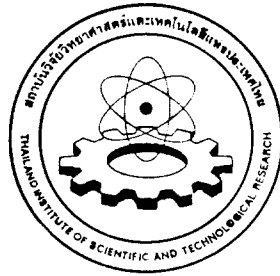


ศูนย์บริการเอกสารวิจัยฯ

RP1990/844

Protein enrichment of



พ. 26-28/รายงานฉบับที่ 1

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

การผลิตอาหารสัตว์จากมันสำปะหลังและของเหลือทิ้งทางการเกษตร

โดย

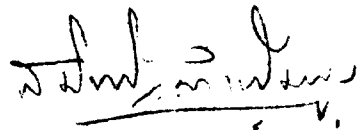
พูนสุข อัดตะสัมปณะ  
สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์  
ศิริพงษ์ พัฒนวิบูลย์  
ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ  
อังคณา หาญบรรจง  
อุไรวรรณ ชิวเจริญ

วท., กรุงเทพฯ 2533

ห้ามนำไปพิมพ์เผยแพร่โดยมิได้รับการอนุญาตจาก วท.

- ๑ พ.ค. ๒๕๖๐

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย  
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



(ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.สมิทธิ์ คำเพิ่มพูล)

ผู้ว่าการ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ. 26-28

โครงการศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังทางกระบวนการจุลชีวะ

รายงานฉบับที่ 1

การผลิตอาหารสัตว์จากมันสำปะหลังและของเหลือทิ้งทางการเกษตร

โดย

พูนสุข อัคระสัมปณะ  
สันทัต ศิริอนันต์ไพบูลย์  
ศิริพงษ์ พัฒนวิบูลย์  
ญาณิน โอภาสพัฒมากิจ  
อังคณา หาญบรรจง  
อุไรวรรณ ชีวเจริญ

วท., กรุงเทพฯ 2533

## สารบัญ

	หน้า
บทกล่าวนำ	๑
ABSTRACT	1
บทกัศย่อ	5
1. บทนำ	8
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีวิเคราะห์	9
3. การทดลอง	13
4. ผลและวิจารณ์	34
5. สรุป	57
เอกสารอ้างอิง	60
ภาคผนวก	61

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.	องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์	10
ตารางที่ 2.	อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารหมักสูตรต่าง ๆ เพื่อหาคคุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ในหลอดทดลอง	14
ตารางที่ 3.	ส่วนผสมของอาหารหมักสูตรต่าง ๆ ที่ใช้ทดลองเลี้ยงแกะ	16
ตารางที่ 4.	ส่วนผสมของสูตรอาหารหมักที่ใช้ทดลองเลี้ยงโคระยะยาว	19
ตารางที่ 5.	คุณค่าทางโภชนาของหญ้าขนสด อาหารหมัก และอาหารข้นที่ใช้ทดลองเลี้ยงโค	22
ตารางที่ 6.	อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารหมักสูตรต่าง ๆ ในถังหมัก 100 กิโลกรัม ทดลองที่ วท.	24
ตารางที่ 7.	ส่วนผสมของอาหารหมักที่ผลิตในฟาร์มของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง	26
ตารางที่ 8.	อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ผสมในอาหารข้นของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี	30
ตารางที่ 9.	เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งของฟางข้าวที่บ่มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ระบุความเข้มข้นต่าง ๆ และเวลาในการบ่มต่างกัน	34
ตารางที่ 10.	เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของฟางข้าวที่บ่มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ระบุความเข้มข้นต่าง ๆ และเวลาในการบ่มต่างกัน	35
ตารางที่ 11.	ค่าความเป็นกรดค้างของอาหารหมัก 7 สูตร ในระยะเวลาการหมักต่างกัน	36
ตารางที่ 12.	เปอร์เซ็นต์โปรตีนของอาหารหมัก 7 สูตร ในระยะเวลาการหมักต่างกัน	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า	
ตารางที่ 13.	เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารหมัก 7 สูตร ในระยะเวลาการหมักต่างกัน	37
ตารางที่ 14.	เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารหมัก 7 สูตร ในระยะเวลาการหมักต่างกัน	38
ตารางที่ 15.	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหมัก 5 สูตร ที่ใช้เลี้ยงแกะทดลอง	39
ตารางที่ 16.	ค่าเฉลี่ยของยอดโภชนะย่อยได้และการย่อยได้ของ อาหารหมัก 5 สูตร	41
ตารางที่ 17.	น้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง การเพิ่มน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตของโคทดลอง	42
ตารางที่ 18.	ปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้ง ยอดโภชนะย่อยได้ และโปรตีน ของโคทดลอง เฉลี่ยตลอดการทดลอง	44
ตารางที่ 19.	ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เฉลี่ยในรูปกิโลกรัมของวัตถุแห้ง ยอดโภชนะย่อยได้ และโปรตีน ของโคทดลอง เฉลี่ยตลอดการทดลอง	45
ตารางที่ 20.	ค่าความเข้มข้นโมโกลบิน ค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่น และยูเรียไนโตรเจนในเลือดเฉลี่ยของโคทดลอง	46
ตารางที่ 21.	ค่าใช้จ่ายด้านอาหารเฉลี่ยตลอดการทดลอง และในการเพิ่ม น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของโคทดลอง	47
ตารางที่ 22.	องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณไซยาไนต์ของอาหารหมัก สูตรปรับปรุงใหม่ ทดลองหมักที่ วท.	49
ตารางที่ 23.	ปริมาณความชื้น โปรตีน และไซยาไนต์ในอาหารหมัก ที่ใช้เลี้ยงโค ที่อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ระยะเวลาการหมัก 2 เดือน	50
ตารางที่ 24.	การเจริญเติบโตและการใช้อาหารของโคที่เกษตรกรเลี้ยง ที่บ้านหนองปลาหมอ	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 25. ค่าใช้จ่ายด้านอาหารเฉลี่ยตลอดการเลี้ยง และในการเพิ่มน้ำหนัก ตัว 1 กิโลกรัมของโคที่เลี้ยงที่จังหวัดตราขบุรี	52
ตารางที่ 26. ปริมาณแมคที่เรียในระหว่างการหมักอาหารสัตว์	54
ตารางที่ 27. ปริมาณยีสต์และราในระหว่างการหมักอาหารสัตว์	54
ตารางที่ 28. ปริมาณ coliform ในระหว่างการหมักอาหารสัตว์	55
ตารางที่ 29. ปริมาณแลกติกแอซิดแบคทีเรียในระหว่างการหมักอาหารสัตว์	55
ตารางที่ 30. การเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ ในระหว่างการ หมักอาหารสัตว์ ที่อำเภอบ้านเป็ง จังหวัดตราขบุรี จำนวน 5 หลุมหมัก	56

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.	15
รูปที่ 2.	17
รูปที่ 3.	17
รูปที่ 4.	18
รูปที่ 5.	18
รูปที่ 6.	20
รูปที่ 7.	20
รูปที่ 8.	21
รูปที่ 9.	21
รูปที่ 10.	24
รูปที่ 11.	25
รูปที่ 12.	25
รูปที่ 13.	27
รูปที่ 14.	27
รูปที่ 15.	28
รูปที่ 16.	28
รูปที่ 17.	31
รูปที่ 18.	31
รูปที่ 19.	32
รูปที่ 20.	32
รูปที่ 21.	33



## บทกล่าวนำ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ได้ดำเนินโครงการวิจัยร่วมกับ Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) ในโครงการชื่อ "Production of Animal Feed from Cassava and Agricultural By-products in Thailand" ในระหว่างปี 2525-2528. วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ การศึกษาและทดลองผลิตอาหารหมักจากมันสำปะหลังและของเหลือทิ้งทางการเกษตร และการทดลองใช้อาหารหมักที่ผลิตได้เลี้ยงโคในระยะยาว. อาหารหมักสูตร วท.-1 (ฟางข้าวปรับปรุง:มันเส้น:มูลไก่:ยูเรีย:รำข้าว เท่ากับ 39.5:20:25:0.5:15) ที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยร่วมกัน ได้นำไปทดลองเลี้ยงโคระยะยาวที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตกำแพงแสน. ในการดำเนินงานระยะแรกนี้มี Dr. Chang-Won Kim ทำหน้าที่เป็นหัวหน้าคณะวิจัยจาก KAIST, และมีผู้ร่วมงาน คือ Mr. Tae-Kwang Oh และ Mr. E.S. Choi. นอกจากนี้ มีที่ปรึกษาโครงการจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 2 คน คือ อาจารย์อุไรวรรณ ชิวเจริญ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อังคณา หาญบรรจง, และมี นายภูวนัน โอภาสพัฒน์กิจ นักศึกษาปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำหน้าที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง รวมทั้งเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล. อนึ่งข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานโครงการระยะแรกนี้ได้นำไปใช้เป็นวิทยานิพนธ์ของ นายภูวนันฯ ด้วย.

จากผลของการดำเนินโครงการระยะแรก คณะวิจัยของ วท. ได้จัดทำเอกสารโครงการพิมพ์เผยแพร่แก่ผู้สนใจรวม 2 เรื่องด้วยกัน คือ คู่มือ เครื่องผสมอาหารสัตว์ และคู่มือ การผลิตอาหารสัตว์สำหรับโคกระบือ.

การดำเนินงานโครงการระยะที่สอง เริ่มตั้งแต่ปี 2530 ดำเนินงานโดย วท. ฝ่ายเดียว เป็นการนำเทคโนโลยีที่พัฒนาสำเร็จแล้วนี้ไปถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโค คือ นายทองมาก แสงศิษฏ ฅ บ้านเลขที่ 88 หมู่ 5, ตำบลหนองปลาหมอ, อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี โดยได้ทำการศึกษาวิจัยดัดแปลงสูตรอาหารหมักขั้นใหม่ให้เหมาะสมกับวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่น. อาหารหมักสูตร วท.-2 ของ วท. (ฟางข้าวปรับปรุง:มันเส้น:มูลไก่:ยูเรีย:รำข้าว:ใบกระถิน เท่ากับ 25:20:25:1:10:19) นี้สามารถนำไปใช้เลี้ยงโคให้ผลเป็นที่พอใจเช่นเดียวกับสูตรที่ 1. ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่เกษตรกรครั้งนี้ วท. ได้รับความร่วมมืออย่างดีจากบุคคลและ

หน่วยราชการ ดังนี้ คือ อาจารย์อุไรวรรณ ชิวเจริญ, เกษตรอำเภอบ้านโป่ง, โรงพยาบาลสัตว์หนองโพ และสถาบันสุขภาพสัตว์และผลิตภัณฑ์แห่งชาติ.

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อนุมัติให้อาจารย์จากภาควิชาสัตวบาล ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาโครงการ, รวมทั้งให้ใช้สถานที่ในการทดลองที่ฟาร์มทดลองของภาควิชาสัตวบาล วิทยาเขตบางเขน และที่ฟาร์มโคนมของภาควิชาสัตวบาล วิทยาเขตกำแพงแสน.

นอกเหนือจากนั้น คณะผู้วิจัยขอขอบคุณพนักงานของ วท. ที่ได้ให้ความร่วมมือในการจัดสร้างเครื่องผสมอาหารสัตว์ การสาธิตวิธีการผลิตอาหารสัตว์ ดังนี้ คือ นายคำรงค์ คำมีศักดิ์, นายแถม ปิ่นเสมอ, นายสุวัชร เทียมมณีรัตน์, นายปรพล ปิ่นทอง, นายเสวก ศรีดี, นายสิทธิชัย ศรารุชานุกุล และ นายประสงค์ บุญส่ง. การวิเคราะห์องค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาทดลองและการผลิตในโครงการนี้ดำเนินการโดยพนักงานของห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์, และการศึกษาต้นทุนการผลิตอาหารหมักของเกษตรกร โดยนายสุรพงษ์ จันทร์ผ่องศรี.

การดำเนินงานโครงการวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือและความอนุเคราะห์จากบุคคลและหน่วยราชการดังกล่าวแล้วข้างต้น คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้.

## PRODUCTION ON ANIMAL FEED FROM CASSAVA AND AGRICULTURAL BY-PRODUCTS

By Poonsook Atthasampunna, Suntud Sirianuntapiboon,  
Siriphong Pattanavibul, Yanin Opatpatanakit,  
Ankana Hanbanchong and Uraiwan Sheevacharoen

### ABSTRACT

The objective of the study was to develop high quality cattle feed from cassava and other agricultural by-products and to use the feed for long term feeding trials. The study was divided into 5 parts:

1. Pretreatment of rice straw: The experiment was designed to determine the optimum level and reaction time of alkali treatment on rice straw to improve digestibility. The rice straw was treated with 6 levels of NaOH (0, 2, 3, 4, 5, 6%) by allowing the straw to react with alkali for one to 3 days. The results on *in vitro* organic matter digestibility of the alkali-treated straw suggested that in order to increase the nutritive value of rice straw the optimum level of NaOH was 5% while the reaction time was 2 days.

2. Feed formulation: The experiment was carried out to determine the level of ingredients to be included in the preparation of the silage and the time for ensiling. Variables of main ingredients on NaOH-treated rice straw, cassava, and poultry manure were: 60, 50, 40%; 40, 30, 20%, and 30, 20, 10%, respectively, and the ensiling time ranged from one day to 60 days. During the ensiling, the pH dropped rapidly to 4.9-5.5 within the first 10 days and did not change much thereafter. The *in vitro* dry matter and organic matter digestibilities showed similar pattern as that of pH values. Crude protein content was not affected by ensiling period. From the

results, two combinations (NaOH-treated rice straw, cassava, and poultry manure) of 50:30:20 and 40:30:30 at the ensiling period of 60 days were tentatively selected for further study.

To compare the nutritive value, digestibility and acceptability of the tested animals, five varying formulae of the two selected combinations of straw-cassava-manure silage with or without the addition of urea and rice bran were used in the digestion trial. Fifteen rams, age approximately 18 months, were assigned to 5 treatments with 3 replications. The animals in each treatment were fed with different silage containing the following combination of NaOH-treated rice straw:cassava:manure:urea:rice bran: 1) 50:30:20:0:0, 2) 40:30:30:0:0, 3) 49:30:20:1:0, 4) 39:30:30:1:0, and 5) 39.5:20:25:0.5:15. The experimental period was 37 days, starting with 20 days of adaptation period, followed by 10 days of preliminary period and 7 days of fecal collection.

The total digestible nutrients and the dry matter digestibility of formulae 1 and 3 were significantly higher than those of formulae 2, 4 and 5. The crude protein digestibility of formula 3 was highest but there was no significant difference among formulae 3, 4 and 5. Based on the results obtained from the digestion trial with rams, formulae 3 and 5 were selected to conduct long term feeding trials with cattle.

3. Feeding trials: An experiment was carried out at an experimental station to study the effect of the two selected silage, formulae 3 and 5, on the growth performance of crossbred ( $\frac{3}{4}$  Holstein Friesian x  $\frac{1}{4}$  Native) growing dairy cattle for a period of 22 weeks. Fifteen animals, age approximately 6 months, were assigned to 3

treatments with 5 replications according to randomized completely block design. Animals in treatment 1 were fed with para grass (*Brachiaria mutica*) as a control group. Those in treatments 2 and 3 were fed with formulae 3 and 5 silage, respectively. The animals also received different amounts of concentrate mix, which was added and adjusted to make isonitrogenous intake in all treatments.

Average daily gain of animals for treatments 1, 2 and 3 did not show significant difference being 0.43, 0.36 and 0.48 kilogram per head, respectively. Also little difference was found on feed efficiency per kilogram weight gain in terms of dry matter and crude protein for the three respective treatments as follows: 14.00, 1.61; 13.17, 1.42; and 11.44, 1.35 kilograms. The feed efficiency in term of total digestible nutrients of treatment 3 was 5.82 kilograms which was significantly higher than that of treatment 1 (8.17 kilograms) and treatment 2 (7.44 kilograms) but there was no difference between treatments 1 and 2. The health of the animals in all treatments was found to be normal as evaluated from the results on the average packed cell volume, blood urea nitrogen and haemoglobin.

4. Technology transfer: The technology developed has been transferred successfully to farmers in rural community. Feeding trials using new formulated silage containing NaOH-treated straw:cassava:manure:urea:rice bran:lucerna leaves at the combination of 25:20:25:1:10:19 were carried out under farm condition in the village for a period of 29 weeks. Ten male cattle:  $\frac{3}{4}$  Holstein Friesian x  $\frac{1}{4}$  Native (8) and  $\frac{3}{4}$  Brown Swiss x  $\frac{1}{4}$  Native (2), age between 9-15 months, were assigned to 2 treatments with 5 replications according to randomized completely block design. Animals in treatment 1 were fed with rice straw and concentrate mix as a control group whereas in treatment 2 received only silage.

There was no significant difference on the weight gain between the 2 treatments. The average daily weight gain was 0.6 kilogram per head for the straw plus concentrate mix fed and 0.57 kilogram per head for the silage fed. The feed efficiency per kilogram weight gain in term of dry matter of the silage fed (11.19 kilograms) was significantly higher than that of straw plus concentrate mix fed (12.74 kilograms). The average cost of consumed feed over 29-week period was 5,794.66 and 1,303.34 baht per head or 48.55 and 11.74 baht per kilogram weight gain in straw plus concentrate mix fed and silage fed, respectively.

5. Microbiological study: The change of microbial population in the silage during ensiling was determined quantitatively. The number of yeasts, molds and coliform decreased with the increasing ensiling time and were not detected at the end of ensiling period of 2 months. The lactic acid bacteria became dominant at the end of ensiling period with the population of  $8 \times 10^8$  per gram of silage.

การผลิตอาหารสัตว์จากมันสำปะหลังและของเหลือทิ้งทางการเกษตร  
โดย พูนสุข อัครตะสัมภุณณะ\*, สันหัตถ์ ศิริอนันต์ไพบูลย์\*, ศิริพงษ์ พัฒนวิบูลย์\*,  
ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ<sup>+</sup>, อังคณา หาญบรรจง<sup>+</sup> และ อุไรวรรณ ชิวเจริญ<sup>†</sup>

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาและทดลองผลิตอาหารหมักจากมันสำปะหลังและของเหลือทิ้งทางการเกษตร และทดลองใช้อาหารหมักที่ผลิตได้เลี้ยงโคระยะยาว การศึกษาแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อ ดังนี้:

1. การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาของฟางข้าวด้วยต่าง: เป็นการศึกษาหาระดับความเข้มข้นของต่างคือ โซเดียมไฮดรอกไซด์และระยะเวลาการบ่มฟางข้าวที่เหมาะสม โดยใช้ระดับความเข้มข้นของต่าง 6 ระดับด้วยกัน คือ 0, 2, 3, 4, 5 และ 6% และระยะเวลาในการบ่ม 4 ระยะเวลา คือ 0, 1, 2 และ 3 วัน. ผลการวิเคราะห์การย่อยได้ในหลอดทดลอง พบว่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุที่สุด เมื่อฟางข้าวปรับปรุงด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 5% และใช้เวลาบ่มฟางข้าว 2 วัน.

2. การหาสูตรอาหารหมัก: เริ่มจากการศึกษาหาอัตราส่วนของวัตถุดิบและระยะเวลาการหมักอาหารสัตว์ที่เหมาะสม. อาหารสัตว์มีสัดส่วนของฟางข้าวปรับปรุงแล้ว, มันเส้น และมูลไก่ ในแต่ละสูตรต่างระดับกันดังนี้คือ 60, 50 40%; 40, 30, 20%; และ 30, 20 10% ตามลำดับ และระยะเวลาการหมัก 7 ระยะเวลา คือ 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 วัน. พบว่าความเป็นกรดต่างของอาหารหมักทุกสูตรจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 10 วันแรกของการหมัก, และต่อจากนั้นไปจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักคืออยู่ระหว่าง 4.9-5.5. การเปลี่ยนแปลงของการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันกับการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดต่าง, ส่วนระยะเวลาการหมักไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนในอาหารหมักทุกสูตร. จากการเปรียบเทียบสูตรอาหารหมัก 7 สูตร ได้คัดเลือก 2 สูตร ไว้ศึกษาต่อไป คือสูตรที่มีอัตราส่วนของฟางข้าวปรับปรุงแล้ว:มันเส้น:มูลไก่ เท่ากับ 50:30:20 และ 40:30:30.

\* สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

<sup>+</sup> สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

<sup>†</sup> มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองเลี้ยงแกะด้วยอาหารหมักสูตรต่าง ๆ เพื่อศึกษาคุณค่าทางอาหารและการย่อยได้ โดยแบ่งแกะออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 3 ตัว, เป็นแกะเพศผู้อายุประมาณ 18 เดือน. แกะแต่ละกลุ่มเลี้ยงด้วยอาหารหมักที่มีสัดส่วนของฟางข้าวปรับปรุงแล้ว คือ มันเส้น, มูลไก่, ยูเรีย และ รำข้าว ดังนี้ สูตร 1) 50:30:20:0:0, สูตร 2) 40:30:30:0:0, สูตร 3) 49:30:20:1:0, สูตร 4) 39:30:30:1:0 และ สูตร 5) 39.5:20:25:0.5:15. ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 7 วัน (หรือ 37 วัน). ผลการทดลอง พบว่า สูตร 1 และ 3 มีค่ายอดโภชนะย่อยได้ และการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. การย่อยได้ของโปรตีนของสูตร 3 มีค่าสูงสุดแต่ไม่แตกต่างจากสูตร 4 และ 5. จากการพิจารณายอดโภชนะย่อยได้ การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และโปรตีน พบว่าอาหารหมักสูตร 3 มีค่าดังกล่าวสูงสุด, ฉะนั้นจึงได้คัดเลือกสูตร 3 และ 5 เป็นสูตรอาหารหมักที่จะใช้ในการทดลองเลี้ยงโคระยะยาวต่อไป.

3. การทดลองเลี้ยงโคระยะยาว: เป็นการศึกษาผลของการใช้อาหารหมักต่อการเจริญเติบโตของโคทดลอง โดยใช้โคลูกผสมพันธุ์ไฮลอสไตน์ อายุ 6 เดือน. แบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว, โคแต่ละกลุ่มเป็นเพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 3 ตัว. โคกลุ่ม 1 เลี้ยงด้วยอาหารชั้นและหญ้าขนสด, โคกลุ่ม 2 และ 3 เลี้ยงด้วยอาหารชั้นและอาหารหมักสูตร 3 และ 5 ตามลำดับ. การทดลองเลี้ยงโคใช้เวลา 22 สัปดาห์. ผลการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของโคกลุ่ม 1-3 ตลอดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน คือ เท่ากับ 0.43, 0.36 และ 0.48 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน. ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปวัตถุแห้งและโปรตีน ก็ไม่มีความแตกต่างกันในโคทั้ง 3 กลุ่ม คือ เท่ากับ 14.00, 1.61; 13.17, 1.42; และ 11.44, 1.35 กิโลกรัม ตามลำดับ. ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารในรูปยอดโภชนะย่อยได้ของโคกลุ่ม 3 มีค่า 5.82 กิโลกรัม ซึ่งดีกว่าโคกลุ่ม 1 (8.17 กิโลกรัม) และกลุ่ม 2 (7.44 กิโลกรัม) แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม 1 และ 2. โคทั้ง 3 กลุ่มมีสุขภาพปกติโดยดูจากผลวิเคราะห์ของค่าปริมาณ เม็ดโลหิตแดงอัดแน่น, ค่ายูเรียไนโตรเจน และค่าความเข้มข้นโมโกลบิน.

4. การถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกร: ได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารหมัก และวิธีการเลี้ยงโคด้วยอาหารหมักให้แก่เกษตรกรในอำเภอบ้านโป่งเป็นผลสำเร็จเรียบร้อยแล้ว. อาหารหมักสูตรปรับปรุงใหม่ที่เกษตรกรผลิตขึ้นใช้เลี้ยงโคประกอบด้วย ฟางข้าวปรับปรุงแล้ว, มันเส้น, มูลไก่, ยูเรีย, รำข้าว และใบกระถินในสัดส่วน 25:20:25:1:10:19. ระยะเวลาการเลี้ยง 29 สัปดาห์. โคของเกษตรกรเป็นโคลูกผสมพันธุ์ไฮลอสไตน์เพศผู้ 8 ตัว



และโคกผสมบรารานส์วิสเพศผู้ 2 ตัว อายุระหว่าง 9-15 เดือน. แบ่งโคกออกเป็น 2 กลุ่ม ๑ ละ 5 ตัว, โคกลุ่ม 1 เลี้ยงด้วยอาหารที่เกษตรกรใช้เลี้ยงอยู่เดิม ซึ่งใช้เป็นสูตรเปรียบเทียบคือ ฟาง-ข้าวและอาหารชั้น. โคกลุ่ม 2 เลี้ยงด้วยอาหารหมักสูตรปรับปรุงใหม่อย่างเดี่ยวเท่านั้น. ผลการเลี้ยงโค พบว่า โคกลุ่ม 1 มีการเพิ่มน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย 0.6 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งไม่แตกต่างกับโคกลุ่ม 2 ที่กินอาหารหมัก ซึ่งมีการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.57 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน. ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัมของวัตถุดิบของ โคกลุ่ม 2 สูงกว่ากลุ่ม 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 11.19 และ 12.74 กิโลกรัม ตามลำดับ. ค่าใช้จ่ายด้านอาหารตลอดการเลี้ยง เท่ากับ 5,794.66 และ 1,303.34 บาทต่อวัน, หรือ ค่าอาหารทั้งหมดในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 48.55 และ 11.74 บาท สำหรับโคกลุ่ม 1 และ 2 ตามลำดับ.

5. การเปลี่ยนแปลงจำนวนของจุลินทรีย์ต่างชนิดในระหว่างการหมักอาหารสัตว์: พบว่า ปริมาณของแบคทีเรีย, ยีสต์, รา และ coliform จะเปลี่ยนแปลงในทางลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น. และจะไม่มียีสต์, รา และ coliform หลงเหลืออยู่เลยเมื่อเสร็จสิ้นการหมักซึ่งเป็นเวลา 2 เดือน. ส่วนแลคติกแอซิกแบคทีเรีย ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักจะเพิ่มปริมาณมากขึ้น จาก  $1 \times 10^3$  เซลล์ต่อกรัมอาหารหมักเมื่อเริ่มต้นการหมัก เป็น  $8 \times 10^8$  เซลล์ต่อกรัมอาหารหมัก เมื่อสิ้นสุดการหมักเวลา 2 เดือน.

## 1. บทนำ

ในปี 2530 ประเทศไทยมีการเลี้ยงโค กระบือ 10,967,268 ตัว, ในจำนวนนี้เป็นโคนม 65,427 ตัว ที่เหลือเป็นโค กระบือ เลี้ยงเพื่อใช้แรงงานและเพื่อบริโภคเนื้อ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2531). โดยทั่วไปแล้วโคนมจะได้รับการเอาใจใส่ให้อาหารที่มีคุณค่า, ส่วนโค กระบือ ซึ่งเลี้ยงไว้ใช้แรงงานในภาคเกษตรกรรม หรือเพื่อบริโภคเนื้อ มักจะไม่ได้รับการเอาใจใส่ให้อาหารที่มีคุณค่า โดยเลี้ยงปล่อยตามทุ่งหญ้าธรรมชาติ. ในช่วงฤดูแล้งจะขาดแคลนหญ้าสด เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้ฟางข้าวเลี้ยงโค กระบือ. แต่เนื่องจากฟางข้าวมีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างต่ำ จึงเป็นผลให้โค กระบือที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร.

ประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการผลิตโคเนื้อเพื่อบริโภค ทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงโคอยู่ถึงประมาณ 5 ล้านตัว. จากการศึกษาในปัจจุบันมีความต้องการบริโภคเนื้อโคเพิ่มขึ้นมากในตลาดโลก จึงน่าจะเป็นการเหมาะสมที่จะมีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโคเนื้อขึ้นภายในประเทศ โดยทำการเลี้ยงโคเหล่านี้ด้วยอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง.

โดยที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีวัสดุทางการเกษตรที่มีราคาถูกและเหลือทิ้งอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นอาหารโค กระบือ ได้เป็นอย่างดี อาทิเช่น ฟาง-ข้าว, รำข้าว, มันสำปะหลัง, ใบมันสำปะหลัง, ใบกระถิน และมูลสัตว์ เป็นต้น. วัสดุเกษตรแต่ละชนิดต่างก็มีคุณค่าทางอาหารต่างกัน, ซึ่งหากนำมาปรุงแต่งเข้าด้วยกัน แล้วผ่านกรรมวิธีอันเหมาะสม ก็จะสามารถผลิตเป็นอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้นไป มีความน่ากินและย่อยง่าย เพื่อใช้เลี้ยงโค กระบือ.

โครงการนี้เป็นโครงการวิจัยร่วมระหว่างสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) และ Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), โดยที่ วท. รับเทคโนโลยีการผลิตอาหารสัตว์มาจาก KAIST เพื่อนำมาปรับใช้ในประเทศไทย. แต่เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์มีความแตกต่างกัน รวมทั้งสภาวะดินฟ้าอากาศก็แตกต่างกันด้วย, จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่จะนำวัสดุเกษตรที่มีอยู่ภายในประเทศมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นอาหารสำหรับโค กระบือ, ทำการทดลองเลี้ยงสัตว์ในระยะยาว, รวมทั้งทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้เกษตรกรได้รู้จักวิธีการผลิตอาหารสัตว์ และการเลี้ยงสัตว์ด้วยอาหารที่ผลิตได้ด้วย.

## วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อทดลองผลิตอาหารสัตว์จากมันสำปะหลังและของเหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับใช้เลี้ยงโค กระบือ ในกระบวนการผลิตทั้งในระดับชาวบ้านและระดับฟาร์มขนาดกลาง.
2. เพื่อสาธิตและแนะนำให้เกษตรกรและผู้เลี้ยงสัตว์เป็นการค้าทราบถึงวิธีการผลิตอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับโค กระบือ.
3. เพื่อสนับสนุนให้มีการผลิตโคเนื้อเพื่อการบริโภค และให้มีการนำมันสำปะหลังมาใช้ในอาหารสัตว์ภายในประเทศ.

## 2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีวิเคราะห์

### 2.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้เพื่อผลิตอาหารสัตว์ ได้แก่ พางข้าว, รำข้าว, มันเส้น, ใบกระถิน, มูลไก่ จักหาหรือจัดซื้อจากกรุงเทพฯ, กำแพงแสน และบ้านโป่ง (ตารางที่ 1).

### 2.2 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นชนิดบริสุทธิ์สำหรับใช้ในงานวิเคราะห์, ส่วนสารเคมีอื่นเป็นชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรม.

### 2.3 วิธีวิเคราะห์

2.3.1 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ ได้แก่ ความชื้น, แฉ่ง, น้ำตาล, โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, แร่ธาตุต่าง ๆ ใช้วิธีวิเคราะห์มาตรฐาน AOAC (Williams 1984).

2.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณโซยาไนต์ทั้งหมด ใช้วิธีของ Cooke (1979).

ตารางที่ 1. องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์

วัตถุดิบ	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	เถ้า (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	ไซยาไนด์ (ppm)
ฟางข้าว	7.5	4.2	1.7	32.3	17.2	44.6	42.04
มันเส้น	10.8	2.8	0.5	3.9	5.3	87.5	
รำข้าว	9.5	17.9	3.8	11.2	12.0	50.1	
ใบกระถิน	76.5	27.8	3.4	26.6	7.2	35.0	
มูลไก่	10.0	15.8	1.9	12.5	40.2	30.2	

หมายเหตุ รายงานตามสภาพน้ำหนักแห้ง ยกเว้นความชื้น

2.3.3 การวิเคราะห์หาการย่อยในหลอดทดลอง (*in vitro* digestibility) ใช้วิธีของ Goering and Van Soest (1970).

2.3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรีย, ปริมาณยีสต์และรา และปริมาณ lactic acid bacteria ใช้วิธีของ Harrigan & McCances (1966). สำหรับปริมาณ coliform (MPN) ใช้วิธีของ Sharf (1966).

## 2.4 อุปกรณ์

1) ถังหมัก เป็นถังพลาสติก 2 ชั้น ขนาดบรรจุ 30 กิโลกรัม ใช้ยางรัดปากถัง.

2) ถังหมัก ถังคอนกรีตรูปทรงกระบอก 2 ขนาด ขนาดจุ 100 กิโลกรัม จำนวน 4 ถัง ใช้ทดลองที่ วท. ส่วนขนาดจุ 800 กิโลกรัม จำนวน 5 ถัง เป็นถังหมักของภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน.

3) หลุมหมัก ใช้ทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. เป็นหลุม bunker silo ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาด 5 x 30 x 2 เมตร จำนวน 2 หลุม ใช้หมักครั้งละ 40 ตัน. ส่วนหลุมหมักของเกษตรกรที่อำเภอบ้านโป่ง ทำด้วยซีเมนต์บล็อกขนาด 0.75 x 2.40 x 4.93 เมตร จำนวน 2 หลุม ใช้หมักครั้งละ 6 ตัน.

4) กรงขังเดี่ยว ใช้ขังแกะทดลองเป็นกรงลวดตาข่าย, ด้านหน้ามีที่ใส่อาหาร และถังใส่น้ำ จำนวน 15 กรง.

5) กางเกงแกะ สำหรับเก็บมูลแกะ ทำด้วยผ้าใบอาบน้ำมัน จำนวน 15 ชุด.

6) เครื่องชั่งน้ำหนัก มี 3 ขนาด คือ 7, 100 และ 1,000 กิโลกรัม.

7) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สำหรับวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี และอื่น ๆ.

8) แกะทดลอง ใช้แกะลูกผสมเพศผู้ อายุประมาณ 18 เดือน น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 30 กิโลกรัม จำนวน 15 ตัว.

9) อาหารทดลองเลี้ยงแกะ จำนวน 5 สูตร ๆ ละ 200 กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง มีองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 3.

10) โคทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นโคนมลูกผสมไฮลส์ไคน์ มีเลือดไฮลส์ไคน์อย่างต่ำ 75% จำนวน 15 ตัว, เพศผู้ 6 ตัว และเพศเมีย 9 ตัว อายุ 6 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 140 กิโลกรัม.

11) โคของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี เป็นโคนมลูกผสมไฮลส์ไคน์เพศผู้ 8 ตัว และโคนมลูกผสมบราวนส์วิส เพศผู้ 2 ตัว อายุระหว่าง 9-15 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 170 กิโลกรัม.

12) โรงเรือนทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นโรงเรือนโปร่ง หลังคาอาบสังกะสี พื้นซีเมนต์. ช่องโคทดลองเป็นช่องเดี่ยว ขนาดกว้าง 1.10 เมตร

ยาว 1.50 เมตร เรียงแถวเดี่ยว แต่ละช่องมีโซ่ล่ามประจำที่ ด้านหน้ามีรางอาหารแยกเฉพาะตัว มีถังซีเมนต์ขนาด 20 ลิตร ใส่น้ำให้โคกินตลอดเวลา.

13) โรงเรือนเลี้ยงโคของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี เป็นโรงเรือนโปร่ง หลังคาอบสังกะสี พื้นซีเมนต์ มีโซ่ล่ามประจำที่ ไม่มีช่อง. ด้านหน้าเป็นรางอาหารยาวตลอดแนวไม่แยกเฉพาะตัว มีถังสำหรับใส่น้ำให้กินตลอดเวลา.

14) อาหารทดลองกับโคทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มี 3 สูตร, สูตรเปรียบเทียบคือหญ้าชนศก, อาหารหมักสูตร 1 และอาหารหมักสูตร 2 (ตารางที่ 4). สำหรับอาหารหมักสูตรละ 10 ต้นน้ำหนักแห้ง.

15) อาหารเลี้ยงโคของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี มีอาหารชั้น + ฟาง-ข้าว และอาหารหมักสูตรปรับปรุงให้มีโปรตีนประมาณ 13%. สำหรับอาหารหมักเตรียม 5 หลุม-หมัก ๆ ละ 3 ต้นน้ำหนักแห้ง.

16) เครื่องผสมอาหารสัตว์ 2 เครื่อง จัดสร้างจากประเทศเกาหลี 1 เครื่อง และจัดสร้างโดย วท. 1 เครื่อง.

17) เครื่องหันฟาง ขนาด 11 แรงม้า.

18) อุปกรณ์เจาะเลือดและวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา.

19) เวชภัณฑ์จำเป็นในการให้วัคซีนและรักษาสัตว์.

## 2.5 สถานที่ทดลอง

- 1) ที่ วท. ศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการ.
- 2) ที่ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน และที่ฟาร์มทดลองของภาควิชาสัตวบาล ศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการ และทดลองเลี้ยงแกะ.
- 3) ที่ฟาร์มของภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ทดลองเลี้ยงโคระยะยาว.
- 4) ที่ฟาร์มของเกษตรกรร่วมโครงการ ที่บ้านหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี เลี้ยงโคของเกษตรกรระยะยาว.

## 3. การทดลอง

### 3.1 การปรับปรุงฟางข้าวด้วยค่าง

ฟางข้าวจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนต่ำและย่อยยาก ทำให้โคกระบือที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวไม่เจริญเติบโต. ในการที่จะปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของฟางข้าวให้สูงขึ้น ได้ใช้วิธีปรับปรุงด้วยสารเคมีประเภทต่าง คือโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อเพิ่มความย่อยได้ของฟางข้าว, โดยศึกษาหาระดับความเข้มข้นของค่างที่ใช้ และระยะเวลาในการบ่มที่เหมาะสม.

นำฟางข้าวมาทำให้มีความยาวประมาณ 5-10 เซนติเมตร แล้วฉีกพ่นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 0, 2, 3, 4, 5 และ 6% ในอัตราส่วน 1:1 คลุกเคล้าให้เข้ากัน. บรรจุใส่ถุงพลาสติกถุงละ 100 กรัม ระดับความเข้มข้นละ 4 ถุง, อัดให้แน่น บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง, เวลาที่ใช้บ่ม คือ 0, 1, 2 และ 3 วัน. การทดลองทำ 3 ซ้ำ เมื่อครบกำหนดเวลาบ่มแล้วนำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70° ซ. แล้ววิเคราะห์หาการย่อยในหลอดทดลอง (*in vitro* digestibility). นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลความแตกต่างทางสถิติและเปรียบเทียบค่าแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test.

### 3.2 ศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบและระยะเวลาในการหมักอาหารสัตว์

นำฟางข้าวหั่นแล้วความยาว 5-10 เซนติเมตร มาฉีกพันด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5% ใช้อัตราส่วน 1:1. คลุมฟางข้าวด้วยแผ่นพลาสติก บ่มไว้เป็นเวลา 2 วัน, แล้วนำฟางข้าวปรับปรุงแล้วมาผสมกับมันเส้นบดและมูลไก่แห้งตามอัตราส่วนที่แสดงไว้ในตารางที่ 2. เติมน้ำเพื่อให้มีความชื้นประมาณ 60-65% คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วบรรจุในถุงหมักถุงละ 30 กิโลกรัม (รูปที่ 1) อัดให้แน่นและปิดปากถุงเพื่อให้เป็นสภาพไร้อากาศ. บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 วัน. การทดลองทำ 2 ซ้ำ, ทำการเก็บตัวอย่างครั้งละ 1 กิโลกรัมทุก ๆ 10 วัน เพื่อทำการวิเคราะห์หาความชื้น, โปรตีน, ความเป็นกรดต่าง และการย่อยในหลอดทดลอง.

ตารางที่ 2. อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารหมักสูตรต่าง ๆ เพื่อหาคุณค่าทางโภชนา และการย่อยได้ในหลอดทดลอง

สูตร	ฟางข้าวปรับปรุงแล้ว (%)	มันเส้น (%)	มูลไก่ (%)
1	50	30	20
2	50	20	30
3	50	40	10
4	40	30	30
5	40	40	20
6	60	20	20
7	60	30	10

หมายเหตุ รายงานตามสภาพหน้าหน้าแห้ง





รูปที่ 1. การหมักอาหารสัตว์ในถุงพลาสติก.

### 3.3 ศึกษาคคุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ของอาหารหมักในแกะทดลอง

3.3.1 การเตรียมอาหารหมักสูตรต่าง ๆ. ในการหาสูตรอาหารหมักเพื่อทดลองกับแกะ ใ้ใช้ข้อมูลจากการทดลองในข้อ 3.2 เป็นหลัก, กล่าวคือ ใช้สัดส่วนของฟางข้าว:มันเส้น:มูลไก่ เท่ากับ 50:30:20 และ 40:30:30. แต่เนื่องจากสัดส่วนของอาหารหมักทั้ง 2 สูตรนี้ ใ้คุณค่าทางโภชนาในรูปของโปรตีนต่ำ คือ 6.3 และ 7.5% ตามลำดับ, ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงปรับปรุงสูตรอาหารหมักใหม่ให้มีระดับ โปรตีนสูงขึ้นด้วยการเสริมแหล่งไนโตรเจนและ/หรือโปรตีน ดังแสดงในตารางที่ 3. การเตรียมฟางข้าวปรับปรุงแล้วทำเช่นเดียวกับวิธีการในข้อ 3.2. จากนั้นนำฟางข้าวปรับปรุงแล้วมาผสมกับส่วนผสมอื่น, ปรับระดับความชื้นประมาณ 65% ด้วยน้ำ คลุกเคล้าให้เข้ากันดี แล้วบรรจุในถังหมัก (รูปที่ 2) อัดให้แน่น คลุมด้วยแผ่นพลาสติก. ใช้วัตถุ หนักวางทับด้านบน เพื่อให้เกิดการหมักในสภาพไร้อากาศ, หมักไว้เป็นเวลา 60 วัน จึงเปิดออก ใช้เลี้ยงแกะทดลอง.

ตารางที่ 3. ส่วนผสมของอาหารหมักสูตรต่าง ๆ ที่ใช้ทดลองเลี้ยงแกะ

สูตร	ฟางข้าวปรับปรุงแล้ว (%)	มันเส้น (%)	มูลไก่ (%)	ยูเรีย (%)	รำข้าว (%)
1	50	30	20	-	-
2	40	30	30	-	-
3	49	30	20	1	-
4	39	30	30	1	-
5	39.5	20	25	0.5	15

หมายเหตุ รายงานตามสภาพน้ำหนักแห้ง

3.3.2 การทดลองเลี้ยงแกะ. แบ่งแกะทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 3 ตัว จัดเข้าขังกรงเดี่ยว (รูปที่ 3, 4) โดยแกะแต่ละกลุ่มกินอาหารทดลองแตกต่างกัน. แบ่งระยะเวลาการทดลองออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

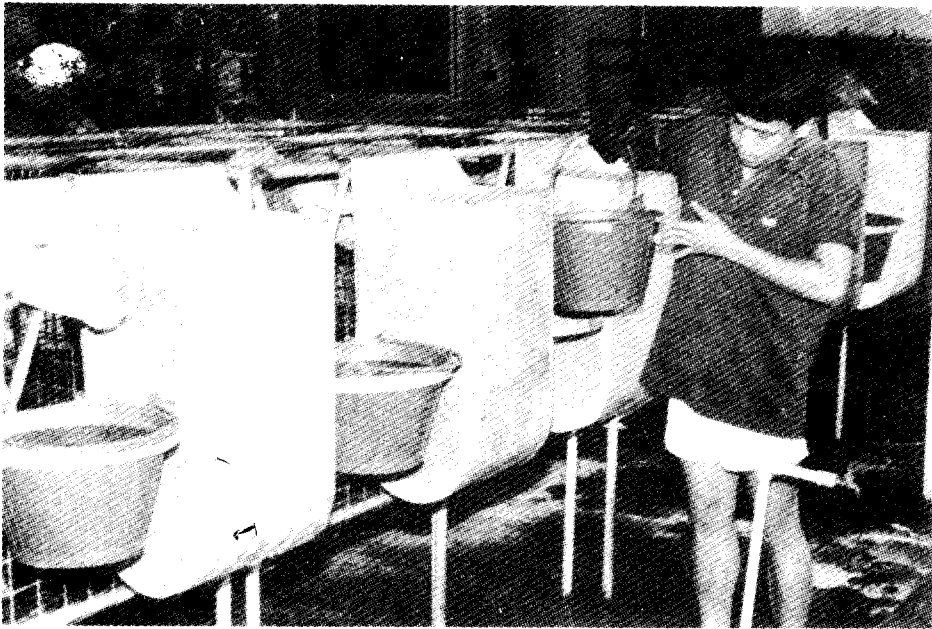
ระยะที่ 1 ระยะปรับตัว ใช้เวลา 20 วัน เพื่อให้แกะคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมใหม่ ได้แก่ การเข้ากรงขังเดี่ยว, การสวมกางเกงเพื่อเก็บมูล (รูปที่ 5) และการกินอาหารหมัก.

ระยะที่ 2 ระยะเตรียมการทดลอง ใช้เวลา 10 วัน เป็นระยะที่ให้แกะได้กินอาหารหมักอย่างเต็มที่ เพื่อให้แกะกำจัดอาหารเก่าออกจากร่างกาย และปรับตัวเข้ากับอาหารหมัก. ในระยะนี้จะบันทึกปริมาณการกินอาหารหมักทุกวัน และชั่งน้ำหนักตัวของแกะในวันสุดท้ายของระยะ.

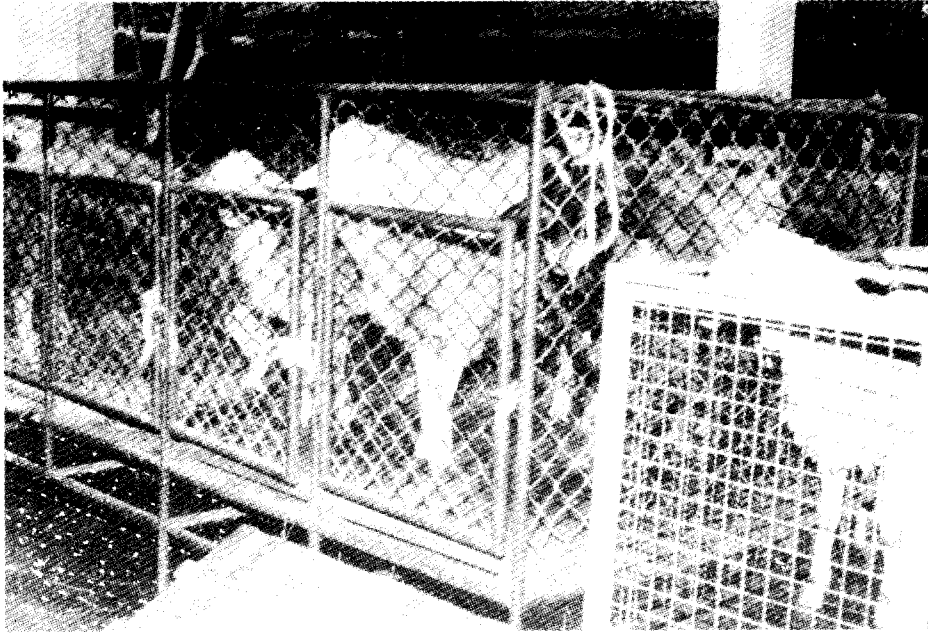
ระยะที่ 3 ระยะทดลอง ใช้เวลา 7 วัน เป็นระยะเก็บข้อมูล โดยให้แกะได้กินอาหารหมักเพียง 90% ของปริมาณที่กินเต็มที่. ทำการบันทึกข้อมูลประจำวันดังนี้ คือ ปริมาณการกินอาหารหมัก, ปริมาณอาหารที่เหลือ และปริมาณมูลของแกะ และชั่งน้ำหนักตัวของแกะในวันสุดท้ายของระยะ. เก็บตัวอย่างอาหารทดลองและมูลแกะประมาณ 20% ของปริมาณทั้งหมดตลอด 7 วัน เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและค่าความเป็นกรดต่าง, คำนวณหาการย่อยได้และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอาหารหมักสูตรต่าง ๆ.



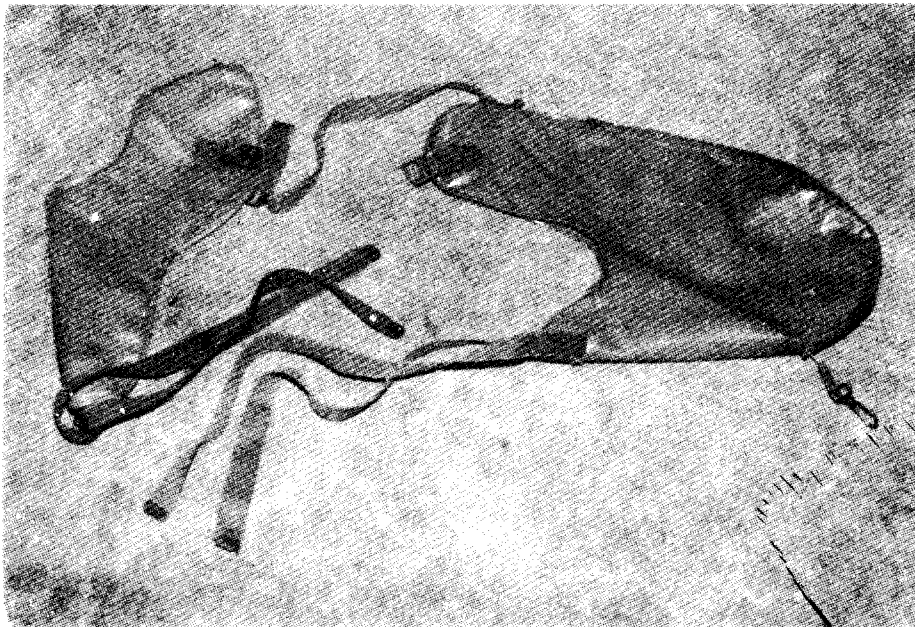
รูปที่ 2. ถังหมักอาหารสัตว์ ขนาดบรรจุ 800 กิโลกรัม.



รูปที่ 3. กรงขังเคี้ยวที่ใช้ขังแกะทดลอง (ด้านหน้า).



รูปที่ 4. กรงขังเดี่ยวที่ใช้ขังแกะทดลอง (ด้านหลัง).



รูปที่ 5. กางเกงแกะ.

### 3.4 ศึกษาผลของการใช้อาหารหมักในโคทดลอง

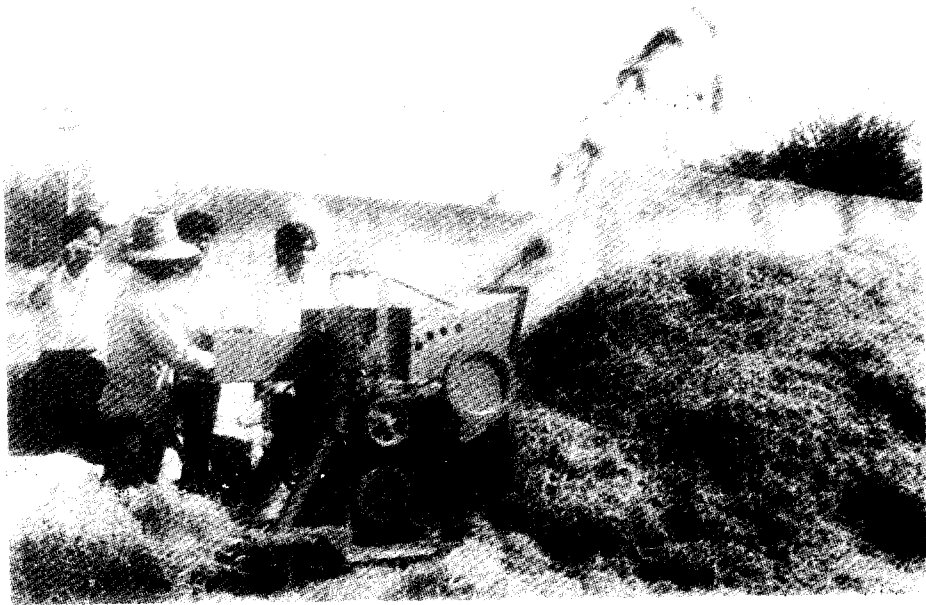
3.4.1 การเตรียมอาหารทดลอง. จากผลการทดลองในข้อ 3.3 ได้คัดเลือกอาหารหมักสูตร 3 และ 5 ซึ่งมีอัตราส่วนของฟางข้าวปรับปรุงแล้ว:มันเส้น:มูลไก่:ยูเรีย:รำข้าว เท่ากับ 49:30:20:1:0 และ 39.5:20:25:0.5:15 ตามลำดับ. สูตรทั้ง 2 นี้ใช้เป็นสูตรทดลองเลี้ยงโคในระยะยาว โดยเปรียบเทียบกับอาหารสูตรเปรียบเทียบ คือ หญ้าขนสด.

เริ่มจากการหั่นฟางข้าวให้มีความยาว 5-10 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องหั่นฟางข้าว (รูปที่ 6) แล้วฉีกหั่นด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5% ในอัตราส่วน 1:1. กลุ่มฟางข้าวด้วยแผ่นพลาสติก และบ่มไว้เป็นเวลา 2 วัน, จากนั้นนำฟางข้าวที่ปรับปรุงแล้วนี้มาผสมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4. การผสมสัดส่วนวัตถุดิบให้เข้ากันใช้เครื่องผสมอาหารสัตว์ (รูปที่ 7), ฉีดพ่นน้ำเพื่อให้อาหารหมักมีความชื้นประมาณ 65% แล้วนำส่วนผสมนั้นบรรจุใส่หลุมหมัก ใถ้อัดให้แน่นด้วยรถแทรกเตอร์ (รูปที่ 8), ปิดด้วยแผ่นพลาสติก และกลบทับให้แน่นด้วยดิน (รูปที่ 9) หมักไว้เป็นเวลา 60 วัน จึงเปิดใช้เลี้ยงโคทดลอง.

ตารางที่ 4. ส่วนผสมของสูตรอาหารหมักที่ใช้ทดลองเลี้ยงโคระยะยาว

อาหารหมัก	ฟางข้าวปรับปรุง (กก.)	มันเส้น (กก.)	มูลไก่ (กก.)	ยูเรีย (กก.)	รำข้าว (กก.)
สูตร 1	4,900	3,000	2,000	100	
สูตร 2	3,950	2,000	2,500	50	1,500

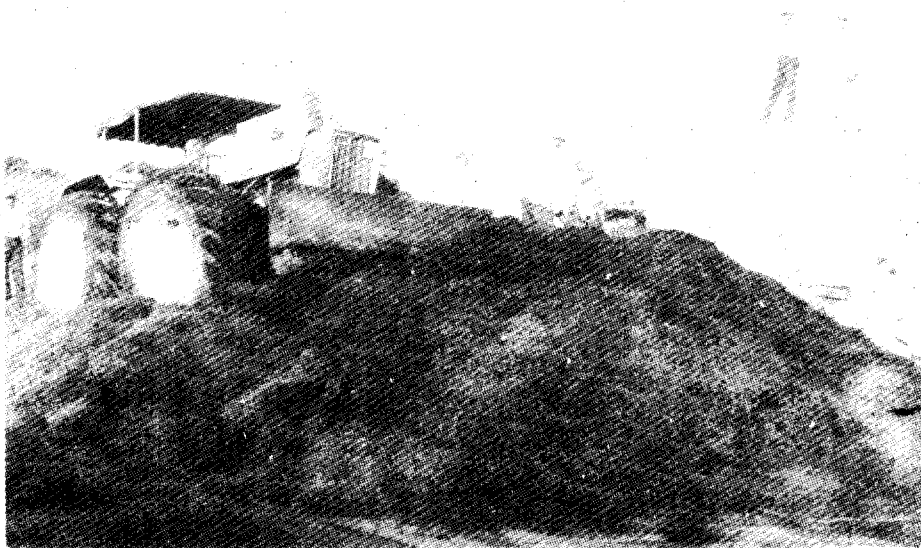
หมายเหตุ รายงานตามสภาพหน้าหน้ากั้น



รูปที่ 6. เครื่องหันฟางข้าว



รูปที่ 7. เครื่องผสมอาหารสัตว์จัดสร้างจากประเทศเกาหลี.



รูปที่ 8. การไถอัดส่วนผสมอาหารสัตว์ด้วยรถแทรกเตอร์ในหลุมหมัก.



รูปที่ 9. หลุมหมักบรรจุอาหารสัตว์ ปักคลุมด้วยแผ่นพลาสติก และทับหน้าด้วยดิน.

3.4.2 การทดลองเลี้ยงโค. แบ่งโคทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 5 ตัว เป็นเพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 3 ตัว, อายุโคประมาณ 6 เดือน น้ำหนักตัวประมาณ 135-150 กิโลกรัม, เลี้ยงผูกล่ามประจำที่โดยไม่โยกย้ายตลอดการทดลองยกเว้นตอนซึ่งน้ำหนักตัว. ระยะเวลาทดลอง 22 สัปดาห์ มีการถ่ายพยาธิและให้วัคซีนป้องกันโรคทุกตัว. โคทดลองมีระยะเวลาปรับตัวให้ชินกับอาหารทดลอง เป็นเวลา 2 สัปดาห์. อาหารทดลองมีองค์ประกอบแสดงไว้ในตารางที่ 5 โคแต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลอง และอาหารชั้นตามความต้องการอาหารต่อวัน (จากตารางของ NRC 1978 ในภาคผนวก) คิดเป็น 3.5% ของน้ำหนักตัวของโคแต่ละระยะ. ปริมาณอาหารทดลองที่ให้โคแต่ละตัวกันเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของโค และเสริมอาหารชั้นเพื่อให้โคได้รับปริมาณโปรตีนและพลังงานพอกับความต้องการดังนี้:

- โคกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ ให้กินหญ้าขนสดและอาหารชั้น
- โคกลุ่มที่ 2 ให้กินอาหารหมักสูตร 1 และอาหารชั้น
- โคกลุ่มที่ 3 ให้กินอาหารหมักสูตร 2 และอาหารชั้น

ตารางที่ 5. คุณค่าทางโภชนาของหญ้าขนสด อาหารหมัก และอาหารชั้นที่ใช้ทดลองเลี้ยงโค

ชนิดของอาหาร	องค์ประกอบของอาหาร (% น้ำหนักแห้ง)					
	วัตถุแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
หญ้าขนสด	33.2	8.0	2.3	34.4	11.5	43.8
อาหารหมักสูตร 1	32.2	7.8	3.2	25.9	25.9	37.2
อาหารหมักสูตร 2	33.0	9.2	3.9	23.3	24.4	39.2
อาหารชั้น	90.0	18.6	2.1	7.5	5.9	64.9

การให้อาหารโคทดลองกระทำดังนี้ คือ ให้อาหารชั้นในตอนเช้าวันละ 1 ครั้ง และซึ่งน้ำหนักอาหารชั้นที่เหลือทุกวันก่อนเริ่มให้อาหารทดลองในตอนบ่าย. ส่วนอาหารทดลองคือหญ้าขนสดและอาหารหมัก 2 สูตร ให้ในตอนบ่ายวันละ 1 ครั้ง. และซึ่งน้ำหนักอาหารทดลองที่เหลือทุกวัน ในตอนเช้าของวันรุ่งขึ้นก่อนให้อาหารชั้น.



อาหารชั้นที่ใช้มีสัดส่วนของวัตถุดิบดังนี้ คือ ข้าวโพดบด 40%, รำละเอียด 40%, กากฝ้าย 18%, กระจุกป่น 1% และเกลือป่น 1%. ราคาเฉลี่ยตลอดการทดลอง 3.77 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง.

การชั่งน้ำหนักตัวโค กระทำทุกสัปดาห์, ส่วนการเจาะเลือด กระทำทุก 2 สัปดาห์ โดยเจาะเลือดจาก jugular vein เพื่อวิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา และยูเรียไนโตรเจนในเลือด (BUN).

### 3.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต และการใช้อาหารหมักให้แก่เกษตรกร

3.5.1 การปรับปรุงอาหารหมักเพื่อเลี้ยงโคของเกษตรกร. จากผลการทดลองผลิตอาหารหมักและการทดลองใช้อาหารหมักเลี้ยงโคระยะยาวที่ฟาร์มโคนมของภาควิชาสัตวบาล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน พบว่าอาหารหมัก 2 สูตร มีความเหมาะสม คือ สูตร 1 ประกอบไปด้วย ฟางข้าวปรับปรุงแล้ว:มันเส้น:มูลไก่:ยูเรีย:รำข้าว เท่ากับ 49:30:20:1:0 และ 39.5:20:25:0.5:15 สำหรับสูตร 2. แต่เนื่องจากการทดลองเลี้ยงโคด้วยอาหารหมักทั้ง 2 สูตรนี้ จำเป็นจะต้องให้อาหารชั้นเสริมอีกเพราะระดับโปรตีนในอาหารหมักทั้ง 2 สูตร ค่อนข้างต่ำ มีค่าเท่ากับ 7.8 และ 9.2% ตามลำดับ, รวมทั้งการเลี้ยงโคของเกษตรกรที่จะไปทำการสาธิตนั้นเป็นการเลี้ยงขุนด้วยอาหารชั้นและฟางข้าว, ฉะนั้น การที่จะใช้อาหารหมักทั้ง 2 สูตร ดังกล่าวแล้ว จะไม่สะดวกแก่เกษตรกร เพราะเกษตรกรยังคงต้องการให้อาหารชั้นด้วย. จากสาเหตุดังกล่าวทำให้เกษตรกรเกิดความคิดว่า การเลี้ยงโคด้วยอาหารหมักค่อนข้างยุ่งยาก ยังจำเป็นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารชั้นมาเสริมอีก. จึงได้ทำการศึกษาปรับปรุงคุณภาพของอาหารหมักให้มีระดับโปรตีนสูงขึ้น คือประมาณ 13-15% เพื่อจะใช้เลี้ยงโคโดยไม่ต้องให้อาหารชั้นเสริม. ในการปรับปรุงสูตรใหม่ได้ใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน ซึ่งมีราคาถูกและหาง่ายในท้องถิ่น โดยทดลองหมักที่ 7ท. ใช้ถึงหมักขนาดความจุ 100 กิโลกรัม (รูปที่ 12) จำนวน 3 สูตร และมีอาหารหมักสูตร 1 จากการทดลองในข้อ 3.4 เปรียบเทียบ (ตารางที่ 6), วิธีการผลิตอาหารหมักใช้วิธีที่กล่าวไว้แล้วในข้อ 3.4.

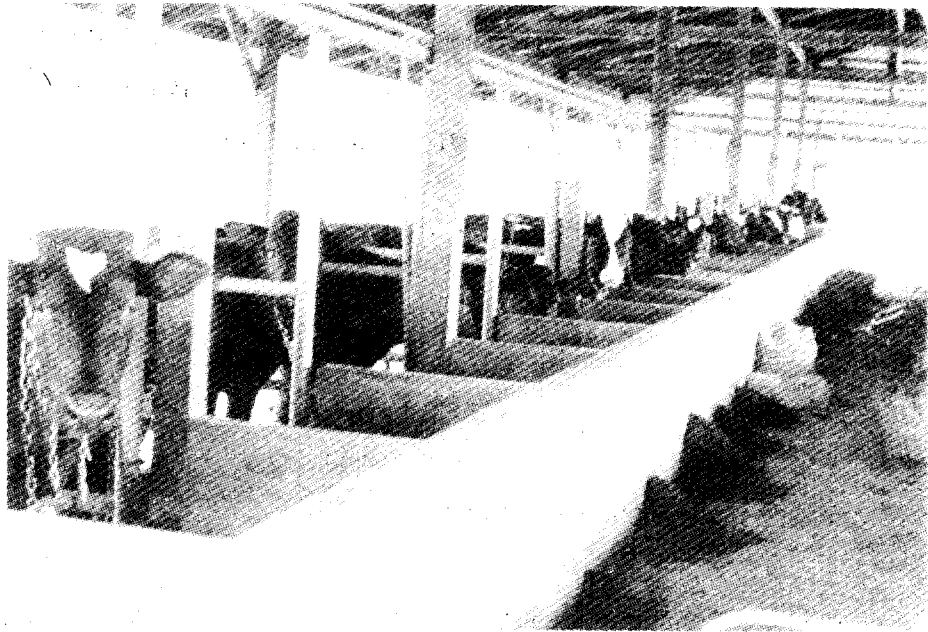
ตารางที่ 6. อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการผสมอาหารหมักสูตรต่าง ๆ ในถังหมัก 100 กิโลกรัม ทดลองที่ วท.

สูตร	ฟางข้าวปรับปรุง (%)	มันเส้น (%)	มูลไก่ (%)	ยูเรีย (%)	รำข้าว (%)	ข้าวโพค (%)	ใบกระถิน (%)
1	49	30	20	1			
2	25	20	25	1	10		19
3	39		20	1	30		10
4	30		25	1	29	15	

หมายเหตุ รายงานตามสภาพหน้าหนักแห้ง



รูปที่ 10. โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ทดลองเลี้ยงที่ฟาร์มโคนมของภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.



รูปที่ 11. โรงเรือนทดลอง ที่ฟาร์มโคนมของภาควิชาสัตวบาล  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.



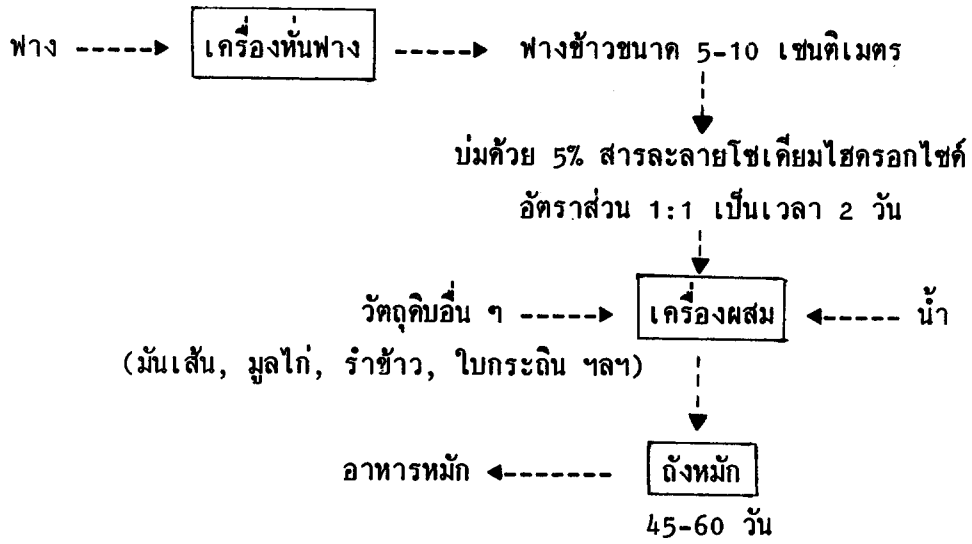
รูปที่ 12. ถังหมักอาหารสัตว์ ขนาดบรรจุ 100 กิโลกรัม.

3.5.2 การผลิตอาหารหมักโดยเกษตรกร. การดำเนินการขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการแนะนำและสาธิตให้เกษตรกรทำการผลิตอาหารหมักขึ้นเอง โดยใช้วัสดุเกษตรกรที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น, ตลอดจนให้เกษตรกรเลี้ยงโคเนื้อด้วยอาหารหมักที่ผลิตขึ้น โดยเปรียบเทียบกับอาหารที่ใช้อยู่แต่เดิม. เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ คือ นายทองมาก แสงศิษฐ์ ซึ่งมีฟาร์มเลี้ยงโคเนื้ออยู่ที่บ้านเลขที่ 111 หมู่ 5 ตำบลหนองปลาหมอ, อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี.

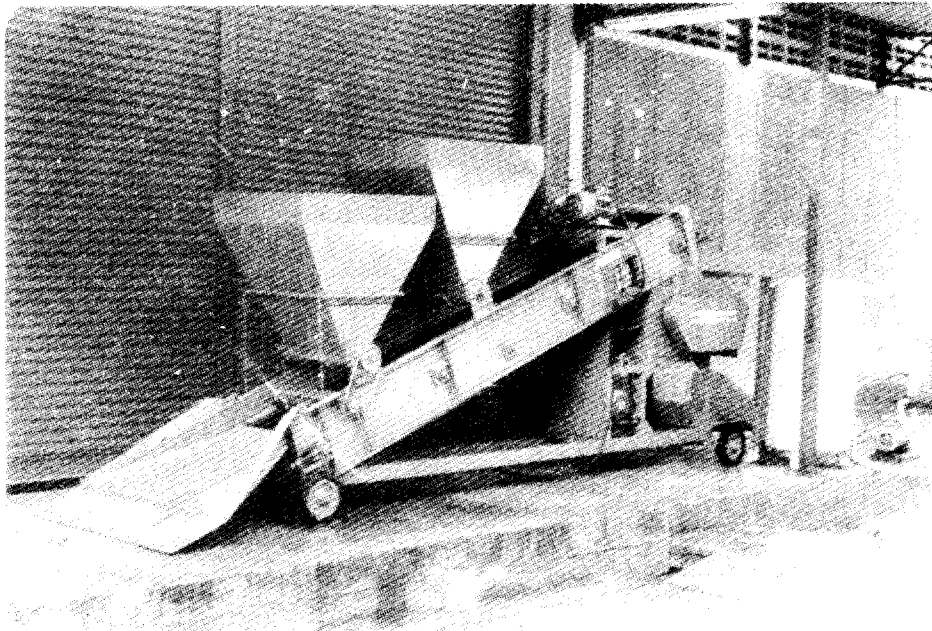
การผลิตอาหารสัตว์ของเกษตรกร ผลิตครั้งละประมาณ 3 ตันน้ำหนักแห้ง, ใช้หลุมหมักขนาด 0.75 x 2.40 x 4.93 เมตร จำนวน 2 หลุม. วิธีการหมักอาหารสัตว์มีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 13 ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกันกับการทดลองในข้อ 3.4. อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ได้จากผลการทดลองในข้อ 3.5.1 ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 7. เครื่องผสมอาหารใช้เครื่องที่จัดสร้างโดย วท. (รูปที่ 14), ระยะเวลาการหมัก 2 เดือน จึงเปิดออกใช้เลี้ยงโค. การหมักอาหารสัตว์ทำทุกเดือนตลอดการทดลองรวม 5 หลุม.

ตารางที่ 7 ส่วนผสมของอาหารหมักที่ผลิตในฟาร์มของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง

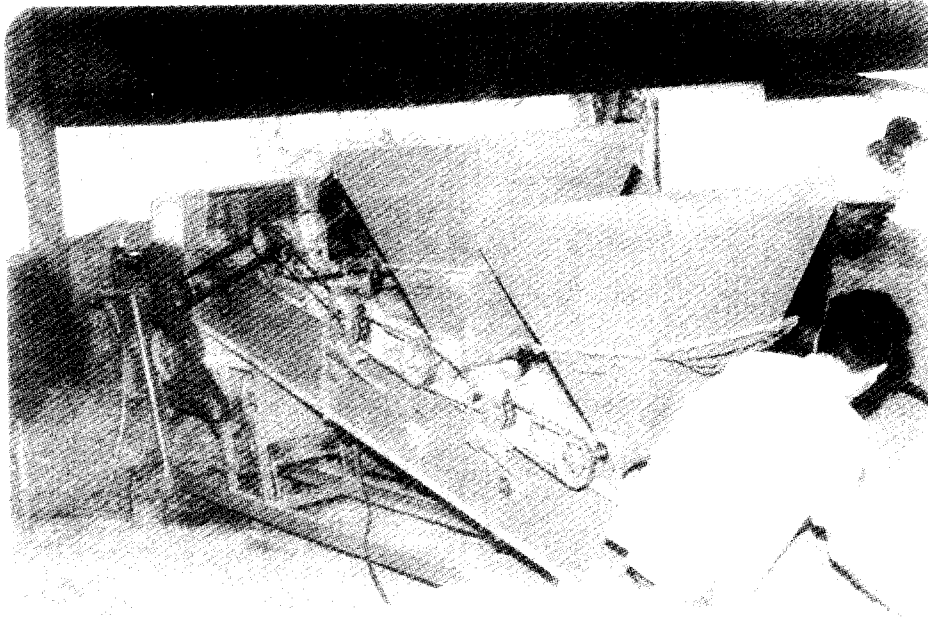
องค์ประกอบ	น้ำหนักแห้ง (กก.)
ฟางข้าว	750
มันเส้น	600
มูลไก่	750
ยูเรีย	30
รำข้าว	300
ใบกระถิน	570



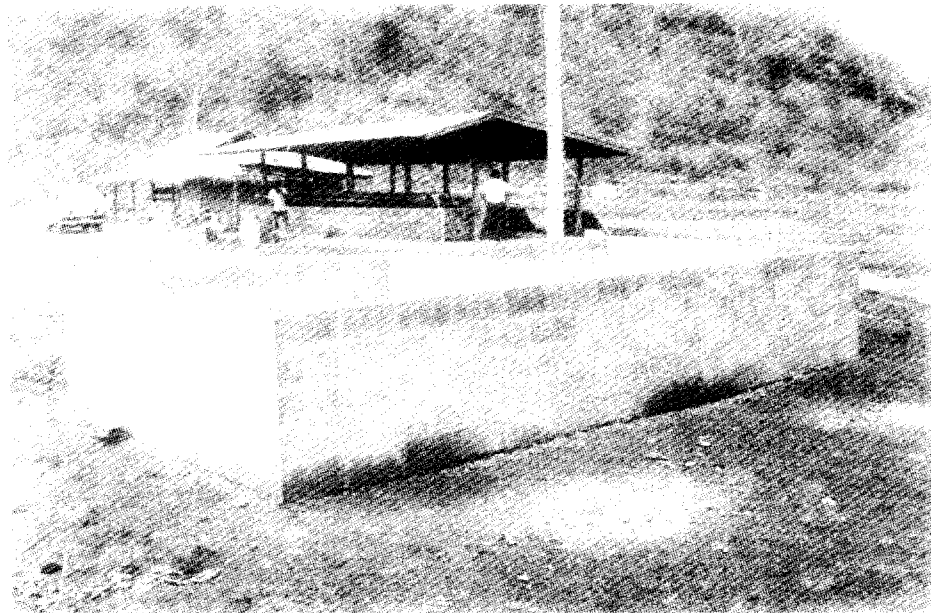
รูปที่ 13. แผนผังแสดงขั้นตอนการหมักอาหารสัตว์.



รูปที่ 14. เครื่องผสมอาหารสัตว์ที่จัดสร้างโดย วท.



รูปที่ 15. แสดงการผสมอาหารสัตว์ด้วยเครื่องผสมอาหารสัตว์.



รูปที่ 16. หลุมหมักอาหารสัตว์ของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี.

3.5.3 การเลี้ยงโคด้วยอาหารหมักโดยเกษตรกร. วิธีการเลี้ยงโคด้วยอาหารหมักของเกษตรกร ใช้วิธีเดียวกันกับที่ทดลองเลี้ยงโคที่ฟาร์มโคของภาควิชาสัตวบาล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กล่าวคือ แบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ตัว เป็นเพศผู้ทั้งหมด. โคมีอายุระหว่าง 9-15 เดือน (รูปที่ 17, 18) มีน้ำหนักตัวของกลุ่มเฉลี่ย 168.08 และ 173.48 กิโลกรัมเลี้ยงโดยวิธีผู้กลุ่มประจำที่. ระยะเวลาเลี้ยงโค 29 สัปดาห์ มีการถ่ายพยาธิและให้วัคซีนให้เวลาโคปรับตัวให้เคยชินกับอาหารหมักเป็นเวลา 2 สัปดาห์. อาหารหมักที่ใช้เลี้ยงมีความชื้นและโปรตีนดังแสดงในตารางที่ 23 ซึ่งจะทำให้การเปรียบเทียบกับอาหารชั้นที่เกษตรกรใช้เลี้ยงอยู่เดิม.

โคกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ ให้กินฟางข้าวเต็มที่ และอาหารชั้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง (ตารางที่ 8) ซึ่งมีปริมาณโปรตีนจากการผสมอาหารชั้น 3 ครั้ง ดังนี้คือ 11.4, 14.2 และ 13.7% หรือมีค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนตลอดการเลี้ยง 13.1%.

โคกลุ่มที่ 2 ให้กินอาหารหมักที่เกษตรกรผลิตเอง (ตารางที่ 7).

การให้อาหารโค ให้ในตอนเช้าวันละ 1 ครั้ง และชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือในเช้าวันรุ่งขึ้นก่อนให้อาหารใหม่, ปริมาณอาหารที่ให้โคกินคำนวณจากตารางของ NRC (1978).

การชั่งน้ำหนักตัว กระทำทุก 2 สัปดาห์, ส่วนการเจาะเลือดมิได้กระทำเมื่อเริ่มทดลองเลี้ยง. แต่หลังจากเลี้ยงไปแล้ว 1 เดือน ได้เริ่มทำการเจาะเลือด โดยกระทำเดือนละครั้ง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น.

ตารางที่ 8. อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ผสมในอาหารชั้นของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

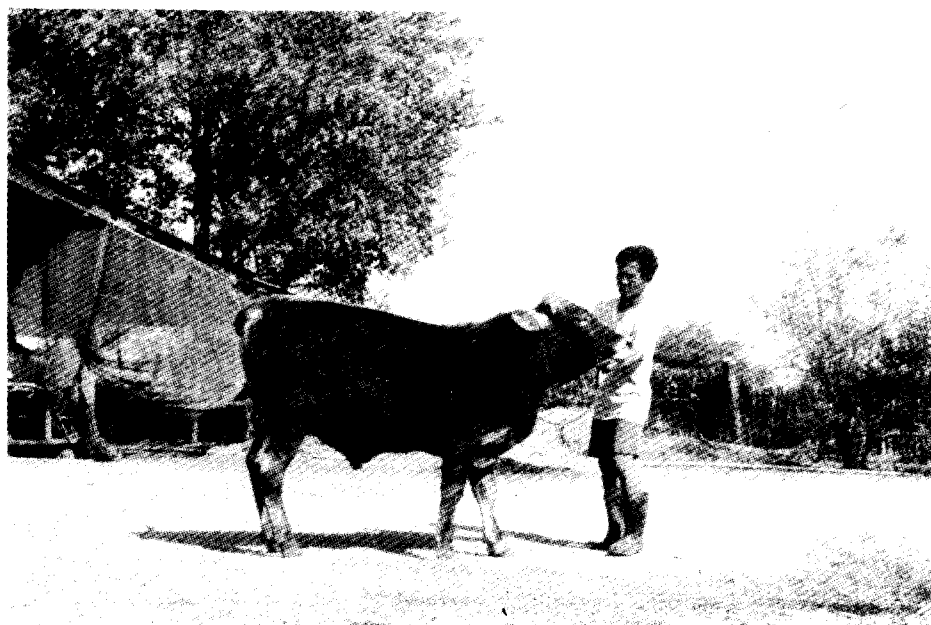
องค์ประกอบ	น้ำหนักแห้ง (กก.)
ข้าวโพด	60
รำข้าว	20
ปลายข้าว	10
ใบกระถิน	10

หมายเหตุ ราคาอาหารชั้นเฉลี่ยตลอดการเลี้ยง เท่ากับ 3.80 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

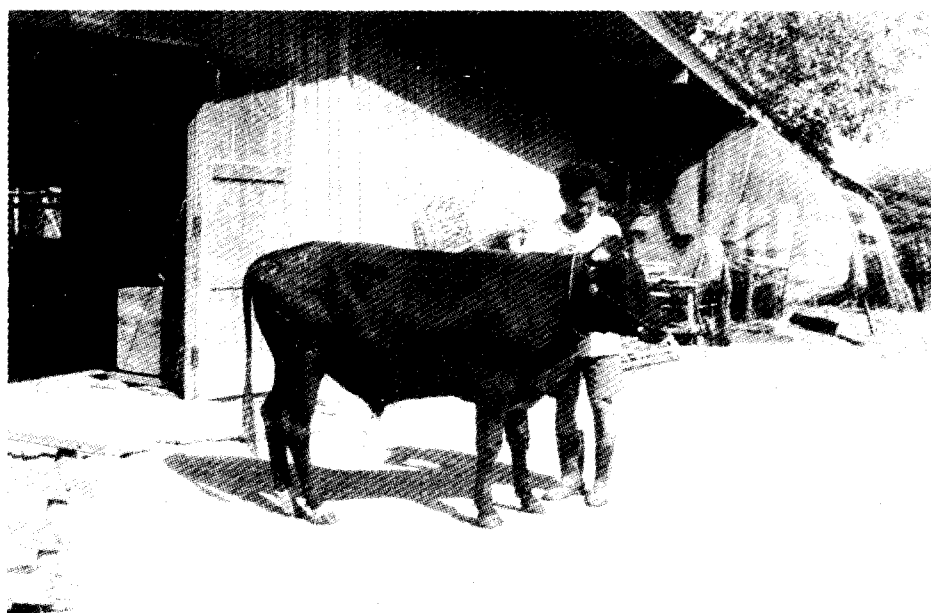
### 3.6 การศึกษาหาชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักอาหารสัตว์

ในระยะเวลา 2 เดือนของการหมักอาหารสัตว์ ได้ทำการเก็บตัวอย่างอาหารที่หมักไว้ในหลุมหมักเพื่อศึกษาหาชนิดของจุลินทรีย์และปริมาณของจุลินทรีย์ในแต่ละช่วงเวลากการหมัก. โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรีย, ยีสต์, รา, coliform และแลคติกแอซิดแบคทีเรีย. ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อและเทคนิคการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมตามชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำการศึกษา (Harrigan & McCance 1966; Sharf 1966).

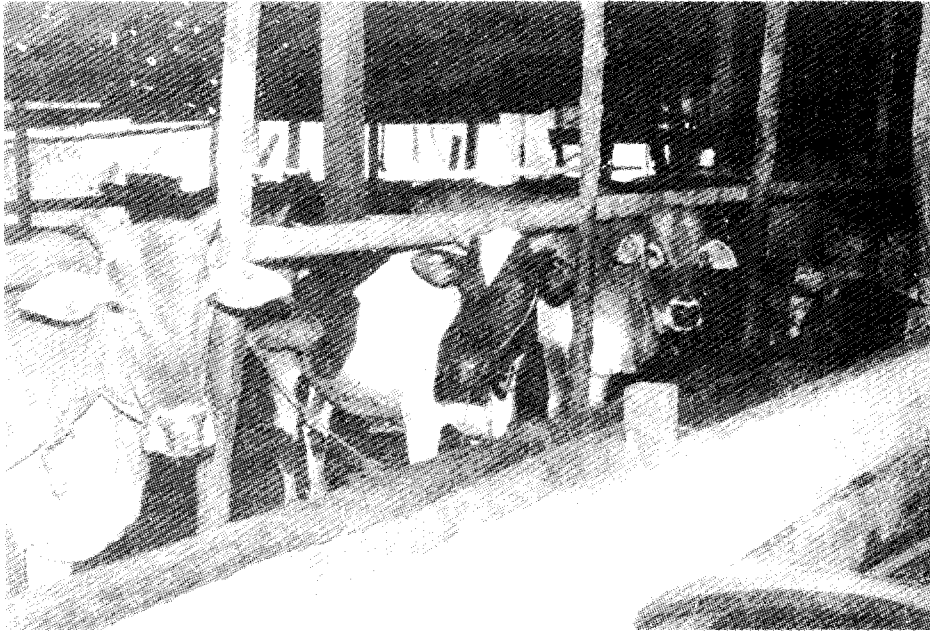




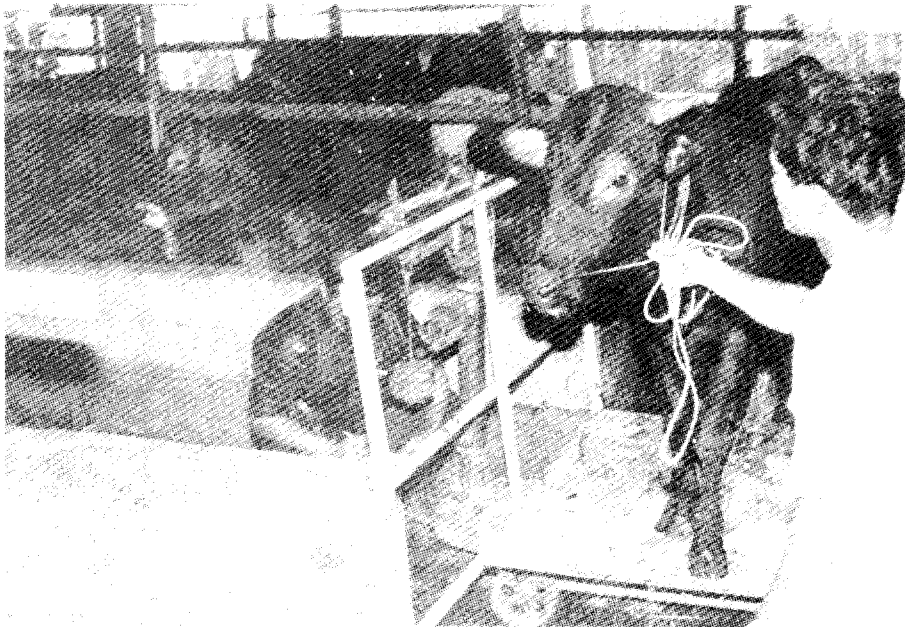
รูปที่ 17. โกลูกผสมบราวน์สวิส เลี้ยงที่ฟาร์มของเกษตรกร บ้านหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี.



รูปที่ 18. โกลูกผสมไฮลส์ไธน์ เลี้ยงที่ฟาร์มของเกษตรกร บ้านหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี.



รูปที่ 19. โรงเรือนที่ใช้เลี้ยงโคของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี.



รูปที่ 20. เครื่องชั่งน้ำหนักโคของเกษตรกร อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี.



รูปที่ 21. การเลี้ยงโคของเกษตรกร ด้วยอาหารหมัก.

#### 4. ผลและวิจารณ์

##### 4.1 การปรับปรุงฟางข้าวด้วยต่าง

จากผลวิเคราะห์การย่อยในหลอดทดลองของฟางข้าวที่ปรับปรุงด้วยต่าง คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 2, 3, 4, 5 และ 6% และระยะเวลาการบ่ม 0, 1, 2 และ 3 วัน ดังแสดงในตารางที่ 9 และ 10 พบว่า การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุของฟางข้าวปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้นของต่างที่สูงขึ้น. อย่างไรก็ตามที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 5 และ 6% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มฟางข้าวด้วยต่างที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 2% ไม่มีผลให้การย่อยได้เพิ่มขึ้น, แต่จะมีผลที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 3-6% โดยที่ระดับความเข้มข้น 6% บ่มนาน 3 วัน มีการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุสูงสุด (70.6%), แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการย่อยได้ของฟางข้าวที่ระดับความเข้มข้น 5% บ่มนาน 2 และ 3 วัน (66.6% และ 68.8% ตามลำดับ). จากผลการทดลองนี้จึงสรุปใช้ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5% ระยะเวลาการบ่ม 2 วัน สำหรับการศึกษาดทดลองต่อไป.

ตารางที่ 9. เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของฟางข้าวที่บ่มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเวลาในการบ่มต่างกัน

ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)	เวลาบ่ม (วัน)			
	0	1	2	3
0	33.9 <sub>a</sub>	35.0 <sub>a</sub>	35.6 <sub>a</sub>	36.0 <sub>a</sub>
2	43.6 <sub>b</sub>	42.3 <sub>b</sub>	42.5 <sub>b</sub>	44.6 <sub>b</sub>
3	49.1 <sub>c</sub>	53.8 <sub>de</sub>	51.8 <sub>cd</sub>	54.4 <sub>def</sub>
4	54.6 <sub>def</sub>	56.8 <sub>efg</sub>	56.7 <sub>efg</sub>	59.7 <sub>gh</sub>
5	59.8 <sub>gh</sub>	60.3 <sub>hi</sub>	63.2 <sub>ij</sub>	65.2 <sub>jk</sub>
6	57.4 <sub>fgh</sub>	60.8 <sub>hi</sub>	65.3 <sub>jk</sub>	67.1 <sub>k</sub>

หมายเหตุ อักษรเหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.1$ )

ตารางที่ 10. เปอร์เซนต์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของฟางข้าวที่บ่มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ระบุความเข้มข้นต่าง ๆ และเวลาในการบ่มต่างกัน

ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (%)	เวลาบ่ม (วัน)			
	0	1	2	3
0	34.7 <sub>a</sub>	34.8 <sub>a</sub>	35.5 <sub>a</sub>	36.3 <sub>a</sub>
2	46.1 <sub>b</sub>	44.8 <sub>b</sub>	43.7 <sub>b</sub>	45.5 <sub>b</sub>
3	50.4 <sub>c</sub>	53.3 <sub>cd</sub>	53.2 <sub>cd</sub>	55.1 <sub>de</sub>
4	56.2 <sub>de</sub>	58.8 <sub>ef</sub>	59.3 <sub>ef</sub>	62.8 <sub>fgh</sub>
5	61.8 <sub>fg</sub>	62.3 <sub>fgh</sub>	66.6 <sub>hij</sub>	68.8 <sub>ij</sub>
6	61.2 <sub>f</sub>	62.3 <sub>fgh</sub>	66.1 <sub>ghi</sub>	70.6 <sub>j</sub>

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.1$ )

#### 4.2 การศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบและระยะเวลาในการหมักอาหารสัตว์

ตารางที่ 11 แสดงถึงค่าความเป็นกรดต่างของอาหารหมักทั้ง 7 สูตร ที่ระยะเวลาการหมักต่างกัน. เมื่อเริ่มการหมักค่าความเป็นกรดต่างอยู่ระหว่าง 8.35-9.52, จากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 10 วันแรกของการหมัก และต่อจากนั้นจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก. เมื่อครบกำหนดเวลาการหมัก 60 วัน ค่าความเป็นกรดต่างของอาหารหมักทั้ง 7 สูตร มีค่าระหว่าง 4.92-5.52, โดยที่สูตร 3 มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำที่สุด เท่ากับ 4.92.

ระยะเวลาการหมักไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนในอาหารหมักทั้ง 7 สูตร (ตารางที่ 12). สูตร 2 และ 4 มีโปรตีนสูง คือมีค่าเฉลี่ย 7.3 และ 7.5% ตามลำดับ, ทั้งนี้เพราะทั้ง 2 สูตร มีส่วนผสมของแหล่งไนโตรเจน คือ มูลไก่ในปริมาณสูงถึง 30% ในขณะที่สูตร 3 และ 7 ซึ่งมีปริมาณโปรตีนต่ำ (5.3 และ 5.6% ตามลำดับ) มีส่วนผสมมูลไก่เพียง 10%.

ตารางที่ 11. ค่าความเป็นกรดต่างของอาหารหมัก 7 สูตร ในระยะเวลาการหมักต่างกัน

สูตร	ระยะเวลาการหมัก (วัน)						
	0	10	20	30	40	50	60
1	8.35	5.90	5.28	5.25	5.24	5.18	5.18
2	9.52	6.58	6.09	5.74	5.74	5.66	5.52
3	8.82	5.49	5.10	5.02	5.01	4.95	4.92
4	8.38	6.13	5.44	5.47	5.36	5.31	5.30
5	8.42	5.64	5.31	5.02	5.03	4.98	4.95
6	8.70	5.81	5.52	5.40	5.45	5.36	5.44
7	8.97	5.54	5.24	5.11	4.95	4.93	5.05

ตารางที่ 12. เปอร์เซนต์โปรตีนของอาหารหมัก 7 สูตร ในระยะเวลาการหมักต่างกัน

สูตร	ระยะเวลาการหมัก (วัน)							ค่าเฉลี่ย
	0	10	20	30	40	50	60	
1	6.1	6.4	6.4	6.4	6.1	6.3	6.6	6.3
2	8.2	7.3	6.9	7.0	6.6	7.8	7.5	7.3
3	4.6	5.2	5.5	5.1	5.6	5.7	5.5	5.3
4	7.6	7.4	7.3	7.4	7.6	7.3	7.4	7.5
5	6.1	6.2	6.4	6.1	6.4	6.2	6.2	6.2
6	6.3	6.6	6.5	6.1	6.2	6.7	6.9	6.5
7	5.1	5.6	5.5	5.4	5.1	5.7	5.9	5.6

ตารางที่ 13 และ 14 แสดงถึงการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุของอาหารหมักทั้ง 7 สูตร. พบว่า การเปลี่ยนแปลงการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันเมื่อระยะเวลาการหมักต่างกัน. ในช่วง 10 วันแรกของการหมัก การย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุจะลดลงอย่างรวดเร็ว, และหลังจากนั้นจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงมากนักจนครบ 60 วัน. สูตร 3 และ 5 มีการย่อยได้สูงตลอดระยะเวลาการหมัก ซึ่งสูตรทั้งสองนี้มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตคือมันเส้นสูงถึง 40% ทำให้มีการย่อยง่ายเพิ่มขึ้น.

จากการศึกษาอัตราส่วนของวัตถุดิบ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาการหมักระหว่าง 40-60 วัน ของความเป็นกรดต่าง, ปริมาณโปรตีน และการย่อยได้ ได้คัดเลือกสูตร 1 และ 4 เป็นสูตรที่จะใช้ในการศึกษาต่อไป.

ตารางที่ 13. เปอร์เซนต์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารหมัก 7 สูตร ในระยะเวลาการหมักต่างกัน

สูตร	ระยะเวลาการหมัก (วัน)						
	0	10	20	30	40	50	60
1	69.3	62.6	64.2	63.3	62.5	63.8	61.7
2	68.2	65.3	62.8	57.8	61.9	56.7	59.6
3	74.3	64.2	63.7	61.4	61.8	61.2	64.6
4	69.5	63.4	62.3	63.4	60.7	61.6	61.4
5	69.6	67.3	64.0	66.8	66.4	66.0	66.0
6	64.3	61.8	58.3	60.6	59.9	57.8	52.8
7	68.8	64.4	65.9	63.1	62.0	64.8	60.2

ตารางที่ 14. เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุของอาหารหมัก 7 สูตร ในระยะเวลาการหมักต่างกัน

สูตร	ระยะเวลาการหมัก (วัน)						
	0	10	20	30	40	50	60
1	71.0	63.0	65.8	65.4	64.3	65.3	63.0
2	70.1	65.7	62.7	56.0	59.3	57.1	56.1
3	77.1	65.5	66.2	64.2	63.3	63.8	66.6
4	70.8	64.2	62.7	64.9	61.6	62.8	62.3
5	71.4	68.4	66.1	68.2	68.6	67.7	67.9
6	66.4	63.3	59.4	62.6	58.6	58.5	52.3
7	72.0	67.0	68.7	66.1	64.3	67.8	62.5

#### 4.3 คุณค่าทางโภชนาและการย่อยได้ของอาหารหมักในแกะทดลอง

4.3.1 คุณค่าทางโภชนาของอาหารหมัก. ตารางที่ 15 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารหมัก 5 สูตร ที่ใช้ทดลองเลี้ยงแกะ. ปริมาณความชื้นของอาหารหมักสูตร 1-5 มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 69.0, 68.1, 69.0, 68.8 และ 70.4% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าความชื้นที่คำนวณไว้ที่ 65%.

ค่าความเป็นกรดต่างของอาหารหมัก สูตร 1-5 มีดังนี้คือ 5.01, 5.14, 5.82, 5.85 และ 4.93. สูตร 3 และ 4 มีค่าความเป็นกรดต่างสูง เนื่องจากมีส่วนผสมของยูเรีย 1%, โดยยูเรียปลดปล่อยแอมโมเนียออกมาทำให้ค่าความเป็นกรดต่างสูงขึ้น. สำหรับสูตร 5 แม้จะมียูเรียผสมอยู่ด้วย 0.5% แต่มีคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าสูตรอื่น คือ มีมันเส้น 20% และรำข้าว 15% ซึ่งมีส่วนช่วยให้การหมักดีกว่าสูตรอื่น เกิดกรดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความเป็นกรดต่างต่ำลง.



ตารางที่ 15. องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหมัก 5 สูตร ที่ใช้เลี้ยงแกะทดลอง

สูตร	ความเป็นกรดค่า	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	เถ้า (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)
1	5.01	69.0	6.6	3.9	22.6	26.0	40.9
2	5.14	68.1	7.7	3.2	19.4	35.3	34.4
3	5.82	69.0	10.0	3.0	22.4	24.9	39.7
4	5.85	68.8	10.5	2.9	16.8	34.6	35.2
5	4.93	70.4	10.7	5.1	21.5	30.4	32.3

หมายเหตุ รายงานตามสภาพน้ำหนักแห้ง ยกเว้นความชื้น

ปริมาณโปรตีนของสูตร 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 6.6 และ 7.7% ตามลำดับ. ส่วนสูตร 3, 4 และ 5 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าและมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 10.0, 10.5 และ 10.7% ตามลำดับ, ทั้งนี้เพราะสูตร 3, 4 และ 5 มียูเรียซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนผสมอยู่. สำหรับสูตร 5 แม้ว่าจะมียูเรียผสมอยู่น้อยกว่าสูตร 3 และ 4 คือมีเพียง 0.5% แต่เนื่องจากมีรำข้าว ซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนเช่นกันผสมอยู่ จึงทำให้ปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน.

ปริมาณไขมันของสูตร 1-5 มีค่าเท่ากับ 3.9, 3.2, 3.0, 2.9 และ 5.1% ตามลำดับ สูตร 5 มีปริมาณไขมันสูง เนื่องจากมีรำข้าวผสมอยู่ด้วย 15%.

ปริมาณเยื่อใยของอาหารหมักสูตร 1-5 มีค่าเท่ากับ 22.6, 19.4, 22.4, 16.8 และ 21.5% ตามลำดับ. สูตร 2 และ 4 มีปริมาณเยื่อใยต่ำ เนื่องจากมีฟางข้าวผสมอยู่น้อยกว่าสูตร 1 และ 3. ส่วนสูตร 5 แม้ว่าจะมีฟางข้าวผสมอยู่ด้วยในปริมาณต่ำเพียง 39.5% แต่เนื่องจากมีรำข้าวผสมอยู่ด้วยถึง 15% จึงทำให้ปริมาณเยื่อใยสูงขึ้น.

ปริมาณเถ้าของอาหารหมักสูตร 1-5 มีค่าเท่ากับ 26.0, 35.3, 24.9, 34.6 และ 30.4% ตามลำดับ. สูตร 1 และ 3 มีปริมาณเถ้าต่ำกว่าสูตร 2 และ 4 เนื่องจากมีส่วนผสมของมูลไก่น้อยกว่า.

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของอาหารหมักสูตร 1-5 มีค่าเท่ากับ 40.9, 34.4, 39.7, 35.2 และ 32.3% ตามลำดับ.

4.3.2 การย่อยได้ของอาหารหมักในกระตลอง. ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยของ ยอดโภชนะย่อยได้ และการย่อยได้ของอาหารหมัก 5 สูตร จากการทดลองเลี้ยงแกะ.

ยอดโภชนะย่อยได้ของสูตร 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 49.2%, แต่ไม่มีความแตกต่างกับสูตร 1 (47.7%). สูตร 5 มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับรองลงมา (41.3%), ส่วน 2 กับ 4 มียอดโภชนะย่อยได้ต่ำสุด และไม่มีมีความแตกต่างกัน คือเท่ากับ 37.5 และ 37.7% ตามลำดับ, ทั้งนี้เพราะทั้ง 2 สูตรนี้มีสัดส่วนของมูลไก่ผสมอยู่สูงถึง 30%.

การย่อยได้ของวัตถุแห้งของสูตร 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 49.7% ซึ่งสูงกว่าสูตร 2, 4 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (41.9, 40.1 และ 40.4% ตามลำดับ), แต่สูตร 3 ไม่มีความแตกต่างกับสูตร 1 (47.1%) สำหรับระหว่างสูตร 2, 4 กับสูตร 5 และระหว่างสูตร 1 กับสูตร 2 ไม่มีความแตกต่างกัน.

การย่อยได้ของโปรตีนของสูตร 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือเท่ากับ 48.0%, แต่ไม่แตกต่างจากสูตร 4 และ 5 (41.4 และ 41.9% ตามลำดับ). ส่วนสูตร 1 และ 2 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน (14.8 และ 25.9% ตามลำดับ) มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนต่ำกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ. สูตร 3, 4 และ 5 มีแหล่งไนโตรเจน คือ ยูเรีย ผสมอยู่ ทำให้เพิ่มโปรตีนย่อยได้.

การย่อยได้ของเถ้าทั้ง 5 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันคือเท่ากับ 11.7, 22.1, 13.4, 14.8 และ 11.5% ตามลำดับ.

ตารางที่ 16. ค่าเฉลี่ยของยอคโภชนะย่อยได้ และการย่อยได้ของอาหารหมัก 5 สูตร

สูตร	ยอคโภชนะย่อยได้ (%)	การย่อยได้ (%)					
		วัตถุดิบแห้ง	โปรตีน	เส้นใย	ไขมัน	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต
1	47.7 <sub>a</sub>	47.1 <sub>ab</sub>	14.8 <sub>b</sub>	11.7	76.3 <sub>ab</sub>	69.7 <sub>ab</sub>	59.3 <sub>a</sub>
2	37.5 <sub>c</sub>	41.9 <sub>bc</sub>	25.9 <sub>b</sub>	22.1	84.6 <sub>a</sub>	65.7 <sub>b</sub>	48.6 <sub>cd</sub>
3	49.2 <sub>a</sub>	49.7 <sub>a</sub>	48.0 <sub>a</sub>	13.4	78.1 <sub>ab</sub>	72.6 <sub>a</sub>	57.8 <sub>ab</sub>
4	37.7 <sub>c</sub>	40.1 <sub>c</sub>	41.4 <sub>a</sub>	14.8	70.7 <sub>ab</sub>	60.5 <sub>c</sub>	52.6 <sub>bc</sub>
5	41.3 <sub>b</sub>	40.4 <sub>c</sub>	41.9 <sub>a</sub>	11.3	67.1 <sub>b</sub>	65.5 <sub>b</sub>	46.4 <sub>d</sub>

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับความเชื่อมั่น 95%

การย่อยได้ของไขมันในสูตร 1-5 เท่ากับ 76.3, 84.6, 78.1, 70.7 และ 67.1% ตามลำดับ, สูตร 2 มีค่าการย่อยได้ของไขมันสูงสุด แต่ไม่แตกต่างจากสูตรอื่น ยกเว้นสูตร 5.

การย่อยได้ของเยื่อใยของสูตร 3 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 72.6% แต่ไม่แตกต่างจากสูตร 1, ไม่มีความแตกต่างระหว่างสูตร 1, 2 และ 5 (69.7, 65.7 และ 65.5% ตามลำดับ). สูตร 4 มีค่าการย่อยได้ของเยื่อใยต่ำสุด คือ 60.5%.

การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตของสูตร 1-5 เท่ากับ 59.3, 48.6, 57.8, 52.6 และ 46.4% ตามลำดับ, ไม่มีความแตกต่างระหว่างสูตร 1 กับ 3, ระหว่างสูตร 3 กับ 4, ระหว่างสูตร 2 กับ 4 และ ระหว่างสูตร 2 กับ 5, โดยที่สูตร 1 มีค่าการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตสูงสุด.

จากการพิจารณายอคโภชนะย่อยได้ การย่อยได้ของวัตถุดิบแห้งและโปรตีน พบว่าอาหารหมักสูตร 3 มีค่าดังกล่าวสูงสุด จึงได้คัดเลือกสูตร 3 และ 5 เป็นสูตรที่ใช้ในการศึกษาต่อไป.

#### 4.4 ผลของการใช้อาหารหมักในโคทดลอง

4.4.1 การเจริญเติบโตของโคทดลอง. ตารางที่ 17 แสดงถึงน้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลองของโคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 142.2, 139.6 และ 136.0 กิโลกรัม ตามลำดับ. ส่วนน้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 22 เท่ากับ 207.8, 195.2 และ 207.2 กิโลกรัม ตามลำดับ, แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งน้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง.

ในด้านการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคกลุ่ม 1-3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน คือเท่ากับ 65.6, 55.6 และ 71.2 กิโลกรัม ตามลำดับ. อย่างไรก็ตามโคกลุ่มที่ 3 มีการเพิ่มน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ยตลอดการทดลองสูงกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างชัดเจน.

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดการทดลอง จะพบว่าโคกลุ่ม 1-3 มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน คือเท่ากับ 0.43, 0.36 และ 0.48 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งเป็นอัตราการเจริญเติบโตของโคนม (0.5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน). อย่างไรก็ตามโคกลุ่มที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าโคกลุ่มที่ 1 และ 2.

ตารางที่ 17. น้ำหนักตัวเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง การเพิ่มน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตของโคทดลอง

ข้อมูล	โคทดลอง		
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
น้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง (กิโลกรัม)	142.2	139.6	136.0
น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กิโลกรัม)	207.8	195.2	207.2
น้ำหนักเพิ่ม (กิโลกรัม)	65.6	55.6	71.2
อัตราการเจริญเติบโต (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)	0.43	0.36	0.48

4.4.2 ปริมาณการกินอาหาร และประสิทธิภาพการใช้อาหาร. ตารางที่ 18 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้ง ยอดโภชนะย่อยได้และโปรตีนของโคทดลอง 3 กลุ่ม ตลอดการทดลอง 22 สัปดาห์.

ปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยของโคทดลองกลุ่ม 1-3 ตลอดการทดลองเท่ากับ 908.2, 727.5 และ 780.4 กิโลกรัม ตามลำดับ. แม้ว่าโคกลุ่มที่ 1 กินอาหารในรูปวัตถุแห้งมากกว่าอีก 2 กลุ่ม แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโคกลุ่ม 1 กับ 3 และระหว่างกลุ่ม 2 กับ 3.

ปริมาณการกินอาหารในรูปยอดโภชนะย่อยได้เฉลี่ยตลอดการทดลองของโคทดลองกลุ่ม 1-3 เท่ากับ 530.5, 410.7 และ 396.4 กิโลกรัม ตามลำดับ. ปรากฏว่าโคกลุ่มที่ 1 กินอาหารในรูปยอดโภชนะย่อยได้มากกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโคกลุ่มที่ 2 และ 3.

ปริมาณการกินอาหารในรูปโปรตีนเฉลี่ยตลอดการทดลองของโคทดลองกลุ่ม 1-3 เท่ากับ 104.3, 78.3 และ 92.1 กิโลกรัม ตามลำดับ. โคกลุ่ม 1 กินอาหารในรูปโปรตีนมากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโคกลุ่ม 1 กับ 3. ส่วนโคกลุ่ม 2 กินอาหารในรูปของโปรตีนต่ำกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

จากผลของการทดลองในเรื่องปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้ง, ยอดโภชนะย่อยได้และโปรตีน พบว่า โคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณการกินเฉลี่ยมากกว่าอีก 2 กลุ่ม, ทั้งนี้สาเหตุมาจากโคกลุ่มที่ 1 กินหญ้าขนสด ซึ่งเป็นอาหารที่ยาที่ใช้เลี้ยงโคอยู่โดยทั่วไป และโคมีความเคยชินกับหญ้าขนสดที่อยู่แล้ว. สำหรับอาหารหมักเป็นอาหารใหม่ซึ่งโคไม่เคยกินมาก่อน ประกอบทั้งโคทดลองบางตัวชอบกินอาหารหมัก แต่บางตัวก็ไม่ชอบกิน.

ตารางที่ 19 แสดงถึงประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัมของวัตถุแห้ง, ยอดโภชนะย่อยได้ และโปรตีน ตลอดการทดลอง โดยที่โคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัมวัตถุแห้ง เท่ากับ 14.00, 13.17 และ 11.44 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน.

ตารางที่ 18 ปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้ง ยอดโภชนะย่อยได้ และโปรตีน  
ของโคทดลอง เฉลี่ยตลอดการทดลอง

โคกลุ่มที่	ปริมาณการกินอาหาร (กิโลกรัม)		
	วัตถุแห้ง	ยอดโภชนะย่อยได้	โปรตีน
1	908.2 <sub>a</sub>	530.5 <sub>a</sub>	104.3 <sub>a</sub>
2	727.5 <sub>b</sub>	410.7 <sub>b</sub>	78.3 <sub>b</sub>
3	780.4 <sub>ab</sub>	396.4 <sub>b</sub>	52.1 <sub>a</sub>

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัม  
ของยอดโภชนะย่อยได้ของโคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 8.17, 7.44 และ 5.82  
กิโลกรัม ตามลำดับ. โคกลุ่มที่ 3 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารในรูปกิโลกรัมของยอดโภชนะย่อย  
ได้ดีกว่าอีก 2 กลุ่ม แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโคกลุ่มที่ 1 และ 2.

ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัม  
ของโปรตีนของโคกลุ่ม 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 1.61, 1.42 และ 1.35 กิโลกรัม ตาม  
ลำดับ และไม่มีความแตกต่างกัน.

ตารางที่ 19. ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัมของวัตถุแห้ง ยอดโภชนะย่อยได้ และโปรตีนของโคทดลอง เฉลี่ยตลอดการทดลอง

โคกลุ่มที่	ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (กิโลกรัม)		
	วัตถุแห้ง	ยอดโภชนะย่อยได้	โปรตีน
1	14.00	8.17 <sub>a</sub>	1.61
2	13.17	7.44 <sub>a</sub>	1.42
3	11.44	5.82 <sub>b</sub>	1.35

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 19 สรุปได้ว่า โคกลุ่มที่ 3 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัมของวัตถุแห้ง, ยอดโภชนะย่อยได้ และโปรตีนตลอดการทดลองดีกว่าอีก 2 กลุ่ม. ส่วนโคกลุ่มที่ 1 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำสุด.

#### 4.4.3 ค่าโลหิตวิทยาและยูเรียในโตรเจนในเลือด

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยตลอดการทดลองของค่าความเข้มข้นโมโกลบิน, ค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่น, และยูเรียในโตรเจนในเลือด ของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม เมื่อเริ่มการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้ว.

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 22 โคกลุ่มที่ 1 มีค่าความเข้มข้นโมโกลบินเท่ากับ 7.1 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ซึ่งสูงกว่าอีก 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโคกลุ่มที่ 2 และ 3 (6.3 และ 6.5 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ). ค่าความเข้มข้นโมโกลบินของโคกลุ่ม 2 และ 3 มีค่าต่ำไม่ใช่เกิดจากกินอาหารหมัก แต่เนื่องจากโคทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าความเข้มข้นโมโกลบินต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 1 ตั้งแต่เริ่มทำการทดลอง. อย่างไรก็ตาม โคทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าความเข้มข้นโมโกลบินใกล้เคียงกับโคนมของภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ตารางที่ 20. ค่าความเข้มข้นโมลโกลบิน ค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่น และยูเรียไนโตรเจนในเลือดเฉลี่ยตลอดการทดลอง

ข้อมูล	โลหิตแดง		
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
ค่าความเข้มข้นโมลโกลบินเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	7.8	6.6	6.8
ค่าความเข้มข้นโมลโกลบินเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	7.1 <sub>a</sub>	6.3 <sub>b</sub>	6.5 <sub>b</sub>
ค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นเมื่อเริ่มการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)	31.6	29.3	29.0
ค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)	29.2	25.9	26.8
ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดเมื่อเริ่มการทดลอง (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)	4.0	9.1	5.8
ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)	9.1	10.7	12.0

หมายเหตุ: อักษรที่เหมือนกันบนบรรทัดเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นเฉลี่ยตลอดการทดลองของโคกลุ่ม 1-3 มีค่าเท่ากับ 29.2, 25.9 และ 26.8% ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงปกติของโคนม (24-46%) และไม่มี ความแตกต่างกันระหว่างโคทั้ง 3 กลุ่ม. โคกลุ่มที่ 1 มีค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นเฉลี่ยสูงกว่าโคอีก 2 กลุ่ม เนื่องจากค่าปริมาตรเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นของโคกลุ่มที่ 1 สูงกว่าอีก 2 กลุ่ม ตั้งแต่เริ่มการทดลอง.



ยูเรียไนโตรเจนในเลือดเฉลี่ยตลอดการทดลองของโคกลุ่ม 1-3 มีค่าเท่ากับ 9.1, 10.7 และ 12.0 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ. พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างโคทั้ง 3 กลุ่ม และค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดอยู่ในช่วงปกติของโคนม คือ 6-27 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Kaneko and Cornelius 1971). แต่โคกลุ่มที่ 2 และ 3 มีค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดสูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 ตลอดการทดลอง เพราะโคทั้ง 2 กลุ่ม มีค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดสูงกว่าตั้งแต่เริ่มการทดลอง, และโคทั้ง 2 กลุ่ม กินอาหารหมักที่มียูเรียผสมอยู่ด้วย.

จากผลการทดลองนี้ สรุปได้ว่า โคทั้ง 3 กลุ่ม มีสุขภาพปกติ เมื่อกินอาหารหมักหรืออาหารสูตรเปรียบเทียบ.

4.4.4 ต้นทุนค่าอาหารทดลอง. ค่าใช้จ่ายด้านอาหารเฉลี่ยตลอดการทดลอง และในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของโคทดลองมีแสดงไว้ในตารางที่ 21. ค่าอาหารทั้งหมดในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของโคทั้ง 3 กลุ่ม เท่ากับ 25.40, 38.50 และ 34.40 บาท ตามลำดับ, โดยแบ่งออกเป็นอาหารชั้น 19.10, 15.10 และ 12.70 บาท ตามลำดับ, และอาหารหยাব 6.30, 23.40 และ 21.70 บาท ตามลำดับ.

โคกลุ่มที่ 1 เสียค่าอาหารทั้งหมดในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ค่ากว่าอีก 2 กลุ่ม, แต่โคกลุ่มที่ 3 เสียค่าใช้จ่ายอาหารชั้นค่าที่สุุดเมื่อเทียบกับอีก 2 กลุ่ม. ส่วนอาหารหยาบโคกลุ่มที่ 1 กินหญ้าขจรดี ซึ่งมีราคาถูกลงกว่าอาหารหมักทั้ง 2 สูตรมาก.

ตารางที่ 21. ค่าใช้จ่ายด้านอาหารเฉลี่ยตลอดการทดลอง และในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของโคทดลอง

ข้อมูล	โคทดลอง		
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
ค่าอาหารรวมตลอดการทดลอง (บาทต่อตัว)	1,665.30	2,140.90	2,451.40
ค่าอาหารทั้งหมดในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท)	25.40	38.50	34.40
ค่าอาหารชั้นในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท)	19.10	15.10	12.70
ค่าอาหารหยาบในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท)	6.30	23.40	21.70

#### 4.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้อาหารหมักให้แก่เกษตรกร

##### 4.5.1 การปรับปรุงสูตรอาหารหมักใหม่

ตารางที่ 22 แสดงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณใยชาในค้ของอาหารหมัก 4 สูตร ที่ทดลองหมักที่ วท. ใช้กึ่งหมักขนาดจุ 100 กิโลกรัม ระยะเวลาการหมัก 8 สัปดาห์, ค่าความเป็นกรดต่างของสูตร 1-4 เท่ากับ 5.00, 6.25, 5.80 และ 5.78 ตามลำดับ, และ ความชื้น เท่ากับ 63.02, 55.82, 60.12 และ 51.80% ตามลำดับ.

ปริมาณโปรตีนสูตร 2, 3 และ 4 เท่ากับ 17.47, 15.84 และ 15.00% ตามลำดับ. สูตร 1 มีค่าโปรตีนต่ำกว่า 10.71% ทั้งนี้เพราะสูตร 1 ไม่มีรำข้าว, ข้าวโพด หรือไบกระถินผสมอยู่ด้วย แต่มีมันเส้นอยู่สูงถึง 30%.

ปริมาณไขมันของสูตร 1-4 มีค่าเท่ากับ 1.57, 3.35, 6.50 และ 7.93% ตามลำดับ. สูตร 1 มีปริมาณไขมันต่ำ เพราะไม่มีรำข้าวผสม.

ปริมาณเยื่อใยของสูตร 1-4 มีค่าเท่ากับ 22.22, 17.59, 19.41 และ 13.95% ตามลำดับ. สูตร 4 มีปริมาณเยื่อใยต่ำ เนื่องจากไม่มีไบกระถินผสมอยู่. ส่วนสูตร 1 มีฟางข้าวผสมอยู่ด้วยถึง 49% จึงทำให้ปริมาณเยื่อใยสูง.

ปริมาณเถ้าของสูตร 1-4 เท่ากับ 27.04, 43.01, 44.98 และ 30.95% ตามลำดับ และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเท่ากับ 28.23, 19.83, 15.21 และ 23.70% ตามลำดับ.

อาหารหมักสูตรที่หวังถึง ระบุของมันเส้น คือ สูตร 1 และ 2 ตรวจไม่พบสารพิษไซยาไนด์หลงเหลืออยู่เลยเมื่อสิ้นสุดการหมัก, สูตร 2 ซึ่งมีมันเส้นผสมอยู่ด้วยได้นำไปใช้เลี้ยงโคของเกษตรกร.

ตารางที่ 22. องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณไซยาไนด์ของอาหารหมักสูตรปรับปรุงใหม่  
ทดลองหมักที่ 7ท.

องค์ประกอบ	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ความเป็นกรดต่าง	5.80	6.25	5.80	5.78
ความชื้น (%)	63.02	55.82	6.12	51.80
โปรตีน (%)	10.71	17.47	15.84	15.00
ไขมัน (%)	1.57	3.35	6.50	7.93
เยื่อใย (%)	22.22	17.59	19.41	13.95
เถ้า (%)	27.04	43.01	44.98	30.95
คาร์โบไฮเดรต (%)	28.23	19.83	13.21	23.70
ไซยาไนด์ (ppm)	0	0		
แคลเซียม (%)	1.92	7.05	2.47	2.47
เหล็ก (ppm)	0.11	1.48	0.24	0.18
แมกนีเซียม (%)	0.29	0.36	0.53	0.49
โซเดียม (%)	1.31	0.87	1.48	0.65
โพแทสเซียม (%)	0.78	0.81	0.79	0.76
ทองแดง (ppm)	0.00033	0.0013	0.00066	0.00066
แมงกานีส (ppm)	0.033	0.056	0.033	0.033
สังกะสี (ppm)	0.011	0.022	0.013	0.0099

หมายเหตุ รายงานตามสภาพน้ำหนักแห้ง ยกเว้นความชื้น

4.5.2 อาหารหมักที่ผลิตโดยเกษตรกร. อาหารหมักที่ทำการผลิตเพื่อใช้เลี้ยงโคที่ราชบุรี  
รวม 5 หลุมหมัก มีค่าเฉลี่ยความชื้น 59.19%, โปรตีน 13%, และไม่มีไซยาไนด์หลงเหลืออยู่  
ดังแสดงในตารางที่ 23. ปริมาณโปรตีนในอาหารหมักทั้ง 5 หลุม แปรปรวน ทั้งนี้เป็นเพราะ  
วัตถุดิบที่ใช้มาจากแหล่งต่างกันและฤดูกาลที่แตกต่างกัน.

ตารางที่ 23. ปริมาณความชื้น โปรตีน และใยอาหารในอาหารหมักที่ใช้เลี้ยงโค ที่อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ระยะเวลาการหมัก 2 เดือน

หลุมหมักที่	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ใยอาหารไนต์ (ppm)
1	64.62	10.63	0
2	64.10	17.56	0
3	59.22	15.57	0
4	50.92	12.57	0
5	57.08	9.99	0
เฉลี่ย	59.19	13.26	0

4.5.3 ผลของการเลี้ยงโคของเกษตรกร. น้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ยของโคกลุ่ม 1, 2 เท่ากับ 172.65 และ 168.18 กิโลกรัม ตามลำดับ, หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 29 สัปดาห์ มีน้ำหนัก 292.00 และ 279.20 กิโลกรัม ตามลำดับ แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทั้งน้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง. อัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.599 และ 0.569 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งก็ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 24).

ปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 1,524.9 และ 1,229.6 กิโลกรัม ตามลำดับ. โคกลุ่มที่ 1 กินอาหารในรูปวัตถุแห้งมากกว่ากลุ่ม 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพราะโคของเกษตรกรมีความเคยชินกับอาหารข้นและพางข้าวอยู่แล้ว. ส่วนอาหารหมักเป็นอาหารใหม่ โคในกลุ่มมีบางตัวที่ไม่ชอบกิน ทำให้ปริมาณการกินอาหารในรูปวัตถุแห้งเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ. ปริมาณการกินอาหารในรูปโปรตีนเฉลี่ยตลอดการทดลองของโค ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน, มีค่าเท่ากับ 167.74 และ 163.04 กิโลกรัม ตามลำดับ.

ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัมของวัตถุแห้งของโคกลุ่มที่ 2 สูงกว่าโคกลุ่ม 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, โดยโคกลุ่ม 1 และ 2

มีประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปวัตต์แห่ง เท่ากับ 12.74 และ 11.19 กิโลกรัม ตามลำดับ. แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารในรูปของโปรตีนของ โคทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน, กล่าวคือ ประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมเฉลี่ยในรูปกิโลกรัมของโปรตีนเท่ากับ 1.41 และ 1.47 กิโลกรัม ตามลำดับ.

โคทั้ง 2 กลุ่ม ที่เลี้ยงด้วยอาหารหมักและอาหารเปรียบเทียบมีสุขภาพปกติจากการสังเกตด้วยตาของเกษตรกรเอง. เนื่องจากเกิดปัญหาขัดข้องบางประการทำให้ไม่สามารถเจาะเลือดเมื่อเริ่มเลี้ยง ทำให้การวิเคราะห์หาค่าโลหิตวิทยาและยูเรียไนโตรเจนในเลือดกระทำได้เฉพาะในระหว่างการเลี้ยงเท่านั้น, จึงไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบผลความแตกต่างเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการเลี้ยงได้. ผลวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดมีดังนี้:

ตารางที่ 24. การเจริญเติบโตและการใช้อาหารของโคที่เกษตรกรเลี้ยงที่บ้านหนองปลาหมอ

ข้อมูล	กลุ่มที่ 1 (ฟาง+อาหารชั้น)	กลุ่มที่ 2 (อาหารหมัก)
จำนวนโค (ตัว)	5	5
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มเลี้ยง (กก.)	172.65	168.18
น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง (กก.)	292.00	279.20
น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยตลอดการเลี้ยง (กก.)	119.35 <sub>a</sub>	111.02 <sub>a</sub>
ระยะเวลาการเลี้ยง (สัปดาห์)	29	29
อัตราการเจริญเติบโต (กก./ตัว/วัน)	0.599 <sub>b</sub>	0.569 <sub>b</sub>
อาหารที่กินตลอดการเลี้ยง (กก.)		
วัตต์แห่ง	1,524.91 <sub>c</sub>	1,229.57 <sub>d</sub>
โปรตีน	167.74 <sub>e</sub>	163.04 <sub>e</sub>
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร(กก./การเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก.)		
วัตต์แห่ง	12.74 <sub>f</sub>	11.19 <sub>g</sub>
โปรตีน	1.41 <sub>h</sub>	1.47 <sub>h</sub>

หมายเหตุ อักษรที่เหมือนกันบนบรรทัดเดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

โคกลุ่มที่ 1 มีค่าความเข้มข้นโมโกลบ็นสูงกว่ากลุ่ม 2 คือ เท่ากับ 8.79 และ 7.33 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร.

ถ้าปริมาตรเมล็ดโศทิตแดงอัดแน่นเฉลี่ยตลอดการทดลองของโคทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 25.7 และ 35.7% ซึ่งอยู่ในช่วงปกติของโคนม.

ยูเรียไนโตรเจนในเลือดเฉลี่ย เท่ากับ 3.53 และ 4.9 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์. โคทั้ง 2 กลุ่ม มีค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือดต่ำกว่าในช่วงปกติของโคนม คือ 6-27 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์.

4.5.4 กัญญาอาหารของเกษตรกร. ตารางที่ 25 แสดงค่าใช้จ่ายของเกษตรกรในการจัดหาอาหารชั้นและจัดทำอาหารหมักเพื่อใช้เลี้ยงโค ระยะยาว 29 สัปดาห์. ค่าอาหารชั้นทั้งหมดที่โคกินเฉลี่ยต่อตัว เท่ากับ 5,794.66 บาท และ 1,303.34 บาท. สำหรับโคที่กินอาหารหมัก หรือคำนวณเป็นค่าอาหารทั้งหมดในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 48.55 บาท สำหรับอาหารชั้น และ 11.74 บาท สำหรับอาหารหมัก. สาเหตุที่ค่าใช้จ่ายของอาหารหมักต่ำ เนื่องจากอาหารหมักมีราคาต้นทุนในการผลิตตลอดการเลี้ยงประมาณ 1.06 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (ภาคผนวก). ส่วนอาหารชั้นที่เกษตรกรผสมใช้เองมีราคาเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงประมาณ 3.80 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง.

ตารางที่ 25. ค่าใช้จ่ายด้านอาหารเฉลี่ยตลอดการเลี้ยง และในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของโคที่เลี้ยงที่จังหวัดราชบุรี

ข้อมูล	กลุ่มที่ 1 (ฟาง+อาหารชั้น)	กลุ่มที่ 2 (อาหารหมัก)
ค่าอาหารรวมตลอดการเลี้ยง (บาทต่อตัว)	5,794.66	1,303.34
ค่าอาหารทั้งหมดในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (บาท)	48.55	11.74

หมายเหตุ 1) อาหารหมักสูตร วท. ราคาต้นทุนเฉลี่ยประมาณ 1.06 บาท/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง)

2) อาหารชั้นที่เกษตรกรผสมใช้เลี้ยงโค ราคาเฉลี่ยประมาณ 3.8 บาท/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง)

#### 4.6 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักอาหารสัตว์

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนของจุลินทรีย์ต่างชนิดในระหว่างการหมักอาหารสัตว์ จำนวน 4 สูตรของ วท. พบว่าปริมาณของแบคทีเรีย, ยีสต์, รา และ coliform จะมีการเปลี่ยนแปลงในทางลดต่ำลง เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น. กล่าวคือ ปริมาณแบคทีเรียเมื่อเริ่มการหมักของสูตร 1-4 มีค่าเท่ากับ  $1.21 \times 10^{11}$ ,  $1.27 \times 10^{11}$ ,  $4.60 \times 10^7$  และ  $2.00 \times 10^{11}$  เซลล์ต่อกรัมอาหารหมัก ตามลำดับ, จากนั้นจะค่อย ๆ ลดลงและอยู่ในระดับคงที่หลังจากหมักไปได้ 42 วัน เท่ากับ  $8.65 \times 10^5$ ,  $8.15 \times 10^4$ ,  $9.60 \times 10^6$  และ  $1.65 \times 10^5$  เซลล์ต่อกรัมอาหารหมัก ตามลำดับ. ส่วนปริมาณ ยีสต์และรา เมื่อเริ่มการหมัก เท่ากับ  $2.80 \times 10^3$ ,  $2.05 \times 10^3$ ,  $1.30 \times 10^3$  และ  $2.35 \times 10^3$  เซลล์ต่อกรัมอาหารหมัก ตามลำดับ, หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนตรวจไม่พบเมื่อหมักอาหารสัตว์ไปเป็นเวลา 42 วัน. สำหรับปริมาณ coliform เริ่มแรกการหมัก เท่ากับ  $1.50 \times 10^4$ ,  $4.00 \times 10^2$ ,  $9.00 \times 10^2$  และ  $4.30 \times 10^3$  เซลล์ต่อกรัมอาหารหมัก ตามลำดับ, และจะค่อย ๆ ลดลง จนถึง 49 วัน จะตรวจไม่พบ coliform (ตารางที่ 26-28).

แลกติกแอซิดแบคทีเรียซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักอาหารสัตว์จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น. เมื่อเริ่มการหมักอาหารสัตว์สูตร 1-4 มีปริมาณแลกติกแอซิดแบคทีเรีย เท่ากับ  $2.56 \times 10^4$ ,  $2.27 \times 10^5$ ,  $1.35 \times 10^3$  และ  $3.50 \times 10^2$  เซลล์ต่อกรัมอาหารหมัก จากนั้นปริมาณจะเพิ่มมากขึ้น, และเมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 56 วัน เท่ากับ  $6.10 \times 10^8$ ,  $1.55 \times 10^9$ ,  $8.55 \times 10^8$  และ  $1.60 \times 10^7$  เซลล์ต่อกรัมอาหารหมัก ตามลำดับ (ตารางที่ 29).

ตารางที่ 26. ปริมาณแบคทีเรียในระหว่างการหมักอาหารสัตว์

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	จำนวน (เซลล์/กรัม)			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
0	$1.21 \times 10^{11}$	$1.27 \times 10^{11}$	$4.60 \times 10^7$	$2.00 \times 10^{11}$
7	$2.50 \times 10^8$	$7.00 \times 10^7$	$6.90 \times 10^8$	$5.85 \times 10^8$
14	$9.35 \times 10^8$	$3.20 \times 10^8$	$1.85 \times 10^8$	$1.25 \times 10^9$
21	$1.08 \times 10^8$	$2.74 \times 10^8$	$9.75 \times 10^7$	$6.25 \times 10^8$
28	$1.49 \times 10^7$	$2.32 \times 10^7$	$2.38 \times 10^7$	$1.23 \times 10^7$
35	$7.85 \times 10^6$	$2.27 \times 10^5$	$1.98 \times 10^7$	$3.45 \times 10^6$
42	$8.65 \times 10^5$	$8.15 \times 10^4$	$9.60 \times 10^6$	$1.65 \times 10^5$
49	$5.95 \times 10^5$	$7.45 \times 10^4$	$1.32 \times 10^6$	$1.17 \times 10^5$
56	$3.25 \times 10^5$	$5.15 \times 10^4$	$8.20 \times 10^5$	$1.09 \times 10^5$

ตารางที่ 27. ปริมาณยีสต์และราในระหว่างการหมักอาหารสัตว์

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	จำนวน (เซลล์/กรัม)			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
0	$2.80 \times 10^3$	$2.05 \times 10^3$	$1.30 \times 10^3$	$2.35 \times 10^3$
7	$2.40 \times 10^3$	$1.18 \times 10^3$	$8.35 \times 10^2$	$2.23 \times 10^4$
14	$5.25 \times 10^2$	$8.05 \times 10^2$	$5.20 \times 10^2$	$8.95 \times 10^3$
21	$2.30 \times 10^2$	$1.15 \times 10^2$	$1.65 \times 10^2$	$7.85 \times 10^2$
28	75	1.15	90	$1.15 \times 10^2$
35	15	0	65	20
42	0	0	0	0
49	0	0	0	0
56	0	0	0	0



ตารางที่ 28. ปริมาณ coliform ในระหว่างการหมักอาหารสัตว์

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	จำนวน (เซลล์/กรัม)			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
0	$1.50 \times 10^4$	$4.00 \times 10^2$	$9.00 \times 10^2$	$4.30 \times 10^3$
7	$1.10 \times 10^4$	$1.10 \times 10^6$	$2.40 \times 10^4$	$4.60 \times 10^5$
14	$4.60 \times 10^5$	$4.30 \times 10^4$	$4.30 \times 10^4$	$1.50 \times 10^4$
21	$2.40 \times 10^5$	$2.30 \times 10^3$	$1.50 \times 10^3$	$4.00 \times 10^2$
28	$4.60 \times 10^3$	$1.50 \times 10^2$	$1.50 \times 10^3$	$4.30 \times 10^2$
35	$2.40 \times 10^3$	70	$2.10 \times 10^2$	$2.40 \times 10^2$
42	93	0	15	0
49	0	0	0	0
56	0	0	0	0

ตารางที่ 29. ปริมาณแลคติกแอซิดแบคทีเรีย ในระหว่างการหมักอาหารสัตว์

ระยะเวลาการหมัก (วัน)	จำนวน (เซลล์/กรัม)			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
0	$2.56 \times 10^4$	$2.27 \times 10^5$	$1.35 \times 10^3$	$3.50 \times 10^2$
7	$8.55 \times 10^5$	$1.31 \times 10^6$	$4.15 \times 10^4$	$1.55 \times 10^5$
14	$6.55 \times 10^5$	$8.20 \times 10^6$	$3.85 \times 10^6$	$3.25 \times 10^5$
21	$5.35 \times 10^6$	$3.60 \times 10^6$	$4.55 \times 10^6$	$9.15 \times 10^6$
28	$2.70 \times 10^6$	$1.84 \times 10^7$	$2.02 \times 10^7$	$7.10 \times 10^7$
35	$6.50 \times 10^6$	$7.35 \times 10^7$	$8.95 \times 10^7$	$4.55 \times 10^7$
42	$8.70 \times 10^6$	$7.80 \times 10^8$	$8.70 \times 10^8$	$1.45 \times 10^7$
49	$6.35 \times 10^8$	$1.53 \times 10^9$	$1.06 \times 10^9$	$1.57 \times 10^7$
56	$6.10 \times 10^8$	$1.55 \times 10^9$	$8.55 \times 10^8$	$1.60 \times 10^7$

ตารางที่ 30 การเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักอาหารสัตว์  
ที่อาเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 5 หลุมหมัก

หลุมหมักที่	ระยะเวลาหมัก (เดือน)	จำนวน (เซลล์/กรัม)			
		แบคทีเรีย	ยีสต์และรา	Coliform	แลกติกแอซิดแบคทีเรีย
1	0	$5.0 \times 10^9$	$4.0 \times 10^3$	$1.0 \times 10^7$	$6.65 \times 10^5$
	2	$1.9 \times 10^6$	0	0	$1.6 \times 10^8$
2	0	$3.45 \times 10^9$	$5.90 \times 10^4$	$2.40 \times 10^8$	$1.95 \times 10^5$
	2	$5.35 \times 10^6$	0	0	$8.4 \times 10^7$
3	0	$1.06 \times 10^8$	$3.05 \times 10^5$	$2.4 \times 10^7$	$5.35 \times 10^5$
	2	$6.45 \times 10^5$	0	0	$2.3 \times 10^8$
4	0	$4.45 \times 10^9$	$3.25 \times 10^6$	$2.4 \times 10^4$	$1.6 \times 10^4$
	2	$6.05 \times 10^5$	0	0	$7.85 \times 10^8$
5	0	$1.1 \times 10^{10}$	$7.05 \times 10^4$	$7.5 \times 10^2$	$1.13 \times 10^5$
	2	$5.95 \times 10^5$	0	0	$5 \times 10^8$

ในการหมักอาหารสัตว์เพื่อใช้เลี้ยงโคของเกษตรกร จำนวน 5 หลุม ได้ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ใน 2 ช่วงเวลา คือเมื่อเริ่มต้นการหมักและเมื่อเสร็จสิ้นการหมักที่ระยะเวลา 2 เดือน พบว่า ปริมาณของจุลินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันกับการทดลองในชั้นห้องปฏิบัติการ กล่าวคือ ปริมาณของแบคทีเรียจะลดต่ำลง เมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น ส่วนยีสต์และรา และ coliform จะไม่มีหลงเหลืออยู่เลยเมื่อสิ้นสุดการหมัก สำหรับแลกติกแอซิดแบคทีเรียจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 30.

## 5. สรุป

5.1 การปรับปรุงฟางข้าวเพื่อเพิ่มการย่อยได้ของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ควรใช้ที่ระดับความเข้มข้น 5% ระยะเวลาการบ่มฟางข้าว 2 วัน.

5.2 ปริมาณและชนิดของวัตถุดิบมีผลต่อคุณค่าทางด้านโภชนะของอาหารหมัก. ในการใช้ฟางข้าวปรับปรุงแล้ว, มันเส้น และมูลไก่ เป็นวัตถุดิบ พบว่าอาหารหมักสูตรที่มีมันเส้นซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตสูง มีค่าความเป็นกรดต่ำ และมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนสูงสุด. ส่วนสูตรที่ผสมมูลไก่ซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนมาก จะมีปริมาณโปรตีนมาก.

5.3 การเติมยูเรียลงในสูตรอาหารหมักที่มีองค์ประกอบของฟางข้าวปรับปรุงแล้ว, มันเส้น และมูลไก่ ช่วยให้สูตรอาหารนั้นมีปริมาณโปรตีนสูงเพิ่มขึ้น และทำให้ค่าความเป็นกรดต่ำเพิ่มขึ้น, นอกจากนี้ยังทำให้การย่อยได้ของโปรตีนในอาหารหมักเพิ่มขึ้นด้วย.

5.4 จากการเปรียบเทียบสูตรอาหารหมัก พบว่าสูตรอาหารหมักที่มีองค์ประกอบดังนี้ คือ ฟางข้าวปรับปรุงแล้ว:มันเส้น:มูลไก่:ยูเรีย เท่ากับ 49:30:20:1 เป็นสูตรที่ดีที่สุด เมื่อพิจารณาจากยอดโภชนะย่อยได้, การย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีน.

5.5 การทดลองเลี้ยงโคระยะยาวเป็นเวลา 22 สัปดาห์ โดยแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มกินอาหารทดลองต่างกัน คือ อาหารสูตรเปรียบเทียบคือหญ้าขนสด, อาหารหมักสูตร 1 (ฟางข้าวปรับปรุงแล้ว:มันเส้น:มูลไก่:ยูเรีย:รำข้าว เท่ากับ 49:30:20:1:0), และอาหารหมักสูตร 2 (ฟางข้าวปรับปรุงแล้ว:มันเส้น:มูลไก่:ยูเรีย:รำข้าว เท่ากับ 39.5:20:25:0.5:15) โดยให้โคทั้ง 3 กลุ่ม ได้กินอาหารข้นเสริมด้วย พบว่า:

1) โคนกลุ่มที่กินหญ้าขนสด กินอาหารมากที่สุดในรูปแบบวัตถุแห้ง, ยอดโภชนะย่อยได้และโปรตีน เมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 กลุ่ม ที่กินอาหารหมัก, และมากกว่ากลุ่มที่กินอาหารหมักสูตร 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

2) โคนกลุ่มที่กินอาหารหมักสูตร 2 มีการเพิ่มน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าโคนกลุ่มที่กินอาหารหมักสูตร 1 และกลุ่มกินหญ้าขนสด, แต่ไม่มีความแตกต่างกัน.

3) โกลุ่มนกินอาหารหมักสุตร 2 มีประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ดีที่สุดในรูปวัตถุแห้ง ยอดโภชนะย่อยได้ และโปรตีน, ส่วนโกลุ่มนกินหญ่าชนสด มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำสุด

4) โคททดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าปริมาณเม็ดโลหิตแดงอัดแน่น และยูเรียไนโตรเจนในเลือดในช่วงปกติของโคนม, แต่ค่าความเข้มข้นโมโกลบินต่ำกว่าช่วงปกติของโคนม. อย่างไรก็ตามค่าความเข้มข้นโมโกลบินใกล้เคียงกับโคนมของภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

5) โกลุ่มนกินหญ่าชนสด มีต้นทุนค่าอาหารต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีก 2 กลุ่ม, แต่โกลุ่มนกินอาหารหมักสุตร 2 กินอาหารขึ้นในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่ำสุด.

5.6 สูตรอาหารหมักปรับปรุงใหม่ให้มีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น เพื่อใช้เลี้ยงโคของเกษตรกรร่วมโครงการในอำเภอบ้านโป่ง, จังหวัดราชบุรี โดยให้กินอาหารหมักอย่างเดียว มีสัดส่วนของวัตถุดิบระหว่าง พางข้าวปรับปรุงแล้ว: มันเส้น: มูลโค: ยูเรีย: ไร่ข้าว: ไบโกระถิน เท่ากับ 25:20:25:1:10:19.

5.7 ผลของการเลี้ยงโคของเกษตรกรอำเภอบ้านโป่ง โดยเปรียบเทียบระหว่างอาหารเดิมที่เกษตรกรใช้อยู่ คือ อาหารขึ้น: พางข้าว กับอาหารหมักอย่างเดียว ซึ่งมีองค์ประกอบดังกล่าวไว้ในข้อ 5.6 ใช้เวลาเลี้ยง 29 สัปดาห์ พบว่า:

1) โกลุ่มนกินอาหารขึ้น: พางข้าว มีการเพิ่มน้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย เท่ากับ 0.599 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งไม่แตกต่างกับโกลุ่มนกินอาหารหมัก ซึ่งมีการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.569 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน.

2) โกลุ่มนกินอาหารขึ้น: พางข้าว กินอาหารในรูปวัตถุแห้ง และโปรตีนมากกว่าโกลุ่มนกินอาหารหมัก.

3) โกลุ่มนกินอาหารหมัก มีประสิทธิภาพการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าโกลุ่มนกินอาหารขึ้น: พางข้าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

4) โคของเกษตรกรทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าปริมาณเม็ดโลหิตแดงอัดแน่นอยู่ในช่วงปกติของ โคนม แต่ความเข้มข้นโมโกลบินและกายูเรียไนโตรเจนในเลือดต่ำกว่าปกติ, แต่มิใช่เกิดจากการกินอาหารหมัก.

5) ต้นทุนค่าอาหารชั้นประมาณ 3.80 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง, ส่วนอาหารหมักมีต้นทุนประมาณ 1.06 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง. โคลกลุ่มกินอาหารชั้นมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เท่ากับ 48.55 บาท, ส่วนโคลกลุ่มกินอาหารหมักมีต้นทุน 11.74 บาท ในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม.

5.8 ในการหมักอาหารสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนของจุลินทรีย์ต่างชนิด ดังนี้ คือ ปริมาณของแบคทีเรีย, ยีสต์, รา และ coliform จะลดต่ำลงเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น. และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการหมักเป็นเวลา 2 เดือน จะไม่มียีสต์, รา และ coliform หลงเหลืออยู่ในอาหารหมัก. สำหรับแลกติกแอซิดแบคทีเรีย ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในกระบวนการหมักจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักเพิ่มขึ้น.

## เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2531. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2530/31. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 408, กรุงเทพฯ.
- Cooke, Rodney, D. 1978. An Enzymatic Assay for the Total Cyanide Content of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). J. Sci. Ed. Agric. 29:345-352.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fibre Analysis. U.S. Dep. Agri., Agro Handbook No. 379.
- Harrigan, W.P. and McCance, M.E. 1966. Laboratory Methods in Microbiology. Academic Press, London and New York.
- Kaneko, J.J. and Cornelius, C.E. 1971. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, New York.
- National Research Council. 1978. Nutrient Requirements of Domestic Animals. No. 3 Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 5th rev. ed., Nat. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Sharf, J.M. ed. 1966. Recommended Methods for the Microbiological Examination of Foods. second ed., American Public Health Association, Inc., New York.
- Williams, Sidney ed. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists: Virginia.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1. มาตรฐานการให้อาหารสำหรับโคนมเพศผู้และเพศเมีย (โดยหวังการเจริญเติบโต 0.7 กิโลกรัมต่อวัน) จาก NRC (1978)

น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	วัตถุแห้ง (กิโลกรัม)	โปรตีน (กรัม)		ยอดโภชนะย่อยได้ (กิโลกรัม)	
		เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
100	3.50	403.0	402.0	2.10	2.10
110	3.85	426.4	423.6	2.22	2.23
120	4.20	449.8	445.2	2.35	2.36
130	4.55	473.2	466.8	2.47	2.50
140	4.90	496.6	488.4	2.60	2.63
150	5.25	520.0	510.0	2.72	2.76
160	5.60	544.0	532.0	2.85	2.90
170	5.95	568.0	554.0	2.97	3.04
180	6.30	592.0	576.0	3.10	3.17
190	6.65	616.0	598.0	3.22	3.31
200	7.00	640.0	620.0	3.35	3.45
210	7.35	655.6	626.8	3.46	3.57
220	7.70	671.2	653.6	3.58	3.69
230	8.05	686.8	670.4	3.69	3.81
240	8.40	702.2	687.2	3.81	3.93
250	8.75	718.0	704.0	3.92	4.05
260	9.10	736.6	717.4	4.04	4.15
270	9.45	755.2	730.8	4.17	4.25
280	9.80	773.8	744.2	4.29	4.36
290	10.15	792.4	757.6	4.42	4.46
300	10.50	811.0	771.0	4.54	4.56

ตารางผนวกที่ 2. แผนกำหนดการให้อาหารทดลองสำหรับโคแต่ละกลุ่ม (กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	โคกลุ่มที่ 1		โคกลุ่มที่ 2		โคกลุ่มที่ 3	
	อาหารชั้น	หญ้าขนสด	อาหารชั้น	อาหารหมัก สูตรที่ 1	อาหารชั้น	อาหารหมัก สูตรที่ 2
100	2.0	1.50	1.5	2.00	1.5	2.00
110	2.0	1.85	1.5	2.35	1.5	2.35
120	2.0	2.20	1.5	2.70	1.5	2.70
130	2.0	2.55	1.5	3.05	1.5	3.05
140	2.0	2.90	1.5	3.40	1.5	3.40
150	2.0	3.25	1.5	3.75	1.5	3.75
160	2.0	3.60	1.5	4.10	1.5	4.10
170	2.0	3.95	1.5	4.45	1.5	4.45
180	2.0	4.30	1.5	4.80	1.5	4.80
190	2.0	4.65	1.5	5.15	1.5	5.15
200	2.0	5.00	1.5	5.50	1.5	5.50
210	2.0	5.35	1.5	5.85	1.5	5.85
220	2.0	5.70	1.0	6.70	1.5	6.20
230	2.0	6.05	1.0	7.05	1.5	6.55
240	1.8	6.60	1.0	7.40	1.5	6.90
250	1.8	6.95	0.5	8.25	1.5	7.25
260	1.8	7.30	0.5	8.60	1.5	7.60
270	1.7	7.75	0.5	8.95	1.5	7.95
280	1.7	8.10	0.5	9.30	1.0	8.80
290	1.7	8.45	-	10.15	1.0	9.15
300	1.6	8.90	-	10.50	1.0	9.50



## การคำนวณต้นทุนการผลิตอาหารหมักของเกษตรกร

### 1. เงินลงทุน

เครื่องหันฟาง	30,000	บาท
เครื่องผสมอาหารสัตว์	50,000	บาท
หลุมหมัก	2,000	บาท

### 2. ต้นทุนการผลิต

ค่าเช่า + ค่าเสื่อมราคาหลุมหมัก + ค่าบำรุงรักษา + ค่าวัตถุดิบ + ค่าน้ำมัน + ค่าการบริหาร

2.1 ค่าเช่าหรือค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร (เครื่องหันฟาง + เครื่องผสมอาหารสัตว์)

ให้อายุการใช้งานเครื่องจักร เท่ากับ 10 ปี ณ อัตราดอกเบี้ย 14%

ค่า capital recovery factor เท่ากับ 0.1917

∴ ค่าเสื่อมราคา ปีละ  $80,000 \times 0.1917 = 15,336$  บาท

ให้ทำการผลิตปีละ 300 วัน

∴ ค่าเช่าวันละ  $\frac{15,336}{300} = 51.12$  บาท

2.2 ค่าเสื่อมราคาหลุมหมัก

ให้อายุการใช้งานหลุมหมัก เท่ากับ 15 ปี ณ อัตราดอกเบี้ย 14%

ค่า capital recovery factor เท่ากับ 0.1628

∴ ค่าเสื่อมราคา ปีละ  $20,000 \times 0.1628 = 325.60$  บาท

ให้ทำการผลิตปีละ 300 วัน

∴ ค่าเสื่อมราคาวันละ  $\frac{325.6}{300} = 1.085$  บาท

### 2.3 ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร

ให้ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร เท่ากับ 2% ของราคาเครื่องจักร

$$\therefore \text{ค่าบำรุงรักษา ปีละ } \frac{80,000 \times 2}{100} = 1,600 \text{ บาท}$$

ให้ทำการผลิต ปีละ 300 วัน

$$\therefore \text{ค่าบำรุงรักษาวันละ } \frac{1,600}{300} = 5.33 \text{ บาท}$$

2.4 ค่าวัตถุดิบ กิโลกรัมละ 1 บาท (แห้ง) หรือวันละ  $3,000 \times 1.0 = 3,000$  บาท

2.5 ค่าน้ำมันดีเซล วันละ 30 บาท

2.6 ค่าการบริหาร (พนักงานคุมและดูแลเครื่องจักร)

ตลอดระยะเวลา 1 ปี (365 วัน) อัตราค่าจ้าง วันละ 80 บาท (ค่าแรงขั้นต่ำ)

$$\therefore \text{ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าการบริหาร ปีละ } 80 \times 365 = 29,200 \text{ บาท}$$

$$\therefore \text{ค่าการบริหาร วันละ (ทำการผลิตปีละ 300 วัน) } \frac{29,200}{300} = 97.33 \text{ บาท}$$

$$\therefore \text{ต้นทุนการผลิตอาหารหมักต่อวัน} = 51.12 + 1.085 + 5.33 + 3,000 + 30 + 97.33 = 3,184.87 \text{ บาท}$$

$$\therefore \text{ต้นทุนการผลิตต่อกิโลกรัมน้ำหมักแห้ง} = 1.06 \text{ บาท}$$