ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

สัตวบาล สัตวบาล

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การใช้กระถินเพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน

Leucaena Utilisation for Forage Quality Improvement on Dairy Replacement

นามผู้วิจัย นางสาวรพีพรรณ หอมหวล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์สายัณห์ ทัดศรี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ปราโมทย์ ศิริโรจน์, Dr.Agr.Sci.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้กระถินเพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน

Leucaena Utilisation for Forage Quality Improvement on Dairy Replacement

โดย

นางสาวรพีพรรณ หอมหวล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รพีพรรณ หอมหวล 2552: การใช้กระถินเพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด. 67 หน้า

การสำรวจสารพิษในปัสสาวะโคนมที่ได้รับกระถินเสริมในอาหารจากฟาร์มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในเขตอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ผลการสำรวจไม่พบสารพิษมิโมซิน และอนุพันธ์ 3,4-DHP แต่สามารถพบ อนุพันธ์ 2,3-DHP ในระดับต่ำ และการศึกษาผลการใช้กระถินสด 0, 3 และ5 กิโลกรัม (โคทดลองกลุ่มที่ 1, 2 และ 3) เพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทนลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนจำนวน 12 ตัว ภายใต้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ พบว่า การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวเท่ากับ 37.25±2.96 37.50±5.80 และ 37.25±8.59 กิโลกรัม ตามลำดับ และมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน 620±16.42 630±17.71 และ 630± 22.86 กรัม ตามลำดับ โดยปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนผลการศึกษาค่าชีวเคมีในเลือดภายหลังการกินอาหาร 4 ชั่วโมง มีค่าเพิ่มขึ้นแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยค่ากลูโคส, ค่ายูเรียไนโตรเจน และระดับฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีนในเลือด แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่ากรดไขมันอิสระ (NEFA) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และสามารถตรวจพบปริมาณอนุพันธ์ 2,3-DHP ในปัสสาวะของโคทดลอง โดยไม่พบสารพิษมิโมซิน และอนุพันธ์ 3,4-DHP ซึ่งโคทดลองก็ไม่แสดงอาการเป็นพิษแต่อย่างใด นอกจากนี้ในด้านต้นทุนค่าอาหารลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณการใช้กระถินเพื่อลดการใช้อาหารข้น

ดังนั้น ในการเลี้ยงโคนมทดแทนสามารถใช้กระถินสด สำหรับเป็นแหล่งโปรตีนเสริมเพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์และสามารถทดแทนการใช้อาหารข้น อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดต้นทุนด้านอาหารในการเลี้ยงโคนมทดแทนได้

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Rapeepan Homhual 2009: Leucaena Utilisation for Forage Quality Improvement on Dairy Replacement. Master of Science (Agriculture), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Associate Professor Somkiert Prasanpanich, Ph.D. 67 pages.

A survey on leucaena feeding to lactating cows using their urine to investigate leucaena toxicity was done under 6 private dairy farms in Muaklek dairying area, Saraburi. The test result showed that mimosine and its derivative 3,4-DHP were not found in the urine samples but the derivative 2,3-DHP was detected at a low level. When different levels of fresh leucaena were supplemented to improve forage quality for dairy replacement with mature guinea grass under Complete Randomised Design (CRD) containing Control group supplemented an amount of meal concentrate without any leucaena, Group 2 with meal concentrate substitution of 3 kg of fresh leucaena and Group 3 with meal concentrate substitution of 5 kg of fresh leucaena. Weight change (37.25±2.96 37.50±5.80 and 37.25±8.59 kg, respectively) and daily growth rate (620±16.42 630±17.71 and 630± 22.86 g/d, respectively) were not significantly different among treatments. Total dry matter intake per bodyweight was not statistically different among treatments, but daily dry matter intake was significantly different among treatments ($P<0.05$). Blood metabolites in terms of blood glucose, blood urea nitrogen and triiodothyronine hormone after feeding were not statistically different among treatments, however, NEFA concentration was significantly different among them ($P<0.05$). Urine test for leucaena toxicity during the experiment was found that the derivative 2,3-DHP was detected at a low level without any harmful incident of mimosine and its derivative 3,4-DHP on the experimental animals. Apparently, an economic return from the leucaena supplementation groups seemed to be more effective due to the lower cost of meal concentrate.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์สายัณห์ ทัดศรี และอาจารย์ปราโมทย์ ศิริโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับงานทดลอง และการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบนปีงบประมาณ 2551 ที่ได้ให้การสนับสนุนงบประมาณการศึกษาวิจัย สถานที่ทำการทดลอง องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) คุณเสาร์ ศิวิชัย, คุณวิจักษณ์ จันทาสี และเจ้าหน้าที่ประจำคอกโคทั่วไปทุกท่าน คุณแพรวพรรณ เครือมังกร และเจ้าหน้าที่กลุ่มงานวิเคราะห์พืชอาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา คุณณุทนาท โครตพรหม นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติงาน กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ และขอบคุณนักศึกษาฝึกงานจากคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปกร วิทยาเขตสารสนเทศ เพชรบุรี

วิทยานิพนธ์เล่มนี้คงไม่เสร็จลงได้หากขาดการสนับสนุนจาก พ่อ-แม่ น้ามนู-ปราณี คำมณี และพี่ชายทุกคนที่ได้ให้โอกาสอีกทั้งให้ความช่วยเหลือในการศึกษาต่อระดับมหาบัณฑิต รวมถึงกำลังใจ กำลังกายจากคุณภาณุวัฒน์ ซังเพชรแก้ว และพี่น้องชาวสโมสรสัตวบาลทุกคนที่คอยอยู่เคียงข้างและเป็นกำลังใจให้ ความดีหรือประโยชน์ที่จะได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้แด่ผู้มีพระคุณของข้าพเจ้าทุกท่าน ตลอดจนนักวิชาการทุกท่านที่ได้ศึกษาวิจัยทำการทดลอง และรวบรวมความรู้เขียนเป็นตำราต่างๆ ให้ข้าพเจ้านำมาใช้ประกอบในการศึกษาครั้งนี้

รพีพรรณ หอมหวล

ตุลาคม 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	18
ผลและวิจารณ์	26
ผล	26
วิจารณ์	39
สรุปและข้อเสนอแนะ	47
สรุป	47
ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	48
ภาคผนวก	58
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	68

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะของใบกระถินในประเทศไทย	6
2	แสดงปริมาณสารมิโมซินในส่วนต่างๆ ของกระถิน	8
3	การกระจายตัวของจุลินทรีย์ที่สามารถทำลายพิษของไมโมซีนในประเทศต่าง ๆ	11
4	ปริมาณการขับออกทางปัสสาวะของมิโมซิน และ DHP (μg/ml) ในแม่โครีดนม	14
5	ผลการทดสอบสีของตัวอย่างปัสสาวะโคนมที่สุ่มเก็บจากฟาร์มเกษตรกรที่ใช้กระถินในการเลี้ยงโคนม	26
6	ปริมาณการขับออกทางปัสสาวะของ 2,3-DHP (μg/ml)ในปัสสาวะโคนมจากฟาร์มเกษตรกร	27
7	องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงสด กระถินสด และอาหารข้น	28
8	ปริมาณโปรตีนรวมที่โคทดลองทั้ง 3 กลุ่มได้รับจากอาหารทดลอง	29
9	เปรียบเทียบปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่อวัน น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงและอัตราการเจริญเติบโตของโคนมทดแทนที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่ม	30
10	แสดงปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ และปริมาณวัตถุแห้งโปรตีนที่กินได้ของโคนมทดแทนที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่ม	31
11	ค่ากลูโคส, ยูเรียไนโตรเจน, NEFA และฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีนในเลือดของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่ม	33
12	ผลการเปลี่ยนสีปัสสาวะโคทดลองที่ได้รับกระถินสดทั้ง 3 กลุ่มก่อนการกินอาหารชั่วโมงที่ 0	35
13	ผลการเปลี่ยนสีปัสสาวะโคทดลองที่ได้รับกระถินสดทั้ง 3 กลุ่มหลังการกินอาหารชั่วโมงที่ 8	36
14	ปริมาณการขับออกทางปัสสาวะของ 2,3-DHP (μg/ml)ในโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ก่อนให้อาหารชั่วโมงที่ 0 และหลังให้อาหาร ชั่วโมงที่ 8	38
15	ผลของการเสริมกระถินสดในระดับแตกต่างกันต่อต้นทุนด้านอาหาร	46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

1 แสดงอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และเปอร์เซ็นต์ความชื้น
ในช่วงระยะการทดลอง 59

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงโครงสร้างของมิโมซินและสารที่มีโครงสร้างคล้ายกัน	7
2	เมแทบอลิซึมของมิโมซินในสัตว์เคี้ยวเอื้อง	9
3	ต่อมไธรอยด์ของแพะที่กินหญ้าและกระถิน	13
4	ค่าน้ำตาลในเลือด (mg%) ของโคนมทดแทนทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงก่อนกินอาหาร และหลังกินอาหาร 4 ชั่วโมง	32
5	ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (mg%) ของโคนมทดแทนทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงก่อนกินอาหารและหลังกินอาหาร 4 ชั่วโมง	32
6	แสดงสีของสารมาตรฐานสำหรับใช้เทียบสีของ 2,3-DHP	37
7	ระดับความเข้มข้น 2,3-DHP (µg/ml) ก่อนและหลังกินอาหาร 8 ชั่วโมง ในปัสสาวะของโคทดลองกลุ่มที่ 2	45
8	ระดับความเข้มข้น 2,3-DHP (µg/ml) ก่อนและหลังกินอาหาร 8 ชั่วโมง ในปัสสาวะของโคทดลองกลุ่มที่ 3	45

ภาพผนวกที่

1	กระถินที่ใช้ในการทดลอง	61
2	กระถินสดชั่งน้ำหนักแล้วสำหรับให้โคทดลอง	61
3	โคทดลองกินกระถิน	62
4	การเก็บปัสสาวะโคทดลอง	62
5	ลักษณะของสีปัสสาวะโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม	63
6	การเตรียมปัสสาวะก่อนการนำไปต้ม	63
7	แสดง A) syringe ขนาด 10 มิลลิลิตร, B) column C18 และ C) cellulose acetate filter ขนาด 0.45 µM	64
8	การกรองตัวอย่าง	64
9	แสดงการต้มตัวอย่างที่กรองแล้วที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง	65

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่ **หน้า**

10	แสดงตัวอย่างที่กรองและผ่านการต้มเพื่อรอการทดสอบสี	65
11	แสดงสารละลาย ferric chloride สำหรับทดสอบการเกิดสี	66
12	แสดงตัวอย่างผลการทดสอบสีปัสสาวะด้วยสารละลาย ferric chloride ของกลุ่มที่ 1	66
13	แสดงตัวอย่างผลการทดสอบสีปัสสาวะด้วยสารละลาย ferric chloride ของกลุ่มที่ 2	67
14	แสดงตัวอย่างผลการทดสอบสีปัสสาวะด้วยสารละลาย ferric chloride ของกลุ่มที่ 3	67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ADF	=	acid detergent fiber
BG	=	blood glucose
BHBA	=	β-hydroxybutyrate
BUN	=	blood urea nitrogen
CC	=	cell soluble
CF	=	crude fiber
CP	=	crude protein
CTs	=	condensed tannin
CWC	=	cell wall content
DM	=	dry matter
ECLIA	=	electrochemiluminescence immunoassay
EE	=	ether extract
$FeCl_3$	=	ferric chloride
HCl	=	hydrochloric acid
µg	=	microgram
µM	=	micromolar
ml	=	milliliter
ND	=	not detectable
NDF	=	neutral detergent fiber
NFE	=	nitrogen free extract
NEFA	=	non-esterified fatty acid
PE	=	polyethylene
T_3	=	triiodothyronine hormone
T_4	=	thyroxine hormone
TDN	=	total digestible nutrienit
USDA	=	United State Department of Agriculture
2,3-DHP	=	2,3 dihydroxypyridine
3,4-DHP	=	3,4 dihydroxypyridine

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้กระถินเพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน

Leucaena Utilisation for Forage Quality Improvement on Dairy Replacement

คำนำ

พืชอาหารสัตว์เป็นอาหารหยาบ มีความสำคัญต่อการเลี้ยงโคนมเป็นอย่างมาก เนื่องจากโคนมต้องกินอาหารหยาบเป็นหลักในปริมาณมากทุกวัน โดยส่วนใหญ่อาหารหยาบมักมีคุณภาพต่ำและมีความผันแปรสูงขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งมักประสบกับปัญหาการขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อการเลี้ยงโคนม ทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบการเลี้ยง การให้ผลผลิต รวมทั้งผลตอบแทน

ในการเลี้ยงโครุ่น-โคสาว เพื่อใช้เป็นโคนมทดแทนฝูง ผู้เลี้ยงมักใช้อาหารข้นในสัดส่วนที่มากเกินไปเมื่อเทียบกับการใช้อาหารหยาบ และมักมองข้ามประโยชน์ของการใช้อาหารหยาบคุณภาพดี ซึ่งในการเลี้ยงโคระยะนี้ควรมีค่าใช้จ่ายด้านอาหารต่ำที่สุด ควรเสริมโปรตีนโดยการให้อาหารหยาบที่มีค่าโปรตีนสูงเพื่อชดเชยการใช้อาหารข้น และยังเป็นการเพิ่มคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนในด้านอาหารอีกทางหนึ่งด้วย

พืชอาหารสัตว์ที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง คือ กระถิน จัดเป็นถั่วเขตร้อนที่มีคุณค่าทางโภชนะสูงใกล้เคียงกับถั่วเขตหนาวบางชนิด สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนสำหรับสัตว์เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนที่มีคุณค่าทางโภชนะและความน่ากินต่ำ อีกทั้งยังมีความฟ่าม สัตว์จึงใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ ทั้งนี้เกษตรกรที่เลี้ยงโคนมนำกระถินมาใช้ในการเลี้ยงบ้างแต่ยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก เนื่องจากกระถินมีสารมิโมซิน ซึ่งทำให้สัตว์เจริญเติบโตช้า ปริมาณการกินได้ต่ำลง ขนร่วง และมีภาวะต่อมไธรอยด์ขยายใหญ่ แต่ในประเทศไทยได้มีการสำรวจพบจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนอนุพันธ์ของมิโมซินให้อยู่ในรูปที่เกิดพิษได้น้อยหรือไม่เกิดพิษในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ งานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ด้วยกระถินในการเลี้ยงโคนม-ทดแทนเพื่อช่วยลดต้นทุนด้านอาหารอีกทางหนึ่ง โดยทำการสำรวจสารพิษในปัสสาวะโคนมที่ได้รับกระถินจากฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในเขตอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี และทดสอบการใช้กระถินสดในการเพิ่มคุณภาพอาหารหยาบเพื่อการเลี้ยงโคนมทดแทนรวมทั้งตรวจสารพิษในปัสสาวะโคนมทดแทนในระหว่างการทดลอง เพื่อพิจารณาอาการเป็นพิษที่อาจเกิดขึ้นกับสัตว์ทดลองได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจระดับสารพิษมิโมซิน 3,4-DHP และ 2,3-DHP ในปัสสาวะโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมที่ใช้กระถินในอาหารโคนม

2. เพื่อศึกษาผลการใช้กระถินสดระดับต่างกันในการเพิ่มคุณภาพหญ้าอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน รวมทั้งผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้กระถินสดในการเลี้ยงโคนมทดแทน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงโครุ่น-โคสาวต้องทำให้ได้รับโภชนะตามความต้องการของร่างกาย ในระดับการผลิตที่ต้นทุนต่ำที่สุด ซึ่งควรใช้อาหารหยาบคุณภาพดีในการผลิตระยะนี้ มากกว่าเน้นในเรื่องอาหารข้น ปัญหาในการเลี้ยงของเกษตรกรส่วนใหญ่ คือหลังจากลูกโคหย่านม ในช่วงอายุ 3-12 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่ระบบเต้านมกำลังมีการพัฒนา แต่เกษตรกรไม่ได้ให้ความสำคัญในด้านการจัดการอาหารทำให้โคทดแทนได้รับอาหารที่มีคุณภาพต่ำ ทั้งอาหารข้น และอาหารหยาบ โคทดแทนจึงได้รับปริมาณโปรตีนและพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการ ส่งผลให้โคทดแทนมีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ระบบเต้านมพัฒนาได้ไม่เต็มที่ ส่งผลต่อการเป็นแม่โครีดนมที่ดีในอนาคตต่อไป

การเลี้ยงโคนมทดแทน

ระยะลูกโค (อายุแรกเกิด–3 เดือน) ลูกโคเกิดใหม่ควรให้ลูกกินนมจากแม่โดยเร็ว เนื่องจากน้ำนมแม่ในระยะนี้มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีโปรตีนสูง ส่วนใหญ่เป็น Immunoglobulin และ antibodies ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความต้านทานให้แก่ลูกโคได้ เรียกน้ำนมระยะนี้ว่า น้ำนมเหลือง (colostrum) หรือถ้าแยกลูกโคออกจากแม่ทันทีให้รีดน้ำนมเหลืองมาให้ลูกกินในอัตรา 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน (วรรณา และวิบูลย์ศักดิ์, 2531) เมื่อลูกโคอายุ 1 เดือน เริ่มหัดให้กินอาหารหยาบและอาหารข้นร่วมกับน้ำนมสดหรือหางนมผงละลาย จากนั้นลดปริมาณการให้น้ำนมลงทีละน้อย แล้วเพิ่มปริมาณการให้อาหารหยาบและอาหารข้น จนกระทั่งลูกโคสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารข้นและอาหารหยาบได้อย่างเต็มที่แล้วจึงหยุดการให้น้ำนม

ระยะก่อนวัยเจริญพันธุ์ (อายุ 3-9 เดือน) เมื่อลูกโคหย่านมแล้ว เริ่มให้มีโปรแกรมด้านสุขภาพ คือ การทำวัคซีนป้องกันโรค 4 โรค คือ โรคปากและเท้าเปื่อย โรคแท้งติดต่อ โรคคอบวม และโรคแอนแทรกซ์ เมื่อลูกโคอายุ 6 เดือน ทำการถ่ายพยาธิ และปล่อยลงฝูงโครุ่นและโคสาวต่อไป

ระยะวัยเจริญพันธุ์ (อายุ 10-14 เดือน) การให้อาหารโคนมในช่วงนี้มีความสำคัญต่อการผสมพันธุ์ การเป็นสัดช้าหรือเร็วนั้น ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของร่างกาย การจัดการด้านอาหารในระยะนี้มีความสำคัญมาก ในการเลี้ยงโคสาวอย่าให้โคอ้วนเกินไป (Tom *et al*., 1999) เพราะจะทำให้เกิดการผสมติดยาก ควรจัดให้โคได้รับอาหารหยาบคุณภาพดี มีการเสริมแร่ธาตุและน้ำให้กินได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตลอดเวลา สำหรับโคสาวพันธุ์โฮลส์ไตน์ฟรีเซี่ยนแสดงอาการเป็นสัดครั้งแรก เมื่ออายุเฉลี่ย 8-10 เดือน แต่โคควรได้รับการผสมพันธุ์เมื่อโคอายุ 15-18 เดือน หรือ มีน้ำหนัก 300-350 กิโลกรัม (สมเพชร และคณะ, 2549)

การมีอาหารหยาบคุณภาพดีเป็นทางหนึ่งที่สามารถลดต้นทุนด้านปริมาณอาหารข้นที่ใช้ รวมถึงการจัดสัดส่วนอาหารที่เหมาะสมเพื่อให้โคได้รับโภชนะอาหารพอเพียงกับความต้องการของแต่ละช่วงอายุ ส่งผลไปถึงการเป็นแม่โคนมที่ดีในอนาคต (สมคิด และคณะ, 2533) การให้อาหารที่มีระดับพลังงานไม่เพียงพอในระยะช่วงการเจริญเติบโตของโคมีผลทำให้น้ำหนักโคต่ำ โครงสร้างของกระดูกและลำตัวเล็ก ซึ่งเมื่ออายุมากขึ้นอาจมีผลต่อการเป็นสัด (สมเพชร และคณะ, 2549) ซึ่งการเลี้ยงโคทดแทนโดยการใช้อาหารข้นปริมาณมากทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น การกินได้ลดลง, acidosis, ประสิทธิภาพการผลิตลดลง หรืออาจทำให้สัตว์ตายได้ แต่การให้สัตว์ได้รับอาหารหยาบที่เหมาะสมทำให้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นลดลง และการใช้อาหารหยาบคุณภาพดีสามารถเพิ่มคุณภาพการผลิตได้ดีกว่า (Miller and O'Dell, 1969)

กระถิน

ข้อมูลทั่วไปของกระถิน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit
ชื่อวงศ์ : Leguminosae-Mimosoideae
ชื่อสามัญ : Horse Tamarind, Wils Tamarind, Leucaena, White Popinac, Lead Tree
ชื่อพื้นเมือง : กระถินไทย กระถินบ้าน กระถินดอกขาว กระถินหัวหงอก กระถินยักษ์ กะเส็ดโคก กะเส็ดบก ตอเบา สะตอเทศ สะตอเบา สะตอบ้าน สะตอตั๊กแตน ผักก้านถิน ผักหนองบก

ลักษณะทั่วไป (Characteristic): เป็นถั่วยืนต้น ลำต้นตั้งตรง สูง 3-10 เมตร ไม่ผลัดใบ อายุหลายปี มีระบบรากลึก แผ่กิ่งก้านเป็นพุ่ม เรือนยอดเป็นรูปไข่หรือกลม เปลือกเรียบสีเทา มีปุ่มนูนของรอยกิ่งก้านที่หลุดร่วงไป เจริญได้ดีในสภาพดินทั่วไป สามารถทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี (สายัณห์, 2547) มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกากลาง ได้แก่ แม็กซิโก นอกจากนี้กระถินยังมีการขยายพันธุ์ของกระถินเพิ่มมากขึ้นในหลายพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนสูง ได้แก่ แถบเอฟริกา เอเชีย และทางตอนเหนือของออสเตรเลีย (Haque *et al*., 2007)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบ (Foliage): ใบประกอบแบบขนนกสองชั้น (bipinnate) เรียงสลับกันมีความยาว 12.5-25 เซนติเมตร แยกเป็นแขนง 3-10 คู่ เรียงตรงข้ามกัน ความยาว 5-10 เซนติเมตร มีใบย่อย 5-20 คู่ เรียงตรงข้าม ใบเป็นรูปขอบขนาน ความกว้าง 2-5 มิลลิเมตร ความยาว 0.6-2.1 เซนติเมตร ลักษณะปลายใบแหลม โคนใบเบี้ยว บริเวณขอบใบมีขน มีเส้นแขนงใบข้างละ 5-6 เส้น ก้านใบย่อยยาว 1 มิลลิเมตร

ดอก (Flower): มีสีเหลืองนวลหรือเหลืองปนขาว ออกเป็นช่อแบบช่อกระจุกแน่น (head) ตามซอกใบและปลายกิ่ง 1-3 ช่อ กลีบเลี้ยงโคนติดกันเป็นรูประฆัง ปลายแยกเป็นสามเหลี่ยมเล็ก 5 แฉก มีขน กลีบดอกมี 5 กลีบ เกสรเพศผู้ 10 อัน ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร เมื่อช่อดอกบานเต็มที่-แล้วมีความกว้าง 2-2.5 เซนติเมตร มีกลิ่นหอมเล็กน้อย

ผล (Fruit): ผลเป็นฝักแบนแห้งแตกสีน้ำตาลเข้ม มีความกว้าง 1.5-2 เซนติเมตร ความยาว 10-20 เซนติเมตร ลักษณะโคนสอบ ปลายแหลม เมล็ดเรียงตามขวางภายในฝัก 15-20 เมล็ด มีสีน้ำ-ตาลเป็นมันวาว

ระยะการเป็นดอก-ผล: เริ่มออกดอกในช่วงเดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนมิถุนายน และออกผลในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนมกราคม

การขยายพันธุ์: โดยเมล็ด

คุณค่าทางโภชนะของกระถิน

กระถินจัดเป็นพืชอาหารเขตร้อนที่มีองค์ประกอบทางเคมีสูงเทียบเท่าถั่วเขตหนาวจำพวก Lucerne (*Medicago sativa*) และ white clover (*Trifolium repens*) โดยเฉพาะคุณค่าทางโภชนะที่เป็นส่วนของโปรตีนที่มีสูงถึง 17-24 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง มีปริมาณเยื่อใยต่ำ นอกจากคุณค่าทางโภชนะของโปรตีนที่สูงแล้ว กระถินยังมีเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นแหล่งวิตามินเอ และสารแซนโทฟิลล์ (อุทัย, 2526) ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (anti oxidance) และแร่ธาตุในระดับสูง เช่น ทองแดง เหล็ก สังกะสี และแมงกานีส เป็นต้น (Garcia *et al.,* 1996) Ter Meulen *et al.,* (1979) รายงานว่าใบกระถินยังเป็นพืชอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนที่มีปริมาณกรดอะมิโน เมื่อคิดเปรียบเทียบเป็นมิลลิกรัม/กรัมไนโตรเจน มีค่าใกล้เคียงกับกากถั่วเหลืองและปลาบ่น นอกจากนี้กระถินยังใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ได้ กระถินมีความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น่ากิน หาได้ง่าย และสามารถเติบโตได้ในดินหลายประเภท (สายัณห์, 2547) สัตว์เคี้ยวเอื้องซึ่งมีจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะรูเมนสามารถย่อยเยื่อใยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็นอย่างดี และยังสามารถเปลี่ยนรูปของสารพิษมิโมซินที่มีอยู่ในกระถินให้อยู่ในรูปที่ไม่เกิดพิษแก่สัตว์ได้

สำหรับในประเทศไทยได้มีผู้วิจัยที่ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณคุณค่าทางอาหารของใบกระถิน ดังสรุปไว้ในตารางที่ 1 การที่กระถินมีโปรตีนในระดับสูงจึงทำให้กระถินเป็นตัวเพิ่มปริมาณโปรตีนของหญ้าอาหารสัตว์ ทำให้ปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของอาหารหยาบคุณภาพต่ำมีค่าเพิ่มขึ้น (Khamseekhiew *et al.,* 2001) ซึ่งคุณค่าทางโภชนะของกระถินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น พันธุ์ อายุการเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยและการจัดการ เป็นต้น (Cobbina, 1998)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโภชนะของใบกระถินในประเทศไทย

ผู้วิจัย	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)	เถ้า (%)
จินดา และคณะ (2526)	23.43	8.07	7.55	9.83
สุกัญญา (2544)	28.85	4.70	1.99	9.26
วัชราภรณ์ (2550)	17.66	-	ผนังเซลล์ 65.45 ลิกโนเซลลูโลส 37.2	7.50
กองอาหารสัตว์ (2551)	20.2	3.5	18.0	8.8

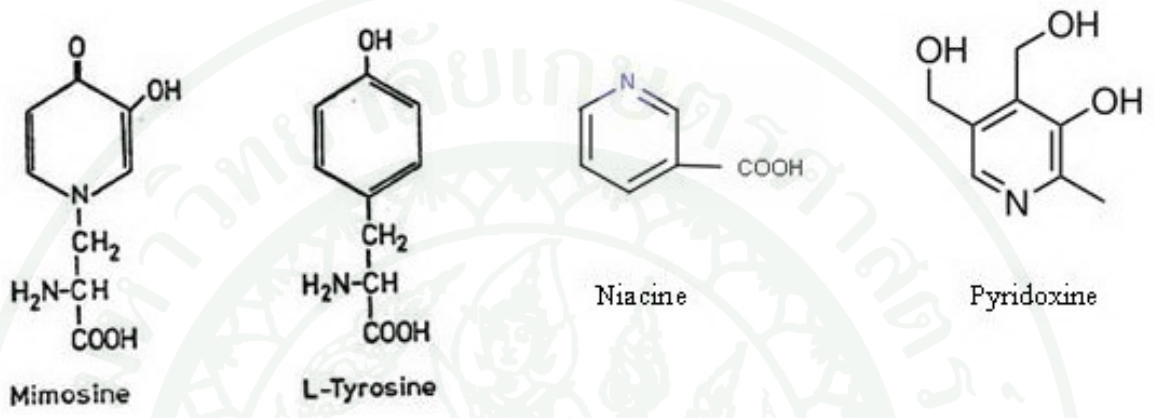
สารพิษในกระถิน และการเป็นพิษต่อสัตว์

กระถินมีมิโมซิน (mimosine) ซึ่งมีผลทำให้สัตว์เกิดอาหารขนร่วง (alopecia) โดยเฉพาะที่บริเวณหาง สำหรับโคที่กินอาหารซึ่งมีกระถินเป็นส่วนประกอบมากกว่าครึ่งหนึ่งของอาหารที่สัตว์กินทั้งหมดเป็นเวลาติดต่อกันนานกว่า 6 เดือน สัตว์จะมีน้ำลายออกมามากกว่าปกติ ขนหยาบและร่วง มีอาการคอพอก การเจริญเติบโตชะงักและประสิทธิภาพการผสมติดลดลง แต่ไม่แสดงอาการถึงตาย แต่ถ้าโคกินอาหารที่มีกระถินเป็นส่วนประกอบน้อยกว่าร้อยละ 30 เป็นเวลาติดต่อกันนานเพียงใดก็ตาม โคจะไม่แสดงอาการดังกล่าว (Jones *et al.,* 1976; N.A.S., 1977)

มิโมซิน เป็นสารประกอบอัลคาลอยด์ (alkaloid) มีสูตรทางเคมีคือ β - [N-(3-hydroxy-4 pyridine) - α - aminopropionic acid] (Ter Meulen *et al*., 1979) หรือ $C_6H_{10}O_4N_2$ มิโมซินเป็นสารประกอบที่ไม่ใช่โปรตีนแต่เป็นกรดอะมิโนอิสระ (non-protein amino acid) โดยมีกรดอะมิโนไล-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซีน (lysine) เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์มิโมซิน (Hylin, 1964) มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับ ไนอาซิน (niacine) ไพริด๊อกซิน (pyridoxine) และไทโรซีน (L-tyrosine) ดังภาพที่ 1 ซึ่งมีความ-สำคัญต่อขบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกาย จึงทำให้มิโมซินสามารถเข้าไปแทนที่ในขบวน-การเมตาบอลิซึม ซึ่งเมื่อสัตว์ได้รับปริมาณของมิโมซินที่มากพอมิโมซินจะขัดขวางขบวนการดังกล่าวได้



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างของมิโมซินและสารที่มีโครงสร้างคล้ายกัน

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ter muelen *et al.* (1979)

เนื่องจากสารมิโมซินมีโครงสร้างคล้ายกับ L-tyrosine จึงมีผลไปยับยั้งกระบวนการสัง-เคราะห์โปรตีนในร่างกาย เช่น ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ pyridoxal containing transaminase, tyrosine decarboxylase ทำให้มีการเจริญเติบโตช้าลง รวมถึงการไปรบกวนการทำงานของวิตามิน B6 ซึ่งมีความสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์ cystathionine synthetase และ cystathionase ที่ใช้ในกระบวนการเปลี่ยน methionine ไปเป็น cysteine จึงมีผลทำให้ขนร่วง (Liener, 1989)

ในกระถินต่างพันธุ์กันจะมีปริมาณมิโมซินอยู่ระดับใกล้เคียงกัน มีค่าระหว่าง 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Megarrity,1978; เฉลิมพล, 2523) ซึ่งชาญชัย (2526) พบว่าในกระถินพื้นเมืองของกระถินพื้นเมืองของไทยมีปริมาณมิโมซิน 3-4 เปอร์เซ็นต์ซึ่งสูงกว่ากระถินยักษ์พันธุ์ K-28 ที่มีมิโมซิน 2.12 เปอร์เซ็นต์ และไพโชค (2526) พบว่ามีมิโมซินในใบกระถินยักษ์และใบกระถินพื้นเมือง เท่า-กับ 1.02 และ 1.22 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สารมิโมซินสามารถพบได้ตามส่วนต่างๆ ของกระถิน ดังแสดงในตารางที่ 2

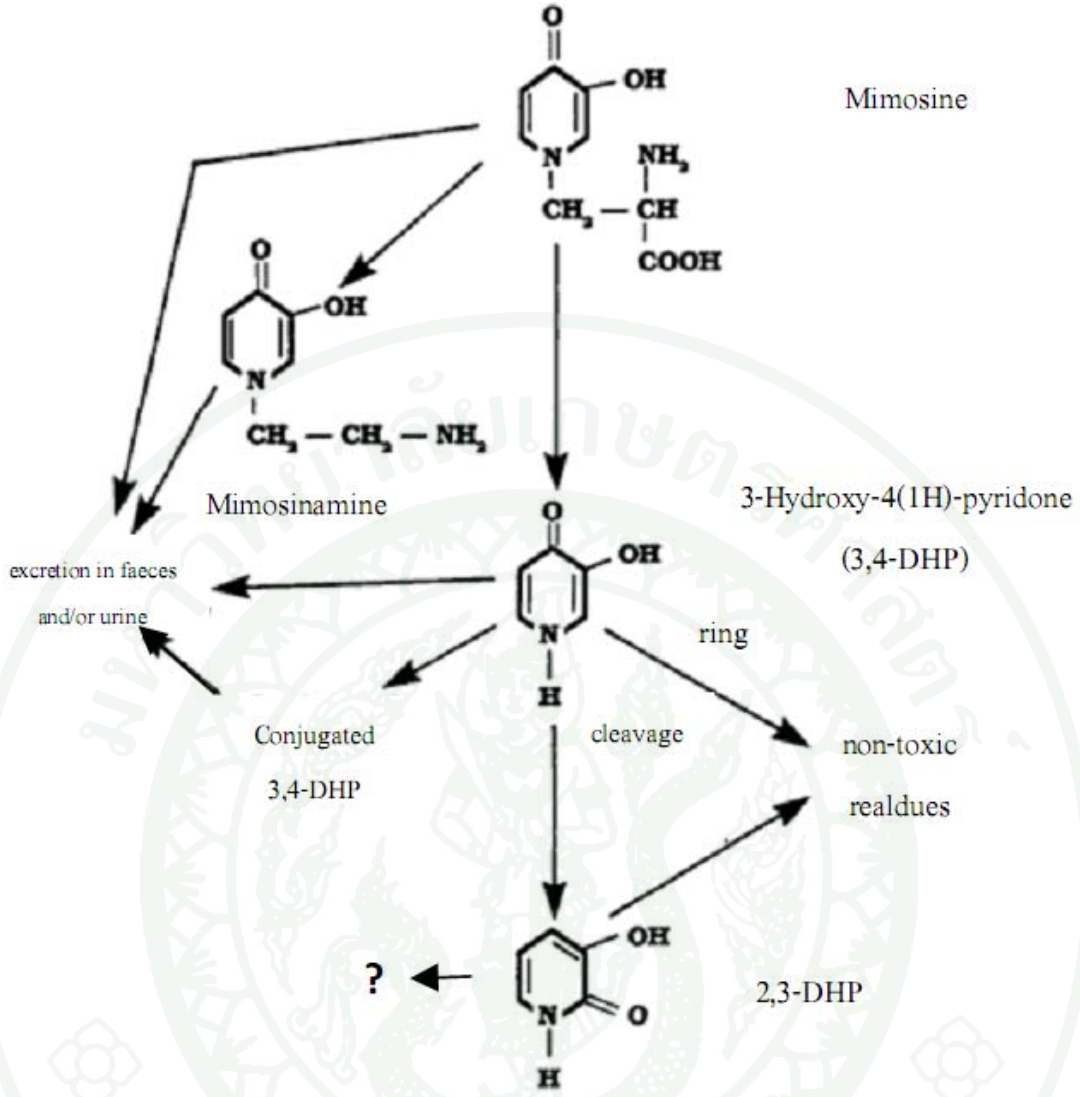
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณสารมิโมซินในส่วนต่างๆของกระถิน

ส่วนของกระถินที่พบสารมิโมซิน (%)	Hegarty *et al.* (1964)	Megarrity (1978)	Xuan *et al.* (2006)
ใบอ่อน	7.19	6	2.66
ใบแก่	-	-	0.47
ลำต้นอ่อน	-	2	1.50
ลำต้นแก่	-	1	0.54
ยอด	-	12	-
เมล็ด	12.13	10	2.38

ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (เพ็ญศรี, 2550) หลังจากสัตว์กินกระถิน ในขณะที่สัตว์กำลังเคี้ยว เอนไซม์ในพืชจะเปลี่ยนมิโมซินไปเป็น 3,4-dihydroxypyridine หรือเรียกว่า 3,4-DHP โดยมิโมซินที่เหลือ และ 3,4-DHP จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ชื่อว่า *Synergistes jonesii* ที่ตั้งชื่อตามผู้ค้นพบ คือ นักวิทยาศาสตร์ชาวออสเตรเลีย ชื่อ Dr. R.J. Jones (Allison *et al.,* 1992) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) ชนิดแกรมลบ (gram negative) มีลักษณะเป็นท่อน (rod) มีขนาด 1x0.5 pm. ทนอุณหภูมิได้ 20-50 องศาเซลเซียส และสามารถย่อยสารพิษของสารมิโมซินได้ (Hammond, 1995) จุลินทรีย์ตัวนี้สามารถทำลายพิษของไมโมซีนและอนุพันธ์ในรูปของทั้ง 3,4-DHP และ 2,3-dihydroxypyridine (2,3-DHP) โดยการศึกษาของ Jones and Winter (1982) พบว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องจากฮาวายที่สามารถกินกระถินได้โดยไม่เกิดอาการพิษ จึงได้ทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ในแพะที่สามารถป้องกันการเกิดพิษจากกระถินได้ ด้วยการนำเชื้อจุลินทรีย์มาทดสอบกับโคที่ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งโคสามารถกินกระถินได้ 100 เปอร์เซ็นต์ และไม่แสดงอาการเกิดพิษใดๆ ซึ่งจุลินทรีย์นี้สามารถเปลี่ยนสารประกอบมิโมซินไปเป็น 3,4-DHP และจะถูกเปลี่ยนอีกครั้งเป็น 2,3-DHP ได้ภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง นอกจากนี้ Elliott *et al*. (1985) ได้กล่าวว่าปริมาณมิโมซิน และ 3,4-DHP ที่พบในสัตว์มีความแปรปรวนทางสถิติ อาจเนื่องมาจากมีบางส่วนที่ถูกย่อยสลายและไม่เกิดปฏิกิริยาในระบบทางเดินอาหารทำให้สามารถตรวจพบสารเหล่านี้ในมูลสัตว์ได้ (Jones *et al.,*2009) ซึ่ง Reis et al. (1975) ได้กล่าวเสริมว่า ในมูลและปัสสาวะของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะพบ DHP ในรูปการควบคู่ (conjugated from) และการดูดซึมมิโมซินอาจจะอยู่ภายใต้ปฏิกิริยาดีคาร์บอกซีเลชั่น (decarboxylation) ภายในเนื้อเยื่อสัตว์ในรูปไมโมไซนามีน (mimosinsmine) ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจะถูกขับออกทางปัสสาวะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 เมแทบอลิซึมของมิโมซินในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ที่มา : ดัดแปลงจาก D'Mello (1991)

เมื่อมิโมซินถูกเปลี่ยนเป็น 3,4-DHP ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคคอพอก (goiter) หรือภาวะที่ต่อมธัยรอยด์ขยายใหญ่ (Hammond, 1995) โดย 3,4-DHP ทำหน้าที่คล้ายกับ goitrgen และจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตแล้วไปยับยั้งการทำงานของต่อมไทรอยด์ (antithyroid properties) ทำให้ต่อมไทรอยด์ไม่สามารถนำไอโอดีนไปใช้ในการสร้างฮอร์โมนไทรอคซิน (thyroxin) ได้ นั่นคือ 3,4-DHP จะไปรบกวนการจับตัวระหว่างสารอินทรีย์กับไอโอดีน (organic binding of iodine) ในขบวนการ iodine trapping mechanism ของต่อมไทรอยด์ ทำให้ไทรอคซินไม่เพียงพอ ต่อมไทรอยด์จึงต้องเร่งผลิตฮอร์โมนไทรอคซินให้มากขึ้นทำให้ต่อมไทรอยด์ขยายขนาดและเกิดเป็นคอ-พอกได้ (Hegarty *et al.,*1979) และรายงานของ Ghosh *et al*. (2007) เมื่อให้โคนมกินกระถินทำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้ระดับของ Triiodothyronine (T_3) และ Thyroxine (T_4) มีค่าลดลง จากการศึกษาระดับของกระถินในสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ การทำหน้าที่ของต่อมไธรอยด์ และการขับออกของสาร DHP ในโคเนื้อ เพศผู้ตอนของ Jones and Hegarty (1984) โดยการเสริมใบกระถินระดับ 0 10 20 40 67 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารพบว่า กลุ่มที่ได้รับใบกระถินระดับ 10 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่ากลุ่มที่ได้รับ 0 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ แต่ในสัปดาห์ที่ 13-16 กลุ่มที่ได้รับใบกระถิน 10 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักลดลง ส่วนกลุ่มที่ได้รับใบกระถิน 67 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีการเปลี่ยน-แปลงน้ำหนักตัวในช่วง 8 สัปดาห์แรก แต่มีการลดลงของน้ำหนักในสัปดาห์ต่อๆ มา สำหรับการขับออกของ DHP ทางปัสสาวะ พบว่า การขับออกของ DHP จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อสัตว์กินกระถินมากขึ้น คือเมื่อกินกระถิน 10 20 40 67 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร มีปริมาณการขับออกของ DHP เท่ากับ 33.2 40.2 42.6 38.0 และ 55.7 เปอร์เซ็นต์ของมิโมซินที่กินเข้าไป ส่วนการทำงานของต่อมไธรอยด์ พบว่า ระดับของฮอร์โมนไธรอกซินในเลือดของกลุ่มที่กิน 40 67 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณต่ำกว่า 20 นาโนโมลต่อลิตร หลังจากกินแล้ว 6 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มที่กินน้อยกว่า พบว่า มีระดับของฮอร์โมนไธรอกซินเป็นไปตามปกติ

Jones (1994) ได้ทำการสำรวจความเป็นพิษของกระถินในสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศต่างๆ ทั้งในเอเชียและอเมริกาใต้ในปี พ.ศ. 2530 (คศ. 1987) พบว่าประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่สัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีจุลินทรีย์ *Synergistes jonesii* (ตารางที่ 3) ซึ่งจุลินทรีย์ตัวนี้สามารถแพร่กระจาย (Transfer) ไปในระหว่างสัตว์ทุกตัวในฝูงโดยผ่านทางน้ำลาย และมูล (Jones *et al*., 2009) ซึ่งสัตว์ที่กินกระถินอยู่เป็นประจำจะมีจุลินทรีย์ตัวนี้อยู่ตลอดเวลา ฉะนั้นกระถินจึงไม่มีโทษต่อสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 การกระจายตัวของจุลินทรีย์ซึ่งสามารถทำลายพิษของไมโมซีนในประเทศต่างๆ

ประเทศที่ไม่พบจุลินทรีย์ที่สามารถทำลายพิษของไมโมซีน	ประเทศที่พบจุลินทรีย์ซึ่งสามารถทำลายพิษของไมโมซีน
ประเทศออสเตรเลีย	ประเทศอินโดนีเซีย
ประเทศปาปัวนิวกีนี	ประเทศวานูอาตู
ประเทศฟิจิ	**ประเทศไทย**
ประเทศญี่ปุ่น	ประเทศมาเลเซีย
ประเทศจีน	ประเทศอินเดีย
ประเทศสหรัฐอเมริกา	ประเทศ Seychelles
ประเทศไนจีเรีย	ประเทศเม็กซิโก
ประเทศแซร์	
ประเทศเคนยา	
ประเทศซิมบับเวย์	
ประเทศแทนซาเนีย	
ประเทศอัฟริกาใต้	
ประเทศเอธิโอเปีย	

ที่มา : Jones (1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลของการใช้กระถินในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Flores *et al.* (1979) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแม่โครีดนมที่กินหญ้าอย่างเดียว กับการให้กระถินเสริมแก่แม่โครีดนมวันละ 2-4 กิโลกรัมต่อตัว และการให้ Formal-casein เสริมแก่โครีดนมวันละ 250 กรัม พบว่าแม่โคในกลุ่มที่ได้รับการเสริมกระถินให้ผลผลิตสูงกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้แม่โครีดนมที่แทะเล็มแปลงกระถินประมาณ 80-100% เป็นอาหารหลักอย่างเดียวสามารถให้ผลผลิตนมวันละ 10.34 กก.โดยไม่พบอาการโรคเต้านมอักเสบ (Hamilton *et al*., 1971) สำหรับในโคสาว Prachett *et al.* (1991) รายงานว่า โคสาวที่ได้รับจุลินทรีย์ *S. jonesii* และให้กินใบกระถินจะมีลักษณะการสืบพันธุ์ดีขึ้น โดยพบว่า โคสาวที่ไม่ได้รับจุลินทรีย์ตัวนี้จะทำให้ลูกโคตาย 4 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับโคสาวที่ได้รับจุลินทรีย์จะให้ลูกที่มีลักษณะปกติ

สำหรับการศึกษาในประเทศไทยบุญเริ่ม (2527) พบว่าโคสาวลูกผสมโฮลสไตน์อายุ 26 สัปดาห์ ซึ่งให้กินหญ้าขนสดผสมกระถิน 50% ของอาหารที่กินแต่ละวัน มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่ให้กินเฉพาะหญ้าขน แสดงว่ากระถินสามารถเพิ่มคุณภาพหญ้าขนทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่า การศึกษาในกระบือ จินดา และคณะ (2526) ได้ทดลองเปรียบเทียบการใช้ยอดอ้อยอบแห้งขุนกระบือและเสริมด้วยใบกระถินสด พบว่า กระบือกลุ่มที่เลี้ยงด้วยยอดอ้อยอบแห้ง (3.81 กก./ตัว/วัน) โดยการเสริมใบกระถินสด (10.58 กก./ตัว/วัน) มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.70 กก./ตัว/วัน ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) จากกระบือที่เลี้ยงด้วยยอดอ้อยอบแห้งเพียงอย่างเดียว (5.19 กก./ตัว/วัน) ที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียง 0.23 และการศึกษาในแพะ สุกัญญา (2544) พบว่า แพะกลุ่มที่ได้รับกระถินในระดับร้อยละ 50 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตมากกว่าแพะกลุ่มที่ได้รับกระถินระดับร้อยละ 0 ($P<0.01$) และมีปริมาณการกินอาหารทั้งหมดเพิ่มมากที่สุด ส่วนฮอร์โมนไธรอคซินในซีรัมของแพะกลุ่มที่ได้รับกระถินในระดับร้อยละ 50 มีค่าต่ำกว่าแพะกลุ่มอื่นๆ ($P<0.001$)

สำหรับการทดสอบความเป็นพิษของกระถินในปัสสาวะแม่โค Ghosh *et al*., (2007) พบว่าระดับของ 3,4-DHP และ 2,3-DHP มีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อแม่โคได้รับปริมาณมิโมซินเพิ่มขึ้น โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) วัดระดับความเข้มข้น ซึ่งมีระดับ 2,3-DHP สูงถึง 2126±366 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในวันที่ 21 ของวันที่ได้รับกระถิน และลดลงต่ำสุดในวันที่ 43 ของวันที่ได้รับกระถิน 7.4±0.91 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 4) เมื่อนำส่วนประกอบน้ำนมมาวิเคราะห์ พบว่าส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำนมมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน และปริมาณน้ำนมดิบที่ได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นด้วย และจากการศึกษา Gupta and Atreja (1999) พบว่าโคนมทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนเหนือของอินเดียที่ได้รับกระถินเป็นอาหาร ไม่พบการเกิดพิษ แต่สามารถตรวจพบ 3,4-DHP และ 2,3-DHP ได้ในปัสสาวะของโค ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนรูปของมิโมซินโดยจุลินทรีย์ *S. jonesii* ในกระเพาะรูเมน นอกจากนั้น Akingbade *et al*. (2004) ได้ทำการทดสอบการใช้กระถินเป็นอาหารแก่แม่แพะ พบว่า แพะที่ได้รับกระถินมีการให้ผลผลิตสูงและประสิทธิภาพการสืบพันธุ์สูงกว่าแพะที่ไม่ได้รับกระถินและลูกที่เกิดยังมีน้ำหนักตัวแรกคลอดสูงกว่า (Akingbade *et al*., 2001)

Jones and Megarrity (1983) ได้ศึกษาปริมาณการขับสาร DHP ทางปัสสาวะของแพะในออสเตรเลีย และในฮาวายที่กินกระถินมีปริมาณมิโมซินเฉลี่ย 20 กรัมต่อวัน พบว่า ปริมาณขับออกของ DHP ของแพะออสเตรเลีย เท่ากับ 6.9-13.8 กรัมต่อวัน ส่วนแพะฮาวายมีการขับออกต่ำกว่า 0.05 กรัมต่อวัน และหลังจากสัปดาห์ที่ 3 พบว่าแพะออสเตรเลียมีระดับของฮอร์โมนไธรอกซินต่ำลง ต่อมไธรอยด์มีขนาดใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 3) เกิดแผลที่ผนังทางเดินอาหารและที่ reticulo-rumen เมื่อนำน้ำรูเมนจากแพะที่กินกระถินมาศึกษาการย่อยสลายของสาร DHP ในใบกระถิน แบบ *in vitro* พบว่า แพะฮาวายสามารถเปลี่ยนสารมิโมซินไปเป็นสาร DHP ได้ภายใน 1 ชั่วโมง และหลังจากนั้นจะมีการย่อยจนเหลือเท่ากับที่มีอยู่ในน้ำกระเพาะหมัก (rumen fluid) เริ่มต้น ส่วนแพะออส-เตรเลีย พบว่าไม่มีการย่อยสลายสาร DHP ตลอด 25 ชั่วโมง

ภาพที่ 3 (ซ้าย) ต่อมไธรอยด์ของแพะที่กินหญ้า (ขวา) ต่อมไธรอยด์ของแพะที่กินกระถิน 3 เดือน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Amy Chouinard (2009)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ปริมาณการขับออกทางปัสสาวะของมิโมซิน และ DHP (μg/ml) ในแม่โครีดนม

วันที่ได้รับกระถิน	มิโมซิน	3,4-DHP	2,3-DHP
3	20±3.6	287±15.3	98±17.2
7	16±1.1	275±31.0	90±8.7
10	32±10.4	653±114.0	227±44.0
14	29±4.4	757±55.9	132±3.7
17	45±6.6	979±44.0	528±50.8
21	45±2.1	450±23.8	2126±366
24	43±2.2	312±29.9	2045±192
28	29±4.5	230±40.0	1582±178
31	25±1.9	247±14.3	1727±205
36	6.6±0.47	26±2.8	240±17.3
39	3.8±1.37	12±2.5	118±15.3
43	ND	2.2±0.63	7.4±0.91

หมายเหตุ ND = not detectable.

ที่มา: ดัดแปลงจาก Ghosh *et al*. (2007)

จากการรายงานดังกล่าว พบว่าการใช้กระถินในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะในโคนมทดแทนที่รับกระถินเสริมทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น (บุญเริ่ม, 2527) แต่รายงานนี้ไม่ได้แสดงผลต่อสุขภาพไว้มากนัก ฉะนั้นการทดลองครั้งนี้จึงศึกษาการใช้กระถินในการเลี้ยงโคนมทดแทน และค่าชีวเคมีบางประการในเลือดรวมทั้งการทดสอบความเป็นพิษของมิโมซินในปัสสาวะของโคนมทดแทน

ค่าชีวเคมีในเลือด

การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของระดับค่าเคมีชนิดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในซีรั่มหรือพลาสมามีความสำคัญมาก สามารถใช้เป็นข้อมูลและแนวทางในการวินิจฉัยทางคลินิกที่ให้ผลแม่นยำมากขึ้น และทำให้ทราบถึงการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายว่าอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เลือดประกอบด้วยสัดส่วนที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์ร้อยละ 45 ของปริมาณเลือดทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด สัดส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 55 ของปริมาณเลือดทั้งหมดเป็นส่วนของพลาสมา ซึ่งประกอบด้วยน้ำร้อยละ 90 โปรตีนชนิดต่าง ๆ ประมาณร้อยละ 7 และส่วนที่เหลือเป็นองค์ประกอบของสารอื่น ๆ เช่น วิตามิน ฮอร์โมน เป็นต้น (Margi, 1995)

กลูโคสในเลือด (Blood Glucose; BG)

BG ขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์ และชนิดของอาหารที่กิน การกินอาหารข้นจะสร้างกลูโคสมากกว่าการกินอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตในอาหารข้นถูกเปลี่ยนเป็นโพรพิโอเนทโดยการหมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดแล้วเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับต่อไป (บุญล้อม, 2542) ในสัตว์เคี้ยวเอื้องมี BG 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการเพื่อใช้ในการดำรงชีพ (basal metabolism) 40-60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2529) ระดับของ BG จะอยู่ในระดับปกติโดยการควบคุมของฮอร์โมนอินซูลินและกลูคากอนที่ผลิตจากตับอ่อน และมีการเพิ่มขึ้นของ BG หลังจากการได้รับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง การเกิดความเครียดอย่างฉับพลันหรือรุนแรง และการลดลงของ BG เกิดขึ้นในสภาวะ Acetonemia หรืออินซูลินชักนำให้ร่างกายเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) หรือการทำงานผิดปกติของตับและไต (Moss, 1992)

ยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood Urea Nitrogen; BUN)

ยูเรียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogen) สังเคราะห์ที่ตับเปลี่ยนมาจากแอมโมเนีย โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสลายโปรตีนในอาหารเป็นแอมโมเนีย เพื่อใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการสร้างจุลินทรีย์โปรตีน แอมโมเนียที่จุลินทรีย์นำไปใช้ไม่ทันจะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนเข้าสู่กระแสเลือด และจะถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียอย่างรวดเร็วที่ตับเพื่อลดความเป็นพิษของแอมโมเนีย (Khon, 2007) ยูเรียที่เกิดขึ้นเข้าสู่กระแสเลือดส่วนหนึ่งและถูกนำกลับเข้าสู่กระเพาะรูเมนผ่านทางน้ำลาย อีกส่วนหนึ่งไปยังไต และถูกขับออกทางปัสสาวะ (เมธา, 2529; บุญล้อม, 2541) BUN สามารถใช้ตรวจสอบความสมดุลระหว่างปริมาณโปรตีนและพลังงานในอาหารที่สัตว์ได้รับ (Hammond, 1997) การเพิ่มขึ้นของ BUN อาจเป็นผลเนื่องมาจากสัตว์ได้รับอาหารที่มีโปรตีนคุณภาพต่ำ ไม่สามารถนำมาใช้เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับร่างกาย หรือการขาดแคลนพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต การทำงานของไตที่ผิดปกติ หรืออาจเกิดจากสภาวะที่มีการนำโปรตีนในร่างกายไปใช้ประโยชน์ เช่น ในช่วงที่ปริมาณการกินได้อาหารต่ำ ไม่เพียงพอในการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รักษาสภาพปกติของสัตว์ได้ (เมธา, 2529) อัตราการสังเคราะห์ยูเรียจะสูงขึ้นในสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต อยู่ระหว่างการให้นม และในสัตว์ที่กินโปรตีนสูง (Madsen, 1983) ส่วนการลดลงของ BUN อาจเกิดจากร่างกายได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำ หรือการทำงานที่ผิดปกติของวัฏจักรยูเรียในการเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นยูเรีย หรือเกิดจากความผิดปกติของตับและไต (Moss, 1992) โดยปกติปริมาณ BUN ในโคอยู่ระหว่าง 20-30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Keneko, 1989)

กรดไขมันอิสระ (non-esterified fatty acid; NEFA)

ในสภาวะที่สัตว์ขาดแคลนอาหารกรดไขมันอิสระส่วนใหญ่จะถูกปลดปล่อยออกจากเซลล์ไขมันเข้าสู่กระแสเลือด โดยเกาะตัวไปกับอัลบูมิน (albumin) (Pethick and Dunshea, 1993) มีชื่อเรียกเฉพาะของกรดไขมันอิสระนี้ว่า non-esterified fatty acid (NEFA) เมื่ออัตราการสลายไขมันภายในเนื้อเยื่อไขมันสูงขึ้นและส่งผลให้ระดับความเข้มข้นของ NEFA ภายในกระแสเลือดเพิ่มขึ้น (Dunshea *et al.,* 1988) NEFA ส่วนหนึ่งถูกนำเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อ ภายใต้สภาวะที่สัตว์ขาดแคลนอาหาร กล้ามเนื้อมีข้อจำกัดในการนำกรดไขมันอิสระเข้าสู่เซลล์ ปริมาณกรดไขมันอิสระจึงถูกนำเข้าสู่กล้ามเนื้อได้ไม่มากนัก (Pethick and Dunshea, 1993) ทั้งนี้ Bell (1981) รายงานว่าตับเป็นอวัยวะที่ไม่มีข้อจำกัดในการนำกรดไขมันอิสระ ดังนั้นกรดไขมันอิสระส่วนใหญ่จึงถูกนำเข้าสู่ตับในสภาวะที่สัตว์ขาดแคลนอาหาร โดยตับจะทำหน้าที่เปลี่ยนกรดไขมันอิสระเหล่านี้ให้กลายเป็นสารประกอบไขมันชนิดต่างๆ เช่น ไลโปโปรตีน และสารประกอบคีโตน เพื่อใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่อไป โคนมควรค่า NEFA อยู่ระหว่าง 0.3-1.45 มิลลิโมลต่อลิตร (Adewuyi *et al*., 2006; Herdt, 2009)

ในสภาวะที่สัตว์ขาดแคลนอาหารหรือภาวะที่สัตว์มีการกินได้ลดลง เนื่องจากสัตว์ป่วยหรือกำลังให้ผลผลิต ทำให้ระดับของกลูโคสที่เป็นพลังงานหลักในร่างกายลดลงส่งผลให้มีการสลายไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อไขมันด้วย ซึ่งผลของการสลายไขมันจะทำให้ระดับความเข้มข้นของ NEFA ในเลือดสูงขึ้น โดยตับจะนำ NEFA กลับไปสังเคราะห์เป็นไตรเอซิลกลีเซอรอลใหม่ และขนส่งออกจากตับในรูป very low density lipoprotein (VLDL) หรือถูกออกซิไดซ์เป็น acetyl CoA ซึ่งใช้ในการสร้างพลังงานผ่านในวัฏจักรเครบส์ (Kreb's cycle) หรือใช้ในการสร้างสารคีโตน ผ่านทางขบวนการสร้างสารคีโตน (ketogenesis) ซึ่งสารคีโตนที่สร้างขึ้นจากตับ ได้แก่ acetoacetate, acetone และ β-hydroxybutyrate (BHBA) (Breukink and Wensing, 1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีน (triiodothyronine hormone; T_3)

ฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีน (triiodothyronine hormone; T_3) และฮอร์โมนธัยรอกซีน (thyroxine hormone; T_4) ผลิตจากต่อมธัยรอยด์ (thyroid gland) โดยฮอร์โมน T_3 จะมีความเข้มข้นในเลือดต่ำกว่าฮอร์โมน T_4 แต่มีความสามารถในการออกฤทธิ์ได้นานกว่าหลายเท่า กระบวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับไอโอดีน และกรดอะมิโนไทโรซีน หน้าที่ของฮอร์โมนทั้งสองชนิดเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างพลังงาน โดยควบคุมอัตราเมแทบอลิซึมพื้นฐาน (basal metabolism rate) มีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และยังมีผลต่อการทำงานทุกระบบภายในร่างกาย เช่น ระบบหัวใจ ระบบย่อยอาหาร การระบายความร้อนจากร่างกาย เป็นต้น (Dunlop *et al*., 1991) ในสัตว์ต่างชนิดกันจะมีระดับทั้งสองชนิดนี้แตกต่างกัน โดยในโคมีค่าฮอร์ฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีน อยู่ระหว่าง 0.8-2.0 มิลลิโมลต่อลิตร (Contreras *et al*., 2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองครั้งนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 สำรวจและเก็บตัวอย่างปัสสาวะของโคนมจากฟาร์มเกษตรกรที่ใช้กระถินในการเลี้ยงโคนม

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

แม่โครีดนมที่ได้รับกระถินเป็นส่วนหนึ่งของอาหารมาโดยตลอดเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี จากฟาร์มของเกษตรกร ในเขตอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี จำนวนทั้งสิ้น 6 ฟาร์ม โดยมีฟาร์มของเกษตรกรที่ได้รับกระถินแห้ง 3 ฟาร์ม ได้แก่ 1) ฟาร์มคุณเล่ย์ 2) ฟาร์มคุณอุบล และ 3) ฟาร์มคุณสมนึก และฟาร์มของเกษตรกรที่ได้รับกระถินสด 3 ฟาร์ม ได้แก่ 1) ฟาร์มคุณเพนียด 2) ฟาร์มคุณสมนึก และ 3) ฟาร์ม อ.ส.ค.

2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ
   2.1 ขันน้ำพลาสติก
   2.2 บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
   2.3 ขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene; PE) ขนาด 100 มิลลิลิตร
   2.4 ผ้าขาวบาง
   2.5 สารเคมี 6 *N* HCl
   2.6 กระบอกฉีดยาชนิดแก้ว
   2.7 ถุงมือพลาสติก
   2.8 ลังโฟมใส่น้ำแข็งสำหรับเก็บตัวอย่างก่อนนำไปแช่ที่ตู้ทำความเย็น -20 องศาเซลเซียส

3. ปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบหาสารพิษในปัสสาวะโคทดลอง
   3.1 Concentrated hydrochloric acid (HCl)
   3.2 Polypropylene tube ขนาด 15 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 Hot water bath

3.4 Cellulose acetate filter ขนาด 0.45 μM

3.5 Column C18 cartrige

3.6 Methanol

3.7 Syringe ขนาด 10 มิลลิลิตร

3.8 Ferric chloride solution (10 mg $FeCl_3.6H_2O$/ml in 0.35N HCl)

วิธีการ

1. สำรวจเก็บตัวอย่างปัสสาวะแม่โคนมที่ได้รับกระถินแห้งและกระถินสดจากฟาร์ม-เกษตรกร 6 ฟาร์ม จำนวน 12 ตัว โดยมีโคนมที่ได้รับกระถินแห้งและกระถินสด กลุ่มละ 6 ตัว สุ่ม-เก็บตัวอย่างฟาร์มละ 2 ตัว โดยเก็บตัวอย่างช่วงเช้าก่อนการให้อาหาร (06.00-07.00 น.)

2. หลังจากเก็บตัวอย่างปัสสาวะจากแม่โคนม กรองด้วยผ้าขาวบาง นำปัสสาวะที่กรองแล้วเทลงในขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน 75 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆ เทกรด HCl 6 *N* 5 มิลลิลิตร ปิดฝาและเขย่าขวดเบา ๆ 2-3 ครั้ง เปิดฝาออกพอหลวม ๆ แล้วจึงปิดฝาขวดให้สนิทอีกครั้ง นำตัวอย่างเก็บใส่ในลังโฟมเก็บตัวอย่าง ก่อนนำมาแช่ที่ตู้เย็น -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป โดยทำการทดสอบปัสสาวะโคนมด้วยชุดทดสอบ DHP toxicity (Jones, 1997)

3. สังเกตและสอบถามข้อมูลเบื้องต้นในด้านสุขภาพทั่วไปของแม่โคนมที่เก็บตัวอย่าง เช่น สุขภาพทั่วไป การให้ผลผลิต การเป็นสัด การผสมติด และการตั้งท้อง เป็นต้น จากเจ้าของฟาร์ม

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใช้กระถินเพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

โคทดลอง เป็นโคนมขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอ-มวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี (เส้นรุ้ง 14 องศา 50 ลิปดาเหนือ, เส้นแวง 101 องศา 10 ลิปดาตะวันออก และสูงจากระดับน้ำทะเล 220 เมตร) อายุประมาณ 18±3 เดือน มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียนไม่น้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักประมาณ 290±10 กิโลกรัม จำนวน 12 ตัว โดยโคทุกตัวผ่านการถ่ายพยาธิมาแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. โรงเรือนทดลองและอุปกรณ์ในการเลี้ยงโคนม

2.1 โรงเรือนแบบคอกขังเดี่ยว เรียงติดกันเป็นวงกลม ขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 6 เมตร หลังคาสังกะสี พื้นคอกเป็นคอนกรีต มีรางอาหารอยู่ด้านหน้า รางน้ำอยู่ด้านหลังคอก จำนวน 12 คอก ทุกคอกแขวนแร่ธาตุก้อน ให้สัตว์ทดลองกินแร่ธาตุและน้ำได้ตลอดเวลา

2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักสัตว์ และน้ำหนักอาหาร

2.3 อุปกรณ์ให้อาหารสัตว์ทดลอง ได้แก่ ถุงพลาสติกใส่อาหารข้น กระสอบใส่กระถินสด ตะกร้าพลาสติกขนาดใหญ่ และส้อม

2.4 อุปกรณ์ทำความสะอาดโรงเรือน เช่น สายยางฉีดน้ำ ไม้กวาด และแปรง เป็นต้น

3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเลือด

3.1 กระบอกฉีดยาพลาสติกขนาด 10 มิลลิลิตร

3.2 เข็มฉีดยา เบอร์ 18 ความยาว 1 นิ้ว

3.3 หลอดเก็บเลือดสุญญากาศขนาด 6 มิลลิลิตร สำหรับเก็บซีรั่ม และชนิดเคลือบโซเดียมคลอไรด์ ขนาด 2 มิลลิลิตร สำหรับเก็บพลาสมา

3.4 เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)

3.5 หลอดเก็บตัวอย่างพลาสมาและซีรั่ม (microcentrifuge tube)

3.6 ไมโครไปเปต

3.7 ตู้ทำความเย็น -20 องศาเซลเซียส

4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ

4.1 ขันน้ำพลาสติก

4.2 บีกเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร

4.3 ขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน (Polyethylene; PE) ขนาด 100 มิลลิลิตร

4.4 ผ้าขาวบาง

4.5 สารเคมี 6 *N* HCl

4.6 กระบอกฉีดยาชนิดแก้ว

4.7 ถุงมือพลาสติก

4.8 ลังโฟมใส่น้ำแข็งสำหรับเก็บตัวอย่างก่อนนำไปแช่ที่ตู้ทำความเย็น -20 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในอาหารสัตว์ทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ความชื้น, วัตถุแห้ง, เถ้า และโปรตีน ด้วยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) และวิเคราะห์ NDF, ADF, เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ด้วยวิธี Detergent method (Goering and Van Soest, 1970)

6. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าชีวเคมีในเลือด

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าชีวเคมีในเลือด ได้แก่ หลอดทดลอง บีกเกอร์ ไมโครไปเปตขนาดต่างๆ เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) สำหรับวัดค่าการดูด-กลืนของแสง และสารเคมีที่เป็นชุดตรวจสอบทางการค้า ได้แก่ Glucose set (Enzymatic; Biotech), Urea nitrogen set (Enzymatic; Biotech) และ Non esterified fatty acid set (Enzymatic; Randox)

7. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบหาสารพิษในปัสสาวะโคทดลอง

7.1 Concentrated hydrochloric acid (HCl)

7.2 Polypropylene tube ขนาด 15 มิลลิลิตร

7.3 Hot water bath

7.4 Cellulose acetate filter ขนาด 0.45 μM

7.5 Column C18 cartrige

7.6 Methanol

7.7 Syringe ขนาด 10 มิลลิลิตร

7.8 Ferric chloride solution (10 mg $FeCl_3.6H_2O$/ml in 0.35N HCl)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. การจัดการเลี้ยงดูสัตว์ทดลอง

1.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

1) ระยะปรับอาหาร เพื่อให้สัตว์คุ้นเคยกับอาหาร วันแรกให้กระถินสดเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วเพิ่มขึ้นวันละ 10 เปอร์เซ็นต์ จนครบ 100 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 10 ของการเปลี่ยนอาหาร

2) ระยะเตรียมการทดลอง (preliminary period) เป็นระยะที่ให้โคกินอาหารอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) เพื่อให้โคปรับตัว โดยใช้เวลา 7 วัน บันทึกปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน

3) ระยะการทดลอง (experimental period) หลังจากผ่านระยะเตรียมการทดลองแล้วเป็นระยะที่เก็บตัวอย่างจริง ให้อาหารเพียง 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่โคสามารถกินได้เต็มที่ โดยดูจากข้อมูลในระยะเตรียมการทดลอง เพื่อป้องกันการเลือกกินอาหารและสามารถนำอาหารไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ใช้เวลาในการทดลอง 60 วัน

1.2 การให้อาหาร โคทดลองจะได้รับหญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum* var. purple guinea) ในแปลงหญ้าของ อ.ส.ค. อายุประมาณ 45-60 วัน และกระถินสดในเขตอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี โดยใช้ส่วนของใบกระถินสดพร้อมกิ่งเขียวที่ไม่มีกิ่งสีน้ำตาล โคจะได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 และ 16.00 น. โดยมีน้ำสะอาดและแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา ซึ่งปริมาณอาหารข้นและกระถินสดที่โคทดแทนแต่ละตัวได้รับใน 1วัน มีดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารข้น 4 กิโลกรัม
กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารข้น 3 กิโลกรัม และกระถินสด 3 กิโลกรัม
กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารข้น 2 กิโลกรัม และกระถินสด 5 กิโลกรัม

2. การเก็บตัวอย่างอาหาร

ทำการเก็บตัวอย่างอาหารข้น หญ้าสด และกระถินสดก่อนให้สัตว์ทดลอง ทุกๆ 7 วัน ตลอดการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาความชื้น, วัตถุแห้ง, เถ้า และโปรตีน ด้วยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) และวิเคราะห์ NDF, ADF, เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ด้วยวิธี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Detergent method (Goering and Van Soest, 1970) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารข้น 0.5 กิโลกรัม หญ้าสด และกระถิน 1 กิโลกรัม (งานบริการ, 2552)

3. การเก็บตัวอย่างเลือด

ทำการเก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำบริเวณลำคอ (Jugular vein) ของโค เพื่อวิเคราะห์สภาวะโภชนะที่ได้รับตามวิธีของ Blowey et al., (1973) โดยที่เช้าของวันที่เจาะเลือด จะงดให้อาหารก่อนการเจาะเลือด หลังจากนั้นจึงให้อาหารตามทรีทเมนต์ ทำการเจาะเลือดโคทดลองอีกครั้งในช่วงเวลาบ่ายหลังจากโคกินอาหารในช่วงเช้าไปแล้ว 4-5 ชั่วโมง การเก็บตัวอย่างเลือดแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เก็บลงในหลอดสุญญากาศเคลือบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ก่อนนำไปปั่นแยกส่วนของพลาสมา สำหรับการวิเคราะห์หาค่า BG โดยวิธีการใช้เอนไซม์ Glucose oxidase และ Peroxidase ตามวิธีของ Schmid และ von Forstner (1986) และส่วนที่ 2 เก็บลงในหลอดสุญญากาศก่อนนำไปปั่นแยกส่วนของซีรั่ม สำหรับวิเคราะห์หาค่า BUN โดยวิธี Urease-Berthelot (Henry *et al*., 1974) วิเคราะห์หาปริมาณ NEFA โดยชุดทดสอบทางการค้า ใช้เครื่องมือ Spectro-photometer และวิเคราะห์หาปริมาณฮอร์โมน T_3 ด้วยวิธีการ Electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) ใช้เครื่องมือ Roche Elecsys 1010/2010 และ MODULA ANALYTICS E170 (Elecsys module)

4. การเก็บตัวอย่างปัสสาวะโคทดลองเพื่อทดสอบความเป็นพิษของมิโมซินจากการกินกระถิน

การเก็บตัวอย่างปัสสาวะโคนมก่อนการให้อาหารเช้า (07.00-08.00 น.) และหลังกินอาหาร 8 ชั่วโมง (15.00-16.00 น.) โดยเก็บตัวอย่างปัสสาวะสัปดาห์ละ 2 ครั้ง คือ ในวันที่ 0 (ก่อนการทด-ลอง) 3 7 10 14 17 21 24 28 31 36 39 และวันที่ 43 ของการทดลอง (Ghosh *et al*., 2007)

ขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างปัสสาวะโคนม คือเมื่อได้ปัสสาวะโคนมแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางลงในบีกเกอร์ 75 มิลลิลิตร แล้วเทใส่ขวดสำหรับเก็บปัสสาวะ จากนั้นค่อย ๆ เทกรด 6 *N* HCl 5 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท เขย่าขวดเบา ๆ 2-3 ครั้ง เปิดฝาออกพอหลวม ๆ แล้วจึงปิดฝาขวดให้สนิทอีกครั้ง นำตัวอย่างเก็บใส่ในลังโฟมเก็บตัวอย่าง ก่อนนำมาแช่ที่ตู้เย็น -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป โดยทำการทดสอบปัสสาวะโคนมด้วยชุดทดสอบ DHP toxicity (Jones, 1997)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การเก็บข้อมูล

5.1 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของอาหารที่ใช้ทดลอง

5.2 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และเหลือ เพื่อคำนวณหาปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ต่อวัน ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามวิธีของ Manske (1997)

5.3 น้ำหนักตัวของโคทดลองทุกตัวก่อนและหลังการทดลอง และคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของโคตลอดการทดลอง

5.4 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ BG, BUN, NEFA และ T_3

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี Dancan's New Multiple Range Test (DMRT) ตามวิธีของ Steel and Tarrie (1980) ภายใต้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยมีการวัดซ้ำค่าสังเกต (Repeated Measurements in CRD) ที่เวลาต่างกัน โดยมีหุ่นจำลองทางสถิติ (Statistical model) ดังนี้ (มนต์ชัย, 2544)

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_{k(i)} + T_j + AT_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ

y_{ijk}	=	ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษาจากปัจจัยของทรีทเมนต์ ที่ i และ เวลาที่ j ซ้ำที่ k เมื่อ k = 1, 2, 3, 4
μ	=	ค่าเฉลี่ย
A_i	=	อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยของทรีทเมนท์ที่ระดับ i เมื่อ i = 1, 2, 3
T_j	=	อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยเวลา ที่ระดับ j เมื่อ j = 1, 2, 3
AT_{ij}	=	อิทธิพลร่วมเนื่องจากปัจจัยของทรีทเมนต์ที่ระดับ i และเวลาที่ระดับ j
$B_{k(i)}$	=	อิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์ที่ระดับ k เมื่อ k = 1,…, 12
ε_{ijk}	=	อิทธิพลของความคลาดเคลื่อนอื่นๆ ที่ไม่ได้พิจารณาในโมเดล เมื่อ $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยข้อมูลค่าสังเกตที่นำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ ได้แก่

1. ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของอาหารทั้งหมด ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ปริมาณวัตถุแห้งของโปรตีนที่กินได้ น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง และอัตราการเจริญเติบโต

2. ค่าชีวเคมีของเลือดก่อนและหลังการกินอาหาร ได้แก่ BG, BUN, NEFA และ T_3

7. สถานที่ทำการวิจัย

7.1 คอกสัตว์ทดลอง องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

7.2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

7.3 ห้องปฏิบัติการกายภาพในอาหารสัตว์ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

7.4 วิเคราะห์หาปริมาณกลูโคสในเลือด (BG), ยูเรียไนโตรเจนในเลือด (BUN), กรดไขมันอิสระ (NEFA) ณ ห้องปฏิบัติการชีวเคมีคลินิกและโภชนศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

7.5 วิเคราะห์หาปริมาณฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีน (T_3) ที่ห้องปฏิบัติการของบริษัท โปร-เฟสชั่นแนล ลาโบลาทอรี่ เมเนจเม้นท์ คอร์ป จำกัด

8. ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่เดือน กันยายน 2551

สิ้นสุดการทดลองในเดือน กรกฎาคม 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 สำรวจและเก็บตัวอย่างปัสสาวะของโคนมจากฟาร์มเกษตรกรที่ใช้กระถินในการเลี้ยงโคนม

จากการสำรวจสุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะโคนมที่ได้รับกระถินแห้งและสด สามารถพบ 2,3-DHP ในปัสสาวะโคนมทั้งสองกลุ่ม (ตารางที่ 5, 6) แต่ไม่พบมิโมซิน และ 3,4-DHP ในปัสสาวะของโคนมที่นำมาทดสอบ (ตารางที่ 5)

เมื่อนำสีของปัสสาวะมาเทียบกับสีของสารมาตรฐาน 2,3-DHP (ภาพที่ 8) สามารถเทียบความเข้มข้นของ 2,3-DHP ที่พบในปัสสาวะได้ โดยฟาร์มที่ 1 2 และ 3 ซึ่งได้รับกระถินแห้ง พบปริมาณความเข้มข้นของ 2,3-DHP เท่ากับ 105 ตรวจไม่พบ และ 105 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และฟาร์มที่ 4 5 และ 6 ได้รับกระถินสด พบปริมาณความเข้มข้นของ 2,3-DHP เท่ากับ ตรวจไม่พบ 105 และ 105 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบสีของตัวอย่างปัสสาวะโคนมที่สุ่มเก็บจากฟาร์มเกษตรกรที่ใช้กระถินในการเลี้ยงโคนม

รูปแบบของกระถินที่โคนมได้รับ	ลักษณะสีที่ปรากฏ			
	ไม่เปลี่ยน	แดง	ฟ้า	ม่วง
กระถินแห้ง	-	-	+	-
กระถินสด	-	-	+	-

หมายเหตุ - = ไม่พบปริมาณ 2,3-DHP

+ = พบปริมาณ 2,3-DHP

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ปริมาณการขับออกทางปัสสาวะของ 2,3-DHP ในปัสสาวะโคนมจากฟาร์มเกษตรกร

หน่วย : µg/ml

ตัวอย่าง	ปริมาณ 2,3-DHP ที่พบในปัสสาวะแม่โค
F1R1	ND
F1R2	105
F2R1	ND
F2R2	ND
F3R1	105
F3R2	105
F4R1	ND
F4R2	ND
F5R1	105
F5R2	ND
F6R1	ND
F6R2	105

หมายเหตุ F1-F3 คือ กลุ่มโคสำรวจที่ได้รับกระถินแห้ง
F4-F6 คือ กลุ่มโคสำรวจที่ได้รับกระถินสด
ND = not detectable.

จากการทดสอบความเป็นพิษของสารมิโมซินในปัสสาวะโคของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั้ง 6 ฟาร์ม พบเพียง 2,3-DHP ในระดับ 105 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมในโค 5 ตัว

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใช้กระถินเพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน

1. ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนะอาหารสัตว์ทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในอาหารทดลอง แสดงในตารางที่ 7 โดยมีวัตถุแห้งของกระถิน 35.26 เปอร์เซ็นต์ หญ้ากินนีสีม่วง 45.52 เปอร์เซ็นต์ และอาหารข้น 90.24 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และโปรตีนที่อยู่ในกระถินมีปริมาณสูงถึง 29.92 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารข้น 17.21 เปอร์เซ็นต์ และหญ้ากินนีสีม่วง 6.20 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงสด กระถินสด และอาหารข้น

องค์ประกอบ (%วัตถุแห้ง)	หญ้ากินนีสีม่วง	กระถิน	อาหารข้น
วัตถุแห้ง (%)	45.52	35.26	90.24
โปรตีน	6.20	29.92	17.21
ไขมัน	1.01	2.36	4.38
เยื่อใย	40.21	30.07	13.02
ผนังเซลล์	74.90	34.66	-
ลิกโนเซลลูโลส	52.63	25.67	-
เฮมิเซลลูโลส	22.27	8.91	-
เซลลูโลส	42.83	17.95	-
ลิกนิน	9.80	7.72	-
เถ้า	9.80	8.48	7.65
คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย	42.70	39.77	57.74

ปริมาณโปรตีนรวมที่โคทดลองทั้ง 3 กลุ่มได้รับจากอาหารทดลอง (ตารางที่ 8) โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับจากอาหารข้น 4 กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีนรวมที่ได้รับทั้งหมด 1,000 กรัม กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารข้น 3 กิโลกรัม และกระถินสด 3 กิโลกรัม คิดเป็น 10.31 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งที่กินทั้งหมด มีปริมาณโปรตีนรวมที่ได้รับทั้งหมด 1,180 กรัม และกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารข้น 2 กิโลกรัม และกระถินสด 5 กิโลกรัม คิดเป็น 18.89 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งที่กินทั้งหมด มีปริมาณโปรตีนรวมที่ได้รับ 1,190 กรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ปริมาณวัตถุแห้ง และโปรตีนรวมที่โคทดลองทั้ง 3 กลุ่มได้รับจากอาหารทดลอง

แหล่งโปรตีน	ปริมาณอาหารที่กิน (กก.วัตถุแห้ง)	โปรตีนรวมที่ได้รับ (กรัม/วัน)
กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม		
อาหารข้น 4 กก.	3.61	620
กระถินสด 0 กก.	0	0
หญ้ากินนีสีม่วงสด 13.7 กก.	6.24	380
ปริมาณที่ได้รับทั้งหมด	9.85	1,000
กลุ่มที่ 2 ได้รับกระถินสด 3 กก.		
อาหารข้น 3 กก.	2.71	460
กระถินสด 3 กก.	1.07	320
หญ้ากินนีสีม่วงสด 14.2 กก.	6.46	400
ปริมาณที่ได้รับทั้งหมด	10.24	1,180
กลุ่มที่ 3 ได้รับกระถิน 5 กก.		
อาหารข้น 2 กก.	1.80	310
กระถินสด 5 กก.	1.78	530
หญ้ากินนีสีม่วงสด 12.6 กก.	5.74	350
ปริมาณที่ได้รับทั้งหมด	9.32	1,190

2. ผลการใช้กระถินที่ระดับแตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย และ ปริมาณการกินได้ของโคนมทดแทน

จากการทดลองเมื่อเพิ่มปริมาณกระถินในการเพิ่มคุณภาพอาหารหยาบในโคนม พบว่า การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีน้ำหนักเริ่มต้นแต่ละกลุ่มเฉลี่ยเท่ากับ 295.75±8.63 291.00±12.25 และ 285.00±19.83 ตามลำดับ หลังจากโคทดลองทุกตัวได้รับอาหารตามกลุ่มของการทดลองเป็นเวลา 60 วัน มีผลทำให้น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 333.00±6.27 328.50±9.15 และ 322.75±21.72 ตามลำดับ และมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวเท่ากับ 37.25±2.96 37.50±5.80 และ 37.25±8.59 กิโลกรัม ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเท่ากับ 620±16.42 630±17.71 และ 630± 22.86 กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง และอัตราการเจริญเติบโตของโคนมทดแทนที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่ม

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่		
	1	2	3
จำนวนสัตว์ (ตัว)	4	4	4
ระยะเวลาการทดลอง (วัน)	60	60	60
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	295.75±8.63	291.00±12.25	285.00±19.83
น้ำหนักสิ้นสุด (กก.)	333.00±6.27	328.50±9.15	322.75±21.72
น้ำหนักเปลี่ยนแปลง (กก.)	37.25±2.96	37.50±5.80	37.25±8.59
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย (กรัม/ตัว/วัน)	620±16.42	630±17.71	630±22.86

หมายเหตุ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ได้รับอาหารข้น 4 กิโลกรัม/ตัว/วัน
กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารข้น 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน และกระถินสด 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน
กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารข้น 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน และกระถินสด 5 กิโลกรัม/ตัว/วัน
± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการทดลองให้โคทดลองได้รับอาหารทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 พบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้เฉลี่ยต่อวัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้เฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 9.87±0.10 10.26±0.48 และ 9.33±0.38 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ซึ่งโคทดลองกลุ่มที่ 2 มีค่าวัตถุแห้งที่กินได้เฉลี่ยต่อวันสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และโคทดลองกลุ่มที่ 3 มีค่าวัตถุแห้งที่กินได้เฉลี่ยต่อวันต่ำสุด เนื่องจากเมื่อมีปริมาณการกินได้เพิ่มขึ้น ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้จึงเพิ่มขึ้น โดยโคทดลองกลุ่มที่ 3 มีวัตถุแห้งของหญ้าที่กินได้ต่ำที่สุด ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวันจึงต่ำเช่นกัน แต่อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ และปริมาณวัตถุแห้งโปรตีนที่กินได้ของโคนมทดแทนที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่ม

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่		
	1	2	3
ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	9.87±0.10[ab]	10.26±0.48[a]	9.33±0.38[b]
ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ (%BW)	3.34±0.82	3.52±1.38	3.27±2.73
ปริมาณวัตถุแห้งโปรตีนที่กินได้ (กก./ตัว/วัน)	0.98	1.17	1.18

หมายเหตุ [ab] อักษรกำกับที่ต่างกันในแต่ละแถวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ได้รับอาหารข้น 4 กิโลกรัม/ตัว/วัน

กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารข้น 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน และกระถินสด 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน

กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารข้น 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน และกระถินสด 5 กิโลกรัม/ตัว/วัน

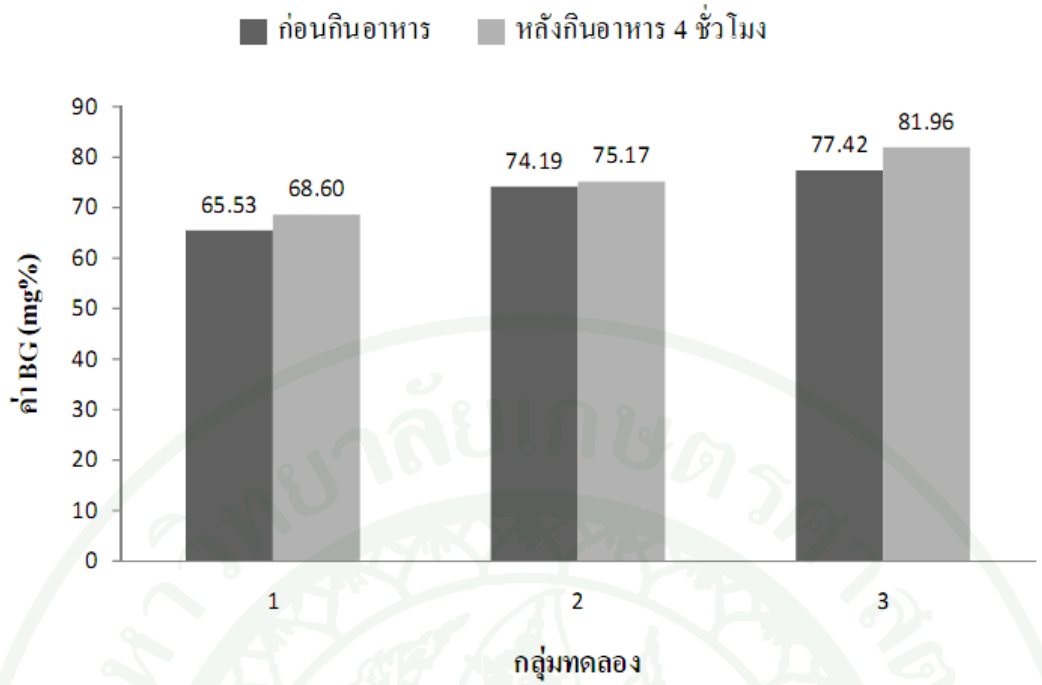
± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ผลการใช้กระถินที่ระดับแตกต่างกันต่อค่าชีวเคมีในเลือดและฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีนในโคนมทดแทน

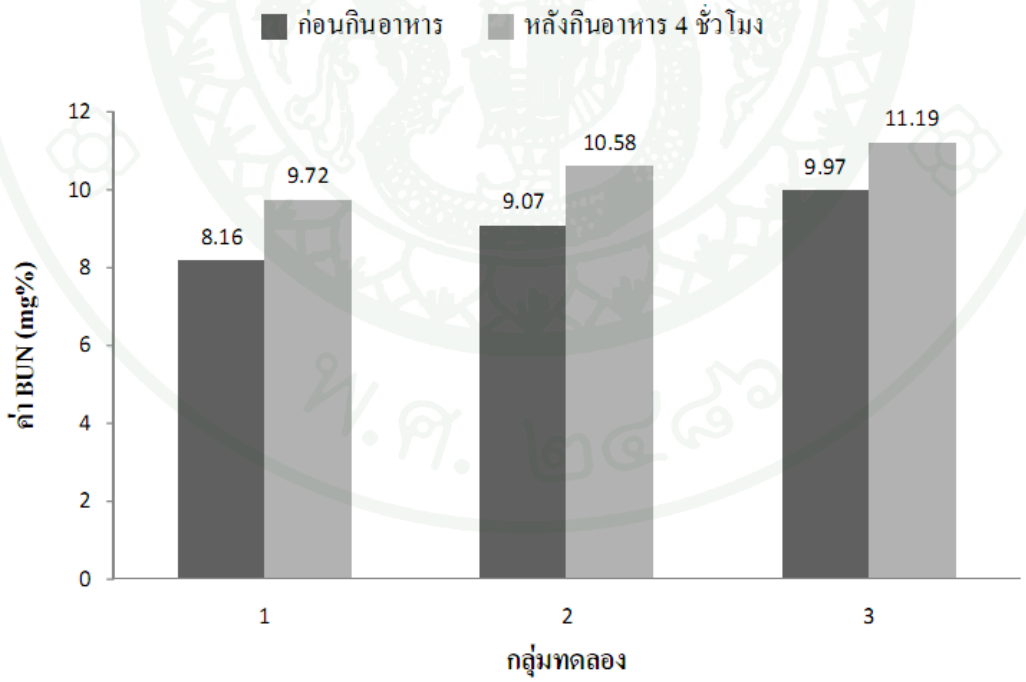
ค่า BG ของโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 จะเพิ่มขึ้นหลังการกินอาหาร ซึ่งค่า BG ของโคทดลองทุกกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า BG ก่อนกินอาหาร เท่ากับ 65.53±5.33 74.19±8.15 และ 77.42±9.24 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ มีค่า BG หลังกินอาหาร 4 ชั่วโมงเท่ากับ 68.60±12.47 75.17±15.39 และ 81.96±6.00 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่า BUN ของโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 จะเพิ่มหลังการกินอาหาร ซึ่งค่า BUN ของโคทดลองทุกกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า BUN ก่อนกินอาหารเท่ากับ 8.16±2.42 9.07±2.91 และ 9.97±2.97 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ มีค่า BUN หลังกินอาหาร 4 ชั่วโมงเท่ากับ 9.72±3.10 10.58±3.56 และ 11.19±2.89 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 ค่าน้ำตาลในเลือด (mg%) ของโคนมทดแทนทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงก่อนกินอาหารและหลังกินอาหาร 4 ชั่วโมง



ภาพที่ 5 ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด (mg%) ของโคนมทดแทนทั้ง 3 กลุ่ม ในช่วงก่อนกินอาหารและหลังกินอาหาร 4 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่า NEFA ในเลือดของโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 หลังการกินอาหาร 4 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่า NEFA เท่ากับ 0.52±0.25 0.37±0.08 และ 0.91±0.34 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11

ระดับ T_3 ของโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 หลังการกินอาหาร 4 ชั่วโมงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีระดับ T_3 เท่ากับ 2.47±0.61 2.56±0.36 และ 2.33±0.96 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่ากลูโคส, ยูเรียไนโตรเจน, NEFA และฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีนในเลือดของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	ค่าปกติ
BG (mg%)				50-70[1]
0 ชม.	65.53±5.33	74.19±8.15	77.42±9.24	
4 ชม.	68.60±12.47	75.17±15.39	81.96±6.00	
BUN (mg%)				10-20[2]
0 ชม.	8.16±2.42	9.07±2.91	9.97±2.97	
4 ชม.	9.72±3.10	10.58±3.56	11.19±2.89	
NEFA (mg%)	0.52±0.25^{ab}	0.37±0.08^{b}	0.91±0.34^{a}	0.3-1.45[3,4]
T_3 (mmol/l)	2.47±0.61	2.56±0.36	2.33±0.96	0.8-2.0[5]

หมายเหตุ ^{ab} อักษรกำกับที่ต่างกันในแต่ละแถวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ได้รับอาหารข้น 4 กิโลกรัม/ตัว/วัน

กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารข้น 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน และกระถินสด 3 กิโลกรัม/ตัว/วัน

กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารข้น 2 กิโลกรัม/ตัว/วัน และกระถินสด 5 กิโลกรัม/ตัว/วัน

± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ที่มา: [1]เมธา (2529); [2]Jack (1977); [3]Adewuyi *et al*. (2006); [4]Herdt (2009); [5]Contreras et al. (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ผลการทดสอบสารมิโมซิน 3, 4-DHP และ 2, 3-DHP ในปัสสาวะโคทดลอง

เมื่อนำปัสสาวะของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่มมาทดสอบการเกิดสีด้วยชุดทดสอบ DHP toxicity พบว่า ก่อนการกินอาหารชั่วโมงที่ 0 ในช่วง 0-14 วันของการทดลองยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงสีปัสสาวะของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม และเริ่มมีการเปลี่ยนสีปัสสาวะของกลุ่มที่ 2 ในวันที่ 17 ซึ่งกลุ่มที่ 3 ไม่มีการเปลี่ยนสี วันที่ 21 กลุ่มที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า กลุ่มที่ 3 ไม่เปลี่ยนสี วันที่ 24 กลุ่มที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า กลุ่มที่ 3 ไม่เปลี่ยนสี วันที่ 28 กลุ่มที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 3 วันที่ 31 กลุ่มที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า กลุ่มที่ 3 ไม่เปลี่ยนสี วันที่ 36 กลุ่มที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 3 วันที่ 39 กลุ่มที่ 2 ไม่เปลี่ยนสี กลุ่มที่ 3 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า วันที่ 43 กลุ่มที่ 2 ไม่เปลี่ยนสี กลุ่มที่ 3 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 12

หลังการกินอาหารชั่วโมงที่ 8 ในวันที่ 0-1 ยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีปัสสาวะในโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม วันที่ 3 กลุ่มที่ 2 ยังไม่เปลี่ยนสี แต่กลุ่มที่ 3 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า วันที่ 7 กลุ่มที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า กลุ่มที่ 3 ไม่เปลี่ยนสี วันที่ 10 กลุ่มที่ 2 และ 3 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า วันที่ 14 กลุ่มที่ 2 ไม่เปลี่ยนสี กลุ่มที่ 3 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า วันที่ 17-43 กลุ่มที่ 2 และ 3 เปลี่ยนเป็นสีฟ้า ดังแสดงตารางที่ 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ผลการเปลี่ยนสีปัสสาวะโคทดลองที่ได้รับกระถินสดทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนการกินอาหารชั่วโมงที่ 0

วันที่	กลุ่มที่ 1 (n=4)				กลุ่มที่ 2 (n=4)				กลุ่มที่ 3 (n=4)			
	ไม่เปลี่ยน	แดง	ฟ้า	ม่วง	ไม่เปลี่ยน	แดง	ฟ้า	ม่วง	ไม่เปลี่ยน	แดง	ฟ้า	ม่วง
0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
1	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
3	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
7	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
10	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
14	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
17	4	0	0	0	3	0	1	0	4	0	0	0
21	4	0	0	0	2	0	2	0	4	0	0	0
24	4	0	0	0	2	0	2	0	4	0	0	0
28	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
31	4	0	0	0	3	0	1	0	4	0	0	0
36	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
39	4	0	0	0	4	0	0	0	3	0	1	0
43	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0

หมายเหตุ ไม่เปลี่ยนสี = ไม่พบปริมาณมิโมซิน 3,4-DHP และ 2,3-DHP
สีแดง = พบปริมาณมิโมซิน
สีฟ้า = พบปริมาณ 3,4-DHP
สีม่วง = พบปริมาณ 2,3-DHP

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ผลการเปลี่ยนสีปัสสาวะโคทดลองที่ได้รับกระถินสดทั้ง 3 กลุ่ม หลังการกินอาหารชั่วโมงที่ 8

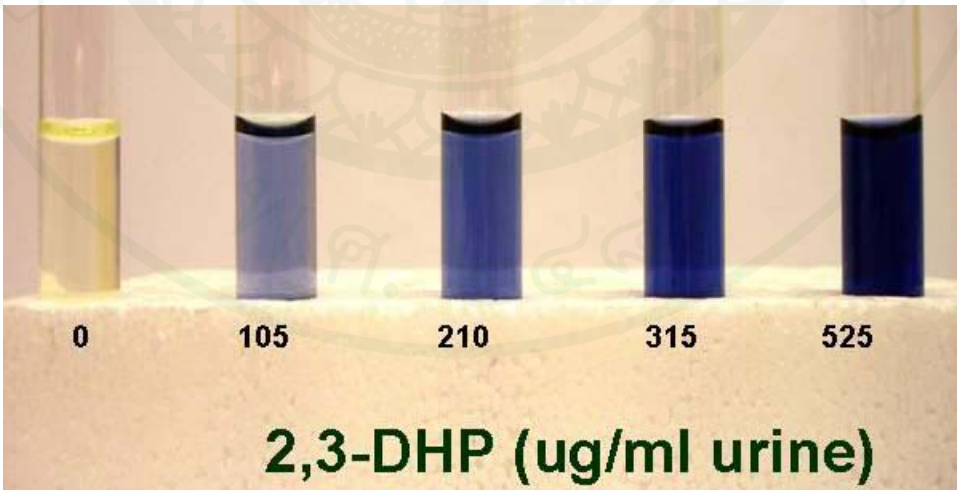
วันที่	กลุ่มที่ 1 (n=4)				กลุ่มที่ 2 (n=4)				กลุ่มที่ 3 (n=4)			
	ไม่เปลี่ยน	แดง	ฟ้า	ม่วง	ไม่เปลี่ยน	แดง	ฟ้า	ม่วง	ไม่เปลี่ยน	แดง	ฟ้า	ม่วง
0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
1	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
3	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0
7	4	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0
10	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
14	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0
17	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
21	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
24	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
28	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
31	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
36	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
39	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
43	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0

หมายเหตุ ไม่เปลี่ยนสี = ไม่พบปริมาณมิโมซิน 3,4-DHP และ 2,3-DHP
สีแดง = พบปริมาณมิโมซิน
สีฟ้า = พบปริมาณ 3,4-DHP
สีม่วง = พบปริมาณ 2,3-DHP

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังจากนำปัสสาวะของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ก่อนให้อาหารชั่วโมงที่ 0 มาทดสอบด้วยชุดทดสอบ DHP toxicity พบว่า กลุ่มที่ 1 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสี กลุ่มที่ 2 และ 3 มีการเปลี่ยนแปลงสีบางส่วน (ตารางที่ 12) และเมื่อนำสีของปัสสาวะมาเทียบกับสีของสารมาตรฐาน 2,3-DHP (ภาพที่ 6) สามารถเทียบระดับความเข้มข้นของ 2,3-DHP ที่พบในปัสสาวะโคทดลองที่นำมาทดสอบได้ โดยสามารถตรวจพบระดับความเข้มข้นของ 2,3-DHP ได้ในวันที่ 17-36 ของการให้อาหารทดลองกลุ่มที่ 2 (ตารางที่ 14) มีระดับความเข้มข้นของ 2,3-DHP เท่ากับ 105 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และวันที่ 39-43 ไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนโคทดลองกลุ่มที่ 3 สามารถตรวจพบระดับความเข้มข้นของ 2,3-DHP ได้ในวันที่ 28 และ 36-43 ของการให้อาหารทดลอง มีระดับความเข้มข้นของ 2,3-DHP เท่ากับ 105 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เมื่อนำสีของปัสสาวะของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม หลังการให้อาหารชั่วโมงที่ 8 มาเทียบกับสีของสารมาตรฐาน 2,3-DHP (ภาพที่ 6) สามารถเทียบความเข้มข้นของ 2,3-DHP ที่พบในปัสสาวะโคทดลองที่นำมาทดสอบได้ โดยโคทดลองกลุ่มที่ 2 สามารถตรวจพบ 2,3-DHP ได้ในวันที่ 17 24 และ 31-43 ของการทดลอง และไม่สามารถตรวจพบ 2,3-DHP ได้ ในวันที่ 1-14 21 และ28 ของการทดลอง ส่วนในวันที่ 1 ของการให้กระถินสดโคทดลองกลุ่มที่ 3 ยังไม่สามารถตรวจพบ 2,3-DHP ได้ ต่อมาวันที่ 3-43 ของการให้กระถินสดสามารถตรวจพบ 2,3-DHP ได้ที่ระดับ 105 105 105 105 105 105 105 210 105 210 105 และ210 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 14) ซึ่งในวันที่ 36 ของการให้กระถินสดมีระดับของ 2,3-DHP สูงที่สุด



ภาพที่ 6 แสดงสีของสารมาตรฐานสำหรับใช้เทียบสีของ 2,3-DHP

ที่มา: Anonymous (2008)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ปริมาณการขับออกทางปัสสาวะของ 2,3- DHP ในโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ก่อนให้อาหาร ชั่วโมงที่ 0 และหลังให้อาหาร ชั่วโมงที่ 8

หน่วย : µg/ml

วันที่ได้รับกระถิน	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3	ND	ND	ND	ND	ND	105
7	ND	ND	ND	ND	ND	105
10	ND	ND	ND	ND	ND	105
14	ND	ND	ND	ND	ND	105
17	ND	ND	105	105	ND	105
21	ND	ND	105	ND	ND	105
24	ND	ND	105	105	ND	105
28	ND	ND	105	ND	105	210
31	ND	ND	105	105	ND	105
36	ND	ND	105	105	105	210
39	ND	ND	ND	105	105	105
43	ND	ND	ND	105	105	210

หมายเหตุ ND = not detectable.

นอกจากนี้ในด้านสุขภาพของโคทดลองในช่วงที่ทำการทดลอง โคทดลองทั้ง 8 ตัวของกลุ่มที่ได้รับการเสริมกระถินสดทั้ง 2 กลุ่มมีการเป็นสัดและได้รับการผสมเทียมจากเจ้าหน้าที่ตามปกติ ส่วนกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมกระถินสดมีการแสดงการเป็นสัดเพียง 2 ตัว ซึ่งโดยทั่วไปโคสาวควรได้รับการผสมเมื่ออายุ 15-18 เดือน หรือ มีน้ำหนักตัวประมาณ 300-350 กิโลกรัม (สมเพชร และคณะ, 2549) ส่วนสุขภาพทั่วไปของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ไม่พบความผิดปกติใด ๆ จากพิษของสารมิโมซินในช่วงการทดลอง โคทดลองมีการเพิ่มน้ำหนักตัววันละ 620-630 กรัม (ตารางที่ 9)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

การทดลองที่ 1 สำรวจและเก็บตัวอย่างปัสสาวะของโคนมจากฟาร์มเกษตรกรที่ใช้กระถินในการเลี้ยงโคนม

จากการสำรวจสุ่มเก็บตัวอย่างปัสสาวะโคนมที่ได้รับกระถินแห้งและสด ดังแสดงในตารางที่ 5 และ6 แม่โคที่ได้รับกระถินในรูปแบบแตกต่างกัน มีการเปลี่ยนสีของปัสสาวะ โดยเปลี่ยนเป็นสีฟ้า ซึ่งสีที่พบนั้นเป็นสีที่เกิดจาก 2,3-DHP ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของสารพิษมิโมซินแต่ไม่ก่อให้เกิดอาการเป็นพิษแก่สัตว์เคี้ยวเอื้อง (Thomas and Addy, 1977) และไม่พบการเปลี่ยนสีเป็นสีม่วง ซึ่งเป็นสีที่เกิดจาก 3,4-DHP อย่างไรก็ตามการใช้ชุดทดสอบ DHP toxicity นี้ในการตรวจสอบปัสสาวะโคที่กินกระถินนั้นงานวิจัยนี้น่าจะเป็นการรายงานครั้งแรกในประเทศ ซึ่งผลการสำรวจก็ได้ผลไม่แตกต่างกับรายงานในต่างประเทศ เช่นรายงานของ Ghosh *et al.*, (2007) เมื่อนำปัสสาวะแม่โครีดนมที่ได้รับกระถินสามารถตรวจพบ 2,3-DHP ได้ในปัสสาวะ โดยแม่โครีดนมไม่แสดงอาการเป็นพิษ และ Gupta and Atreja (1999) รายงานว่าแพะที่กินกระถินมีปริมาณของ 3,4-DHP และ 2,3-DHP ในสิ่งขับถ่าย 52.17 เปอร์เซ็นต์ของสารพิษที่ได้รับทั้งหมด แต่แพะทดลองไม่แสดงอาการเป็นพิษเกิดขึ้นเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าการใช้กระถินในการเลี้ยงโคนมไม่เป็นอันตรายแก่ตัวสัตว์ และสามารถใช้กระถินเพื่อเป็นแหล่งเสริมคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะโปรตีนแก่หญ้าอาหารสัตว์แก่โคนมได้ และจากการสอบถามข้อมูลในด้านสุขภาพของแม่โคที่ได้รับกระถินทั้ง 2 กลุ่มจากเกษตรกรเจ้าของฟาร์ม พบว่า แม่โคทั้ง 2 กลุ่มแสดงอาการเป็นสัด และให้ลูกได้ตามปกติ โดยไม่พบอาการเป็นพิษจากมิโมซินแต่อย่างใด

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใช้กระถินเพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน

1. การศึกษาคุณค่าทางโภชนะอาหารสัตว์ทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสด และกระถินสดที่นำมาใช้ในการทดลอง แสดงในตารางที่ 7 พบว่าหญ้ากินนีสดมีปริมาณของโปรตีน และไขมัน ต่ำกว่าในกระถินสด แต่มีปริมาณวัตถุแห้ง เยื่อใย ผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส ลิกนิน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (NFE) สูงกว่ากระถินสด เนื่องจากหญ้ากินนีสดมีอายุการตัดประมาณ 60-90 วัน ทำให้มีโปรตีนระดับปานกลาง (6.20 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) โดยหญ้ากินนีสดที่นำมาทดลองจัดเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพปานกลาง (สมเพชร และคณะ, 2549) และมีปริมาณของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผนังเซลล์ที่สูง (74.90 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) โดยพืชที่อายุมากขึ้นส่วนของผนังเซลล์จะเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน (สายัณห์, 2547) ซึ่งคุณภาพของพืชอาหารสัตว์มีผลต่อกิจกรรมการย่อยของ cellulolytic bacteria ทำให้การกินได้ของสัตว์ลดลง (Koster *et al*., 1996) อีกทั้งปริมาณของเยื่อใยยังเป็นปัจจัยที่จำกัดปริมาณการกินได้ของสัตว์ (เมธา, 2529) จึงทำให้การใช้ประโยชน์จากอาหารลดลง (วินัย, 2538) ส่วนกระถินสดมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 29.92 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการทดลองนี้ใช้เฉพาะส่วนที่มีสีเขียวเท่านั้น ส่วนใหญ่เป็นสัดส่วนของใบมากกว่าลำต้น ซึ่งที่บริเวณใบมีปริมาณโปรตีนและแร่ธาตุอาหารสูง (สายัณห์, 2547) ดังนั้นการใช้กระถินสดในงานทดลองนี้จึงช่วยเพิ่มคุณภาพอาหารหยาบเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์ต่อไปได้

2. การใช้กระถินที่ระดับแตกต่างกันต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย และปริมาณการกินได้ของโคนมทดแทน

โคทดลองกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งได้รับกระถินสดมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว (37.50 และ 37.25 กก.) ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่ได้รับกระถินสด (37.25 กก.) เนื่องจากโภชนะในกระถินสดมีโปรตีนร้อยละ 29.92 ของวัตถุแห้ง (ตารางที่ 7) ซึ่งถือว่าเป็นสัดส่วนในปริมาณสูง สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ (Jones, 1979) โดยโปรตีนที่ได้รับจากอาหารมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ส่วนหนึ่งจะสร้างเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อและกล้ามเนื้อในร่างกาย (สุกัญญา, 2544) จึงทำให้สัตว์มีขนาดร่างกายและน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้น

จากตารางที่ 9 โคทดลองกลุ่มที่ 1 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของโคทั้ง 3 กลุ่มอยู่ระหว่าง 620-630 กรัมต่อวัน แต่โคในกลุ่มที่ 2 และ 3 นั้นแม้ว่าจะได้รับอาหารหยาบมากขึ้นแต่อาหารข้นลดลงก็ยังเจริญเติบโตได้ใกล้เคียงกับโคในกลุ่มที่ 1 ก็เนื่องมาจากโคได้รับการเสริมกระถินที่ได้รับมีสารแทนนิน (tannin) ซึ่งเป็นสารประกอบจำพวกที่มีโครงสร้างวงแหวน (phenolic compound) ที่ละลายน้ำได้ และสามารถจับกับโปรตีนทำให้ตกตะกอน แทนนินที่มีอยู่ในกระถินเป็นชนิด Condensed tannin (CTs) (Kumar and D'Mello, 1995) มีประมาณ 4-7 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (Salam Abdullah and Rajion, 1997) การที่แทนนินจับตัวกับโปรตีนทำให้โปรตีนไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนแต่ถูกย่อยในกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก ทำให้กระถินมีคุณสมบัติในการเป็นโปรตีนไหลผ่าน (bypass protein) ซึ่งเป็นการเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีน (วิศิษฐิ-พร, 2540) จึงทำให้โคทดลองกลุ่มที่ 2 และ 3 ที่ได้รับเสริมกระถินสดสามารถใช้ประโยชน์โปรตีนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ จึงมีผลทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 1 ซึ่งไม่ได้รับการเสริมกระถินสด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ต่อวันของโคทดลองกลุ่มที่ 2 มีปริมาณสูงสุด (10.26 กก. วัตถุแห้ง) แต่โคทดลองกลุ่มที่ 3 ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ต่อวันต่ำที่สุด (9.33 กก.วัตถุแห้ง) ($p<0.05$) ซึ่งอาหารหยาบที่มีปริมาณของเยื่อใยสูง ทำให้มีความฟ่าม การกินได้ของสัตว์จึงลดลง เนื่องจากมีความจุของกระเพาะเป็นตัวจำกัด (Brosh *et al*., 1998) ทำให้โคในกลุ่มที่ 3 จึงมีปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ต่อวันต่ำสุด แต่เมื่อพิจารณาปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว โคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น ในการเลี้ยงโคนมทดแทนสามารถเสริมกระถินสดในการเพิ่มคุณภาพของอาหารหยาบและสามารถชดเชยการใช้อาหารข้นเพื่อช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้ ฉะนั้นจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมกระถินสดมีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมกระถินสด ส่วนปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ต่อน้ำหนักตัวของโคทั้ง 3 กลุ่มอยู่ระหว่าง 3.27-3.52 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว ซึ่งจัดว่าค่อนข้างสูง ก็น่าจะเกิดจากการทดลองนี้อยู่ในระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคมซึ่งอุณหภูมิเฉลี่ย 22.11 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอากาศที่ค่อนข้างเย็นมีผลต่อการกินได้ที่มากขึ้น นอกจากนั้นการเสริมกระถินในอัตรา 3-5 กิโลกรัมต่อวันก็อยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 10-19 ของอาหารที่กินทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ปกติที่แนะนำไว้ (Jones *et al.,* 1976; N.A.S., 1977)

สำหรับปริมาณโปรตีนคิดเป็นวัตถุแห้งที่กินได้ต่อวันของโคทดลองกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.98 1.17 และ 1.18 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของโคนมสาวที่มีน้ำหนักตัว 300 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย วันละ 0.6 กิโลกรัม ซึ่งต้องการโปรตีนวัตถุแห้ง 0.8 กิโลกรัมต่อวัน (NRC, 2001) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปริมาณโปรตีนที่โคในกลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับจะมากกว่าโคในกลุ่มที่ 1 ก็ตาม หากพิจารณาถึงอัตราการย่อยได้แล้วสัตว์ทั้ง 3 กลุ่มน่าจะได้รับโปรตีนที่ย่อยได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่งานทดลองนี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์อัตราการย่อยได้ในหญ้า, กระถิน และอาหารข้น

3. การใช้กระถินที่ระดับแตกต่างกันต่อค่าชีวเคมีในเลือดและฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีน

3.1 กลูโคสในเลือด (Blood Glucose; BG)

ค่า BG สามารถบอกถึงสภาวะสมดุลพลังงานและการใช้ประโยชน์ของพลังงานในสูตรอาหาร (Blowey *et al.,* 1973) โดยพลังงานที่ได้มาจากการสลายคาร์โบไฮเดรต ที่ส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบของพืช ซึ่งในสัตว์คาร์โบไฮเดรตอาจอยู่ในรูปของน้ำตาลในกระแสเลือด และมีสะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไว้เล็กน้อยที่กล้ามเนื้อและตับในรูปของไกลโคเจน ในสัตว์เคี้ยวเอื้องใช้กลูโคสที่ได้รับมาจากกรดโพรพิโอนิก (Dönmez *et al*., 2003) เพื่อเป็นแหล่งพลังงาน (เมธา, 2529) การกินอาหารข้นทำให้เกิดการสร้างกลูโคสได้มากกว่าการกินอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตในอาหารจะถูกเปลี่ยนเป็นโพรพิโอเนทโดยการหมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน โดยเฉพาะเมื่อได้รับอาหารข้นปริมาณสูง สัดส่วนของกรดโพรพิโอนิกจะสูงตามไปด้วย ซึ่งจะถูกดูดซึมผ่านผนังรูเมนเข้าสู่กระแสเลือดแล้วเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับต่อไป (บุญล้อม, 2542) โดยปกติค่าของ BG ของสัตว์ทั่วไปมีค่าประมาณ 50-70 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการเพื่อการดำรงชีพ 40-60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2529) ซึ่งจากการทดลอง พบว่าค่า BG ของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม สูงกว่าค่าปกติที่สัตว์ต้องการเพื่อการดำรงชีพไม่มากนัก โดยโคทดลองกลุ่มที่ 1 มีค่า BG ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 (ตารางที่ 11) โดยโคทดลองทั้ง 3 กลุ่มยังคงมีการเจริญเติบโต และร่างกายสัตว์สามารถทำงานได้ตามปกติ เนื่องจากกลูโคสในกระแสเลือดถูกควบคุมโดยฮอร์โมนอินซูลินทำงานร่วมกับกลูคากอนที่ผลิตจากตับอ่อน (เมธา, 2529) ควบคุมระดับกลูโคสเพื่อให้ร่างกายทำงานได้ตามปกติ อย่างไรก็ตามค่า BG ของโคทั้ง 3 กลุ่มก็แสดงถึงสภาวะพลังงานที่สัตว์ได้รับเพียงพอจากอาหารที่ได้รับ

3.2 ยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood Urea Nitrogen; BUN)

จากตารางที่ 11 แสดงค่า BUN ของโคนมทดแทนที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่ม โดยระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเลือดมีผลทำให้ค่า BUN มีความแตกต่างกัน การเก็บเลือดที่ 4 ชั่วโมงหลังการกินอาหารมีค่า BUN สูงขึ้น เมื่อเทียบกับการเก็บตัวอย่างเลือดที่ 0 ชั่วโมงก่อนการกินอาหาร เนื่องจากหลังการกินอาหารปริมาณแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนของสัตว์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะมีปริมาณสูงสุดในชั่วโมงที่ 1-2 หลังการกินอาหาร (Van Soest, 1982) แอมโมเนียที่จุลินทรีย์นำไปใช้ไม่ทันจะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนเข้าสู่กระแสเลือด ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียอย่างรวดเร็วที่ตับเพื่อลดความเป็นพิษของแอมโมเนีย (Khon, 2007) จึงมีผลทำให้ปริมาณ BUN มีปริมาณสูงสุดในชั่วโมงที่ 3-4 หลังการกินอาหาร (Van Soest, 1982) โดยปกติค่า BUN ของสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Jack, 1977) จากผลการทดลองโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีค่า BUN เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยโคทดลองกลุ่มที่ 3 มีค่าความเข้มข้นของ BUN ในเลือดทั้งก่อนและหลังให้อาหารสูงสุด เนื่องจากการที่โคทดลองได้รับกระถินสดซึ่งเป็นการเพิ่มสัดส่วนอาหารโปรตีนเข้าสู่ร่างกายสัตว์ และเกิดการย่อยสลายโปรตีน (proteolysis) มากขึ้น ทำให้ปริมาณยูเรียที่ได้จากการสลายโปรตีนมีมากขึ้น (Madsen, 1983) จึงทำให้ค่าความเข้มข้นของ BUN ในเลือดเพิ่มขึ้นเช่นกัน ฉะนั้นจึงเป็นการยืนยันว่าสัตว์ได้รับโปรตีนจากอาหารเพียงพอต่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 กรดไขมันอิสระ (non-esterified fatty acid; NEFA)

ค่า NEFA สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงภาวะความสมดุลพลังงานอีกค่าหนึ่ง จากผลการทดลองตารางที่ 11 พบว่าค่า NEFA ในเลือดของโคนมทดแทนที่ได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่ม ยังคงอยู่ในเกณฑ์ปกติ โคทดลองในกลุ่มที่ 3 มีปริมาณการกินได้วัตถุแห้งต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากกลุ่มที่ 3 ได้รับการเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ด้วยกระถินสด มีผลทำให้โคทดลองได้อาหารหยาบคุณภาพดี แต่มีปริมาณของเยื่อใยยังเป็นปัจจัยที่จำกัดปริมาณการกินได้ของสัตว์ (เมธา, 2529) โดยโคทดลองกลุ่มที่ 3 มีปริมาณวัตถุแห้งกินได้ของอาหารทั้งหมดต่ำสุด โดยมีขนาดความจุของกระเพาะเป็นตัวกำหนดปริมาณอาหารที่จะได้รับ (บุญล้อม, 2542) ส่งผลให้มีการสลายไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อไขมันเพื่อใช้เป็นพลังงานเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณ NEFA ในเลือดสูงตามไปด้วย โดยการทำงานของตับ (Bell, 1981) ที่ทำหน้าเปลี่ยนให้กลายเป็นสารประกอบไขมันชนิดต่างๆ เช่น ไลโปโปรตีน และสารประกอบคีโตน เพื่อใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมต่อไป ฉะนั้นหากพิจารณาถึงโคในกลุ่มที่ 3 ที่มีค่า NEFA สูงที่สุดแต่ก็ยังอยู่ในช่วงปกติ (Adewuyi *et al*., 2006; Herdt, 2009) รวมทั้งโคกลุ่มนี้มีค่า BG หลังกินอาหารสูงอีกด้วย จึงทำให้แน่ใจว่าโคในกลุ่มที่ 3 ได้รับพลังงานอย่างเพียงพอจากหญ้าและกระถิน

4.4 ฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีน (triiodothyronine hormone; T_3)

จากตารางที่ 11 ระดับ T_3 ของโคทดลองทุกกลุ่มมีค่าสูงกว่าปกติเล็กน้อยซึ่งโดยปกติระดับ T_3 ของโคอยู่ระหว่าง 0.8-2.0 มิลลิโมลต่อลิตร (Contreras *et al*., 2002) โดยมีค่าเฉลี่ยระดับ T_3 ของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม หลังการกินอาหาร 4 ชั่วโมงเท่ากับ 2.33-2.56 มิลลิโมลต่อลิตร โคทดลองกลุ่มที่ 2 มีระดับ T_3 สูงสุด (2.56±0.36 มิลลิโมลต่อลิตร) ซึ่งมีผลมาจากความสัมพันธ์ของน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง ปริมาณการกินได้ และฮอร์โมน T_3 (Minson, 1990) โดยโคทดลองกลุ่มที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวมากที่สุด (37.50±5.80 กก.) และปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ต่อวันสูงสุด (10.26±0.48 กก.) โดยระดับฮอร์โมนไตรไอโอโดธัยโรนีนที่เหมาะสมมีผลทำให้มีการกระตุ้นการหมุนเวียนของโปรตีน (protein turnover) (นทีทิพย์, 2538) ทำให้การสลายโปรตีนเพิ่มขึ้นส่งผลให้สัตว์ระยะรุ่นที่กำลังเจริญเติบโตมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ยรรยง, 2538) และเนื่องจากระยะเวลาในการทดลองเป็นช่วงฤดูหนาว คือ เดือนตุลาคมถึงธันวาคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดการทดลอง เท่ากับ 22.11 องศาเซลเซียส (ตารางภาคผนวกที่ 1) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีผลต่อการสร้างฮอร์โมนของต่อมไทรอยด์ กล่าวคือในขณะอากาศหนาวสัตว์จะมีการสร้างฮอร์โมนไท-รอกซีนออกมาสูงขึ้น (จักรี, 2550) เพื่อเพิ่มการใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อในการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

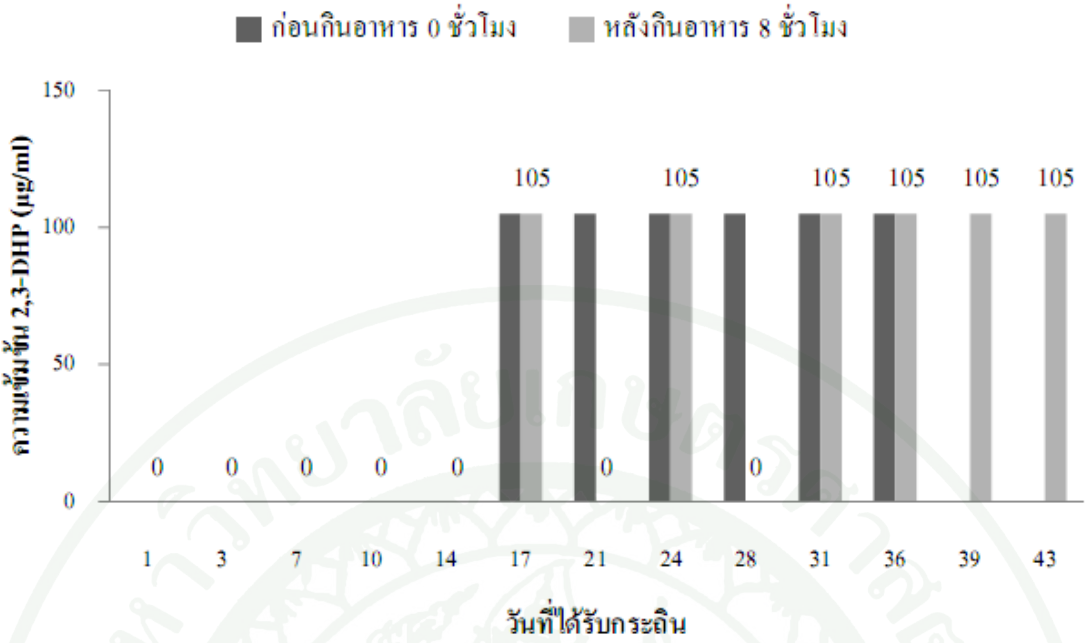
เผาผลาญอาหารและใช้ในกระบวนการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้อัตราเมตาบอลิซึมของร่างกายเพิ่มขึ้นจากเดิม 60-70 เปอร์เซ็นต์จากเดิม (ยรรยง, 2538) จึงอาจมีผลทำให้ระดับ T_3 ของโคทดลองทั้ง 3 กลุ่มมีค่าเกินกว่าระดับปกติเล็กน้อย โดยโคทดลองยังคงมีสุขภาพโดยรวมที่ดี มีการใช้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ และไม่มีอาการเจ็บป่วยแต่อย่างใด

4. การทดสอบสารมิโมซิน 3, 4-DHP และ 2, 3-DHP ในปัสสาวะโคทดลอง

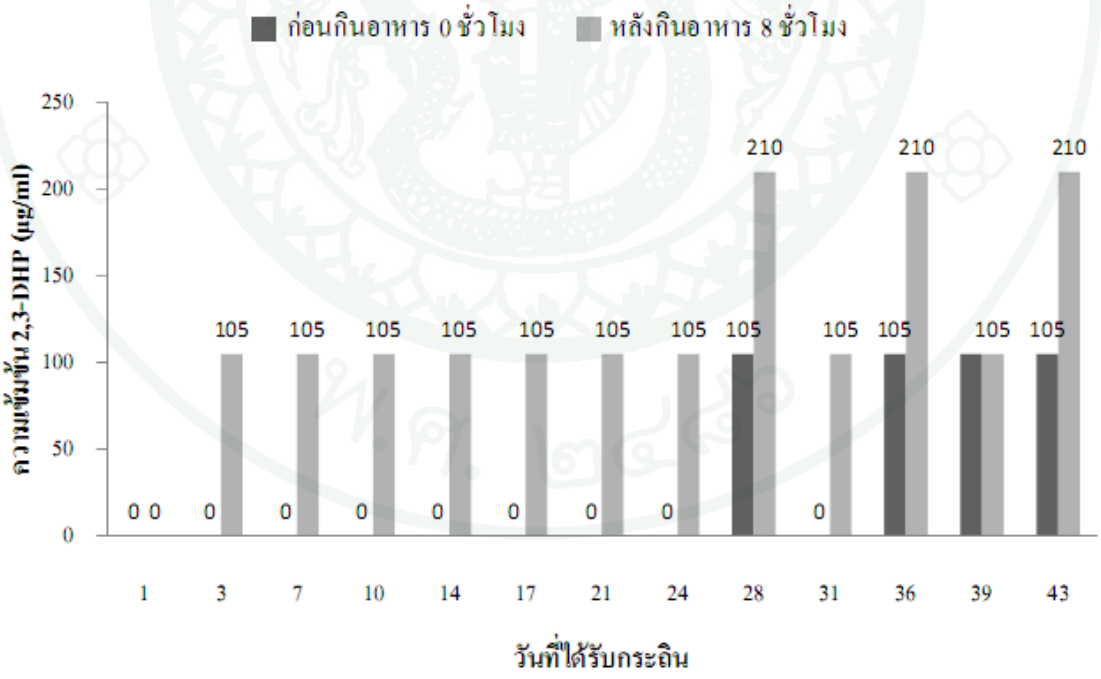
เมื่อนำปัสสาวะมาทดสอบด้วยชุดทดสอบ DHP toxicity พบว่า โคทดลองกลุ่มที่ได้รับกระถินทั้ง 2 กลุ่ม มีการเปลี่ยนสีของปัสสาวะเป็นสีฟ้า ซึ่งเป็นสีของ 2,3-DHP (ภาพที่ 6) โดยเป็นอนุพันธ์ของสารพิษมิโมซินที่ถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะรูเมน ปริมาณที่พบ 2,3-DHP ช่วงก่อนกินอาหารชั่วโมงที่ 0 มีระดับต่ำกว่าช่วงหลังกินอาหารชั่วโมงที่ 8 (ภาพที่ 7, 8) โดยโคทดลองกลุ่มที่ 3 พบระดับ 2,3-DHP สูงกว่ากลุ่มที่ 2 เนื่องจากได้รับปริมาณของกระถินสดมากกว่า แต่ไม่พบการเกิดอาการเป็นพิษแก่สัตว์ในช่วงการทดลอง โดยระดับ 2,3-DHP ต่ำสุดที่พบคือ 105 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และระดับสูงสุดเท่ากับ 210 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ฉะนั้นระดับ 2,3-DHP ระหว่าง 105-210 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร น่าจะเป็นช่วงที่ยังไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ ทั้งนี้โคในกลุ่มที่ 2 และ 3 ยังมีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับโคในกลุ่มที่ 1 รวมทั้งแสดงอาการเป็นสัดและได้รับการผสมเทียมตามปกติ

อย่างไรก็ตามรายงานของ Ghosh *et al.*, (2007) เมื่อนำปัสสาวะแม่โครีดนมที่ได้รับกระถินสามารถตรวจพบ 2,3-DHP ในปัสสาวะได้ในระดับ 7.4-2126.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยแม่โครีดนมไม่แสดงอาการเป็นพิษ เช่นเดียวกับ Gupta and Atreja (1999) รายงานว่าแพะที่กินกระถินมีปริมาณของ 3,4-DHP และ 2,3-DHP ในสิ่งขับถ่าย 52.17 เปอร์เซ็นต์ของสารพิษที่ได้รับทั้งหมด แต่แพะทดลองไม่แสดงอาการเป็นพิษเกิดขึ้นเช่นกัน เนื่องจากสารพิษมิโมซินได้ถูกทำลายตั้งแต่การเคี้ยวของสัตว์โดยเอนไซม์ในน้ำลายเปลี่ยนมิโมซินให้กลายเป็น 3,4-DHP และ 2,3-DHP ได้ (เพ็ญศรี, 2550) ซึ่ง 3,4-DHP ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดพิษแก่สัตว์ส่วนที่เหลือจากการย่อยโดยเอนไซม์ในน้ำลายแล้ว จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ *S. jonesii* ที่อยู่ภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Allison *et al.,* 1992) ให้กลายเป็น 2,3-DHP จึงไม่เกิดอาการเป็นพิษแก่สัตว์ (Hammond, 1995) ดังนั้นการใช้กระถินเลี้ยงโคนมทดแทนจึงไม่เป็นอันตรายแก่ตัวสัตว์ สามารถใช้กระถินเพื่อเป็นแหล่งเสริมโปรตีนให้แก่โคนมทดแทนได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 ระดับความเข้มข้น 2,3-DHP (µg/ml) ก่อนและหลังกินอาหาร 8 ชั่วโมง ในปัสสาวะของโคทดลองกลุ่มที่ 2



ภาพที่ 8 ระดับความเข้มข้น 2,3-DHP (µg/ml) ก่อนและหลังกินอาหาร 8 ชั่วโมง ในปัสสาวะของโคทดลองกลุ่มที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ต้นทุนด้านอาหาร

เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงดูโคทดลองในตารางที่ 15 ก็พบว่าการผลิตโคนมทดแทนในด้านอาหารต่อวันมีต้นทุนการผลิตตัวละ 35.42 บาท ในกลุ่มที่ 1 ซึ่งได้รับอาหารข้นและอาหารหยาบ และเมื่อมีการเสริมกระถินสดแล้วจึงลดการใช้อาหารข้นลงพบว่ามีต้นทุนในการผลิตต่อตัวต่อวันลดลง โดยโคนมทดแทนกลุ่มที่ 2 มีต้นทุกการผลิต 33.75 บาท รายจ่ายที่ลดลงคิดเป็นร้อยละ 5 ของรายจ่ายค่าอาหารทั้งหมด และโคนมทดแทนกลุ่มที่ 3 มีต้นทุนการผลิต 29.44 บาท รายจ่ายที่ลดลง บาท คิดเป็นร้อยละ 17 ของรายจ่ายค่าอาหารทั้งหมด แสดงให้เห็นว่ากระถินสดสามารถชดเชยการใช้อาหารข้น สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ถึงร้อยละ 5-17

ตารางที่ 15 ผลของการเสริมกระถินสดในระดับแตกต่างกันต่อต้นทุนด้านอาหาร (บาทต่อตัว)

รายจ่ายค่าอาหาร	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
ค่าใช้จ่ายอาหารหยาบ (บาท/กก.)	0.30	0.30	0.30
โคกินหญ้าสดเฉลี่ย (บาท/วัน)	4.11	4.26	3.78
ต้นทุนค่าอาหารข้นเฉลี่ย (บาท/กก.)	7.83	7.83	7.83
โคได้รับอาหารข้นเฉลี่ย (บาท/วัน)	31.32	23.49	15.66
ต้นทุนค่ากระถินสดเฉลี่ย (บาท/กก.)	0.00	2.00	2.00
โคกินกระถินสดเฉลี่ย (บาท/วัน)	0.00	6.00	10.00
รวมรายจ่ายต่อวัน	35.42	33.75	29.44
รวมรายจ่ายต่อเดือน	1,062.60	1,012.50	883.20
ต้นทุนที่ลดลง (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์)	0	5	17

หมายเหตุ ราคาอาหารข้นต่อกก., ราคาหญ้าสดต่อกก., และราคากระถินสดเป็นราคา ณ. องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี ในระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การสุ่มตรวจปัสสาวะจากแม่โครีดนมที่ได้รับกระถินจากฟาร์มเกษตรกรในเขตอำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรีนั้น ไม่พบสารมิโมซินและอนุพันธ์ 3,4-DHP แต่พบอนุพันธ์ 2,3-DHP ระดับต่ำ เมื่อนำกระถินสดมาทดลองเลี้ยงโคนมทดแทนก็สามารถใช้กระถินได้ถึงวันละ 3-5 กิโลกรัม ร่วมกับการใช้หญ้าสดและอาหารข้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 10-19 ของอาหารที่กินทั้งหมด และเมื่อนำปัสสาวะโคนมทดแทนที่ได้ทำการศึกษามาทดสอบการเกิดสีและระดับของสารพิษมิโมซิน 3,4-DHP และ 2,3-DHP พบว่าหลังจากที่สัตว์กินกระถินแล้วสามารถพบ 2,3-DHP ได้ในปัสสาวะโคนมทดแทนที่ศึกษา และไม่พบสารพิษมิโมซินและ 3,4-DHP ในการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้โคที่ได้รับกระถินสดก็มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับโคที่ได้หญ้าและอาหารข้น อีกทั้งค่าชีวเคมีในเลือดของโคที่ได้รับกระถินสดก็มีค่าในช่วงสภาวะสมดุลปกติ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้กระถินสดเป็นการเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมทดแทน อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในด้านอาหารข้นจึงทำให้ต้นทุนการผลิตโคนมทดแทนลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาถึงการใช้กระถินระยะยาวในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องทุกชนิดและทุกช่วงอายุการเจริญเติบโต เพื่อดูผลด้านสุขภาพ การผสมติด การให้ลูก ตลอดจนผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ และระบบการเลี้ยงแบบมีสวัสดิภาพและคุณภาพน้ำนมธรรมชาติ (dairy welfare and natural milk) เพื่อให้ทราบถึงการใช้ประโยชน์ของการใช้กระถินสดในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง และมีการนำข้อมูลการศึกษาวิจัยไปเผยแพร่ให้เกษตรกร เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

2. ควรมีการศึกษาจุลินทรีย์ *S. jonesii* ที่อยู่ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศไทยเพิ่มเติม ในสัตว์เคี้ยวเอื้องทุกระยะของการเจริญเติบโต เพื่อเป็นการยืนยันการทำลายสารพิษและอนุพันธ์ของมิโมซิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2551. **ความรู้ด้านอาหารสัตว์ วัตถุดิบอาหารสัตว์ ใบกระถินป่น (Leucaena leaf meal)** แหล่งที่มา: http://www/dld.go.th/nutrition/exhibision/feed_stuff/leucaena_leaf_meal.htm, 4 กุมภาพันธ์ 2551.

งานบริการ. 2552. **การสุ่มเก็บและเตรียมตัวอย่างอาหารสัตว์ ดินและน้ำเพื่อการวิเคราะห์.** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/nutrition/Service_knowlage/Service_1.htm, 25 สิงหาคม 2552

จินดา สนิทวงศ์, สถิตย์ มั่งมีชัย, เข็มทอง กลิ่นเกสร, เทอด อินทรสมใจ และชาญชัย มณีดุลย์. 2526. (2) **การใช้ใบกระถินสดเป็นอาหารเสริมโปรตีนสำหรับกระบือเลี้ยงด้วยยอดอ้อยอบแห้ง**. รายงานผลงานวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. น. 101-108.

จักรี เทศอาเส็น. 2550. **การใช้แผ่นยางรองพื้นคอกโคต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตของโค.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2523. **กระถิน : พืชที่มีคุณค่าสำหรับเขตร้อน.** ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ชาญชัย มณีดุลย์. 2526. **การปลูกกระถินเลี้ยงสัตว์.** วารสารปศุสัตว์ 10(1): 57-67.

นทีทิพย์ กฤษณามระ. 2538. **ฮอร์โมน: กลไกและการออกฤทธิ์ร่วม.** สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

บุญเริ่ม บุญนิธิ. 2527. **ผลของการใช้ใบกระถินสดเสริมเป็นส่วนหนึ่งของอาหารหยาบต่อการเจริญเติบโตโคประสิทธิภาพของการใช้อาหารสุขภาพและอายุเมื่อเป็นสัดครั้งแรกของโคนมสาว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญล้อม อิสระชีวะกุล. 2541. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

_____. 2542. **ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์. 2550. The Leucaena "bug". **ข่าวสารพืชอาหารสัตว์.** ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 : หน้า 27-29.

ไพโชค ปัญจะ. 2526. **การศึกษาหาปริมาณสารพิษไมโมซินและวิธีการลดในใบกระถิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เมธา วรรณพัตน์. 2529. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. **การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์.** ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ยรรยง อินทรรักษา. 2538. **สรีรวิทยาต่อมไร้ท่อและสืบพันธุ์.** ภาคสรีวิทยา, คณะสัตวแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วินัย ประลมพ์กาญจน์. 2538. **อาหารและการให้อาหารแพะ.** ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2540. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง.** สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

วัชราภรณ์ ศรีพลน้อย. 2550. **การปรับปรุงหญ้าแพงโกล่าคุณภาพต่ำด้วยการหมักร่วมกับกระถินในอัตราส่วนต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตของแพะ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. **นมและผลิตภัณฑ์นม.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.

สายัณห์ ทัดศรี. 2547. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุกัญญา รัตนทับทิมทอง. 2544. **ผลของกระถินต่อสรีรสภาพในแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบี้ยนเพศเมีย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมคิด พรหมมา, สมเพชร ตุ้ยคัมภีร์, ศิริ วิไลรัตน์ และธวัชชัย อินทรตุล. 2533. **ผลการให้อาหารโครุ่นลูกผสมขาว-ดำ โดยแปรระดับเยื่อใย พลังงาน และโปรตีนในอาหารผสมเสร็จที่ประกอบด้วยฟางข้าวปรุงแต่งคุณภาพด้วยยูเรีย**. รายงานผลงานวิจัยโคนมประจำปี 2533. กองบำรุงพันธุ์สัตว์, กรมปศุสัตว์.

สมเพชร ตุ้ยคัมภีร์, จินตนา วงศ์นากนากร, สหัทยา ทรัพย์รอด, สุธิดา อ่อนสองชั้น และวนิดา กำเนิดเพ็ชร. 2549. **เอกสารเผยแพร่: เทคนิคการเลี้ยงโคนมทดแทน.** กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคนม กองบำรุงพันธุ์สัตว์, กรมปศุสัตว์.

อุทัย คันโธ. 2526. **อาหารและการคำนวณสูตรอาหาร.** ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

Adewwuyi, A. A., J. B. Roelofs, E. Gruys, M. J. M. Toussaint and F. J. C. M. van Eerdenburg. 2006. Relationship of plasma nonesterified fatty acids and walking activity in postpartum dairy cows. **J. Dairy. Sci.** 89:2977-2979.

Akingbade, A. A., I. V. Nsahlai and C. D. Morris. 2004. Reproductive performance, colostrum and milk constituents of mimosine-adapted South Africa *Nguni* goats on *Leucaena leucocephala*-grass or natural pastures. **Small Ru. Res.** 52 : 253-260.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____, _____, M. L. K. Bonsi , C. D. Morris and L. P. du Toit. 2001. Reproductive performance of South Africa indigenous goats inoculated with DHP-degrading rumen bacteria and maintained on *Leucaena leucocephala*/grass mixture and natural pasture. **Small Ru. Res.** 39 : 73-85.

Allison, M.J., W.R. Mayberry, C.S. McSweeney and D.A. Stahl. 1992. *Synergistes jonesii*, gen. nov., sp. nov.: a rumen bacterium that degrades toxic pyridinediols. **Syst. Appl. Microbiol**., 15: 522-529.

Amy Chouinard. 2009. **Leucaena delivering the promise**. Available Source: http://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/123456789/21901/1/110786.pdf 28, August 2009.

Anonymous. 2008. **The Leucaena Network News.** Available Source: http://www.leucaena.net, 28, August 2009.

AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 5th ed. Association of Official Analysis Chemists, Inc., Virginia.

Bell, A.W. 1981. Lipid metabolism in liver and selected tissues and in the whole body of ruminant animals. pp. 363-410. *In* W.W. Christie, ed. **Lipid Metabolism and Ruminant Animals.** Pergamon Press, Oxford.

Blowey, R.W., D.W. Wood and J.R. Davies. 1973. A national monitoring system for dairy herds based on blood glucose, urea and albumin levels. **Vet. Rec.** 92: 691-696.

Breukink, H.J. and T. Wensing. 1998. Pathophysiology of the liver in high yielding dairy cows and its consequences for health and production. **The Bovine Pract.** 32.1: 73-78.

Brosh A, Y. Aharoni, D. Levy and Z. Holzer. 1998. Effect of source and content of ash in poultry litter in diets for beef cattle. **J. Agr. Sci. (Camb.),** 131: 87-95.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Contreras, P.A., R. Matamoros, R. Monroy, J. Kruze, V. Leyan, M. Andaur, H. Böhmwald and F. Wittwer. 2002. Effect of a selenium-deficient dieton blood values of T3 and T4 in cows. **Comp. Clin. Path** 11: 65-70.

Cobbina, J. 1998. **Forage Productivity and Quality of Leucaena as Influenced by Tree Density and Cutting Interval in the Humid Tropics.** *In* ACIAR Proceedings No. 86, Proceeding of a workshop held Hanoi, Veitnam. pp 253-256.

D'Mello, J.P.F. 1991. Toxic amino acids. pp. 21-48. *In* J.P.F. D'Mello, C.M. Duffus and J.H. Duffus (eds.). **Toxic Substances in Crop Plants**. Royal Society of Chemistry, Cambridge, London.

Dönmez, N., M. A. Karsli, A. Cinar, T. Aksu and E. Baytok. 2003. The effect of different silage additive on rumen protozoan number and volatile fatty acid concentration in sheep fed corn silage. **Small Ru. Res.** 48: 227-231.

Dunlop, R.P. 1991. Thyroid metabolic hormones. pp. 513-520. *In* R.P. Dunlop (ed.). **Physiology of small and large animal.** National Academic Press, Washington, D.C.

Dunshea, F.R., A.W. Bell and T.E. Trigg. 1988. Relations between plasma non-esterified fatty acid metabolism and body tissue mobilization during chronic undernutrition in goats. **Brit. J. of Nutr.** 60: 633-644.

Elliott, R., B.W. Norton, J.T.B. Milton and C.W. Ford. 1985. Effect of molasses on mimosine metabolism in goats fed fresh and dried Leucaena with barley straw. **Aust. J. Agr. Res.** 36: 867-875.

Flores-Ramos, J.F., T.H. Stobbs and D.J. Minson, 1979. The influence of the legume *Leucaena leucocephala* and formal-casein in the production and composition of milk from grazing cows. **J. Agr. Sci. (Camb.),** 92: 351-357.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Garcia G. W., T. U. Ferguson , F. A. Neckles and K. A. E. Archibald. 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. **Anim. Feed Sci. Tech.** 60 : 29-41.

Ghosh M. H., P. P. Atreja, R. Buragohain and S. Bandyopadhyay. 2007. Influence of short-term *Leucaena leucocephala* feeding on milk yield and its composition, thyroid hormones, enzyme activity and secretion of mimosine and its metabolites in milk of cattle. **J. Agr. Sci. (Camb.)** 145 : 407-414.

Goering, H.R. and P.J. Van Soest. 1970. **Forage Fiber analysis USDA Handbook.** US Department of Agriculture.

Gupta, H. K. and P. P. Atreja. 1999. Influence of feeding increasing levels of leucaena leaf meal on the performance of milch goats and metabolism of mimosine and 3-hydroxy-4 (1H) pyridine. **Anim. Feed Sci. Tech.** 78 : 159-167.

Hamilton, R.I., L.E. Donaldson and L.J. Lambourne. 1971. *Leucaena leucocephala* as a feed for dairy cows: direct effect on reproduction and residual effect on the calf and lactation. **Aust. J. Agric. Res.** 22: 681-692.

Hammond, A.C. 1997. **Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle**. Available Source: http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/1997/frns1997.pdf, December 3, 2006.

Hammond, C. 1995. Leucaena toxicosis and its control in ruminants. **J. Anim. Sci.** 73:1487-1492.

Haque, N., Saroj Toppo, M. L. Saraswat and M. Y. Khan. 2007. Effect of feeding *Leucaena leucocephala* leaves and twigs on energy utilization by goats. **Anim. Feed Sci. Tech.** 142: 330-338.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hegarty, M. P., C. P. Lee, G. S Christie, R. D Court and K. P Haydock . 1979. Goitrogen 3-hydroxy-4(1H)-pyridone, a ruminal metabolite from *Leucaena leucocephala*: effects in mice and rats. **Aust. J. Biol. Sci**. Feb ; 32 (1) : 27-40.

_____, P.G. Schinckel and R.D. Court. 1964. Reaction of sheep to the consumption of *Leucaena gluca* Benth. and to its toxic principle mimosine. **Aust. J. Agric. Res.** 15: 153-167.

Henry, R. J., C. C. Donald and W. W. James. 1974. **Clinical Chemistry : Principle and Technique.** 2 nd ed., Harper and Row Inc., Vergenia. USA.

Herdt, T.H. 2009. **Do Metabolic Profile Tests in Dairy Herds Provide Answers, or Just More Questions ?** Department of Large Animal Clinical Science and Diagnostic Center for Population and Animal Health, Michigan State University. Available Source: www.dsm.com/en_US/downloads/dnpus/PNW_02_7.pdf, October 08, 2009.

Hylin, J.W. 1964. Biosynthesis of mimosine. **Phytochemistry.** 3: 161-164.

Jack, M.P. 1977. **Metabolic Diseases in Farm Animal: Nitrogen Metabolism**. William Heinemaim Medical Book Ltd., London, England.

Jones, R. 1997. Urine test of DHP-degrading activity. **LEUCNET NEWS,** 4: 4.

Jones, R.J. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the topics. **World Anim. Rev.** 31: 13-23.

_____., C.G. Blunt and J.H.G. Holmes. 1976. Enlarged thyroid gland in cattle grazing Leucaena pasture. **Trop. Grassl**. 10: 113-116.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____. 1994. Management of Anti-nutritive factors with special reference to Leucaena. pp. 216-231. *In* **Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture.** (Eds. R.C. Gutterridge and H.M. Shelton), Wallingford: CAB International.

_____, D. B. Coates and B. Palmer. 2009. Survival of the rumen bacterium *Synergistes jonesii* in a herd of Droughtmaster cattle in north Queensland. **Anim. Prod. Sci.** 49(8): 643–645.

_____ and M.P. Hegarty. 1984. The effect of different proportions of *Leucaena leucocephala* in the diet of cattle on growth, feed intake, thyroid function and urinary excretion of 3-hydroxy-4(1H)-pyridone. **Aust. J. Agric. Res**. 35: 317-325.

_____ and R.G. Megarrity. 1983. Comparative toxicity responses of goats fed on *Leucaena leucocephala* in Australia and Hawii. **Aust. J. Agric. Res.** 34: 781-790.

_____ and Winter, W.H. 1982. Serum Thyroxine levels and liveweight gain of steers grazing leucaena pasture. **Leucaena Rev. Rep**., 3: 2.

Keneko, J.J. 1989. **Clinical Biochemistry of Domestic Animal**. 4th ed., Academic Press Inc., San Diego, California.

Khamseekhiew, B., J.B. Liang. C.C. Wong and Z.A. Jalan. 2001. Ruminal and intestinal digestibility of some tropical legume forages. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 14: 321-325.

Kohn, R. 2007. **Use of milk or blood urea nitrogen to identify feed management inefficiency and estimate nitrogen excretion by dairy cattle and other animals**. Available Source: http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2007/Kohn.pdf, March 20, 2007.

Koster, H.H., R.C. Cochran, E.C. Titgemeyer, E.S. Vanzant, I. Abdelgadir and G. St-Jean. 1996. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. **J. Anim. Sci.** 74:2473-2481.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kumar, R. and J.P.F. D'Mello. 1995. Anti-nutritional factors in forage legumes. pp. 95-133. *In*: **Tropical Legume in Animal Nutrition,** CAB International, Wallingford.

Liener, I.E. 1989. Antinutritional factors. pp. 339-382. *In:* **Legumes Chemistry, Technology and Human nutrition**, (Ed. R.H. Matthews) Marcel Dekker, Inc., New York.

Madsen, A. 1983. Metabolism in liver cells, pp. 53-73. *In* P.M. Riis, ed. **Dynamic Biochemistry of Animal Production.** Elserviers Science. Publ. Co., Inc., New York.

Margi, S. 1995. **Veterinary Clinical Laboratory Procedure**. Mosby year Book Inc., St. Louis, Missouri.

Manske, L.L. 1997. **Animal unit equivalent for cattle based on metabolism.** Available Source: http://www.ag.ndsu.nodak.edu/dickinso/research/1997/toeweb.htm, January 25, 2006.

Megarrity, R.G. 1978. An automated colorimimetric methods for mimosine in leucaena leaves. **J. Food Sci. Agric.** 29: 182-186.

Miller, W.J. and G.D. O'Dell. 1969. Nutritional problems of using maximum forage or maximum concentrates in dairy rations. **J. Dairy Sci.** Vol.52, No.7

Minson, D.J. 1990. **Forage in Ruminant Nutrition**. Academic Press, San Diego, California.

Moss, R. 1992. **Livestock Health and Welfare**. Longman scientific and technical, UK.

N.A.S. 1977. **Leucaena: Promising forage and tree crop for the tropics**. National Academy of Science, Washington, D.C.

National Research Council (NRC). 2001. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle: 7th Revised Edition.** National Academy Press, Washington, D.C.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pethick, D.W. and F.R. Dunshea. 1993. Fat metabolism and turnover. pp. 291-311. *In* J.M. Forbes and J. France (ed.). **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism.** C. A. B. International. University Press, Cambridge.

Pratchett, D., R.J. Jones and F.X. Syrch. 1991. Use of DHP-degrading rumen bacteria to overcome toxicity in cattle grazing irrigated Leucaena pasture. **Trop. Grassl**. 25: 268-274.

Salam Abdullah, A. and M.A. Rajion. 1997. Dietary factors affecting entero-hepatic function of ruminants in the tropics. **Anim. Feed Sci. Tech.** 69: 79-90.

Schmid, M. and V. Forstner. 1986. Laboratory Testing in Veterinary Medicine Diagnosis and Clinical Monitoring. **Boehninger Mannheim GmbH**, Mannheim, West Germany.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. **Principle and procedures of statistic:** A Biometrical Approch. 2nd ed. McGraw-Hillbook company, New York.

Ter Meulen, U., S. Strock, E. Schulke and E.A. El Harith. 1979. A review on the nutritive value and toxic aspect of *Leucaena leucocephala*. **Trop. Anim. Prod.** 4 : 113-126.

Thomas, D. and B.L. Addy. 1977. Stall-fed beef production in Malawi. **World Rev. Anim. Prod.** 13:23-30.

Tom, B., M.M. Julia and R. James. 1999. Nutrition For The Early Developing Heifer. **Virginia Cooperative Extension:** Dairy Science 404-283.

Van Soest, P.J. 1982. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** O & B books, Corvallis, Oregon, USA.

Xuan, T.D., A.A. Elzaawely, F. Deba, M. Fukuta and S. Tawata. 2006. Mimosine in Leucaena as a potent bio-herbicide. **Agron. Sustain. Dev.** 26: 89-97

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 แสดงอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และเปอร์เซ็นต์ความชื้นในช่วงระยะการทดลอง

เดือน	อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิเฉลี่ย	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	อุณหภูมิตุ้มแห้ง	อุณหภูมิตุ้มเปียก	% ความชื้น
ตุลาคม	31.80	18.47	25.14	189.5	24.70	23.95	93.30
พฤศจิกายน	28.50	14.60	21.55	25.3	22.59	20.40	85.20
ธันวาคม	29.50	9.80	19.65	0	19.90	18.60	88.00
เฉลี่ย	29.93	14.29	22.11	71.60	22.40	20.98	88.83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการทดสอบปัสสาวะโคนมด้วยชุดทดสอบ DHP toxicity (Jones, 1997)

1. นำปัสสาวะที่แช่ตู้เย็น -20 องศาเซลเซียสไว้มาตั้งที่อุณหภูมิห้องจนละลายหมด แล้วเทใส่หลอดโพลีโพรพิลีน ปริมาตร 15 มิลลิลิตร

2. นำไปต้มใน hot water bath ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3. หลังจากต้มตัวอย่างแล้ว นำตัวอย่างออกวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

4. เตรียมสารละลาย ferric chloride โดยใช้ 10 mg $FeCl_3.6H_2O$/ml in 0.35 *N* HCl

5. เมื่อตัวอย่างเย็นแล้วทำการกรองตัวอย่างด้วย cellulose acetate filter ขนาด 0.45 µM และ column C18 cartrige โดยใช้ syringe ดูดสาร methanol 3 มิลลิลิตร ผ่านตัวกรองและคอลัมน์ก่อน แล้วจึงใช้น้ำ (deionized water) 3 มิลลิลิตร ผ่านตัวกรองและคอลัมน์ จากนั้นจึงเติมตัวอย่าง ให้ตัวอย่างผ่านตัวกรองและคอลัมน์ (ดังแสดงในภาคผนวกภาพที่ 8)

6. นำตัวอย่างที่กรองแล้วมาทดสอบการเกิดสีโดยใช้ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร และสารละลาย ferric chloride 3 มิลลิลิตร โดยผลของการเกิดสีแสดงได้ดังนี้

- สีเหลือง ไม่พบการเปลี่ยนแปลง สัตว์สามารถทำลายสารพิษได้โดยจุลินทรีย์
- สีแดง พบ 3, 4-DHP สัตว์ไม่สามารถทำลายสารพิษได้โดยจุลินทรีย์
- สีน้ำเงิน พบ 2, 3-DHP สัตว์สามารถทำลายสารพิษได้โดยจุลินทรีย์
- สีม่วง พบ 3, 4-DHP และ 2, 3-DHP สัตว์อาจจะสามารถทำลายสารพิษได้โดยจุลินทรีย์แต่ยังทำลายได้ไม่หมด หรืออาจยังมีสารบางตัวที่ยังไม่ถูกทำลาย หรืออาจมีจุลินทรีย์ตัวอื่นมาเกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 1 กระถินที่ใช้ในการทดลอง

ภาพผนวกที่ 2 กระถินสดชั่งน้ำหนักแล้วสำหรับให้โคทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 3 โคทดลองกินกระถิน

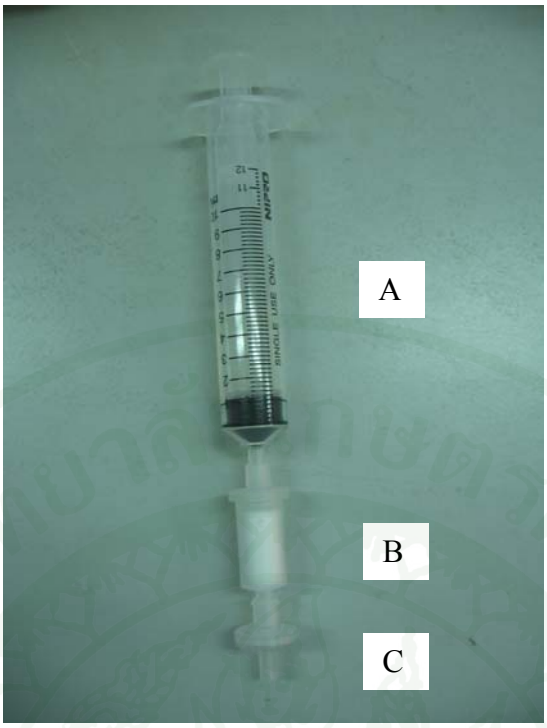
ภาพผนวกที่ 4 การเก็บปัสสาวะโคทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 5 ลักษณะของสีปัสสาวะโคทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

ภาพผนวกที่ 6 การเตรียมปัสสาวะก่อนการนำไปต้ม

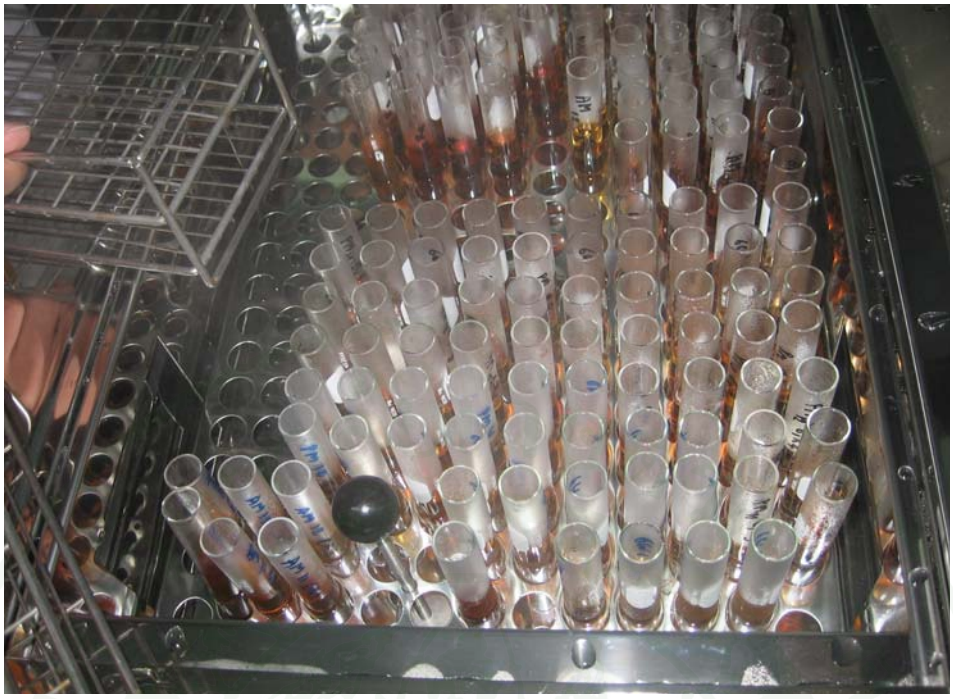
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



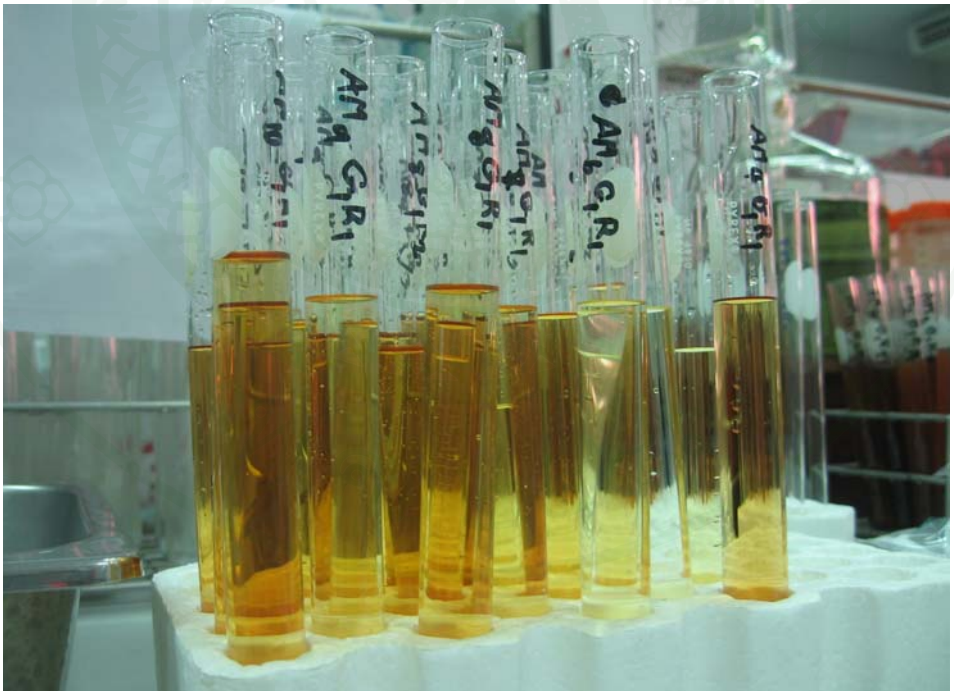
ภาพผนวกที่ 7 แสดง A) syringe ขนาด 10 มิลลิลิตร, B) column C18 และ C) cellulose acetate filter ขนาด 0.45 µM

ภาพผนวกที่ 8 การกรองตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



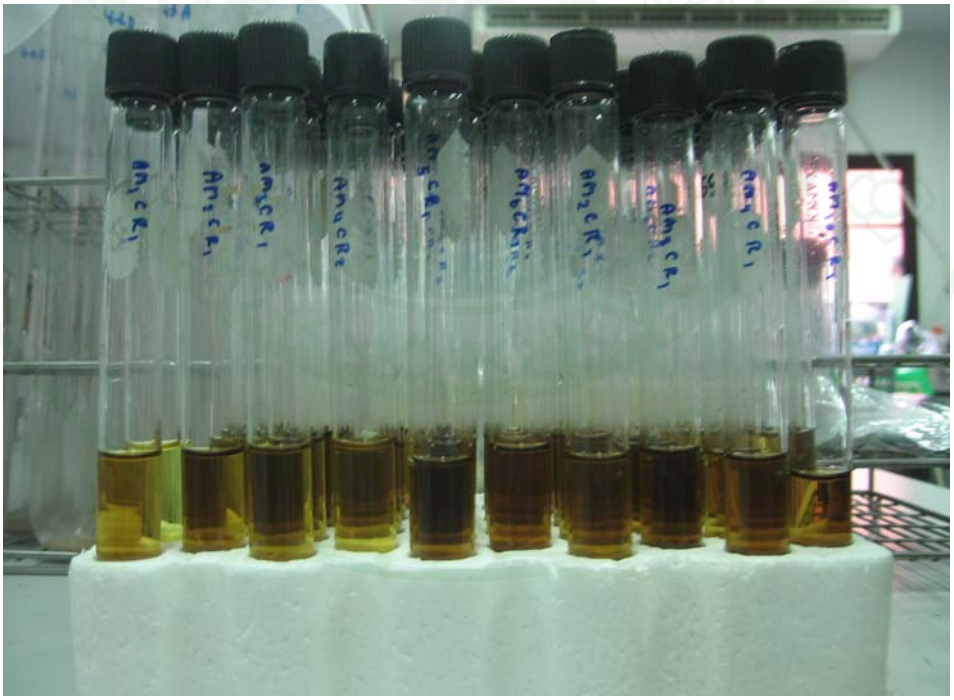
ภาพผนวกที่ 9 แสดงการต้มตัวอย่างที่กรองแล้วที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง



ภาพผนวกที่ 10 แสดงตัวอย่างที่กรองและผ่านการต้มเพื่อรอการทดสอบสี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

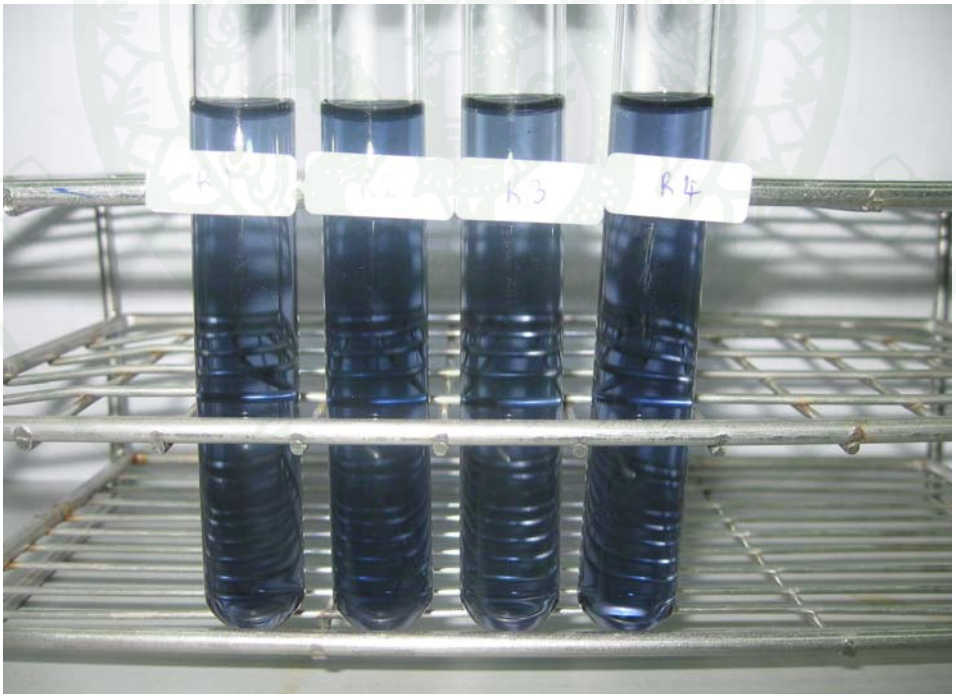
ภาพผนวกที่ 11 แสดงสารละลาย ferric chloride สำหรับทดสอบการเกิดสี



ภาพผนวกที่ 12 แสดงตัวอย่างผลการทดสอบสีปัสสาวะด้วยสารละลาย ferric chloride ของกลุ่มที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 13 แสดงตัวอย่างผลการทดสอบสีปัสสาวะด้วยสารละลาย ferric chloride ของกลุ่มที่ 2



ภาพผนวกที่ 14 แสดงตัวอย่างผลการทดสอบสีปัสสาวะด้วยสารละลาย ferric chloride ของกลุ่มที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวรพีพรรณ หอมหวล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	18 ตุลาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตรสุขภาพสัตว์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตปทุมธานี พ.ศ. 2544-2548
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เครือข่ายการวิจัยภาคกลางตอนบน ปีงบประมาณ 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์