัตว์ (2538) ในฟางหมักยูเรีย 5 % หมัก 2 อาทิตย์ ปริมาณเถ้าเท่ากับ 15.70 % และเมื่อพิจารณาเมื่อใช้ระดับเปอร์เซ็นต์การใช้ยูเรียสูงขึ้นทำให้ปริมาณเถ้ามีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530) คือ ในฟางหมักยูเรีย 4 % หมัก 3 และ 4 อาทิตย์ ในฟางหมักยูเรีย 6 % หมัก 3 และ 4 อาทิตย์ ปริมาณเถ้าเท่ากับ 17.09, 17.98, 17.13 และ 18.16 % และจากปริมาณเถ้าที่ทดลอง ในทุกระยะเวลาในการหมัก ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ซึ่งสอดคล้องกับจากรายงานของ Streeter และ Horn (1982) กล่าวว่า เมื่อใช้สารประกอบแอมโมเนียจากยูเรียทำการหมักฟาง

ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าวแล้ว มีปริมาณเถ้าสูงกว่าฟางข้าวในทุกระดับ และเมื่อใช้ระดับโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้น ทำให้ปริมาณเถ้าสูงขึ้นตามไปด้วย (จากตารางที่ 4.2) ซึ่งสอดคล้องกับ Wanapat *et al.* (1984) กล่าวว่า ในการทำฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์โดยไม่มีการล้างด้วยน้ำ ทำให้มีการตกค้างของโซเดียมสูง และทำให้ค่า IVDMD และเถ้าสูงขึ้นด้วย และในอาหารหยาบ หญ้าขน ปริมาณเถ้าที่ทดลองเท่ากับ 7.39 % โดยจะต่ำกว่ารายงานของ วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530) คือ 8.20 % และในใบกระถินเทพาที่ทดลอง ปริมาณเถ้าเท่ากับ 3.98 % โดยจะต่ำกว่ารายงานของ รวีวรรณ ยิ้มย่อง (2539) คือ 4.21 % ส่วนในฟางข้าวที่ทดลอง ปริมาณเถ้าเท่ากับ 14.87 % (จากตารางที่ 4.3) โดยใกล้เคียงกับรายงานของ กองอาหารสัตว์ (2538) คือ 14.20 %

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย

ค่าการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor – pepsin ค่า IVDMD ที่ทดลองจะสอดคล้องกับ กองอาหารสัตว์ (2538) รายงานว่า การทำฟางหมักยูเรียควรส่งเสริมเกษตรกรที่ระดับ 5 และ 6 % ระยะเวลาหมัก 2 – 3 อาทิตย์ โดยค่า IVDMD เท่ากับ 56.5 และ 54.1 % ซึ่งไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับรายงานของ วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530) รายงานว่า การทำฟางหมักยูเรียที่ระดับ 4 และ 6 % หมัก 2 อาทิตย์ค่า IVDMD คือ 50.22 และ 49.48 % ซึ่งไม่แตกต่างกัน (P>0.05) และจากตารางที่ 4.5 ในส่วนระยะเวลาหมัก 2, 3 และ 4 อาทิตย์ ค่า IVDMD ที่ทดลอง จะสอดคล้องกับรายงานของ วิบูลศักดิ์ กาวิละ (2530) รายงานว่า ฟางหมักยูเรียที่ระดับ 4 % เท่ากับ 50.22, 48.18 และ 53.35 % ซึ่งไม่แตกต่างกัน (P>0.05)

ค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบแบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique ในฟางหมักยูเรีย เมื่อพิจารณาค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 24 และ 48 โดยค่าความแตกต่างของระดับยูเรียที่ใช้ และระยะเวลาในการหมัก จะคล้ายกับค่า IVDMD จากข้อ 5.1.2 เนื่องจากมีค่าสหสัมพันธ์กันสูง (จากตารางที่ 4.17)

ในการหาการย่อยได้ของฟางหมักยูเรีย ดำรัส ชาตรีวงศ์ (2544) รายงานว่า ได้ทดลองฟางหมักยูเรียระดับ 4, 5 และ 6 % หมัก 2 และ 3 อาทิตย์ โดยหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique โดยปริมาตรแก๊สที่ได้จะไปประเมินค่า IVOMD เมื่อพิจารณาการทดลอง (จากตารางที่ 4.6) จะเห็นว่า ปริมาตรแก๊สของฟางหมักยูเรียระดับ 4, 5 และ 6 % ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งคล้ายกับรายงานของ ดำรัส ชาตรีวงศ์ (2544) (จากตารางที่ 2.4)

ค่าการย่อยได้แบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique ในฟางหมักยูเรีย เมื่อพิจารณาค่าการย่อยสลายในชั่วโมงที่ 120 โดยระดับยูเรียที่ใช้ 4, 5 และ 6 % ค่า A B และ A+B ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) และระยะเวลาในการหมัก ค่า A B และ A+B ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ซึ่งเมื่อวัดความแตกต่างจะคล้ายวิธี rumen liquor – pepsin เนื่องจากมีค่าสหสัมพันธ์กันสูง (จากตารางที่ 4.17)

5.1.3 ค่าการย่อยได้ในฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์

เมื่อพิจารณาค่า IVDMD เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับที่สูงขึ้น ทำให้ค่า IVDMD จะสูงขึ้นตามไปด้วย (จากตารางที่ 4.10) ซึ่งสอดคล้องกับ Wanapat *al.* (1984) กล่าวว่า ในการทำฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์โดยไม่มีการล้างด้วยน้ำ ทำให้การจับตัวของลิกนิน และเซลวอลหลอมตัวขึ้น และทำให้ค่า IVDMD สูงขึ้น (เมธา วรรณพัฒน์. 2533)

เมื่อพิจารณาค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 24 และ 48 โดยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับสูงๆ ปรับปรุงฟาง ทำให้ค่าการย่อยได้สูง (เมธา วรรณพัฒน์. 2533) ซึ่งทำให้มีค่าแก๊สที่เกิด

ขึ้น (จากตารางที่ 4.11) มีปริมาณมากกว่าการทำฟางหมักยูเรียที่ระดับสูงๆ และมีค่าสหสัมพันธ์กันสูง (จากตารางที่ 4.18)

5.1.4 ค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบที่คัดเลือก

ทำการคัดเลือกอาหารหยาบ 2 ชนิด จาก 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (จากตารางที่ 4.13) คือ ฟางหมักยูเรีย โดยเลือกฟางหมักยูเรียระดับ 4 % อาทิตย์ 2 อาทิตย์ เพราะว่า ค่า IVDMD และค่าปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 48 ในระดับ 4 % ไม่มีความแตกต่างกับระดับ 10 % ($P>0.05$) ส่วนค่า A+B ในระดับ 4, 5 และ 6 % ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และระยะเวลาหมักทั้ง 3 ระยะเวลา ค่า IVDMD และค่าปริมาตรแก๊ส (จากตารางที่ 4.14) ในชั่วโมงที่ 48 และค่า A+B ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) และส่วนกลุ่มที่ 2 (จากตารางที่ 4.10 - 4.11) คือ ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยเลือกระดับ 4.5 % เพราะว่า ค่า IVDMD ค่าปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 48 และค่า A+B ไม่มีความแตกต่างกับระดับ 5.0 % ($P>0.05$)

เมื่อพิจารณาค่า IVDMD ของหญ้ากินนีที่ทดลองอายุประมาณ 100 วัน ค่า IVDMD เท่ากับ 41.07 % ซึ่งต่ำกว่ารายงานของ สายัณห์ ทัดศรี (2540) โดยค่า IVDMD เท่ากับ 61.8 % ซึ่งค่า IVDMD ที่ทดลองที่ต่ำ เนื่องจากทำการตัดเมื่ออายุมาก จึงทำให้ปริมาณลิกนินสูง จึงมีผลให้การย่อยได้ต่ำ แต่ค่า IVDMD ที่ทดลองนี้ จะสอดคล้องกับ เฉลิมพล แซมเพชร (2530) รายงานว่า ค่า IVDMD ของหญ้ากินนีอยู่ระหว่าง 40 – 62 % และควรตัดเมื่ออายุ 28 วัน หากตัดเมื่ออายุมากขึ้น ทำให้ค่า IVDMD และปริมาณโปรตีนต่ำลง ส่วนหญ้าขนที่ทดลองค่า IVDMD ที่ทดลองเท่ากับ 41.40 % โดยต่ำกว่ารายงานของ สายัณห์ ทัดศรี (2540) โดยค่า IVDMD เท่ากับ 46.0 % ส่วนใบกระถินเทพาที่ทดลอง ค่า IVDMD เท่ากับ 24.29 % โดยต่ำกว่ารายงานของ ดวงสิรินทร์ รักษาราษฎร์ (2541) โดยค่า IVDMD เท่ากับ 33.9 % ซึ่งใบกระถินเทพา ที่ทดลอง มีปริมาณลิกนินสูงที่สุด จึงทำให้การย่อยได้ต่ำ ส่วนในฟางข้าวที่ทดลองค่า IVDMD เท่ากับ 42.63 % โดยจะต่ำกว่ารายงานของกองอาหารสัตว์ (2538) ค่า IVDMD เท่ากับ 47.7 %

เมื่อพิจารณาค่า ปริมาตรแก๊สที่เกิดชั่วโมงที่ 24 และ 48 จะเห็นว่า ชานอ้อย และต้นอ้อย ซึ่งเป็นวัตถุดิบชนิดเดียวกัน มีปริมาตรแก๊สสูงสุด เนื่องจากเป็นวัตถุดิบจำพวกให้พลังงานสูง ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับ เมธา วรรณพัฒน์ (2533) กล่าวว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบในเซลลูโลสมากนั้น จุลินทรีย์จะสามารถเข้าไปย่อยสลายได้เร็ว ทำให้เกิดการหมักบูดในกระเพาะรูเมนอย่างรวดเร็ว และเกิดแก๊สกับกรดไขมันที่ระเหยง่ายสูง

ในส่วนหญ้าขน และหญ้ากินนี ปริมาตรแก๊สจากการทดลอง (ตารางที่ 4.14) จะต่ำกว่ารายงานของ นฤมล สุมาลี (2541) ซึ่งรายงานว่า ปริมาตรแก๊สของหญ้าขนในชั่วโมงที่ 24 และ 48 เท่ากับ 39.0 และ 50.5 มิลลิลิตร และหญ้ากินนีในชั่วโมงที่ 24 และ 48 เท่ากับ 52.1 และ 65.5 มิลลิลิตร สาเหตุที่ทำให้ค่าที่ทดลองแตกต่างจาก นฤมล สุมาลี (2541) คือ หญ้าขน และหญ้ากินนี

ที่ทดลองนี้มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 5.06 และ 4.48 % โดยปริมาณโปรตีนจะต่ำกว่า นฤมล สุมาลี (2541) โดยปริมาณโปรตีน เท่ากับ 12.77 และ 12.43 % ในฟางข้าวที่ทดลองปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 24 กับ 48 เท่ากับ 15.11 และ 27.16 มิลลิลิตร โดยต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ และคณะ (2542) รายงานว่า ปริมาตรแก๊สของฟางข้าว ในชั่วโมงที่ 24 กับ 48 เท่ากับ 22.0 และ 41.1 มิลลิลิตร

เมื่อพิจารณาค่าการย่อยสลายในชั่วโมงที่ 120 ในส่วนหญ้าขนที่ทดลอง จะเห็นว่า ค่า A. B และ A+B ที่ทดลอง เท่ากับ 16.88, 46.54 และ 63.42 % โดยจะสูงกว่ารายงานของ ชนาธิป ธรรมการ (2539) ได้ทดลองหญ้าขนที่ชั่วโมง 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 และ 72 ได้ค่า A B และ A+B เท่ากับ 14.16, 27.34 และ 41.50 % สาเหตุที่ค่าการย่อยสลายสูงกว่าของ ชนาธิป ธรรมการ (2539) เนื่องจากปริมาณโปรตีนของหญ้าขน เท่ากับ 0.7 % ซึ่งต่ำกว่าโปรตีนที่ทดลอง คือ 5.06 %

ในฟางข้าว เมื่อพิจารณาค่าการย่อยสลายในชั่วโมงที่ 120 จะเห็นว่า ค่า A B และ A+B เท่ากับ 19.19, 41.26 และ 60.45 % โดยค่าการย่อยสลายต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ และคณะ (2542) ซึ่งรายงานว่า ได้ทดลองฟางข้าวที่ชั่วโมง 96 ได้ค่า A B และ A+B เท่ากับ 17.20, 46.50 และ 63.70 % ซึ่งค่าการย่อยสลายที่ทดลองต่ำกว่านั้น เนื่องจากระยะเวลาในการย่อยสลายฟางข้าว คือ ชั่วโมงที่ 96 นั้นสั้นกว่าระยะเวลาที่ทดลอง คือ ชั่วโมงที่ 120 และอีกประการหนึ่ง คือ ปริมาตรแก๊สของฟางข้าวที่ทดลอง ในชั่วโมงที่ 24 กับ 48 ต่ำกว่าฟางข้าวของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ และคณะ (2542) ด้วยเช่นกัน

5.1.5 ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้

อาหารหยาบในทุกกลุ่ม ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่า IVDMD กับปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 48 จะสูงสุด รองลงมา คือ ปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 24 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Trei *et al.* (1970) ได้ทดลองในอาหารข้น เมล็ดข้าวบาร์เลย์ และเมล็ด Milo พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVDMD กับวิธี gas production technique ของปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 3 จะให้ค่า r เท่ากับ 0.95

เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า IVDMD กับค่า A+B ในชั่วโมงที่ 120 ทำให้ค่า r สูงสุด รองลงมา คือ ค่า A+B ในชั่วโมงที่ 96 และสุดท้าย คือ ค่า A+B ในชั่วโมงที่ 72 ซึ่งค่าสหสัมพันธ์จะสอดคล้องกับรายงานของ Kabuga and Darko (1993) ที่ทดลองในหญ้า Buffle, Love, Guinea และ Setaria พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่า IVDMD กับค่าการย่อยสลายในชั่วโมงที่ 24, 48 และ 72 ค่า r เท่ากับ 0.92, 0.97 และ 0.96 และค่าสหสัมพันธ์สอดคล้องกับรายงานของ Sileshi *et al.* (1996) ที่ทดลองหญ้าเนเปียร์ และ Pigeon พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตรแก๊สในชั่วโมงที่ 24, 48 และ 72 กับค่าการย่อยสลายในชั่วโมงที่ 24, 48 และ 72 ค่า r เท่ากับ 0.76, 0.72 และ 0.73

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ

5.2.1 ปริมาณการกินอาหาร

เมื่อพิจารณา จะเห็นว่า ปริมาณการกินหญ้ากินนีแห้ง ฟางข้าว และฟางหมักยูเรีย ในรูปวัตถุแห้ง ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบต่ออาหารข้นระดับ 50:50 มีค่าสูงสุด ในส่วนปริมาณการกินหญ้ากินนีแห้ง ฟางข้าว และฟางหมักยูเรีย ในรูปอินทรีย์วัตถุ และโปรตีน ในในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบต่ออาหารข้นระดับ 40:60 มีค่าสูง เนื่องจากสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นมีอยู่สูงถึง 60 % และองค์ประกอบทางเคมีของอินทรีย์วัตถุและโปรตีนในอาหารข้นมีระดับสูง (ตารางที่ 7.3) ในส่วนปริมาณการกินหญ้ากินนีแห้ง ฟางข้าว และฟางหมักยูเรีย ในรูป NDF และ ADF ในในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบต่ออาหารข้นระดับ 60:40 มีค่าสูงสุด เนื่องจากปริมาณ NDF และ ADF สูงในอาหารหยาบทั้งสามชนิด ซึ่งมีสัดส่วนสูงในสูตรอาหาร 60 % (ตารางที่ 4.19 - 4.21)

5.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบชนิดต่างๆ

เมื่อพิจารณาอาหารหยาบทั้ง 3 ชนิดจะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และพลังงานย่อยได้ ในสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบต่ออาหารข้นระดับ 40:60 มีค่าสูงที่สุดรองลงมา คือ 50:50 และสุดท้าย คือ 60:40 เนื่องจากมีสัดส่วนของอาหารข้นสูง ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานและโปรตีนสูง ทำให้มีการย่อยได้สูง โดย นฤมล สุมาลี (2541) รายงานว่า การย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี gas production technique ของข้าวโพดบด และกากถั่วเหลือง โดยได้ปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมงที่ 48 เท่ากับ 100.3 และ 70.1 มิลลิลิตร

จากสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบต่ออาหารข้นในระดับที่ต่างกัน โดยมีผลต่อค่าพลังงานย่อยได้ ซึ่ง Minson (1990) รายงานว่า ได้ทดลองหาพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบต่ออาหารข้นในสูตรอาหาร พบว่า เมื่อสัดส่วนอาหารข้นมีระดับสูงขึ้นในสูตรอาหาร ทำให้ค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารเพิ่มขึ้น (จากภาพที่ 2.1)

5.2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้ง

เมื่อพิจารณาในส่วนหญ้ากินนีแห้ง จะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง และโปรตีน จากการทดลอง (จากตารางที่ 4.22) มีค่าสูงกว่า รายงานของ จินดา สุขสุโขค และคณะ (2519) ที่ทดลองในแกะเพศผู้อายุมาก โดยให้กินหญ้ากินนีอายุ 45 วัน เพียงอย่างเดียว ซึ่งหญ้ากินนีมีองค์ประกอบทางโภชนะของ วัตถุแห้ง โปรตีน เถ้า NDF และ ADF เท่ากับ 90.16,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.95, 14.29, 65.68 และ 52.21 % และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง โปรตีน เถ้า NDF และ ADF เท่ากับ 47.43, 30.43, 12.85, 56.48 และ 48.84 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF และ ADF จากการทดลองมีค่าต่ำกว่ารายงานของ จินดา สุขสุโชค และคณะ (2519) เนื่องจากหญ้ากินนีแห้งที่ทดลองนี้มีอายุ 100 วัน และมีลักษณะแข็งหยาบ โปรตีนต่ำ และ ลิกนินสูง เท่ากับ 3.78 และ 6.45 % และเมื่อให้อาหารผสม จะทำให้โคเลือกกินอาหารข้นมากกว่าหญ้ากินนี จึงทำให้สัดส่วนอาหารหยาบต่ำลงและสัดส่วนอาหารข้นสูงขึ้น (พิจารณาจากตารางที่ 7.7)

5.2.2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่มีฟางข้าว

ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของฟางข้าว ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่มีฟางข้าวต่ออาหารข้นในระดับ 40:60 และ 50:50 คือ 90.61 และ 84.06 % (จากตารางที่ 4.23) โดยสูงกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) รายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่มีฟางข้าวต่ออาหารข้นในระดับ 40:60 และ 55:45 คือ 73.37 และ 67.57 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุในระดับ 40:60 และ 50:50 คือ 91.85 และ 85.43 % ซึ่งค่าสูงกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า ในระดับ 40:60 และ 55:45 คือ 78.85 และ 73.97 %

ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนในระดับ 40:60 และ 50:50 คือ 86.82 และ 83.25 % ค่าจะสูงกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) รายงานว่า ในระดับ 40:60 และ 55:45 คือ 79.73 และ 73.12 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF สูตรอาหารที่มีฟางข้าวต่ออาหารข้น ในระดับ 40:60 และ 50:50 คือ 44.40 และ 45.42 % โดยค่าต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า สูตรอาหารที่มีฟางข้าวต่ออาหารข้นในระดับ 40:60 และ 55:45 คือ 71.21 และ 68.52 %

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของสูตรอาหารที่มีฟางข้าวต่ออาหารข้นในระดับ 40:60 และ 50:50 คือ 26.25 และ 27.15 % โดยค่าต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า สูตรอาหารที่มีฟางข้าวต่ออาหารข้นในระดับ 40:60 และ 55:45 คือ 65.01 และ 64.40 % ส่วนค่าพลังงานย่อยได้ที่ทดลองของสูตรอาหารที่มีฟางข้าวต่ออาหารข้นในระดับ 40:60 และ 50:50 คือ 26.23 และ 21.93 MJ / kg ค่าสูงกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) รายงานว่า ในสูตรอาหารที่มีฟางข้าวต่ออาหารข้นในระดับ 40:60 และ 55:45 คือ 13.26 และ 11.80 MJ / kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2.3 ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรีย

เมื่อพิจารณาจะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งที่ทดลองของฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 60:40 จะมีค่าเท่ากับ 81.03 % (จากตารางที่ 4.24) โดยค่าสูงกว่า Promma (1993) รายงานว่า โครุ่นเพศผู้กินฟางหมักยูเรีย 6 % หมัก 3 อาทิตย์ โดยใช้กำมะถันตรึงแอมโมเนีย โดยฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหาร ในระดับ 70:30 ได้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งในสูตรอาหารต่ออาหารข้น เท่ากับ 57.8 %

ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุของในสูตรฟางหมักยูเรียต่ออาหารข้น ค่าที่ทดลองของฟางหมักยูเรียในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 60:40 จะมีค่าเท่ากับ 82.80 % โดยค่าสูงกว่ารายงานของ Promma (1993) รายงานว่า ฟางหมักยูเรียประกอบในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 70:30 จะได้ค่า เท่ากับ 64.2 % ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของฟางหมักยูเรียในสูตรอาหารต่ออาหารข้นของฟางหมักยูเรีย ซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองของฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 60:40 มีค่าเท่ากับ 72.79 % โดยค่าสูงกว่ารายงานของ Promma (1993) รายงานว่า ฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 70:30 ได้ค่าเท่ากับ 52.7 % ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของฟางหมักยูเรีย ซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองของฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 60:40 จะมีค่าเท่ากับ 72.79 % โดยค่าต่ำกว่ารายงานของ Promma (1993) รายงานว่า ฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 70:30 ได้ค่าเท่ากับ 65.0 %

ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของฟางหมักยูเรีย ซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองของฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 60:40 มีค่าเท่ากับ 42.21 % โดยค่าต่ำกว่ารายงานของ Promma (1993) รายงานว่า ฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 70:30 ได้ค่าเท่ากับ 65.6 % ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนที่ทดลองต่ำกว่า ในส่วนค่าพลังงานย่อยได้ของฟางข้าว ซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองของฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 60:40 มีค่าเท่ากับ 23.63 MJ / kg โดยค่าสูงกว่ารายงานของ Promma (1993) รายงานว่า ฟางหมักยูเรียที่มีในสูตรอาหารต่ออาหารข้นในระดับ 70:30 ได้ค่าเท่ากับ 10.3 MJ / kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบชนิดต่างๆ โดยใช้สมการถดถอย

5.2.3.1 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของหญ้ากินนีแห้งโดยใช้สมการถดถอย

จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของหญ้ากินนีที่ทดลองเท่ากับ 37.41 % (จากตารางที่ 4.25) โดยมีค่าต่ำกว่า รายงานของ จินดา สุขสุโชค และคณะ (2519) ที่ทดลองในแกะเพศผู้อายุมาก โดยให้กินหญ้ากินนีอายุ 45 วัน เพียงอย่างเดียว โดยพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งเท่ากับ 47.43 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของหญ้ากินนีที่ทดลองเท่ากับ 21.72 % มีค่าต่ำกว่ารายงานของ จินดา สุขสุโชค และคณะ (2519) รายงานว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนเท่ากับ 30.43 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของหญ้ากินนีที่ทดลองเท่ากับ 82.32 % มีค่าสูงกว่ารายงานของ จินดา สุขสุโชค และคณะ (2519) รายงานว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF เท่ากับ 56.84 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของหญ้ากินนีทดลองเท่ากับ 67.32 % มีค่าสูงกว่า รายงานของ จินดา สุขสุโชค และคณะ (2519) รายงานว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF เท่ากับ 48.84 %

เมื่อพิจารณา จะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งและโปรตีนจะต่ำกว่าที่ทดลองเท่ากับ 37.41 และ 21.72 % และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF และ ADF สูงกว่าค่าที่ทดลองเท่ากับ 82.33 และ 67.25 % เนื่องจาก หญ้ากินนีแห้งที่ทดลองนี้มีอายุ 100 วัน และมีลักษณะแข็งหยาบโดยมีปริมาณโปรตีน NDF ADF และ ลิกนิน เท่ากับ 3.78, 77.98, 52.42 และ 6.56 % ซึ่งสูงกว่ารายงานของ จินดา สุขสุโชค และคณะ (2519) รายงานว่าหญ้ากินนีอายุ 45 วัน มีปริมาณ โปรตีน NDF และ ADF เท่ากับ 5.95, 65.68 และ 52.21 %

5.2.3.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของฟางข้าวโดยใช้สมการถดถอย

จะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของฟางข้าวที่ทดลอง เท่ากับ 42.56 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.88 (จากตารางที่ 4.26) โดยจะต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของฟางข้าวเท่ากับ 49.37 % ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจหรือค่า R^2 เท่ากับ 0.78 และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งที่ทดลองต่ำกว่า Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) เท่ากับ 51.2 % และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งที่ทดลองสูงกว่า Ibrahim (1985) ซึ่งรายงานว่า ทดลองโคนมเพศผู้ลูกผสมพื้นเมืองกับเจอร์ซี่ โดยให้ฟางข้าวอย่างเดียว โดยหาการย่อยได้แบบ AIA ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง คือ 41.0 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุที่ทดลองเท่ากับ 48.65 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.91 โดยต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า ค่า

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 60.41 % ค่า R^2 เท่ากับ 0.65 และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุที่ทดลองต่ำกว่า Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) ได้เท่ากับ 59.2 %

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนที่ทดลองเท่ากับ 30.05 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.83 โดยสูงกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีน เท่ากับ 2.91 % ค่า R^2 เท่ากับ 0.82 และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนที่ทดลองสูงกว่า Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) เท่ากับ –25.7 %

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ที่ทดลองเท่ากับ 78.26 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.82 สูงกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF เท่ากับ 64.20 % ค่า R^2 เท่ากับ 0.20 และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ที่ทดลองสูงกว่า Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) จะได้เท่ากับ 71.0 % ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ที่ทดลองเท่ากับ 54.77 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.80 โดยต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF เท่ากับ 61.14 % ค่า R^2 เท่ากับ 0.06 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ที่ทดลองต่ำกว่า อาจเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของลิกนิน ในฟางข้าวที่ทดลอง คือ 3.99 % สูงกว่าของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) เท่ากับ 3.5 % เพราะ ADF มีส่วนประกอบ คือ ลิกนิน cellulose และเถ้า (Goering and Van Soest. 1970) และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ที่ทดลองต่ำกว่า Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) ได้เท่ากับ 67.6 %

ส่วนค่าพลังงานย่อยได้ที่ทดลองเท่ากับ 6.89 MJ / kg โดยค่า R^2 เท่ากับ 0.84 จะต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า ค่าพลังงานย่อยได้ เท่ากับ 7.32 MJ / kg เมื่อพิจารณาค่าพลังงานย่อยได้ที่ทดลองมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย โดยค่าพลังงานย่อยได้ที่ทดลองต่ำกว่า Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) ได้เท่ากับ 8.9 MJ / Kg DM

5.2.3.3 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของฟางหมักยูเรียโดยใช้สมการถดถอย

จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของฟางหมักยูเรียที่ทดลองเท่ากับ 58.84 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.97 (จากตารางที่ 4.27) โดยมีค่าสูงกว่ารายงานของ Promma (1993) รายงานว่า โครุ่นเพศผู้กินฟางหมักยูเรีย 6 % หมัก 3 อาทิตย์ โดยใช้กำมะถันตรึงแอมโมเนียได้ค่าเท่ากับ 54.1 % โดยค่า R^2 เท่ากับ 0.53 โดยค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งที่ทดลองสูงกว่า เจริญ แสงดี (2529) รายงานว่า ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย โดยวิธี *in vivo* แบบ AIA ในโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมียจำนวน 6 ตัว โดยให้โคกินฟางหมักยูเรีย 4 % หมัก 3 อาทิตย์อย่างเดียว ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เท่ากับ 51.6 % และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้

ในรูปวัตถุแห้งที่ทดลองสูงกว่า Ibrahim (1985) ซึ่งรายงานว่า ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรียในระดับ 4 % หมัก 3 อาทิตย์ โดยวิธี *in vivo* แบบ AIA ในโครุ่นเพศผู้ลูกผสมพื้นเมืองกับเจอร์ซี่ จำนวน 25 ตัว โดยให้โคกินฟางหมักอย่างเดียว ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง เท่ากับ 48.0 %

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุของฟางหมักยูเรียที่ทดลองเท่ากับ 62.58 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.98 มีค่าสูงกว่ารายงานของ Promma (1993) ซึ่งรายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 59.4 % ค่า R^2 เท่ากับ 0.24 และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุที่ทดลองจะสูงกว่า เจริญ แสงดี (2529) รายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุของฟางหมักยูเรีย 4 % หมัก 3 อาทิตย์ เพียงอย่างเดียว เท่ากับ 60.2 % และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุที่ทดลองสูงกว่า Wanapat (1986) รายงานว่า ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย ในระดับ 5 % หมัก 2 อาทิตย์ โดยวิธี *in vivo* แบบ AIA ในโคพื้นเมืองเพศผู้และเพศเมีย จำนวน 24 ตัว โดยให้โคกินฟางหมักอย่างเดียว ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 61.0 %

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของฟางหมักยูเรียที่ทดลองเท่ากับ 38.77 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.96 โดยมีค่าต่ำกว่ารายงานของ Promma (1993) ซึ่งรายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนเท่ากับ 48.9 % ค่า R^2 เท่ากับ 0.28 อาจเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนที่ทดลอง เท่ากับ 6.98 % โดยจะต่ำกว่าของ Promma (1993) เท่ากับ 10.2 % และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนที่ทดลองสูงกว่า เจริญ แสงดี (2529) รายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโปรตีนของฟางหมักยูเรีย 4 % หมัก 3 อาทิตย์ เพียงอย่างเดียว เท่ากับ 34.6 %

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของฟางหมักยูเรียที่ทดลองเท่ากับ 83.55 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.93 โดยมีค่าสูงกว่ารายงานของ Promma (1993) ซึ่งรายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF เท่ากับ 69.0 % ค่า R^2 เท่ากับ 0.17 อาจเนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของ NDF ที่ทดลอง เท่ากับ 77.22 % สูงกว่าของ Promma (1993) เท่ากับ 59.2 % และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ที่ทดลองจะต่ำกว่า Wanapat (1986) รายงานว่า ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย ในระดับ 5 % หมัก 2 อาทิตย์ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF เท่ากับ 64.1 %

ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของฟางหมักยูเรียที่ทดลอง เท่ากับ 63.91 % ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.95 มีค่าต่ำกว่ารายงานของ Promma (1993) ซึ่งรายงานว่า ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF เท่ากับ 65.5 % ค่า R^2 เท่ากับ 0.03 และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ที่ทดลองสูงกว่า Wongsrikeao and Wanapat (1985) รายงานว่า ค่าการย่อยได้ในฟางหมักยูเรีย ในระดับ 3 และ 6 % หมัก 3 อาทิตย์ โดยวิธี *in vivo* แบบ AIA ในกระบือสาวพื้นเมือง จำนวน 8 ตัว โดยให้กระบือกินฟางหมักอย่างเดียว ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF เท่ากับ 51.2 และ 55.4 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนค่าพลังงานย่อยได้ของฟางหมักยูเรียที่ทดลอง เท่ากับ 9.37 MJ / kg 76 ซึ่งค่า R^2 เท่ากับ 0.92 มีค่าสูงกว่ารายงานของ Promma (1993) เท่ากับ 8.7 MJ / kg ค่า R^2 เท่ากับ 0.76 ซึ่งค่าพลังงานย่อยได้ของฟางหมักยูเรียที่ทดลอง จะต่ำกว่า สมคิด พรหมมา และคณะ (2537) รายงานว่า ในการทำฟางหมักยูเรีย 6 % หมัก 3 อาทิตย์ ค่าพลังงานย่อยได้ประมาณ 8.7 – 9.2 MJ / kg

5.2.4 การย่อยได้ในอาหารหยาบแบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique ในสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบและอาหารข้นในระดับต่างๆ

จะเห็นว่า จากการย่อยได้ของ หญ้ากินนีแห้ง ฟางข้าว และฟางหมักยูเรีย ทั้งในสูตรอาหารที่มี หญ้ากินนีแห้ง ฟางข้าว ฟางหมักยูเรีย และอาหารข้นในระดับต่างๆ พบว่า ค่าการย่อยได้ของ A B และ A+B มีค่าการย่อยได้สูงสุด ในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบทั้ง 3 ชนิด และอาหารข้นระดับ 60:40 รองลงมาคือ 50:50 และสุดท้าย คือ 40:60 มีค่าการย่อยได้ต่ำสุด ซึ่ง เมธา วรรณพัฒน์ (2533) กล่าวว่า เมื่อสภาวะในกระเพาะรูเมนมีอาหารพลังงานสูง โดยเฉพาะพวกแป้ง จะทำให้เกิดจุลินทรีย์ประเภทย่อยสลายแป้ง (Amylolytic bacteria) และพวกโปรตัวซัวมาก ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารหยาบลดลง

แต่ค่าการย่อยได้ของฟางข้าวในโคที่ได้รับสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้นในระดับ 40:60 และ 50:50 โดยค่า A+B คือ 52.75 และ 58.25 % ซึ่งค่าต่ำกว่ารายงานของ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) ซึ่งรายงานว่า ได้ทดลองฟางข้าวในสูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้นในระดับ 40:60 และ 55:45 ซึ่งค่า A+B คือ 62.9 และ 63.2 % โดยค่าทดลองที่ต่ำนี้ เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีในรูป Hemicellulose ที่ทดลอง คือ 24.80 % มีค่าต่ำกว่า เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ (2542) คือ 30.30 %

เมื่อพิจารณาค่าการย่อยได้ของสูตรอาหาร ที่มีอาหารหยาบและอาหารข้นในระดับต่างๆ ที่ทดลอง จะเห็นว่า สูตรอาหารที่มีฟางหมักยูเรียและอาหารข้น มีค่าการย่อยได้สูงสุด รองลงมาคือ สูตรอาหารที่มีฟางข้าวและอาหารข้น และสูตรอาหารที่มีหญ้ากินนีแห้งและอาหารข้น มีค่าการย่อยได้ต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุป

6.1 การเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบด้วยวิธีการต่างๆ

1. ในการทำฟางหมักยูเรียที่ระดับ 4 – 10 % และระยะเวลาหมัก 2 – 4 อาทิตย์ จะเห็นว่าในระดับที่ 4 % มีความเหมาะสมที่สุด ในการปรับปรุงฟางข้าว เนื่องจากจะทำให้ลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ยยูเรีย และคุณภาพฟางหมักยูเรียที่ได้ไม่มีความแตกต่างกับระดับ 5 และ 6 % ตามที่กองอาหารสัตว์แนะนำ และระยะเวลาหมัก 2 อาทิตย์ เป็นระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งคุณภาพฟางหมักยูเรียที่ได้ไม่มีความแตกต่างกับระยะเวลาหมักที่ 3 และ 4 อาทิตย์

2. ในการทำฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับ 1.5 – 5.0 % จะเห็นว่า เมื่อใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับที่สูงขึ้น ค่าการย่อยได้จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ปริมาณโปรตีนไม่ได้เพิ่มขึ้น

3. ในส่วนอาหารหยาบ หญ้ากินนี หญ้าขน หญ้าอะตราตัม ค่าการย่อยได้ไม่ต่างกัน ส่วนใบกระถินเทพา มีค่าการย่อยได้ต่ำสุด

4. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิธีการหาค่าการย่อยได้แบบต่างๆ มีค่าสูงโดยเฉพาะในกลุ่มฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ การวัดปริมาตรแก๊สสามารถบ่งชี้การย่อยได้เป็นอย่างดี

6.2 การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานย่อยได้ของอาหารหยาบ

1. การประเมินค่าพลังงานย่อยได้ของ ฟางข้าว หญ้ากินนีแห้ง และฟางหมักยูเรีย 4 % นาน 2 อาทิตย์ ที่คัดเลือก จะเห็นว่า ปริมาณการกินอาหารรวมของ ฟางหมักยูเรีย จะสูงสุด รองลงมา คือ ฟางข้าว และหญ้ากินนี ตามลำดับ ปริมาณการกินอาหารรวมต่อน้ำหนักตัว ในสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นระดับ 50:50 จะมีแนวโน้มสูงสุด

2. ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และค่าพลังงานย่อยได้ ในสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นระดับ 40:60 จะมีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ 50:50 และสุดท้าย คือ 60:40 และค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ADF ในสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นระดับ 60:40 จะมีค่าสูงที่สุด สุด รองลงมา คือ 50:50 และสุดท้าย คือ 40:60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การประเมินค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ และค่าพลังงานย่อยได้ โดยใช้สมการถดถอย จะเห็นว่า ฟางข้าว เมื่อทำการปรุงแต่งด้วยยูเรีย และใช้ระยะเวลาการหมัก ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน NDF ADF และค่าพลังงานย่อยได้เพิ่มสูงขึ้น โดยค่า R^2 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามด้วย และหญ้ากินนีแห้ง มีค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน และค่าพลังงานย่อยได้ต่ำที่สุด

4. ค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบแบบ *in situ* โดยวิธี nylon bag technique ในสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบต่ออาหารข้น จะเห็นว่า ค่าการย่อยได้ของ A B และ A+B ของฟางหมักยูเรียจะสูงสุด รองลงมาคือ ฟางข้าว สุดท้ายคือ หญ้ากินนีแห้ง และสัดส่วนอาหารหยาบทั้ง 3 ชนิด ต่ออาหารข้นในระดับ 60:40 จะมีค่าการย่อยได้สูงสุด รองลงมา คือ 50:50 และสุดท้ายคือ 40:60 และในสูตรอาหารที่มีอาหารหยาบทั้ง 3 ชนิด ต่ออาหารข้น จะเห็นว่า ฟางหมักยูเรียต่ออาหารข้น มีค่าการย่อยได้สูงสุด รองลงมาคือ ฟางข้าวต่ออาหารข้น และหญ้ากินนีแห้งต่ออาหารข้น มีค่าการย่อยได้ต่ำสุด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กองปศุสัตว์สัมพันธ์. 2544. หญ้าแห้ง. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิจัยพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองปศุสัตว์สัมพันธ์. 2545ก. หญ้ากินนีสีม่วง. กรุงเทพฯ : โครงการพัฒนาธุรกิจโคนม กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองปศุสัตว์สัมพันธ์. 2545ข. หญ้าอะตราตัม. กรุงเทพฯ : โครงการพัฒนาธุรกิจโคนม กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองอาหารสัตว์. 2538. ฟางข้าวอาหารสำหรับโค – กระบือ. กรุงเทพฯ : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ และคณะ. 2543. "การย่อยได้และพลังงานสุทธิจากการคำนวณของต้นอ้อยแห้งในโคแห้งนมและแกะ." หน้า 114-122. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 สาขาสัตวแพทย์ศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุรัตน์ เศรษฐภักดี. 2528. **อาหารสัตว์เศรษฐกิจ.** สงขลา : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

จินดา สุขสุโชค และคณะ. 2519. "การย่อยได้ของหญ้ากินนีที่ตัดอายุต่างๆกัน." หน้า1-6. ใน **รายงานผลการทดลองพืชอาหารสัตว์ พ.ศ. 2507 - 2519.** กรุงเทพฯ : กองพืชอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จิระชัย กาญจนพฤฒิพงศ์. 2529. "การศึกษาการเปรียบเทียบการใช้ฟางข้าวหมักยูเรียกับฟางข้าวราดสารละลายยูเรีย – กากน้ำตาล เป็นอาหารหยาบสำหรับวัวนมรุ่นเพศผู้." **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

เจริญ แสงดี. 2529. "การใช้ต้นถั่วลิสงแห้งเสริมฟางข้าวธรรมดาหรือฟางข้าวปรุงแต่งด้วยยูเรียเป็นอาหารโคพื้นเมือง." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล **บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

เฉลิมพล แซมเพชร. 2530. **หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เมืองร้อน.** กรุงเทพฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์.

ชนาธิป ธรรมการ. 2539. "การย่อยได้ของหญ้าขนและทีเอ็มอาร์ในโคที่เสริมด้วยยีสต์โดยการใช้ถุงไนล่อน." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชาญชัย มณีดุลย์. 2529. "การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมในการขุนสัตว์เคี้ยวเอื้อง." หน้า 1-26. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2529 สาขาสัตว์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงสิรินทร์ รักษาราษฎร์. 2541. "การย่อยได้ของอาหารทีเอ็มอาร์ที่มีฟางข้าวและกระถินเทพาเป็นแหล่งอาหารหยาบโคนม." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดำรัส ชาตรีวงศ์. 2544. "คุณค่าทางอาหารของฟางหมักยูเรีย ที่ระดับความเข้มข้นของยูเรีย และระยะเวลาการหมักต่างกัน เมื่อประเมินด้วยวิธีวัดปริมาตรแก๊ซในหลอดทดลอง." ปัญหาพิเศษ ปริญญาโท สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เทียน รั้งกลาง. 2532. "การเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของฟางข้าว ฟางปรับปรุง และพืชอาหารสัตว์ 4 ชนิด." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. กรุงเทพฯ : ฟันนี่พับบลิชชิ่ง.

นฤมล สุมาลี 2541. "การหาค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ และค่าพลังงานใช้ประโยชน์ในอาหารโคนม โดยใช้เทคนิคการวัดแก๊สแบบโฮเฮนไฮม์." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2527. โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2531. "ผลการเสริมฟางข้าวด้วยกระถินแห้งระดับต่างๆ และความแม่นยำของการใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรดเป็นตัวบ่งชี้ภายในเพื่อหาการย่อยได้." วารสารเกษตร. 4(2) : 95-107.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. 2539ก. การประเมินค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบโดยวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ. เอกสารสนับสนุนทางวิชาการฉบับที่ 1 : ม.ป.ท.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. 2539ข. การประเมินค่าพลังงานในอาหารโดยการคำนวณจากองค์ประกอบทางเคมี. เอกสารสนับสนุนทางวิชาการฉบับที่ 3 : ม.ป.ท.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. 2539ค. การหาการย่อยได้โดยการใช้ถุง. เอกสารสนับสนุนทางวิชาการฉบับที่ 2 : ม.ป.ท.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2540. "การหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี Gas test." : ม.ป.ท.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์ธนบรรณ.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และคณะ. 2541. "การทำนายคุณค่าทางอาหารของฟางข้าว หญ้ารูซี่ และใบกระถิน ที่นิยมใช้เลี้ยงโคนมโดยวิธีใช้ถุงไนล่อน." หน้า 267-181. ใน สัญชัย จตุรสิทธา (ผู้รวบรวม). แนวโน้มการผลิตปศุสัตว์ในประเทศไทย รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สาขาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วันที่ 11-13 ธันวาคม 2540. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และคณะ. 2544. "พลังงานสุทธิของอาหาร 8 ชนิด ที่ประเมินโดยวิธีวัดปริมาตรแก๊สและ pH ในรูเมนเมื่อได้รับอาหารต่างชนิดกัน." หน้า 95 ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาสัตว์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัญชา มณีวรรณ. 2524. "การปรับปรุงการใช้ประโยชน์ของฟางข้าวเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บรรจบพร วรรณชาติ. 2541. "การศึกษาการย่อยได้ของหญ้าขนโดย *in sacco* และ *in vitro*." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รวีวรรณ ยิ้มย่อง. 2539. "การศึกษาปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของลูกโคหย่านมพันธุ์อเมริกันบราห์มัน." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วารุณี พานิชผล และวลัยกานต์ เจียมเจตจรูญ. 2541. ตารางคุณค่าอาหารสัตว์. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2530. "ผลของการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวต่อการเจริญเติบโตและการย่อยได้ในแกะ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ และญาณิน โอกาสพัฒนกิจ. 2534. การผลิตโคนม. กรุงเทพฯ : โอเดียน สโตร์.

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2540. ชานอ้อย : อาหารหยาบผสมสำหรับโคนม (1). วารสารโคนม. 16(6) : 6 – 9.

วีระศักดิ์ จิโนแสง และคณะ. 2539. การผลิตพันธุ์หญ้าอะตราตัม. กรุงเทพฯ : กองพืชอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศิริพร เจียะเหี้ยง. 2543. "การประเมินค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบโดยใช้องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศิริลักษณ์ เตชะนรราช. 2542. "การย่อยได้ของอาหารทีเอ็มอาร์ในโคนม." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2544. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก **2543/2544.** กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 9/2544.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมคิด พรหมมา และคณะ. 2531. "การใช้เปลือกสับปะรดหมักมันสำปะหลังเส้นร่วมกับฟางข้าวที่ได้รับการปรุงแต่งคุณภาพแล้ว หรือฟางข้าวธรรมดาในการเลี้ยงโคนมลูกผสมขาว - ดำ : ผลต่อการเจริญเติบโตหรือคุณภาพซาก." หน้า 258-268. ใน **การใช้วัสดุท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์ รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ ณ จังหวัดเชียงราย ประจำปี 2531.** เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมคิด พรหมมา และคณะ. 2537. "ผลของการเลี้ยงโคลูกผสมขาว - ดำที่กำลังรีดนมด้วยฟางปรุงแต่งสะเทิน." หน้า 62-72. ใน **ประมวลเรื่อง การประชุมทางวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 13 ประจำปี 2537.** กรุงเทพฯ : สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ.

สมคิด พรหมมา และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2539. "การเพิ่มผลผลิตของโคนมโดยการจัดการให้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ." หน้า 148-164. ใน **การพัฒนาปศุสัตว์ไทย จากกึ่งพุทธกาลถึงยุคโลกาภิวัตน์.** กรุงเทพฯ : สมาคมสัตวบาลแห่งประเทศไทย.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อนการผลิตและการจัดการ.** กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์ลินคอร์น.

เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ 2542. "การประเมินค่าพลังงานสุทธิและการศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวในโคนมและแกะ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ และคณะ. 2542. "การวัดการย่อยได้ของโภชนะและค่าพลังงานในฟางข้าวโดยใช้ถุงไนล่อนและการวัดปริมาณแก๊ส." หน้า 76-85. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 ประจำปี 2542 สาขาสัตวแพทย์ศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนุชา แสงโสภณ. 2524. "การปรับปรุงการใช้ประโยชน์ของฟางข้าวเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องแบบแห้ง." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อรวรรณ พัฒนาเจริญชัย. 2543. "ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิธีการหาค่าการย่อยได้ในอาหารหยาบ." ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสิทธิ์ สมคุณา และคณะ. 2541. "การใช้เทคนิคถุงไนล่อนเพื่อประเมินค่าการสลายตัวของอาหารหยาบและอาหารข้นในกระเพาะหมักของโคนม." หน้า 282-290. ใน สัญชัย จตุรสิทธา (ผู้รวบรวม). **แนวโน้มการผลิตปศุสัตว์ในประเทศไทย รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สาขาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วันที่ 11-13 ธันวาคม 2540.** เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

เอฟ เจ ฮาร์ท และคณะ. 2529. "ผลของฟางหมักยูเรียต่อสรีรวิทยาการย่อยอาหารในกระบือปลัก." หน้า 287-297. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2529 สาขาสัตว์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ademosum, A.A. *et al.* 1968. "Evaluation of a sorghum - sudangrass hybrid at varying stages of maturity on the basis of intake digestibility and chemical composition." **J. Anim. Sci.** 27(3) : 818-823.

Barnes, R.F. *et al.* 1971. "*In vitro* dry matter disappearance of brown midrib mutants of maize." **J. Anim. Sci.** 33(4) : 881-884.

Blummel, M. and Orskov, E.R. 1993. "Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle." **Anim. Feed Sci. Technol.** 40 :109-119.

Cheva-Isarakul, B. and Cheva-Isarakul, B. 1984. "Comparison of the intake and digestibility of different crop residue by sheep cattle and buffaloes." Doyle, P. T., editor. 1984. **The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds.** Printed at University of Melbouvne. Australia. 88-97.

Cheva-Isarakul, B. and Cheva-Isarakul, B. 1985. "Various in the nutritive value of rice straw in North Thailand." อ้างโดย เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ 2542. **การประเมินค่าพลังงานสุทธิและการศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวในโคนมและแกะ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Crampton, E.W. and Harris, L.E. 1969. **Applied Animal Nutrition.** 2nd ed. The United State of America. Printed by W.H. Freeman and Company.

Devendra, C. 1982. "Perspective in the utilization of untreated rice straw by ruminants in Asia." อ้างโดย เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ 2542. **การประเมินค่าพลังงานสุทธิและการศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวในโคนมและแกะ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Dixon, R.M. 1986. "Increasing digestible energy intake of ruminant given fibrous using concentrate supplements." **Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues - 1985.** Printed by The International Development Program of Australian Universities and Colleges limited. 59-75.

Goering, H.K. and Van Soest, P.T. 1970. **Forage Fiber Analysis.** USDA Agricultural Research Service. Hand book NO.379.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Harlan, D.W. *et al.* 1991. "Detergent fiber traits to predictive energy of forage fed free choice to dairy cattle." **J. Dairy Sci.** 74 :1337-1353.

Ibrahim, M.N.M. 1985. "Effect of Gliricidia Maculata leaves on the duration of urea – ammonia treatment of rice straw." **The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds**. Printed by The International Development Program of Australian Universities and Colleges limited. 77-80.

Kabuga, J.D. and Darko, C.A. 1993. "In sacco degradability of dry matter and nitrogen in oven dried and fresh tropical grasses and some relationships to *in vitro* dry matter digestibility." **Anim. Feed Sci. Technol.** 40 :191-205.

Kalmbacher, R.S. *et al.* 1997. **"Supplementation of diets of weaned steers grazing 'Suerte' Paspalum atratum."** [CD-ROM]. Cab abstracts 1996–1998.

McDonald, P. *et al.* 1995. **Animal Nutrition**. Singapore. Longman Singapore Publisher Ltd.

McLeod, M.N. and Minson, D.J. 1978. "The accuracy of the pepsin - cellulase technique for estimating the dry matter digestibility *in vivo* of grasses and legumes." **Anim. Feed Sci. Technol.** 3 : 277-287.

Mehrez, A.Z. and Orskov, E.R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **J. Agric. Sci.(Camb.)**. 88 : 645-650.

Menke, K.H. *et al.* 1979. "The estmation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*." **J. Agric. Sci. (Camb.)**. 93 : 217-222.

Minson, D.J. 1990. **Forage in Ruminant Nutrition**. The United State of America. Academic Press.

NRC. 1988. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6th ed. Washington D.C. : National Academy Press.

Navaratne *et al.* 1990. "Comparison of four techniques for predicting digestibility of tropical feeds." **Anim. Feed Sci. Technol.** 29 :209-221.

Oh, J.H. *et al.* 1971. "Feed value for sheep of cornstalks, rice straw and barley straw as compared with alfalfa." **J. Anim. Sci.** 32 :343-347.

Promma, S. 1993. "Optimization of urea - treated rice straw feeding in crossbred holstein cattle." Ph.D. Thesis of Kyushu Tokai University.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ภาพถ่ายทั้งหมดของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังเป็นของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Roxas, D.B. *et al.* 1984. "Chemical composition and *in vitro* digestibility of straw from different varieties of rice." อ้างโดย เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ 2542. **การประเมินค่าพลังงานสุทธิและการศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวในโคนมและแกะ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Rexen, P.R. and Knudsen, K.E.B. 1990. "Industrial - scale dry treatment with sodium hydroxide." Sundstol, F. and Owen, E., editor. 1990. **Straw and other fibrous by - products as feed.** 2nd ed. The United State of America. Eisevier science publishing company.

SAS. 1987. **Statistic Analysis System V. 6.04.** Institute Cary. North Carolina. The United State of America.

Sannasgala, K. and Jayasuriya, M.C.N. 1984. "Effect of physiological and morphological characteristic on the chemical composition and *in vitro* digestibility of different varieties of rice straw." อ้างโดย เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ 2542. **การประเมินค่าพลังงานสุทธิและการศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวในโคนมและแกะ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Scales, G.H. *et al.* 1974. "Comparison of indirect methods of predicting *in vivo* digestibility of grazed forage." **J. Anim. Sci.** 38(1) : 192-199.

Sileshi, Z. *et al.* 1996. "Prediction of *in situ* disappearance of Ethiopian forage from an *in vitro* gas production technique using a pressure transducer, chemical analyses or *in vitro* digestibility." **Anim. Feed Sci. Technol.** 61 : 73-87.

Sriwattanasombat, P. and Wanapat, M. 1985. "Supplementation of Urea – Treated Straw with Dried Leucaena (*Leucaena leucocephala*) and Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) Leaf Meals." **The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds.** Dixon, R.M. Editor. Printed by The International Development Program of Australian Universities and Colleges limited. 135-137.

Streeter, C.L. และ Horn, G.W. 1982. "Effect of treatment of wheat straw with ammonia and peracetic acid on digestibility in vitro and cell wall composition." อ้างโดย วิบูลศักดิ์ กาวิละ. 2530. **ผลของการปรับปรุงฟางข้าวต่อการเจริญเติบโตและการย่อยได้ของแกะ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suksombat, W. 2000. "Effect of feeding fresh forage and three pelleted roughage – mixed rations on dairy cow performances in mid lactation during the dry season." **Suranaree J. Sci. Technol.** 7(2) : 130-136.

Thomsen, K.V. *et al.* 1973. "Experiments with sodium hydroxide treatment of straw." อ้างโดย ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2529. ผลของการใช้ฟางหมักมูลไก่เป็นอาหารโครุ่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Tilley, J.M.A. and Terry, R.A. 1963. "A two - stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops." **J. Grassl. Soc.** 33 : 13-18.

Trei, J. *et al.* 1970. "Effect of grain processing on *in vitro* gas production." **J. Anim. Sci.** 30(5) : 825-831.

Van Keulen, J. and Young, B.A. 1977. "Evaluation of acid – insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies." **J. Anim. Sci.** 44 : 282-287.

Vencl, B. and Flam, F. 1981. "Predicting The energetic value of forage from digestibility of organic matter in vitro or solubility in potassium hydroxide." **Anim. Feed Sci. Technol.** 6 : 235-243.

Wanapat, M. *et al.* 1984. "Comparison of different alkali for straw treatment I Digestibolity and metabolizability." อ้างโดย ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2529. ผลของการใช้ฟางหมักมูลไก่เป็นอาหารโครุ่น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Wanapat, M. 1986. "Effect of concentrate of urea addition of salt and from of urea – treated rice straw on intake and digestibility." **Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues - 1986.** Dixon, R.M. Editor. Printed by The International Development Program of Australian Universities and Colleges limited. 177-179.

Wanapat, M. and Uriyapongson, S. 1986. "A comparison of liveweight performance and carcasses of crossbred dairy cattle fed untreated or urea – treated rice straw with concentrate supplement." **Ruminant Feeding Systems Utilizing Fibrous Agricultural Residues - 1986.** Dixon, R.M. Editor. Printed by The International Development Program of Australian Universities and Colleges limited. 181-186.

Wanapat, M. 1990. **Nutritional Aspects of Ruminant Production in Southeast Asia with special reference to Thailand.** Bangkok : Funny Publish.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา หรือนำไปเผยแพร่ต่อ ในรูปแบบอื่นๆ ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Weiss, W.P. *et al.* 1992. "A theoretically – based model for predicting total digestible nutrient values for forages and concentrates." **Anim. Feed Sci. Technol.** 39 : 95 – 110.

Wongsrikeao, W and Wanapat, M. 1985. " The effect of urea treatment of rice straw on the feed intake and liveweight gain of buffalos." **The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds**. Dixon, R.M. Editor. Printed by The International Development Program of Australian Universities and Colleges limited. 81-84.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 แสดงผลของค่าปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงต่างๆ (มิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง)

อาหารหยาบ	4	8	12	16	24	28	36	48
หญ้ากินนี	4.50	8.43	13.35	17.21	23.75	26.57	30.07	33.99
หญ้าขน	6.84	11.52	16.96	21.24	27.93	30.52	33.66	37.11
หญ้าอะตราตัม	3.43	7.25	12.71	16.78	23.21	25.63	29.10	32.69
ต้นอ้อย	17.05	28.94	36.50	40.79	45.94	48.76	51.36	53.26
ใบอ้อย	4.66	6.32	9.23	11.59	16.26	18.00	20.64	23.25
ชานอ้อย	14.32	22.51	31.23	35.97	41.88	46.63	49.08	51.90
ใบกระถินเทพา	3.13	4.40	6.21	7.12	8.21	8.51	8.84	9.01
ฟางข้าว	1.53	2.50	4.89	8.41	15.11	18.07	22.49	27.16
ฟางหมักยูเรีย 4 % 2 อาทิตย์	1.20	3.17	10.39	19.06	30.02	33.58	37.11	40.04
ฟางหมักยูเรีย 4 % 3 อาทิตย์	1.23	3.12	9.98	19.93	29.83	34.45	37.47	40.02
ฟางหมักยูเรีย 4 % 4 อาทิตย์	1.81	2.76	10.53	18.50	28.89	32.92	36.13	39.20
ฟางหมักยูเรีย 5 % 2 อาทิตย์	1.58	2.96	9.08	17.53	28.82	32.17	35.51	39.00
ฟางหมักยูเรีย 5 % 3 อาทิตย์	1.75	2.96	9.18	17.47	28.09	32.43	35.20	38.95
ฟางหมักยูเรีย 5 % 4 อาทิตย์	1.20	3.52	10.78	18.56	30.08	33.66	36.68	39.57
ฟางหมักยูเรีย 6 % 2 อาทิตย์	1.55	3.31	9.80	16.75	28.91	32.74	35.83	39.96
ฟางหมักยูเรีย 6 % 3 อาทิตย์	1.96	2.51	10.28	16.07	28.73	33.77	35.72	39.72
ฟางหมักยูเรีย 6 % 4 อาทิตย์	1.98	2.80	9.92	18.18	30.05	34.10	37.53	40.11
ฟางหมักยูเรีย 7 % 2 อาทิตย์	1.15	3.77	11.67	19.97	29.25	32.04	35.08	39.74
ฟางหมักยูเรีย 7 % 3 อาทิตย์	1.45	3.07	11.63	19.70	30.89	34.86	38.08	40.69
ฟางหมักยูเรีย 7 % 4 อาทิตย์	1.53	3.20	11.56	20.67	30.47	34.36	37.74	40.74
ฟางหมักยูเรีย 8 % 2 อาทิตย์	1.91	3.04	11.47	20.52	29.37	33.03	35.26	39.01
ฟางหมักยูเรีย 8 % 3 อาทิตย์	1.73	2.59	11.36	19.39	29.91	33.88	36.66	39.03
ฟางหมักยูเรีย 8 % 4 อาทิตย์	1.34	3.23	11.82	20.00	30.77	34.03	38.02	40.70
ฟางหมักยูเรีย 9 % 2 อาทิตย์	1.98	3.83	12.03	19.69	30.26	33.89	37.99	39.80
ฟางหมักยูเรีย 9 % 3 อาทิตย์	1.31	3.53	11.32	20.03	30.45	33.83	36.26	39.71
ฟางหมักยูเรีย 9 % 4 อาทิตย์	1.14	3.03	12.19	20.74	31.01	33.19	36.89	39.73
ฟางหมักยูเรีย 10 % 2 อาทิตย์	1.98	3.91	11.61	20.08	30.47	34.73	36.46	39.33
ฟางหมักยูเรีย 10 % 3 อาทิตย์	1.28	3.17	12.27	20.19	30.05	33.51	35.97	38.82
ฟางหมักยูเรีย 10 % 4 อาทิตย์	1.17	3.82	11.84	20.60	31.95	34.66	38.11	40.72

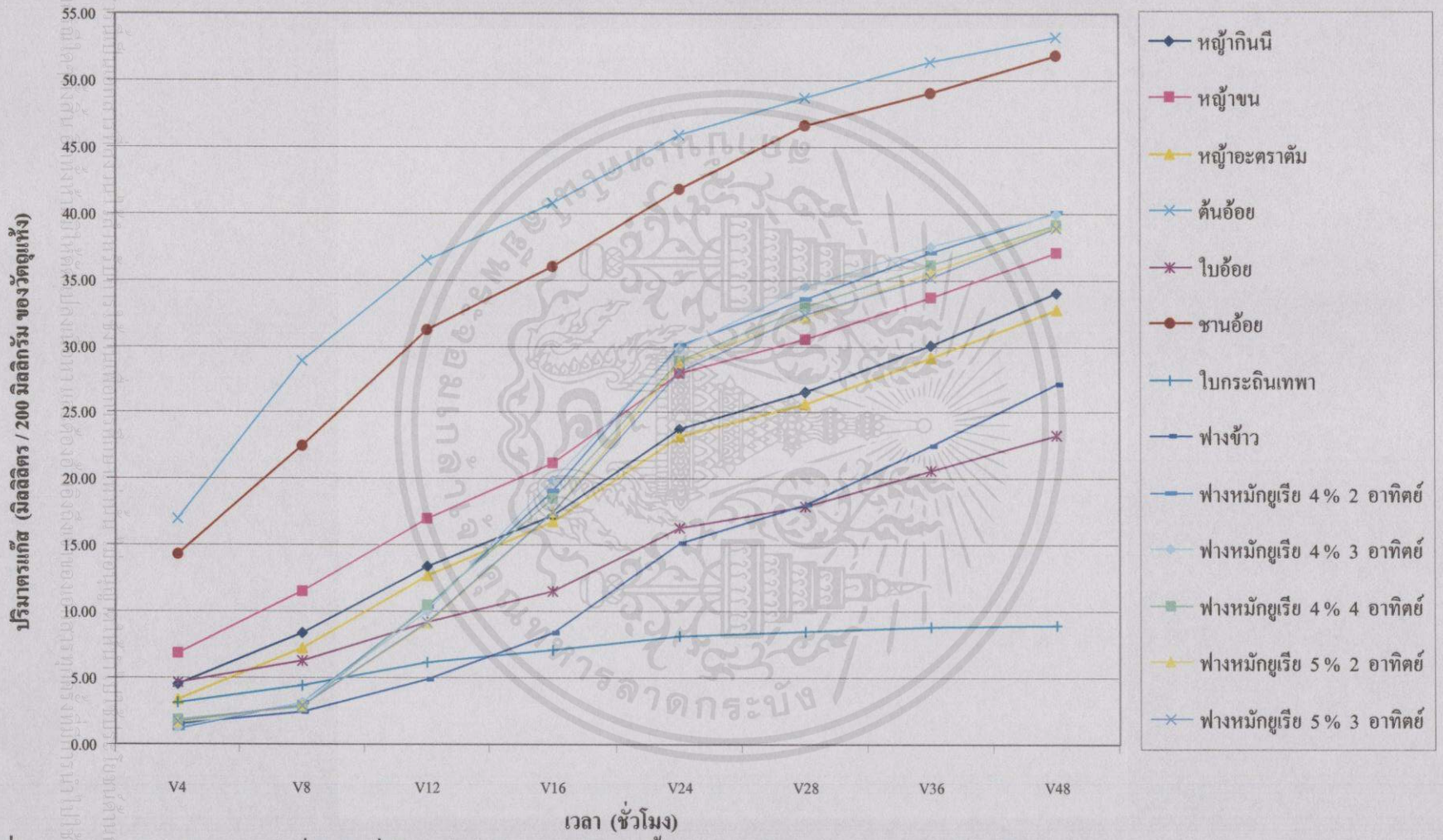
ตารางที่ 7.1 (ต่อ)

อาหารหยาบ	4	8	12	16	24	28	36	48
ฟางแช่ NaOH[1] 1.5 %	0.85	2.24	10.07	16.69	28.55	32.04	36.36	40.05
ฟางแช่ NaOH 2.0 %	0.80	2.07	11.31	17.98	28.32	32.05	36.73	40.44
ฟางแช่ NaOH 2.5 %	0.57	2.95	11.77	18.03	29.60	33.22	37.60	41.05
ฟางแช่ NaOH 3.0 %	0.57	2.76	12.39	19.72	33.34	37.28	41.74	44.78
ฟางแช่ NaOH 3.5 %	0.53	2.00	12.63	19.77	33.41	37.33	41.58	44.83
ฟางแช่ NaOH 4.0 %	0.58	2.01	13.61	20.12	33.47	38.51	43.10	46.62
ฟางแช่ NaOH 4.5 %	0.54	2.16	14.45	23.52	38.04	41.92	46.60	49.88
ฟางแช่ NaOH 5.0 %	0.59	2.96	14.68	23.95	39.15	43.04	46.81	49.92

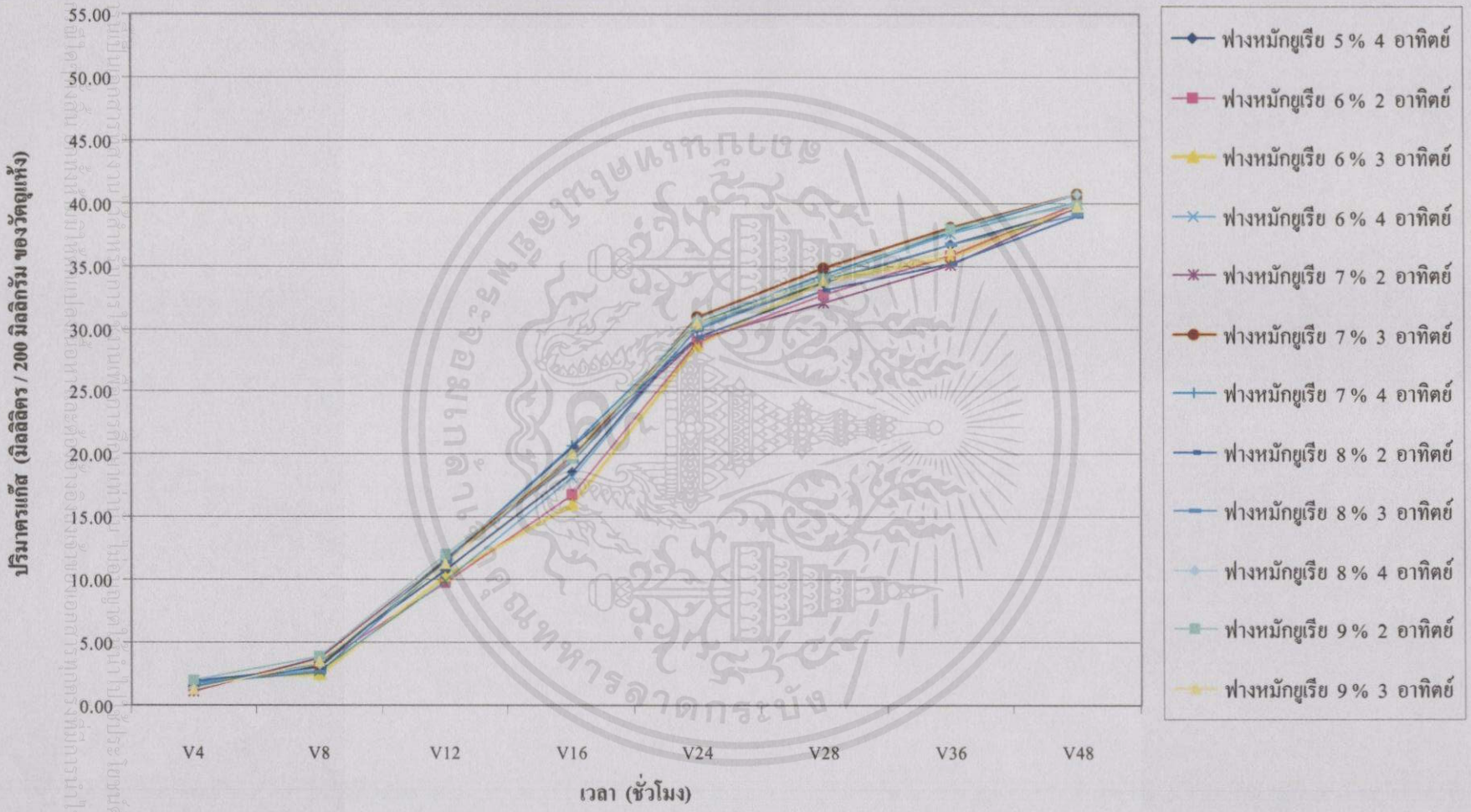
1/ NaOH คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

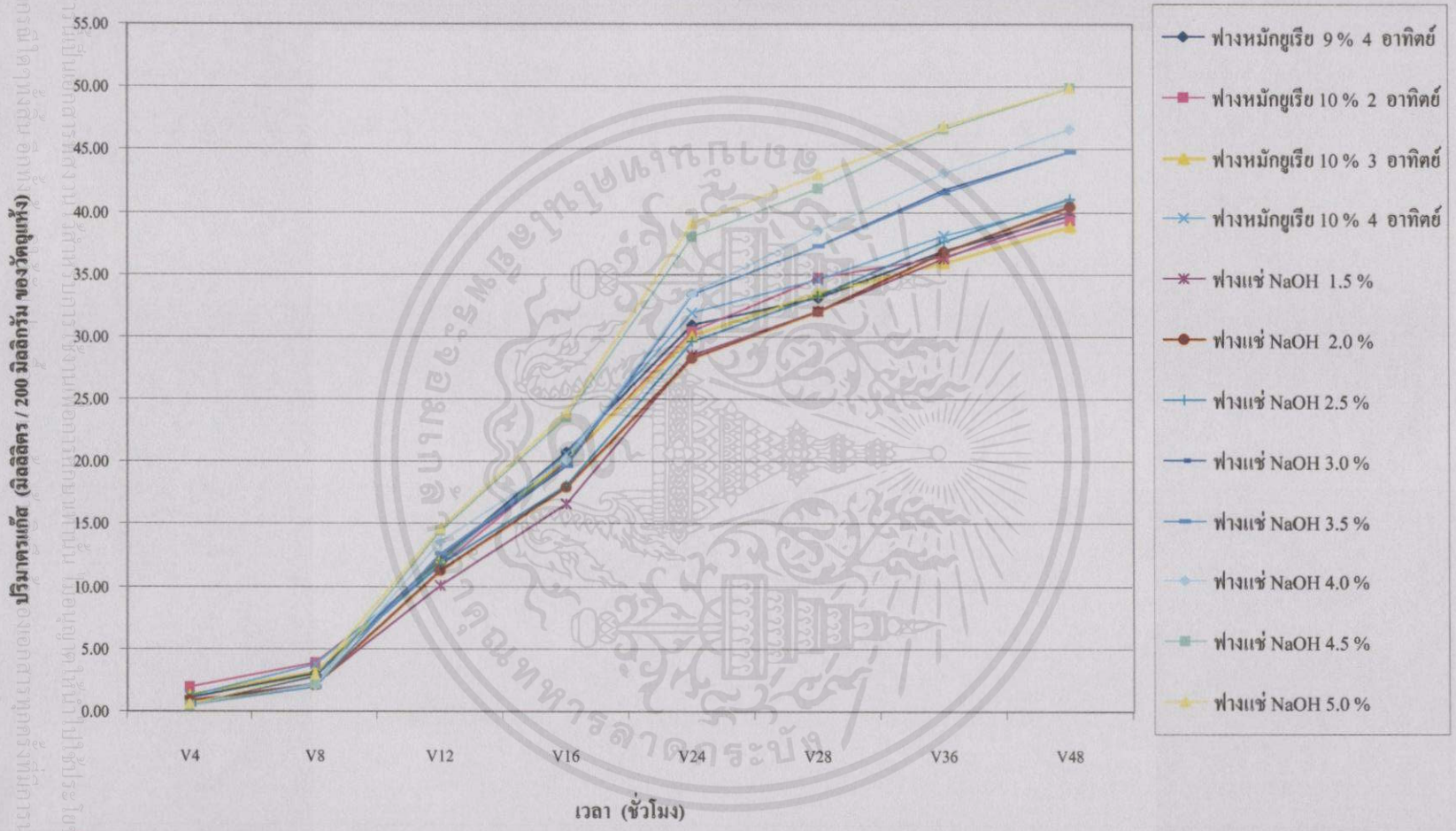
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.1 แสดงผลของปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงต่างๆ ของอาหารหยาบทั้งหมด (มิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุแห้ง)



ภาพที่ 7.2 แสดงผลของปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงต่างๆ ของอาหารหยาบทั้งหมด (มิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุ แห้ง)



ภาพที่ 7.3 แสดงผลของปริมาตรแก๊สที่เกิดในชั่วโมงต่างๆ ของอาหารหยาบทั้งหมด (มิลลิลิตร / 0.2 กรัม ของวัตถุ แห้ง)

ตารางที่ 7.2 แสดงผลของค่า A (ส่วนที่ย่อยสลายง่าย) ค่า B (ส่วนที่ย่อยสลายยาก) ค่า A+B (ผลรวมของทั้ง 2 ค่า) ค่า t (ระยะเวลา lag time) และค่า C (อัตราการย่อยสลายต่อชั่วโมง)

อาหารหยาบ	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B	ค่า t	ค่า C
หญ้ากินนี	18.33	39.33	57.66	3.23	0.03
หญ้าขน	16.88	46.54	63.42	3.58	0.04
หญ้าอะตราตัม	17.82	44.35	62.16	4.10	0.03
ชานอ้อย	34.82	35.39	70.21	3.82	0.04
ใบกระถินเทพา	14.43	28.56	49.99	8.65	0.02
ฟางข้าว	19.19	41.26	60.45	3.18	0.03
ฟางหมักยูเรีย 4 % 2 อาทิตย์	19.07	44.08	63.15	2.37	0.03
ฟางหมักยูเรีย 4 % 3 อาทิตย์	20.60	45.22	65.81	2.46	0.03
ฟางหมักยูเรีย 4 % 4 อาทิตย์	15.88	48.63	64.51	2.99	0.03
ฟางหมักยูเรีย 5 % 2 อาทิตย์	16.93	46.25	63.18	2.50	0.03
ฟางหมักยูเรีย 5 % 3 อาทิตย์	16.88	46.88	63.75	2.78	0.03
ฟางหมักยูเรีย 5 % 4 อาทิตย์	17.31	46.25	63.56	2.39	0.03
ฟางหมักยูเรีย 6 % 2 อาทิตย์	19.83	45.41	65.24	2.33	0.03
ฟางหมักยูเรีย 6 % 3 อาทิตย์	15.84	51.76	67.60	2.16	0.03
ฟางหมักยูเรีย 6 % 4 อาทิตย์	20.08	46.26	66.34	2.25	0.03
ฟางหมักยูเรีย 7 % 2 อาทิตย์	18.77	51.34	70.11	2.57	0.03
ฟางหมักยูเรีย 7 % 3 อาทิตย์	16.16	52.87	69.02	2.31	0.03
ฟางหมักยูเรีย 7 % 4 อาทิตย์	17.47	53.49	70.96	2.95	0.03
ฟางหมักยูเรีย 8 % 2 อาทิตย์	16.95	52.69	69.64	2.75	0.03
ฟางหมักยูเรีย 8 % 3 อาทิตย์	15.84	53.28	69.13	2.36	0.03
ฟางหมักยูเรีย 8 % 4 อาทิตย์	16.33	53.90	70.23	2.68	0.03
ฟางหมักยูเรีย 9 % 2 อาทิตย์	16.80	52.85	69.65	2.21	0.03
ฟางหมักยูเรีย 9 % 3 อาทิตย์	17.67	53.23	70.90	2.88	0.03
ฟางหมักยูเรีย 9 % 4 อาทิตย์	16.34	51.82	68.16	2.38	0.03
ฟางหมักยูเรีย 10 % 2 อาทิตย์	19.89	49.35	69.23	2.95	0.03

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.2 (ต่อ)

อาหารหยาบ	ค่า A	ค่า B	ค่า A+B	ค่า t	ค่า C
ฟางหมักยูเรีย 10 % 3 อาทิตย์	18.93	51.22	70.15	2.48	0.03
ฟางหมักยูเรีย 10 % 4 อาทิตย์	20.41	51.42	71.83	2.41	0.03
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5 %	15.26	57.02	72.27	1.25	0.04
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.0 %	14.23	59.84	74.07	1.12	0.04
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 %	15.20	59.52	74.72	1.16	0.04
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.0 %	16.49	63.34	79.84	1.15	0.04
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.5 %	16.41	63.91	80.32	1.10	0.05
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 %	16.54	63.58	80.11	1.08	0.05
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.5 %	17.08	63.70	80.78	0.85	0.06
ฟางแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5.0 %	16.73	64.43	80.16	0.82	0.06

ตารางที่ 7.3 แสดงผลขององค์ประกอบทางเคมีของอาหารหยาบและอาหารข้น (%วัตถุแห้ง)

โภชนะ (%)	หญ้ากินนีแห้ง	ฟางข้าว	ฟางหมักยูเรีย	ข้าวโพดบด	กากถั่วเหลือง
วัตถุแห้ง	97.62	97.61	92.79	88.26	90.88
อินทรีย์วัตถุ	87.91	87.78	76.66	86.28	83.15
โปรตีน	3.78	4.95	6.98	8.77	49.93
NDF	77.98	73.01	77.22	5.68	22.42
ADF	52.42	48.21	51.02	4.09	9.36
ลิกนิน	6.56	3.99	4.35	2.26	2.35
AIA	6.13	11.65	12.35	0.05	0.29
GE (MJ/kg)	15.66	16.44	17.83	19.96	21.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.4 แสดงผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ ในช่วงที่ 1 -3

ปริมาณการกินอาหาร	หญ้ากินนีแห้ง : อาหารข้น		
	30.75 : 69.25	41.35 : 58.65	51.82 : 48.18
ช่วงที่ 1			
วัตถุแห้ง	8.50	8.39	7.44
อินทรีย์วัตถุ	3.28	3.05	2.77
โปรตีน	0.90	0.78	0.61
NDF	0.65	1.08	1.52
ADF	0.55	0.74	1.07

ปริมาณการกินอาหาร	26.43 : 73.57	41.05 : 58.95	50.32 : 49.68
ช่วงที่ 2			
วัตถุแห้ง	8.04	8.41	7.21
อินทรีย์วัตถุ	3.11	3.05	2.60
โปรตีน	0.90	0.78	0.59
NDF	0.51	1.13	1.44
ADF	0.55	0.92	0.86

ปริมาณการกินอาหาร	32.18 : 67.82	42.98 : 57.02	54.46 : 45.54
ช่วงที่ 3			
วัตถุแห้ง	8.71	8.64	7.88
อินทรีย์วัตถุ	3.42	3.23	3.14
โปรตีน	0.91	0.78	0.63
NDF	0.75	1.27	1.88
ADF	0.65	0.94	1.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.5 แสดงผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว 3 ระดับ ในช่วงที่ 4- 6

	ฟางข้าว : อาหารข้น		
ปริมาณการกินอาหาร	40.04 : 59.96	47.64 : 52.36	58.01 : 41.99
ช่วงที่ 4			
วัตถุแห้ง	8.02	9.14	8.29
อินทรีย์วัตถุ	2.96	3.69	3.61
โปรตีน	0.75	0.76	0.59
NDF	0.91	1.66	2.19
ADF	0.34	0.59	0.81

ปริมาณการกินอาหาร	37.84 : 62.16	47.59 : 52.41	59.38 : 40.62
ช่วงที่ 5			
วัตถุแห้ง	9.60	8.69	8.19
อินทรีย์วัตถุ	4.21	3.34	3.43
โปรตีน	0.92	0.72	0.57
NDF	1.32	1.49	2.18
ADF	0.55	0.50	1.10

ปริมาณการกินอาหาร	38.97 : 61.03	47.94 : 52.06	57.17 : 42.83
ช่วงที่ 6			
วัตถุแห้ง	9.26	9.44	8.48
อินทรีย์วัตถุ	3.90	3.93	3.66
โปรตีน	0.86	0.77	0.61
NDF	0.72	1.79	2.18
ADF	0.35	0.77	1.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.6 แสดงผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม / ตัว / วัน) ในรูปโภชนะต่างๆ ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ ในช่วงที่ 7 - 9

	ฟางหมักยูเรีย : อาหารข้น		
ปริมาณการกินอาหาร	25.73 : 74.27	44.90 : 55.10	52.06 : 47.94
ช่วงที่ 7			
วัตถุแห้ง	8.65	11.33	7.45
อินทรีย์วัตถุ	3.31	4.00	2.38
โปรตีน	0.87	0.90	0.53
NDF	0.40	1.79	1.40
ADF	0.51	1.13	0.85
ปริมาณการกินอาหาร	36.05 : 63.95	45.87 : 54.13	56.52 : 43.48
ช่วงที่ 8			
วัตถุแห้ง	9.18	9.05	8.29
อินทรีย์วัตถุ	3.68	3.32	3.09
โปรตีน	0.90	0.78	0.64
NDF	1.08	1.58	2.12
ADF	0.69	0.96	1.34
ปริมาณการกินอาหาร	34.94 : 65.06	47.48 : 52.52	56.10 : 43.90
ช่วงที่ 9			
วัตถุแห้ง	9.88	10.21	8.22
อินทรีย์วัตถุ	3.82	3.86	3.03
โปรตีน	0.97	0.88	0.64
NDF	1.01	1.96	2.06
ADF	0.63	1.25	1.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.7 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ ในช่วงที่ 1 - 3

	หญ้ากินนีแห้ง : อาหารข้น		
ปริมาณการกินอาหาร	30.75 : 69.25	41.35 : 58.65	51.82 : 48.18
ช่วงที่ 1			
วัตถุแห้ง	84.52	79.65	70.12
อินทรีย์วัตถุ	87.05	81.61	72.92
โปรตีน	76.91	67.78	59.52
NDF	34.94	39.88	45.26
ADF	24.23	30.88	35.30
DE (MJ / kg)	30.27	28.53	19.92
ปริมาณการกินอาหาร	26.43 : 73.57	41.05 : 58.95	50.32 : 49.68
ช่วงที่ 2			
วัตถุแห้ง	86.32	75.90	69.58
อินทรีย์วัตถุ	89.08	77.67	73.67
โปรตีน	81.65	67.50	59.08
NDF	30.16	43.02	50.65
ADF	25.75	32.36	41.01
DE (MJ / kg)	31.74	25.95	22.42
ปริมาณการกินอาหาร	32.18 : 67.82	42.98 : 57.02	54.46 : 45.54
ช่วงที่ 3			
วัตถุแห้ง	81.51	76.67	67.35
อินทรีย์วัตถุ	84.33	78.52	70.21
โปรตีน	74.14	67.31	60.26
NDF	31.12	40.91	49.39
ADF	22.24	32.19	39.39
DE (MJ / kg)	30.02	26.84	24.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.8 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว 3 ระดับ ในช่วงที่ 4 - 6

	ฟางข้าว : อาหารข้น		
ปริมาณการกินอาหาร	40.04 : 59.96	47.64 : 52.36	58.01 : 41.99
ช่วงที่ 4			
วัตถุแห้ง	90.98	86.21	79.18
อินทรีย์วัตถุ	91.19	86.22	79.79
โปรตีน	88.35	84.66	70.15
NDF	45.82	47.58	55.48
ADF	29.09	25.72	35.50
DE (MJ / kg)	24.73	21.37	19.45
ปริมาณการกินอาหาร	37.84 : 62.16	47.59 : 52.41	59.38 : 40.62
ช่วงที่ 5			
วัตถุแห้ง	89.11	85.31	73.13
อินทรีย์วัตถุ	90.18	87.23	77.99
โปรตีน	83.86	84.77	69.00
NDF	44.32	44.19	56.33
ADF	24.63	27.20	36.29
DE (MJ / kg)	27.77	22.77	20.48
ปริมาณการกินอาหาร	38.97 : 61.03	47.94 : 52.06	57.17 : 42.83
ช่วงที่ 6			
วัตถุแห้ง	91.74	80.67	73.74
อินทรีย์วัตถุ	94.19	82.85	76.53
โปรตีน	88.26	80.82	65.80
NDF	43.05	44.49	53.95
ADF	25.02	28.52	33.98
DE (MJ / kg)	26.20	21.46	20.95

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.9 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้และพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ ในช่วงที่ 7 - 9

	ฟางหมักยูเรีย : อาหารข้น		
ปริมาณการกินอาหาร	25.73 : 74.27	44.90 : 55.10	52.06 : 47.94
ช่วงที่ 7			
วัตถุแห้ง	95.02	86.82	82.71
อินทรีย์วัตถุ	96.72	88.47	83.82
โปรตีน	94.41	77.82	74.19
NDF	37.98	50.38	54.87
ADF	28.21	37.63	40.91
DE (MJ / kg)	32.99	26.33	24.71

ปริมาณการกินอาหาร	36.05 : 63.95	45.87 : 54.13	56.52 : 43.48
ช่วงที่ 8			
วัตถุแห้ง	90.62	87.79	79.97
อินทรีย์วัตถุ	90.38	87.46	81.53
โปรตีน	87.43	80.49	69.55
NDF	40.31	46.64	55.31
ADF	31.28	39.18	43.68
DE (MJ / kg)	30.78	27.81	23.53

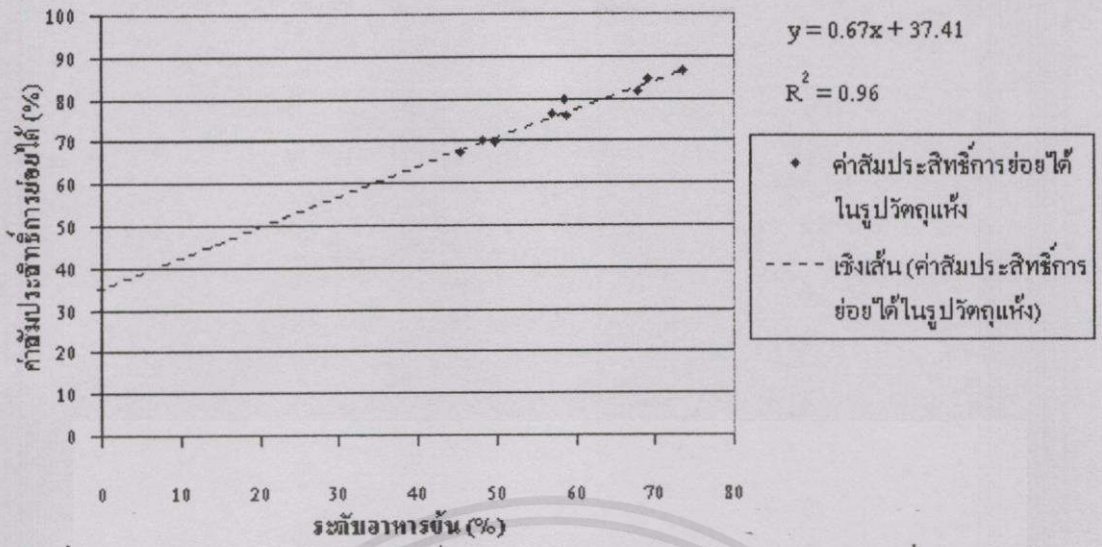
ปริมาณการกินอาหาร	34.94 : 65.06	47.48 : 52.52	56.10 : 43.90
ช่วงที่ 9			
วัตถุแห้ง	92.25	84.46	80.40
อินทรีย์วัตถุ	91.33	86.11	83.05
โปรตีน	88.56	78.91	74.64
NDF	43.07	50.10	56.62
ADF	34.27	37.85	42.04
DE (MJ / kg)	30.02	28.38	22.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

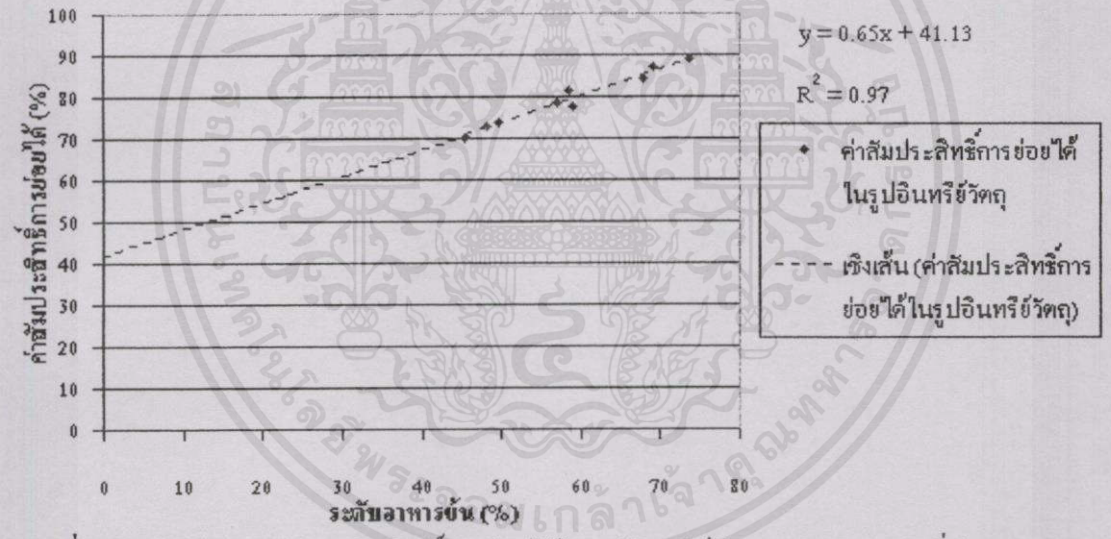
ตารางที่ 7.10 แสดงผลของส่วนประกอบทางโภชนะของอาหารที่ให้และมูล (%)

อาหาร	DM	โปรตีน	NDF	ADF	ลิกนิน	OM	AIA	GE (MJ/kg)
ช่วง 1 มูลตัวที่ 1	93.09	15.78	32.50	31.98	17.04	32.29	3.58	20.47
ช่วง 1 มูลตัวที่ 2	93.59	14.76	37.98	30.01	18.74	32.87	4.35	17.04
ช่วง 1 มูลตัวที่ 3	92.83	14.30	37.51	29.74	19.29	33.83	5.54	17.52
ช่วง 2 มูลตัวที่ 1	93.87	11.09	31.49	24.06	18.35	33.66	3.31	17.60
ช่วง 2 มูลตัวที่ 2	93.73	11.04	32.51	24.07	19.28	31.20	4.48	16.39
ช่วง 2 มูลตัวที่ 3	93.37	15.01	32.35	28.29	16.66	30.89	2.80	18.82
ช่วง 3 มูลตัวที่ 1	93.05	9.64	37.26	29.34	19.53	36.36	4.98	16.17
ช่วง 3 มูลตัวที่ 2	95.02	14.54	32.36	23.69	18.66	33.28	2.24	18.34
ช่วง 3 มูลตัวที่ 3	95.10	12.61	37.40	28.35	17.13	34.48	3.57	16.60
ช่วง 4 มูลตัวที่ 1	92.04	12.09	67.23	33.00	14.36	36.13	14.62	20.49
ช่วง 4 มูลตัวที่ 2	92.23	9.37	68.12	34.29	15.92	40.37	18.07	19.80
ช่วง 4 มูลตัวที่ 3	92.10	10.25	55.45	30.06	16.34	42.24	18.71	18.69
ช่วง 5 มูลตัวที่ 1	93.36	8.59	65.12	28.55	15.12	33.46	15.39	19.13
ช่วง 5 มูลตัวที่ 2	93.08	8.14	43.04	22.64	15.99	34.24	14.59	18.91
ช่วง 5 มูลตัวที่ 3	92.75	14.26	69.90	39.45	14.60	39.63	14.72	19.32
ช่วง 6 มูลตัวที่ 1	94.23	9.47	53.81	26.17	15.83	38.51	13.74	17.80
ช่วง 6 มูลตัวที่ 2	94.41	13.28	53.37	40.00	14.53	29.66	18.81	18.18
ช่วง 6 มูลตัวที่ 3	93.10	8.11	54.70	24.44	15.65	36.93	13.56	17.40
ช่วง 7 มูลตัวที่ 1	92.44	10.49	58.05	40.81	9.07	31.09	17.39	19.62
ช่วง 7 มูลตัวที่ 2	92.66	12.01	53.65	42.69	5.87	35.14	15.61	16.56
ช่วง 7 มูลตัวที่ 3	93.31	9.51	52.31	39.76	10.23	36.54	15.33	15.48
ช่วง 8 มูลตัวที่ 1	94.21	12.25	67.27	42.87	8.48	33.51	16.94	16.75
ช่วง 8 มูลตัวที่ 2	93.48	10.57	51.13	40.62	10.06	30.85	16.92	16.22
ช่วง 8 มูลตัวที่ 3	92.98	11.77	66.42	43.58	6.11	36.58	12.70	17.67
ช่วง 9 มูลตัวที่ 1	94.73	9.05	49.36	41.57	10.33	34.44	16.69	15.68
ช่วง 9 มูลตัวที่ 2	94.60	12.99	67.65	42.62	7.38	38.80	13.20	17.40
ช่วง 9 มูลตัวที่ 3	94.61	10.45	55.27	41.19	8.42	33.96	15.53	16.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

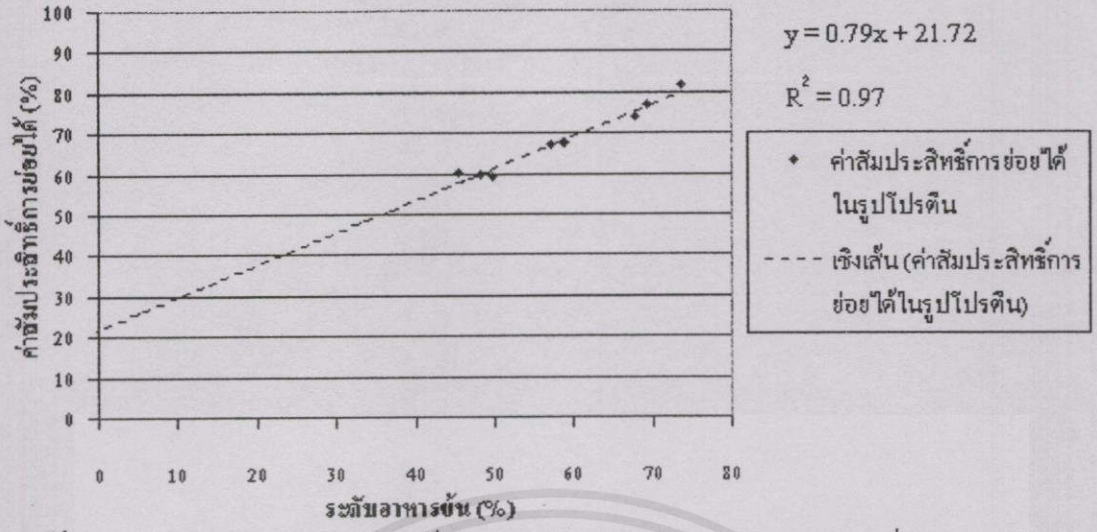


ภาพที่ 7.4 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง

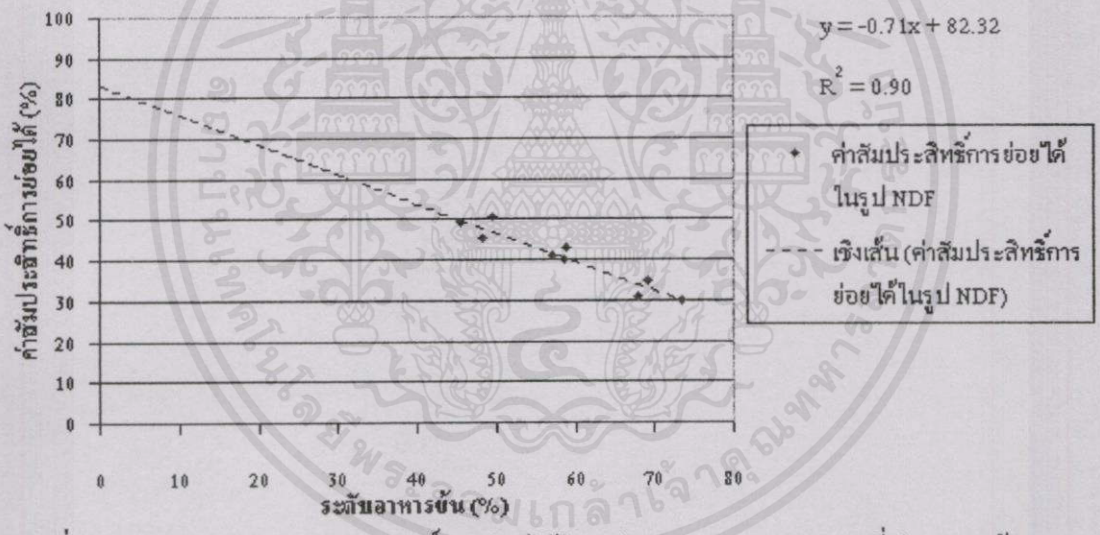


ภาพที่ 7.5 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

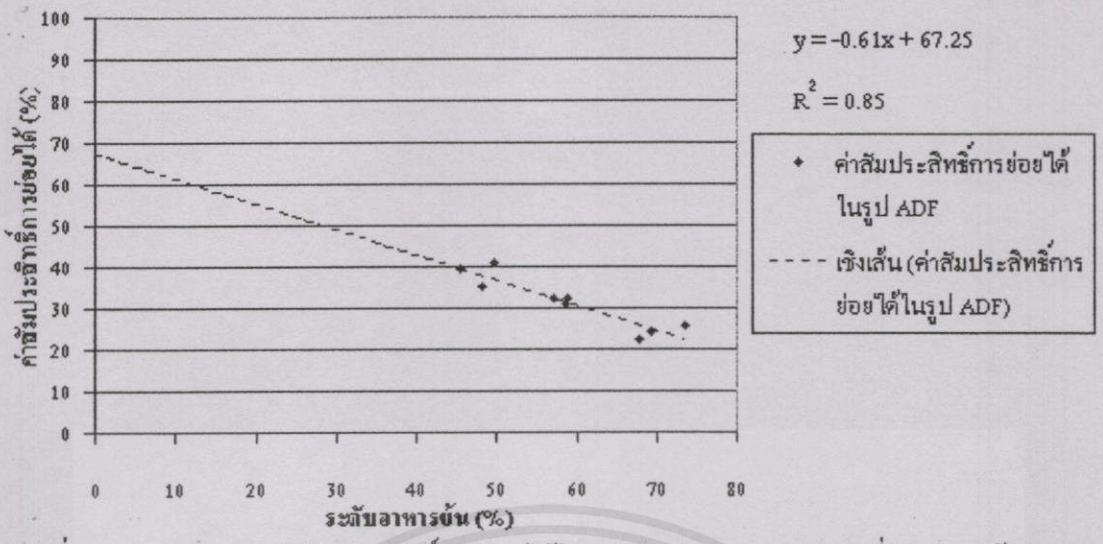


ภาพที่ 7.6 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง

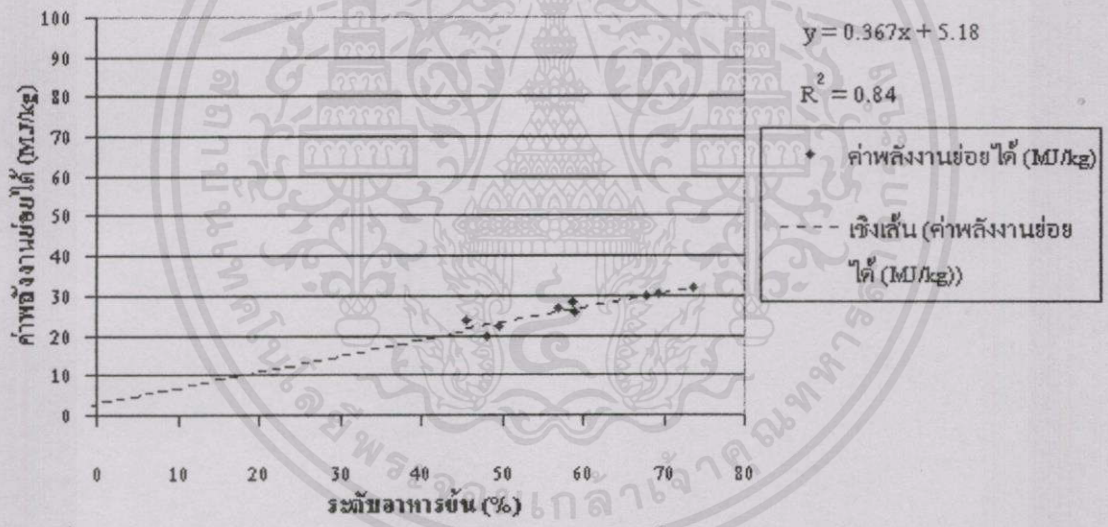


ภาพที่ 7.7 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

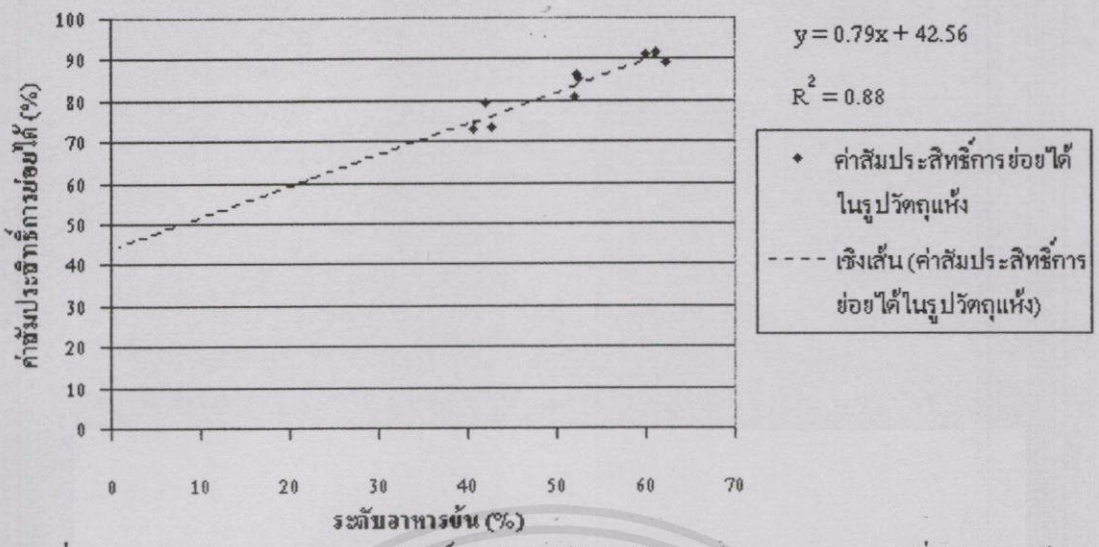


ภาพที่ 7.8 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง

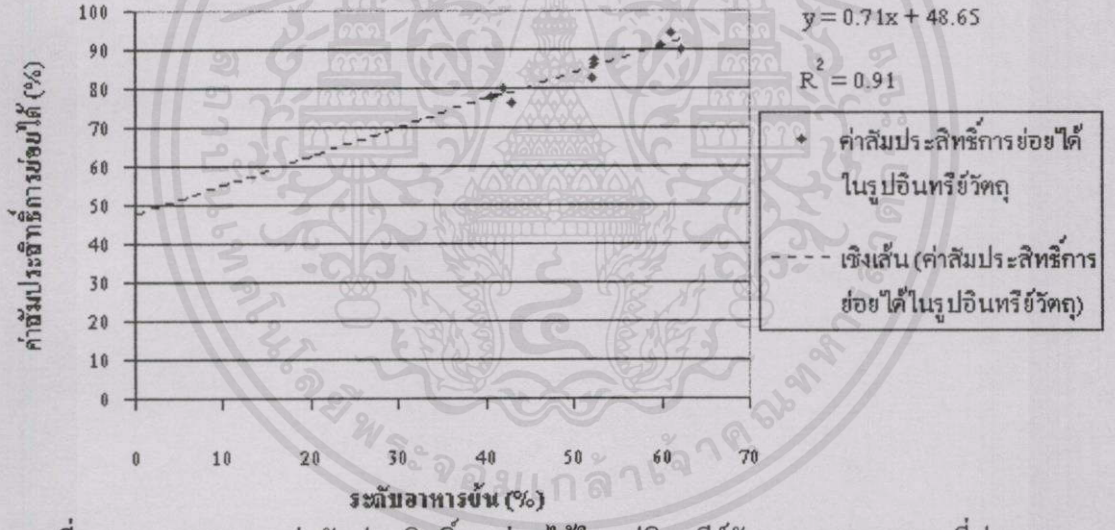


ภาพที่ 7.9 แสดงผลของค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

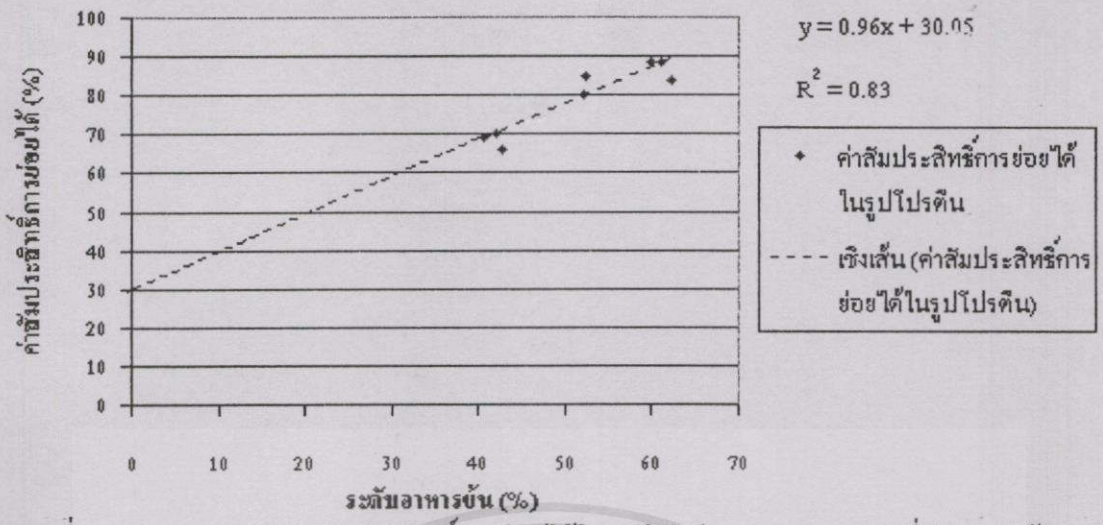


ภาพที่ 7.10 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว

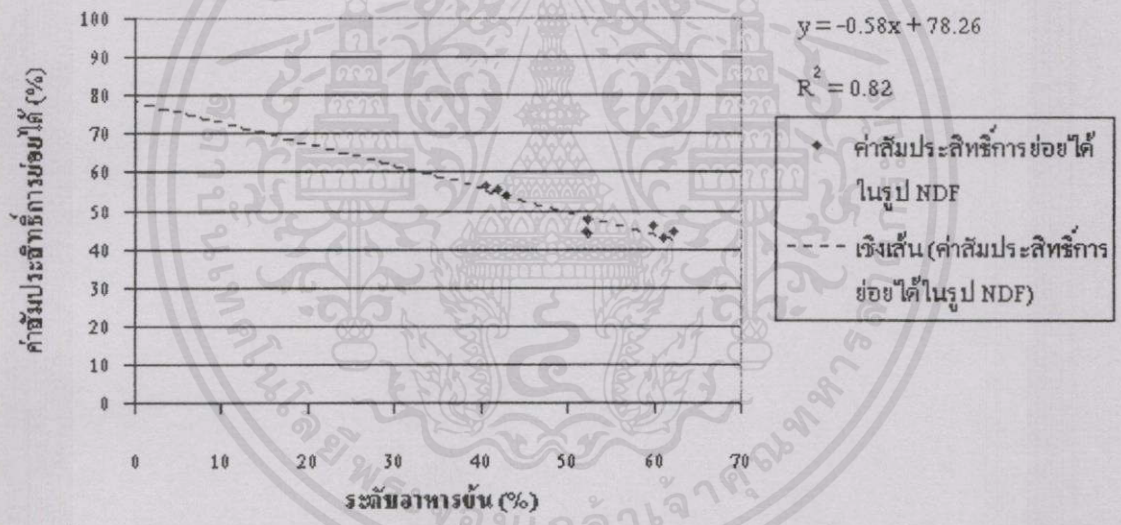


ภาพที่ 7.11 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรีย์วัตถุของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

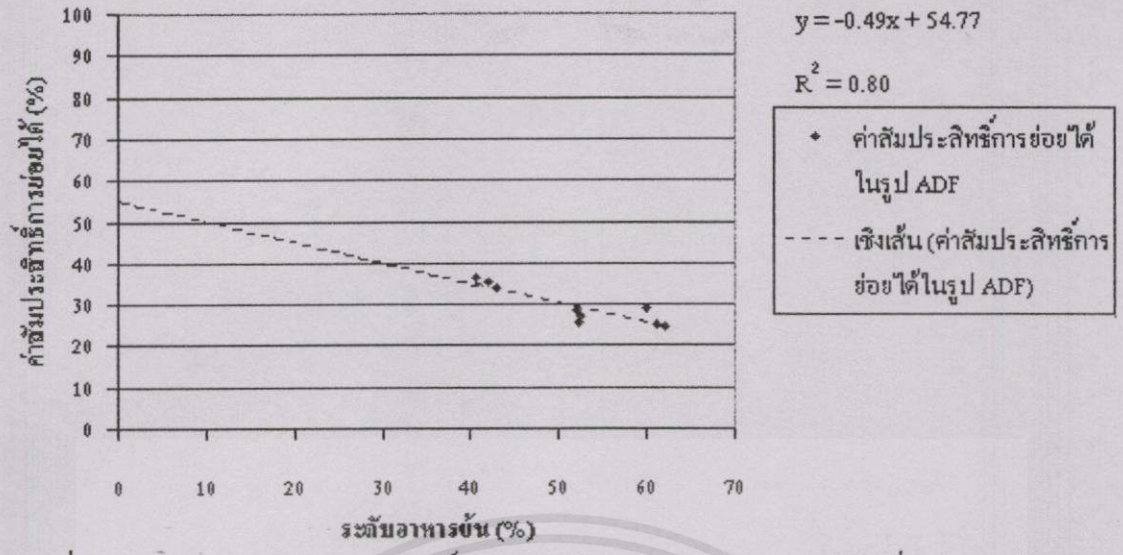


ภาพที่ 7.12 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว

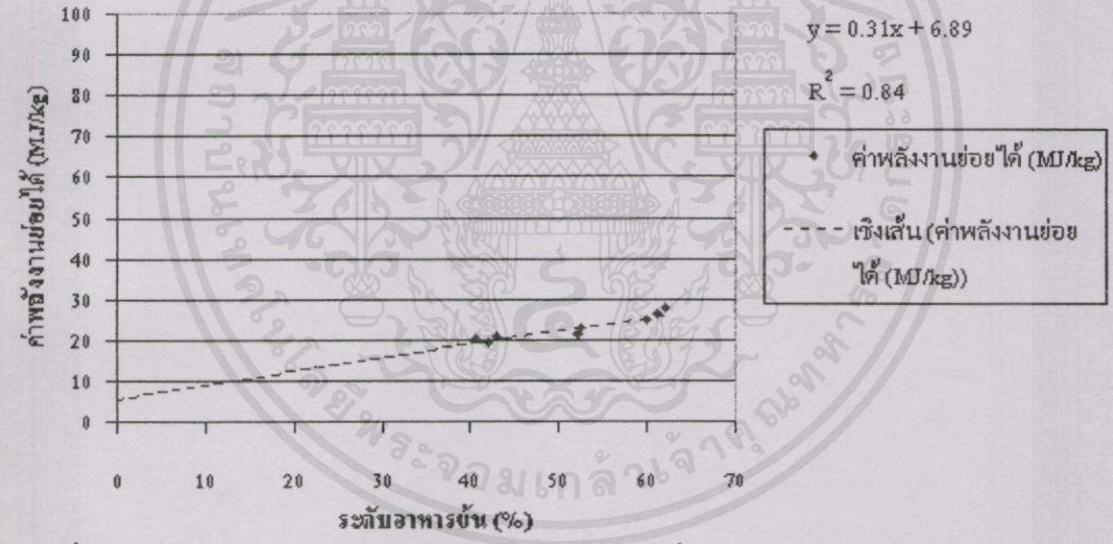


ภาพที่ 7.13 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

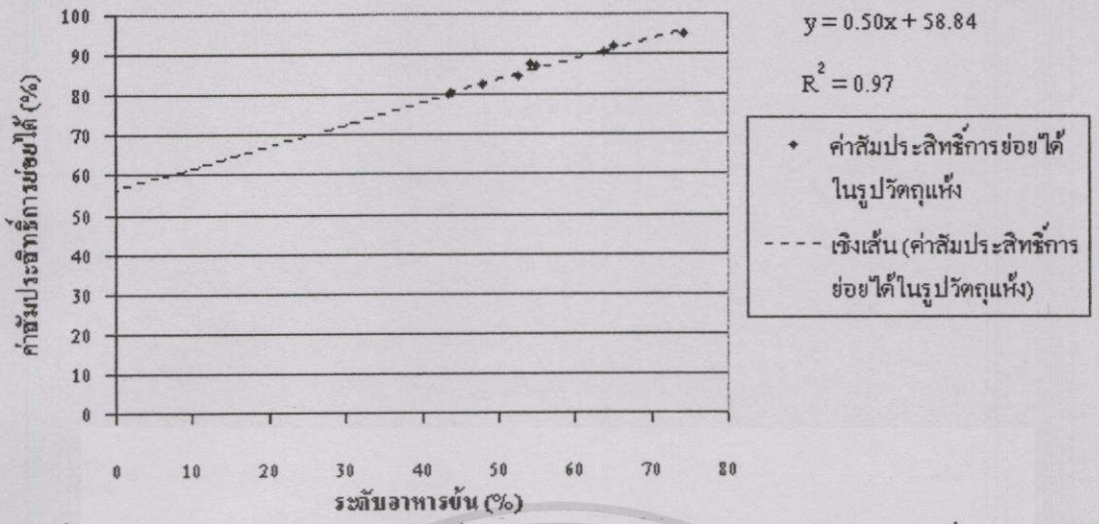


ภาพที่ 7.14 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว

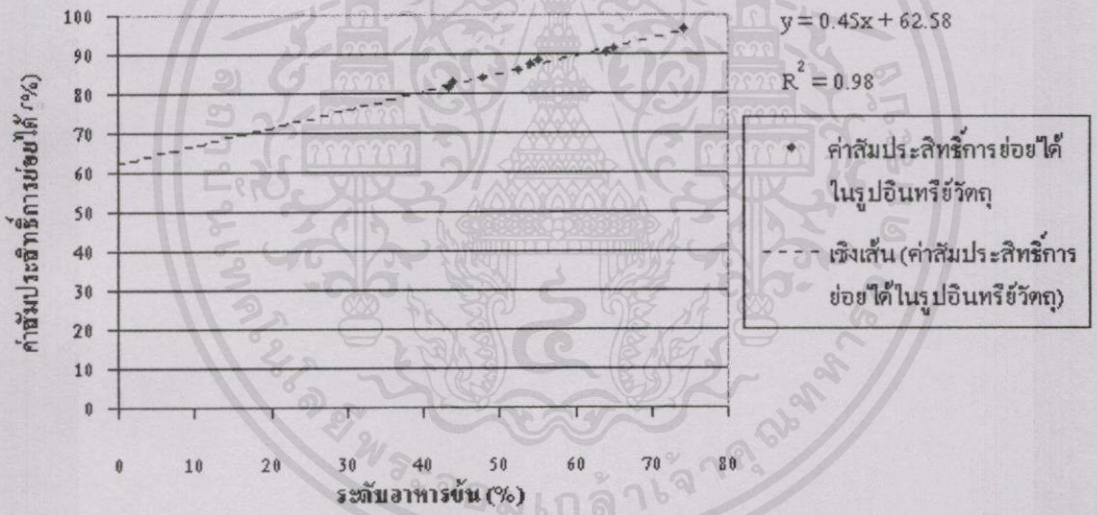


ภาพที่ 7.15 แสดงผลของค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

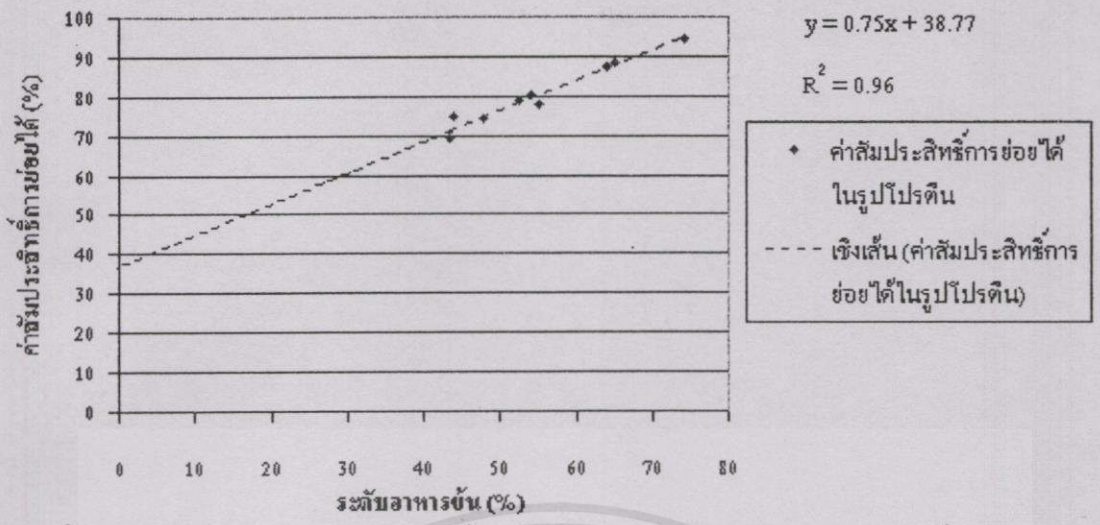


ภาพที่ 7.16 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปวัตถุแห้งของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย

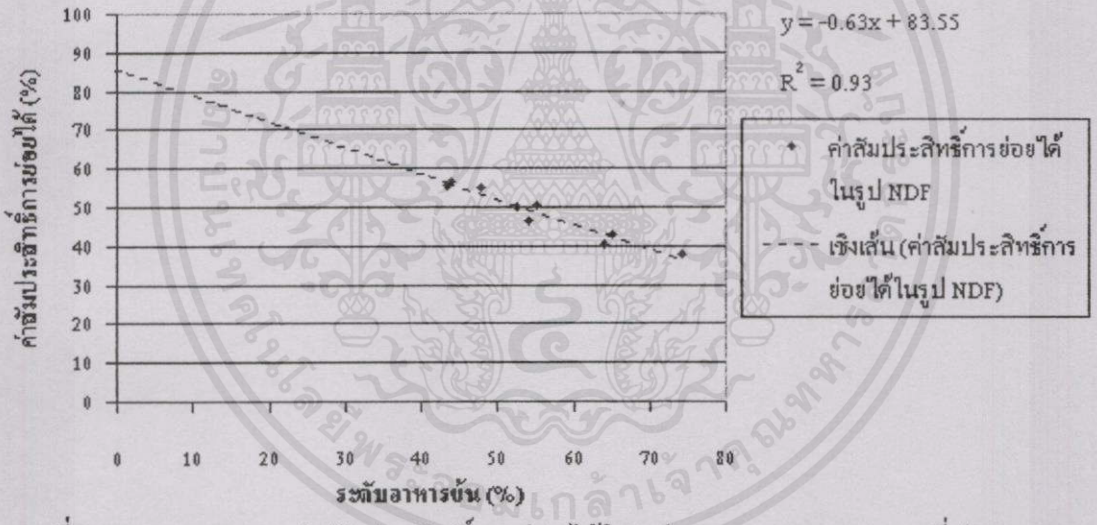


ภาพที่ 7.17 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปอินทรียวัตถุของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

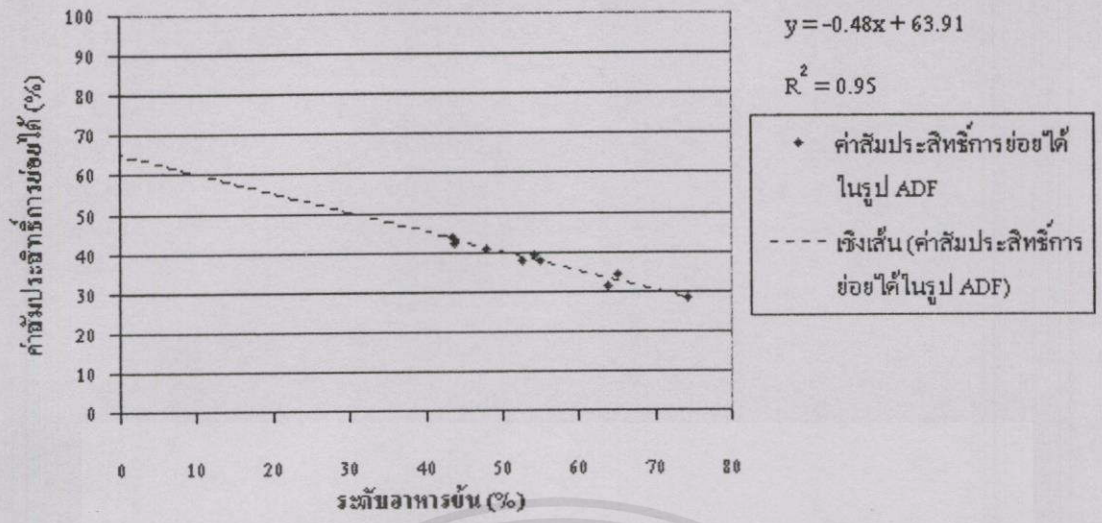


ภาพที่ 7.18 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูปโปรตีนของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย

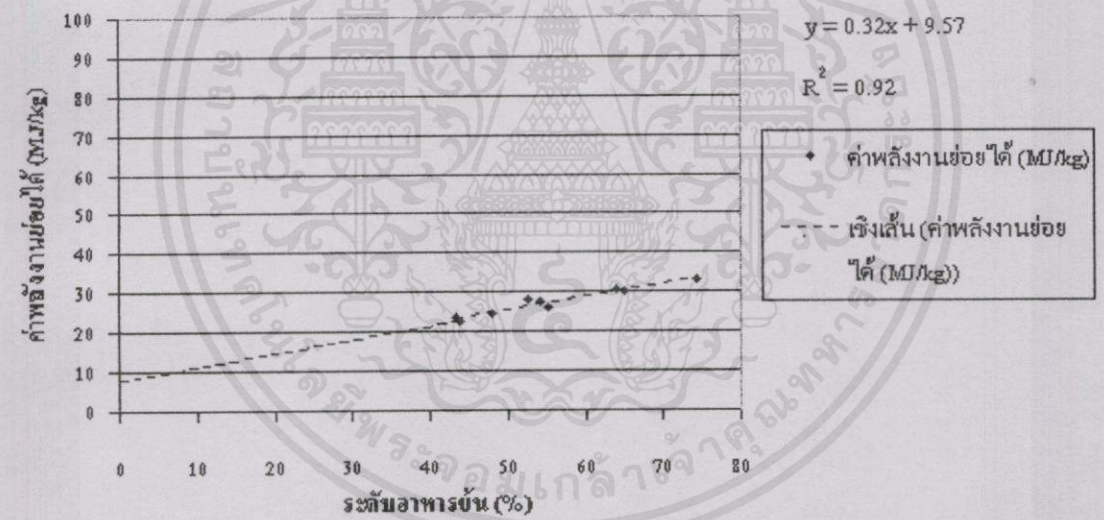


ภาพที่ 7.19 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป NDF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.20 แสดงผลของค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ในรูป ADF ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย



ภาพที่ 7.21 แสดงผลของค่าพลังงานย่อยได้ของสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.11 แสดงผลของค่าการย่อยสลายของอาหารหยาบในสูตรอาหารที่ประกอบด้วยหญ้ากินนีแห้ง 3 ระดับ ในช่วงที่ 1 - 3

ค่าการย่อยสลาย	หญ้ากินนีแห้ง : อาหารข้น								
	30.75 : 69.25			41.35 : 58.65			51.82 : 48.18		
	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]
ช่วงที่ 1									
A	13.44	14.01	20.19	12.82	15.69	21.38	13.52	14.96	19.71
B	31.22	34.21	37.95	32.41	35.33	38.20	35.07	39.78	46.36
A + B	44.66	48.22	58.14	45.23	51.02	59.58	48.59	54.74	66.07
T	3.35	3.07	2.04	3.82	3.05	2.82	3.95	2.91	2.54
C	0.03	0.05	0.07	0.02	0.05	0.08	0.02	0.04	0.06

ค่าการย่อยสลาย	26.43 : 73.57			41.05 : 58.95			50.32 : 49.68		
	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]
ช่วงที่ 2									
A	12.04	12.11	13.74	13.08	13.68	18.16	13.67	14.21	17.83
B	15.29	19.36	28.72	35.71	39.87	43.47	35.16	40.09	46.22
A + B	27.33	31.47	42.46	48.79	53.55	61.63	48.83	54.30	64.05
T	3.15	2.29	1.54	3.70	2.66	2.48	4.33	3.68	2.24
C	0.01	0.03	0.07	0.01	0.03	0.05	0.02	0.04	0.05

ค่าการย่อยสลาย	32.18 : 67.82			42.98 : 57.02			54.46 : 45.54		
	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]
ช่วงที่ 3									
A	14.12	13.29	14.94	13.54	14.84	18.95	13.54	15.81	16.37
B	27.68	34.04	37.14	31.21	35.37	40.28	37.94	41.14	49.65
A + B	41.80	47.33	52.08	44.75	50.21	59.23	51.48	56.95	66.02
T	3.87	3.51	2.81	2.64	2.11	1.60	3.90	2.98	1.61
C	0.04	0.05	0.07	0.02	0.03	0.04	0.02	0.06	0.09

1/ GUI คือ หญ้ากินนีแห้ง

2/ RS คือ ฟางข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3/ URS คือ ฟางหมักยูเรีย

ตารางที่ 7.12 แสดงผลของค่าการย่อยสลายของอาหารหยาบในสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางข้าว 3 ระดับ ในช่วงที่ 4 - 6

ค่าการย่อยสลาย	ฟางข้าว : อาหารข้น								
	40.04 : 59.96			47.64 : 52.36			58.01 : 41.99		
	GUI 1/	RS 2/	URS 3/	GUI 1/	RS 2/	URS 3/	GUI 1/	RS 2/	URS 3/
ช่วงที่ 4									
A	13.26	15.90	20.08	13.61	15.48	19.11	13.32	13.28	19.84
B	31.83	40.21	44.08	31.41	35.71	44.56	39.22	48.30	54.72
A + B	45.09	56.11	64.16	45.02	51.19	63.67	52.54	61.58	74.56
T	4.74	3.96	2.41	4.44	2.39	1.17	3.99	3.50	2.31
C	0.01	0.04	0.08	0.03	0.08	0.08	0.04	0.05	0.07

ค่าการย่อยสลาย	37.84 : 62.16			47.59 : 52.41			59.38 : 40.62		
	GUI 1/	RS 2/	URS 3/	GUI 1/	RS 2/	URS 3/	GUI 1/	RS 2/	URS 3/
ช่วงที่ 5									
A	14.51	22.75	23.27	14.90	16.69	21.82	15.54	21.37	24.68
B	29.60	32.62	38.88	34.10	48.31	47.47	40.03	44.54	47.22
A + B	44.11	55.37	62.15	49.00	65.00	69.29	55.57	65.91	71.90
T	3.66	2.70	1.86	3.18	1.39	1.45	2.88	1.42	1.16
C	0.01	0.03	0.05	0.02	0.03	0.05	0.03	0.04	0.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการย่อยสลาย	38.97 : 61.03			47.94 : 52.06			57.17 : 42.83		
	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]
ช่วงที่ 6									
A	13.31	13.63	17.06	17.20	21.46	18.24	14.82	17.47	20.43
B	29.09	33.13	39.21	31.81	37.11	51.69	37.67	51.54	51.93
A + B	42.40	46.76	56.27	49.01	58.57	69.93	52.49	69.01	72.36
T	3.56	2.90	2.51	3.98	2.29	2.12	3.91	2.08	1.59
C	0.02	0.03	0.04	0.02	0.04	0.04	0.03	0.05	0.07

1/ GUI คือ หญ้ากินนีแห้ง

2/ RS คือ ฟางข้าว

3/ URS คือ ฟางหมักยูเรีย

ตารางที่ 7.13 แสดงค่าการย่อยสลายของอาหารหยาบในสูตรอาหารที่ประกอบด้วยฟางหมักยูเรีย 3 ระดับ ในช่วงที่ 7 - 9

ค่าการย่อยสลาย	ฟางหมักยูเรีย : อาหารข้น								
	25.73 : 74.27			44.90 : 55.10			52.06 : 47.94		
	GUI [1/]	RS [2]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]
ช่วงที่ 7									
A	17.24	18.40	21.88	16.37	17.74	20.12	17.86	18.06	26.46
B	34.89	40.60	44.70	38.41	45.24	21.42	39.17	48.67	51.28
A + B	52.13	59.00	66.58	54.78	62.98	71.54	57.03	66.73	77.74
T	3.49	3.12	2.40	3.88	3.71	2.84	3.72	2.99	1.18
C	0.03	0.04	0.05	0.03	0.05	0.08	0.02	0.04	0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการย่อยสลาย	36.05 : 63.95			45.87 : 54.13			56.52 : 43.48		
	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]
ช่วงที่ 8									
A	17.90	19.23	22.07	16.58	19.18	23.95	16.53	18.27	25.20
B	30.71	39.07	44.18	41.06	47.80	51.25	42.59	49.70	50.85
A + B	48.61	58.30	66.25	57.64	66.98	75.20	59.12	67.97	76.05
T	3.47	3.04	1.47	3.24	3.13	2.49	3.62	3.04	1.79
C	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.02	0.03	0.05

ค่าการย่อยสลาย	34.94 : 65.06			47.48 : 52.52			56.10 : 43.90		
	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]	GUI [1/]	RS [2/]	URS [3/]
ช่วงที่ 9									
A	17.29	16.69	19.84	17.46	18.35	18.99	17.53	18.96	21.60
B	33.15	40.31	45.71	34.81	44.33	50.91	44.95	51.20	58.34
A + B	50.44	57.00	65.55	52.27	62.68	69.90	62.48	70.16	79.94
T	3.56	2.46	1.46	3.66	2.41	1.76	2.99	2.75	1.41
C	0.03	0.05	0.07	0.02	0.05	0.07	0.02	0.04	0.06

1/ GUI คือ หญ้ากินนีแกง

2/ RS คือ ฟางข้าว

3/ URS คือ ฟางหมักยูเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายสุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลัย เกิดวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2517 ภูมิลำเนาบ้านเลขที่ 7 ถนนรอบเมืองเหนือ ตำบลโพธิ์ อำเภอเมืองฯ จังหวัดศรีสะเกษ จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนอนุบาลศรีสะเกษ จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 จากโรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย จบการศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาสัตวศาสตร์ทั่วไป จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตสุรินทร์ และจบการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคณะเกษตรศาสตร์บางพระ สาขาสัตวศาสตร์ทั่วไป ปีที่จบ พ.ศ. 2539 เคยทำงานตำแหน่งสัตวบาลประจำฟาร์ม ที่ฟาร์มโคนมปักธงชัย บริษัทเครือเจริญโภคภัณฑ์ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้