ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปริญญา

สัตวศาสตร์ | สัตวบาล

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ระบบการใช้พืชอาหารสัตว์สำหรับการผลิตน้ำนมในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Forage Utilization for Milk Production in Organic Dairy Farm

นามผู้วิจัย นางสาวรัชนี บัวระภา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จำเริญ เที่ยงธรรม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ศาสตราจารย์สายัณห์ ทัดศรี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบการใช้พืชอาหารสัตว์สำหรับการผลิตน้ำนมในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Forage Utilization for Milk Production in Dairy Organic Farm

โดย

นางสาวรัชนี บัวระภา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สัตวศาสตร์)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัชนี บัวระภา 2557: ระบบการใช้พืชอาหารสัตว์สำหรับการผลิตน้ำนมในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (สัตวศาสตร์) สาขาสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด. 195 หน้า

การวิจัยในครั้งนี้มีทั้งหมด 5 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการใช้ปุ๋ยคอกมูลโคแห้ง เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับหญ้ากินนีสีม่วง แบ่งแปลงหญ้าออกเป็น 12 แปลงย่อย ขนาด 4x6 เมตร ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคแห้ง ที่ระดับ 0 1 2 และ 3 ตัน/ไร่ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แต่ละระดับการใส่ปุ๋ยจะมี 3 แปลงย่อย แปลงทดลองจะได้รับแต่เพียงน้ำฝนธรรมชาติเท่านั้น ทำการตัดหญ้าทุกๆ 30 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบดิน สัดส่วนใบ และลำต้น รวมทั้งผลผลิตของหญ้า ผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยที่ระดับ 2 ตัน/ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหญ้า (กิโลกรัมวัตถุแห้ง) สูงกว่าทุกระดับการใส่ปุ๋ย และในการใส่ปุ๋ยทุกระดับ คุณสมบัติดินหลังการใส่ปุ๋ยมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบต่างๆในดินดีขึ้น

การทดลองที่ 2 ใช้หญ้ากินนีสีม่วงที่อายุมากกว่า 90 วัน เสริมกระถินสดสับในแม่โคนมทั้งสองกลุ่ม พบว่า ปริมาณของการกินได้ ผลผลิตนม องค์ประกอบน้ำนม ค่าชีวเคมีในเลือด กรดไขมันที่ระเหยได้ ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และค่า Conjugated linoleic acid (CLA) น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ของกลุ่มโคนมทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า CLA ในโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม สูงกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตนม 1 กก. ในแม่โคปล่อยแทะเล็มต่ำกว่าโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ

การทดลองที่ 3 ใช้หญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45 วัน เสริมกระถินสดสับในการเลี้ยงในแม่โคนมทั้งสองกลุ่ม พบว่า ปริมาณของการกินได้ ผลิตนมและองค์ประกอบน้ำนม ค่า CLA กรดไขมันที่ระเหยได้ รวมทั้งน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ของกลุ่มโคนมทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนน้ำตาลแลคโตสในน้ำนม ค่า Blood urea nitrogen (BUN) ในกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ หลังจากการกินอาหาร สูงกว่าโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ($P < 0.01$) และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตนม 1 กก. ทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน

การทดลองที่ 4 ใช้หญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45 วันในการเลี้ยงโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และใช้ข้าวโพดหมักในการเลี้ยงแม่โคแบบคอกปล่อยอิสระ และเสริมกระถินสดสับ ผลทดลองพบว่า น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ค่า BG BUN ผลผลิตนม น้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 % องค์ประกอบน้ำนม ค่า CLA ของแม่โคทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และค่า CLA ในโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มสูงกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตนม 1 กก. ในแม่โคปล่อยแทะเล็มต่ำกว่าโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ

การทดลองที่ 5 ใช้หญ้ากินนีสีม่วง อายุ 45 วัน เสริมอาหารข้นอินทรีย์ ในการเลี้ยงแม่โคนมทั้งสองกลุ่ม พบว่า ปริมาณการกินอาหาร ผลผลิตนม น้ำนมที่ปรับไขมันนม 4% องค์ประกอบน้ำนม น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง ค่าชีวเคมีของเลือด กรดไขมันที่ระเหยได้ และแอมโมเนียไนโตรเจน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ และค่า CLA ในนมของแม่โคที่ปล่อยแทะเล็มสูงกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ

_____ _____ ___/___/_____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ratchanee Bourapa 2014: Forage Utilization for Milk Production in Dairy Organic Farm.
Doctor of Phillosophy (Animal Science), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science.
Thesis Advisor: Associate Professor Somkiert Prasanpanich, Ph.D. 195 pages.

There were 5 experiments under this study where the first experiment was conducted to investigate dry cattle manure as fertiliser for nutrient supply to Purple Guinea pasture. The pasture was divided into 12 plots and each plot size was 4 m x 6 m. Four levels of dry manure viz., 0, 1, 2 and 3 tons/rai as 4 treatments were randomly applied to 3 plots (replicates) under Completely Randomized Design. All plots were under rain-fed condition and were monthly harvested for soil the composition changes, leaf stem ratio and pasture kgDM yield. The results showed the highest pasture yield appeared to be in level of dry manure at 2 tons/rai. However, better changes in soil composition were found in all levels of dry cattle manure application.

Experiment 2: The utilization of mature Guinea grass of over 90 days old was provided to lactating cows under grazing and indoor cut and carried grass conducts supplemented with fresh chopped Leucaena. Total dry matter intake, milk yield content, blood biochemical contents, Volatile Fatty Acids (VFA) and NH_3-N concentrations, bodyweight changes and conjugated linoleic acid (CLA) content were not significantly. However, CLA content was higher than that from the indoor animals and cost of feed eaten per 1 kg of milk produced was lower than that from the indoor animals.

Experiment 3: The utilization of Guinea grass of 45 days old was provided to lactating cows under grazing and indoor cut and carried grass a supplemented with fresh chopped Leucaena. Total dry matter intake, milk yield contents, blood biochemical contents, VFA and NH_3-N concentrations and CLA content were not significantly. However, milk lactose content and Blood urea nitrogen (BUN) concentration of the indoor animals were highly greater than those of the grazed cows ($P<0.01$). However, CLA content was higher than and cost of feed eaten per 1 kg of milk produced was lower that from the indoor animals.

Experiment 4: The utilization of Guinea grass of 45 days old was provided to lactating cows under grazing and corn silage for indoor feeding supplemented with fresh chopped Leucaena. Total dry matter intake, milk yield content, bodyweight changes and CLA content were not significantly. It was obvious that CLA content was higher than and cost of feed eaten per 1 kg of milk produced was lower than that from the indoor animals.

Experiment 5: The utilization of Guinea grass of 45 days old was provided to lactating cows under grazing and indoor cut and carried grass supplemented with organic meal concentrate. Total dry matter intake, milk yield with milk composition, blood biochemical contents, VFA and NH_3-N concentrations and CLA content were not significantly. However, CLA content was higher than that from the indoor animals.

_____ _____ ___ / ___ / _____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์สายัณห์ ทัดศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์จำเริญ เที่ยงธรรม และผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร. พงศ์ธร คงมั่น ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. ณรงค์ฤทธิ์ วงศ์สุวรรณ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่สละเวลาและกรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สนับสนุนการศึกษา ในด้านการวิจัย ประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2555, องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) ที่เอื้อเฟื้อสัตว์และสถานที่ทดลอง, คุณเสาร์ ศิวิชัย คุณวิจักษณ์ จันทาสี และเจ้าหน้าที่คอกฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในการทดลอง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ผลทางเคมี ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านน่าน หน่วยงานต้นสังกัด อาจารย์ในสาขาวิชาสัตวศาสตร์และประมง ที่ให้โอกาสในการศึกษาต่อ แชมป์ แบงค์ กิม อ้อม นักศึกษาสาขาสัตวศาสตร์และประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านน่าน ที่ช่วยเหลือในการปลูกพืชอาหารสัตว์ คุณอรวิมล กลมเกลี้ยง ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดระยะในการทดลอง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงคุณพ่อพรมมา บัวระภา และคุณแม่สนิท บัวระภา ขอบคุณพี่สาว และน้องชาย ที่ให้คำปรึกษาเป็นกำลังใจ และสนับสนุนกำลังทรัพย์ระหว่างการศึกษา ความดีหรือคุณประโยชน์ที่จะได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่บุพการี ครู อาจารย์ ตลอดจนนักวิชาการทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดองค์ความรู้ต่างๆ ทั้งที่เป็นหนังสือ การสั่งสอน แนะนำ ชี้แนะแนวทางในการทำและการทดลองวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้

รัชนี บัวระภา

สิงหาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	33
ผลการทดลองและวิจารณ์	72
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	144
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	149
ภาคผนวก	174
ภาคผนวก ก รายละเอียด วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ Fatty acid Profile วิธีการสกัดไขมันในน้ำนม	175
ภาคผนวก ข รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยวิธีการกลั่น	179
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายในน้ำ (Water soluble carbohydrate ; WSC)	182
ภาคผนวก ง ภาพแสดงขั้นตอนต่างๆ ในการทดลอง	185
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	195

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของปุ๋ยคอกมูลโค	5
2	คุณค่าทางโภชนะของหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุต่างกัน	9
3	องค์ประกอบทางเคมีในด้านต่างๆของกระถิน	12
4	มาตรฐานคุณภาพข้าวโพดหมักที่ตัดอายุ 60 วัน	14
5	ปริมาณค่า CLA ในอาหาร	22
6	ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในช่วงการทดลอง	72
7	คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยคอกมูลโคที่ใช้ในการทดลอง	73
8	คุณสมบัติของดินก่อนทดลอง ที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคระดับต่างกัน	75
9	คุณสมบัติของดินเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองความลึกดิน 0-30 เซนติเมตร	76
10	คุณสมบัติของดินเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ความลึกดิน 30-60 เซนติเมตร	77
11	องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยระดับต่างกัน (%, on dry matter basis)	79
12	การตอบสนองจำนวนหน่อของหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 30 วัน ต่อการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน	80
13	สัดส่วนน้ำหนักสดของใบต่อลำต้นของหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 30 วัน ต่อการตอบสนองปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน	81
14	ผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วง (กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่)	83
15	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุระมาณ 90 วัน และกระถินสดสับ (การทดลองที่ 2)	85
16	น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 2)	87
17	ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 2)	88
18	แสดงองค์ประกอบกรดไขมันน้ำนมในน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 2)	89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	แสดงค่าชีวเคมีในเลือด และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักของโคทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังกินอาหาร (การทดลองที่ 2)	91
20	ความเป็นกรด-ด่างและกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 2)	96
21	ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงและกระถินสด (การทดลองที่ 2)	97
22	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45วัน และ กระถินสดสับ (การทดลองที่ 3)	99
23	น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 3)	101
24	ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 3)	102
25	แสดงองค์ประกอบกรดไขมันน้ำนมในน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและ โคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 3)	104
26	แสดงค่าชีวเคมีในเลือดของโคทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังกินอาหาร (การทดลองที่ 3)	107
27	ความเป็นกรด-ด่างและกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 3)	109
28	ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยง ในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงและกระถินสด (การทดลองที่ 3)	112
29	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45 วัน ข้าวโพดหมักและกระถินสดสับ (การทดลองที่ 4)	114

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
30	น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 4)	116
31	ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 4)	117
32	แสดงองค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 4)	119
33	แสดงค่าชีวเคมีในเลือดของโคทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังกินอาหาร (การทดลองที่ 4)	122
34	ความเป็นกรด-ด่างและกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 4)	124
35	ค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วง ข้าวโพดหมัก เสริมด้วยกระถิน ตลอดระยะเวลา 45 วัน (การทดลองที่ 4)	128
36	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45วัน และ อาหารข้น (การทดลองที่ 5)	130
37	น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 5)	131
38	ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงใน คอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 5)	132
39	แสดงองค์ประกอบกรดไขมันน้ำนมในน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 5)	134
40	แสดงค่าชีวเคมีในเลือด ของโคนมทดลอง ณชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังกินอาหาร (การทดลองที่ 5)	136

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

41 ความเป็นกรด-ด่างและกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ (การทดลองที่ 5) 139

42 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงเสริมด้วยอาหารข้น (การทดลองที่ 5) 143

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เมทาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรทในสัตว์เคี้ยว	19
2	กระบวนการสังเคราะห์ CLA ในกระเพาะรูเมนและเนื้อเยื่อเต้านม	23
3	กระบวนการสังเคราะห์ CLA ในกระเพาะรูเมนและเนื้อเยื่อเต้านม	24
4	แผนผังลักษณะการแบ่งแปลงย่อยทดลอง	34
5	แผนผังการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าและดิน	36
6	แผนผังการแบ่งแปลงหญ้าหญ้ากินนีสีม่วงที่ใช้สำหรับระบบตัดสดและการเลี้ยงโคนมปล่อยแทะเล็มปล่อย (การทดลองที่ 2)	41
7	แผนผังการแบ่งแปลงหญ้าหญ้ากินนีสีม่วงที่ใช้สำหรับระบบตัดสดและการเลี้ยงโคนมปล่อยแทะเล็มปล่อย (การทดลองที่ 3)	49
8	แผนผังการแบ่งแปลงหญ้าหญ้ากินนีสีม่วง ที่ใช้สำหรับการเลี้ยงโคนมปล่อยแทะเล็มปล่อย (การทดลองที่ 4)	57
9	แผนผังการแบ่งแปลงหญ้าหญ้ากินนีสีม่วงที่ใช้สำหรับระบบตัดสดและการเลี้ยงโคนมปล่อยแทะเล็มปล่อย (การทดลองที่ 5)	66
10	ปริมาณน้ำฝนต่อการผลิตหญ้ากินนสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน	82

ภาพผนวกที่

ง1	แสดงใบรองรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์ มาตรฐานสิค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ	186
ง2	แสดงแปลงหญ้ากินนีสีม่วงสำหรับการทดลอง	187
ง3	แสดง การใช้กรงในการเก็บปริมาณการกินได้ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม	188
ง4	ขั้นตอนการดูดของเหลวออกจากกระเพาะรูเมน	189
ง5	ขั้นตอนการเตรียมของเหลวจากรูเมน เพื่อวิเคราะห์หา VFA	190
ง6	ขั้นตอนการเก็บดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร	191
ง7	ขั้นตอนการเก็บดินที่ความลึก 30-60 เซนติเมตร	192
ง8	ขั้นตอนการสกัดหากรดไขมัน CLA	193
ง9	ขั้นตอนการสกัดหากรดไขมัน CLA	194

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ADF	=	Acid Detergent Fiber
BG	=	Blood Glucose
BUN	=	Blood Urea Nitrogen
C2	=	Acetic acid
C3	=	Propionic acid
C4	=	Butyric acid
CF	=	Crude Fiber
CP	=	Crude Protein
CRD	=	Completely Randomized Design
C18:2n-6	=	Linoleic acid
C18:3n-3	=	Linolenic acid
DM	=	Dry Matter
CLA	=	Conjugated Linoleic Acid
EE	=	Ether Extract
GC	=	Gas Chromatography
K	=	Potassium
Kg/d	=	Kilogram per day
mg%	=	milligram percentage
ml	=	milliliter
N	=	Nitrogen
NH_3-N	=	Ammonia Nitrogen
P	=	Phosphorus
SEM	=	standard error of the mean
NDF	=	Neutral Detergent Fiber
NFE	=	Nitrogen Free Extract
NH_3-N	=	Ammonia-Nitrogen
OM	=	Organic Matter
VFA	=	Volatile Fatty Acid

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

T_3	=	Triiodothyronine hormone
T_4	=	Thyroxine hormone
TDN	=	Total Digestible Nutrient
TVFAs	=	Total Volatile Fatty Acid

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบการใช้พืชอาหารสัตว์สำหรับการผลิตน้ำนมในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Forage Utilization for Milk Production in Dairy Organic Farm

คำนำ

ปัจจุบัน การเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในประเทศไทยได้เพิ่มมากขึ้น จากการสำรวจของกรมปศุสัตว์ พบว่า จำนวนโคนมของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2552 -2553 มีจำนวนโคนมประมาณ 483,899 - 529,572 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2552; 2553) ในการเลี้ยงโคนมเพื่อให้ผลผลิตน้ำนมที่ดี มีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น พันธุ์สัตว์ การจัดการ และอาหารสัตว์ โดยเฉพาะการจัดการด้านอาหารเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตน้ำนมของโคนมเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งโคนมจัดเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant) ที่ใช้ประโยชน์จากพืชอาหารหยาบ (roughage) เช่น หญ้าและถั่วอื่นๆ ที่เป็นอาหารหยาบหลัก และมีความสามารถเปลี่ยนเป็นน้ำนมที่มีคุณภาพสูงได้ดี (Premium grade) (สมเกียรติ, 2556)

พืชอาหารสัตว์ จัดเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สัตว์มีความต้องการตลอดทั้งปี และมีความสำคัญในการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโต ตลอดจนการให้ผลผลิต เช่น เนื้อ นม และขน เป็นต้น ถ้าสัตว์ได้รับหญ้า หรือพืชอาหารสัตว์ในปริมาณที่ไม่พอเพียง จะมีผลทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนทำงานได้อย่างไม่เต็มที่ การย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารที่กินเข้าไปก็จะลดน้อยลง (บุญเหลือ, 2534) ดังนั้น แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ ที่มีคุณภาพ และเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ในแต่ละช่วงอายุและการให้ผลผลิตน้ำนม

การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ต่อการผลิตน้ำนมในโคนม ด้วยพืชอาหารสัตว์ ร่วมกับพืชตระกูลถั่ว เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนจะเป็นแนวทางหนึ่งที่เกษตรกรสามารถปฏิบัติได้ เพื่อเสริมคุณภาพพืชอาหารสัตว์ให้สูงขึ้น และช่วยลดการใช้อาหารข้น โดยเฉพาะการใช้กระถินจะช่วยเพิ่มคุณภาพและเป็นแหล่งโปรตีนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์จากธรรมชาติที่ปลอดจากการใช้ปุ๋ยเคมี และยาปฏิชีวนะ จะทำให้ได้น้ำนมอินทรีย์ (Organic milk) ที่มีคุณภาพ มีสารอาหารที่ให้ประโยชน์ให้แก่ผู้บริโภค อาทิเช่น กรดไขมันชนิด โอเมก้า 3, 6 และกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) โดยเฉพาะ CLA เป็นกรดไขมัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธรรมชาติ ที่พบมากในน้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่กินหญ้าสีเขียวเท่านั้น ประโยชน์ของ CLA จะช่วยต้านการเกิดมะเร็ง เนื้องอก ต้านโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัว และพัฒนาเซลล์สมอง เป็นต้น (Belury, 1995; Parodi, 1997; Ip *et al*., 1999; Kelly and Bauman, 1999)

ดังนั้น การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ต่อการเลี้ยงโคนม จึงเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะลดปริมาณการใช้อาหารข้น นำพืชอาหารสัตว์สดมาใช้เป็นอาหารหยาบหลักในการเลี้ยงโคนม เพื่อเป็นการเพิ่มคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของน้ำนม ส่งผลให้มูลค่าของน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในด้านการรักษาอาการเจ็บกีบ และการแก้ไข ปัญหาการผสมติดต่ำ ช่วยให้ผู้ผลิตคือเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเข้มแข็ง และยั่งยืน ไม่ใช่แค่ในประเทศไทยเท่านั้นแต่ยังเป็นแม่แบบในการผลิตนม Premium grade เพื่อสุขภาพของผู้บริโภคในเขตประชาคมอาเซียน (AEC) อีกด้วย (สมเกียรติ, 2556)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา ผลตอบสนองของหญ้ากินนีสีม่วงระยะสั้น ต่อการใช้ปุ๋ยคอกคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน ที่มีต่อผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมี ของหญ้ากินนีสีม่วง และการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของดินในพื้นที่ฟาร์มอินทรีย์

2. เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากหญ้ากินนีสีม่วง ข้าวโพดหมัก เป็นแหล่งอาหารหยาบและเสริมกระถินสด ที่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ ผลผลิต ปริมาณกรดไขมันและปริมาณ CLA (Conjugated Linoleic Acid) และต้นทุนการผลิตน้ำนม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม ขึ้นอยู่กับระยะการให้นม พันธุกรรม สิ่งแวดล้อม การจัดการ และชนิดของอาหาร (Wheeler, 2006) ซึ่งผลผลิตน้ำนมประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม และ 70 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตน้ำนม ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม การจัดการฟาร์ม สภาพภูมิอากาศ สุขภาพโคนม รวมทั้งการจัดการด้านอาหาร เนื่องจากต้นทุนการเลี้ยงโคนมมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้นทุนค่าอาหาร (ฉลอง และคณะ, 2547) ดังนั้น ปัจจัยทางด้านการจัดอาหารโคนมจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ที่อยู่ในเขตร้อน เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักของโคนมที่มีราคาถูก (Whiteman, 1980) โดยมุ่งเน้นให้กินหญ้าสดจากธรรมชาติ ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับหญ้า นอกจากนี้ยังมีผลต่อการบำรุงดิน ไม่ก่อให้ดินเสื่อมสภาพ และในด้านสิ่งแวดล้อมปลอดจากสารพิษ หรือสารเคมี ในการใช้ประโยชน์จากหญ้าสดเป็นอาหารหยาบหลักของโคนม พบว่า มีสารตั้งต้นคือ กรดไขมันลิโนเลอิค และกรดไขมันลิโนเลนิค ที่ผลิตกรดไขมันที่เชื่อมต่อลิคโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) ที่มีประโยชน์ (Bauman, 1999) อย่างไรก็ตามในการเลี้ยงโคนมด้วยพืชอาหารสัตว์เขตร้อน ผลผลิตที่ได้โดยเฉพาะน้ำนม และอัตราการเจริญเติบโตลดลง (สมเกียรติ, 2549) แต่ในด้านต้นทุนการผลิตสัตว์ที่เลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์ลดต่ำลง (ชาญชัย, 2530) และต้องการเพิ่มผลผลิตน้ำนมให้สูงขึ้น ควรเสริมแหล่งอาหารข้นที่เป็นพืชอาหารสัตว์ เช่นกระถิน แทนการใช้อาหารข้น เพื่อเพิ่มคุณภาพพืชอาหารสัตว์และลดต้นทุนการผลิต (สมเกียรติ, 2549)

1. ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ผลิตจากอินทรียสาร โดยกรรมวิธีต่างๆ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางชีวภาพเสียก่อน จึงจะเป็นประโยชน์ต่อพืช ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญมี 4 ชนิด คือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และผลพลอยได้จากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร (ยงยุทธ, 2528) ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารต่ำและจะค่อย ๆ สลายตัวปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชอย่างช้าๆ ดังนั้น เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยคอกลงไปในดิน จึงต้องรอให้มีการสลายตัวก่อน จึงจะปลดปล่อยธาตุอาหาร ให้กับพืชได้ (Chen and Avnimelech, 1986) สำหรับปุ๋ยคอกมูลโคใหม่จะมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่า ปุ๋ยคอกเก่าที่เก็บไว้นาน (วุฒิพงษ์, 2534) ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของปุ๋ยคอกมูลโค ดังแสดงในตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการของปุ๋ยคอกมูลโค

ชนิด	ค่าการวิเคราะห์
pH (1:2.5)	9.06
OM (%)	46.50
Total N (%)	19.60
Total P (%)	6.80
Total K (%)	40.30
Exchangble Ca (cmol/kg)	0.90
Exchangble Mg (cmol/kg)	1.90
C/N ratio	13.82
CEC (cmol/kg)	46.22

ที่มา: ทวิช (2548)

1.1 การใช้ปุ๋ยคอกมูลโคต่อความสัมพันธ์ของดิน

จากการผลิตพืชอาหารสัตว์ เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิต และถ้าใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน จะทำให้สภาพแวดล้อมเกิดมลภาวะทั้งในดิน น้ำและอากาศ ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ไม่เสถียร โดยเพิ่มความเป็นกรดของดิน เช่น ปุ๋ยที่มี NH_4^+ เป็นองค์ประกอบจะถูก oxidize ให้เปลี่ยนรูปเป็น NO_3^- และ H^+ (Miller and Donahue, 1990; Teitzel et al, 1991) โดยทั่วไปปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรททำให้ค่า pH ของดินลดลง จึงทำให้การประโยชน์ของธาตุ P, K, Ca และ Mg ในดินลดลง ส่วนปุ๋ยคอกจะเพิ่ม OM, P, K, Ca (Magdoff and Amadon, 1980) และในการปลดปล่อยแก๊ส N_2O และ NH_3 จากทุ่งหญ้าเป็นอันตรายต่อชั้นบรรยากาศของโลกได้ ('t Mannetje, 2002) ดังนั้นการหันมาให้ความสนใจต่อการใช้ปุ๋ยคอกมูลโคในพืชอาหารสัตว์พบว่า มีประโยชน์ในการบำรุงดินทั้งทางตรงและทางอ้อม ปัจจัยหลักคือ เป็นแหล่งของสารประกอบฮิวมัสในดิน ซึ่งเป็นแหล่งปลดปล่อยธาตุอาหาร ต่างๆในดิน ทำให้ดินมีความสามารถในการเพิ่มผลผลิตมากขึ้น (ทวิช, 2548) ซึ่งปุ๋ยคอกมูลโคเป็นผลพลอยได้จากการเลี้ยงโคนม ซึ่งเกษตรกรสามารถลดต้นทุนด้านการซื้อปุ๋ยที่ใช้สำหรับพืชอาหารสัตว์ ปุ๋ยคอกมูลโคเมื่อใส่ลงไปในดินจะแปรสภาพไปเป็นอินทรียวัตถุในดิน และบางส่วนสลายตัวปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้แก่พืช และบางส่วนที่ยังไม่สลายตัวจะปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน (วัฒนา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และคัตสุโอะ, 2533) เช่น ดินร่วนซุย ทำให้อากาศซึมได้มากและยังมีกรดบางชนิดช่วยให้ธาตุฟอสฟอรัสและโปรแตสเซียมละลาย เป็นประโยชน์ต่อพืช นอกจากนี้ยังทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดี (วีระพล, 2537) ดินในแต่ละพื้นที่ มีธาตุอาหารพืชในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน และธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินนั้น พืชสามารถดึงดูดไปใช้ประโยชน์ได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งจะมากน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยที่คอยควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชหลายอย่างด้วยกัน ดังนั้นการจัดการธาตุอาหารสำหรับการปลูกพืช จึงจำเป็นต้องทราบปริมาณธาตุอาหารพืชที่สามารถดึงดูดไปใช้ประโยชน์ (คณาจารย์คณะปฐพีวิทยา, 2549) นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยคอกในเขตร้อนชื้นจะเป็นประโยชน์มากกว่าในเขตแห้งแล้ง เนื่องจากในเขตร้อนชื้นมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมทำให้ปุ๋ยคอกย่อยสลายได้เร็วมีผลให้ปลดปล่อยธาตุ อาหารพืชออกมาได้เร็วกว่าในเขตแห้งแล้ง (Wigg *et al.*, 1973) การใส่ปุ๋ยคอกครั้งแรกจะให้ผลใน ด้านธาตุอาหารมากกว่าการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ซึ่งผลที่ได้ประการหลังจะแสดงก็ต่อเมื่อมีการใส่ใปุ๋ยคอกหลายๆครั้ง โดยประมาณหนึ่งในสามของไนโตรเจน จากนั้นปุ๋ยคอกมูลโคจะปลดปล่อยแร่ธาตุออกมาเป็นประโยชน์ค่อนข้างเร็ว ส่วนที่เหลือจะค่อยๆสลายออกเป็นประโยชน์ต่อพืช (Cooke, 1972) และอีกครึ่งหนึ่งจะอยู่ในรูปสารอินทรีย์และค่อย ๆ สลายตัวออกมา ซึ่งได้มีการศึกษาการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากไนโตรเจนอินทรีย์ไปเป็นไนโตรเจนอนินทรีย์ มากกว่าดินที่ไม่เคยใส่ปุ๋ยเลย (Hinish, 1974; Pratt *et al.*, 1973)

1.2 การใช้ปุ๋ยคอกมูลโคต่อการผลิตพืชอาหารสัตว์

ใช้ปุ๋ยคอกมูลโค เปรียบเทียบกับ ปุ๋ยเคมีในการปลูกหญ้าเนเปียร์ บนดินร่วนปนทราย โดยมีการใช้ติดต่อกัน 3 ปี พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคในอัตราสูงจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรียวัตถุตลอดจนปริมาณไนโตรเจน แคลเซียม แมกนีเซียม คลอรีน และแมงกานีสในดินเพิ่มขึ้น (Liang, 1982) นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยคอกมูลโค บ่มกับดินกรดเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าดินกรดที่คลุกกับมูลโคมีค่าพีเอช สูงกว่าดินกรดที่ไม่ได้คลุกด้วยมูลโคอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่าพีเอชจะมีผลต่อการละลายของธาตุอาหารตลอดจนมีอิทธิพลต่อการดูดซับและการตกตะกอนกับอลูมินัมและเหล็ก (Joann *et al*., 2000) ซึ่งการทำให้พีเอชของดินเข้าใกล้ความเป็นกลาง (7.0) จะทำให้ธาตุอาหารถูกใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น (Hue, 1992; Hue and Licudine, 1999) นอกจากนี้สารอินทรีย์จากปุ๋ยคอกที่เกิดจากสัตว์สามารถปรับพีเอชของดินในอเมริกาเหนือให้สูงขึ้น และช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินให้มีปริมาณธาตุอาหารสำหรับการผลิตพืชมากขึ้น (Wong *et al.,* 1998) และจากการใช้ปุ๋ยคอกมูลโค ปลูกหญ้าซิกแนลเลื้อย (*Brachiaria humidicola*) ในอัตราส่วน 25 ตัน/เฮกแตร์ ช่วยเพิ่มระดับองค์ประกอบทางเคมีของพืชสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอก โดยเฉพาะการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพิ่มขึ้นของ OM จากเดิม 0.57 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มเป็น 1.36 เปอร์เซ็นต์ (พิสุทธิ์ และคณะ 2543) และการใส่ปุ๋ยคอกคอกมูลโคในการผลิตพืชอาหารสัตว์อินทรีย์ ที่ระดับ 24 กก./เฮกแตร์ ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้ากินนีสีม่วง 800 กก./เฮกแตร์ นอกจากนี้ ในประเทศไทยมีรายงานว่าการเลี้ยงโคเนื้อพื้นเมืองโดยปล่อยแทะเล็มแบบหมุนเวียนในทุ่งหญ้าอินทรีย์ สามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในทุ่งหญ้าในระยะยาวมากกว่าวิธีที่มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมี (Phonbumrung and Watanasak, 2007) ซึ่งทุ่งหญ้าอินทรีย์ที่ปลูกถั่วผสมสามารถกักเก็บคาร์บอนในดินได้มากกว่าทุ่งหญ้าธรรมชาติที่ไม่ได้ปรับปรุงถึง 1.5 เท่า (Fisher *et al*., 1994) ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอกช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้น และช่วยเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์ รวมทั้งช่วยกักเก็บคาร์บอนในดินมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี (Smith *et al*., 1997; Pholsen et al., 2005) พืชอาหารสัตว์อินทรีย์จากทุ่งหญ้าธรรมชาติที่มีพืชตระกูลถั่วปลูกร่วมด้วยจะเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจน เพื่อผลิตพืชอาหารสัตว์แบบอินทรีย์ให้เพียงพอต่อการให้ผลผลิตเนื้อสัตว์อินทรีย์ (Kumm, 2002) โดยถั่วพืชอาหารสัตว์ที่ปลูกร่วมกับหญ้าในทุ่งหญ้าผสม สามารถตรึง N_2 จากบรรยากาศทำให้ไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น และหญ้าที่ปลูกผสมถั่วมีธาตุไนโตรเจน เพิ่มขึ้น (Johansen and Kerridge, 1979) การปลูกหญ้าผสมถั่วทำให้ผลผลิตทุ่งหญ้าเพิ่มขึ้น เช่น การปลูกหญ้ากรีนแพนิค และหญ้าบัฟเฟลร่วมกับถั่วเวอราโนให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกหญ้าอย่างเดียว (Shehu and Akinola, 1995) การปลูกหญ้ากินนีผสมถั่วเวอราโนเพิ่มคุณภาพอาหารสัตว์ได้มากกว่าการปลูกหญ้าเดี่ยวๆ (Bamikole *et al*., 2001) รวมทั้งช่วยลดต้นทุนการผลิตพืชอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยไนโตรเจนที่หญ้าต้องการปริมาณมากเพื่อเพิ่มผลผลิต การผลิตหญ้าอาหารสัตว์อินทรีย์เพื่อการผลิตสัตว์อินทรีย์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ (organic products) จากสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น กระบือ โคเนื้อ โคนม แพะ และแกะ จะเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค การใส่ปุ๋ยคอกเพิ่มขึ้นทำให้ค่าโปรตีนหยาบลดลง ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่อัตราปุ๋ยคอกไม่มีผลต่อเยื่อใย NDF ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่ทำให้ค่า ADF เพิ่มสูงมากขึ้น (สุรเดช และ กฤตพล, 2552)

2. พืชอาหารสัตว์

พืชอาหารสัตว์มีความสำคัญต่อการเลี้ยงโคนม เพราะเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักที่ความสำคัญ และมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ในกระเพาะหมัก (Rumen) พืชอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงโคนมได้แก่ พืชตระกูลหญ้า และพืชตระกูลถั่ว มีเยื่อใยหยาบมากกว่า 18-20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ประวีร์, 2552) มีลิกนิน (Lignin) เป็นองค์ประกอบ ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestibility nutrient; TDN) ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (วิโรจน์, 2540) ซึ่งถือว่าเป็นอาหารพลังงานที่มีราคาถูก และเป็นอาหารหลักขาดไม่ได้สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งสัตว์เคี้ยว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอื้องต้องได้รับอย่างน้อย 15 ส่วนใน 100 ส่วน ได้แก่ หญ้าสด หญ้าแห้ง หญ้าหมัก พืชตระกูลถั่ว ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ยอดอ้อย เป็นต้น (ฉลอง, 2541) และพันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่นำมาใช้เลี้ยงโคนมในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นพืชอาหารสัตว์เขตร้อน ลักษณะของพืชอาหารสัตว์มีเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และส่งผลทำให้พืชอาหารสัตว์แก่เร็ว (สายัณห์, 2541) ซึ่งส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ลดลง โดยเฉพาะโปรตีนต่ำ และปริมาณเยื่อใยสูง ทำให้ปริมาณการกินได้รวมถึงการย่อยได้ต่ำ (Minson, 1980) นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมลดลง ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง (สมเกียรติ, 2549)

2. 1 พืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนม

2.1.1 หญ้ากินนีสีม่วง

หญ้ากินนีสีม่วง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Panicum maximum* TD. 58 เป็นหญ้ากินนีสีม่วง (ศศิธร และ คณะ, 2534) มีลักษณะเป็นกอ เป็นหญ้าที่ขึ้นได้ดีในเขตร้อนมีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปอาฟริกา ซึ่งเหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตรมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบหญ้าประเภทค้างปี (Perennial forage crops) เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีอายุหลายฤดู หรือ หลายปี และถ้าได้บำรุงรักษาและปฏิบัติที่เหมาะสมจะมีอายุการใช้งานอยู่ได้นาน และทนทานต่อการเหยียบย่ำได้ดี แต่ไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขังและน้ำค้างแข็ง ต้องการดินที่มีการระบายน้ำดี (ชาญชัย, 2511; Tudsri *et al*., 2002; Aganga and Tshwenyane, 2004) และเป็นที่สนใจอย่างมากโดยเฉพาะนักพืชอาหารสัตว์ในทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีลักษณะพื้นดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย เหมาะสำหรับการปลูกหญ้ากินนีสีม่วงเป็นอย่างมาก ซึ่งหญ้ากินนีสีม่วงเป็นพันธุ์หญ้าชนิดหนึ่งที่สัตว์ชอบกินเหมือนกับหญ้าชนิดอื่น และเหมาะสำหรับปลูกเป็นทุ่งหญ้าปล่อยสัตว์แทะเล็ม หรือทำเป็นหญ้าแห้ง และในประเทศไทยเมื่อมีการให้น้ำและปุ๋ย จะให้ผลผลิตประมาณ 3 ตัน/ไร่ และหญ้ากินนีสีม่วงจะมีโปรตีนอยู่ที่ระดับ 4-14 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับอายุของการตัด (ทองล้วน, 2545) ซึ่งถือว่าเป็นพืชอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางอาหารอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ระดับของโปรตีนก็จะลดลงตามอายุของพืชที่มากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนะของหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุต่างกัน

Item	DM	Ash	CP	EE[1]	NDF	ADF
หญ้ากินนีสีม่วง						
ตัดที่อายุ 30 วัน	22.7	12.0	13.1	1.40	67.4	39.7
ตัดที่อายุ 45 วัน	28.5	10.9	7.56	1.15	70.8	44.2

หมายเหตุ: [1] McalME/kgDM

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2547ข)

2.1.2 การใช้ประโยชน์ของหญ้ากินนีสีม่วงในการเลี้ยงสัตว์

สำหรับในประเทศไทยได้มีการนำหญ้ากินนีสีม่วงมาใช้เลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะโคนม ซึ่งในการปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มอย่างต่อเนื่องในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงในช่วงฤดูฝน สามารถปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มในพื้นที่ 6.25 ไร่ ต่อ โคนม 2.5 ตัว ดีกว่าการปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มแบบหมุนเวียน นอกจากนี้การปล่อยโคนมเข้าแทะเล็มแบบหมุนเวียน (Tudsri *et al*., 2002; Prasanpanich *et al*., 2002) เป็นแถบทุก 30 วัน ในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงมีผลทำให้ปริมาณใบมากขึ้น และมีคุณภาพสูงกว่าโคนมเข้าแทะเล็มแบบหมุนเวียนเป็นแถบทุก 60 วัน (Prasanpanich *et al*., 2002) และคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุด ในขณะเดียวกันการตัดหญ้ากินสีม่วงที่ระดับความสูง 1.50 เมตร จะได้ผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงเพิ่มมากขึ้นสูง (Aganga and Tshwenyane, 2004) และในการเลี้ยงโคนมด้วยหญ้ากินนีสีม่วงสดจะมีผลต่อผลผลิตน้ำนมที่ปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะสูงกว่าโคนมที่เลี้ยงด้วยหญ้าหมัก (อังคณาและคณะ, 2549) ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากโคนมกินอาหารในรูปวัตถุแห้ง (DM)ได้มากกว่า ซึ่งในหญ้าสดมี วัตถุแห้งสูงกว่า และคุณค่าทางอาหารของหญ้าสดสูงกว่าหญ้าหมัก จึงทำให้โคนมที่กินอาหารหยาบสดได้มาก และให้ปริมาณน้ำนมได้ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ในการใช้แปลงหญ้ากินนีสีม่วง โดยปล่อยโคพื้นเมืองเข้าแทะเล็มในอัตรา 1.5 ไร่ต่อตัว ทำให้โคพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 216-252.17 กรัมต่อวัน (วิโรจน์ และคณะ, 2555) และโคนมที่กินหญ้ากินนีสีม่วงตัดอายุ 45 วัน เหมาะสมต่อปริมาณการกินได้ 95.6 เปอร์เซ็นต์ (ชาญชัย, 2526 ก)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.3 กระถิน

กระถินเป็นไม้ยืนต้น ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติอยู่ทั่วประเทศ เป็นไม้ปลูกง่ายโดยใช้เมล็ด เติบโตได้เร็วในแทบทุกภูมิภาค ทนแล้งได้ดีเพราะมีรากลึกใช้ปลูกเป็นรั้ว ใช้ยอดและฝักอ่อนเป็นอาหาร (พนัส และคณะ, 2523) กระถิน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Leucaena leucocephala* ซึ่งประเทศไทยนิยมปลูกกระถินใช้เลี้ยงสัตว์ทั้งสัตว์เล็กและสัตว์เคี้ยวเอื้องมานานหลายปีแล้ว เนื่องจากเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูงหาง่าย มีคุณภาพดี มีอายุยืน และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วหลังตัดใช้ประโยชน์ มีความน่ากินสูง สัตว์ชอบกินและย่อยได้สูง (ธำรงศักดิ์ และคณะ, 2546) โดยเฉพาะใบกระถินสด มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับถั่วอัลฟัลฟ่า ซึ่งใบกระถินมีโปรตีนสูงถึง 25.9-26.9 เปอร์เซ็นต์ (National Academy of Science, 1977) โดย Garcia *et al.,* (1996) ได้รวบรวมและนำเสนอในรูปวัตถุแห้งดังแสดงในตารางที่ 3 และวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของกระถิน ที่ใช้เป็นอาหารหยาบสด ในส่วนที่เป็นใบร่วมกับกิ่งอ่อน และสายัณห์ (2547) ได้รายงานคุณค่าทางโภชนะของกระถินว่ามีโปรตีนร้อยละ 18 โภชนะย่อยได้ประมาณร้อยละ 58 และอินทรียวัตถุย่อยได้ประมาณร้อยละ 66 อีกทั้งยังเป็นแหล่งของเบต้าแคโรทีนและวิตามินเอ (อุทัย, 2526) นอกจากนี้ยังมีรายงานเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนะของใบกระถินมีองค์ประกอบทางเคมีคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้งคือ CP 25.9 เปอร์เซ็นต์, ADF 20.4 เปอร์เซ็นต์, β-carotene 536 mg/kg, Goss energy 20.1 KJ/g and tannin 10.15 mg/g (Shelton and Brewbaker, 1994) นิยมนำมาใช้เสริมโปรตีนและเบต้าแคโรทีนในอาหารสัตว์ทุกชนิด แต่ในกระถินยังพบสารเทนนิน ซึ่งเป็นสารประกอบโพลีเทนนินลิค (polytanninlic compound) ซึ่งพบในพืชอาหารสัตว์หลายชนิด

สารเทนนินที่พบในพืชอาหารสัตว์แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ชนิด hydrolysable tannins และ non- hydrolysable tannins หรือ condensed tannins มีคุณสมบัติในการตกตะกอน สารจำพวกอัลคาลอยด์และโปรตีน ทำให้ไปขัดขวางการ (inhibitor) ใช้ประโยชน์ทางโภชนะ ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว (Molan *et al*., 2000) แต่พบว่าสารเทนนิน ทั้ง 2 ชนิด โดยเฉพาะ condensed tannins มีบทบาทต่อเมแทบอลิซึมของโปรตีน และช่วยในการใช้ประโยชน์จากโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Mimn and Hart, 2003)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.4 การใช้ประโยชน์ในกระถินต่อการเลี้ยงสัตว์

สำหรับในประเทศไทยนั้นการนำกระถินมาใช้เพื่อเสริมคุณค่าทางอาหารให้กับโคนมที่กินหญ้ารูซี่ พบว่าหากเสริมด้วยกระถินจะสามารถให้ผลผลิตนมที่มากกว่าแม่โคที่กินหญ้าอย่างเดียว แต่องค์ประกอบน้ำนมไม่แตกต่างกัน (สมเกียรติ และคณะ 2550) นอกจากนี้ พนัส และคณะ (2523) กล่าวว่าได้ทำการทดลอง การให้โคกินหญ้าและใบกระถินในอัตราส่วน 2:1 และเสริมอาหารข้นวันละ 2 กก./ตัว และให้โคกินหญ้าอย่างเดียว เสริมด้วยอาหารข้น 1 กก./น้ำนมที่ได้ 2 กก./ตัว พบว่าทั้งสองการทดลอง มีผลทำให้ปริมาณการกินอาหารเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักร่างกายที่ระดับ 2.5 และ 2.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์ไขมันและเปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนม ไม่มีความแตกต่าง นอกจากนี้ บุญล้อมและคณะ (2545) พบว่าเมื่อนำกระถินหมักมาใช้ทดแทนบางส่วนของอาหารข้น เพื่อเลี้ยงโคนมแห้งกินเป็นอาหารเดี่ยวอย่างเต็มที่ พบว่าทั้งตัวสัตว์และกระเพาะรูเมนอยู่ในสภาพปกติมีค่า pH 6.7-6.9 ทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสามารถดำรงชีพและมีประสิทธิภาพต่อการย่อยได้

การนำใบกระถินหมักมาใช้เป็นอาหารของโคที่ให้นมปานกลางในระดับ 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งของสูตรอาหารข้นหรือเท่ากับการทดแทนอาหารข้น 30 และ 60เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณและส่วนประกอบของน้ำนมไม่มีความแตกต่างกันแต่การใช้ใบกระถินทดแทนช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร (บุญล้อม และคณะ 2549) นอกจากนี้ การให้หญ้าผสมถั่วเป็นอาหารสำหรับการเลี้ยงโคนมที่มีผล ต่อการให้ผลผลิตนมเฉลี่ยต่อวัน และเปอร์เซ็นต์ไขมันอยู่ที่ประมาณ 13.26 กก./ตัว และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ไขมันนม ซึ่งมากกว่าผลผลิตนมโดยเฉลี่ยต่อวันและเปอร์เซ็นต์ไขมันของแม่โคที่ได้รับหญ้ารูซี่อย่างเดียว คือ 12.00 กก./ตัว และ 4.2 เปอร์เซ็นต์ (สายัณห์ และคณะ, 2550) และจากการทดลองของ Alli *et al.* (1984) พบว่ากระถินที่หมักโดยเสริมกากน้ำตาลอัตรา 2.3 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ของพืชสดทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่ายเพิ่มขึ้นจาก 6.3 เป็น 9.7 และ 13.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนได้เร็ว ทำให้ได้ส่วนของกรดโพรพิโอนิกสูง ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสที่ตับเพื่อเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ โดยส่วนหนึ่งจะถูกใช้ในการซ่อมแซมร่างกาย แต่อีกส่วนจะถูกส่งไปยังต่อมสร้างน้ำนมเพื่อสังเคราะห์ปริมาณน้ำนม ประกอบกับกลูโคสเองก็เป็นสารตั้งต้นในการสร้างน้ำตาลแลกโตสในน้ำนมด้วย (Laird *et al*., 1981; Muinga *et al*., 1995)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีในด้านต่างๆของกระถิน

องค์ประกอบทางเคมี (%วัตถุแห้ง)	ใบกระถินสด		ใบกระถินแห้ง	
	พิสัยมัธยฐาน		พิสัยมัธยฐาน	
	27.00	34.00	30.50	
	% วัตถุแห้ง (กรัม/ 100 กรัมวัตถุแห้ง)			
ไนโตรเจน	2.24-4.80	3.52	4.00-4.30	4.15
โปรตีนรวม	10.00-30.05	22.03	24.00-34.40	29.20
ไมโมซีน	0.70-3.59	2.14	1.40-7.19	4.30
เยื่อใยรวม	32.00-28.00	35.00	18.00-20.40	19.20
ผนังเซลล์	34.00-42.00	39.50		
ลิกโนเซลลูโลส	34.10-36.10	35.10		
เฮมิเซลลูโลส	2.01-7.40	4.71		
เซลลูโลส	11 .05-25.70	18.30		
ลิกนิน	4.20-11 .70	7.90		
เถ้า	6.62-9.46	8.04	10.00- 11.00	10.50
ออกซาเลส		881.6		
เซนโทฟิลล์			741.00-766.00	753.00
ลูทีน			529.00-557.00	543.00
ซีเซนทีน			110.00-146.00	128.00
แคโรทีน			227.00-248.00	237.50

ที่มา: Garcia *et al.,* (1996)

2.1.5 ข้าวโพด

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) นับเป็นพืชอาหารพลังงานที่สำคัญต่อวงการการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นธัญพืชที่ให้ผลผลิตสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่ คือ ประมาณ 500-600 กก./ไร่ ผันแปรตามปริมาณน้ำฝนและความอุดมสมบูรณ์ของดิน (สาโรช, 2547) เมล็ดข้าวโพดมีแป้งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญจึงใช้เป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์รวมทั้งมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต่างๆเพื่อแปรรูปเป็นแป้ง น้ำมัน น้ำตาล และผลิตภัณฑ์อื่นๆอีกหลายชนิด นอกจากนี้แล้วส่วนของต้นข้าวโพดสามารถนำมาใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้อีกด้วยทั้งในรูปของต้นข้าวโพดสด (fodder) และต้นข้าวโพดหมัก (silage) การปลูกข้าวโพดให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงนั้น จำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของข้าวโพดโดยทั่วไปพบว่าพื้นที่ ที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพดควรมีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร ความลาดเอียงไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะดินควรเป็นดินร่วนดินร่วนเหนียวดินร่วนทรายหรือดินเหนียว ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางมีอินทรียวัตถุไม่น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่น้อยกว่า 10 พีพีเอ็มโพ แทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่น้อยกว่า 60 พีพีเอ็ม มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศดีระดับหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร ระดับค่าพีเอช (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-7.0 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตประมาณ 25-35 องศาเซลเซียสมีปริมาณน้ำฝนกระจายสม่ำเสมอ 1,000-1,200 มิลลิเมตรต่อปี (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

พืชแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการทำพืชหมักแตกต่างกันในกลุ่มของธัญพืช ข้าวโพดมีความเหมาะสมที่สุดเพราะมีค่า buffering capacity ต่ำ หมายถึงความต้านทานต่อการลดลงของ pH มีค่าน้อยจะทำให้หญ้าหมักเป็นกรดเร็วขึ้นส่งผลให้เกิดการสูญเสียในด้านคุณภาพและวัตถุแห้งเกิดขึ้นน้อย (สายัณห์, 2540) และ จากการศึกษาของ Bal *et al.*(1997) พบว่าการตัดต้นข้าวโพดที่เหมาะสมในการทำพืชหมักคือตัดเมื่อเส้นน้ำนม (รอยต่อของส่วนที่เป็นน้ำและส่วนที่เป็นแป้งของเมล็ดเรียกเส้นน้ำนม หรือ Milk line) อยู่ระหว่าง 1/4-2/3 ของเมล็ดความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ เพราะจะทำให้โคกินอาหารและย่อยได้ดีที่สุดทำให้ได้ผลผลิตน้ำนมสูงที่สุด และราเชนทร์ (2539) กล่าวว่าข้าวโพดควรตัดเมื่ออายุ 25 วันหลังออกไหมซึ่งเป็นช่วงเมล็ดเริ่มแข็งเป็นช่วงที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง (Chase and Stone, 2000) แสดงมาตรฐานของข้าวโพดหมัก ต่อการนำมาเลี้ยงสัตว์ดังตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 มาตรฐานคุณภาพข้าวโพดหมักที่ตัดอายุ 60 วัน

Item	
pH (%)	3.6-4
Dry metter, %	28.1
Protein, % of DM	9.3
Starch, % of DM	24.6
Lactic acid	4-6
Acetic acid	<2
Butyric acid	<0.1
Propionic acid	<0.5
NH_3-N	<0.5% of Total-N

ที่มา: Chase and Stone (2000)

2.1.6 การใช้ประโยชน์ของข้าวโพดต่อการเลี้ยงสัตว์

การนำข้าวโพดหมักมาใช้เลี้ยงโคนม พบว่า การย่อยได้ของโภชนะค่อนข้างดี คือ อยู่ที่ระดับ 56-63 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไขมัน และคาร์โบไฮเดรทที่ สามารถย่อยได้ง่าย ประมาณ 70.7-84.7 เปอร์เซ็นต์ (สตางค์ และคณะ, 2543) และในการนำข้าวโพดหวาน หมักร่วมกับข้าวโพดบด ในอัตรา 1:2 นำไปใช้เลี้ยงแกะ พบว่า การกินได้วัตถุแห้ง อัตราการเจริญเติบโต การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีน ดีขึ้น (บุญล้อม, 2531) นอกจากนี้อาหารหมักที่มีระดับของกรดอะซิติก กรดบิวทีริก และเอไมด์ ในปริมาณสูงอาจทำให้ลดการกินได้ของสิ่งแห้ง (Erdmman, 1993) โดยพืชหมักที่ดีควรจะมีสิ่งแห้งประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง 4.1, แอมโมเนีย-ไนโตรเจน 10.3 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด กรดบิวทีริก 0.003 เปอร์เซ็นต์ของสิ่งแห้ง และการย่อยได้ 67 เปอร์เซ็นต์ (Flynn, 1979)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์

อาหารเยื่อใย หมายถึง พืชอาหารสัตว์ หรือผลพลอยได้ของพืชอาหารสัตว์ ที่มีคาร์โบไฮเดรท เป็นองค์ประกอบ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของโพลิแซ็กคาร์ไรด์ (polysaccharide) ที่เป็นโครงสร้าง ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicelluloses) เพคติน (pectin) ลิกนิน (lignin) และแป้ง (starch) หรือเรียกรวมกันว่า ผนังเซลล์ (Linn *et al*., 1996) ซึ่งอาหารเยื่อใยจะถูกย่อยด้วยน้ำย่อยจากจุลินทรีย์ภายนอกเซลล์ เพื่อให้เป็นโอลิโกแซ็กคาร์ไรด์ (oligosaccharide) สายสั้น จากนั้นจะถูกส่งเข้าไปในเซลล์เพื่อ hydrolysed หรือ phosphorylative cleavage เป็นมอโนแซ็กคาร์ไรด์ (monosaccharide) ต่อไป เช่น กลูโคส (บุญล้อม, 2527)

โดยทั่วไปอาหารเยื่อใยมีลักษณะทางกายภาพที่มีความฟ่ามสูง (bulk density) มีความสามารถในการกระตุ้นการบดเคี้ยวอาหาร การหลั่งน้ำลาย โดยเฉพาะเยื่อใยที่ได้จากพืชอาหารสัตว์ที่มีประสิทธิภาพ (effective fiber) ซึ่งการเคี้ยวเอื้องจะทำให้เกิดการพัฒนากระบวนการหมักในรูเมนและการดูดซึมของผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความสมดุลและนิเวศวิทยาที่เหมาะสมในรูเมน (ปิ่น และ เมธา, 2546) ซึ่งลักษณะของอาหารเยื่อใยที่นำมาใช้เลี้ยงสัตว์นั้นจำเป็นต้องมีขนาดที่เหมาะสมและคงคุณสมบัติของสารเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพและสามารถเกิดการสานตัวในกระเพาะรูเมน ให้เป็นโครงข่ายเพื่อให้จุนทรีย์เข้าย่อยอาหารได้เป็นอย่างดี (เมธา, 2538) และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อกระบวนการหมัก เพื่อให้ได้ผลผลิตสุดท้ายคือ กรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid, VFA) ซึ่งมีความสำคัญในการเป็นแหล่งพลังงานของโคนม (เมธา, 2538; Preston and Leng, 1987; ปราโมทย์, 2541)

เยื่อใย นอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของสัตว์เคี้ยวเอื้องแล้ว ยังเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักอีกด้วย ในด้านอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น ฉลอง (2541) ได้แบ่งอาหารสัตว์ออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะโครงสร้าง คือ เยื่อใย หรือคาร์โบไฮเดรทที่เป็นโครงสร้าง (structural carbohydrate) และ เยื่อใยหรือคาร์โบไฮเดรทที่ไม่เป็นโครงสร้าง (non-structural carbohydrate)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1 ระดับของคาร์โบไฮเดรทที่เป็นโครงสร้างในพืชอาหารสัตว์ (structural carbohydrate, SC)

คาร์โบไฮเดรท หรือเยื่อใยที่เป็นโครงสร้าง (structural carbohydrate) และ เยื่อใยหรือคาร์โบไฮเดรทที่ไม่เป็นโครงสร้าง (non-structural carbohydrate) ซึ่งทั้งหมดนี้มีความสำคัญต่อความต้องการของโคนมเพื่อใช้ในการดำรงชีพ และการผลิตน้ำนม ในการให้อาหารโคนม นอกจากจะได้รับโภชนะชนิดต่างๆ ครบตามที่ร่างกายต้องการแล้ว โคนมต้องได้รับ effective fiber อย่างน้อยจำนวนหนึ่ง เพื่อกระตุ้นให้มีการเคี้ยวเอื้อง และหลั่งน้ำลายเข้าสู่กระเพาะรูเมนมากขึ้น เพราะในน้ำลายที่หลั่งออกมาขณะบดเคี้ยวอาหารจะมีบัฟเฟอร์ (buffer) ช่วยปรับสภาพ pH ภายในกระเพาะรูเมนให้มีความเหมาะสมต่อการเข้าย่อยเยื่อใยได้ของจุนทรีย์ ในกลุ่มที่ย่อย เซลล์ลูโลส (Santini *et al*., 1992) และถ้าโคได้รับอาหารเยื่อใยในปริมาณที่ไม่เหมาะสม จะทำให้การเคี้ยวเอื้อง การหลั่งน้ำลาย ความสามารถในการย่อยได้ ไขมันในน้ำนม และสัดส่วนกรดอะซิติก และโพรพิโอนิคลดลง (Beauchemin and Rode, 1997) และจะทำให้เกิดภาวะ acidosis เพื่อป้องกันภาวะนี้ NRC (1989) ไม่ได้แนะนำว่า ระดับ NDF (Neutral Detergent Fiber) ที่เหมาะสมที่สุดอยู่ระดับใด แต่ในอาหารโคนมไม่ควรมีระดับ NDF ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ ของ NDF ควรจะเป็นอาหารหยาบ และ ADF (Acid Detergent Fiber) ควรอยู่ระหว่าง 19-21 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อกระบวนการหมัก ปริมาณการกินได้ ผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนม นอกจากนี้ระดับของ NDF ในอาหารยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำนม และ 4 เปอร์เซ็นต์ FCM (fat corrected milk) แบบกระบวนการที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้ง (quadratic relationship) และมีความสัมพันธ์เชิงลบแบบเส้นตรง กับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง (Briceno *et al*., 1987) ในทางตรงกันข้ามถ้าค่า NDF สูงขึ้น จะทำให้โคนมใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้อง และเปอร์เซ็นต์ของไขมันในน้ำนมเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ในกระเพาะรูเมนระดับความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด ที่ประกอบด้วย กรดอะซิติก (acitic acid, C_2) กรดบิวทีริก (butyric aicd, C_3) และ กรดโพรพิโอนิค (propionic acid, C_4) ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน และค่า pH มีค่าสูง เมื่อระดับของ NDF ในอาหารมีปริมาณที่มาก (Beauchemin *et al*., 1994a)

3.2 ระดับของคาร์โบไฮเดรทที่ไม่เป็นโครงสร้างในพืชอาหารสัตว์ (non-structural carbohydrate, NSC)

คาร์โบไฮเดรท หรือเยื่อใยที่ไม่เป็นโครงสร้าง เป็นส่วนประกอบทางเคมีของพืช ซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ง่าย ประกอบไปด้วย แป้ง น้ำตาล และ เพคติน สามารถย่อยได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประมาณ 90-100 เปอร์เซ็นต์ ในกระเพาะรูเมน พบได้ใน มันสำปะหลัง ถั่วต่างๆ ข้าวบาเลย์ เป็นต้น และเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ในอาหารโคนม โดยเฉพาะเป็นแหล่งพลังงานที่สำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Aman and Hessleman, 1985) พืชอาหารสัตว์ในเขตร้อน ประกอบด้วยแป้ง 1-5 เปอร์เซ็นต์ เพคติน 1-2 เปอร์เซ็นต์ และ น้ำตาล ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ในส่วนของเมล็ดธัญพืช พบแป้งประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ (Van Soest, 1982) การเพิ่มระดับการให้โคนมกินอาหารคาร์โบไฮเดรทที่ไม่เป็นโครงสร้างในปริมาณที่สูงจะช่วยเพิ่มปริมาณของน้ำนม และโปรตีนในน้ำนม แต่ในขณะเดียวกันก็จะไปมีผลต่อการลดลงของไขมันในน้ำนม และก่อให้เกิดความผิดปกติทางสรีระ เช่น เกิดภาวะ boat, acidosis หรือ laminitis เป็นต้น นอกจากนี้เมื่อระดับของคาร์โบไฮเดรทที่ไม่เป็นโครงสร้างในอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องเกิน 42 เปอร์เซ็นต์ (Coomer *et al*., 1993) จะทำให้เกิดภาวะเป็นกรดในกระเพาะรูเมน ต่ำกว่า 6.1 โดยปกติระดับของ pH ที่เหมาะสมต่อการย่อยได้ของเยื่อใยควรอยู่ที่ระดับ 6.5-7.0 (Russell *et al*., 1979) ซึ่งเป็นผลมาจากสาเหตุการย่อยได้ของ NDF ในกระเพาะรูเมนลดลง (Feng *et al*., 1993) และมีผลต่อการผลิตกรดอะซิติกลดลง แต่กรดโพรพิโอนิคเพิ่มสูงขึ้น และทำให้สัดส่วนระหว่างกรดอะซิติก และกรดโพรพิโอนิค ลดลงทำให้ปริมาณไขมันในน้ำนมลดลงตามไปด้วย (Beauchemin *et al*., 1994a)

3.3 การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ที่ถูกย่อยสลาย

อาหารเยื่อใยที่อยู่ในรูปคาร์โบไฮเดรทในพืชอาหารสัตว์ ที่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญทั้งตัวสัตว์เองและจุนลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะถูกย่อยได้ทั้งหมดเปลี่ยนเป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid, VFA) ในกระเพาะรูเมน และอีก 30 เปอร์เซ็นต์ มาจากเซลล์ของแบคทีเรีย (Preston and Leng, 1987) กรดไขมันที่สำคัญในกระเพาะรูเมน ได้แก่ กรดอะซิติก (acitic acid, C_2) กรดบิวทีริก (butyric aicd, C_3) และ กรดโพรพิโอนิค (propionic acid, C_4) มีปริมาณมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ของกรดทั้งหมดภายในกระเพาะรูเมน (ภาพที่ 1) ในการย่อยอาหารเยื่อใยที่อยู่ในรูปคาร์โบไฮเดรทในพืช น้ำย่อยของจุลินทรีย์จากกระเพาะรูเมนเข้าย่อยสลาย ได้เป็น กลูโคส หรือเพนโตส โดยผ่านวิถีต่างๆ จากนั้นกลูโคส หรือเพนโตสจะถูกสังเคราะห์ไปเป็น กรดไพรูวิค (pyruvic acid) หรือ ไพรูเวท (pyruvate) ซึ่งเป็นตัวกลางที่สำคัญในการสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลผลิตสุดท้าย เป็นกรดไขมันระเหยได้ คือ กรดอะซิติก กรดบิวทีริก และกรดโพรพิโอนิค (ปราโมทย์, 2541)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

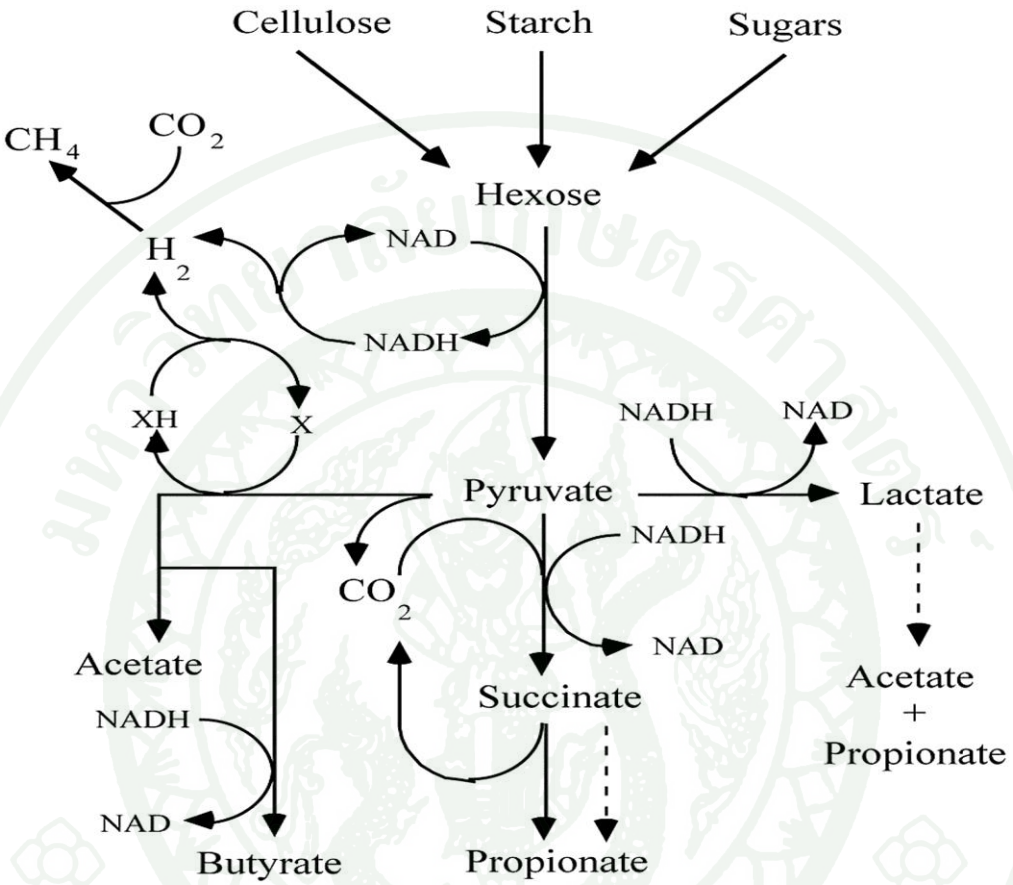
3.3.1 กรดอะซิติก (Acetic acid; C_2) เป็นกรดไขมันระเหยง่ายที่พบมากที่สุดในกระเพาะรูเมน (มธา, 2533) โดยเฉพาะเมื่อสัตว์ได้กินอาหารหยาบหรืออาหารที่มีปริมาณเยื่อใยสูง ผลิตได้คิดเป็นประมาณ 60-70เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันระเหยง่ายที่ผลิตได้ทั้งหมด หากสัดส่วนของอาหารหยาบที่สัตว์ได้รับลดลงและอาหารข้นมีสัดส่วนสูงขึ้น ปริมาณการผลิตกรดอะซิติกจะลดลง (ฉลอง, 2541) ในการผลิตกรดอะซิติกเพื่อจะถูกนำไปใช้เพื่อให้พลังงานจะผ่านทาง acetyl-CoA เข้าสู่ citric acid cycle (TCA cycle) หรือใช้ในการสังเคราะห์ไขมัน (lipogenesis) ในเนื้อเยื่อโดยผ่านกระบวนการ carboxylation เป็น malonyl-CoA (France and Siddons, 1993) ในแม่โคนมที่กำลังให้น้ำนม โดยที่ต่อมน้ำนมจะใช้กรดอะซิติกเป็นแหล่งของคาร์บอนในการสังเคราะห์กรดไขมันในน้ำนม ร่วมกับการใช้กรดบิวทีริก ที่จะถูกเมทธาบอไรซ์เป็นสารคีโตน อะซีโตอะซีเตท (acetoacetate) และเบตาไฮดรอกซีบิวทีเรท (β-hydroxybutyrate) ที่สามารเปลี่ยนแปลง ระหว่างกันได้ (เมธา, 2533 ; รังสรรค์ และคณะ, 2552)

3.3.2 กรดโพรพิโอนิค (Propionic acid; C_3) จะถูกเมทาบอไลซ์ที่ตับประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์กลูโคส (gluconeogenesis) ในการสังเคราะห์ C_3 สามารถเกิดขึ้นได้ 2 วิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สัตว์ได้รับ ในกรณีที่ได้รับอาหารหยาบสูง ไพรูเวทที่เกิดขึ้นจากการย่อยจะถูกเปลี่ยนแปลงตามวิถีไดคาร์บอกซาลิกแอซิค (dicarboxylic acid cycle) ให้เปลี่ยนแปลงเป็น อ๊อกซาโลอะเซทเตท (oxaloacetate) และซัคซิเนท (succinate) ก่อน แล้วจึงเปลี่ยนเป็นกรดโพรพิโอนิค หรือกรดโพรพิโอเนท แต่ถ้าสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับอาหารพวกธัญพืชมาก กระขบวนการในการสังเคราะห์ C_3 จะใช้วิถีอาครีเลท (acrylate pathway หรือ direct reductive pathway) ซึ่งจะเปลี่ยนไพรูเวทเป็นอาครีเลท (acrylate) ซึ่งเป็นสารตัวกลาง (intermediate) ที่สำคัญในการเปลี่ยนเป็นกรด C_3 และ C_3 เป็นกรดที่มีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับการรักษาปริมาณน้ำตาลกลูโคสในเลือด และเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์น้ำตาลแลคโตสในนม (บุญล้อม, 2541ข; กฤตพล, 2546)

3.3.3 การสังเคราะห์กรดบิวทีริก (Butyric acid; C_4) กรดบิวทีริกที่เกิดขึ้นในกระเพาะรูเมนส่วนใหญ่เกิดจากปฏิกิริยาย้อนกลับของวิถีเบต้าออกซิเดชั่น (reverse of β-oxidation) โดยการรวมอะเซททิลโคเอนไซม์เอเข้าด้วยกัน 2 โมเลกุล ก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นบิวทีริลโคเอนไซม์เอ (ฉลอง, 2541; กฤตพล, 2546) จากนั้นจะดึงโคเอนไซม์เอออก จะได้บิวทิเรทต่อไป ปฏิกิริยาที่สามารถเกิดกรดบิวทีริกได้อีกปฏิกิริยาหนึ่งคือ การใช้มาโลนิลโคเอนไซม์เอ (malonyl CoA) ทำปฏิกิริยากับอะเซททิลโคเอนไซม์เอ (acetyl CoA) (Orskov and Ryle, 1998) ได้เป็นอะซิโตอะเซททิลโคเอนไซม์เอ (acetoacetly CoA) ผ่านโครโทนิลโคเอนไซม์เอ (croronyl CoA) เกิดเป็นกรด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บิวทิริกและจะถูกเปลี่ยนเป็น β-hydroxybutyric acid ในระหว่างการดูดซึมที่ผนังกระเพาะรูเมน เพื่อใช้สังเคราะห์ไขมันในต่อมน้ำนมและเนื้อเยื่อไขมัน (บุญล้อม, 2541ข)



ภาพที่ 1 เมทาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรทในสัตว์เคี้ยว

ที่มา: James and Jennifer (2001)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ขบวนการสังเคราะห์ไขมันในกระเพาะรูเมน

อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องส่วนมากจะเป็นอาหารหยาบ หรืออาหารเยื่อใย ซึ่งจะมีไขมันอยู่ในปริมาณน้อย คือ ประมาณ 4-6 เปอร์เซ็นต์ ไขมันที่สัตว์กินเข้าไปไม่ได้ถูกดูดซึมและนำไปใช้ได้โดยตรง แต่จะต้องถูกเปลี่ยนแปลงในกระเพาะรูเมนก่อน โดยผ่านขั้นตอนของขบวนการต่างๆ โดยเริ่มจาก (เมธา, 2533)

ขบวนการ hydrolysation คือ ไตรกลีเซอร์ไรด์จะถูกไฮโดรไลซ์ให้กลายเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมัน โดยอาศัยเอ็นไซม์จากแบคทีเรีย lipolytic activity หลั่งออกมา คือ เอนไซม์ ลเปส (lipase) ขบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (Bauman *et al*., 1999) ต่อจากนั้นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวจะเกิดการเปลี่ยนรูปโดยผ่านกระบวนการ biohydrogenation คือ การเติมไฮโดรเจนเข้าไปในพันธะคู่ของกรดไขมัน ทำให้กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว กลายเป็นกรดไขมันที่อิ่มตัว แต่ขบวนการนี้ไม่ได้เกิดขึ้นกับ กรดไขมันทุกตัวอย่างสม่ำเสมอ หรือเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ เช่น กรดไขมันที่มีพันธะ 2 คู่ หรือ 3 คู่ อาจถูก Hydrogenation ให้เหลือพันธะคู่เพียง 1 คู่และกลายเป็นกรดไขมันอิ่มตัว และถ้ากระบวนการนี้เกิดขึ้นโดยสมบูรณ์จะได้กรดไขมันเสตียริค (stearic acid; C18:0) เป็นผลผลิตสุดท้าย (Bauman *et al*., 1999; Tanaka, 2005; Jenkins and McGuire, 2006)

ส่วน *cis-9, trans-11*CLA เป็นสารตัวกลางที่เกิดขึ้นในขั้นตอน isomerization คือ กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวที่พบในพืช ซึ่งมักอยู่ในรูปของ *cis* เป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อเข้าไปในกระเพาะรูเมนมันจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูป *trans* เป็นเหตุให้กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ในรูปของ *trans* ทำให้ตำแหน่งพันธะคู่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลง เป็นสาเหตุเกิดกรดไขมันได้หลายตัว เช่น กรดไขมันลิโนเลอิค และกรดไขมันลิเลนิค (Kim *et al*., 2000)

4.1 องค์ประกอบกรดไขมันที่สำคัญในพืชอาหารสัตว์

พืชอาหารสัตว์ เป็นแหล่งอาหารหยาบหลักที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องเป็นอาหารที่มีเยื่อใยมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ และมีโภชนะที่สามารถถูกย่อยได้และใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด (TDN) ต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ที่ประกอบด้วยพืชในตระกูลหญ้าและตระกูลถั่ว ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ใบและลำต้น ซึ่งในพืชอาหารสัตว์สดจะพบ กรดไขมันลิโนเลอิค (C18:2 *n*-6) และกรดไขมันอัลฟ่าลิโนเลนิค (C18:3 *n*-3) เป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์ CLA (Dhiman *et al*., 1999)ในกระเพาะรูเมน ที่พบในเนื้อและในน้ำนม โดยที่สารตั้งต้นนี้จะใช้ในการสังเคราะห์ *trans*-11C18:1 ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระเพาะหมักและจะถูก desaturated โดยเอนไซม์ Δ9-desaturase ได้เป็น *cis*-9, *trans*-11CLA ในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมซึ่งจะถูกดูดซึมไปยังน้ำนมต่อไป (Tanaka, 2005) ซึ่งผลการศึกษาในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับสารตั้งต้นของการสังเคราะห์ CLA ในพืชอาหารสัตว์ ยังไม่มีการวิจัยในด้านนี้อย่างแพร่หลาย จึงทำให้ข้อมูลของสารตั้งต้นของ CLA ยังน้อยมาก อย่างไรก็ตามยังมีนักวิจัยที่ได้ทำการทดลองใน ใบกระถินสด พบว่า ปริมาณกรดไขมันลิโนเลอิค (C18:2 *n*-6) และกรดไขมันลิโนเลนิค (C18:3 *n*-3) อยู่ที่ระดับ คือ 73.04 และ 86.59 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ (วันวิสา, 2552) นอกจากนี้ ในหญ้ากินนีสีม่วง พบว่า ปริมาณกรดไขมันลิโนเลอิค และกรดไขมันลิโนเลนิค ที่ระดับ 16.76 และ 30.96 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมัน ตามลำดับ ในส่วนของเมล็ดข้าวโพดบด พบกรดไขมันทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับ 47.27 และ 0.99 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมัน ตามลำดับ และในอาหารข้นพบกรดไขมันทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับ 31.40 และ 2.25 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมัน ตามลำดับ (อัศวิน, 2556)

4.2 กรดไขมันที่เชื่อมต่อลิคโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA)

น้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีประโยชน์ต่อผู้บริโภค เพราะมีสารอาหารที่สำคัญโดยเฉพาะกรดไขมันที่จำเป็นหลายชนิด และหนึ่งในกรดไขมันที่มีประโยชน์ที่พบมากในน้ำนมในสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะน้ำนมในโคนมที่กินอาหารหยาบสดจากธรรมชาติ จะพบกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) ในปริมาณที่มากกว่าการกินอาหารข้น (Dhiman *et al*., 1999) เนื่องจาก CLA จะช่วยการเพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม (metabolism rate) สำหรับผู้ป่วยที่เกี่ยวข้องกับต่อมไทรอยด์ ช่วยในการลดไขมันในช่องท้อง ความไม่สมดุลของฮอร์โมนซึ่งมักพบในผู้ป่วยโรคไทรอยด์ทำให้เกิดการสะสมไขมันในช่องท้องอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังสามารถต้านการเกิดมะเร็งและเนื้องอก ต้านการเกิดโรคเบาหวาน ต้านการเกิดโรคอ้วน ต้านโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัว ในหนูทดลอง (Pariza and Hargreaves, 1985; Wattenberg, 1992; Belury, 1995; Parodi,1999)

นอกจากนี้ CLA ยังมีผลทำให้ความเข้มข้นของไขมันชนิด LDL ลดลง และลดการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุด ในหนูทดลอง (Lee et al, 1994) CLA จะอยู่ในกลุ่มไอโซเมอร์ของกรดไขมันลิโนเลอิค (octadecadienoic acid, C18:2 *n*-6) ซึ่งมักเรียกกรดไขมันกลุ่มนี้ว่า rumenic acid (Kemer *et al*., 1998) ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็น มีลักษณะโครงสร้างตรงตำแหน่งพันธะคู่ (double bond) 2 ตำแหน่งและพันธะเดี่ยวคั่นอยู่ตรงกลางเพียง 1 ตำแหน่งโดยมีอยู่ประมาณ 16 ไอโซเมอร์ พบในธรรมชาติมากที่สุดเพียง 2 ไอโซเมอร์คือ *cis-9, tran-11*- octadecadienoic acid และ *trans-10, cis-12,* - octadecadienoic acid และในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะพบ CLA ในเนื้อ และในน้ำนม (Dhiman *et*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

al., 1999) ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งพบประมาณ 64-90 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ของ CLA ทั้งหมดในไขมันนม และเนื้อตามลำดับ (Parodi, 1977; Kramer *et al*., 1998; Bessa *et al*., 2000; Tanaka, 2005; Perfield *et al*., 2007)

ตารางที่ 5 ปริมาณค่า CLA ในอาหาร

Item	CLA (mg/g of fat)	CLA (g/100 g of fat)
Milk	5.5	0.55
Cheese	5.0	0.50
Beef	4.3	0.43
Lamb	5.6	0.56
Pork	0.6	0.06
Chicken	0.9	0.09

ที่มา: Dhiman (2000)

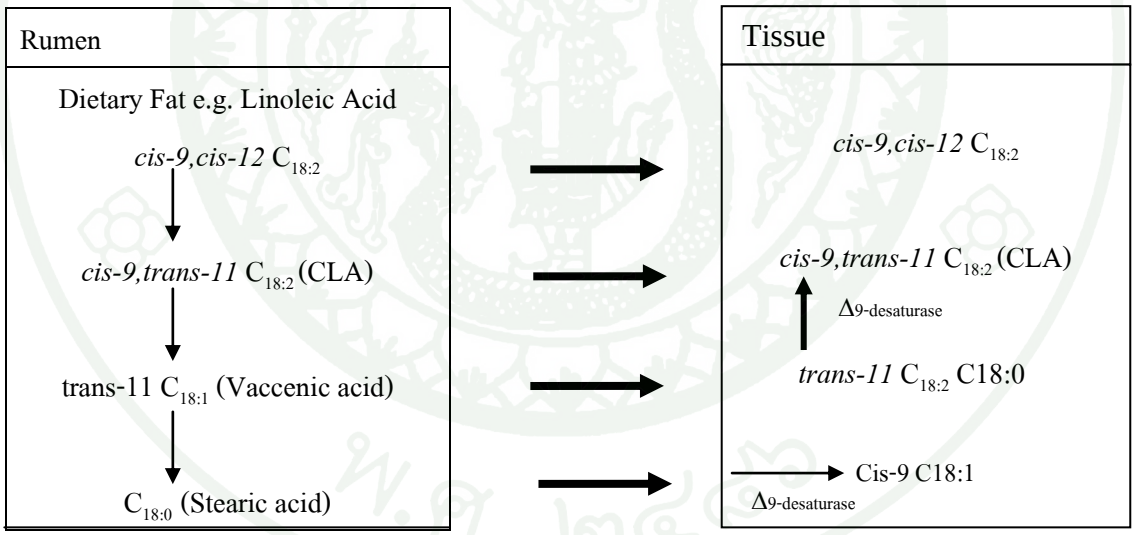
4.3 กรดไขมันที่เชื่อมต่อลิคโนเลอิค

การสังเคราะห์ไขมันและกรดไขมันที่เชื่อมต่อลิคโนเลอิค ปกติไขมันในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องมีอยู่ประมาณ 3-6 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร และในกระบวนการสังเคราะห์ CLA ในสัตว์คี้ยวเอื้อง เกิดขึ้นได้จาก 2 แหล่ง คือ 1) เกิดขึ้นภายในกระเพาะหมัก (rumen) และ 2) เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ภายในเนื้อเยื่อ (Griinari and Bauman, 1999: Dhiman, 2000: Chilliard *et al*., 2001)

4.3.1 การสังเคราะห์ CLA ในกระเพาะหมักจะเกิดขึ้นเมื่อสัตว์เคี้ยวเอื้องกินอาหารโดยเฉพาะอาหารหยาบ ซึ่งในอาหารหยาบจะมีไขมันที่อยู่ในรูป glycolipids และ phospholipids และเมื่อไขมันในอาหารเหล่านี้ตกลงสู่กระเพาะหมักก็จะถูกย่อย (hydrolyzed) โดยจุลินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์มี microbial lipase (Griinari and Bauman, 1999; Bauman *et al*., 2001) สำหรับการกระตุ้นการย่อย ผลที่ได้คือ glycerol และfree fatty acids โดย free fatty acids ที่ได้ส่วนใหญ่เป็นชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acids) ซึ่งจะถูกย่อย (hydrolyzed) โดยจุลินทรีย์ชนิด *Butyrivibrio brisolvens* ซึ่งจุลินทรีย์มี microbial lipase สำหรับการกระตุ้นการย่อย (Doreau *et al*., 1997) ซึ่งผลที่ได้คือ กลีเซลรอล และกรดไขมันอิสระโดยกรดไขมันอิสระที่ได้ส่วนใหญ่เป็นชนิดไม่อิ่มตัวซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

CLA จะถูกสังเคราะห์จากจุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะรูเมนโดยผ่านขบวนการเติมไฮโดรเจน (bio-hydrogenation) นอกจากจุลินทรีย์ที่มีหลากหลายชนิดในรูเมนจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกรดไขมันแล้ว ยังสามารถสังเคราะห์กรดไขมันสายคี่และกรดไขมันสายแขนงซึ่งเป็นรูปแบบ trans ได้ โดยทำให้เกิดกระบวนการ hydrogenation ซึ่งกรดไขมันสายยาว ได้แก่ C18:2 cis9 tran12 จะถูก isomerized ได้ C18:2 cis9 tran11 โดย *Butyrivibrio fibrisolvens* และมีการเปลี่ยนจาก C18:2 cis9 tran12 ไปเป็น C18:2 cis9 tran11 และยังใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิต trans-vaccenic acid (C18:1 cis9 tran11; TVA) ให้เป็น CLA ได้ (Chouinard *et al*., 1999a; 1999b; Baumgard *et al*. 2000) โดยกระบวนการ hydrogenation กรดไขมันต่างๆ ที่ผ่านมายังลำไส้เล็กจะถูกดูดซึมบริเวณลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ilium) เข้าสู่ กระแสเลือดและผ่านท่อน้ำเหลืองเข้าสู่เซลล์เต้านม ของกรดไขมันลิโนเลอิค (Kepler *et al*., 1966; Harfoot and Hazlewood, 1988) ซึ่งจะได้สารตัวกลางของปฏิกิริยา (intermediate) เป็น cis-9,trans-11 CLA และ trans-11 C18:1 (trans vaccenic acid, TVA) ซึ่ง cis-9,trans-11 CLA และ trans-11 C18:1 ถือเป็นสารตั้งต้นหลักของ CLA ที่พบในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Kepler and Tove, 1967)



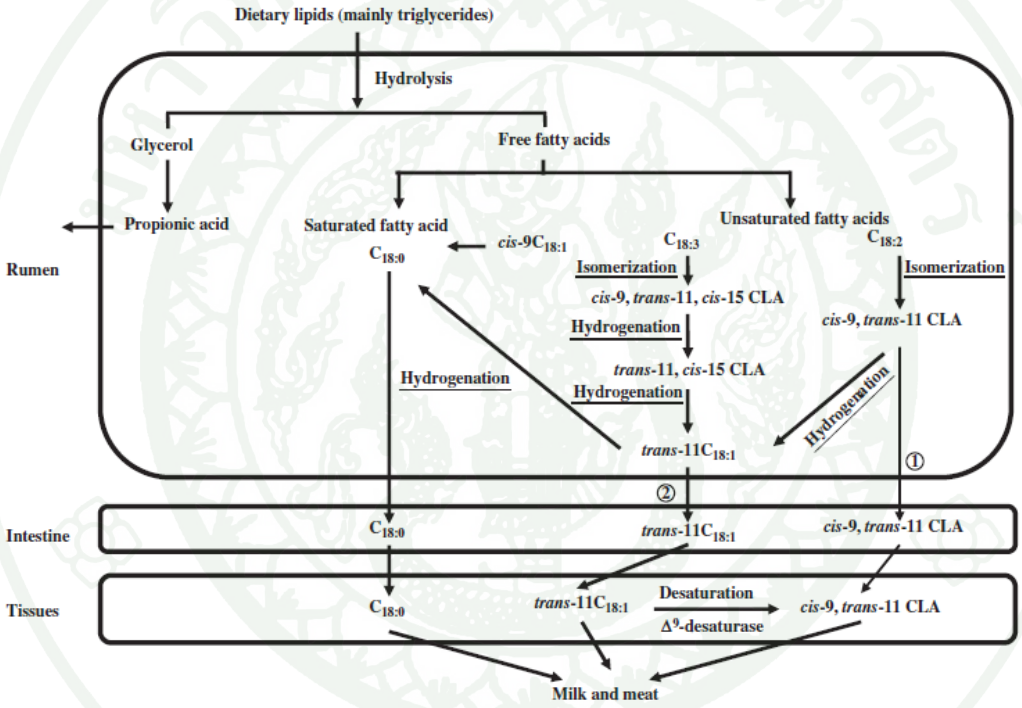
ภาพที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ CLA ในกระเพาะรูเมนและเนื้อเยื่อเต้านม

ที่มา: Bauman (1999)

4.3.2 การสังเคราะห์ CLA ในเนื้อเยื่อ โดยกระบวนการ hydrogenation กรดไขมันต่างๆ ที่ผ่านมายังลำไส้เล็กจะถูกดูดซึมบริเวณลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ilium) เข้าสู่กระแสเลือดและผ่านท่อน้ำเหลืองเข้าสู่เซลล์เต้านม และ TVA บางส่วนถูกเปลี่ยนให้เป็น CLA โดย เอนไซม์ Δ9-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

desaturase ก่อนเข้าสู่เซลล์เต้านม (แสดงในภาพที่ 2 และ 3) ส่วน TVA ที่เหลือเมื่อผ่านเข้าสู่เซลล์เต้านมจะถูกเปลี่ยนให้เป็น CLA โดยเอ็นไซม์ Δ9-desaturase อีกช่วงหนึ่ง (Kepler and Tove, 1967; Peterson *et al*., 2002) แล้วปลดปล่อยลงสู่ กระเปาะน้ำนม (ดังแสดงภาพที่ 2 และ 3) CLA มีการสังเคราะห์ใน 2 อวัยวะเท่านั้นคือ ในกระเพาะรูเมน และเนื้อเยื่อของเซลล์เต้านมเกิดขึ้นจากกรดไขมันวัคซีนิค (Vaceenic acid, trans-11 C18:1) โดยเอนไซม์ Δ9-desaturase ได้เป็น *cis*-9, *trans*-11CLA ในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมซึ่งจะถูกดูดซึมไปยังน้ำนมต่อไป (Dhiman, 2000: Chilliard *et al*., 2001)



ภาพที่ 3 กระบวนการสังเคราะห์ CLA ในกระเพาะรูเมนและเนื้อเยื่อเต้านม

ที่มา: Tanaka (2005)

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิจัย ปริมาณของกรดไขมันและกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิกในนมของโคนมเพิ่มมากขึ้น จากการที่แม่โคนมได้กินหญ้าและเสริมด้วยกระถินสด พบว่า ปริมาณ CLA (ไอโซเมอร์รวม) ในไขมันนม อยู่ที่ระดับ 4.46 มิลลิกรัมต่อกรัมไขมันนม สูงกว่าในโคนมที่ได้กินอาหารข้นในปริมาณมาก (วันวิสา, 2552)ได้มีการนำเปลือกและแกนซังข้าวโพดหมัก เสริมด้วยน้ำมันถั่วเหลืองที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำมันปลา 2 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งสูตรอาหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งหมด ปริมาณ CLA เพิ่มขึ้นประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (สุรศักดิ์ และคณะ, 2552) ปริมาณ CLA ในน้ำนมเพิ่มขึ้นเมื่อโคนมได้กินหญ้าสดมากกว่าได้กินอาหารที่เป็นพวกเมล็ดธัญพืช และพืชอาหารรวม (Total mixed ration, TMR) คือ 22.1 และ 3.8 มิลลิกรัมต่อกรัมของไขมันนม (Dhiman *et al*., 1999)

5. การเปลี่ยนแปลงค่าโลหิตวิทยา

การตรวจสอบค่าชีวเคมีในเลือด แสดงถึงความสัมพันธ์ของอาหารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของสัตว์ (ธีรยุทธ, 2555) จึงพิจารณาร่วมกับค่าทางโภชนะอื่น เพื่อประเมินการใช้ประโยชน์ของอาหาร การเปลี่ยนแปลงค่าโลหิตวิทยาของโคนมในช่วงก่อนได้รับอาหารและหลังได้รับอาหาร ซึ่งเลือดเป็นของเหลวภายในร่างกายที่เป็นตัวกลางในการขนส่งสารอาหาร และสารที่ควบคุมการทางานของร่างกายไปยังเซลล์ต่าง ๆ รวมถึงรับเอาของเสียที่เกิดขึ้นจากเซลล์ในขบวนการเมทาบอลิซึมของสารอาหาร ดังนั้น การตรวจสอบค่าชีวเคมีในเลือด จึงแสดงถึงความสัมพันธ์ของอาหารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระสภาพของสัตว์ (Singh, 2002) ดังนี้

5.1. ยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood Urea Nitrogen, BUN)

ยูเรียไนโตรเจนในพลาสมา สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ ความสมดุลระหว่างโปรตีน และพลังงานในอาหารที่สัตว์กิน การเพิ่มขึ้นของยูเรียไนโตรเจนในพลาสมา เป็นผลมาจาก เมื่อโคนมกินอาหารโปรตีนเข้าไป หรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน ภายในกระเพาะรูเมนอาหารที่กินเข้าไป จะถูกน้ำย่อยของจุนทรีย์ย่อยได้ เป็น แอมโมเนียไนโตรเจน จากนั้นจุลินทรีย์จะนำแอมโมเนียไนโตรเจน และคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยได้ สลายในกระเพาะรูเมน มาสร้างโปรตีนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ หากระดับของแอมโมเนียไนโตรเจน ในกระเพาะรูเมนสูงเกินความต้องการของจุลินทรีย์ อันเนื่องมาจากอาหารมีระดับโปรตีนสูงเกินไป หรือมีปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมนต่ำเกินไป ส่งผลให้แอมโมเนียไนโตรเจน บางส่วนถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อนำไปสังเคราะห์เป็นยูเรียในตับ โดยผ่านวัฏจักรยูเรีย (ฉลอง, 2541)

การเพิ่มขึ้นของระดับแอมโมเนียไนโตรเจนในพลาสมา เป็นผลมาจากสัตว์ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหรือสารประสอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในระดับสูง หรืออาจเกิดจากสภาวะที่มีการนำโปรตีนในร่างกายไปใช้ประโยชน์ (เมธา, 2529) ขณะเดียวกันระดับ BUN ในเลือดอาจจะสูงได้เนื่องจากสัตว์อยู่ในสภาวะที่ได้รับอาหารที่มีระดับไนโตรเจนต่ำหรือได้รับอาหารที่จำกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะหมักจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นแอมโมเนียส่วนเกินจะถูกส่งเข้าระบบเลือด ทำให้สัตว์มี BUN สูงขึ้น (Van Soest, 1982) ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในพลาสมาจึงถือว่าเป็นตัวชี้วัดที่ดี ที่ทำให้ทราบถึงปริมาณของโปรตีนที่สัตว์กินเข้าไป และยังสัมพันธ์กับระดับโปรตีนในน้ำนมรวมถึงพลังงานที่ได้รับในโครีดนมด้วย และ NRC (1989) ได้แนะนำว่าระดับ BUN ของสัตว์เคี้ยวเอื้องปกติมีค่าระหว่าง 6.3-25.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

5.2 ฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (Triiodothyronine; T_3)

ฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน เกิดจากขบวนการ iodination ที่ได้รับการกระตุ้นโดยต่อมไทรอยด์ จะทำหน้าที่จับไอโอดีนจากอาหารที่กินเข้าไป แล้วนำไปรวมกับกรดอะมิโน Tyrosine เพื่อสร้างไทรอยด์ฮอร์โมน triiodothyronine (T_3) และ thyroxine (T_4) ซึ่งเป็นฮอร์โมนไทรอยด์ 2 ชนิด ใน 4 ชนิด คือ MIT, DIT, ฮอร์โมนไทรอกซิน (Thyroxine; T_4) และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (T_3) ซึ่งไทรอยด์ฮอร์โมนเกี่ยวข้องกับการให้นม โดยทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมทาบอลิซึมของร่างกาย ช่วยควบคุมสภาวะปกติต่าง ๆ เช่น เพิ่มปริมาณการกินอาหาร อัตราการเต้นของหัวใจ การไหลเวียนของโลหิตไปยังเต้านม และอัตราการคัดหลั่งน้ำนม (Taylor and Field, 1998) กระบวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณไอโอดีน และกรดอะมิโนไทโรซีน ระดับของฮอร์โมน T_3 ในโคมีค่า 3.6-9.0 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร (μg/dl) และ T_4 ในโคมีค่า 40-170 μg/dl (Dunlop, 1991) หรืออยู่ระหว่าง 0.8-2.0 มิลลิโมล/ลิตร (Contreras *et al*., 2002) ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดนี้ จะถูกเก็บอยู่ใน colloid ประกอบด้วย T_4 35 เปอร์เซ็นต์ และ T_3 5 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อร่างกายต้องการใช้ฮอร์โมนกลุ่มนี้ จะมีเอนไซม์ peptidase และ acid protease ของ lysosome เข้าย่อย colloid ให้ปล่อยฮอร์โมนกลุ่มนี้ออกมา (ชูศรี, 2541) โดยเฉพาะ T_3 จะมีความเข้มข้นในเลือดต่ำกว่า T_4 แต่ความสามารถในการออกฤทธิ์สูงกว่าหลายเท่า ซึ่ง 90 เปอร์เซ็นต์ของ T_3 ที่ร่างกายผลิตได้ในแต่ละวันเปลี่ยนมาจาก T_4 โดยการตัดหมู่ไอโอดีนออกจากเนื้อเยื่อต่างๆ (deiodination) (นทีทิพย์, 2538)

ฮอร์โมนกลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์เป็นสเตอรอยด์ฮอร์โมนที่มีผลต่อเมแทบอลิซึมของกลูโคส (นทีทิพย์, 2538) เพื่อเป็นแหล่งพลังงานเมื่อร่างกายเกิดความเครียด (Kacsoh, 2000) โดยกระตุ้นการผลิตกลูโคสจากกรดไขมันและกรดอะมิโนในตับ (gluconeogenesis) และลดการใช้กลูโคสในเซลล์ต่างๆ โดยยับยั้งการขนส่งกลูโคสเข้าเซลล์ซึ่งมีผลทั้งในการสร้าง (anabolism) และการสลาย (catabolism) สารอาหาร ฮอร์โมนกลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์นั้นมีผลทางการสลายสูงกว่าการสร้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Kaplan, 1992) โดยมีผลกระตุ้นการสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อโครงร่าง (skeletal muscle) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ได้กรดอะมิโน (amino acid) กลีเซอรอล (glycerol) เพื่อเป็นสารตั้งต้นในการเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสในตับ โดยใช้พลังงานที่ได้จากกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) และเอนไซม์ (enzyme) ที่ใช้ในกระบวนการนี้ถูกกระตุ้นให้ สังเคราะห์โดยการออกฤทธิ์ของฮอร์โมนกลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ (Kacsoh, 2000) การใช้กรดอะมิโนไปในการสร้างกลูโคสจึงมีผลทางอ้อมลดการสังเคราะห์โปรตีนและไขมัน (นทีทิพย์, 2538) ดังนั้นการมีฮอร์โมนกลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ในระดับสูงเป็นเวลานานจึงส่งผลกดการเจริญเติบโต (Squires, 2003) อย่างไรก็ตามหากพบว่า ไทรอยด์ฮอร์โมนในร่างกายสัตว์อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะมีผลกระตุ้นการหมุนเวียนของโปรตีน (Protein turnover) ส่งผลให้สัตว์ในระยะรุ่นมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่หากมีระดับสูงเกินไปจะกระตุ้นการสลายโปรตีนมากกว่าการสร้างและสะสม การขาดอาหารจะมีผลทำให้ระดับของไทรอยด์ฮอร์โมนลดลงและลดการเปลี่ยน T_4 เป็น T_3อาหารคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนมีผลต่อการสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมน โดยคาร์โบไฮเดรตจะกระตุ้นการหลั่ง T_4 และโปรตีนจะกระตุ้นการเปลี่ยน T_4 เป็น T_3ดังนั้น ถ้าสัตว์ได้รับอาหารไม่เพียงพอจะทำให้เกิดการสลายตัวของโปรตีน และไขมันของร่างกาย ทำให้น้ำหนักตัวลดลง (ยรรยง, 2538)

5.3. น้ำตาลในเลือด (Blood Glucose; BG)

ความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส (BG) ในเลือดขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์ และชนิดของอาหารที่สัตว์ได้รับ โดยเฉพาะพืชอาหารสัตว์ที่มีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาหารคาร์โบไฮเดรตจะผ่านเข้าสู่กระเพาะรูเมนและถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายได้กรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile Fatty Acids, VFA) ได้แก่ กรดอะซิติก (Acetic Acid) กรดโพรพิโอนิค (Propionic Acid) และ กรดบิวทีริค (Butyric Acid) จากนั้นกรดทั้ง 3 ชนิดนี้จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด โดยผ่านทาง hepatic portal vein โดยเฉพาะกรดโพรพิโอนิค จะถูกเปลี่ยนเป็น BG ที่ตับประมาณ 19-60 เปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2529; บุญล้อม, 2542)

สัตว์เคี้ยวเอื้องโดยทั่วไปจะมีปริมาณความเข้มข้นของ BG ในเลือดประมาณ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการ BG เพื่อใช้ในการดำรงชีพ (basal metabolism) 40-60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เพื่อทำให้เนื้อเยื่อทำงานได้ตามปกติสัตว์จะมี BG เป็นแหล่งพลังงานโดยตรง และถูกควบคุมโดยฮอร์โมนอินซูลินและกลูคากอนที่สร้างจากตับอ่อน ซึ่งจะส่งผลให้ระดับ BG อยู่ในระดับปกติ (เมธา, 2529) ค่า BG สามารถบอกถึงการใช้ประโยชน์ของพลังงานในสูตรอาหาร (Blowey *et al*., 1973) และ จะถูกนำไปใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในขบวนการเมแทบบอลึซึม (Singh *et*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

al., 2002) เพื่อให้เกิดพลังงานภายในเซลล์ ในการเพิ่มขึ้นของค่า BG จะพบว่าปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นของค่า BG เกิดได้จากหลังจากการได้รับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง หลังจากออกกำลังกาย และการเกิดความเครียดอย่างฉับพลันหรือรุนแรง ส่วนการลดลงของระดับค่า BG จะเกิดขึ้นในสภาวะ Acetonemia หรืออินซูลินชักนำให้ร่างกายเกิดภาวะ Hypoglycemia หรืออาจเกิดจากการทำงานผิดปกติของตับและไต (Moss, 1992)

5.4 ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน

ระดับความเป็นกรด-ด่างของเหลวในกระเพาะรูเมนมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์แต่ละชนิดได้ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในของเหลวกระเพาะรูเมนมีความเป็นกรดสูงหรือระดับ pH ต่ำกว่า 5.4 จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนโดยเฉพาะกลุ่ม *Bacteriodes ruminicola* ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ในขณะที่แบคทีเรียกลุ่ม *Selenomonas ruminantium* จะมีอัตราการเจริญเติบโตได้สูงกว่าเล็กน้อยแต่เมื่อความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำกว่า 5.4 พบว่าจะไม่สามารถดำรงชีพได้ (เมธา, 2533) เช่นเดียวกับแบคทีเรียกลุ่ม *Steptococcus bovis* จะพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตได้ลดลง ในขณะที่ค่า pH มากกว่า 6.1 แบคทีเรียกลุ่ม *Megaspharera elsdenii* มีอัตราการเจริญลดลงอย่างมาก และเมื่อค่า pH มากกว่า 5.6 จะไม่สามารถดำรงชีพได้ (Chizzotti *et al*., 2009) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อความเป็นกรด-ด่างของเหลวในกระเพาะหมักมีค่าอยู่ในระดับ 6.5-6.70 พบว่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ เมธา (2533) รายงานว่าสภาวะความเป็นกรด-ด่างของเหลวในกระเพาะหมักที่เหมาะสมมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-7.0 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ฉลอง, 2541)

5.5 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในกระเพาะรูเมน

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในกระเพาะรูเมน ได้จาก 2 แหล่ง คือ 1) ได้จากการย่อยสลายอาหารโดยเฉพาะโปรตีน ซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนส่วนใหญ่จะเลือกใช้แอมโมเนีย สำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน และ 2) ได้จากการกลับคืนของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนในรูปของยูเรียในน้ำลาย (Leng and Nolan, 1984) ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะหมักที่เหมาะสมเพื่อให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตสูงสุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระดับของการให้อาหาร ความถี่ในการให้อาหารความสามารถในการละลายได้ของโปรตีนในอาหารแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่มีและรวมถึงแหล่งแร่ธาตุด้วย (เมธา, 2533) หากระดับของแอมโมเนียมีความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหมาะสม จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการหมักในกระเพาะหมัก โดยจุลินทรีย์ ที่ระดับแอมโมเนีย 50-80 มิลิกรัมแอมโมเนีย-ไนโตรเจน/ลิตร ทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สูงสุด (Satter and Slyter , 1974)

ซึ่งจะถูกนำมาใช้ ประโยชน์ในทางเดินอาหาร ส่วนแหล่งของแอมโมเนียในกระเพาะหมักได้จาก เปปไทด์ กรดแอมมิโน หรือ miscellanous soluble N เช่น ยูเรีย กรดยูริค การย่อยสลายของกรดนิวคลีอิก ในกระเพาะหมักรวมถึงกระบวนการเมทธาบอลซึมของโปรโตซัว จะได้แอมโมเนียเป็นผลผลิตสุดท้าย (Leng and Nolan, 1984) ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน ที่เหมาะสมเพื่อให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตสูงสุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย เช่น ระดับของการให้อาหารความถี่ในการให้อาหารความสามารถในการละลายได้ของโปรตีนในอาหาร แหล่งของคาร์โบไฮเดรตท และรวมถึงแหล่งแร่ธาตุด้วย (เมธา, 2533) จากการรายงานของ Satter and Slyter (1974) รายงานว่าระดับแอมโมเนีย 50-80 มิลลิกรัมแอมโมเนีย- ไนโตรเจน/ลิตร จะทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สูงสุด

6. รูปแบบฟาร์มโคนมอินทรีย์

รูปแบบการเลี้ยงโคนมอินทรีย์เพื่อผลิตน้ำนมอินทรีย์จะต้องใช้พืชอาหารสัตว์สดจากธรรมชาติ เป็นแหล่งอาหารหยาบ หรืออาหารเยื่อใยหลัก สำหรับการเลี้ยงโคนมภายใต้การเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม (Grazing) หรือเลี้ยงในคอก โดยให้ธาตุอาหารแก่ดิน อาทิเช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งเป็นอินทรียวัตถุโดยที่อินทรียวัตถุ เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่พืช ที่สำคัญ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปรแตสเซียม ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้จะช่วยดูดยึดธาตุอาหารไม่ให้สูญเสียไปจากดิน กับการชะล้าง ทำให้ดินเกาะกันเป็นเม็ดดิน ดินร่วนโปร่ง ระบายอากาศและน้ำดี เป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ในดิน (คณาจารย์คณะปฐพีวิทยา, 2549) ดังนั้น การเลี้ยงโคนมอินทรีย์ที่กินพืชอาหารสัตว์จากธรรมชาติที่ปลอดจากการใช้ปุ๋ยเคมี และไม่มีการใช้ยาปฏิชีวนะ จะทำให้ได้น้ำนมอินทรีย์ (Organic milk) ที่มีคุณภาพสูง (Premium grade) และมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ให้แก่ผู้บริโภค อาทิเช่น กรดไขมันชนิด โอเมก้า 3, 6, 9 และกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) โดยเฉพาะ CLA เป็นกรดไขมันธรรมชาติที่พบมากในน้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่กินหญ้าสีเขียวเท่านั้น มีคุณสมบัติ ต้านการเกิดมะเร็ง เนื้องอก ต้านโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัว และพัฒนาเซลล์สมอง เป็นต้น (Belury, 2002) นอกจากนี้การผลิตน้ำนมอินทรีย์ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้า (adding value) ของน้ำนมดิบให้มีมูลค่าสินค้าเพิ่มสูงขึ้น และส่งผลดีกับเกษตรกรที่เลี้ยงโคนม (OTA, 2006) และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันกับนมและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์นมที่นำเข้าจากต่างประเทศ ในการเปิดเขตตลาดการค้าเสรี (Free Trade Area , FTA) ที่จะเกิดขึ้นในปี 2558 เพื่อสร้างเอกลักษณ์ของสินค้าจากการผลิตน้ำนมอินทรีย์ในการก้าวสู่ตลาดการค้านี้ได้ (สมเกียรติ, 2549)

6.1 การเลี้ยงโคนมในระบบอินทรีย์

ปัจจุบันหลายประเทศต่างเริ่มหันมามุ่งผลิตสินค้าปศุสัตว์ในระบบอินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค และไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมโดยรอบ เพื่อเพิ่มการแข่งขันทางการค้าและเป็นทางเลือกกลุ่มผู้บริโภคบางกลุ่มที่ใส่ใจรักสุขภาพ

6.1.1 การเลี้ยงโคนมอินทรีย์ในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) เป็นหน่วยงานแรกที่ทำฟาร์มโคนมอินทรีย์มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 และได้รับการตรวจรับรองการเป็นฟาร์มโคนมอินทรีย์แห่งแรกในประเทศไทย และอาเซียนโดยศูนย์ปศุสัตว์อินทรีย์ กรมปศุสัตว์ และได้ใบรับรองการผลิตโคนมอินทรีย์ เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ.2554 ตามข้อกำหนดของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ฟาร์มโคนมอินทรีย์แห่งนี้จะเป็นฟาร์มโคนมอินทรีย์ต้นแบบในการบริหารจัดการและเป็นแนวทางในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมและผู้สนใจทั่วไป เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มน้ำนมดิบเพื่อเป็นช่องทางในการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรซึ่งมีหน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชนให้ความสำคัญต่อการพัฒนาในด้านปศุสัตว์อินทรีย์ (Organic livestock) เพิ่มมากขึ้น (สายหยุด, 2557) ซึ่งปศุสัตว์อินทรีย์ หมายถึง ระบบการจัดการผลิตปศุสัตว์ที่มีความสัมพันธ์กลมกลืนระหว่างผืนดิน พืช สัตว์ที่เหมาะสม เป็นไปตามความต้องการทางสรีระวิทยาและพฤติกรรมสัตว์ ที่ทำให้เกิดความเครียดต่อสัตว์น้อยที่สุด ส่งเสริมให้สัตว์มีสุขภาพดี เน้นการป้องกันโรคโดยการจัดการฟาร์มที่ดี หลีกเลี่ยงการใช้ยาและสารเคมี (กรมปศุสัตว์, 2557) การทำฟาร์มโคนมอินทรีย์ (Organic Dairy Farm) เป็นรูปแบบการเลี้ยงแบบธรรมชาติ ใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ที่เป็นอาหารหยาบมากขึ้น ปลอดการใช้สารเคมีและการใช้ยาปฏิชีวนะ

ในด้านการวิจัยเกี่ยวกับการใช้พืชอาหารสัตว์เลี้ยงโคนมอินทรีย์เพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการเสริมอาหารข้นเมื่อเปรียบเทียบการเลี้ยงโคนมแบบระบบธุรกิจอย่างปัจจุบัน ยังไม่ปรากฏงานวิจัยออกมาเผยแพร่มีเพียงการแนะแนวทางจากเจ้าหน้าที่หน่วยงานภาครัฐและเอกชนให้แก่เกี่ยวกับกระบบการเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตน้ำนมอินทรีย์ เพื่อปรับเปลี่ยนระบบการเลี้ยงเชิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกษตรอินทรีย์ ให้แก่เกษตรกร เพื่อพัฒนาด้านการเพิ่มคุณภาพน้ำนม ดังนั้นจึงเป็นการผลิตที่มุ่งเน้นถึงคุณภาพของน้ำนมอินทรีย์ (Organic milk) เป็นหลัก ที่มีคุณภาพมีสารอาหารที่ให้ประโยชน์ให้แก่ผู้บริโภค อาทิเช่น กรดไขมันชนิด โอเมก้า 3, 6 และกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) โดยเฉพาะ CLA เป็นกรดไขมันธรรมชาติ ที่พบมากในน้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้องที่กินหญ้าสีเขียวเท่านั้น ประโยชน์ของ CLA จะช่วยต้านการเกิดมะเร็ง เนื้องอก ต้านโรคหลอดเลือดหัวใจแข็งตัว และพัฒนาเซลล์สมอง เป็นต้น (Belury, 1995; Parodi, 1997; Ip *et al*., 1999; Kelly and Bauman, 1999) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค นอกจากนี้ การผลิตน้ำนมอินทรีย์ยังส่งเสริมความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสวัสดิภาพสัตว์ (Animal Welfare)

6.1.2 การเลี้ยงโคนมอินทรีย์ในต่างประเทศ

เกษตรอินทรีย์ในยุโรป เริ่มรู้จักกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่ ปี 1980 และต่อมาในปี 1990 ประเทศเนเธอร์แลนด์ เริ่มทำฟาร์มชีวภาพแบบไดนามิก (bio-dynamic farming) และกลุ่มประเทศในยุโรปได้มีการวางมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ต่อการผลิตพืชและการผลิตสัตว์ (EU, 1999) เพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจในความปลอดภัย ของผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตรอินทรีย์ให้มากขึ้น และผลผลิตอินทรีย์โดยเฉพาะสินค้าทางด้านการเกษตรมีการพัฒนา และเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง (Willer และ Yussefi, 2007) โดยเฉพาะผลผลิตนมอินทรีย์ พบว่า ในประเทศออสเตรเลียและกลุ่มประเทศโอเชียเนีย ได้ปรับเปลี่ยนการเลี้ยงแบบธุรกิจที่มุ่งเน้นผลผลิตในปริมาณมาก เพื่อจะได้ผลกำไรมากในการจำหน่ายน้ำนม โดยมีการใช้อาหารข้นในปริมาณที่สูง ที่ต้นทุนค่าอาหารเพิ่มสูงขึ้น อาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อร่างกายแม่โคนมอีกด้วย ดังนั้นประเทศออสเตรเลีย และกลุ่มประเทศโอเชียเนีย จึงหันมาสนใจเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนมในระบบอินทรีย์ เพื่อผลิตน้ำนมอินทรีย์ โดยวิธีการเลี้ยงโคนมแบบปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มในแปลงทุ่งหญ้ามากที่สุด คิดเป็น 12.1 ล้านเฮกตาร์หรือร้อยละ 42 ของพื้นที่ รองลงมา คือ ยุโรปร้อยละ 24.8 อเมริกาเหนือร้อยละ 7 ลาตินอเมริการ้อยละ16 เอเชียร้อยละ 10 และแอฟริการ้อยละ 1 (IFOM, 2002) และในปี 2002 กลุ่มประเทศยุโรป ได้กำหนดมาตรฐานเพื่อการควบคุมสินค้าทางด้านเกษตรอินทรีย์โดยเฉพาะการผลิตน้ำนมอินทรีย์ ให้มีความปลอดภัย และมีมาตรฐานเดียวกันและ เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตน้ำนมอินทรีย์ให้เพิ่มมากขึ้น เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและความปลอดภัยในสินค้าเกษตรอินทรีย์ โดยเฉพาะในประเทศประเสวีเดน เดนมาร์ก สวิสเซอร์แลนด์ และออสเตรียมีการเลี้ยงโคนมในระบบอินทรีย์ เพื่อผลิตน้ำนมอินทรีย์ ประมาณ 4.3, 7, 10 และ 15% ของจำนวนโคนมทั้งหมดที่ผลิตได้ภายในประเทศ ตามลำดับ (Rosati and Aumaitre, 2004) ซึ่งในการเลี้ยงโค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นมระบบอินทรีย์ที่ได้รับหญ้า เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงโคนมแบบธุรกิจ พบว่า ผลิตภัณฑ์นมอินทรีย์มีโปรตีน, กรดไขมันโอเมก้า 3, CLA, กรด vaccenic, กรด Eicosapentanoic และกรด Docosapentanoic สูงกว่าการเลี้ยงโคนมแบบธุรกิจ (Palupi *et al*., 2012)

รัฐเพนซิเวียเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ผลิตน้ำนมในฟาร์มโคนมอินทรีย์ เข้าสู่ตลาดน้ำนมเพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค และ กำลังเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมียอดขายน้ำนมอินทรีย์เพิ่มขึ้นประมาณ 15% ต่อปี (OTA, 2006) นอกจากนี้ยังได้รับการรับรองฟาร์มโคนมอินทรีย์ เพิ่มขึ้นจาก 50 ฟาร์ม เป็น 160 ฟาร์ม ในระยะเวลา 4 ปี (Pennsylvania Certified Organic) ซึ่งสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ ผลิตภัณฑ์สินค้าจากธรรมชาติที่ไม่มีสารต้องห้ามเจือปน ส่วนใหญ่เน้นสินค้าเพื่อสุขภาพโดยมีหน่วยงานให้การรับรองในระดับสากล อาทิเช่น มาตรฐาน NOP/USDA, JAS, IFOAM (IFOM, 2002) เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหรืออาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant), Omegas, Gluten-free และ Probiotic เป็นต้น (Smith, 1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 5 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้ปุ๋ยคอกมูลโครระดับต่างกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนี

การทดลองที่ 2 การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์คุณภาพต่ำ ต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เสริมด้วยกระถินต่อคุณภาพน้ำนม

การทดลองที่ 4 เปรียนเทียบการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ ต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เสริมด้วยอาหารข้นที่มีผลต่อคุณภาพน้ำนม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 1 การใช้ปุ๋ยคอกมูลโคระดับต่างกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี ของหญ้ากินนี

1. อุปกรณ์และวิธีการ

1.1 อุปกรณ์

1. ปุ๋ยคอกมูลโค
2. เทปวัดระยะ
3. ไม้วัดความสูง
4. เคียว
5. ป้าย (tag) ไม้หลัก (stake)
6. ถุงมีซิป
7. เครื่องชั่งน้ำหนักหญ้า
8. กรอบสุ่ม (Quadrat) ขนาด 1 x 1 เมตร

1.2 วิธีการ

1. แปลงพืชอาหารสัตว์ ใช้แปลงหญ้าพันธุ์กินนีสีม่วง (*Panicum maximum* TD 58) ซึ่งลักษณะพื้นที่แปลงที่ใช้ในการทดลองมีความสม่ำเสมอกัน แบ่งแปลงหญ้ากินนีสีม่วงออกเป็น 12 แปลงทดลองย่อย ให้มีขนาด 4 x 6 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 20 เซ็นติเมตร เท่าๆกัน จากนั้นทำการตัดปรับหญ้ากินนีสีม่วง สูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซ็นติเมตร โดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายเหวี่ยง เพื่อให้หญ้ากินนีสีม่วงในแปลงทดลองมีความสม่ำเสมอกัน (ดังแสดงลักษณะการแบ่งแผนผังแปลงหญ้าในการทดลอง)

T1R1	**T2R2**	**T3R1**	**T2R1**	**T1R2**	**T3R2**	**T1R3**	**T2R3**	**T3R3**	**T4R2**	**T4R3**	**T4R1**

ภาพที่ 4 แผนผังลักษณะการแบ่งแปลงย่อยทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การวางแผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยปัจจัยการทดลอง คือ ปุ๋ยคอกมูล โดยใช้ปุ๋ยคอกมูลโค จำนวน 4 สูตรๆ ละ 3 ซ้ำ รวม12 ตัวอย่าง ใส่ในแปลงย่อยขนาดพื้นที่ 4 x 6 เมตร

ปัจจัยการทดลอง (Treatment; T) เป็นปุ๋ยคอกมูลโคปริมาณต่างๆ ดังนี้

T1 = ไม่ใส่ปุ๋ย
T2 = ปุ๋ยคอก 1 ตัน/ไร่ (N=6.70 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่)
T3 = ปุ๋ยคอก 2 ตัน/ไร่ (N=13.40 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่)
T4 = ปุ๋ยคอก 3 ตัน/ไร่ (N=20.10= กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่)

3. การเก็บข้อมูล

1. ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะหญ้ากินนี ที่ใช้ในการทดลอง โดยวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะต่างๆ โดยวิธีของ (เยาวมาลย์, 2523) และ Van Soest (1963) ดังนี้ สุ่มเก็บตัวอย่างดิน ระดับความลึกละปริมาณอย่างละ 500 กรัม ในแต่ละทรีตเมนต์ ก่อนการใส่ปุ๋ยคอกมูลโค และหลังเสร็ตสิ้นการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง (DM), เถ้า (ash) และโปรตีนหยาบ (crude protein) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC(1985) วิเคราะห์หา Acid detergent fiber (ADF) และ Neutral detergent fiber (NDF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970)

2. วิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของตัวอย่างดินก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน ที่ระดับความลึกของดิน 0-30 และ 30-60 เซนติเมตร โดยการนำตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองที่เก็บมา นำมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม นำไปบดให้ละเอียด แล้วทำการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 และ 0.5 มิลลิเมตร แล้วเก็บไว้ในภาชนะที่แห้งและสะอาด นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และปริมาณธาตุอาหารต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

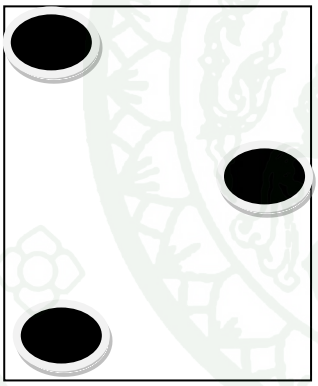
2.2.1 ปฏิกิริยาของดิน (pH) วัดโดยใช้ pH meter (electrometric method) โดยใช้อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965)

2.2.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter) โดยวิธี Walkley-Black (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542; Walkley and Black, 1934)

2.2.4 ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen) โดยวิธี Micro – Kjeldahl method (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542; Jackson, 1958; Bremner and Mulvaney, 1982)

2.2.5 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available Phosphorus) ทำการสกัดดินโดยใช้วิธี Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Molybdenum blue (ทัศนีย์และจงรักษ์, 2542; จงรักษ์, 2544; Thomas, 1982)

2.2.6 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available Potassium) ทำการสกัดด้วยสารละลาย 1 N NH4OAc pH 7.0 และวิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer



ภาพที่ 5 แผนผังลักษณะการสุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าและดิน

3. การสุ่มตัวอย่างและวัดผลผลิตพืช

การวัดปริมาณของพืชอาหารสัตว์ (กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่)

ทำการเก็บตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงทดลอง โดยจะใช้กรอบสุ่ม (Quadrant) ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร วางลงในแปลงหญ้ากินนีสีม่วง แปลงละ 5 จุด ทุกๆ 30 วัน แล้วตัดหญ้า ในกรอบสุ่มให้สูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักสด เพื่อคำนวณหาน้ำหนักผลผลิตต่อไร่จากนั้นที่ได้จากการสุ่มนำมาแยกสัดส่วน ใบ และลำต้น ชั่งน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สดเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ต่อไร่ ทำการสุ่มตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วง นำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะ

4. ทำการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3 ตัน/ไร่ ใส่เพียงครั้งเดียวตลอดการทดลองตามทรีทเมนต์ที่ได้วางแผนการทดลอง โดยไม่มีการจัดการให้น้ำ อาศัยน้ำที่เกิดจากฝนตกตามธรรมชาติ ทำการกำจัดวัชพืชรอบๆแปลงทดลอง

5. วัดปริมาณผลผลิตในแปลงย่อย ด้วยกรอบสุ่ม (quadrat) ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร สุ่มก่อนและหลังการใส่ปุ๋ยคอก จำนวน 3 จุดต่อหนึ่งแปลงย่อย ทุกๆ30 วัน ตลอดระยะเวลา 9 เดือน ตัดหญ้ากินนีสีม่วงด้วยเคียวในกรอบสุ่มให้สูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร เพื่อให้หญ้ากินนีสีม่วง มีความสูงสม่ำเสมอกัน ทำการชั่งน้ำหนักสด เพื่อหาผลผลิตรวม จากนั้นนำมาหาสัดส่วนโดยการแยก ใบ ลำต้น และทำการชั่งน้ำหนักของพืชแต่ละส่วน เพื่อหาสัดส่วนระหว่างใบ และลำต้น

6. ทำการนับจำนวนหน่อ (Tiller) ของหญ้ากินนีสีม่วง จะทำหลังการวัดปริมาณผลผลิตในแปลงย่อย ในกรอบสุ่ม จากนั้นนับจำนวนหน่อหญ้าภายในพื้นที่สุ่มก่อนการตัดทุกครั้ง จำนวนทั้ง 3 จุด (ดังรายละเอียด ข้อ 3) โดยนับจำนวนหน่อที่โผล่พ้นดิน เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อต่อพื้นที่ การเก็บข้อมูลจำนวนหน่อในกอ (tussocks) ของหญ้ากินนีสีม่วงในกรอบสุ่ม จำนวนหน่อ ของหญ้ากินนีสีม่วงที่นับได้ ทำการติดป้ายทุกหน่อที่คลุมด้วยพลาสติก เพื่อป้องกันความชื้น ตรงตำแหน่งหน่อที่นับได้ในแต่ละครั้ง จากนั้นทำการจดบันทึก (Carvalho *et al*., 2011). จะทำการนับจำนวนหน่อในกอหญ้ากินนีสีม่วง ทุกๆ 30 วัน ตลอดการทดลอง เพื่อศึกษาการตอบสนองจำนวนหน่อของหญ้ากินนีสีม่วง ต่อการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยหาความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2003) โดยมีโมเดลดังต่อไปนี้

$$Y_{ijk} = \mu + T_j + \varepsilon_{ijk}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อ

Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา จากปัจจัยของทรีตเมนต์ที่ iและเวลาที่ j ซ้ำที่ k เมื่อ k = 1, 2, 3,…n

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

T_j = อิทธิพลเนื่องจากปัจจัยเวลาที่ระดับ j เมื่อ j = 1, 2, 3,…n

ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

5. สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองแปลงพืชอาหารสัตว์ในพื้นที่ฟาร์มโคนมอินทรีย์ ขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

6. ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมปี 2554 สิ้นสุดเดือน ธันวาคม พ.ศ 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์คุณภาพต่ำ ต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์

1.1.1 กรงขนาด 1x1x1.5 เมตร
1.1.2 กรอบสุ่มขนาด 50x50 เซนติเมตร
1.1.3 เคียวหรือกรรไกร
1.1.4 ตาชั่งสำหรับชั่งหญ้า
1.1.5 ถุงซิปใส่ตัวอย่างหญ้า

1.2. อุปกรณ์สำหรับดูดของเหลวจากกระเพาะรูเมน

1.2.1 สายยางสำหรับดูดน้ำจากกระเพาะหมัก
1.2.2 ปั๊มลมสำหรับดูดของเหลวจากกระเพาะหมัก (Suction)
1.2.3 ขวดรูปชมพู่ที่มีท่อดูด (Suction Flask) พร้อมจุกยางที่มีสายแยก
1.2.4 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 1 M
1.2.5 กระบอกตวง
1.2.6 ถุงมือยาง
1.2.7 เครื่องวัดความเป็น กรด-ด่าง
1.2.8 ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ ลบ 10-20 องศาเซลเซียส สำหรับแช่ตัวอย่างก่อนส่งห้องปฏิบัติการ

1.3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเลือด

1.3.1 หลอดฉีดยาขนาด 20 ซีซี
1.3.2 เข็มฉีดยา เบอร์ 20
1.3.3 แอลกอฮอร์
1.3.4 สำลี
1.3.5 หลอดเก็บเลือดสำหรับหาค่า BG, BUN และ T_3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.6 หลอดเก็บเลือดชนิดเคลือบโซเดียมคลอไรด์ สำหรับหา BG

1.3.7 กล่องโฟมใส่น้ำแข็ง สำหรับใส่หลอดเก็บตัวอย่างเลือด ก่อนส่งห้องปฏิบัติการ

1.4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำนม

1.4.1 ขวดพร้อมฝาปิด ขนาด 30 ซีซี

1.4.2 ขวดพร้อมฝาปิด ขนาด 60 ซีซี

1.4.3 กระบวย สำหรับตักน้ำนม

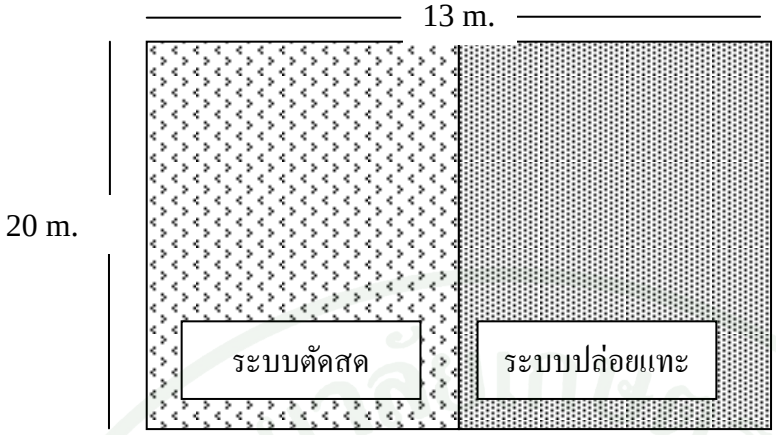
1.4.4 กระติกน้ำสำหรับใส่น้ำแข็ง เตรียมไว้แช่ตัวอย่างน้ำนม

2. วิธีการ

1. การจัดการแปลงหญ้าอาหารสัตว์

1.1 แปลงหญ้ากินนีสีม่วง ณ ฟาร์มโคนมอินทรีย์ จำนวน 5 ไร่ แบ่งแปลงหญ้ากินนีสีม่วง ออกเป็น 15 แปลงย่อย มีขนาดพื้นที่แปลงย่อย 13 x 20 เมตร จากนั้น แบ่งแปลงย่อยแต่ละแปลง ออกเป็น 2 แปลงย่อยเล็ก โดยใช้ลวดไฟฟ้า (electric fence) กั้นระหว่างแปลงย่อยเล็ก โดยแปลงย่อยเล็ก ส่วนแรก สำหรับตัดหญ้ากินนีม่วงสดเลี้ยงโคนมในคอกปล่อยอิสระ และแปลงย่อยเล็กส่วนที่ 2 ทำการปล่อยโคนมเข้าแทะเล็ม ตลอด 24 ชั่วโมง ระยะเวลาการปล่อยแทะเล็ม 3 วัน หลังจากครบกำหนด 3 วัน ทำการย้ายโคนมออกจากแปลงย่อยเล็ก ทำการตัดปรับหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายเหวี่ยง เพื่อให้หญ้ากินนีสีม่วงในแปลงมีความสม่ำเสมอกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 แผนผังการแบ่งแปลงหญ้าหญ้ากินนีสีม่วงที่ใช้สำหรับระบบตัดสดและการเลี้ยงโคนมปล่อยแทะเล็ม

1.2 การสุ่มตัวอย่างและวัดผลผลิตพืช

การวัดปริมาณของพืชอาหารสัตว์ (กิโลกรัมน้ำหนักสด/ไร่) ในแต่ละแปลงย่อย ก่อนทำการปล่อยโคนมเข้าแทะเล็ม สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงย่อย เพื่อคำนวณหาผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงทั้งหมดในแปลง โดยจะใช้กรอบสุ่ม (Quadrant) ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร วางลงในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงแปลงละ 5 จุดต่อหนึ่งแปลงย่อย และทำการตัดหญ้ากินนีสีม่วงในกรอบสุ่มให้สูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาผลผลิตที่ได้ในแปลงย่อย

2. การจัดสัตว์ทดลองและการปล่อยแทะเล็ม

ใช้แม่โครีดนม พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่มีระดับสายเลือดประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นแม่โครีดนมระยะกลาง การให้นม (Days in milk; DIM) ให้นมเฉลี่ยประมาณ 10-15 กก./ตัว/วัน แบ่งโคนมออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว รวม 8 ตัว สุ่มโคนม 4 ตัว เข้าแทะเล็มแปลงหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 90 วัน โดยกำหนดให้เข้าแทะเล็มแบบหมุนเวียน (rotational grazing) ตลอด 24 ชั่วโมง ทั้ง 15 แปลงย่อยเล็กๆ ละ 3 วัน รวม ระยะเวลาการทดลอง 45 วัน ทุกๆแปลงย่อยเล็กจะมีน้ำให้โคนมกินอย่างเต็มที่ และแม่โครีดนมอีก 4 ตัว ทำการเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ให้กินหญ้ากินนีสีม่วงตัดสดอย่างเต็มที่ แม่โครีดนมทุกตัวจะได้รับการปรับตัวก่อนการทดลอง เป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน ระยะเวลาทดลองทั้งหมด 45 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. กลุ่มการทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 1 ทำการเลี้ยงแม่โครีดนมแบบระบบปล่อยแทะเล็ม (Rotational gazing) ในแปลงย่อยเล็กที่แบ่งทั้งหมดได้ 15 แปลงย่อยเล็ก และทำการปล่อยแม่โครีดนมในแต่ละแปลงย่อยเล็กละ 3 วัน ตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด 3 วัน ทำการย้ายแม่โครีดนมไปยังแปลงย่อยเล็กใหม่ ระยะเวลาปล่อยแทะเล็ม ในแปลงย่อยเล็กละ 3 วัน รวมระยะเวลาในการทดลอง 45 วัน และทำการเสริมด้วยกระถินสดสับ ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยให้กินกระถินสดสับต่อปริมาณการให้น้ำนมในสัดส่วน 1: 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยแบ่งการกินกระถิน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงก่อนการรีดนมเช้า และก่อนการรีดนมบ่าย และในแปลงย่อยเล็กจะมีน้ำให้กินอย่างเต็มที่ตลอด 24 ชั่วโมง ตลอดการทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 2 เลี้ยงแม่โครีดนมในคอกปล่อยอิสระ (Loose housing) ในคอกที่มีขนาดพื้นที่ 4x7 เมตร ทำการปล่อยให้แม่โครีดนม ทั้ง 4 ตัว เดินและกินอาหารภายในคอกได้อย่างอิสระ โดยไม่มีการผูก หรือล่ามโซ่ ตัดหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงย่อยเล็ก ในแปลงทดลองเดียวกันกับกลุ่มทดลองที่ 1 ให้กินอย่างเต็มที่ และทำการเสริมด้วยกระถินสดสับ ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยให้กินกระถินสดสับต่อปริมาณการให้น้ำนมในสัดส่วน 1: 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยแบ่งการกินกระถิน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงก่อนการรีดนมเช้า และก่อนการรีดนมบ่าย และภายคอกมีน้ำสะอาดให้โคนมกินอย่างเต็มที่

3. การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ทางเคมี

1. ทำการจดบันทึกอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ตั้งแต่วันที่ 30 พฤษภาคม 2554 ถึงวันที่ 13 กรกฎาคม 2554 (รวมระยะเวลา 45 วัน) ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี และทำการคำนวณค่า THI (Temperature humidity index) ตามวิธีของ Mc Dowell (1972) ดังสมการ

$$THI = 0.72 (C_{db} + C_{wd}) + 40.6$$

โดย C_{db} = อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้ง (องศาเซลเซียส)

C_{wd} = อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียก (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ทำการจดบันทึกน้ำหนักโคนมก่อน และหลังการทดลอง โดยการใช้สายรัดรอบอกโคนม

3. ปริมาณการกินได้

3.1 บันทึกปริมาณการกินได้ ในกลุ่มทดลองที่ 2 ในแม่โครีดนมที่เลี้ยงในคอก ให้กินหญ้ากินนีสีม่วงที่ตัดสด และกระถินสดสับทุกวัน ด้วยการชั่งน้ำหนักก่อนให้โคกิน และปริมาณอาหารที่เหลือทุกครั้งในแต่ละวัน จดบันทึกปริมาณอาหารที่เหลือ และนำไปคำนวณหาปริมาณอาหารแต่ละชนิดที่กินได้ในแต่ละวัน

3.2 บันทึกปริมาณการกินได้ของพืชอาหารสัตว์ และกระถินสดสับในแต่ละวัน โดยทำการชั่งกระถินสดสับก่อนให้แม่โครีดนมกิน และปริมาณกระถินสดสับที่กินเหลือ นำไปคำนวณหาปริมาณการกินกระถินสดสับในแต่ละวัน และคำนวณหาปริมาณการกินได้ของหญ้ากินนีสีม่วง โดยใช้กรง ขนาด 1 x 1 เมตร ทำการสุ่มครอบลงในแปลงทดลองหญ้ากินนีสีม่วง แปลงย่อยเล็กละ 2 จุด ทำการยึดกรงให้แน่นกับดิน เพื่อป้องกันไม่ให้กรงเคลื่อนที่ และปล่อยแม่โครีดนมเข้าแทะเล็มในแปลง หลังจากปล่อยแม่โครีดนมเข้าแทะเล็มในแปลงย่อยเล็กครบ 3 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในกรงที่มีจะทำการตัดปรับหญ้ากินนีสีม่วงภายในกรงโดยใช้เคียวตัดให้สูงจากพื้นดิน ประมาณ 10 เซนติเมตร นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงไปชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาปริมาณการกินได้ของแม่โครีดนมที่ปล่อยแทะเล็ม จากนั้นทำการย้ายกรงไปยังแปลงย่อยเล็กถัดไป

$$\frac{(a-b)\,(\log_e c-\log_e b)}{\log_e a-\log_e b}$$

โดย

a = ผลผลิตหญ้าก่อนปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

b = ผลผลิตหญ้าหลังปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

c = ผลผลิตหญ้าในกรงในวันสิ้นสุดการปล่อยแทะเล็ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. สุ่มเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ก่อนการทดลอง

ส่วนที่ 1 นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วง ไปมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 วันนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บใส่ถุงซิป และทำเช่นเดียวกัน ให้ครบทั้ง 15 แปลงทดลอง จากนั้นนำมารวมกัน และทำการสุ่ม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของโภชนะ ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM), เถ้า (ash), โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) และไขมัน (ether extract, EE) ตามวิธีของ AOAC (1985) วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF), เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด(acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970)

ส่วนที่ 2 นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงที่ได้ สับให้มีขนาด 1-2 นิ้ว ใส่ลงในถุงซิป ไล่อากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้สนิท น้ำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส รอตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในแปลง จนครบ 15 แปลงทดลอง นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงทั้งหมด มารวมกันและสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาสารตั้งต้น (precussor) ของกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) ได้แก่ กรดไขมันลิโนเลอิค (linoleic acid, C18:2) และลิโนเลนิก (linolenic acid, C18:3) ที่อยู่ในหญ้ากินนีสีม่วง โดยวิธีการของ O'fallon *et al.* (2007)

5. บันทึกผลผลิตน้ำนมของโคนมทดลองแต่ละตัวทุกวัน วันละ 2 ครั้ง คือ ตอนเช้าและตอนเย็น และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนม ทุกๆสัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง จากถังน้ำนมดิบของโคนมแต่ละตัว ในตอนเย็น และตอนเช้า ของวันถัดไป เก็บครั้งละ 30 มิลลิลิตร นำน้ำนมทั้งหมดเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการรวมน้ำนมที่เก็บได้ในแต่ละตัวรวมกัน ในขวดเก็บน้ำนมขนาด 60 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบน้ำนมในแต่ละสัปดาห์ตลอดการทดลอง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันนม เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมัน ปริมาณน้ำตาลแลคโตส และ เปอร์เซ็นต์โปรตีน โดยใช้เครื่อง Milkoscan ขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) ซึ่งผลผลิตนมของแม่โครีดนมแต่ละตัวจะถูกคำนวณเป็นน้ำนมปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ (4% Fat Corrected Milk = [(0.4 × milk yield) + (15 × % milk fat yield)] (ชวนิศนดากร, 2534) และในวันสุดท้ายก่อนเสร็จสิ้นการทดลอง แบ่งน้ำนมส่วนหนึ่งที่เก็บตอนเช้า-เย็น แบ่งน้ำนมมาประมาณ 30 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดไขมันและปริมาณกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) โดยวิธีการของ O'fallon *et al.* (2007) พร้อมทั้งจดบันทึกปริมาณผลผลิตน้ำนมของโคนมแต่ละตัวทุกวันทั้งตอนเช้า และตอนเย็นตลอดระยะเวลาการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. วันสุดท้ายของการทดลอง จะทำการงดการให้อาหารโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการเก็บตัวอย่างเลือด อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อหาค่าชีวเคมีในเลือดของโคนม ทำการเก็บตัวอย่างเลือด 2 ครั้ง ณ ชั่วโมงที่ 0 (ก่อนการกินอาหาร) และ ชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหารผ่านไปแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (Jugular vein) โดยเก็บตัวอย่างเลือดในหลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็งตัว (EDTA) จากนั้นนำหลอดเก็บเลือดใส่กล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดเอาส่วนที่เป็นพลาสม่า เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณ blood urea nitrogen (BUN) ตามวิธีของ Henry *et al.* (1974) หาปริมาณ blood glucose (BG) ตามวิธีของ Tiffany *et al.* (1972) และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (T_3) ด้วยวิธีการElectrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) ใช้เครื่องมือ Roche Elecsys 1010/2010 และ MODULA ANALYTICS E170 (Elecsys module)

7. ทำการเก็บของเหลวในกระเพาะหมัก (Rumen fluid) ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังจากการกินอาหารให้ได้ปริมาณ 30 มิลลิลิตร (เวลาเดียวกับที่เก็บตัวอย่างเลือด) ในวันสุดท้ายของการทดลอง ของเหลวที่ได้จะทำการวัดความเป็นกรด–ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter (HANNAinstruments HI 8424 microcomputer) จากนั้นนำของเหลวมาเติมกรดไฮโดรคลอริก (1M H_2SO_4) เพื่อเก็บรักษาและเพื่อหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ในอัตราส่วนของเหลวจากกระเพาะหมัก 10 ส่วน ต่อ 1 M H_2SO_4 1 ส่วน) ก่อนนำไปเหวี่ยง (centrifuge) จนใส ด้วยความเร็ว 3,000 รอบ นาน 15 นาที เก็บเอาส่วนใส (supernatant) ไปแช่แข็งที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมวิเคราะห์หากรดไขมันระเหยได้ (Volatile Fatty Acid; VFA) โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี หรือจีซี (gas chromatography; GC) ตามวิธีของ Fenner and Elliot (1963) และวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen; NH_3-N) ของของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยวิธีการกลั่นด้วยเครื่องดิสทิลเลชั่นยูนิค (Distillation Unit) โดยดัดแปลงตามวิธีของ Samuel *et al*. (1997)

4. สถานที่ทำการวิจัย

1. คอกโคนมอินทรีย์ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

4. ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

5. ห้องปฏิบัติการวิจัย ด้วยเทคนิค Chromatography หน่วยวิเคราะห์วิจัยพฤกษเคมี ฝ่ายปฏิบัติการวิจัย และเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6. ห้องปฏิบัติการ บริษัทโปรแลป จำกัด กรุงเทพฯ

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบน้ำนม กรดไขมันในน้ำนม ค่าชีวเคมีของเลือด กรดไขมันที่ระเหยได้ของเหลวในกระเพาะหมัก ด้วยวิธี T-test

6. ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ เริ่มตั้งแต่วันที่ 30 พฤษภาคม 2554 สิ้นสุดการทดลองในวันที่ 13 กรกฎาคม 2554 (รวมระยะเวลา 45 วัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เสริมด้วยกระถินต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์

1.1.1 กรงขนาด 1x1x1.5 เมตร
1.1.2 กรอบสุ่มขนาด 50x50 เซนติเมตร
1.1.3 เคียวหรือกรรไกร
1.1.4 ตาชั่งสำหรับชั่งหญ้า
1.1.5 ถุงซิปใส่ตัวอย่างหญ้า

1.2. อุปกรณ์สำหรับดูดของเหลวจากกระเพาะรูเมน

1.2.1 สายยางสำหรับดูดน้ำจากกระเพาะหมัก
1.2.2 ปั๊มลมสำหรับดูดของเหลวจากกระเพาะหมัก (Suction)
1.2.3 ขวดรูปชมพู่ที่มีท่อดูด (Suction Flask) พร้อมจุกยางที่มีสายแยก
1.2.4 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 1 M
1.2.5 กระบอกตวง
1.2.6 ถุงมือยาง
1.2.7 เครื่องวัดความเป็น กรด-ด่าง
1.2.8 ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ ลบ 10-20 องศาเซลเซียส สำหรับแช่ตัวอย่างก่อนส่งห้องปฏิบัติการ

1.3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเลือด

1.3.1 หลอดฉีดยาขนาด 20 ซีซี
1.3.2 เข็มฉีดยา เบอร์ 20
1.3.3 แอลกอฮอร์
1.3.4 สำลี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.5 หลอดเก็บเลือดสำหรับหาค่า BG, BUN และ T_3

1.3.6 หลอดเก็บเลือดชนิดเคลือบโซเดียมคลอไรด์ สำหรับหา BG

1.3.7 กล่องโฟมใส่น้ำแข็ง สำหรับใส่หลอดเก็บตัวอย่างเลือด ก่อนส่งห้องปฏิบัติการ

1.4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำนม

1.4.1 ขวดพร้อมฝาปิด ขนาด 30 ซีซี

1.4.2 ขวดพร้อมฝาปิด ขนาด 60 ซีซี

1.4.3 กระบวย สำหรับตักน้ำนม

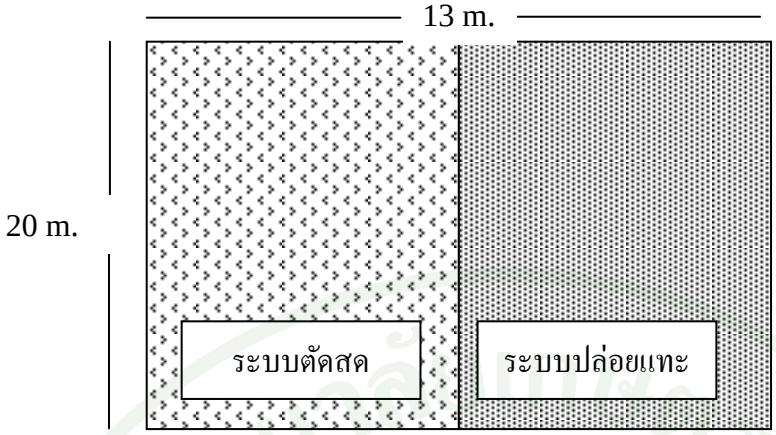
1.4.4 กระติกน้ำสำหรับใส่น้ำแข็ง เตรียมไว้แช่ตัวอย่างน้ำนม

2. วิธีการ

1. การจัดการแปลงหญ้าอาหารสัตว์

1.1 แปลงหญ้ากินนีสีม่วง ณ ฟาร์มโคนมอินทรีย์ จำนวน 5 ไร่ แบ่งแปลงหญ้ากินนีสีม่วง ออกเป็น 15 แปลงย่อย มีขนาดพื้นที่แปลงย่อย 13 x 20 เมตร จากนั้น แบ่งแปลงย่อยแต่ละแปลง ออกเป็น 2 แปลงย่อยเล็ก โดยใช้ลวดไฟฟ้า (electric fence) กั้นระหว่างแปลงย่อยเล็ก โดยแปลงย่อยเล็ก ส่วนแรก สำหรับตัดหญ้ากินนีม่วงสดสำหรับเลี้ยงโคนมในคอกปล่อยอิสระ และแปลงย่อยเล็กส่วนที่ 2 ทำการปล่อยโคนมเข้าแทะเล็ม ตลอด 24 ชั่วโมง ระยะเวลาการปล่อยแทะเล็ม 3 วัน หลังจากครบกำหนด 3 วัน ทำการย้ายโคนมออกจากแปลงย่อยเล็ก ทำการตัดปรับหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายเหวี่ยง เพื่อให้หญ้ากินนีสีม่วงในแปลงมีความสม่ำเสมอกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 แผนผังการแบ่งแปลงหญ้าหญ้ากินนีสีม่วงที่ใช้สำหรับระบบตัดสดและการเลี้ยงโคนมปล่อยแทะเล็ม

1.2 การสุ่มตัวอย่างและวัดผลผลิตพืช

การวัดปริมาณของพืชอาหารสัตว์ (กิโลกรัมน้ำหนักสด/ไร่) ในแต่ละแปลงย่อย ก่อนทำการปล่อยโคนมเข้าแทะเล็ม สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงย่อย เพื่อคำนวณหาผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงทั้งหมดในแปลง โดยจะใช้กรอบสุ่ม (Quadrant) ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร วางลงในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงแปลงละ 5 จุดต่อหนึ่งแปลงย่อย และทำการตัดหญ้ากินนีสีม่วงในกรอบสุ่มให้สูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาผลผลิตที่ได้ในแปลงย่อย

2. การจัดสัตว์ทดลองและการปล่อยแทะเล็ม

ใช้แม่โครีดนม พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่มีระดับสายเลือดประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นแม่โครีดนมระยะกลาง การให้นม (Days in milk; DIM) ให้นมเฉลี่ยประมาณ 10-15 กก./ตัว/วัน แบ่งโคนมออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว รวม 8 ตัว สุ่มโคนม 4 ตัว เข้าแทะเล็มแปลงหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุหญ้า 45 วัน โดยกำหนดให้เข้าแทะเล็มแบบหมุนเวียน (rotational grazing) ตลอด 24 ชั่วโมง ทั้ง 15 แปลงย่อยเล็กๆ ละ 3 วัน รวม ระยะเวลาการทดลอง 45 วัน ทุกๆแปลงย่อยเล็กจะมีน้ำให้โคนมกินอย่างเต็มที่ และแม่โครีดนมอีก 4 ตัว ทำการเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ให้กินหญ้ากินนีสีม่วงตัดสดอย่างเต็มที่ แม่โครีดนมทุกตัวจะได้รับการปรับตัวก่อนการทดลอง เป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน ระยะเวลาทดลองทั้งหมด 45 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. กลุ่มการทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 1 ทำการเลี้ยงแม่โครีดนมแบบระบบปล่อยแทะเล็ม (Rotational gazing) ในแปลงย่อยเล็กที่แบ่งทั้งหมดได้ 15 แปลงย่อยเล็ก และทำการปล่อยแม่โครีดนมในแต่ละแปลงย่อยเล็กละ 3 วัน ตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด 3 วัน ทำการย้ายแม่โครีดนมไปยังแปลงย่อยเล็กใหม่ ระยะเวลาปล่อยแทะเล็ม ในแปลงย่อยเล็กละ 3 วัน รวมระยะเวลาในการทดลอง 45 วัน และทำการเสริมด้วยกระถินสดสับ ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยให้กินกระถินสดสับต่อปริมาณการให้น้ำนมในสัดส่วน 1: 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยแบ่งการกินกระถิน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงก่อนการรีดนมเช้า และก่อนการรีดนมบ่าย และในแปลงย่อยเล็กจะมีน้ำให้กินอย่างเต็มที่ตลอด 24 ชั่วโมง ตลอดการทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 2 เลี้ยงแม่โครีดนมในคอกปล่อยอิสระ (Loose housing) ในคอกที่มีขนาดพื้นที่ 4x7 เมตร ทำการปล่อยให้แม่โครีดนม ทั้ง 4 ตัว เดินและกินอาหารภายในคอกได้อย่างอิสระ โดยไม่มีการผูก หรือล่ามโซ่ ตัดหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงย่อยเล็ก ในแปลงทดลองเดียวกันกับ กลุ่มทดลองที่ 1 ให้กินอย่างเต็มที่ และทำการเสริมด้วยกระถินสดสับ ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยให้กินกระถินสดสับต่อปริมาณการให้น้ำนมในสัดส่วน 1: 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยแบ่งการกินกระถิน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงก่อนการรีดนมเช้า และก่อนการรีดนมบ่าย และภายคอกมีน้ำสะอาดให้โคนมกินอย่างเต็มที่

3. การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ทางเคมี

1. ทำการจดบันทึกอุณหภูมิสูงสุด- ต่ำสุด เริ่มตั้งแต่วันที่ 17 กรกฎาคม 2554 สิ้นสุดการทดลองในวันที่วันที่ 30 สิงหาคม 2554 (รวมระยะเวลา 45 วัน) ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

ทำการคำนวณค่า THI (Temperature humidity index) ตามวิธีของ Mc Dowell (1972) ดังสมการ

$$THI = 0.72 (C_{db} + C_{wd}) + 40.6$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดย C_{db} = อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้ง (องศาเซลเซียส)

C_{wd} = อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียก (องศาเซลเซียส)

2. ทำการจดบันทึกน้ำหนักโคนมก่อน และหลังการทดลอง โดยการใช้สายรัดรอบอกโคนม

3. ปริมาณการกินได้

3.1 บันทึกปริมาณการกินได้ ในกลุ่มทดลองที่ 2 ในแม่โครีดนมที่เลี้ยงในคอกให้กินหญ้ากินนีสีม่วงที่ตัดสด และกระถินสดสับทุกวัน ด้วยการชั่งน้ำหนักก่อนให้โคกิน และปริมาณอาหารที่เหลือทุกครั้งในแต่ละวัน จดบันทึกปริมาณอาหารที่เหลือ และนำไปคำนวณหาปริมาณอาหารแต่ละชนิดที่กินได้ในแต่ละวัน

3.2 บันทึกปริมาณการกินได้ของพืชอาหารสัตว์ และกระถินสดสับในแต่ละวัน โดยทำการชั่งกระถินสดสับก่อนให้แม่โครีดนมกิน และปริมาณกระถินสดสับที่กินเหลือ นำไปคำนวณหาปริมาณการกินกระถินสดสับในแต่ละวัน และคำนวณหาปริมาณการกินได้ของหญ้ากินนีสีม่วง โดยใช้กรง ขนาด 1 x 1 เมตร ทำการสุ่มครอบลงในแปลงทดลองหญ้ากินนีสีม่วง แปลงย่อยเล็กละ 2 จุด ทำการยึดกรงให้แน่นกับดิน เพื่อป้องกันไม่ให้กรงเคลื่อนที่ และปล่อยแม่โครีดนมเข้าแทะเล็มในแปลง หลังจากปล่อยแม่โครีดนมเข้าแทะเล็มในแปลงย่อยเล็กครบ 3 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในกรงที่มีจะทำการตัดปรับหญ้ากินนีสีม่วง ภายในกรงโดยใช้เคียวตัดให้สูงจากพื้นดิน ประมาณ 10 เซนติเมตร นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงไปชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาปริมาณการกินได้ของแม่โครีดนมที่ปล่อยแทะเล็ม จากนั้นทำการย้ายกรงไปยังแปลงย่อยเล็กถัดไป

$$\frac{(a-b)\,(\log_e c-\log_e b)}{\log_e a-\log_e b}$$

โดย

a = ผลผลิตหญ้าก่อนปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

b = ผลผลิตหญ้าหลังปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

c = ผลผลิตหญ้าในกรงในวันสิ้นสุดการปล่อยแทะเล็ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. สุ่มเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ก่อนการทดลอง

ส่วนที่ 1 นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วง ไปมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 วันนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บใส่ถุงซิป และทำเช่นเดียวกัน ให้ครบทั้ง 15 แปลงทดลอง จากนั้นนำมารวมกัน และทำการสุ่ม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของโภชนะ ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM), เถ้า (ash), โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) และไขมัน (ether extract, EE) ตามวิธีของ AOAC (1985) วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF), เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด(acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970)

ส่วนที่ 2 นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงที่ได้สับให้มีขนาด 1-2 นิ้ว ใส่ลงในถุงซิป ไล่อากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้สนิท นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส รอตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในแปลง จนครบ 15 แปลงทดลอง นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงทั้งหมด มารวมกัน และสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาสารตั้งต้น (precussor) ของกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) ได้แก่ กรดไขมันลิโนเลอิค (linoleic acid, C18:2) และลิโนเลนิก (linolenic acid, C18:3) ที่อยู่ในหญ้ากินนีสีม่วง โดยวิธีการของ O'fallon *et al.* (2007)

5. บันทึกผลผลิตน้ำนมของโคนมทดลองแต่ละตัวทุกวัน วันละ 2 ครั้ง คือ ตอนเช้า และตอนเย็น และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนม ทุกๆสัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง จากถังน้ำนมดิบของโคนมแต่ละตัว ในตอนเย็น และตอนเช้า ของวันถัดไป เก็บครั้งละ 30 มิลลิลิตร นำน้ำนมทั้งหมดเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการรวมน้ำนมที่เก็บได้ในแต่ละตัวรวมกัน ในขวดเก็บน้ำนมขนาด 60 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบน้ำนมในแต่ละสัปดาห์ตลอดการทดลอง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันนม เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมัน ปริมาณน้ำตาลแลคโตส และ เปอร์เซ็นต์โปรตีน โดยใช้เครื่อง Milkoscan ขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) ซึ่งผลผลิตนมของแม่โครีดนมแต่ละตัวจะถูกคำนวณเป็นน้ำนมปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ (4% Fat Corrected Milk = [(0.4 × milk yield) + (15 × % milk fat yield)] (ชวนิศนดากร, 2534) และในวันสุดท้ายก่อนเสร็จสิ้นการทดลอง แบ่งน้ำนมส่วนหนึ่งที่เก็บตอนเช้า-เย็น แบ่งน้ำนมมาประมาณ 30 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดไขมันและปริมาณกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) โดยวิธีการของ O'fallon *et al.* (2007) พร้อมทั้งจดบันทึกปริมาณผลผลิตน้ำนมของโคนมแต่ละตัวทุกวันทั้งตอนเช้า และตอนเย็นตลอดระยะเวลาการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. วันสุดท้ายของการทดลอง จะทำการงดการให้อาหารโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการเก็บตัวอย่างเลือด อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อหาค่าชีวเคมีในเลือดของโคนม ทำการเก็บตัวอย่างเลือด 2 ครั้ง ณ ชั่วโมงที่ 0 (ก่อนการกินอาหาร) และ ชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหารผ่านไปแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (Jugular vein) โดยเก็บตัวอย่างเลือดในหลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็งตัว (EDTA) จากนั้นนำหลอดเก็บเลือดใส่กล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดเอาส่วนที่เป็นพลาสม่า เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณ blood urea nitrogen (BUN) ตามวิธีของ Henry *et al.* (1974) หาปริมาณ blood glucose (BG) ตามวิธีของ Tiffany *et al.* (1972) และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (T_3) ด้วยวิธีการElectrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) ใช้เครื่องมือ Roche Elecsys 1010/2010 และ MODULA ANALYTICS E170 (Elecsys module)

7. ทำการเก็บของเหลวในกระเพาะหมัก (Rumen fluid) ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังจากการกินอาหารให้ได้ปริมาณ 30 มิลลิลิตร (เวลาเดียวกับที่เก็บตัวอย่างเลือด) ในวันสุดท้ายของการทดลอง ของเหลวที่ได้จะทำการวัดความเป็นกรด–ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter (HANNAinstruments HI 8424 microcomputer) จากนั้นนำของเหลวมาเติมกรดไฮโดรคลอริก (1M H_2SO_4) เพื่อเก็บรักษาและเพื่อหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ในอัตราส่วนของเหลวจากกระเพาะหมัก 10 ส่วน ต่อ 1 M H_2SO_4 1 ส่วน) ก่อนนำไปเหวี่ยง (centrifuge) จนใส ด้วยความเร็ว 3,000 รอบ นาน 15 นาที เก็บเอาส่วนใส (supernatant) ไปแช่แข็งที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมวิเคราะห์หากรดไขมันระเหยได้ (Volatile Fatty Acid; VFA) โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี หรือจีซี (gas chromatography; GC) ตามวิธีของ Fenner and Elliot (1963) และวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen; NH_3-N) ของของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยวิธีการกลั่นด้วยเครื่องดิสทิลเลชั่นยูนิค (Distillation Unit) โดยดัดแปลงตามวิธีของ Samuel *et al*. (1997)

4. สถานที่ทำการวิจัย

1. คอกโคนมอินทรีย์ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวันครราชสีมา

4. ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

5. ห้องปฏิบัติการวิจัย ด้วยเทคนิค Chromatography หน่วยวิเคราะห์วิจัยพฤกษเคมี ฝ่ายปฏิบัติการวิจัย และเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6. ห้องปฏิบัติการ บริษัทโปรแลป จำกัด กรุงเทพฯ

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบน้ำนม กรดไขมันในน้ำนม ค่าชีวเคมีของเลือด กรดไขมันที่ระเหยได้ของเหลวในกระเพาะหมัก ด้วยวิธี T-test

6.ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ เริ่มตั้งแต่วันที่ 17 กรกฎาคม 2554 สิ้นสุดการทดลองในวันที่วันที่ 30 สิงหาคม 2554 (รวมระยะเวลา 45 วัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 4 การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ 2 ชนิด ต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์

1.1.1 กรงขนาด 1x1x1.5 เมตร
1.1.2 กรอบสุ่มขนาด 50x50 เซนติเมตร
1.1.3 เคียวหรือกรรไกร
1.1.4 ตาชั่งสำหรับชั่งหญ้า
1.1.5 ถุงซิปใส่ตัวอย่างหญ้า

1.2. อุปกรณ์สำหรับดูดของเหลวจากกระเพาะรูเมน

1.2.1 .สายยางสำหรับดูดน้ำจากกระเพาะหมัก
1.2.2 ปั๊มลมสำหรับดูดของเหลวจากกระเพาะหมัก (Suction)
1.2.3 ขวดรูปชมพู่ที่มีท่อดูด (Suction Flask) พร้อมจุกยางที่มีสายแยก
1.2.4 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 1 M
1.2.5 กระบอกตวง
1.2.6 ถุงมือยาง
1.2.7 เครื่องวัดความเป็น กรด-ด่าง
1.2.8 ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ ลบ 10-20 องศาเซลเซียส สำหรับแช่ตัวอย่างก่อนส่งห้องปฏิบัติการ

1.3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเลือด

1.3.1 หลอดฉีดยาขนาด 20 ซีซี
1.3.2 เข็มฉีดยา เบอร์ 20
1.3.3 แอลกอฮอร์
1.3.4 สำลี
1.3.5 หลอดเก็บเลือดสำหรับหาค่า BG, BUN และ T_3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.6 หลอดเก็บเลือดชนิดเคลือบโซเดียมคลอไรด์ สำหรับหา BG

1.3.7 กล่องโฟมใส่น้ำแข็ง สำหรับใส่หลอดเก็บตัวอย่างเลือด ก่อนส่งห้องปฏิบัติการ

1.4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำนม

1.4.1 ขวดพร้อมฝาปิด ขนาด 30 ซีซี

1.4.2 ขวดพร้อมฝาปิด ขนาด 60 ซีซี

1.4.3 กระบวย สำหรับตักน้ำนม

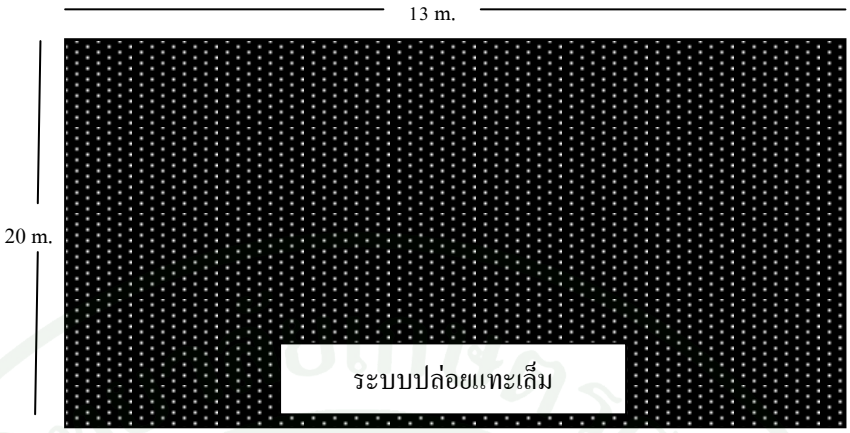
1.4.4 กระติกน้ำสำหรับใส่น้ำแข็ง เตรียมไว้แช่ตัวอย่างน้ำนม

2. วิธีการ

1. การจัดการแปลงหญ้าอาหารสัตว์

1.1 ใช้แปลงหญ้ากินนีสีม่วงทั้งหมด 5 ไร่ โดยทำการแบ่งแปลงออกเป็น 15 แปลงย่อย ให้มีขนาดพื้นที่แปลงย่อยละ 13 x 20 เมตร ทำการปล่อยโคนมเข้าแทะเล็ม ตลอด 24 ชั่วโมง (ยกเว้นช่วงรีดนม) ระยะเวลาการปล่อยแทะเล็ม 3 วัน และแปลงย่อยเล็กแต่ละแปลงจะถูกกั้นด้วยลวดไฟฟ้า (electric fence) เพื่อควบคุมไม่ให้แม่โครีดนมที่ปล่อยแทะเล็มออกจากแปลงทดลอง ทำการปล่อยกระแสไฟฟ้าที่ระดับ 10-15 วัตต์ หลังจากครบกำหนดที่ปล่อยโคนมเข้าแทะเล็ม จะทำการตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายเหวี่ยง เพื่อให้ขนาดของหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงสม่ำเสมอกัน และทำการย้ายแม่โครีดนมไปยังแปลงหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงย่อยเล็กถัดไป และในการจัดระบบน้ำไม่มีระบบน้ำชลประทาน อาศัยน้ำที่เกิดจากฝนตกตามธรรมชาติ ไม่มีการให้ปุ๋ยในแปลง อาศัยมูลและปัสสาวะจากโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 แปลงหญ้าหญ้ากินนีสีม่วง ที่ใช้สำหรับการเลี้ยงโคนมปล่อยแทะเล็ม

2. การจัดการปลูกและหมักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ใช้พื้นที่ 8 ไร่ ในการใช้ปลูกข้าวโพด เพื่อจะทำการแปรรูปเป็นข้าวโพดหมักในการทดลอง ณ พื้นที่ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) โดยทำการไถเพื่อปรับพื้นที่ 1 ครั้ง จากนั้นไถคราด 2 ครั้ง และไถพรวน 2 ครั้ง พักดินประมาณ 5 วัน จากนั้นทำการปลูกข้าวโพดโดยใช้รถไถหยอดเมล็ดข้าวโพด ให้มีระยะห่างระหว่างต้นและแถว 30x30 เซนติเมตร โดยให้ปุ๋ยคอกมูลโคเพียงครั้งเดียว ให้น้ำอาทิตย์ละ 3 วัน ในช่วงปลูกระยะแรก จนข้าวโพดอายุ 14 วัน เนื่องจากช่วงของการปลูกข้าวโพดเป็นช่วงหน้าแล้ง (เดือน เมษายน 2554) และเมื่อต้นข้าวโพดเริ่มตั้งตัวได้ ลดการให้น้ำเหลืออาทิตย์ละ 2 วัน จนกระทั่งต้นข้าวโพดอายุได้ 60 วัน จากนั้นทำการตัดต้นข้าวโพด หลังการเก็บเกี่ยวทันที โดยตัดให้สูงจากพื้นประมาณ 10 เซนติเมตร สับทั้งต้นโดยใช้เครื่องสับ ให้มีขนาดประมาณ 1-3 เซนติเมตร จากนั้นทำการบรรจุลงในถุงพลาสติกที่ใช้สำหรับการหมัก มัดปากถุงข้าวโพดหมักให้แน่น เก็บไว้ในโรงเรือนระยะเวลาการหมัก 30 วัน และสุ่มเก็บข้าวโพดหมักใส่ถุงพลาสติกซิปปิดให้แน่น เพื่อไม่ให้อากาศเข้าไปได้ นำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ

3. การจัดการสัตว์ทดลอง

ใช้แม่โครีดนม พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่มีระดับสายเลือดประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นแม่โครีดนมระยะกลาง การให้นม (Days in milk; DIM) ให้นมเฉลี่ยประมาณ 10-15 กก./ตัว/วัน แบ่งโคนมออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว รวม 8 ตัว สุ่มโคนม 4 ตัว เข้าแทะเล็มแปลงหญ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กินนีสีม่วงที่อายุหญ้า 45 วัน โดยกำหนดให้เข้าแทะเล็มแบบหมุนเวียน (rotational grazing) ตลอด 24 ชั่วโมง ทั้ง 15 แปลงย่อยๆ ละ 3 วัน รวม ระยะเวลาการทดลอง 45 วัน ทุกๆแปลงย่อยจะมีน้ำให้โคนมกินอย่างเต็มที่ และแม่โครีดนมอีก 4 ตัว ทำการเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ให้กินข้าวโพดหมักอย่างเต็มที่ แม่โครีดนมทุกตัวจะได้รับการปรับตัวก่อนการทดลอง เป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน ระยะเวลาทดลองทั้งหมด 45 วัน

4. กลุ่มการทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 1 ทำการเลี้ยงแม่โครีดนมแบบระบบปล่อยแทะเล็ม (Rotational gazing) ในแปลงย่อยที่แบ่งทั้งหมดได้ 15 แปลงย่อย และทำการปล่อยแม่โครีดนมในแต่ละแปลงย่อยละ 3 วัน ตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด 3 วัน ทำการย้ายแม่โครีดนมไปยังแปลงย่อยใหม่ ระยะเวลาปล่อยแทะเล็ม ในแปลงย่อยละ 3 วัน รวมระยะเวลาในการทดลอง 45 วัน และทำการเสริมด้วยกระถินสดสับ ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยให้กินกระถินสดสับต่อปริมาณการให้น้ำนมในสัดส่วน 1: 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยแบ่งการกินกระถิน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงก่อนการรีดนมเช้า และก่อนการรีดนมบ่าย และในแปลงย่อยจะมีน้ำให้กินอย่างเต็มที่ตลอด 24 ชั่วโมง ตลอดการทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 2 เลี้ยงแม่โครีดนมในคอกปล่อยอิสระ (Loose housing) ในคอกที่มีขนาดพื้นที่ 4x7 เมตร ทำการปล่อยให้แม่โครีดนม ทั้ง 4 ตัว เดินและกินอาหารภายในคอกได้อย่างอิสระ โดยไม่มีการผูก หรือล่ามโซ่ ได้รับข้าวโพดหมักให้กินอย่างเต็มที่ และทำการเสริมด้วยกระถินสดสับ ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยให้กินกระถินสดสับต่อปริมาณการให้น้ำนมในสัดส่วน 1: 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยแบ่งการกินกระถิน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงก่อนการรีดนมเช้า และก่อนการรีดนมบ่าย และภายคอกมีน้ำสะอาดให้โคนมกินอย่างเต็มที่

3. การเก็บข้อมูล (Collection period)

1. ทำการจดบันทึกอุณหภูมิสูงสุด – ต่ำสุด ตั้งแต่เดือน 1 กันยายน 2554 สิ้นสุดการทดลองในเดือน 15 ตุลาคม 2554 (รวมระยะเวลา 45 วัน) ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี และทำการคำนวณค่า THI (Temperature humidity index) ตามวิธีของ Mc Dowell (1972) ดังสมการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$THI = 0.72 (C_{db} + C_{wd}) + 40.6$$

โดย C_{db} = อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้ง (องศาเซลเซียส)

C_{wd} = อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียก (องศาเซลเซียส)

2. ทำการจดบันทึกน้ำหนักโคนมก่อน และหลังการทดลอง โดยการใช้สายรัดรอบอกโคนม

3. ปริมาณการกินได้

3.1 บันทึกปริมาณการกินได้ ในกลุ่มทดลองที่ 2 ในแม่โครีดนมที่เลี้ยงในคอก ให้กินข้าวโพดหมัก และกระถินสดสับทุกวัน ด้วยการชั่งน้ำหนักก่อนให้โคกิน และปริมาณอาหารที่เหลือทุกครั้งในแต่ละวัน จดบันทึกปริมาณอาหารที่เหลือ และนำไปคำนวณหาปริมาณอาหารแต่ละชนิดที่กินได้ในแต่ละวัน

3.2 บันทึกปริมาณการกินได้ของพืชอาหารสัตว์ และกระถินสดสับในแต่ละวัน โดยทำการชั่งกระถินสดสับก่อนให้แม่โครีดนมกิน และปริมาณกระถินสดสับที่กินเหลือ นำไปคำนวณหาปริมาณการกินกระถินสดสับในแต่ละวัน และคำนวณหาปริมาณการกินได้ของหญ้ากินนีสีม่วงโดยทำการเก็บตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในกรงที่มีขนาด 1 x 1 เมตร จากนั้นทำการสุ่มครอบลงในแปลงทดลองหญ้ากินนีสีม่วง แปลงทดลองละ 2 จุด และยึดกรงให้แน่นกับดิน เพื่อป้องกันไม่ให้กรงเคลื่อนที่ และปล่อยแม่โครีดนมเข้าแทะเล็มในแปลงย่อย หลังจากปล่อยแม่โครีดนมเข้าแทะเล็มในแปลงย่อยครบ 3 วัน จะทำการตัดปรับหญ้ากินนีสีม่วง ภายในกรงโดยใช้เคียวตัดให้สูงจากพื้นดิน ประมาณ 10 เซนติเมตร นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงไปชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาปริมาณการกินได้ของแม่โครีดนมที่ปล่อยแทะเล็ม จากนั้นทำการย้ายกรงไปยังแปลงย่อยเล็กถัดไป

ปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่โคกินคำนวณโดยใช้วิธีการของ Chapas (1966)

$$\frac{(a-b)\,(\log_e c-\log_e b)}{\log_e a-\log_e b}$$

โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

a = ผลผลิตหญ้าก่อนปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

b = ผลผลิตหญ้าหลังปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

c = ผลผลิตหญ้าในกรงในวันสิ้นสุดการปล่อยแทะเล็ม

4. สุ่มเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ก่อนการทดลอง

ส่วนที่ 1 นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วง ไปมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 วันนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บใส่ถุงซิป และทำเช่นเดียวกัน ให้ครบทั้ง 15 แปลงทดลอง จากนั้นนำมารวมกัน และทำการสุ่ม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของโภชนะ ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM), เถ้า (ash), โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) และไขมัน (ether extract, EE) ตามวิธีของ AOAC (1985) วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF), เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด(acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970)

ส่วนที่ 2 นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงที่ได้สับให้มีขนาด 1-2 นิ้ว ใส่ลงในถุงซิป ไล่อากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้สนิท นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส รอตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในแปลง จนครบ 15 แปลงทดลอง นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงทั้งหมด มารวมกัน และสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาสารตั้งต้น (precussor) ของกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) ได้แก่ กรดไขมันลิโนเลอิค (linoleic acid, C18:2) และลิโนเลนิก (linolenic acid, C18:3) ที่อยู่ในหญ้ากินนีสีม่วง โดยวิธีการของ O'fallon *et al.* (2007)

5. ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ ข้าวโพดหมัก ที่ใช้ในการทดลอง โดยวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะต่างๆ โดยวิธีของ (เยาวมาลย์, 2523) และ Van Soest (1963) ดังนี้

5.1 พลังงาน (Energy)

5.2 โปรตีน (Protein)

5.3 ปริมาณเยื่อใย (Crude Fiber)

5.4 ปริมาณเถ้า (Ash)

5.5 ความชื้น

5.6 ADF

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.7 NDF

5.8 pH

5.9 WSC

5.10 Lactic acid

5.11 Acetic acid

5.12 Butyric acid

5.13 $NH_3 - N$

5.14 สารตั้งต้น (precussor) ของกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) ได้แก่ กรดไขมันลิโนเลอิค (linoleic acid, C18:2) และลิโนเลนิก (linolenic acid, C18:3) ที่อยู่ในหญ้าหญ้ากินนีสีม่วง และกระถินสดสับ ตั้งแต่ ข้อ 8.1-8.7 และ 9.4 ทำการวิเคราะห์ หญ้าหญ้ากินนีสีม่วง และกระถินสดสับ และตั้งแต่ข้อ 8.1-8.14 วิเคราะห์ข้าวโพดหมัก

6. บันทึกผลผลิตน้ำนมของโคนมทดลองแต่ละตัวทุกวัน วันละ 2 ครั้ง คือ ตอนเช้า และตอนเย็น และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนม ทุกๆสัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง จากถังน้ำนมดิบของโคนมแต่ละตัว ในตอนเย็น และตอนเช้า ของวันถัดไป เก็บครั้งละ 30 มิลลิลิตร นำน้ำนมทั้งหมดเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการรวมน้ำนมที่เก็บได้ในแต่ละตัวรวมกัน ในขวดเก็บน้ำนมขนาด 60 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบน้ำนมในแต่ละสัปดาห์ตลอดการทดลอง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันนม เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมัน ปริมาณน้ำตาลแลคโตส และ เปอร์เซ็นต์โปรตีน โดยใช้เครื่อง Milkoscan ขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) ซึ่งผลผลิตนมของแม่โครีดนมแต่ละตัวจะถูกคำนวณเป็นน้ำนมปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ (4% Fat Corrected Milk = [(0.4 × milk yield) + (15 × % milk fat yield)] (ชวนิศนดากร, 2534) และในวันสุดท้ายก่อนเสร็จสิ้นการทดลอง แบ่งน้ำนมส่วนหนึ่งที่เก็บตอนเช้า-เย็น แบ่งน้ำนมมาประมาณ 30 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดไขมันและปริมาณกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) โดยวิธีการของ O'fallon *et al.* (2007) พร้อมทั้งจดบันทึกปริมาณผลผลิตน้ำนมของโคนมแต่ละตัวทุกวันทั้งตอนเช้า และตอนเย็นตลอดระยะเวลาการทดลอง

7. วันสุดท้ายของการทดลอง จะทำการงดการให้อาหารโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการเก็บตัวอย่างเลือด อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อหาค่าชีวเคมีในเลือดของโคนม ทำการเก็บตัวอย่างเลือด 2 ครั้ง ณ ชั่วโมงที่ 0 (ก่อนการกินอาหาร) และ ชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหารผ่านไปแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (Jugular vein) โดยเก็บตัวอย่างเลือดในหลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็งตัว (EDTA) จากนั้นนำหลอดเก็บเลือดใส่กล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง นำไปปั่นเหวี่ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดเอาส่วนที่เป็นพลาสม่า เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณ blood urea nitrogen (BUN) ตามวิธีของ Henry *et al.* (1974) หาปริมาณ blood glucose (BG) ตามวิธีของ Tiffany *et al.* (1972) และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (T_3) ด้วยวิธีการElectrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) ใช้เครื่องมือ Roche Elecsys 1010/2010 และ MODULA ANALYTICS E170 (Elecsys module)

8. ทำการเก็บของเหลวในกระเพาะหมัก (Rumen fluid) ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังจากการกินอาหารให้ได้ปริมาณ 30 มิลลิลิตร (เวลาเดียวกับที่เก็บตัวอย่างเลือด) ในวันสุดท้ายของการทดลอง ของเหลวที่ได้จะทำการ วัดความเป็นกรด–ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter (HANNAinstruments HI 8424 microcomputer) จากนั้นนำของเหลวมาเติมกรดไฮโดรคลอริก (1M H_2SO_4) เพื่อเก็บรักษาและเพื่อหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ในอัตราส่วนของเหลวจากกระเพาะหมัก 10 ส่วน ต่อ 1 M H_2SO_4 1 ส่วน) ก่อนนำไปเหวี่ยง (centrifuge) จนใส ด้วยความเร็ว 3,000 รอบ นาน 15 นาที เก็บเอาส่วนใส (supernatant) ไปแช่แข็งที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมวิเคราะห์หากรดไขมันระเหยได้ (Volatile Fatty Acid; VFA) โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี หรือจีซี (gas chromatography; GC) ตามวิธีของ Fenner and Elliot (1963) และวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen; NH_3-N) ของของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยวิธีการกลั่นด้วยเครื่องดิสทิลเลชั่นยูนิค (Distillation Unit) โดยดัดแปลงตามวิธีของ Samuel *et al*. (1997)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบน้ำนม กรดไขมันในน้ำนม ค่าชีวเคมีของเลือด กรดไขมันที่ระเหยได้ของเหลวในกระเพาะหมัก ด้วยวิธี T-test

5. สถานที่ทำการวิจัย

1. คอกโคนมอินทรีย์ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวันครราชสีมา

4. ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

5. ห้องปฏิบัติการวิจัย ด้วยเทคนิค Chromatography หน่วยวิเคราะห์วิจัยพฤกษเคมี ฝ่ายปฏิบัติการวิจัย และเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6. ห้องปฏิบัติการ บริษัทโปรแลป จำกัด กรุงเทพฯ

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบน้ำนม กรดไขมันในน้ำนม ค่าชีวเคมีของเลือด กรดไขมันที่ระเหยได้ของเหลวในกระเพาะหมัก ด้วยวิธี T-test

7. ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ เริ่มตั้งแต่เดือน 1 กันยายน 2554 สิ้นสุดการทดลองในเดือน 15 ตุลาคม 2554 (รวมระยะเวลา 45 วัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 5 การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เสริมอาหารข้นต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์

1.1.1 กรงขนาด 1x1x1.5 เมตร
1.1.2 กรอบสุ่มขนาด 50x50 เซนติเมตร
1.1.3 เคียวหรือกรรไกร
1.1.4 ตาชั่งสำหรับชั่งหญ้า
1.1.5 ถุงซิปใส่ตัวอย่างหญ้า

1.2. อุปกรณ์สำหรับดูดของเหลวจากกระเพาะรูเมน

1.2.1 .สายยางสำหรับดูดน้ำจากกระเพาะหมัก
1.2.2 ปั๊มลมสำหรับดูดของเหลวจากกระเพาะหมัก (Suction)
1.2.3 ขวดรูปชมพู่ที่มีท่อดูด (Suction Flask) พร้อมจุกยางที่มีสายแยก
1.2.4 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 1 M
1.2.5 กระบอกตวง
1.2.6 ถุงมือยาง
1.2.7 เครื่องวัดความเป็น กรด-ด่าง
1.2.8 ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ ลบ 10-20 องศาเซลเซียส สำหรับแช่ตัวอย่างก่อนส่งห้องปฏิบัติการ

1.3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเลือด

1.3.1 หลอดฉีดยาขนาด 20 ซีซี
1.3.2 เข็มฉีดยา เบอร์ 20
1.3.3 แอลกอฮอร์
1.3.4 สำลี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3.5 หลอดเก็บเลือดสำหรับหาค่า BG, BUN และ T_3

1.3.6 หลอดเก็บเลือดชนิดเคลือบโซเดียมคลอไรด์ สำหรับหา BG

1.3.7 กล่องโฟมใส่น้ำแข็ง สำหรับใส่หลอดเก็บตัวอย่างเลือด ก่อนส่งห้องปฏิบัติการ

1.4. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำนม

1.4.1 ขวดพร้อมฝาปิด ขนาด 30 ซีซี

1.4.2 ขวดพร้อมฝาปิด ขนาด 60 ซีซี

1.4.3 กระบวย สำหรับตักน้ำนม

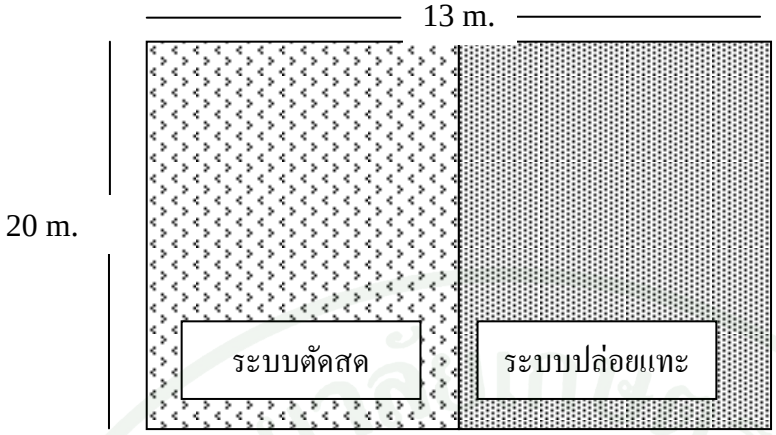
1.4.4 กระติกน้ำสำหรับใส่น้ำแข็ง เตรียมไว้แช่ตัวอย่างน้ำนม

2. วิธีการ

1. การจัดการแปลงหญ้าอาหารสัตว์

1.1 แปลงหญ้ากินนีสีม่วง ณ ฟาร์มโคนมอินทรีย์ จำนวน 5 ไร่ แบ่งแปลงหญ้ากินนีสีม่วง ออกเป็น 15 แปลงย่อย มีขนาดพื้นที่แปลงย่อย 13 x 20 เมตร จากนั้น แบ่งแปลงย่อยแต่ละแปลง ออกเป็น 2 แปลงย่อยเล็ก โดยใช้ลวดไฟฟ้า (electric fence) กั้นระหว่างแปลงย่อยเล็ก โดยแปลงย่อยเล็ก ส่วนแรก สำหรับตัดหญ้ากินนีม่วงสดเลี้ยงโคนมในคอกปล่อยอิสระ และแปลงย่อยเล็กส่วนที่ 2 ทำการปล่อยโคนมเข้าแทะเล็ม ตลอด 24 ชั่วโมง ระยะเวลาการปล่อยแทะเล็ม 3 วัน หลังจากครบกำหนด 3 วัน ทำการย้ายโคนมออกจากแปลงย่อยเล็ก ทำการตัดปรับหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายเหวี่ยง เพื่อให้หญ้ากินนีสีม่วงในแปลงมีความสม่ำเสมอกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 แผนผังการแบ่งแปลงหญ้าหญ้ากินนีสีม่วงที่ใช้สำหรับระบบตัดสดและการเลี้ยงโคนมปล่อยแทะเล็ม

1.2 การสุ่มตัวอย่างและวัดผลผลิตพืช

การวัดปริมาณของพืชอาหารสัตว์ (กิโลกรัมน้ำหนักสด/ไร่) ในแต่ละแปลงย่อย ก่อนทำการปล่อยโคนมเข้าแทะเล็ม สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงย่อย เพื่อคำนวณหาผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงทั้งหมดในแปลง โดยจะใช้กรอบสุ่ม (Quadrant) ขนาด 50 x 50 เซนติเมตร วางลงในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงแปลงละ 5 จุดต่อหนึ่งแปลงย่อย และทำการตัดหญ้ากินนีสีม่วงในกรอบสุ่มให้สูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณหาผลผลิตที่ได้ในแปลงย่อย

2. การจัดสัตว์ทดลองและการปล่อยแทะเล็ม

ใช้แม่โครีดนม พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่มีระดับสายเลือดประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ เป็นแม่โครีดนมระยะกลาง การให้นม (Days in milk; DIM) ให้นมเฉลี่ยประมาณ 10-15 กก./ตัว/วัน แบ่งโคนมออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว รวม 8 ตัว สุ่มโคนม 4 ตัว เข้าแทะเล็มแปลงหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุหญ้า 90 วัน โดยกำหนดให้เข้าแทะเล็มแบบหมุนเวียน (rotational grazing) ตลอด 24 ชั่วโมง ทั้ง 15 แปลงย่อยเล็กๆ ละ 3 วัน รวม ระยะเวลาการทดลอง 45 วัน ทุกๆแปลงย่อยเล็กจะมีน้ำให้โคนมกินอย่างเต็มที่ และแม่โครีดนมอีก 4 ตัว ทำการเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ให้กินหญ้ากินนีสีม่วงตัดสดอย่างเต็มที่ แม่โครีดนมทุกตัวจะได้รับการปรับตัวก่อนการทดลอง เป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน ระยะเวลาทดลองทั้งหมด 45 วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. กลุ่มการทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 1 ทำการเลี้ยงแม่โครีดนมแบบระบบปล่อยแทะเล็ม (Rotational gazing) ในแปลงย่อยเล็กที่แบ่งทั้งหมดได้ 15 แปลงย่อยเล็ก และทำการปล่อยแม่โครีดนมในแต่ละแปลงย่อยเล็กละ 3 วัน ตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด 3 วัน ทำการย้ายแม่โครีดนมไปยังแปลงย่อยเล็กใหม่ ระยะเวลาปล่อยแทะเล็ม ในแปลงย่อยเล็กละ 3 วัน รวมระยะเวลาในการทดลอง 45 วัน และทำการเสริมด้วยกระถินสดสับ ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยให้กินกระถินสดสับต่อปริมาณการให้น้ำนมในสัดส่วน 1: 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยแบ่งการกินกระถิน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงก่อนการรีดนมเช้า และก่อนการรีดนมบ่าย และในแปลงย่อยเล็กจะมีน้ำให้กินอย่างเต็มที่ตลอด 24 ชั่วโมง ตลอดการทดลอง

กลุ่มทดลองที่ 2 เลี้ยงแม่โครีดนมในคอกปล่อยอิสระ (Loose housing) ในคอกที่มีขนาดพื้นที่ 4x7 เมตร ทำการปล่อยให้แม่โครีดนม ทั้ง 4 ตัว เดินและกินอาหารภายในคอกได้อย่างอิสระ โดยไม่มีการผูก หรือล่ามโซ่ ตัดหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงย่อยเล็ก ในแปลงทดลองเดียวกันกับ กลุ่มทดลองที่ 1 ให้กินอย่างเต็มที่ และทำการเสริมด้วยกระถินสดสับ ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ โดยให้กินกระถินสดสับต่อปริมาณการให้น้ำนมในสัดส่วน 1: 2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน โดยแบ่งการกินกระถิน 2 ครั้งต่อวัน ในช่วงก่อนการรีดนมเช้า และก่อนการรีดนมบ่าย และภายคอกมีน้ำสะอาดให้โคนมกินอย่างเต็มที่

3. การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ทางเคมี

1. ทำการจดบันทึกอุณหภูมิในช่วงระยะเวลาทดลอง ตั้งแต่วันที่ 20 ตุลาคม 2554 สิ้นสุดการทดลองวันที่ 3 ธันวาคม2554 (รวมระยะเวลาการทดลอง 45 วัน) ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี และทำการคำนวณค่า THI (Temperature humidity index) ตามวิธีของ Mc Dowell (1972) ดังสมการ

$$THI = 0.72 (C_{db} + C_{wd}) + 40.6$$

โดย C_{db} = อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มแห้ง (องศาเซลเซียส)

C_{wd} = อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียก (องศาเซลเซียส)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ทำการจดบันทึกน้ำหนักโคนมก่อน และหลังการทดลอง โดยการใช้สายรัดรอบอกโคนม

3. ปริมาณการกินได้

3.1 บันทึกปริมาณการกินได้ ในกลุ่มทดลองที่ 2 ในแม่โครีดนมที่เลี้ยงในคอก ให้กินหญ้ากินนีสีม่วงที่ตัดสด และอาหารข้นทุกวัน ด้วยการชั่งน้ำหนักก่อนให้โคกิน และปริมาณอาหารที่เหลือทุกครั้งในแต่ละวัน จดบันทึกปริมาณอาหารที่เหลือ และนำไปคำนวณหาปริมาณอาหารแต่ละชนิดที่กินได้ในแต่ละวัน

3.2 บันทึกปริมาณการกินได้ของพืชอาหารสัตว์ และอาหารข้นที่กินในแต่ละวัน โดยทำการชั่งอาหารข้นก่อนให้แม่โครีดนมกิน และปริมาณอาหารข้นที่กินเหลือ นำไปคำนวณหาปริมาณการกินอาหารข้นในแต่ละวัน และคำนวณหาปริมาณการกินได้ของหญ้ากินนีสีม่วง ที่แม่โครีดนมที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงย่อยเล็ก โดยทำการเก็บตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในกรงที่มีขนาด 1 x 1 เมตร จากนั้นทำการสุ่มครอบลงในแปลงทดลองหญ้ากินนีสีม่วง แปลงทดลองละ 2 จุด และยึดกรงให้แน่นกับดิน เพื่อป้องกันไม่ให้กรงเคลื่อนที่ และปล่อยแม่โครีดนมเข้าแทะเล็มในแปลง หลังจากปล่อยแม่โครีดนมเข้าแทะเล็มในแปลงย่อยเล็กครบ 3 วัน จะทำการตัดปรับหญ้ากินนีสีม่วง ภายในกรงโดยใช้เคียวตัดให้สูงจากพื้นดิน ประมาณ 10 เซนติเมตร นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงไปชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาปริมาณการกินได้ของแม่โครีดนมที่ปล่อยแทะเล็ม จากนั้นทำการย้ายกรงไปยังแปลงย่อยเล็กถัดไป

ปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่โคกินคำนวณโดยใช้วิธีการของ Chapas (1966)

$$\frac{(a-b)\,(\log_c c-\log_c b)}{\log_c a-\log_c b}$$

โดย

a = ผลผลิตหญ้าก่อนปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

b = ผลผลิตหญ้าหลังปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม

c = ผลผลิตหญ้าในกรงในวันสิ้นสุดการปล่อยแทะเล็ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. สุ่มเก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ก่อนการทดลอง

ส่วนที่ 1 นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วง ไปมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 วันนำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร เก็บใส่ถุงซิป และทำเช่นเดียวกัน ให้ครบทั้ง 15 แปลงทดลอง จากนั้นนำมารวมกัน และทำการสุ่ม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของโภชนะ ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM), เถ้า (ash), โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) และไขมัน (ether extract, EE) ตามวิธีของ AOAC (1985) วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber, NDF), เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด(acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Goering and Van Soest (1970)

ส่วนที่ 2 นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงที่ได้สับให้มีขนาด 1-2 นิ้ว ใส่ลงในถุงซิป ไล่อากาศออกให้หมด ปิดปากถุงให้สนิท น้ำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส รอตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงในแปลง จนครบ 15 แปลงทดลอง นำตัวอย่างหญ้ากินนีสีม่วงทั้งหมด มารวมกัน และสุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์หาสารตั้งต้น (precussor) ของกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) ได้แก่ กรดไขมันลิโนเลอิค (linoleic acid, C18:2) และลิโนเลนิก (linolenic acid, C18:3) ที่อยู่ในหญ้ากินนีสีม่วง โดยวิธีการของ O'fallon *et al.* (2007)

5. บันทึกผลผลิตน้ำนมของโคนมทดลองแต่ละตัวทุกวัน วันละ 2 ครั้ง คือ ตอนเช้า และตอนเย็น และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนม ทุกๆสัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง จากถังน้ำนมดิบของโคนมแต่ละตัว ในตอนเย็น และตอนเช้า ของวันถัดไป เก็บครั้งละ 30 มิลลิลิตร นำน้ำนมทั้งหมดเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการรวมน้ำนมที่เก็บได้ในแต่ละตัวรวมกัน ในขวดเก็บน้ำนมขนาด 60 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบน้ำนม ในแต่ละสัปดาห์ ตลอดการทดลอง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันนม เปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมัน ปริมาณน้ำตาลแลคโตส และ เปอร์เซ็นต์โปรตีน โดยใช้เครื่อง Milkoscan ขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) ซึ่งผลผลิตนมของแม่โครีดนมแต่ละตัวจะถูกคำนวณเป็นน้ำนมปรับไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ (4% Fat Corrected Milk = [(0.4 × milk yield) + (15 × % milk fat yield)] (ชวนิศนดากร, 2534) และในวันสุดท้ายก่อนเสร็จสิ้นการทดลอง แบ่งน้ำนมส่วนหนึ่งที่เก็บตอนเช้า-เย็น แบ่งน้ำนมมาประมาณ 30 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หากรดไขมันและปริมาณกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid, CLA) โดยวิธีการของ O'fallon *et al.* (2007) พร้อมทั้งจดบันทึกปริมาณผลผลิตน้ำนมของโคนมแต่ละตัวทุกวันทั้งตอนเช้า และตอนเย็นตลอดระยะเวลาการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. วันสุดท้ายของการทดลอง จะทำการงดการให้อาหารโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการเก็บตัวอย่างเลือด อย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อหาค่าชีวเคมีในเลือดของโคนม ทำการเก็บตัวอย่างเลือด 2 ครั้ง ณ ชั่วโมงที่ 0 (ก่อนการกินอาหาร) และ ชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหารผ่านไปแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (Jugular vein) โดยเก็บตัวอย่างเลือดในหลอดที่ใส่สารกันเลือดแข็งตัว (EDTA) จากนั้นนำหลอดเก็บเลือดใส่กล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ดูดเอาส่วนที่เป็นพลาสม่า เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณ blood urea nitrogen (BUN) ตามวิธีของ Henry *et al.* (1974) หาปริมาณ blood glucose (BG) ตามวิธีของ Tiffany *et al.* (1972) และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (T_3) ด้วยวิธีการElectrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) ใช้เครื่องมือ Roche Elecsys 1010/2010 และ MODULA ANALYTICS E170 (Elecsys module)

7. ทำการเก็บของเหลวในกระเพาะหมัก (Rumen fluid) ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังจากการกินอาหารให้ได้ปริมาณ 30 มิลลิลิตร (เวลาเดียวกับที่เก็บตัวอย่างเลือด) ในวันสุดท้ายของการทดลอง ของเหลวที่ได้จะทำการวัดความเป็นกรด–ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter (HANNAinstruments HI 8424 microcomputer) จากนั้นนำของเหลวมาเติมกรดไฮโดรคลอริก (1M H_2SO_4) เพื่อเก็บรักษาและเพื่อหยุดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (ในอัตราส่วนของเหลวจากกระเพาะหมัก 10 ส่วน ต่อ 1 M H_2SO_4 1 ส่วน) ก่อนนำไปเหวี่ยง (centrifuge) จนใส ด้วยความเร็ว 3,000 รอบ นาน 15 นาที เก็บเอาส่วนใส (supernatant) ไปแช่แข็งที่อุณหภูมิลบ 20 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมวิเคราะห์หากรดไขมันระเหยได้ (Volatile Fatty Acid; VFA) โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี หรือจีซี (gas chromatography; GC) ตามวิธีของ Fenner and Elliot (1963) และวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen; NH_3-N) ของของเหลวจากกระเพาะหมัก โดยวิธีการกลั่นด้วยเครื่องดิสทิลเลชั่นยูนิค (Distillation Unit) โดยดัดแปลงตามวิธีของ Samuel *et al*. (1997)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบน้ำนม กรดไขมันในน้ำนม ค่าชีวเคมีของเลือด กรดไขมันที่ระเหยได้ของเหลวในกระเพาะหมัก ด้วยวิธี T-test

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. สถานที่ทำการวิจัย

1. คอกโคนมอินทรีย์ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

3. ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวันครราชสีมา

4. ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

5. ห้องปฏิบัติการวิจัย ด้วยเทคนิค Chromatography หน่วยวิเคราะห์วิจัยพฤกษเคมี ฝ่ายปฏิบัติการวิจัย และเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

6. ห้องปฏิบัติการ บริษัทโปรแลป จำกัด กรุงเทพฯ

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบน้ำนม กรดไขมันในน้ำนม ค่าชีวเคมีของเลือด กรดไขมันที่ระเหยได้ของเหลวในกระเพาะหมัก ด้วยวิธี T-test

7.ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองครั้งนี้ เริ่มทำการทดลอง ตั้งแต่วันที่ 20 ตุลาคม 2554 สิ้นสุดการทดลองวันที่ 3 ธันวาคม2554 (รวมระยะเวลาการทดลอง 45 วัน)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การใช้ปุ๋ยคอกมูลโคระดับต่างกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี ของหญ้ากินนีสีม่วง

1. ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิต่ำสุด และสูงสุด ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) ระหว่างการทดลองตั้งแต่เดือน มีนาคม 2554 ถึงเดือน ธันวาคม 2554 รวมระยะเวลา 10 เดือน พบว่า ปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 0.14-14.29 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6 และภาพที่ 10) อุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่าง 32.2-37.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 14.34-34.50 องศาเซลเซียส โดยปริมาณฝนจะเริ่มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งสูงที่สุดในเดือนกันยายน จึงเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่อง จนสิ้นสุดการทดลองในเดือนธันวาคม 2554 ซึ่งความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ทำการศึกษานั้น จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้า ทำให้ผลผลิตของหญ้าแตกต่างกันไปตามปริมาณน้ำฝน ฉะนั้นโดยทั่วไปแล้วผลผลิตของพืชอาหารสัตว์หรือทุ่งหญ้าจะผันแปรไปตามปริมาณฝน ซึ่งในฤดูแล้งผลผลิตของพืชอาหารสัตว์จะต่ำที่สุด (สมพล และคณะ, 2542)

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในช่วงการทดลอง

Month	Rainfalls	Temperatures (C^o)	
2554	(mm.)	High	Low
March	0.28	37.2	17.0
April	2.66	36.2	13.0
May	7.35	35.8	15.2
June	4.14	36.6	14.0
July	10.55	34.6	14.4
August	4.94	33.6	14.8
September	14.29	32.4	15.0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Month	Rainfalls	Temperatures (C^o)	
2554	(mm.)	High	Low
October	7.87	33.0	14.0
November	0.14	33.4	13.0
December	0	32.2	13.0
Ave. temp.	-	34.5	14.34

กราฟแสดงปริมาณน้ำฝน ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) ระหว่างการทดลองตั้งแต่เดือน มีนาคม 2554 ถึงเดือน ธันวาคม 2554 รวมระยะเวลา 10 เดือน พบว่าปริมาณน้ำฝน 0.14-14.29 มิลลิเมตร

2. คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยคอกมูลโค

องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยคอกมูลโคที่ได้จากฟาร์มอินทรีย์ ในการทดลองที่ 7 พบว่าคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยคอกมูลโค เฉลี่ยค่า pH, O.M, %, Total N, Total P และ Total K เท่ากับ 9.34, 10.91, 0.67, 0.39 และ 1.67 % ตามลำดับ (ตารางที่ 7) และคำนวณปริมาณค่า ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม (N: P: K) ต่อการใส่ปริมาณปุ๋ยคอกมูลโค ที่ระดับ 1, 2 และ 3 ตันต่อไร่ ในแต่ละกลุ่มทดลอง พบว่า ระดับ N เท่ากับ 6.70, 13.40 และ 20.10 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ปริมาณ Total P มีค่าเท่ากับ 3.90, 7.80 และ 11.70 กก.ไนโตรเจน/ไร่ และปริมาณ Total K มีค่าเท่ากับ 16.70, 33.40 และ 50.10 กิโลกรัมไนโตรเจน/ไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 7 คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยคอกมูลโคที่ใช้ในการทดลอง

Replication	pH (1:1)	OM (%)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
1	9.40	11.50	0.7	0.4	1.5
2	9.35	10.58	0.65	0.4	1.7
3	9.27	10.65	0.67	0.38	1.8
Average	9.34	10.91	0.67	0.39	1.67

O.M = Organic matter, N = Nitrogen, P = Phosphorus, K = Potassium

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยคอกมูลโคที่ใช้ในการทดลอง พบว่า มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทางวิชาการ**ปุ๋ยอินทรีย์ (Q)** ตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548 ที่กำหนดเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ โดยปริมาณอินทรียวัตถุไม่น้อยกว่า 30 % โดยน้ำหนัก ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) 5.5-8.5, Total N ไม่น้อยกว่า 1.0 % โดยน้ำหนัก, Total P ไม่น้อยกว่า 0.5 % โดยน้ำหนัก และ Total K ไม่น้อยกว่า 0.5 % โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยคอกจะแตกต่างกันไปตาม ชนิด อายุ สุขภาพของสัตว์ และการเก็บรักษาและการจัดการ (ศุภมาศ, 2527ก; แววตาและคณะ, 2532; Faassen and Dijk, 1987) ซึ่งปุ๋ยคอกมูลโคที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ เป็นปุ๋ยคอกที่เก็บรวบรวมไว้โดยกองทับถมกันมาเป็นระยะเวลานาน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารบางส่วนที่จำเป็นต่อการใช้ประโยชน์ของพืชอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตามคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอก แม้ว่าจะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ และจะค่อยๆสลายตัวปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชอย่างช้าๆ (Levi-Minzi *et al*., 1986) ซึ่งในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยคอก ลงไปในดินจะต้องรอให้ปุ๋ยมีการสลายตัวก่อน จึงจะปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืชได้ (Chrn and Avnimelech, 1986)

อนึ่งการนำปุ๋ยคอกสด มาใช้บำรุงดิน และปลูกพืชในทันทีอาจทำให้พืชขาดไนโตรเจนในระยะต้นได้ แต่ถ้าทิ้งมูลสัตว์ไว้ประมาณ 3 เดือน จะมีผลให้ค่าปฏิกิริยาดิน น้ำหนักแห้ง ปริมาณอินทรียวัตถุ ความจุแลกเปลี่ยน แคตไอออนและแคลเซียมคาร์บอเนตเพิ่มขึ้นมากกกว่าปุ๋ยคอกสด แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บรักษาปุ๋ยคอก ถ้าเก็บในที่ร่ม และมีผ้าคลุมปิดให้มิดชิดปุ๋ยคอกก็จะไม่มีการสูญเสียธาตุอาหารเร็ว ดังนั้นปุ๋ยคอกใหม่จะให้ปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยคอกเก่าที่เก็บนาน (วุฒิพงษ์, 2540)

3. คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง

การเก็บตัวอย่างดินในแปลงหญ้ากินนีสีม่วง เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนที่จะใส่ปุ๋ยคอกมูลโค 4 ระดับ คือ T1, T2, T3 และ T4 (ตารางที่ 8) ผลปรากฏว่าค่าอินทรียวัตถุ (OM) ในดินที่ความลึก 2 ระดับคือ ดินความลึก 0-30 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน ทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง คือ 2.87, 3.76, 3.5 และ 3.45 และดิน ความลึก 30–60 เซนติเมตร เท่ากับ 2.18, 1.75, 1.63 และ 2.73 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 คุณสมบัติของดินก่อนทดลอง ที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคระดับต่างกัน

Item	ความลึกดิน 0-30 เซนติเมตร				MSE	P-value
	T1	T2	T3	T4		
O.M (%)	2.87	3.76	3.5	3.45	0.48	0.49
N (%)	0.23	0.25	0.29	0.32	0.07	0.06
ความลึกดิน 30-60 เซนติเมตร						
O.M (%)	2.18	1.75	1.63	2.73	0.43	0.17
N (%)	0.16	0.11	0.12	0.17	0.53	0.12

MSE = Mean Square Error

อินทรียวัตถุมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดินต่าง ๆ ได้แก่ ช่วยลดการทำให้ดินแน่นโดยเม็ดฝน ทำให้ดินจับตัวเป็นก้อน ทำให้มีช่องว่างในดินมากขึ้น ทำให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น ช่วยดูดยึดธาตุอาหารไว้ในดิน ทำให้ดินระบายอากาศดีขึ้น ให้ธาตุอาหารแก่พืช ช่วยทำให้ธาตุอาหารพืชในดินละลายออกมาดีขึ้น และช่วยยับยั้งการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของดินอย่างรวดเร็ว (สมศักดิ์, 2526) และปริมาณของ Total N ดินที่ความลึก 2 ระดับ 0-30 เซนติเมตร 0.23, 0.25, 0.29 และ0.32 เปอร์เซ็นต์ และความลึกดิน 30–60 เซนติเมตร เท่ากับ 0.16, 0.11, 0.12 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารพืชที่มีหน้าที่สำคัญในกระบวนการ เมตาบอลิซึมของพืช เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิล และเอนไซด์บางชนิดเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาของเซลล์และเนื้อเยื่อที่มีชีวิต ทำให้พืชมีสีเขียวและมีความแข็งแรง ปรับปรุงคุณภาพใบของพืชผัก และโปรตีนในธัญพืช (วิจิตร, 2552)

4. คุณสมบัติของดินเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง

คุณสมบัติของดินเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ที่ได้รับปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับแตกต่างกัน (ตารางที่ 9) ระดับความลึกดิน 0-30 เซนติเมตร พบว่าระดับค่า pH อยู่ที่ 6.57, 6.57, 6.5 และ 6.8 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ และเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชซึ่งดินใกล้ความเป็นกลาง ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี (คณาจารย์คณะปฐพีวิทยา, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 คุณสมบัติของดินเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองที่ระดับความลึกดิน 0-30 เซนติเมตร

Item	ความลึกดิน 0-30 เซนติเมตร				MSE	P-value
	T1	T2	T3	T4		
pH	6.57	6.57	6.5	6.8	0.15	0.79
O.M (%)	2.24	4.39	4.42	4.56	24.25	0.89
Total N (%)	0.27	0.32	0.31	0.32	0.23	0.46
Available P (ppm)	0.84 ^{B}	1.00 ^{B}	1.12 ^{B}	3.25 ^{A}	0.28	0.01
Available K (ppm)	56.85	65.80	64.88	64.77	51.94	0.44

MSE = Mean Square Error

^{ABC}ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P <0.01)

ค่า OM ในดิน เท่ากับ2.24, 4.39, 4.42 และ 4.56 เปอร์เซ็นต์, Total N 0.27, 0.32, 0.31 และ 0.32 เปอร์เซ็นต์, ฟอสฟอรัสรูปที่เป็นประโยชน์ (Available P) 0.84, 1.00, 1.12 และ 3.25 พีพีเอ็ม ตามลำดับ โพแทสเซียมรูปที่เป็นประโยชน์ (Available K) 56.85, 65.80, 64.88 และ 64.77 พีพีเอ็ม ตามลำดับ

คุณสมบัติของดินคุณสมบัติของดินเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองที่ได้รับปุ๋ยคอกมูลโค ที่ระดับต่างกัน (ตารางที่ 10) ความลึกดิน 30-60 เซนติเมตร พบว่าระดับค่า pH อยู่ที่ 7.13, 6.83, 6.4 และ 6.73 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ค่าอินทรียวัตถุในดิน 2.0, 2.20, 2.63 และ 2.21 %, Total N 0.15, 0.22, 0.21 และ 0.21 %, ฟอสฟอรัสรูปที่เป็นประโยชน์ 0.41, 0.33, 0.29 และ 0.88 พีพีเอ็ม ตามลำดับ โพแทสเซียมรูปที่เป็นประโยชน์ 46.06, 46.83, 49.96 และ 41.19 พีพีเอ็ม ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 คุณสมบัติของดินเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองที่ระดับความลึกดิน 30-60 เซนติเมตร

Item	ความลึกดิน 30-60 เซนติเมตร				MSE	P-value
	T1	T2	T3	T4		
pH	7.13	6.83	6.4	6.73	0.09	0.09
O.M (%)	2.00	2.20	2.60	2.20	33.10	0.64
Total N (%)	0.10	0.22	0.21	0.21	0.18	0.26
Available P (ppm)	0.15 ^{B}	0.33 ^{B}	0.29 ^{B}	0.88 ^{A}	0.30	0.01
Available K (ppm)	46.06	46.83	49.96	41.19	37.82	0.42

MSE = Mean Square Error

^{ABC}ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

จากผลการนำดินในแปลงหญ้ากินนีสีม่วง ไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบของดินหลังการใส่ปุ๋ยตามในกลุ่มทดลอง T2, T3 และT4 พบว่า ค่าของ OM และ total N ของดินที่ 0-30 และ 30-60 เซนติเมตร มีปริมาณเพิ่มขึ้น หลังจกการใส่ปุ๋ยคอกมูลโค แต่ในแปลงทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (T1) พบว่าค่าของ OM และ total N ของดิน มีแนวโน้มขึ้นมา แต่มีปริมาณน้อย และระดับค่า pH ของดินเก็บความลึก 2 ระดับในแปลงทดลอง ที่เหมาะกับการเพาะปลูกคือ อยู่ที่ระดับ 6.6–7.3 อย่างไรก็ตาม ค่า Total N ในดินทั้งสอง ระดับอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ 1.5–3 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมกับการเพาะปลูก ทั้งนี้เนื่องจากดินแต่ละชนิดมีปริมาณไนโตรเจน (Kjeldahlnitogen หรือ NH_4-N) ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่แต่ละพื้นที่ ที่ได้รับการดูแลเอาใจใส่ ในการให้น้ำ และปุ๋ย ยกตัวอย่างในชุดดินปากช่อง พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนอยู่ที่ระหว่าง 2.0-2.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณความต้องการไนโตรเจนของพืชแต่ละชนิดก็แตกต่างกันไป ส่วนค่าอินทรียวัตถุ, ฟอสฟอรัสรูปที่เป็นประโยชน์ และ โพแทสเซียมรูปที่เป็นประโยชน์ โดยเฉลี่ยต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการเพาะปลูก ซึ่งค่าระดับมาตรฐานที่เหมาะสมของ อินทรียวัตถุไม่ควรต่ำกว่า 1.5 %, ฟอสฟอรัสรูปที่เป็นประโยชน์ ไม่ควรต่ำกว่า 10 พีพีเอ็ม และ โพแทสเซียมรูปที่เป็นประโยชน์ ไม่ควรต่ำกว่า 60 พีพีเอ็ม

ในการปรับปรุงดินโดยการใช้ปุ๋ยกับพืชนั้นจำเป็นจะต้องทราบหรือประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินก่อนดินสำหรับการปลูกพืช เพื่อให้ทราบว่าดินในพื้นที่ มีความอุดมสมบูรณ์ของดินขึ้นอยู่กับข้อมูลของดินได้แก่ สภาพทางเคมีกายภาพจุลินทรีย์ดิน และระดับธาตุอาหารพืชสภาพทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เคมีของดินโดยเฉพาะความเป็นกรดเป็นด่าง สภาวะและปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเป็นข้อมูลที่ควรทราบเป็นอย่างยิ่งทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงดินหรือการใช้สารเคมี สภาพทางเคมีของดินช่วยให้ทราบถึงศักยภาพการผลิตของพืชได้ทำให้ทราบถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินว่าอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง หรือสูง การใช้ค่าวิเคราะห์ดินจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงผลผลิตของพืชโดยการใช้ปุ๋ย (สุวพันธ์, 2542) ในระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและธาตุอาหารพืชในดินสำหรับถั่วลิสงมี 3 ระดับด้วยกัน คือระดับต่ำ หมายถึง ต้องปรับปรุงแก้ไข ระดับปานกลาง หมายถึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงดินหรือให้ธาตุอาหาร และระดับสูง หมายถึง ดินมีธาตุอาหารต่างๆสูง คาดว่าจะให้ผลผลิตสูง ถ้าปัจจัยอื่นๆเหมาะสม (สุวพันธ์และเสถียร, 2536)

5. องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยระดับต่างกัน

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ย 0, 1, 2 และ 3 ตัน/ไร่ ซึ่งทั้ง 4 กลุ่มทดลอง ทำการตัดหญ้าทุกๆ 30 วัน พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง โดยเฉพาะ CP (โปรตีนรวม) มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 7.69 – 9.88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพ เพราะระดับ CP สูงกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพ (กรมปศุสัตว์, 2540) พบว่า แปลงหญ้ากินนีสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับ 3 ตัน/ไร่ มีปริมาณ CP มากที่สุด (ตารางที่ 12) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P< 0.01$) ซึ่งผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงจะเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่ใช้ และการใส่ปุ๋ยคอก 3 ตัน/ไร่ ทำให้ผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงเพิ่มขึ้น (ชิต และคณะ, 2539) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการที่ดินในแปลงทดลองได้รับปุ๋ยคอกมูลโค ซึ่งจะเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงของระดับ OM และ total N (ตารางที่ 11 และ 12) ซึ่งคุณสมบัติของปุ๋ยคอก จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้น และช่วยเพิ่มผลผลิตพืชอาหารสัตว์ รวมทั้งช่วยกักเก็บคาร์บอนในดินมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี (Smith *et al*., 1997; Pholsen *et al*., 2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 30 วัน ที่ใส่ปุ๋ยระดับต่างกัน (%, on dry matter basis)

Item (%)	T1	T2	T3	T4	MSE	P-value
DM	29.24	32.21	28.46	28.17	13.67	0.55
CP	7.69^{B}	8.19^{B}	8.29^{B}	9.88^{A}	0.27	0.01
EE	1.05	1.14	1.38	1.47	0.06	0.19
Ash	9.11	8.26	8.83	8.68	0.53	0.57
ADF	46.87	45.92	45.23	42.83	8.62	0.34
NDF	76.36	75.76	75.70	73.28	5.25	0.42

MSE = Mean Square Error

^{ABC}ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

DM = Dry matter, CP=Crude protein, NDF=Neutral detergent fiber, ADF=Acid detergent fiber, EE = Ether Extract

6. จำนวนหน่อของหญ้ากินนีสีม่วง

ในการทดลองทั้ง 4 กลุ่มทดลอง (ตารางที่ 12) จำนวนหน่อที่แตกกอออกมา ทั้ง 4 กลุ่มทดลอง มีปริมาณหน่อ เฉลี่ยรวมใกล้เคียงกัน ตั้งแต่เดือน มีนาคม ถึงเดือน ธันวาคม 2554 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิต แต่พบว่าในช่วงเดือน ตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม 2554 และกลุ่มทดลองที่ให้ปุ๋ยคอกมูลโคที่ 3 ตัน/ไร่ มีแนวโน้มจำนวนหน่อมากกว่า ทั้ง 3 กลุ่มทดลอง จากตารางที่ 12 พบว่า ซึ่งพบว่าจำนวนหน่อ ลดจำนวนน้อยลงในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนหน่อลดลงตั้งแต่เดือนตุลาคม จนถึงเดือนธันวาคม ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการ ปริมาณน้ำฝนลดลง (ตารางที่ 6)

การแตกหน่อจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าผลผลิตอาหารสัตว์จะมากหรือน้อย เพราะการแตกหน่อจะคือ ช่วยให้หญ้าสามารถสร้างใบใหม่ได้มากขึ้น และเพียงพอต่อการสังเคราะห์แสง (สายัณห์, 2540; Pakiding และ Hirata, 2001) นอกจากนี้ การแตกหน่อ สามารถเจริญเติบโตเป็นลำต้น และใบ ถ้าพบว่ามีจำนวนหน่อของหญ้ากินนีสีม่วงมีมาก ผลผลิตที่ได้จากหญ้ากินนีสีม่วงก็จะสูงตามไปด้วย ซึ่งการแตกหน่อของหญ้า มีความสำคัญอย่างมาก ต่อผลผลิต และการเจริญเติบโตขึ้นมาอีกครั้งของหญ้าอาหารสัตว์ การแตกหน่อเป็นการทดแทนหน่อที่ตายไป ทำให้ยังคงมีต้นหญ้าที่จะผลิตหน่อให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพิ่มขึ้นมาใหม่ ทำให้หญ้าแผ่ขยายได้เต็มที่ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผลผลิตของหญ้าต่อหน่วยพื้นที่ยังคงสูงอยู่ต่อไปได้ (สายัณห์, 2540)

ตารางที่ 12 การตอบสนองจำนวนหน่อของหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 30 วัน ต่อการใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน

Month	Tiller/m^2				MSE	P-value
2554	T1	T2	T3	T4		
April	7	7	8	7	0.33	0.27
May	8	7	7	7	0.33	0.16
June	8	8	9	9	0.67	0.59
July	8	8	8	9	0.25	0.36
August	8	8	9	8	0.08	0.05
September	8	9	9	8	0.17	0.07
October	8^{B}	9^{A}	9^{A}	9^{A}	0.14	0.01
November	5^{C}	5^{B}	6^{A}	7^{AB}	0.08	0.01
December	1^{B}	2^{A}	2^{A}	3^{A}	0.07	0.01
Averg of Tiller	6	7	7	8	0.83	0.91

MSE = Mean Square Error

^{ABC}ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

7. สัดส่วนใบต่อลำต้น (Leaf to stem ratio)

สัดส่วนใบต่อลำต้นของหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 30 วัน ต่อการตอบสนองปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกันทั้ง 4 กลุ่มทดลอง เฉลี่ยสัดส่วนใบต่อลำต้นตลอดการทดลอง พบว่า กลุ่มที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโค (T4) ที่ระดับ 3 ตัน/ไร่ ให้สัดส่วนใบต่อลำต้นสูงที่สุด (ตารางที่ 13) ตั้งแต่เดือน เมษายน ถึง ธันวาคม 2554 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยใบของ 4 กลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอกมูลโค พบว่า สัดส่วนใบต่อลำต้นน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจาก จำนวนหน่อ (ตารางที่ 12) มีจำนวนน้อยกว่า แปลงหญ้ากินนีสีม่วง ที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคทุกกลุ่มทดลอง ซึ่งการเกิดหน่อของพืชอาหารสัตว์ จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าผลผลิตอาหารสัตว์จะมากหรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้อย เพราะการแตกหน่อจะคือ ช่วยให้หญ้าสามารถสร้างใบใหม่ได้มากขึ้น และเพียงพอต่อการสังเคราะห์แสง (สายัณห์, 2540; Pakiding และ Hirata, 2001) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุอาหารในดิน หลังจากการใส่ปุ๋ยคอกมูลโค ทั้ง 3 กลุ่มทดลอง ที่ระดับ 1, 2 และ 3 ตัน/ไร่ โดยเฉพาะปริมาณของอินทรียวัตถุ และ ธาตุไนโตรเจนในดิน ที่ความลึก 0-30 และ 30-60 เซนติเมตร (ตารางที่ 9 และ 10) ซึ่งธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นส่วนสำคัญ ต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอดอ่อนใบและกิ่ง (Chrn and Avnimelech, 1986 ; Woodard and Prine, 1991; Spitaleri *et al.*, 1995)

ตารางที่ 13 สัดส่วนใบต่อลำต้นของหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 30 วัน ต่อการตอบสนองปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน

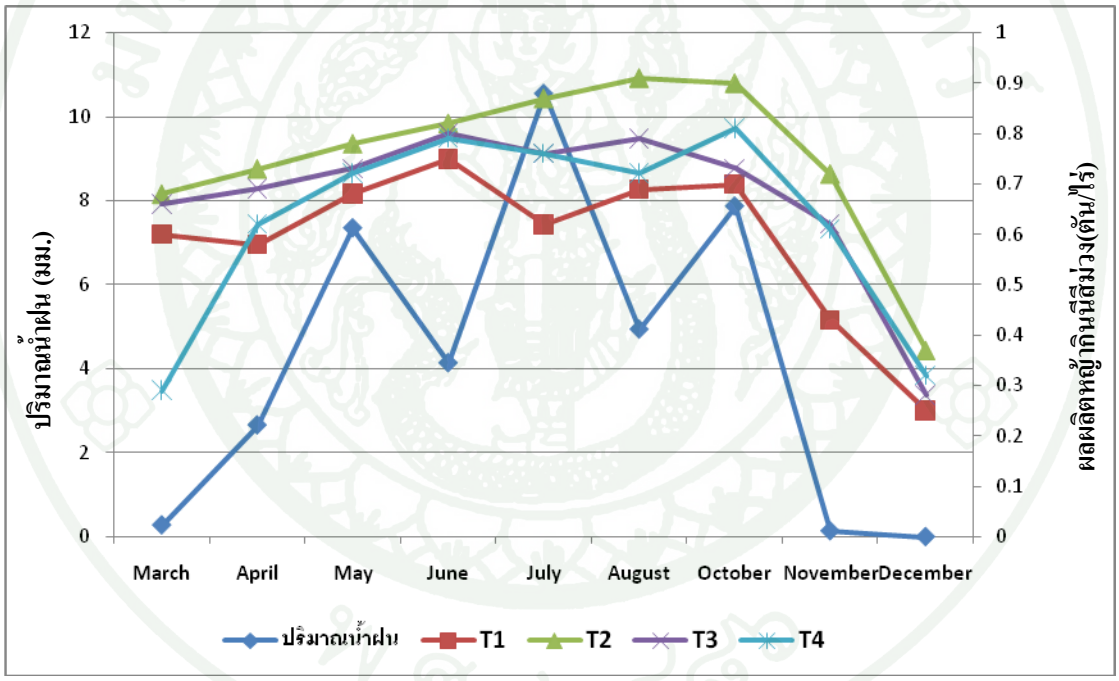
Month 2554	Leaf: stem (kg)				MSE	P-value
	T1	**T2**	**T3**	**T4**		
April	2.30	2.23	2.51	3.46	1.17	0.51
May	3.12 B	3.40 B	2.99 B	7.57 A	3.11	0.04
June	2.70 B	3.39 AB	2.67 B	4.84 A	0.72	0.04
July	3.03 B	3.49 B	2.91 B	5.27 A	0.76	0.04
August	3.41	3.81	3.35	7.13	3.12	0.09
September	3.77 B	3.57 B	3.43 B	7.21 A	2.29	0.04
October	3.16	2.97	3.79	4.79	1.33	0.28
November	1.43 B	2.03 AB	3.13 A	3.19 A	0.57	0.045
December	1.77	2.18	2.46	1.56	0.48	0.43
Averg. leaf: stem (kg)	2.79 B	3.08 B	3.03 B	5.00 A	1.34	0.01

MSE = Mean Square Error

[AB] ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลผลิตรวมเฉลี่ยของหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 4 กลุ่มทดลอง T1, T2, T3 และ T4 เท่ากับ 0.53, 0.75, 0.67 และ 0.63 ตันน้ำหนักแห้ง/ไร่ ของกลุ่มที่ไม่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโค (T1) จะให้ปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด คือ 0.53 ตันน้ำหนักแห้ง/ไร่ (ตารางที่ 14) นอกจากนี้ ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละเดือนมีความสัมพันธ์ กับผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงจะเห็นได้จากกราฟ (ภาพที่ 10) พบว่าทุกกลุ่มการทดลองจะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ตามปริมาณน้ำฝน และค่า ADF ในหญ้ากินนีสีม่วงที่ไม่ได้รับปุ๋ยคอกมูลโค มีค่า ADF สูงสุด คือ 46.87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่า ADF มีผลต่อปริมาณการกินได้ รวมถึงการย่อยได้ต่ำ (Minson, 1980) ในกลุ่มที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโค จะช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำหนักสดและผลผลิตน้ำหนักแห้ง และทำให้ค่าโปรตีนหยาบลดลง ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่ปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ไม่มีผลต่อเยื่อใย NDF ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่ทำให้ค่า ADF เพิ่มสูงมากขึ้น (สุรเดช และ กฤตพล, 2552)



หมายเหตุ: T1 = ไม่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโค

T2 = ปุ๋ยคอกมูลโค 1 ตัน/ไร่

T3 = ปุ๋ยคอกมูลโค 2 ตัน/ไร่

T4 = ปุ๋ยคอกมูลโค 3 ตัน/ไร่

ภาพที่ 10 ปริมาณน้ำฝนต่อการผลิตหญ้ากินนสีม่วงที่ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตาม ผลผลิตและคุณภาพของแปลงหญ้านั้น ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของหลายปัจจัย เช่น ชนิดของหญ้า ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และฤดูกาล ปริมาณน้ำ และที่สำคัญคือ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะปริมาณไนโตรเจนในดิน เพราะไนโตรเจนเป็นแร่ธาตุอาหารที่สำคัญยิ่งที่จะเป็นตัวกำหนดทั้งผลผลิตและคุณภาพ โดยเฉพาะโปรตีน ของแปลงหญ้า (Henzell, 1963; Hendy, 1975; อารีย์, 2526) ฉะนั้นการใส่ปุ๋ยคอกในอัตราที่สูง รวมทั้งอยู่ในมาตรฐานอัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมจะช่วยให้การตอบสนองของหญ้าดีขึ้น (ทวิช, 2548; Pholsen et al., 2005)

ตารางที่ 14 ผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วง (กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง/ไร่)

Month	Guinea grass (tonDM/rai)				MSE	P-value
2554	T1	T2	T3	T4		
April	0.60	0.68	0.66	0.29	0.04	0.12
May	0.58	0.73	0.69	0.62	0.01	0.38
June	0.68	0.78	0.73	0.72	0.01	0.12
July	0.75	0.82	0.80	0.79	0.01	0.10
August	0.62	0.87	0.76	0.76	0.01	0.17
September	0.69	0.91	0.79	0.72	0.72	0.24
October	0.70 ^{B}	0.90 ^{A}	0.73 ^{B}	0.81 ^{B}	0.01	0.03
November	0.43 ^{B}	0.72 ^{A}	0.62 ^{A}	0.61 ^{A}	0.01	0.01
December	0.25	0.37	0.28	0.32	0.01	0.85
Total of Guinea grass	0.53	0.75	0.67	0.63	0.03	0.22

MSE = Mean Square Error

^{AB} ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์คุณภาพต่ำ ต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

1. ค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้น ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ตลอดระยะการทดลองระหว่างวันที่ 30 พฤษภาคม ถึง 13 กรกฎาคม 2554 พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 3.74 มิลลิเมตร อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ระดับ 18.57 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ระดับอยู่ที่ระดับ 33.74 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์, 91.04 เปอร์เซ็นต์ และค่า THI เท่ากับ 79.05 ซึ่งอุณหภูมิที่โคนมสามารถดำรงชีพอยู่ได้อย่างปกติอยู่ระหว่าง 24-27 องศาเซลเซียส (Thatcher and Collier, 1986) แต่ถ้าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงกว่า 27 องศาเซลเซียส อาจจะส่งผลกระทบต่อการระบายความร้อนออกจากร่างกายของโคนม ซึ่งอาจจะมีผลทำให้โคนมเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบางอย่าง เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น เช่น เข้าพักในร่ม ลดการเดิน การกิน และการบดเคี้ยวเอื้อง เป็นต้น นอกจากนี้อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงยังเป็นสาเหตุที่ทำให้โคนมเกิดความเครียดจากความร้อน (NRC, 1981)

2. องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ

ตารางที่ 15 แสดงผลขององค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 90 วัน ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM), โปรตีนรวม (CP), เถ้า (ash), ไขมัน (Fat), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) เท่ากับ 43.18, 4.94, 8.23, 1.28, 77.88 และ 52.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 90 วัน พบว่าปริมาณโปรตีนต่ำและมีผนังเซลล์ค่อนข้างสูง ซึ่งพืชอาหารสัตว์ที่มีอายุมากขึ้น คุณค่าทางโภชนะจะลดลง และมีเยื่อใยมากขึ้น (Reling *et al.,*2001; สายัณห์ 2547) และมีสัดส่วนของลำต้นมากกว่าใบ ซึ่งลำต้นจะมีระดับโปรตีนต่ำกว่าใบ ส่งผลให้ระดับโปรตีนรวมของใบกับลำต้นลดลง (สายัณห์, 2547) พืชอาหารสัตว์ที่มีระดับโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ (กรมปศุสัตว์, 2545) ซึ่งปริมาณโปรตีนที่ต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์จะไปมีผลกระทบต่อ กิจกรรมการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ย่อยเยื่อใย (cellulolytic bacteria) ทำให้การย่อยเยื่อใยในอาหารหยาบลดลง (Hennessy, 1980) นอกจากนี้ยังส่งผลให้สัตว์กินอาหารลดลงเนื่องจากการทำงานของจุลินทรีย์ใน กระเพาะหมักลดลง (Walton, 1984) แต่อย่างไรก็ตาม สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งอาหารที่มีโปรตีนต่ำกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆและสามารถผลิตโปรตีนที่มีคุณภาพ เช่น น้ำนม เป็นต้น นอกจากนี้ในกระถินสดสับมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องค์ประกอบทางโภชนะเท่ากับ 32.33, 20.5, 32,39, 2.55, 1.39, 51.25 และ 39.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นกระถินในงานทดลองนี้มีโปรตีนถึง 20.5 % ก็สามารถนำมาใช้เสริมคุณค่าทางอาหารให้แก่แม่โครีดนมได้เป็นอย่างดี (กรมปศุสัตว์, 2545; สายัณห์, 2547) ส่วน กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก ในหญ้ากินนีสด พบที่ระดับ 18.1 และ 19.42 กรัมต่อ100 กรัม ของไขมัน และในกระถิน พบที่ระดับ 29.92 และ 42.92 กรัมต่อ100 กรัมของไขมัน นั้นสามารถเป็นปริมาณสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ CLA ในน้ำนมได้ โดยเฉพาะกรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก ในหญ้าสด ไม่ได้มีผลต่อการเพิ่มปริมาณ CLA เท่านั้น แต่ในหญ้าสดยังมีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันชนิดอื่นอีกด้วย (French *et al*., 2000; Nuernberg *et al*., 2002; Realini *et al*., 2004)

ตารางที่ 15 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุระมาณ 90 วัน และ กระถินสดสับ

Item	Guinea grass	*Leucaena leucocephala*
Chemical composition	% of DM	
Dry matter	43.18	32.33
Crude Protein	4.94	20.50
Ash	8.23	2.55
Fat	1.28	1.39
NDF	77.88	51.25
ADF	52.63	39.21
Precursor of Conjugated linoleic acids (CLA), g/100 g of fat		
C18:2n-6	18.10	29.92
C18:3n-3	19.42	42.92

Guinea grass (*Panicum maximum CV. Purple guine*a), NDF=Neutral detergent fiber, ADF=Acid detergent fiber; C18:2n-6=Linoleic acid; C18:3n-3=Linolenic acid

3. น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนม

โคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ที่ได้รับหญ้ากินนีอายุ 90 วัน และเสริมด้วยกระถินสดสับ เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักก่อนและหลังการทดลองในช่วงเวลา 45 วัน พบว่าน้ำหนักก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในช่วงของการ โดยมีน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 494 และ 554.75 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีน้ำหนักสิ้นสุดเท่ากับ 504.25 และ 564.75 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวเท่ากับ 10.25 และ 10 กิโลกรัม ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 16 ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการกินหญ้ากินนีสีม่วงในแปลงเดียวกัน เป็นผลทำให้น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ซึ่งการใช้พืชตระกูลถั่วโดยเฉพาะกระถินสดสับร่วมกับหญ้าเป็นอาหารโคนมจะส่งผลให้โคกินอาหารได้เพิ่มขึ้นเป็นผลให้น้ำหนักตัวของสัตว์เพิ่มสูงขึ้นด้วย และยังส่งผลต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของอาหารหยาบคุณภาพต่ำมีค่าเพิ่มขึ้น (Tudsri *et al*., 1998b; Khamseekhiew *et al*., 2001)

ปริมาณการกินได้ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ปริมาณการกินได้ของกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกแบบปล่อยให้อิสระกินวัตถุแห้งเฉลี่ย 9.28 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน สูงกว่ากลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ที่กินได้ 5.77 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน และการกินกระถินสดของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็มกินได้ อยู่ที่ระดับ 0.88 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน ซึ่งสูงกว่ากลุ่มโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยให้อิสระที่กินกระถินสดได้ 0.32 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน และปริมาณการกินได้วัตถุแห้งรวมทั้งหมดของกลุ่มโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยให้อิสระและโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็มกิน เท่ากับ 9.60 และ 6.65 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน

ปริมาณการกินวัตถุแห้งของแม่โคที่กินหญ้าตัดสดในโรงเรือนสูงกว่ากลุ่มโคนมปล่อยแทะเล็ม อาจเนื่องจากแม่โคได้รับการเลี้ยงดูในโรงเรือนซึ่งเป็นโรงเรือนที่มีหลังคาสามารถบังแดดได้ จึงทำให้ลดความเครียดจากความร้อนได้ สัตว์จึงกินหญ้าได้ตามความต้องการ แตกต่างจากแม่โคที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้า ซึ่งภายใต้สภาพอากาศร้อนในช่วงก่อนเที่ยงและหลังเที่ยงอาจจะทำให้สัตว์หลบเข้าที่ร่ม จึงไม่สามารถแทะเล็มหญ้าในช่วงเวลาดังกล่าวได้ แต่จะมากินชดเชยในช่วงกลางคืนที่อากาศเย็น (Hongyantarachai *et al*., 1989; Prasanpanich *et al*., 2002) อย่างไรก็ตามโคนมในกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มจะกินได้น้อยกว่าก็ตาม แต่ในสภาพที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้านั้น แม่โคสามารถเลือกกินหญ้าในส่วนของใบ (Selective grazing) ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและน่ากินสูง (Alcãtara, 1986)

ปริมาณการกินได้ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มเมื่อคิดเป็น 3 เปอร์เซ็นต์ของการกินวัตถุแห้ง กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน (%BW/d) เท่ากับ 1.32 และ 1.70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน ถือว่าการกิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากหญ้ากินนีอายุ 90 วัน เป็นหญ้าแก่ ทำให้มีเยื่อใยสูง โดยเฉพาะ NDF ที่ประกอบด้วยส่วนของเซลยูโลส เฮไมเซลยูโลส และลิกนิน ที่ระดับ 77.88 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง (ตารางที่ 15) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่า 35 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ซึ่งจะทำให้อัตราการย่อยได้ต่ำ (Keal , 1982) นอกจากนี้ NDF และ ADF ยังมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง ต่อความสามารถในการย่อยได้ และความสามารถในการจุได้ของกระเพาะรูเมน แต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเวลาในการเคี้ยวเอื้อง อย่างไรก็ตามความต้องการระดับของ NDF และ ADF ในระยะเริ่มต้นของการให้นมควรอยู่ระหว่าง 26 และ 21 % ตามลำดับ หรือในสูตรอาหารต้องมีสารเยื่อใยไม่ต่ำกว่า 17.3% หรือ ADF ไม่ต่ำกว่า 19.4% (NRC, 1988)

ตารางที่ 16 น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
Animal number (head)	4	4	
Initial wt, (kg.)	494 ± 23.45	554.75 ± 19.33	0.09
Final wt, (kg.)	504.25 ± 23.22	564.75 ± 28.46	0.15
Chang wt, (kg.)	10.25 ± 0.79	10 ± 9.97	0.98
Dry Matter Intake, kgDM/day			
Guinea grass	5.77	9.28	-
Leucaena leucocephala	0.88	0.32	-
Means Dry Matter Intake, kgDM/d	6.65	9.60	-
Dry Matter Intake, %BW/d	1.32	1.70	

Each value is mean ± SE.

4. ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ปริมาณน้ำนม ปริมาณน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ ไขมันนม และของแข็งไม่รวมไขมันนม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่า โคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนนม และน้ำตาลแลคโตส สูงกว่ากลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณการกินได้ของโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ สูงกว่ากลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม (ตารางที่ 16) ซึ่งผลของระดับโปรตีนในน้ำนมของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณค่อนข้างต่ำซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากการหญ้ากินนีมีที่อายุ 90 วัน เป็นหญ้าแก่มีเยื่อใยสูง โปรตีนต่ำ จึงส่งผลทำให้โคนมได้รับสารอาหารไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนในน้ำนม ทำให้ระดับโปรตีนในน้ำนมของโคนมต่ำลง ซึ่งระดับของโปรตีนในอาหารที่สัตว์ได้รับส่งผลกระทบโดยตรงต่อการสังเคราะห์โปรตีนในน้ำนม (Larson, 1985; Christensen *et al*., 1993) และในส่วนปริมาณน้ำตาลแลคโตส ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ซึ่งน้ำตาลแลคโตส เป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทในการรักษาสมดุลความดันออสโมติกในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม ดังนั้นองค์ประกอบนี้ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง (Gravert, 1987; Larson, 1985; Sutton, 1989) แต่อย่างไรก็ตามระดับน้ำตาลแลคโตสจะลดลงเมื่อระยะการให้น้ำนมยาวนานขึ้น (Lean, 1987) เนื่องจากการทดลองนี้ได้ใช้แม่โครีดนมระยะกลางของการให้นม อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิตน้ำนมของโคนมทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 17 ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
Milk yield (kg/d/head)	9.1±0.62	9.19±1.78	0.95
4% FCM (kg/d)	9.01 ± 0.25	9.21 ± 0.72	0.84
Fat (%)	3.63±0.11	3.69±0.16	0.76
Protein (%)	3.08±0.03	3.24±0.05	0.03*
Lactose (%)	4.26±0.05	4.44±0.04	0.02*
SNF (%)	8.01±0.11	8.15±0.23	0.59

Each value is mean ± SE, FCM = Fat corrected milk, SNF= Solid Not Fat

5. องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนม

จากการสุ่มตัวอย่างน้ำนมของโคนมทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ที่กินหญ้ากินนีสีม่วง อายุ 90 วัน และกระถินสับสดนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบกรดไขมันน้ำนม ชนิดสายยาวปานกลาง (Medium-chain fatty acid : C14:0 ถึง C16:0) และ กรดไขมันชนิดสายยาว (Long-chain fatty acid :

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

> C18:0) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการได้รับอาหารหยาบที่มาจากแหล่งเดียวกัน (ในแปลงทดลอง) และมีคุณค่าทางอาหารเหมือนกัน (ตารางที่ 15) โดยเฉพาะสารตั้งต้นของ CLA (Conjugated linoleic acid) คือ C18:2n-6 (Linoleic acid) ที่พบในพืชอาหารสัตว์จากธรรมชาติมากที่สุด (Parodi, 1994) และในตารางที่ 16 แสดงปริมาณการกินได้ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ถึงแม้ว่าปริมาณการกินได้ของโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระกินอาหารได้มากกว่าโคนมปล่อยแทะเล็ม ไม่ส่งผลให้มีปริมาณของค่า CLA สูงกว่า ทั้งนี้ในการสังเคราะห์ CLA ในสัตว์เคี้ยวเอื้องมีการสังเคราะห์จาก 2 ทางหลัก คือ ทางแรกผ่านกระเพาะหมัก ซึ่งเป็นสารระหว่างกลาง (intermediate) ของปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน (bio-hydrogenation) ให้แก่กรดไขมันลิโนเลนิก (linolenic acid: Omega6) จากการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ทางที่ 2 ผ่านเนื้อเยื่อไขมัน โดยการทำงานของเอนไซม์เดลตาไนน์-ดีแซททูเรส (Δ^9- desatuase) โดยใช้สารตั้งต้น คือ trans-11-C18:1 (trans vaccenic acid) ซึ่งเป็นสารระหว่างกลางในปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจนของกรดไขมันลิโนเลอิกและกรดไขมันลิโนเลนิก ในการกินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Griinari and Bauman, 1999) นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อม และปัจจัยทางสรีรวิทยาของสัตว์ ยังมีผลต่อการสังเคราะห์ CLA ในน้ำนมเปลี่ยนแปลงไปได้ในสัตว์เคี้ยวเอื้องจากตารางที่ 18 จะพบว่าปริมาณ CLA ในกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็มสูงกว่าโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยให้อิสระ

ตารางที่ 18 แสดงองค์ประกอบกรดไขมันน้ำนมในน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
C6:0	0.53 ± 0.07	0.34 ± 0.07	0.09
C8:0	0.69±0.06	0.56±0.05	0.15
C10:0	1.63±0.14	1.47±0.17	0.51
C11:0	0.2±0.04	0.16±0.02	0.39
C12:0	2.33±0.17	2.19±0.21	0.61
C13:0	0.11±0.01	0.09±0.01	0.23
C14:0	9.04±0.76	8.34±0.68	0.52
C14:1	0.72±0.16	0.58±0.05	0.46
C15:0	1.21±0.05	1.05±±0.12	0.27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 (ต่อ)

Item	Grazing	Loose housing	P-value
C16:0	31.61±2.12	31.01±2.59	0.89
C16:1	1.75±0.11	1.96±0.26	0.49
C18:0[1]	13.54±1.20	14.53±1.73	0.65
C18:1n9t	5.39±0.16	4.57±0.81	0.36
C18:1n9c	24.43±2.05	27.99±4.06	0.46
C18:2n6t	0.13±0.02	0.18±0.02	0.12
C18:2n6c	1.68±0.17	2.01±0.26	0.34
C20:0	0.23±0.02	0.20±0.02	0.32
C20:1	0.17±0.02	0.18±0.02	0.87
C18:3n3	0.49±0.01	0.55±0.02	0.05
c9, t11 (CLA)	2.47±0.40	2.14±0.32	0.56
c9, c11	0.36±0.01	0.27±0.05	0.12
t9, t11	0.09±0.01	0.08±0.01	0.12
C20:2	0.05±0.01	0.04±0.01	0.49
C20:3n6	0.03±0.01	0.04±0.01	0.80
C20:4n6	0.09±0.01	0.09±0.01	0.86
C20:5n3	0.05±0.07	0.047±0.01	0.79

Each value is mean ± SE.

[1]Vaccenic acid, [2]Linoleic acid, [3]Conjugated linoleic acid and [4]Linolenic acid

6. ค่าชีวเคมีในกระแสเลือด

6.1 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด (Blood glucose, BG)

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณน้ำตาลในกระแสเลือด หรือ BG แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มทดลอง โดย ณ ชั่วโมงที่ 0 ปริมาณค่า BG ของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็มอยู่ที่ 60.75 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระอยู่ที่ 58.75 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และ ปริมาณ BG ณ ชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหาร ของโคนมทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 57.75 และ 63 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรวม BG ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 ของโคนมทั้งสองกลุ่มอยู่ที่ระดับ 59.25 และ 60.87 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวโน้มของค่า BG ในโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระสูงกว่าค่า BG ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ในชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหาร เนื่องมาจากปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของอาหารทั้ง 2 ชนิดมากกว่า (ตารางที่ 15) อย่างไรก็ตาม การสร้างกลูโคสขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์ และชนิดของอาหารที่กิน และค่า BGไม่ควรต่ำกว่า 30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นภาวะที่ร่างกายได้รับโภชนะในอาหารที่ไม่เพียงพอ (O'Doherty and Crosby, 1998) ในการสร้างกลูโคสจุลินทรีย์จะทำการหมักย่อยคาร์โบไฮเดรทในอาหารเป็นโพรพิโอเนท และถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดแล้วเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับ (เมธา, 2529) ผลจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่าค่า BG อยู่ในช่วง 50-71 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าเกณฑ์ปกติของโคนม (Robert and Prasse, 1988)

ตารางที่ 19 แสดงค่าชีวเคมีในเลือด ของโคทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังกินอาหาร

Item	Grazing	Loose housing	P-value
BG, mg%			
0 hr	60.75 ± 3.49	58.75 ± 1.25	0.61
4 hr	57.75 ± 4.64	63 ± 2.120	0.34
BUN, mg%			
0 hr	4 ± 0.41	4.75 ± 0.48	0.28
4 hr	4.25 ± 0.25	5.5 ± 1.50	0.07
T_3, mg%			
0 hr	146.25 ± 17.72	101.25 ± 13.39	0.09
4 hr	134.75 ± 7.23	101.5 ± 16.84	0.14

Each value is mean ± SE.

BUN = Blood Urea Nitrogen, BG = Blood Glucose, T_3 = Triiodothyronine,

NH_3-N = Ammonia-Nitrogen, hr = ชั่วโมงหลังกินอาหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2 ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood Urea Nitrogen, BUN)

ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด หรือ BUN (Blood Urea Nitrogen) ณ ชั่วโมงที่ 0 ของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็มและกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกแบบปล่อยอิสระ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าปริมาณ BUN ของกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีระดับของ BUN ที่ 4 และ 4.75 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณ BUN ณ ชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหาร มีค่าเท่ากับ 4.25 และ 5.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ย BUN ทั้งสองกลุ่มทดลอง เท่ากับ 4.38 และ 3.86 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่า BUN ปกติ ในสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ระหว่าง 15-30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Wanapat and Pimpa, 1999) จะเห็นว่าค่า BUN ในการทดลองนี้มีปริมาณน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคุณภาพของหญ้ากินนีมีคุณภาพต่ำ อาหารที่ไม่เพียงพอกับความต้องการ และ อาหารที่มีโปรตีนต่ำ ทำให้ระดับ BUN ในเลือดต่ำ (สาทิศ, 2537) ซึ่งค่า BUN มีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของโปรตีนต่อวัน และเป็นตัวดัชนีตัวชี้วัดถึงปริมาณโปรตีนในอาหารที่สัตว์ได้รับ (Nousiainen*et al.*, 2004) นั่นอาจจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าในสภาพการเลี้ยงโคนมที่ให้น้ำนมในช่วงกลางถึงปลาย ที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำส่งผลให้ระดับค่าของ BUN ต่ำ

6.3 ปริมาณ Triiodothyronineในกระแสเลือด (T_3)

ปริมาณTriiodothyronine (T_3) ในเลือดของแม่โครีดนมทั้งสองกลุ่ม ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ค่าปกติของ T_3 ในโคอยู่ระหว่าง 40-170 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร (Dunlop, 1991) และผลจากการทดลองพบว่า มีค่า T_3 อยู่ระหว่าง 101.25 – 146.25 และ 101.5-134.75 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ อย่างไรก็ตามถ้าตรวจพบว่า T_3 ในพลาสมาลดลง หรือไทรอยด์ฮอร์โมนลดลงต่ำกว่าปกติ หรืออัตราการเผาผลาญสารอาหารลดลง กระบวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนชนิดนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณไอโอดีน และกรดอะมิโนไทโรซีน ระดับของฮอร์โมน T_3 ในโคมีค่า 40-170 μg/dl (Dunlop, 1991) ไทรอยด์ฮอร์โมนเกี่ยวข้องกับการให้นม โดยทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมทาบอลิซึมของร่างกาย ช่วยควบคุมสภาวะปกติต่าง ๆ เช่น เพิ่มปริมาณการกินอาหาร อัตราการเต้นของหัวใจ การไหลเวียนของโลหิตไปยังเต้านม และอัตราการคัดหลั่งน้ำนม (Taylor and Field, 1998) ไทรอยด์ฮอร์โมนไม่มีเซลล์เป้าหมาย แต่มีผลต่อเซลล์เกือบทุกชนิดในร่างกาย มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต กระตุ้นอัตราเมทาบอลิซึมพื้นฐาน (basal metabolic rate; BMR) หรือเพิ่มการสร้างพลังงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก

7.1 การเปลี่ยนแปลง กรด-ด่าง ภายในกระเพาะรูเมน (pH)

จากการทดลองที่ให้อาหารหยาบหญ้ากินนีสดอายุ 90 วัน เสริมด้วยกระถินสับสด พบว่า ค่า pH ในกระเพาะหมักของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 6.83 และ 6.8 ตามลำดับ และ ชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหาร ค่า pH เท่ากับ 6.95 และ 6.85 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าปกติ pH ในกระเพาะหมักจะอยู่ระหว่าง 5.5-7.0 แต่ค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการแตกตัวของโปรตีนและการเกิดแอมโมเนียในกระเพาะหมักจะอยู่ระหว่าง 6.0-7.0 ซึ่งจะทำให้เกิดการทำงานสูงสุดของจุลินทรีย์ (เมธา, 2533) และถ้าระดับค่า pH ในกระเพาะหมักลดต่ำลง จะทำให้อัตราการย่อยได้ของอาหารเยื่อใยก็จะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ประเภท cellulolytic ลดลง (ปิ่น, 2546) นอกจากนี้ยังพบว่า pH ในกระเพาะรูเมนต่ำ หรือสูงเกินไปจะส่งผลให้เกิดการเคลื่อนไหวของกระเพาะน้อยลง การเรอลดลง หรือเกิดความผิดปกติของระบบประสาทที่ควบคุมการเรอ และอาจจะเกิดการอุดตันของระบบทางเดินอาหารส่วนล่าง ทำให้อาหารไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ ซึ่งการอุดตันบริเวณส่วนหน้า (cardia) ของกระเพาะรูเมน และการอุดตันบริเวณหลอดอาหาร (ฉลอง, 2540)

7.2 ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Fatty Acid; TVFAs)

ตารางที่ 20 พบว่าปริมาณ TVFAs ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 29.75 และ 10.26 โมล/100โมล ตามลำดับ และชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหาร เท่ากับ 67.47 และ 24.80 โมล/100โมล ตามลำดับ จากการทดลองจะพบว่าค่า TVFAs ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มสูงกว่า โคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ถึงแม้ลักษณะหญ้ากินนีที่ให้โคนมทั้ง 2 กลุ่ม เหมือนกัน แต่โคนมที่ปล่อยแทะเล็มจะมีโอกาสเลือกกินอาหารโดยเฉพาะใบ ที่มีคุณค่าทางอาหารมาก (สายัณห์, 2543) ซึ่งแตกต่างกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระที่ไม่สามารถเลือกกินหญ้าหรืออาหารได้ อย่างไรก็ตามปริมาณของ TVFAs เป็นส่วนสำคัญของกรดไขมันระเหยได้ ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (Sutton, 1985) คือผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการหมักที่กระเพาะหมักคือกรดไขมันระเหยได้จะมีผลต่อการให้ผลผลิตเช่นกรดอะซิติกและกรดบิวทีริค จะมีผลต่อองค์ประกอบของไขมันในน้ำนม ส่วนกรดโพรพิออนิคมีผลต่อองค์ประกอบของโปรตีนในน้ำนม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตจะดีขึ้นหากมีการเพิ่มปริมาณการไหลผ่านของกรดอะมิโนไปยังทางเดินอาหารส่วนล่างเพิ่มขึ้น (Chalupa,1976)

7.3 กรดอะซิติก (Acetic acid, C_2)

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก (Acetic acid, C_2) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 20) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 42.49, 36.68 และ 72.10, 54.16 โมล/100โมล ตามลำดับ ทั้งนี้ผลจากการทดลอง พบว่า ณ ชั่วโมงที่ 0 ค่าของ C_2 ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณน้อยกว่า ชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหาร ซึ่งระดับของ C_2 เพิ่มสูงขึ้นเป็นผลมาจากการที่โคนมทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับอาหารหยาบกินนีสดที่อายุ 90 วัน ซึ่งถือว่ามีปริมาณของเยื่อใยสูง และเสริมด้วยกระถินสับสด ส่งผลทำให้ปริมาณของ C_2 เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ C_2 เพิ่มสูงขึ้นเมื่อสัตว์ได้กินอาหารหยาบหรืออาหารที่มีปริมาณเยื่อใยสูง ผลผลิตที่ได้คิดเป็นประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันระเหยง่ายที่ผลิตได้ทั้งหมด (ฉลอง, 2541) และ C_2 จะถูกเปลี่ยนเป็นแหล่งพลังงานเพื่อนำมาใช้ในการดำรงชีวิต และสร้างผลผลิตน้ำนมและไขมันในน้ำนม

7.4 กรดโพรพิโอนิค(Propionic acid, C_3)

ความเข้มข้นของ (Propionic acid, C_3) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 20) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 33.23, 42.61 และ 15.13, 26.65 โมล/100โมล ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าของ C_3 ณ ชั่วโมงที่ 4 ลดลง จากชั่วโมงที่ 0 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการที่โคนมทั้ง 2 กลุ่มกินหญ้ากินนีสดอายุ 90 วัน และกระถินสดสับ ซึ่งเป็นอาหารหยาบหลักเพียงอย่างเดียวในการทดลอง อาจส่งผลทำให้ปริมาณของ C_3 ลงลด และทำให้ระดับของโปรตีนนมและน้ำตาลแลคโตส (ตารางที่ 19) มีปริมาณที่ต่ำ ซึ่งในโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ที่มี C_3 เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส (ปิ่น และเมธา, 2546) และมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำนมและโปรตีนในน้ำนมในทางตรงกันข้ามจะไปมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมลดลง (Dijkstra, 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.5 กรดบิวทีริค (Butyric acid, C_4)

ความเข้มข้นของ (Butyric acid, C_4) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 20) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 24.24, 20.69 และ 12.78, 19.24 โมล/100โมล ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ณ ชั่วโมงที่ 4 ค่า C_4 ลดลงต่ำกว่า ชั่วโมงที่ 0 มีแนวโน้มสูงกว่า โคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม กรดบิวทีริคมีบทบาทในการเพิ่มไขมันในน้ำนม

7.6 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของเหลวในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยให้อิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 22) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) 52.5, 53.25และ57.05, 61.6 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อได้รับแหล่งอาหารและระดับที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5 อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะหมักรูเมนพบว่ามีค่าสูงขึ้น ณ ชั่วโมงที่ 4 ที่โคนมทั้ง 2 กลุ่มได้กินอาหารหยาบซึ่งแอมโมเนียที่พบสามารถถูกดูดเข้าสู่เซลล์เพื่อจุลินทรีย์นำไปสังเคราะห์เพื่อเป็นแหล่งของไนโตรเจนในกระบวนการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนภายในเซลล์ต่อไป (Satter and Slyter, 1974; สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2552) รายงานว่าที่ระดับแอมโมเนีย 50-80 มิลิกรัมแอมโมเนีย-ไนโตรเจน/ลิตร ทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สูงสุด แต่ทั้งนี้ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะหมักที่เหมาะสมเพื่อให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตสูงสุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น ระดับของการให้อาหาร ความถี่ในการให้อาหารความสามารถในการละลายได้ของโปรตีนในอาหาร แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่มีและรวมถึงแหล่งแร่ธาตุด้วย (เมธา, 2533)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 ความเป็นกรด-ด่างและกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
pH			
0 hours	6.83±0.10	6.8±0.34	0.95
4 hours	6.95±0.07	6.85±0.12	0.49
TVFAs, mol/100 mol			
0 hr	29.75±17.22	10.26±3.99	0.31
4 hr	67.47±22.36	24.80±11.1	0.14
Molar proportion of VFA, mol/100 mol			
Acetic acid (C2)			
0 hr	42.49±12.97	36.68±9.79	0.73
4 hr	72.10±3.88	54.16±6.09	0.05
Propionic acid (C3)			
0 hr	33.23 ± 8.05	42.61 ± 6.41	0.39
4 hr	15.13 ± 2.39	26.65 ± 5.85	0.12
Butyric acid (C4)			
0 hr	24.24 ± 5.53	20.69 ± 7.35	0.71
4 hr	12.78 ± 1.68	19.24 ± 7.85	0.45
NH_3-N, mg/dl			
0 hr	6.34±1.76	5.6.5±0.48	0.15
4 hr	5.71±0.88	6.16±4.82	0.39

Each value is mean ± SE.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ต้นทุนค่าอาหารสัตว์

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยของต้นทุนค่าอาหาร รายได้ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารประกอบด้วยค่าหญ้ากินนีสีม่วงสดโดยให้กินอย่างเต็มที่ และเสริมด้วยกระถินสดสับ ตลอดระยะเวลา 45 วัน ราคาต่อน้ำหนักกิโลกรัมละ 0.5 และ 2.18 บาท ตามลำดับ ซึ่งต้นทุนค่าอาหารของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม 14.30 บาท/ตัว/วัน. และโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยอิสระ 16.68 บาท/ตัว/วัน ซึ่งจะเห็นว่าต้นทุนรวมค่าอาหารทั้ง 2 ชนิด ของโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยอิสระ มีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าโคนมปล่อยแทะเล็ม ขณะที่ผลผลิตน้ำนมรวมของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 17) นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัมใกล้เคียงกัน เท่ากับ 1.57 และ 1.81 บาท/การผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนม ที่กินพืชอาหารสัตว์เหมือนกัน แม้ว่าจะแตกต่างกันโดยวิธีการเลี้ยง ก็ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำนมและการกินได้ รวมทั้งต้นทุนการผลิต

ตารางที่ 21 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงและกระถินสด

Item	Grazing	Loose housing
Guinea grass (baht/head/day)	9	14.5
Leucanea fresh (baht/head/day)	5.30	2.18
Cost of feed (baht/head/day)	14.30	16.68
Milk yieds (kg/head/day)	9.1	9.2
Cost of feed/1 kg milk (baht)	1.57	1.81

หมายเหตุ ราคาค่าหญ้ากินนีสีม่วง 0.50 บาท/กิโลกรัม ราคากระถินสดสับ 2.18 บาท/กิโลกรัม ราคาน้ำนมดิบอินทรีย์ ณ ปี 2554 ราคาซื้อ 25 บาท/กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 3 การใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เสริมด้วยกระถินต่อคุณภาพน้ำนม

1. ค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้น ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ตลอดระยะการทดลองระหว่างวันที่ 17 กรกฎาคม ถึง 30 สิงหาคม 2554 พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 6.77 มิลลิเมตร อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ระดับ 17.62 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ระดับอยู่ที่ระดับ 31.52 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 92.61 เปอร์เซ็นต์ และค่า THI เท่ากับ 78.65 ซึ่งค่า THI ที่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตน้ำนมในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเซี่ยนควรอยู่ในช่วง 35-72 (Thatcher and Collier, 1986) หากค่า THI สูงกว่า 72 จะส่งผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม (Ravagnolo and Misztal, 2000) ซึ่งอาจจะมีผลทำให้โคนมเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมบางอย่าง เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น เช่น เข้าพักในร่ม ลดการเดิน การกิน และการบดเคี้ยวเอื้อง เป็นต้น นอกจากนี้อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูง ยังเป็นสาเหตุที่ทำให้โคนมเกิดความเครียดจากความร้อนและส่งผลให้โคนมเกิดภาวะความเครียด เป็นปัจจัยที่ทำให้โคนมกินอาหารน้อยลง กระทบต่อปริมาณการกินได้ การให้ผลผลิตและมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ (NRC, 1981; Ravagnolo and Misztal, 2000)

2. องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45วัน (ตารางที่ 22)ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM), โปรตีนรวม (CP), เถ้า (ash), ไขมัน (Fat), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) เท่ากับ 22.77, 9.77, 10.88, 1.79, 72.95 และ 43.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งหญ้ากินนีสีม่วง อายุ 45วัน มีระดับโปรตีน 9.77 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดีซึ่งเป็นผลดีต่อการทำงานของกลุ่มแบคทีเรียที่ย่อยเยื่อใยจำพวก Cellulolytic bacteria มีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยเยื่อใยในอาหารหยาบสูง และมีผลทำให้ปริมาณการกินได้สูงตามไปด้วย ซึ่งปริมาณเยื่อใย NDF และ ADF ของหญ้ากินนีสีม่วงที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ทดลองอยู่ที่ 72.95 และ 43.5 เปอร์เซ็นต์ ค่า NDF ในการทดลองครั้งนี้สูงกว่าของ Mertens (1987) ที่รายงานระดับเยื่อใย NDF ที่เหมาะสมในสูตรอาหารโคนมคือ 35 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้ NRC (1989) ไม่ได้แนะนำค่า NDF ที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับใด แต่ในอาหารโคนมไม่ควรมีระดับ NDF ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ ของ NDF ควรเป็นอาหารหยาบ และควรมีค่า ADF อยู่ระหว่าง 19-21 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อกระบวนการหมัก ปริมาณการกินได้ ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม และหาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่าค่า NDF ในอาหารหยาบโคนมเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้โคนมกินอาหารน้อยลงและส่งผลให้ปริมาณน้ำนมลดลงตามไปด้วย แต่ในทางตรงข้ามกัน ระดับ NDF ที่สูงขึ้นจะทำให้โคนมใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้อง (Beauchemin *et al*., 1994a; Ruiz *et al*., 1995)

องค์ประกอบทางเคมีในกระถินสดสับมีวัตถุแห้ง (DM), โปรตีนรวม (CP), เถ้า (ash), ไขมัน (Fat), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) เท่ากับ 22.77, 9.77, 10.88, 1.79, 72.95 และ 43.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเท่ากับ 32.21, 24.63, 7.93, 1.22, 35.54 และ 25.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้การที่กระถินสดมีระดับโปรตีนสูง จะเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญในการเพิ่มปริมาณโปรตีนในหญ้า ทำให้ปริมาณการกินได้ การย่อยได้ของอาหารหยาบคุณภาพต่ำมีค่าเพิ่มขึ้น (Khamseekhiew *et al*., 2001)

ตารางที่ 22 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45วัน และ กระถินสดสับ

Item	Guinea grass	*Leucaena leucocephala*
Chemical composition	% of DM	
Dry matter	22.77	32.21
Crude Protein	9.77	24.63
Ash	10.88	7.93
Fat	1.79	1.22
NDF	72.95	35.54
ADF	43.5	25.64

Precursor of Conjugated linoleic acids (CLA)

Item	Guinea grass (g/100 g of fat)			*Leucaena leucocephala*
	Grass	Leaves	Stem	(g/100 g of fat)
C18:2 n-6	34.80	18.58	16.22	19.4
C18:3 n-3	53.11	43.10	10.01	42.9

Guinea grass (*Panicum maximum CV. Purple guine*a), NDF=Neutral detergent fiber, ADF=Acid detergent fiber, C18:2 n-6 = linoleic acid; C18:3 n-3 =linolenic acid

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในด้านปริมาณกรดลิโนเลอิก (C18:2 *n-6*) และกรดลิโนเลนิก (C18:3 *n-3*) ที่เป็นสารตั้งต้นของ CLA ที่พบในใบของหญ้ากินนีสีม่วงมีปริมาณเท่ากับ 18.58 และ 16.22 กรัมต่อ100 กรัมของไขมัน และในลำต้นมีปริมาณ 43.10 และ 10.01 กรัมต่อ100 กรัมของไขมัน และปริมาณกรดลิโนเลอิก (C18:2 *n-6*) และกรดลิโนเลนิก (C18:3 *n-3*) ทั้งต้นในหญ้ากินนีสีม่วงอยู่ที่ 34.80 และ 53.11 กรัมต่อ100 กรัมของไขมัน ตามลำดับผลตามลำดับ และในกระถินสดสับทั้งต้น พบปริมาณกรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก ที่ระดับ 19.47 และ 42.95 กรัมต่อ100 กรัมของไขมัน ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ใบและลำต้น ซึ่งในพืชอาหารสัตว์สดจะพบ กรดไขมันลิโนเลอิค (C18:2 *n*-6) และกรดไขมันอัลฟ่าลิโนเลนิค (C18:3 *n*-3) เป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์ CLA (Dhiman *et al*., 1999)

3. น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

ตารางที่ 23 จากการทดลองของกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ทั้ง 2 กลุ่ม มีน้ำหนักเริ่มต้นการทดลอง น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าน้ำหนักของโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีน้ำหนักตัวมากกว่า ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากที่น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้นการทดลองและปริมาณการกินหญ้ากินนีสีม่วงที่ได้จากการตัดสดไปให้กินเฉลี่ยที่ 7.2 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน สูงกว่ากลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็มที่กินหญ้า 4.37 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน เช่นเดียวกับปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน (%BW/d) เท่ากับ 0.82 และ 1.18 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีการกินได้ที่น้อยกว่าปกติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ได้กินหญ้ากินนีสีม่วงอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ในช่วงการให้อาหาร จะให้หญ้าใหม่พร้อมกับการเขี่ยหญ้าเก่าให้เข้ากัน ซึ่งลักษณะการให้อาหารแบบนี้จะเป็นการกระตุ้นการกินได้ของโคนมเพิ่มมากขึ้น (Sowell *et al*., 1999) แต่โคนมที่เลี้ยงระบบนี้จะไม่สามารถเลือกกินหญ้าโดยเฉพาะส่วนใบที่มีคุณภาพได้ ในขณะที่โคนมที่ปล่อยแทะเล็มที่เลี้ยงในแปลงหญ้ากินนีสีม่วง จะกินอาหารน้อยกว่า เนื่องมาจากอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งอุณหภูมิจะมีการแผ่รังสี และทำให้ค่า THI สูงอยู่ในช่วงเวลา 08.00-14.00 นาฬิกา ซึ่งจะทำให้โคนมกลุ่มนี้พักในที่ร่มหยุดการแทะเล็มหญ้าในช่วงดังกล่าว (Prasanpanich *et al*., 2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็ม และโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
Animal number (head)	4	4	
Initial wt, kg.	565.28 ± 55.15	608.75 ± 54.23	0.59
Final wt, kg.	567.25 ± 54.02	611.25 ± 54.43	0.59
Chang wt, kg.	2 ±2.41	2.5 ±2.5	0.89
Dry Matter Intake, kgDM/d			
Guinea grass	4.37	7.1	-
Leucaenaleucocephala	0.28	0.1	-
Total Dry Matter Intake, kg/day	4.65	7.2	-
Dry Matter Intake, %BW/d	0.82	1.18	

Each value is mean ± SE.

4. ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

ผลผลิตน้ำนมของโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม และที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 45 วัน และเสริมด้วยกระถินสดสับ พบว่าผลผลิตน้ำนมรวมอยู่ที่ 10.58 และ 10 กิโลกรัม/ตัว/วัน และผลผลิตน้ำนมปรับ 4 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 9.58 และ 9.58 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แต่โคนมในกลุ่มปล่อยแทะเล็มมีแนวโน้มการให้ผลผลิตน้ำนมสูงกว่ากลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตน้ำนมทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการได้รับอาหารหญ้ากินนีสีม่วงชนิดเดียวกันที่อายุ 45 วัน และกระถินสดสับ ซึ่งมีระดับโปรตีน 9.77 และ 24.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 22) ถือว่าเป็นอาหารหยาบที่มีคุณภาพทั้ง 2 ชนิด และมีระดับโปรตีนสูงกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องควรได้รับตามค่ามาตรฐาน (กรมปศุสัตว์, 2544; Hennessy, 1980) จึงเป็นผลทำให้ผลผลิตน้ำนมรวมของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณของน้ำนมใกล้เคียงกัน

ด้านขององค์ประกอบของน้ำนมได้แก่โปรตีนในน้ำนม พบว่ามีค่าปริมาณโปรตีนในน้ำนม เท่ากับ 3.66 และ 3.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับไขมันในน้ำนม เท่ากับ 3.66 และ 3.72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมันในน้ำนม เท่ากับ 8.09 และ 8.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 24) ในส่วนของน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมของโคนมทั้ง 2 กลุ่มทดลอง เท่ากับ 4.27 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งจะเห็นได้ว่า โคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกอิสระต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง และปริมาณการกินวัตถุแห้งที่เป็นโปรตีนสูงกว่าโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม (ตารางที่ 23) เมื่อโคนมกินอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล ไม่ว่าจะได้จากอาหารข้น หรืออาหารหยาบ จะเกิดกระบวนการหมักย่อยในกระเพาะหมัก ได้กรดไขมันที่เรียกว่ากรดโพรพิโอนิก กรดไขมันนี้จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลกลูโคส เมื่อเลือดไหลเวียนไปถึงต่อมสร้างน้ำนม ต่อมสร้างน้ำนมจะนำน้ำตาลกลูโคสไปสังเคราะห์เป็นแลคโตสในน้ำนม (วิศิษฐิพร, 2557)

ตารางที่ 24 ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
Milk yield (kg/d/head)	10.58±0.64	10±2.5	0.48
4% FCM (kg/d)	9.58±0.31	9.58 ±0.48	0.15
Fat (%)	3.66±0.11	3.72±0.15	0.75
Protein (%)	3.22±0.05	3.29±0.04	0.30
Lactose (%)	4.27±0.05**	4.5±0.03**	0.01**
SNF (%)	8.09±0.10	8.32±0.10	0.12

Each value is mean ± SE.

**Means in the same row with different superscript are statistically different ($P < 0.01$)

FCM = Fat corrected milk.

แลคโตสเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทในการรักษาสมดุลความดันออสโมติกในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมดังนั้นองค์ประกอบนี้จึงไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง (Gravert, 1987) ถึงแม้ว่าแลคโตสเป็นองค์ประกอบน้ำนมที่มีความผันแปรน้อยกว่าองค์ประกอบอื่นๆ แต่ในสภาพอากาศร้อนสัตว์ต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพเพิ่มขึ้น นั่นแสดงว่า กลูโคสส่วนหนึ่งต้องถูกนำไปเป็นพลังงานเพื่อการดำรงชีพ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อปริมาณกลูโคสที่เต้านมนำไปสังเคราะห์น้ำตาลแลคโตสในน้ำนม (Nickerson, 1995) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่การให้อาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ ยิ่งส่งผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระทบต่อปริมาณแลคโตสในน้ำนมโคนมช่วงฤดูร้อน และโคนมที่มีการจัดการอาหารต่ำกว่ามาตรฐาน อาจทำให้มีปริมาณแลคโตสต่ำ นอกจากนี้แลคโตสก็จะลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะการให้น้ำนมยาวนานขึ้น (Lean, 1987) อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบน้ำนมดิบของโคทดลองทั้ง 2 กลุ่ม จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปกมาตรฐานที่กำหนดโดย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2553)

5. องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนม

จากการทดลองของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระที่กินหญ้ากินนีสีม่วงและเสริมด้วยกระถินสดสับ ต่อการผลิตกรดไขมันน้ำนม ทั้งกรดไขมันชนิดสายยาวปานกลาง (Medium-chain fatty acid : C14:0 ถึง C16:0) และกรดไขมันชนิดสายยาว (Long-chain fatty acid : > C18:0) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะปริมาณ CLAพบในกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็มมีปริมาณสูงกว่า กลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระคือ 2.1 และ 1.84 กรัม/100 กรัมของไขมัน ตามลำดับ และพบว่าปริมาณกรดไขมันลิโนเลอิก (C 18:2 *n-6*) และ กรดไขมันลิกโลเลนิก (C18:3 *n-3*) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ CLAในกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็มมีปริมาณสูงกว่า กลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม มีโอกาสในการเลือกกินหญ้ากินนีสีม่วง โดยเฉพาะการเลือกกินใบ (สมเกียรติ, 2556) ที่มีปริมาณสารตั้งต้นของ CLA คือ กรดไขมันลิโนเลอิก และกรดไขมันลิกโลเลนิกสูงกว่าลำต้น (ตารางที่ 22) ในการปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มในแปลงหญ้า สัตว์จะเลือกกินอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะและคุณภาพสูงได้มากกว่าที่ตัดให้สัตว์กินโดยตรง ซึ่งในลักษณะการกินใบของต้นหญ้าจะถูกเลือกกินก่อน (สายัณห์, 2533) พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพสูง นอกจากจะให้โปรตีนและมีเยื่อใยที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (ฉลอง, 2540) ยังพบกรดไขมันลิโนเลอิก และ ลิกโลเลนิก ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ CLA ในการให้หญ้าสดเพียงอย่างเดียวจะทำให้ปริมาณ trans-11C18:1 (trans vaccenic acid, TVA) และ cis-9,trans-11CLA ในน้ำนมสูงกว่าการเสริมอาหารข้นหรือพืชน้ำมัน (Stockdata *et al*., 2003) ในส่วนของสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ CLA จะพบมากในสัตว์เคี้ยวเอื้องเท่านั้น โดยได้จากการสังเคราะห์จากสองทาง คือ ทางแรกจะถูกผ่านทางกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งเป็นสารระหว่างกลาง (intermediate) ของปฏิกิริยาการเติมไฮโดรเจน (bio-hydrogenation) ให้เกิดกรดไขมันลิโนเลอิก (Omega 6) จากอาหารโดยการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก และทางที่สอง ผ่านเนื้อเยื่อไขมันโดยการทำงานของเอนไซม์เดลตาไนน์ขดีแซททูเรส (Δ^9- desaturase) โดยใช้สารตั้งต้น คือ trans-11C18:1 (trans vaccenic acid, TVA) ซึ่งเป็นสารระหว่างกลางอีกสารหนึ่งในปฏิกิริยา bio-hydrogenation ของกรดไขมันลิโนเลอิกและกรดไขมันลิก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โลเลนิก(Omega 3) จากอาหารในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Griinari *et al*., 1999; Donovan *et al*., 2000; สุรศักดิ์ และคณะ, 2550)

ตารางที่ 25 องค์ประกอบกรดไขมันน้ำนมในน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
C6:0	0.34±0.35	0.33±0.06	0.86
C8:0	0.39±0.03	0.39±0.06	0.97
C10:0	0.94±0.09	1±0.17	0.77
C13:0	0.09±0.02	0.08±0.01	0.84
C14:0	5.74±0.99	6.45±0.48	0.48
C14:1	0.66±0.27	0.53±0.10	0.67
C15:0	0.83±0.10	0.86±0.03	0.75
C16:0	29.07±0.50	30±0.39	0.19
C16:1	1.46±0.20	2.11±0.71	0.41
C17:1	0.19±0.27	0.175±0.23	0.68
C18:0	12.91±1.03	17.01±1.24	0.06
C18:1n-9c	33.37±1.66	30.35±1.49	0.24
C18:2n-6c	2.49±0.54	1.65±0.13	0.10
C20:0	0.29±0.19	0.29±0.18	1.00
C20:1	0.09±0.02	0.09±0.01	0.84
C18:3n-3	0.43±0.00	0.39±0.04	0.70
c9,t11 (CLA)[3]	2.1±0.2	1.84±0.07	0.29
C20:4n-6	0.09±0.01	0.08±0.02	0.82
C20:5n-3	0.11±0.08	0.04±0.01	0.37

Each value is mean ± SE.

c9,t11 (CLA) = Conjugated linoleic acid, C18:2n-6c= Omega 6, C18:3n-3= Omega 3

[1]Vaccenic acid, [2]Linoleic acid = Omega 6, [3]Conjugated linoleic acid and, [4]Linolenic acid= Omega 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ค่าชีวเคมีในกระแสเลือด

6.1 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด (Blood glucose, BG)

จากตารางที่ 26 แสดงปริมาณน้ำตาลในกระแสเลือด หรือ BG แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$) ทั้งสองกลุ่มทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 ก่อนกินอาหาร พบว่าปริมาณ BG ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็มและกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีค่าเท่ากับ 44.75 และ 54.75 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณ BG ณ ชั่วโมงที่ 4 ของโคนมทั้งสองกลุ่มหลังการกินอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 50.75 และ 57 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยของค่า BG ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม คือ 48 และ 56 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางยิ่งสถิติ ($P < 0.01$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณการกินหญ้ากินนีสีม่วง ของโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ปริมาณการกินหญ้ามากกว่า โคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ทำให้ค่า BG ของโคนมที่เลี้ยงปล่อยอิสระ สูงกว่าโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม อย่างไรก็ตามค่า BG ในเลือดของโคนมทั้ง 2 กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่า BG ของเมธา (2529) และ Robert and Prasse (1988) คือ 30-70 และ 50-71 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณของ BG เป็นดังบ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ของพลังงานในสูตรอาหาร (Blowey *et al*., 1973) โดยทั่วไปสัตว์มีปริมาณ BG ประมาณ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการเพื่อดำรงชีพ 40-60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2529) และค่า BG ในเลือดต่ำกว่า 30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แสดงถึงภาวะที่ร่างกายได้รับโภชนะในอาหารที่ไม่เพียงพอ (O'Doherty and Crosby, 1998) การสร้างน้ำตาลกลูโคสขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์และชนิดอาหารข้นจะเกิดการสร้างกลูโคสมากกว่าการกินอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตจะถูกเปลี่ยนเป็นโพรพิโอเนทโดยการหมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน กระแสเลือดแล้วไปเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับต่อไป (บุญล้อม, 2542)

6.2 ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood Urea Nitrogen, BUN)

จากตารางที่ 26 ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด หรือ BUN (Blood Urea Nitrogen) ณ ชั่วโมงที่ 0 ของโคทดลองทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มโคนมปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีค่าเท่ากับ 11.75 และ 14.75 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณ BUN ณ ชั่วโมงที่ 4 พบว่ากลุ่มโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม มีปริมาณ BUN ในเลือดสูงกว่า กลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีค่าเท่ากับ 16.5 และ 24 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) อาจจะเนื่องมาจากกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิสระต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งได้มากกว่า (ตารางที่ 23) ค่า BUN สามารถเป็นตัวบ่งชี้ความสมดุลระหว่างค่าโปรตีน และพลังงานในอาหาร ในการเพิ่มค่า BUN เป็นผลมาจากโคนมกินอาหารโปรตีนหรือคาร์โบไฮเดรต หรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน ภายในกระเพาะรูเมน และจะถูกย่อยโดยน้ำย่อย (enzyme) ของจุลินทรีย์ย่อยได้แอมโมเนียไนโตรเจนจากนั้นจุลินทรีย์จะนำ แอมโมเนียไนโตรเจนมาสร้างเป็นโปรตีนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ (ฉลอง, 2541) ซึ่งค่า BUNในเลือดของสัตว์เคี้ยวเอื้องค่าปกติอยู่ระหว่าง 15-30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Wanapat and Pimpa, 1999) หรือ 10-20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Jack, 1977) จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ย BUN ในเลือด ที่กินหญ้ากินนีสีม่วง และเสริมกระถินสดสับของในโคนมทั้ง 2 กลุ่ม อยู่ในช่วงปกติ ดังจะเห็นได้ว่าโปรตีนที่อยู่ในหญ้ากินนีสีม่วง และกระถินสดสับมีปริมาณเท่ากับ 9.77 และ 24.63 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 22) จึงทำให้ระดับของ BUN ในเลือด ของการทดลองนี้อยู่ในค่าปกติซึ่งโดยค่า BUN ในเลือด เป็นตัวบ่งชี้ความสมดุลระหว่างปริมาณโปรตีนและพลังงานในอาหารที่สัตว์ได้รับ (Nousiainen *et al.*, 2004) และมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของโปรตีนต่อวัน การเพิ่มขึ้นของ BUN ในเลือดเป็นผลมาจาก เมื่อโคนมกินอาหารโปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน ภายในกระเพาะรูเมนอาหาร จะถูกน้ำย่อย ของจุลินทรีย์ย่อยได้เป็นแอมโมเนียไนโตรเจน จากนั้นจุลินทรีย์จะนำแอมโมเนียไนโตรเจน และคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน มาสร้างเป็นโปรตีนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ และจะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมน เข้าสู่กระแสเลือด เพื่อนำไปสังเคราะห์เป็นยูเรียในตับ โดยผ่านวัฏจักรยูเรีย และกลายเป็นยูเรียในกระแสเลือด (ฉลอง, 2541)

6.3 ปริมาณ Triiodothyronineในกระแสเลือด (T_3)

ค่าฮอร์โมน Triiodothyronine (T_3)ในเลือด ของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ที่ระดับ 143.25 และ 116.5 นาโนกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ณ ชั่วโมงที่ 4 ระดับฮอร์โมน T_3 ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ที่ระดับ 162.25 และ 107 นาโนกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของค่า T_3 ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม คือ 153 และ 112 นาโนกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่ากลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระมีระดับฮอร์โมน T_3 ต่ำกว่า กลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ อยู่ในที่ร่มมีหลังคาป้องกันแสงแดดและได้กินอาหารได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้ความเครียดเนื่องจากความร้อนจะทำให้ระดับความเข้มข้นของฮอร์โมนคอร์ติซอลในพลาสมาอยู่ที่ประมาณ 22.6 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร(Abilay *et al.*,1975) แต่อย่างไรก็ตามระดับของค่า T_3 ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม อยู่ระหว่างเกณฑ์ เมื่อเทียบกับระดับฮอร์โมน T_3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในโคนมปกติมีค่าอยู่ระหว่างที่ 90 – 190 นาโนกรัมเปอร์เซ็นต์ และจากการทดลองของ Mugdub *et al.* (1982) พบว่าในสภาวะที่โคเกิดความเครียดจากความร้อน ฮอร์โมน T_3จะลดต่ำลงเท่ากับ 62 นาโนกรัมต่อเดซิลิตรเมื่อเทียบกับโคนมปกติที่มีฮอร์โมน T_3 เท่ากับ146 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร ดังแสดงให้เห็นว่า ฮอร์โมน T_3 สามารถเป็นตัวชี้วัดการเกิดความเครียดจากความร้อนได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 26 แสดงค่าชีวเคมีในเลือดของโคทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังกินอาหาร

Item	Grazing	Loose housing	P-value
BG, mg%			
0 hours	44.75±0.85	54.75±4.10	0.05*
4 hours	50.75±2.32	57.00±1.10	0.05*
BUN, mg%			
0 hours	11.75±2.50	14.75±2.95	0.57
4 hours	16.50±0.65	24.00±1.83	0.01**
T_3, ng%			
0 hours	143.25±20.49	116.50±15.92	0.34
4 hours	162.25±1.70	107.00±1.10	0.01**

Each value is mean ± SE.

*ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

**ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

7. กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก

7.1 การเปลี่ยนแปลง กรด-ด่าง ภายในกระเพาะรูเมน (pH)

จากการสุ่มของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Rumen fluid) ของค่าความเป็นกรด-ด่าง ของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 คือ 6.65 และ 6.68 และ ณ ชั่วโมงที่ 4 หลังจากการได้กินอาหารคือ 6.95 และ 6.85 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าเฉลี่ยความเป็นกรด–ด่าง (pH) ของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 6.8 และ 6.76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Weimer, 1996) จากการทดลองโคนมทั้ง 2 กลุ่มกินอาหารหยาบอย่างเดียว ซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักจะทำการย่อยอาหารที่มีเยื่อใยเพื่อผลิตเป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ นอกจากนี้ยังระดับค่าของ pH จะเป็นตัวบ่งชี้ภายในกระเพาะรูเมนว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (volatile fatty acids; VFA) และระดับ pH ของกระเพาะหมักอยู่ในช่วง 6.0-7.0 (Van Soest, 1982; สุจิตรา, 2530; เมธา, 2533) นอกจากนี้กระบวนการเมทธาบอลิซึมและการมีชีวิตของจุนลิทนรีย์ที่อยู่สลายเซลยูโลสขึ้นอยู่กับระดับ pH ภายในกระ เพาะหมักโดยระดับที่เหมาะสม สำหรับการเจริญเติบโตอยู่ที่ระดับ 6.5 (Van der Linden *et al*., 1984)

7.2 ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Fatty Acid; TVFAs)

ตารางที่ 27 พบว่าปริมาณ TVFAs ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 15.23 และ 16.26 โมล/100โมล ตามลำดับ และชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหาร เท่ากับ 11.07 และ 24.80 โมล/100โมล ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากการทดลองพบว่าค่า TVFAs ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม ณ ชั่วโมงที่ 4 มีค่า TVFAs น้อยกว่าโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ทั้งนี้เป็นผลจากปริมาณการกินได้ที่ต่ำกว่า (แสดงในตารางที่ 23) จากการที่โคนมปล่อยแทะเล็มกินน้อยกว่า อาจจะเนื่องมาจากการที่โคนมที่ปล่อยแทะเล็มเลือกกินอาหาร ที่มีคุณค่าทางอาหารมาก โดยเฉพาะใบ (สายัณห์, 2543) ซึ่งแตกต่างกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระที่ไม่สามารถเลือกกินหญ้าหรืออาหารได้ อย่างไรก็ตามปริมาณของ TVFAs เป็นส่วนสำคัญของกรดไขมันระเหยได้ ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (Sutton, 1985) คือผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการหมักที่กระเพาะหมักคือ กรดไขมันระเหยได้จะมีผลต่อการให้ผลผลิตเช่นกรดอะซิติกและกรดบิวทีริค จะมีผลต่อองค์ประกอบของไขมันในน้ำนม ส่วนกรดโพรพิออนิคมีผลต่อองค์ประกอบของโปรตีนในน้ำนม แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตจะดีขึ้นหากมีการเพิ่มปริมาณการไหลผ่านของกรดอะมิโนไปยังทางเดินอาหารส่วนล่างเพิ่มขึ้น (Chalupa,1976)

7.3 กรดอะซิติก (Acetic acid, C_2)

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก (Acetic acid, C_2) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 27) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 57.44 และ 54.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ผลจากการทดลองระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 มีปริมาณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของ กรดอะซิติกเพิ่มขึ้น ซึ่งกรดอะซิติกจะเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อนำมาใช้ในการดำรงชีวิต และสร้างผลผลิตน้ำนมและไขมันนมระดับหรือปริมาณของอาหารเยื่อใยในอาหารที่โคนมได้รับอยู่ในช่วงกว้างขึ้นอยู่กับสภาวะร่างกายและระดับการให้ผลผลิตประเภทของเยื่อใยขนาดของอนุภาคอาหารความถี่ในการให้อาหารปริมาณทั้งหมดของวัตถุแห้งที่กินได้และความฟ่ามของอาหารเป็นต้น

ตารางที่ 27 ความเป็นกรด-ด่างและกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
pH			
0 hr	6.65 ± 0.07	6.68±0.06	0.79
4 hr	6.96±0.03	6.85±0.06	0.21
TVFAs, mol/100 mol			
0 hr	15.23±4.47	16.62±1.92	0.83
4 hr	11.07±3.57	24.80±11.10	0.28
Molar proportion of VFA, mol/100 mol			
Acetic acid (C2), %			
0 hr	58.26 ± 13.24	41.47 ± 18.32	0.48
4 hr	56.62 ± 9.38	67.14 ± 7.33	0.47
Propionic acid (C3), %			
0 hr	25.83 ± 9.30	28.56 ± 16.55	0.88
4 hr	23.72 ± 9.33	14.15 ± 2.10	0.47
Butyric acid (C4), %			
0 hr	8.36 ± 5.46	28.13 ± 13.88	0.16
4 hr	16.71 ± 5.67	18.71 ± 9.33	0.85
NH_3-N, mg/dl			
0 hours	66.15±2.31	77.25±14.14	0.48
4 hours	62.30±1.85	92.05±15.38	0.10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามหากโคนมได้รับอาหารเยื่อใยไม่เพียงพอหรือมากเกินไปก็จะก่อให้เกิดผลเสียต่อผลผลิตและสุขภาพสัตว์เนื่องจากคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะมีปริมาณของเยื่อใยในระดับสูงและมีโปรตีนและแร่ธาตุหลักที่จำเป็นอยู่ในระดับที่ต่ำ (เมธา, 2533) อาจทำให้สัตว์ได้รับอาหารที่คุณภาพดีไม่เพียงพอและโภชนะต่ำโดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้งและ NRC (1988) รายงานว่าถ้าโคนมได้รับเยื่อใยในอาหารไม่เพียงพอหรือเยื่อใยมีความละเอียดมากมีผลทำให้ pH ในรูเมนต่ำประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์ลดลงหรือเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลงเนื่องจากการสร้างไขมันในน้ำนมจะใช้กรดไขมันระเหยได้เป็นสารตั้งต้นโดยเฉพาะกรดอะซิติค ด้วยเหตุนี้การที่สัตว์ได้รับอาหารเยื่อใยในปริมาณ หรือในสัดส่วนที่ต่ำแล้วมีผลทำให้ปริมาณกรดอะซิติค ที่ผลิตได้นั้นต่ำและมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมต่ำลงไปด้วย

7.4 กรดโพรพิโอนิค (Propionic acid, C_3)

ความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิค (Propionic acid, C_3) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 25.83 และ 28.56 เปอร์เซ็นต์ และชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหารเท่ากับ 23.72 และ 14.15 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าค่าของกรดโพรพิโอนิค ณ ชั่วโมงที่ 4 ลดลง จากชั่วโมงที่ 0 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการที่โคนมทั้ง 2 กลุ่มกินหญ้ากินนีสีม่วงและกระถินสดสับ ซึ่งเป็นอาหารหยาบหลักเพียงอย่างเดียวและในหญ้ากินนีสีม่วง มีปริมาณ NDF และ ADF ที่วิเคราะห์ได้ 72.95 และ 43.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยทั่วไป ระดับของ NDF และ ADF ในระยะเริ่มต้นของการให้นมควรมีค่าอยู่ระหว่าง 26 และ 21 % ตามลำดับ หรือในสูตรอาหารต้องมีสารเยื่อใยไม่ต่ำกว่า 17.3% หรือ ADF ไม่ต่ำกว่า 19.4% (NRC, 1988) ส่วน NDF ประกอบด้วยส่วนของเซลยูโลสเฮไมเซลยูโลสและลิกนินและ ADF ประกอบด้วยส่วนของเซลยูโลสและลิกนินบทบาทของ NDF และ ADF จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งความสามารถในการย่อยได้และความสามารถในการจุได้ของกระเพาะรูเมนแต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเวลาในการเคี้ยวและถ้าโคได้รับเยื่อใยในปริมาณที่ไม่เหมาะสมจะทำให้การเคี้ยวเอื้องการหลั่งน้ำลายความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใย จะมีผลต่อไขมันในน้ำนม และสัดส่วนของกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิคลดลง (Beaucheminand Rode, 1997) อาจส่งผลทำให้ปริมาณของกรดโพรพิโอนิค ลงลด และทำให้ โปรตีนนมและน้ำตาลแลคโตส (ตารางที่ 4) มีปริมาณที่ต่ำ ในโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งกรดโพรพิโอนิคเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(ปิ่น และเมธา, 2546) และมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำนมและโปรตีนในน้ำนมในทางตรงกันข้ามจะไปมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมลดลง (Dijkstra, 1994)

7.5 กรดบิวทีริค (Butyric acid, C_4)

ความเข้มข้นของกรดบิวทีริค (Butyric acid, C_4) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 27) เท่ากับ 8.36, 28.13 และ 16.71, 18.71 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งกรดบิวทีริคมีบทบาทต่อปริมาณการเพิ่มไขมันในน้ำนม และองค์ประกอบของน้ำนมด้วย (Voss *et al*., 1988)

7.6 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของเหลวในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 มีแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เท่ากับ 66.15, 77.25 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 26) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และชั่วโมงที่ 4 มีแอมโมเนีย- ไนโตรเจน เท่ากับ 62.3 และ 92.05 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และค่าเฉลี่ยรวมความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของโคนมทั้งสองกลุ่ม เท่ากับ 64.23 และ 84.65 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจาการทดลองครั้งนี้ พบว่า ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของโคนมทั้งสองกลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของ Satter and Slyter (1974) ค่าความเข้มข้นของ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนที่เหมาะสมสำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน คือ 50-80 มิลลิกรัม/ลิตร ทั้งนี้ สัตว์ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำ และอาหารมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ต่ำ ควรมีความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนอย่างน้อย 200 มิลลิกรัม/ลิตร (Leng, 1991) แต่ทั้งนี้ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะหมักที่เหมาะสมเพื่อให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตสูงสุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่นระดับของการให้อาหารความถี่ในการให้อาหารความสามารถในการละลายได้ของโปรตีนในอาหาร แหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่มีและรวมถึงแหล่งแร่ธาตุด้วย (เมธา, 2533)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ต้นทุนค่าอาหารสัตว์

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยของต้นทุนค่าอาหาร รายได้ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารประกอบด้วยค่าหญ้ากินนีสีม่วงสดโดยให้กินอย่างเต็มที่ และเสริมด้วยกระถินสดสับ ตลอดระยะเวลา 45 วัน ราคาต่อน้ำหนักกิโลกรัมละ 0.5 และ 2.18 บาท ตามลำดับ ซึ่งต้นทุนค่าอาหารของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม 14.78 บาท/ตัว/วัน. และโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยอิสระ 13.92 บาท/ตัว/วัน ซึ่งจะเห็นว่าต้นทุนรวมค่าอาหารทั้ง 2 ชนิด ของโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยอิสระ มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าโคนมปล่อยแทะเล็ม ขณะที่ผลผลิตน้ำนมรวมของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 24) นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัมใกล้เคียงกัน เท่ากับ 1.40 และ 1.39 บาทในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนม ต่อการให้น้ำนม 1 กิโลกรัม สามารถลดต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะค่าอาหาร

ตารางที่ 28 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงและกระถินสด

Item	Grazing	Loose housing
Guinea gass (baht/head/day)	4.8	7.75
Leucanea fresh (baht/head/day)	9.98	6.17
Cost of feed (baht/head/day)	14.78	13.92
Milk yieds (kg/head/day)	10.58	10
Cost of feed/1 kg milk (baht)	1.40	1.39

หมายเหตุ ราคาค่าหญ้ากินนีสีม่วง 0.50 บาท/กิโลกรัม ราคากระถินสดสับ 2.18 บาท/กิโลกรัม ราคาน้ำนมดิบอินทรีย์ ณ ปี 2554 ราคาซื้อ 25 บาท/กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 4 การใช้ประโยชน์จากอาหารสัตว์ 2 ชนิด ต่อการผลิตน้ำนมคุณภาพดี

. ค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้น ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ตลอดระยะการทดลองระหว่างวันที่ 1 กันยายน ถึง 15 ตุลาคม 2554 พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 14.40 มิลลิเมตร อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ระดับ 17.28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ระดับอยู่ที่ระดับ 30.73 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 89.09 เปอร์เซ็นต์ และค่า THI เท่ากับ 77.83 ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณฝนตกในช่วงการทดลอง ปริมาณฝนตกปานกลางที่อยู่ในช่วง 10.1-35 มิลลิเมตร.(กรมอุตุนิยม, 2556) และอุณหภูมิเฉลี่ยในการทดลองประมาณ 24 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่โคนมสามารถดำรงชีพอยู่ได้อย่างปกติที่อุณหภูมิระหว่าง 24-27 อาศาเซลเซียส (Thatcher and Collier, 1986) หากอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงกว่า 27 องศาเซลเซียส จะส่งผลกระทบต่อการระบายความร้อนออกจากร่างกายของโคนม อาจทำให้โคนม เข้าพักในร่ม ลดการเดิน การกิน และการบดเคี้ยวเอื้อง เป็นต้น เพื่อไม่ให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น (NRC, 1981)

2. องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ

องค์ประกอบทางเคมี ของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45 วัน กระถินสดสับ และข้าวโพดหมักที่อายุ การตัด 60 วัน มีระดับโปรตีนเท่ากับ10.14, 12.56 และ 24.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าอาหารทั้ง 3 ชนิด ที่ใช้เลี้ยงโคนมทั้ง 2 กลุ่ม มีโปรตีนสูงกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2540) ซึ่งพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดีที่สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 8-10 เปอร์เซ็นต์ จึงจะเพียงพอต่อการดำรงชีพได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Walton, 1984) ในส่วนของวัตถุแห้ง เท่ากับ 36.24, 32.21 และ 20.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในข้าวโพดหลังหมักแสดงให้เห็นเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง คือ 20.79 เปอร์เซ็นต์ (ข้าวโพดสดที่อายุ 60 วัน เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง อยู่ที่ระดับ 30.09 เปอร์เซ็นต์) พืชที่จะนำมาหมักควรมีวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 25-35 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเป็นสภาพที่พืชมีความชื้นเหมาะสมในการทำพืชหมัก หากชิ้นส่วนพืชมีความชื้นสูงเกินไปจะมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดบิวทิริก ส่งผลให้พืชหมักมีกลิ่นเหม็น (McDonal, 1981) กระบวนการหมักที่ดีจะมีการสูญเสียปริมาณของวัตถุแห้งประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ถ้าชิ้นส่วนพืชมีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งสูงเกินไปจะมีผลให้เกิดการอัดแน่นของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พืชหมักทำให้ขึ้นราได้ (Frame, 1994) นอกจากนี้ค่า ADF ของหญ้ากินนีสีม่วง ข้าวโพดหมักและกระถินสดสับ เท่ากับ 36, 41.78 และ 25.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ADF ควรอยู่ระหว่าง 19-21 เปอร์เซ็นต์ (Briceno *et al*., 1987) เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อกระบวนการหมัก และค่า ADF ของข้าวโพดหลังหมักมีค่าเท่ากับ 38.47 เปอร์เซ็นต์ (สมเกียรติ และคณะ, 2549) และจากการวิเคราะห์หาปริมาณ กรดไขมันลิโนเลอิค (Linoleic acid, C18:*2n-6*) และลิโนเลนิค (Linolenic acid, C18:*3n-3*)ของหญ้ากินนีสีม่วง ข้าวโพดหมักและ กระถินสดสับพบว่า มีปริมาณ ลิโนเลอิค ที่ระดับ 34.8, 14.33 และ 19.47 กรัม/100 กรัมของไขมัน ตามลำดับ และกรดไขมันลิโนเลนิค พบที่ระดับ 53.06, 25.23 และ 42.95 กรัม/100 กรัมของไขมัน ตามลำดับ ซึ่งกรดไขมันทั้ง2 ชนิดนี้ จะพบมากในพืชอาหารสัตว์สด แต่ทั้งนี้ปริมาณของกรดไขมันทั้ง 2 ชนิด ขึ้นอยู่กับความผันแปรตามฤดูกาล (Riel, 1963; Kelly *et al*., 1998)

ตารางที่ 29 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45 วัน ข้าวโพดหมักและกระถินสดสับ

Item	Guinea grass	Corn silage	*Leucaena leucocephala*
Chemical composition	% of DM		
Dry matter	36.24	20.79	31.3
Crude Protein	10.14	12.56	24.23
Fat	1.46	2.17	1.22
NDF	66.84	70.76	33.42
ADF	36	41.78	25.44
Ash	7.9	8.86	7.45
pH	-	3.62	-
Lactic acid	-	4.53	-
Acetic acid	-	1.83	-
Butyric acid	-	0.34	-
WSC	-	0.704	-
NH_3 – N	-	6.3	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 29 (ต่อ)

Precursor of Conjugated linoleic acid (CLA, g/100 g of fat)					
Item	Guinea grass			Corn silage	*Leucaena leucocephala*
	Grass	Leaves	Stem		
C18:2 n-6	33.2	17.54	14.8	14.33	19.47
C18:3 n-3	50.06	38.5	11.12	25.23	42.95

Guinea grass (*Panicum maximum CV. Purple guine*a), NDF=Neutral detergent fiber, ADF=Acid detergent fiber

3.น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

ผลของการเลี้ยงโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม ในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 45 วัน และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระได้รับข้าวโพดหมักอย่างเต็มที่ และโคนมทั้ง 2 กลุ่มเสริมด้วยกระถินสับสด พบว่า น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง และ น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และจะเห็นได้ว่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงในกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ต่ำกว่ากลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจาก การที่โคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยก่อนการทดลองมากกว่า (ตารางที่ 32) และในส่วนของข้าวโพดหมักที่ให้กินมีส่วนประกอบของโปรตีน ไขมันสูงกว่า ถึงแม้นว่าในหญ้ากินนีสีม่วง จะมีเยื่อใยน้อยกว่าข้าวโพดหมักก็ตาม (ตารางที่ 31) อย่างไรก็ตามปริมาณการกินได้ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มสูงกว่า กลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ คือ 5.94 และ 3.64 กิโลกรัมของวัตถุแห้ง และปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน (%BW/d) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 1.13 และ 0.67 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้จะพบว่า ค่า NDF และ ADF ในหญ้ากินนีสีม่วงต่ำกว่าในข้าวโพดหมัก (ตารางที่ 31) ระดับ NDF (Neutral Detergent Fiber) ในอาหารโคนมไม่ควรมีระดับ NDF ต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ ของ NDF ควรจะเป็นอาหารหยาบ และ ADF (Acid Detergent Fiber) ควรอยู่ระหว่าง 19-21 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อกระบวนการหมัก ปริมาณการกินได้ ผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนม (NRC, 1989) และค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

NDF สูงขึ้นโคนมใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้องนาน และทำให้ลดปริมาณการกินได้ลง (Beauchemin *et al*., 1994a)

ตารางที่ 30 น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็ม และโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
Animal number	4	4	
Initial wt, kg.	542 ± 26.66	567.25 ± 30.85	0.55
Final wt, kg.	542.25 ± 27.52	568 ± 39.53	0.52
Chang wt, kg.	0.25 ±5.67	1.25 ±21.48	0.75
Dry Matter Intake, kg/d			
Guinea grass	5.94	-	-
Corn silage	-	3.64	-
Leucaena leucocephala	0.16	0.18	-
Total Dry Matter Intake, kg/day	6.1	3.82	
Dry Matter Intake, %BW/d	1.13	0.67	

Each value is mean ± SE.

4. ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

ผลผลิตน้ำนมของโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 45 วัน และโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระได้รับข้าวโพดหมัก อย่างเต็มที่ และโคนมทั้ง 2 กลุ่มเสริมด้วยกระถินสดสับ พบว่าผลผลิตน้ำนมรวมอยู่ที่ 11.49 และ 10.1 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ และผลผลิตน้ำนมปรับ 4 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 9.98 และ 10.02 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในหญ้ากินนีสีม่วง ที่อายุ 45 วัน และ ข้าวโพดหมัก และกระถินสดสับ มีระดับโปรตีน 10.14, 12.56 และ 24.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 31) ซึ่งถือว่าเป็นอาหารหยาบที่มีคุณภาพทั้ง 3 ชนิด เพราะมีระดับโปรตีนสูงกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องควรได้รับตามค่ามาตรฐานของกรมปศุสัตว์ (2544) และ Hennessy (1980) ในทางตรงข้ามกันอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องที่ไดรับมีปริมาณโปรตีนที่ต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์จะไปมีผลกระทบต่อ กิจกรรมการทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งอาจส่งผลโดยตรงต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ย่อยเยื่อใย (cellulolytic bacteria) ทำให้การย่อยเยื่อ ใยในอาหารหยาบลดลง (Hennessy, 1980) นอกจากนี้ยังส่งผลให้สัตว์กินอาหารลดลงเนื่องจากการทำงานของจุลินทรีย์ใน กระเพาะหมักลดลง (Walton, 1984) ซึ่งส่งผลทำให้ผลผลิตน้ำนมลดลงตามไปด้วย

ตารางที่ 31 ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
Milk yield (kg/d)	11.49 ± 1.56	10.05 ± 1.36	0.51
4% FCM (kg/d)	9.98±0.63	10.02±0.59	0.97
Fat (%)	3.59 ±0.05	4.02 ± 0.08	0.01**
Protein (%)	3.31 ± 0.05	3.37 ± 0.04	0.61
Lactose (%)	4.57 ± 0.06	4.70 ± 0.06	0.18
SNF (%)	8.64 ± 0.10	8.85 ± 0.11	0.19

Each value is mean ± SE.

**Means in the same row with different superscript are statistically different ($P < 0.01$)

FCM = Fat corrected milk, SNF= Solid not fat

ด้านองค์ประกอบของน้ำนมของโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 45 วัน และโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระได้รับข้าวโพดหมักได้แก่โปรตีนในน้ำนม พบว่ามีค่าปริมาณโปรตีนในน้ำนม เท่ากับ 3.31 และ 3.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำตาลแลคโตสในน้ำนม เท่ากับ 4.57 และ 4.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมันในน้ำนม เท่ากับ 8.64 และ 8.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และไขมันในน้ำนม เท่ากับ 3.59 และ 4.02 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 33) ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากค่า NDF ในข้าวโพดหมักสูงกว่าในหญ้ากินนีสีม่วง (ตารางที่ 2) ซึ่งค่า NDF ในอาหารสูงขึ้น โคจะกินอาหารได้น้อยลง (Ruiz *et al*., 1995; Beauchemin *et al*., 1991; วุฒิชัย, 2541) และในการทดลองแม้ว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระกินได้น้อย (ตารางที่ 33) แต่ในทางตรงข้ามระดับของ NDF ที่สูง จะทำให้โคใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้อง และเปอร์เซ็นต์ของไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น (Beauchemin *et al*., 1994a) อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำนมดิบของโคทดลองทั้ง 2 กลุ่ม จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปกมาตรฐานที่กำหนดโดย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2553)

5. องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนม

จากการทดลองของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มที่กินหญ้ากินนีสีม่วง เป็นอาหารหยาบหลัก และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระที่กินข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบหลัก ให้กินอย่างเต็มที่และทั้ง 2 กลุ่ม เสริมกระถินสดสับ พบว่าการผลิตกรดไขมันน้ำนม ทั้งกรดไขมันชนิดสายยาวปานกลาง (Medium-chain fatty acid : C14:0 to C16:0) และกรดไขมันชนิดสายยาว (Long-chain fatty acid : > C18:0) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ($P < 0.05$) โดยเฉพาะปริมาณกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค (Conjugated linoleic acid,CLA) ที่พบในกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็มมากกว่า กลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระคือ 2.27 และ 1.31 กรัม/100 กรัมของไขมัน ทั้งนี้อาจจะเป็นผลมาจากปริมาณกรดไขมันลิโนเลอิค (C18:2n-6) และ กรดไขมันลิกโลเลนิก (C18:3n-3) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ CLA ที่พบในหญ้ากินนีสีม่วง ที่มีปริมาณมากกว่าในข้าวโพดหมัก อาจปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ปริมาณของ CLA ในน้ำนมของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม มากกว่ากลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ นอกจากนี้โคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม มีโอกาสในการเลือกกินหญ้ากินนีสีม่วง โดยเฉพาะการเลือกกินใบ ที่มีปริมาณสารตั้งต้นของ CLA คือ กรดไขมันลิโนเลอิค และกรดไขมันลิกโลเลนิก (ตารางที่ 32) มาก สอดคล้องกับการรายงานของ สายัณห์ (2533) กล่าวว่า ในการปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มในแปลงหญ้า จะเลือกกินอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะได้มากกว่าที่ตัดให้สัตว์กินโดยตรง ซึ่งในลักษณะการกินใบของต้นหญ้าจะถูกเลือกกินก่อน และจากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าปริมาณของกรดไขมัน trans-11C18:1(Vaccenic acid) และ C18:2 (Linoleic acid) ที่เป็นสารตั้งต้นหลักในการผลิต CLA ในส่วนกระเพาะหมักและในเนื้อเยื่อไขมันเต้านมในกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม มีปริมาณสูงกว่า กลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระซึ่งก็อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ปริมาณของ CLAในกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็มมีมากกว่า และ Stockdata *et al*. (2003) กล่าวว่า ในด้านสารตั้งต้นของ CLA การให้หญ้าสดเพียงอย่างเดียวจะทำให้ปริมาณ trans-11C18:1 และ cis-9,trans-11CLA ในน้ำนมสูงกว่าการเสริมอาหารข้นหรือพืชน้ำมันในอาหารโคนม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 32 แสดงองค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
C6:0	0.2±0.01	0.17±0.04	0.47
C8:0	0.28±0.01	0.32±0.04	0.39
C10:0	0.73±0.04	0.71±0.02	0.73
C11:0	0.08±0.01	0.12±0.04	0.35
C12:0	1.1±0.02	1.36±0.21	0.27
C13:0	0.06±0.00	0.09±0.02	0.26
C14:0	5.03±0.33	5.57±0.60	0.47
C14:1	0.43±0.06	0.64±0.27	0.47
C15:0	0.90±0.04	0.85±0.07	0.55
C16:0	30.36±0.63	29.62±0.79	0.49
C16:1	1.87±0.12	2.32±0.62	0.50
C17:1	0.2±0.01	0.22±0.02	0.20
C18:0[1]	15.56±1.48	15.88±1.50	0.89
C18:1n-9t	5.53±0.52	3.67±0.23	0.02
C18:1n-9c	32.89±1.81	32.5±0.53	0.84
C18:2n-6t	0.25±0.04	0.2±0.03	0.32
C18:2n-6c	2.36±0.14	2.02±0.10	0.09
C20:0	0.3±0.01	0.31±0.02	0.84
C18:3n-3	0.34±0.31	0.25±0.02	0.04*
c9,t11 (CLA)[3]	2.27±0.28	1.31±0.15	0.02*
C20:4n-6	0.1±0.01	0.12±0.01	0.29
C20:5n-3	0.051±0.01	0.049±0.01	0.78

Each value is mean ± SE.

***** ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P <0.05)

[1]Vaccenic acid, [2]Linoleic acid = Omega 6, [3]Conjugated linoleic acid and, [4]Linolenic acid= Omega 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ค่าชีวเคมีในกระแสเลือด

6.1 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด (Blood glucose, BG)

ปริมาณน้ำตาลในกระแสเลือด หรือ BG ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 ก่อนกินอาหาร และชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหาร พบว่าปริมาณ BG ณ ชั่วโมงที่ 0 ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็มและกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีค่าเท่ากับ 42.25 และ 53.75 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณ BG ณ ชั่วโมงที่ 4 ของโคนมทั้งสองกลุ่มหลังการกินอาหารพบว่าปริมาณ BG ในเลือดสูงเพิ่มขึ้น คือ 47.75 และ 55 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่า BG ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าอยู่ในช่วง 50-71 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Robert and Prasse, 1988) ปริมาณของ BG เป็นตังบ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ของพลังงานในสูตรอาหาร (Blowey *et al*., 1973) โดยทั่วไปสัตว์มีปริมาณ BG ประมาณ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการเพื่อดำรงชีพ 40-60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2529) แต่ค่า BG ในเลือดต่ำกว่า 30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แสดงถึงภาวะที่ร่างกายได้รับโภชนะในอาหารที่ไม่เพียงพอ (O'Doherty and Crosby, 1998) ซึ่งการสร้างน้ำตาลกลูโคสขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์และชนิดอาหารข้นจะเกิดการสร้างกลูโคสมากกว่าการกินอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรทจะถูกเปลี่ยนเป็นโพรพิโอเนทโดยการหมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน กระแสเลือดแล้วไปเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับต่อไป (บุญล้อม, 2542) นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะทำให้สัตว์เครียด และกินอาหารลดลง ซึ่งความเครียดจะไปกระตุ้นให้ adrenaline และ noradrenalin ทำงานให้มีการสลายไกลโคเจนจากตับและกล้ามเนื้อ ทำให้เพิ่มระดับกลูโคสในเลือด (Du Preez, 2000)

6.2 ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในพลาสมา (Blood Urea Nitrogen, BUN)

ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในพลาสมา หรือ BUN (Blood Urea Nitrogen) ณ ชั่วโมงที่ 0 และ ชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหาร ของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็มและกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า BUN เพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 4 ทั้งนี้ระดับของ NH_3-N ในกระเพาะหมักจะเพิ่มขึ้นสูงสุดประมาณที่ 1 ชั่วโมงครึ่ง ถึง 2 ชั่วโมงหลังการกินอาหาร (Gustafson and Plamquist, 1992) ในขณะที่ระดับ BUN จะมีปริมาณสูงสุดที่ 4-6 ชั่วโมง หลังการกินอาหาร (Pattarajinda, 2001) ระดับ BUN ในกระแสเลือดของโคปกติ มีค่าอยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Jack, 1977) และค่า BUN ปกติ ในสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ระหว่าง 15-30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Wanapat and Pimpa, 1999) ซึ่งอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมทั้ง 2 กลุ่มมี หญ้ากินนีสีม่วงอายุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

45 วัน ข้าวโพดหมัก และเสริมด้วยกระถินสับสด ไม่มีการให้อาหารข้น จึงมีผลให้ปริมาณค่า BUN ต่ำ ทั้งนี้เป็นอาจจะเป็นผลมาจากปัจจัยด้านอาหารที่โคนมทั้ง 2 กลุ่มได้รับ โดยกลุ่มโคนมโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระจะกินข้าวโพดหมักได้น้อยเฉลี่ย 3.64 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน และกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้ากินนี 5.94 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน และกินกระถินสับสดทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณเท่ากัน คือ 0.18 และ 0.16 กิโลกรัมวัตถุแห้ง/ตัว/วัน ซึ่งในขณะที่ปริมาณ BUN มีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของโปรตีนต่อวัน และเป็นตัวดัชนีตัวชี้วัดถึงความสมดุลระหว่างปริมาณโปรตีนและพลังงานในอาหารที่สัตว์ได้รับ (Nousiainen*et al.*, 2004) นั่นอาจจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าในสภาพการเลี้ยงโคนมที่ให้น้ำนมในช่วงกลางถึงปลาย ที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ หรือปริมาณการกินได้ต่ำ ก็ส่งผลให้ระดับค่าของ BUN ต่ำไปด้วย นั่นอาจหมายถึงโคนมได้รับอาหารที่ไม่สมบูรณ์

6.3 ปริมาณ Triiodothyronineในกระแสเลือด (T_3)

ผลการทดลองพบว่าปริมาณ Triiodothyronine (T_3) ในกระแสเลือดของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มและกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 146.5-156.25 และ 187-137.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่าค่า T_3 ในกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระน้อยกว่า โคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม ซึ่ง T_3 เกี่ยวข้องกับถ้าร่างกายมีไทรอยด์ฮอร์โมนลดลงต่ำกว่าปกติหรืออัตราการเผาผลาญสารอาหารลดลงจะกระตุ้นให้ไฮโพทาลามัส หลั่งไทโรโทรปินรีลิสซิงฮอร์โมน เรียกย่อว่าที อาร์ เอช (TRH :thyrotropin releasing hormone) (Kacsoh, 2000)ไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าให้หลั่งไทรอยด์สติมิวเลติงฮอร์โมน เรียกย่อว่าที เอสเอช (TSH : thyroid stimulating hormone) เพื่อไปกระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้หลั่งไทรอยด์ฮอร์โมนออกมาจนกระทั่งความเข้มข้นของไทรอยด์ฮอร์โมนปกติในภาวะที่ร่างกายต้องการพลังงาน (Kaplan, 1992) เมื่อมีไทรอยด์ฮอร์โมนเพียงพอ จะเกิดขบวนการย้อนกลับไปที่ต่อมใต้สมองและไฮโพทาลามัสให้ยับยั้งการสร้าง T_3 โดยยับยั้งการหลั่ง TRH ที่ไฮโพทาลามัส ซึ่ง TRH ทำหน้าที่ยับยั้งต่อมใต้สมองส่วนหน้าให้หลั่ง TSH ลดลงทำให้มีการสร้างไทรอยด์ลดลงอยู่ในระดับที่ปกติการทำงานของต่อมไทรอยด์ ดังนั้นการมีฮอร์โมนกลุ่มกลูโคคอร์ติคอยด์ในระดับสูงเป็นเวลานานจึงส่งผลต่อการเจริญเติบโต (Squires, 2003)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 33 แสดงค่าชีวเคมีในเลือดของโคทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังกินอาหาร

Item	Grazing	Loose housing	P-value
BG, mg%			
0 hr	42.25 ± 2.84	53.75 ± 1.65	0.01
4 hr	47.75 ± 1.11	55 ± 2.27	0.03
BUN, mg%			
0 hr	12.29 ± 1.65	9 ± 0.41	0.11
4 hr	13.75 ± 2.25	10.25 ± 0.48	0.18
T_3, mg%			
0 hr	146.5 ± 27.46	156.25 ± 32.42	0.83
4 hr	187.5 ± 9.81	137.5 ± 6.81	0.01**

Each value is mean ± SE.

**ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

BG = Blood Glucose, BUN = Blood Urea Nitrogen และ T_3 = Triiodothyronine

7. กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก

7.1 การเปลี่ยนแปลง กรด-ด่าง ภายในกระเพาะรูเมน (pH)

ค่า pH ของเหลวในกระเพาะหมักและอุณหภูมิใน กระเพาะหมัก ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญออระบบนิเวศน์วิทยาในกระเพาะหมัก โดยมีผลต่อทั้ง ชนิดและจำนวนประชากรของจุลินทรีย์เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลของแบคทีเรีย และมีผลต่อการดูดซึมโภชนะต่างๆ ผ่านผนังกระเพาะหมักด้วย (Church, 1979) ระดับ pH ภายในกระเพาะหมักที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญ ของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักอยู่ในช่วง 5.5-7.0 (ฉลอง, 2541) และจากการสุ่มของเหลวจาก กระเพาะรูเมน (Rumen fluid) ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 6.73 และ6.87 ตามลำดับ และในชั่วโมงที่ 4 หลังจากการได้กินอาหารเท่ากับ 6.8 และ 6.98 ตามลำดับ ระดับค่า pH ในโคและกระบือที่กินฟางข้าวจะอยู่ในช่วง 6.3-6.8 (ไชยวรรณ และคณะ, 2533) นอกจากนี้โคที่ได้รับหญ้าซิกแนลสดเพียงอย่างเดียวมีค่าเฉลี่ยของ pH อยู่ในช่วง 7.1-7.2 ซึ่งถือว่าเป็นค่าปกติ (เมธา และคณะ, 2531) และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับ pH จะเป็นตัวบ่งชี้ภายในกระเพาะรูเมนว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (สุจิตรา, 2530) และเหมาะสำหรับการแตกตัวของโปรตีนเป็นแอมโมเนีย (Pereira and Armentano, 2000) นอกจากนี้ ระดับ pH ในกระเพาะยังเป็นตัวบอกระดับความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการทำงานของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน (6.5-6.8) (สมคิด และบุญล้อม, 2539)

7.2 ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Fatty Acid; TVFAs)

ปริมาณ TVFAs ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 11.20 และ 30.89 โมล/100โมล ตามลำดับ และ ชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหาร เท่ากับ 13.64 และ 29.60 โมล/100โมล ตามลำดับ จากการทดลองจะพบว่าค่า ในโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระมีค่า TVFAs สูงกว่า โคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มทั้งนี้อาจเป็นมาจากชนิดของอาหารที่กินต่างกัน คือ หญ้ากินนีสีม่วง และข้าวโพดหมัก ซึ่งในข้าวโพดหมักมีโปรตีนสูงกว่า หญ้ากินนีสีม่วง (แสดงในตารางที่ 29) และค่า BG (แสดงในตารางที่ 33) ของกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระมีปริมาณสูงกว่า ซึ่งการสร้างน้ำตาลกลูโคสขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์และชนิดอาหารข้นจะเกิดการสร้างกลูโคสมากกว่าการกินอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรทจะถูกเปลี่ยนเป็นโพรพิโอเนทโดยการหมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน กระแสเลือดแล้วไปเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับต่อไป (บุญล้อม, 2542) นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะทำให้สัตว์เครียด และกินอาหารลดลง ซึ่งความเครียดจะไปกระตุ้นให้ adrenaline และ noradrenalin ทำงานให้มีการสลายไกลโคเจนจากตับและกล้ามเนื้อ ทำให้เพิ่มระดับกลูโคสในเลือด (Du Preez, 2000)

7.3 กรดอะซิติก (Acetic acid, C_2)

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก(Acetic acid, C_2) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 34) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) 52.13, 51.1 และ 50.2, 54.13 โมล/100 โมล ตามลำดับ ทั้งนี้ผลจากการทดลองระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ณ ชั่วโมงที่ 0 และ4 มีปริมาณของ กรดอะซิติกใกล้เคียงกัน ซึ่งกรดอะซิติกจะเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อนำมาใช้ในการดำรงชีวิต และสร้างผลผลิตน้ำนมและไขมันนมระดับหรือปริมาณของอาหารเยื่อใยในอาหารที่โคนมได้รับอยู่ในช่วงกว้างขึ้นอยู่กับสภาวะร่างกายและระดับการให้ผลผลิตประเภทของเยื่อใยขนาดของอนุภาคอาหารความถี่ในการให้อาหารปริมาณทั้งหมดของวัตถุแห้งที่กินได้และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความฟ่ามของอาหารเป็นต้นอย่างไรก็ตามหากโคนมได้รับอาหารเยื่อใยไม่เพียงพอหรือมากเกินไปก็จะก่อให้เกิดผลเสียต่อผลผลิตและสุขภาพสัตว์เนื่องจากคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะมีปริมาณของเยื่อใยในระดับสูงและมีโปรตีนและแร่ธาตุหลักที่จำเป็นอยู่ในระดับที่ต่ำ (เมธา, 2533) อาจทำให้สัตว์ได้รับอาหารที่คุณภาพดีไม่เพียงพอและโภชนะต่ำโดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้งและ NRC (1988) รายงานว่าถ้าโคนมได้รับเยื่อใยในอาหารไม่เพียงพอหรือเยื่อใยมีความละเอียดมากมีผลทำให้ pH ในรูเมนต่ำประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์ลดลงหรือเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลงเนื่องจากการสร้างไขมันในน้ำนมจะใช้กรดไขมันระเหยได้เป็นสารตั้งต้นโดยเฉพาะกรดอะซิติค ด้วยเหตุนี้การที่สัตว์ได้รับอาหารเยื่อใยในปริมาณหรือในสัดส่วนที่ต่ำแล้วมีผลทำให้ปริมาณกรดอะซิติคที่ผลิตได้นั้นต่ำและมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมต่ำลงไปด้วย

ตารางที่ 34 ความเป็นกรด-ด่างและกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
pH			
0 hours	6.73±0.18	6.85±0.08	0.47
4 hours	6.8±0.11	6.98±0.05	0.19
TVFAs, mol/100 mol			
0 hours	11.20±1.80	30.89±13.35	0.24
4 hours	13.64±3.08	29.60±15.38	0.38
Molar proportion of VFA, mol/100 mol			
Acetic acid (C2)			
0 hours	51.97±5.33	51.04±10.11	0.93
4 hours	50.19±6.80	54.16±6.10	0.68
Propionic acid (C3)			
0 hours	27.49±3.08	27.37±4.510	0.98
4 hours	27.98±3.58	26.64±5.85	0.85
Butyric acid (C4)			
0 hours	20.52±5.23	21.46±11.86	0.94
4 hours	19.24±7.85	9.00±0.41	0.24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 34 (ต่อ)

Item	Grazing	Loose housing	P-value
NH_3-N, mg/dl			
0 hr	60.9±2.39	58.45±2.45	0.50
4 hr	64.75±2.64	63.7±6.87	0.89

Each value is mean ± SE.

7.4 กรดโพรพิโอนิค(Propionic acid, C_3)

ความเข้มข้นของ (Propionic acid, C_3) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 34) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) 27.6, 27.38 และ 28, 26.65 โมล/100โมล ตามลำดับจะเห็นได้ว่าค่าของกรดโพรพิโอนิค ณ ชั่วโมงที่ 4 ลดลง จากชั่วโมงที่ 0 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการที่โคนมทั้ง 2 กลุ่มกินหญ้ากินนีสีม่วง ข้าวโพดหมัก และกระถินสับ ซึ่งเป็นอาหารหยาบหลักเพียงอย่างเดียวและในหญ้ากินนีสีม่วงมีปริมาณ NDF และ ADF ที่วิเคราะห์ได้ 66.8, 70.76, 35.42 เปอร์เซ็นต์ และ 36, 41.78 และ 25.64 ตามลำดับ (ตารางที่ 29) โดยทั่วไป ระดับของ NDF และ ADF ในระยะเริ่มต้นของการให้นมควรมีค่าอยู่ระหว่าง 26 และ 21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่จากการรายงานของวิโรจน์ และมนต์ชัย (2556) กล่าวว่า แม่โครีดนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำกว่า 15 กิโลกรัม/ตัว/วัน ค่า NDF อาจสูงถึง 45-50 เปอร์เซ็นต์ หรือในสูตรอาหารต้องมีสารเยื่อใยไม่ต่ำกว่า 17.3 เปอร์เซ็นต์ หรือ ADF ไม่ต่ำกว่า 19.4 เปอร์เซ็นต์ (NRC, 1988) NDF ประกอบด้วยส่วนของเซลยูโลส เฮไมเซลยูโลสและลิกนินและ ADF ประกอบด้วยส่วนของเซลยูโลส และลิกนิน บทบาทของ NDF และ ADF จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งความสามารถในการย่อยได้และความสามารถในการจุได้ของกระเพาะรูเมนแต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเวลาในการเคี้ยวและถ้าโคได้รับเยื่อใยในปริมาณที่ไม่เหมาะสมจะทำให้การเคี้ยวเอื้องการหลั่งน้ำลายความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใยไขมันในน้ำนมและสัดส่วนของกรดอะซิติคต่อกรดโพรพิโอนิคลดลง (Beauchemin and Rode, 1997) อาจส่งผลทำให้ปริมาณของกรดโพรพิโอนิค ลงลด และทำให้โปรตีนนมและน้ำตาลแลคโตส (ตารางที่ 33) มีปริมาณที่ต่ำ ในโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งกรดโพรพิโอนิคเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส (ปิ่น และเมธา, 2546) และมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำนมและโปรตีนในน้ำนมในทางตรงกันข้ามจะไปมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมลดลง (Dijkstra, 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.5 กรดบิวทีริค (Butyric acid, C_4)

ความเข้มข้นของ (Butyric acid, C_4) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 (ตารางที่ 34) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 22.8, 21.43 และ 21.6, 19.25 โมล/100โมลตามลำดับ แต่พบว่าปริมาณ กรดบิวทีริค ณ ชั่วโมงที่ 4 ของกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ลดลงต่ำกว่าโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม ทั้งนี้เป็นผลมาจากปริมาณการกินวัตถุแห้งของหญ้ากินนีสีม่วง(แสดงในตารางที่ 30) ของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็มและกรดบิวทีริคมีบทบาทในการเพิ่มไขมันในน้ำนม นอกจากนี้ VFA เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดย 80 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่สัตว์ต้องการได้มาจาก VFA ความเข้มข้นของ VFA ที่ผลิตได้ในกระเพาะหมักจะมีความผันแปรระหว่าง 70-150 มิลลิโมล/ลิตรหรือประมาณ 5-10 กรัม/ลิตรขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและระยะเวลาของอาหารในกระเพาะหมัก (บุญล้อม, 2541)

7.6 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของเหลวในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 มีแอมโมเนีย-ไนโตรเจนระดับที่ 60.9, 58.45 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ(ตารางที่ 33) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และชั่วโมงที่ 4 มีแอมโมเนีย-ไนโตรเจนระดับที่ 64.75, 63.7 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ผลจาการทดลองครั้งนี้ พบว่า ค่าความเข้มข้นของ แอมโมเนีย – ไนโตรเจนของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 มีปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูง อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะหมักในสภาพนิเวศวิทยาภายในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อนระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 15-30 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เนื่องจากยูเรียสามารถย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วโดยจุลินทรีย์ซึ่งให้ผลผลิตสุดท้ายคือ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน เพิ่มมากขึ้นและสามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะหมัก (Wanapat and Pimpa , 1999 และ Perdok and Leng , 1990) และจากการรายงานของ เมธา(2533) กล่าวว่า แอมโมเนีย ที่ระดับ 50-80 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สูงสุดซึ่งแอมโมเนีย ที่พบสามารถถูกดูดเข้าสู่เซลล์เพื่อจุลินทรีย์นำไปสังเคราะห์เพื่อเป็นแหล่งของไนโตรเจนในกระบวนการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนภายในเซลล์ต่อไป(Satter and Slyter, 1974 ; สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2552) แต่ทั้งนี้ระดับความเข้มข้นของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แอมโมเนียในกระเพาะหมักที่เหมาะสมเพื่อให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตสูงสุดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่นระดับของการให้อาหารความถี่ในการให้อาหารความสามารถในการละลายได้ของโปรตีนในอาหารแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่มีและรวมถึงแหล่งแร่ธาตุด้วย (เมธา, 2533)

ระดับของแอมโมเนียไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นคือปริมาณการย่อยได้ของโภชนะโปรตีนและปริมาณการกินได้จากอาหารทั้งหมดเพิ่มขึ้นส่งผลโดยตรงต่อประชากรของแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีนที่เพิ่มขึ้นและทำให้การย่อยสลายโปรตีนเป็นเปปไทด์กรดอะมิโนและให้ได้เป็นผลผลิตสุดท้ายคือแอมโมเนียไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นนอกจากนี้ยูเรียซึ่งเป็นแหล่งแอมโมเนียไนโตรเจนที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักซึ่งการนำไปใช้ประโยชน์ของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโน ร่วมกับกรดคีโตที่ได้จากการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรทที่ถูกหมักได้อย่างรวดเร็ว (Church, 1979) นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อระดับของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เพิ่มขึ้นนั้นมาจากความหลากหลายของสูตรอาหารต่อการใช้ประโยชน์จากสารอาหารโปรตีนและความสัมพันธ์ของเซลล์ยีสต์มีชีวิตต่อนิเวศวิทยาตลอดจนความหลากหลายของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (Durand et al., 2007)

8. ต้นทุนค่าอาหารสัตว์

ตารางที่ 35 แสดงต้นทุนค่าอาหารทดลอง ตลอดระยะเวลา 45 วัน ประกอบด้วยค่าหญ้ากินนีสีม่วง ข้าวโพดหมักโดยให้กินอย่างเต็มที่ และเสริมด้วยกระถินสดสับในโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ราคาค่าอาหารทั้ง 3 ชนิดต่อน้ำหนักสดกิโลกรัมละ 0.5 ,2.81 และ 2.18 บาท ตามลำดับ ซึ่งต้นทุนค่าอาหารของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม 6.71 บาท/ตัว/วัน. และโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยอิสระ 142.81 บาท/ตัว/วัน ซึ่งจะเห็นว่าต้นทุนรวมค่าอาหารทั้ง 2 ชนิด ของโคนมเลี้ยงในคอกแบบปล่อยอิสระ มีต้นทุนค่าอาหารสูงกว่าโคนมปล่อยแทะเล็ม ขณะที่ผลผลิตน้ำนมรวมของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 31) นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัมใกล้เคียงกัน เท่ากับ 0.57 และ 14.28 บาท/การผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ในการเลี้ยงโคนมโดยเฉพาะต้นทุนค่าหญ้ากินนีสีม่วงต่ำกว่าการกินข้าวโพดหมัก ทำให้ผลกำไรเพิ่มมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วง ข้าวโพดหมัก เสริมด้วยกระถิน ตลอดระยะเวลา 45 วัน

Item	Grazing	Loose housing
Guinea gass (baht/head/day)	4.10	-
Corn silage (baht/head/day)		140.20
Leucanea fresh (baht/head/day)	2.61	2.61
Cost of feed (baht/head/day)	6.71	142.81
Milk yieds (kg/head/day)	11.49	10.05
Cost of feed/1 kg milk (baht)	0.57	14.28

หมายเหตุ ราคาค่าหญ้ากินนีสีม่วงสด 0.50 บาท/กิโลกรัม, ราคาข้าวโพดหมัก 2.81บาท/กิโลกรัม และ ราคากระถินสดสับ 2.18 บาท/กิโลกรัม, ราคาน้ำนมดิบอินทรีย์ ณ ปี 2554 ราคาซื้อ 25 บาท/กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เสริมด้วยอาหารข้นที่มีผลต่อคุณภาพน้ำนม

1. ค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์

ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้น ณ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ตลอดระยะการทดลองระหว่างวันที่ 20 ตุลาคม ถึง 13 ธันวาคม 2554 พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 0.09 มิลลิเมตร อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ระดับ 16.45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ระดับอยู่ที่ระดับ 31.54 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 84.00 เปอร์เซ็นต์ และค่า THI เท่ากับ 76.44 การทดลองอยู่ในช่วงกำลังเข้าฤดูหนาว ปริมาณน้ำฝนลดลงมาก อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 24 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูหนาวมีผลกระทบน้อยมากต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง แต่ถ้าสภาพสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิหรือความชื้นจะมีความผันแปรต่อปริมาณอาหารที่โคกินประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของสิ่งแห้ง เช่น ที่อุณหภูมิ 26.7 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณอาหารที่โคกินลดลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากการตอบสนองของร่างกายต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิซึ่งพฤติกรรมที่โคแสดงออกเกี่ยวข้องกับ Themo regulatory system โดยมีส่วนไฮโปทาลามัสเป็นตัวควบคุม (West *et al*., 2003)

2. องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนะ

จากตารางที่ 36 แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีอายุ 45 วัน ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM), โปรตีนรวม (CP),เยื่อใยรวม (CF), เถ้า (ash), ไขมัน (Fat), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) เท่ากับ 22.06, 9.35, 10.68, 1.79, 71.03 และ 38.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณกรดไขมันลิโนเลอิค และลิโนเลอิคที่เป็นสารตั้งต้นของ CLA ที่พบในหญ้ากินนีสีม่วงเท่ากับ 35.9 และ 54.77 กรัม/100 กรัมของไขมัน และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารข้น ปริมาณของวัตถุแห้ง (DM), โปรตีนรวม (CP), เถ้า (ash), ไขมัน (Fat), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (NDF), เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (ADF) เท่ากับ 23.43, 12.84, 15.89, 1.96, 65.18 และ 35.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตามคำแนะนำของ Mertens (1987) และ NRC (1989) ที่รายงานระดับเยื่อใยที่เหมาะสมในสูตรอาหารโคนมอยู่ที่ระดับ 35 และ 25-30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ADF ไม่ต่ำกว่า 19-21 เปอร์เซ็นต์โดยที่ปริมาณเยื่อใยทั้งหมดที่โคนมได้รับ 75 เปอร์เซ็นต์ ควรเป็นเยื่อใยที่ได้จากแหล่งของพืชอาหารสัตว์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 36 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45วัน และ อาหารข้น

Item	Guinea grass (On dry basis, %)	Concentrate (As fed basic, %)
Dry matter	22.06	8.8
Crude Protein	9.35	16.88
Ash	10.68	6.28
Fat	1.97	9.13
NDF	71.03	23.23
ADF	38.52	43.78

Precursor of Conjugated linoleic acid (CLA,)

Item	Guinea grass (g/100 g of fat)			Concentrate (g/100 g of fat)
	Grass	Leaves	Stem	
C18:2 n-6	35.9	15.58	20.22	15.54
C18:3 n-3	54.77	35.10	19.40	8.85

Guinea grass (*Panicum maximum CV. Purple guine*a), Concentrate (Include: 20 kg Dried Brewers Grains, 50 kg. rice bran and 30 kg. leucaena fresh chopped), NDF=Neutral detergent fiber, ADF=Acid detergent fiber; C18:2*n-6*=Linoleic acid; C18:3*n-3*=Linolenic acid

3. น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

ตารางที่ 37 จากการทดลองของกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง และน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และปริมาณการกินได้ในหญ้ากินนีสีม่วงและอาหารข้นของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม เท่ากับ 7.34 และ 9.35 กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง/ตัว/วัน ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน (%BW/d) เท่ากับ 1.5 และ 1.67 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกายต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณการกินได้ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม เมื่อเทียบกับการรายงานของ NRC (1989) แนะนำว่าโคนมที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 500 กิโลกรัม ให้ผลผลิตน้ำนมเมื่อปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ ได้น้ำนมประมาณ 10 กิโลกรัม/ตัว/วัน ควรมีปริมาณการกินได้ของวัตถุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แห้งประมาณ 2.4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว แม้ว่าโคนมมีปริมาณการกินต่ำ แต่น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงมีปริมาณเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 2.25-2.87 กิโลกรัม/ตัว ทั้งนี้อาจเป็นผลมาชนิดของอาหารที่กิน คือ หญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 45 วัน และอาหารข้นที่มีระดับของโปรตีนที่อยู่ระหว่าง 9-12 เปอร์เซ็นต์โปรตีน สอดคล้องกับ วิโรจน์ และ มนต์ชัย (2556) กล่าวว่า แม่โครีดนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำกว่า 15 กิโลกรัม/ตัว/วัน ควรให้โปรตีนในอาหารที่ระดับ 12-13 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองนี้ได้ใช้แม่โครีดนมอินทรีย์ และอาหารข้นที่ใช้เลี้ยงเป็นอาหารข้นที่ทาง อสค. ได้ทำการผลิตขึ้นมาใช้เองสำหรับฟาร์มโคนมอินทรีย์ เปอร์เซ็นต์โปรตีนจึงสูง (ตารางที่ 36) ในช่วงของการทดลองเข้าสู่ฤดูหนาว อุณหภูมิโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 24 องศาเซลเซียส (Davison *et al*., 1996) ซึ่งอุณหภูมิที่โคนมสามารถดำรงชีพอยู่ได้อย่างปกติอยู่ระหว่าง 24-27 องศาเซลเซียส (Thatcher and Collier, 1986) แต่ถ้าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงกว่า 27 องศาเซลเซียสความร้อนที่เกิดขึ้นกับตัวสัตว์มีความ สัมพันธ์กับปริมาณอาหารที่กิน ในสภาพการเกิด heat stress สัตว์ลดการกินอาหารลง และปริมาณ อาหารที่กินลดลงเรื่อย ๆ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส (Davison *et al*., 1996) โดย เฉพาะปริมาณอาหารหยาบที่กิน เนื่องจากอาหารหยาบก่อให้เกิดความร้อนในตัวสัตว์สูง (heat increment) ในขณะที่การกินอาหารข้นของสัตว์ยังคงกินได้ตามปกติ

ตารางที่ 37 น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงและปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
Animal number	4	4	
Initial wt, kg.	542±26.66	556±32.52	0.75
Final wt, kg.	544.25±27.52	558.88±32.84	0.74
Chang wt, kg.	2.25±5.66	2.87±0.43	0.92
Dry Matter Intake, kg/d			
Guinea grass	3.6	5.2	
Concentrate	3.74	4.15	
Total Dry Matter Intake, kgDM/d	7.34	9.35	
Dry Matter Intake, %BW/d	1.35	1.67	

Each value is mean ± SE.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม

ผลผลิตน้ำนมของโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงที่อายุ 45 วัน และเสริมด้วยอาหารข้นที่ระดับโปรตีน ประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลผลิตน้ำนมรวมอยู่ที่ 10.08 และ 9.77 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ และผลผลิตน้ำนมปรับ 4 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 9.85 และ 10.36 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการได้รับอาหารชนิดเดียวกัน โดยเฉพาะหญ้ากินนีสีม่วง ที่อายุ 45 วัน และอาหารข้น มีระดับโปรตีน 9.35 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 36) ซึ่งจะพบว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งของโคนมที่ปล่อยแทะเล็มกินน้อยกว่า (ตารางที่ 37) แต่ผลผลิตน้ำนมรวมกลับสูงกว่า โคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ อย่างไรก็ตาม อาหาร 2 ชนิดที่ให้ ถือว่าเป็นอาหารที่มีคุณภาพดี ซึ่งมีระดับโปรตีนสูงกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องควรได้รับ ตามค่ามาตรฐานของกรมปศุสัตว์ (2544) และ Hennessy (1980) นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนในพืชอาหารสัตว์ปริมาณนี้ถือว่าอยู่ใน เกณฑ์เหมาะสม มีคุณภาพดี และเพียงพอต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องในการย่อยเยื่อใยในพืช (Hennessy, 1980; Walton, 1984)

ตารางที่ 38 ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
Milk yield (kg/d)	10.08±1.18	9.77±0.66	0.83
4% FCM (kg/d)	9.85±0.47	10.36±0.26	0.38
Fat (%)	3.88±0.05	4.3±0.11	0.01**
Protein (%)	3.26±0.05	3.66±0.05	0.01**
Lactose (%)	4.53±0.05	4.53±0.04	0.96
SNF (%)	7.78±0.07	8.18±0.05	0.01**

Each value is mean ± SE, FCM = Fat corrected milk, SNF= Solid Not fat

**ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านขององค์ประกอบน้ำนมได้แก่โปรตีนในน้ำนม พบว่ามีค่าปริมาณโปรตีนในน้ำนม เท่ากับ 3.26 และ 3.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับไขมันในน้ำนม เท่ากับ 3.88 และ 4.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ของแข็งทั้งหมดไม่รวมไขมันในน้ำนม เท่ากับ 7.78 และ 8.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งพบว่า ปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งในกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระกินได้มากกว่าโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม (ตารางที่ 37) ทั้งนี้การที่โปรตีนในน้ำนมมีปริมาณมากขึ้นเนื่องจากโคนมนำอาหารที่กินได้มาใช้ในการสังเคราะห์โปรตีนในน้ำนม จาก 2 แหล่ง คือ กรดอะมิโน (amino acid) ที่ได้จากการย่อยได้และดูดซึมโปรตีนที่ลำไส้เล็กจากโปรตีนไหลผ่าน (by-pass protein) และจุลินทรีย์ (microbial protein) (ฉลอง, 2546) และน้ำตาลแลคโตส เท่ากับ 4.53 และ 4.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งองค์ประกอบน้ำนมทั้ง 2 กลุ่มทดลองอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2553) นอกจากนี้ปริมาณผลผลิตน้ำนมดิบที่มีปริมาณน้อยยังมีส่วนทำให้ค่าของโปรตีน และไขมันในน้ำนมสูงเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ วิบูลย์ศักดิ์ และญาณิณ (2534) องค์ประกอบของน้ำนมโดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์ไขมัน และโปรตีนจะเป็นปฏิภาคกับปริมาณของผลผลิตน้ำนม

5. องค์ประกอบกรดไขมันในน้ำนม

จากการทดลองของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระที่กินหญ้ากินนีสีม่วงและเสริมด้วยอาหารข้น ที่มีผลต่อการผลิตกรดไขมันน้ำนม ทั้งกรดไขมันชนิดสายยาวปานกลาง (Medium-chain fatty acid : C14:0 to C16:0) และ กรดไขมันชนิดสายยาว (Long-chain fatty acid : > C18:0) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และพบว่าปริมาณ CLA (Conjugated linoleic acid) ที่พบในกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็มมากกว่า กลุ่มโคนมโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระคือ 2.18 และ 1.61 กรัม/100 กรัมของไขมัน ตามลำดับ ทั้งนี้ ปริมาณของกรดไขมันเชื่อมต่อลิโนเลอิค ชนิด cis9-trans11 CLA ประมาณ 78-93 เปอร์เซ็นต์ ได้มาจากการทำงานของเอนไซม์ delta-9 desaturase ในการเปลี่ยกรดไขมันชนิด trans-C18:1ที่เกิดจากกระบวนการ biohydrogenation ของกรดไขมันลิโนเลอิค และลิโนเลนิก จากอาหารที่ได้รับ และพบว่าปริมาณ C 18:2 และ C18:3 ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของ CLA ที่พบได้ในพืชอาหารหยาบจากธรรมชาติ โดยเฉพาะบริเวณส่วนของใบจะมีปริมาณสารตั้งต้นของ CLA มากกว่าลำต้น ซึ่งกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม มีโอกาสในการเลือกกินหญ้ากินนีสีม่วง โดยเฉพาะการเลือกกินใบ ที่มีปริมาณสารตั้งต้นของ CLA คือ กรดไขมันลิโนเลอิก และกรดไขมันลิกโลเลนิก (ตารางที่ 36) มากกว่า กลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระที่ตัดสดจากแปลงหญ้ากินนีมาให้กิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 39 แสดงองค์ประกอบกรดไขมันน้ำนมในน้ำนมของโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็มและโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
C6:0	0.14±0.06	0.19±0.03	0.49
C8:0	0.23±0.05	0.29±0.05	0.43
C12:0	1.04±0.09	1.39±0.23	0.21
C13:0	0.06±0.01	0.1±0.02	0.05*
C14:0	5.2±0.52	5.43±0.47	0.75
C14:1	0.46±0.07	0.7±0.2	0.31
C15:0	0.93±0.04	0.88±0.51	0.44
C16:0	31.46±0.76	30.91±0.92	0.66
C16:1	1.52±0.16	2.41±0.64	0.22
C17:1	0.16±0.2	0.16±0.03	0.87
C18:0[1]	15.17±0.8	12.8±2.01	0.31
C18:1n9t	4.39±0.72	5.32±2.1	0.69
C18:1n9c	32.21±1.95	31.74±1.53	0.85
C18:2n6t	0.25±0.03	0.31±0.04	0.23
C18:2n6c[2]	2.66±0.16	3.59±0.45	0.10
C20:0	0.26±0.09	0.26±0.03	1.00
C18:3n3[3]	0.34±0.06	0.32±0.05	0.79
c9,t11 (CLA)[4]	2.18 ± 0.21	1.61 ± 0.13	0.06
C20:2	0.07±0.01	0.04±0.00	0.12
C20:4n6	0.11±0.01	0.08±0.01	0.08
C20:5n3	0.051±0.07	0.047±0.01	0.79

Each value is mean ± SE

[1]Vaccenic acid, [2]Linoleic acid= Omega 3, [4]Linolenic acid= Omega 6, [3]Conjugated linoleic acid

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในระบบการปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มในแปลงหญ้า สัตว์จะเลือกกินอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนะได้มากกว่าที่ตัดให้สัตว์กินโดยตรง ซึ่งในลักษณะการกิน ใบยอดของต้นหญ้าจะถูกเลือกกินก่อน ทำให้โคนมที่ปล่อยแทะเล็มได้รับหญ้าที่มีคุณภาพก่อน (สายัณห์, 2533) ซึ่งหญ้าสดจากธรรมชาติจะมีสารตั้งต้นของ CLA และการให้หญ้าสดเพียงอย่างเดียวในการเลี้ยงสัตว์ (Stockdata *et al*., 2003) กล่าวว่า โดยเฉพาะการเลี้ยงโคนม จะทำให้ปริมาณ trans-11C18:1 และ cis-9, trans-11CLA ในน้ำนมสูงกว่าการเสริมอาหารข้นหรือพืชน้ำมัน ปริมาณค่า CLA ในน้ำนมของโคนมทั่วไปมีปริมาณของ CLA มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.30 – 0.55 กรัม/100 กรัมของไขมัน (Dhiman *et al*., 1999)

6. ค่าชีวเคมีในกระแสเลือด

6.1 ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด (Blood glucose, BG)

จากตารางที่ 40 แสดงปริมาณน้ำตาลในกระแสเลือด หรือ BG ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 ก่อนกินอาหาร และชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหาร พบว่าปริมาณ BG ณ ชั่วโมงที่ 0 ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็มและกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ที่กินหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45 วัน และเสริมด้วยอาหารข้น มีค่าเท่ากับ 39.25 และ 51.75 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณ BG ณ ชั่วโมงที่ 4 ของโคนมทั้งสองกลุ่มหลังการกินอาหารพบว่าปริมาณ BG ในเลือดสูงเพิ่มขึ้น คือ 41.75 และ 54 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ค่า BG ของโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระมีแนวโน้มสูงกว่า โคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งมากกว่า (ตารางที่ 37) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของกลูโคสในเลือดจะพบได้หลังการได้รับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรทสูง เกิดจากความเครียดอย่างเฉียบพลัน หรืออาจเกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของตับและไต (Moss, 1992)

นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะทำให้สัตว์เครียด และกินอาหารลดลง ซึ่งความเครียดจะไปกระตุ้นให้ adrenaline และ noradrenalin ทำงานให้มีการสลายไกลโคเจนจากตับและกล้ามเนื้อ ทำให้เพิ่มระดับกลูโคสในเลือด (Du Preez, 2000) ระดับความเข้มข้นกลูโคสในเลือดเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงสภาวะสมดุลพลังงานในร่างกาย (Wattiaux and Howard, 2002; Mudron *et al*., 2005) และจะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการเมแทบอลิซึมเพื่อให้เกิดพลังงานภายในเซลล์ (Singh *et al*., 2002) ซึ่งการสร้างกลูโคสขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์และชนิดอาหารข้นจะเกิดการสร้างกลูโคสมากกว่าการกินอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรทจะถูกเปลี่ยนเป็นโพรพิโอเนทโดยการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน กระแสเลือดแล้วไปเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับต่อไป (บุญล้อม, 2542) และจากการทดลองค่า BG ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มใกล้เคียงกับค่า BG ของเมธา (2529) และ Robert and Prasse (1988) คือ 30-70 และ 50-71 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณของ BG เป็นตังบ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ของพลังงานในสูตรอาหาร (Blowey *et al*., 1973) โดยทั่วไปสัตว์มีปริมาณ BG ประมาณ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการเพื่อดำรงชีพ 40-60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2529) แต่ค่า BG ในเลือดต่ำกว่า 30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แสดงถึงภาวะที่ร่างกายได้รับโภชนะในอาหารที่ไม่เพียงพอ (O'Doherty and Crosby, 1998)

ตารางที่ 40 แสดงค่าชีวเคมีในเลือด ของโคนมทดลอง ณชั่วโมงที่ 0 และ 4 หลังกินอาหาร

Item	Grazing	Loose housing	P-value
BG, mg/dL			
0 hours	39.29±2.10	51.75±2.89	0.01**
4 hours	41.75±1.32	54.00±1.47	0.01**
BUN, mg/dL			
0 hours	17.75±1.11	27.373±4.51	0.08
4 hours	28.50±2.50	26.64±5.85	0.78
T_3, mg/dL			
0 hours	121.75±11.56	107±5.4	0.29
4 hours	210.25±22.1	142±21.21	0.07

Each value is mean ± SE.

**ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

6.2 ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood Urea Nitrogen, BUN)

ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด หรือ BUN (Blood Urea Nitrogen) ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มทดลอง ณ ชั่วโมงที่ 0 ก่อนกินอาหาร และชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหาร พบว่าปริมาณ BG ณ ชั่วโมงที่ 0 ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็มและกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ที่กินหญ้ากินนีสีม่วงอายุ 45 วัน และเสริมด้วยอาหารข้น มีค่าเท่ากับ 17.75 และ 27.37 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณ BUN ณ ชั่วโมงที่ 4 เท่ากับ 28.5 และ 26.64 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และค่าเฉลี่ยรวม BUN ทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ 0 และ 4 เท่ากับ 23.13 และ 27.03 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า BUNในพลาสมาของโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม เนื่องจากปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งโดยเฉพาะการกินอาหารข้น (ตารางที่ 39) ซึ่งค่า BUN ของสัตว์เคี้ยวเอื้องปกติอยู่ระหว่าง 15-30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Wanapat and Pimpa, 1999) หรือ 10-20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Jack, 1977) โดยค่าBUN ในพลาสมา เป็นตัวบ่งชี้ความสมดุลระหว่างปริมาณโปรตีนและพลังงานในอาหารที่สัตว์ได้รับ (Nousiainen *et al.*, 2004) และมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้ของโปรตีนต่อวัน การเพิ่มขึ้นของ BUNในพลาสมาเป็นผลมาจาก เมื่อโคนมกินอาหารโปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน ภายในกระเพาะรูเมนอาหาร จะถูกน้ำย่อย ของจุลินทรีย์ย่อยได้เป็นแอมโมเนียไนโตรเจน จากนั้นจุลินทรีย์จะนำแอมโมเนียไนโตรเจน และคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน มาสร้างเป็นโปรตีนภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ และจะถูกดูดซึมผ่านผ่านผนังกระเพาะรูเมน เข้าสู่กระแสเลือด เพื่อนำไปสังเคราะห์เป็นยูเรียนในตับ โดยผ่านวัฏจักรยูเรีย และกลายเป็น ยูเรียในกระแสเลือด (ฉลอง, 2541)

6.3 ปริมาณ Triiodothyronineในกระแสเลือด (T_3)

ค่าฮอร์โมน Triiodothyronine (T_3) ในเลือด ของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยแทะเล็ม ณ ชั่วโมงที่ 0 มีระดับฮอร์โมน T_3 เท่ากับ 121 และ 107 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และ ณ ชั่วโมงที่ 4 ระดับฮอร์โมน T_3 เท่ากับ 210 และ 212.5 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยรวม T_3 ทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ 0 และ 4 เท่ากับ 166 และ 124 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งแนวโน้มระดับฮอร์โมน T_3 ของกลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม สูงกว่า กลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ซึ่งระดับของ T_3 มี ความสัมพันธ์ต่อปริมาณการกินได้ของสัตว์ โดยทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นเมทาบอลิซึมพื้นฐานมีผลต่อการใช้ออกซิเจนของร่างกายโดยรวม ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของสารอาหารต่างๆ และควบคุมการทำงานของร่างกายในทุกระบบ (Dunlop, 1991) แต่อย่างไรก็ตามระดับฮอร์โมน T_3 ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง เมื่อเทียบกับระดับฮอร์โมน T_3 ในโคในภาวะปกติอยู่ระหว่าง 40-170 นาโนกรัมต่อเดซิลิตร (Dunlop, 1991) หรือ อยู่ระหว่าง 0.8-2.0 มิลลิโมลต่อลิตร (Contreras *et al*., 2002) และหากพบว่ามีปริมาณT_3 มากเกินไปก็จะมีผลต่อการกระตุ้นการสลายโปรตีนทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรง การเจริญเติบโตหยุดชะงัก (นทีทิพย์, 2538)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. กระบวนการหมักในกระเพาะหมัก

การย่อยคาร์โบไฮเดรทที่เป็นโครงสร้าง สุดท้ายจะได้กลูโคสเสมอ อย่างไรก็ตาม กลูโคสก็จะปรากฏอยู่เพียงชั่วคราว และจะเปลี่ยนไปเป็นกรดไขมันที่ระเหยได้ โดยผ่านขบวนการ pyruvate จากนั้นแบคทีเรียจะสังเคราะห์ก๊าซมีเทน (CH_4) จากกรดฟอร์มิก ไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ใน สัดส่วนของกรดไขมันที่ระเหยได้ที่ถูกผลิตขึ้นนั้นจะ แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดอาหาร โดยทั่วไปถ้าโคนมได้กินอาหารหยาบหรือหญ้าเพียงอย่างเดียว จะได้กรดอะซีติกมากที่สุด คือ 65 เปอร์เซ็นต์ โพรพิโอนิค 20 เปอร์เซ็นต์ บิวทีริก 12 เปอร์เซ็นต์ และอีกๆ 1 เปอร์เซ็นต์ และถ้าโคนมกินอาหารที่มีธัญพืชเพิ่มมากขึ้น 70 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สัดส่วนระหว่างกรดอะซีติก และโพรพิโอนิค เป็น 40 ต่อ 37 เปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2533; สมคิด และบุญล้อม, 2539 ; บุญล้อม, 2541)

7.1 การเปลี่ยนแปลง กรด-ด่าง ภายในกระเพาะรูเมน (pH)

จากการสุ่มของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Rumen fluid) เพื่อวัดระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในชั่วโมงที่ 0 ก่อนการกินอาหาร เท่ากับ 6.9 และ 6.7 ตามลำดับ ค่า pH ณ ชั่วโมงที่ 4 เท่ากับ 7 และ 7.05 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย pH ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม เท่ากับ 6.96 และ 6.88 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในชั่วโมงที่ 4 เมื่อโคได้กินวัตถุแห้ง โดยเฉพาะอาหารหยาบจะทำให้ความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนจะสูงขึ้น เนื่องจากโคจะมีการเคี้ยวเอื้อง ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำลาย ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างไหลกลับเข้ากระเพาะรูเมน จะช่วยปรับสภาพในรูเมนให้ความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น ซึ่งค่าของ pH จะเป็นตัวบ่งชี้ภายในกระเพาะรูเมนว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ทั้งหมด (สุจิตรา, 2530) อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ย pH ที่วัดได้จากการทดลองอยู่ในช่วง pH 6-7.3 ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการทำงานของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะรูเมน (สมคิด และบุญล้อม, 2539) นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่าง จะมีผลกระทบต่อทั้ง สปีชีส์และจำนวนประชากรของจุลินทรีย์เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับการทำงานของเอนไซม์ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ (Moat and Foster, 1995) และมีผลต่อการดูดซึมโภชนะต่างๆ ผ่านผนังกระเพาะหมักด้วย (Church, 1979)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 41 ความเป็นกรด-ด่างและกรดไขมันที่ระเหยได้ในกระเพาะรูเมนของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์

Item	Grazing	Loose housing	P-value
pH			
0 hr	6.90±0.05	6.70±0.40	0.01
4 hr	7.00±0.04	7.05±0.05	0.47
TVFAs, mol/100 mol			
0 hr	20.24±7.29	16.16±5.05	0.66
4 hr	18.87±2.49	22.42±3.23	0.42
Molar proportion of VFA, mol/100 mol			
Acetic acid (C2),%			
0 hr	52.13±13.99	42.61±12.10	0.63
4 hr	56.10±7.61	54.99±1.99	0.10
Propionic acid (C3),%			
0 hr	24.51±8.90	42.28±9.50	0.22
4 hr	27.72±8.42	24.37±8.46	0.79
Butyric acid (C4),%			
0 hr	30.39±14.26	15.11±3.26	0.34
4 hr	16.20±2.96	20.63±7.44	0.60
NH_3-N, mg/dl			
0 hours	6.48±8.29	7.21±11.22	0.62
4 hours	5.99±1.75	6.83±3.59	0.08

Each value is mean ± SE.

7.2 ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Fatty Acid; TVFAs)

ตารางที่ 41 พบว่าปริมาณ TVFAs ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 20.24 และ 16.16 โมล/100โมล ตามลำดับ และชั่วโมงที่ 4 หลังการกินอาหาร เท่ากับ 18.87 และ 22.42 โมล/100โมล ตามลำดับ จากการทดลองจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่าค่า TVFAs ของโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหารมีค่า สูงกว่าโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มถึงแม้ลักษณะหญ้ากินนีที่ให้โคนมทั้ง 2 กลุ่ม เหมือนกัน แต่เนื่องจากโคนมที่ปล่อยแทะเล็มจะมีการเลือกกินอาหารโดยเฉพาะใบ ที่มีคุณค่าทางอาหารมาก (สายัณห์, 2543) อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณการกินได้ และส่งผลทำให้ระดับของค่า TVFAs น้อยกว่าโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ อย่างไรก็ตามปริมาณของ TVFAs เป็นส่วนสำคัญของกรดไขมันระเหยได้ ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ (Sutton, 1985) คือผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการหมักที่กระเพาะหมักคือกรดไขมันระเหยได้จะมีผลต่อการให้ผลผลิตเช่นกรดอะซิติกและกรดบิวทีริค จะมีผลต่อองค์ประกอบของไขมันในน้ำนม ส่วนกรดโพรพิออนิคมีผลต่อองค์ประกอบของโปรตีนในน้ำนม (Chalupa,1976) แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตจะดีขึ้นหากมีการเพิ่มปริมาณการไหลผ่านของกรดอะมิโนไปยังทางเดินอาหารส่วนล่างเพิ่มขึ้น ซึ่งค่า VFA เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์และตัวสัตว์VFA เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องโดย 80 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่สัตว์ต้องการได้มาจาก VFA ความเข้มข้นของ VFA ที่ผลิตได้ในกระเพาะหมักจะมีความผันแปรระว่าง 70-150 มิลลิโมล/ลิตรหรือประมาณ 5-10 กรัม/ลิตรขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและระยะเวลาของอาหารในกระเพาะหมัก (บุญล้อม, 2541)ในการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการดำรงชีพและผลิตน้ำนมซึ่งแสดงถึงปริมาณของ กรดอะซิติก โปรพิโอนิก และ บิวทีริท (ฉลอง, 2541)

7.3 กรดอะซิติก (Acetic acid, C_2)

ความเข้มข้นของกรดอะซิติก(Acetic acid, C_2) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 52.13 และ 42.61 โมล/100 โมล และชั่วโมง 4 หลังการกินอาหาร เท่ากับ 56.1 และ 54.99 โมล/100 โมล และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดอะซิติก ทั้ง 2 ช่วงเวลา เท่ากับ 54.1 และ 48.80 โมล/100 โมล ตามลำดับ (ตารางที่ 41) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ผลจากการทดลอง ระดับความเข้มข้นกรดอะซิติกของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ณ ชั่วโมงที่ 4 ปริมาณของ กรดอะซิติกเพิ่มขึ้นในโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ซึ่งกรดอะซิติกจะเปลี่ยนเป็นพลังงานเพื่อนำมาใช้ในการดำรงชีวิต และสร้างผลผลิตน้ำนมและไขมันนม ทั้งนี้ระดับหรือปริมาณของอาหารเยื่อใยในอาหารที่โคนมได้รับจะขึ้นอยู่กับสภาวะร่างกายและระดับการให้ผลผลิตประเภทของเยื่อใยขนาดของอนุภาคอาหาร ความถี่ในการกินอาหาร ปริมาณทั้งหมดของวัตถุแห้งที่กินได้และความฟ่ามของอาหารเป็นต้น อย่างไรก็ตามหากโคนมได้รับอาหารเยื่อใยไม่เพียงพอหรือมากเกินไปก็จะก่อให้เกิดผลเสียต่อผลผลิตและสุขภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัตว์ เนื่องจากคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อนค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะปริมาณของเยื่อใยสูง และมีโปรตีนและแร่ธาตุหลักที่จำเป็นอยู่ในระดับที่ต่ำ (เมธา, 2533) ทำให้สัตว์ได้รับอาหารที่คุณภาพดีไม่เพียงพอ มีโภชนะต่ำ และส่งผลให้การย่อยได้ต่ำ โดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้ง และ NRC (1988) รายงานว่าถ้าโคนมได้รับเยื่อใยในอาหารไม่เพียงพอหรือเยื่อใยมีความละเอียดมากมีผลทำให้ pH ในรูเมนต่ำประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลิทรีย์ลดลงหรือเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลงเนื่องจากการสร้างไขมันในน้ำนมจะใช้กรดไขมันระเหยได้เป็นสารตั้งต้นโดยเฉพาะกรดอะซิติคด้วยเหตุนี้การที่สัตว์ได้รับอาหารเยื่อใยในปริมาณหรือในสัดส่วนที่ต่ำแล้วมีผลทำให้ปริมาณกรดอะซิติคที่ผลิตได้นั้นต่ำและมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมต่ำลงไปด้วย

7.4 กรดโพรพิโอนิค (Propionic acid, C_3)

กรดโพรพิโอนิค (Propionic acid, C_3) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 24.51 และ 42.28 โมล/100 โมล ตามลำดับ และชั่วโมง 4 หลังการกินอาหาร เท่ากับ 27.72 และ 24.37 โมล/100 โมล ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิค ทั้ง 2 ช่วงเวลา เท่ากับ 26.11 และ 33.32 โมล/100 โมล ตามลำดับ (ตารางที่ 41) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ผลจากการทดลองโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ มีแนวโน้มค่าเฉลี่ยรวมความเข้มข้นของกรดโพรพิโอนิค สูงกว่าโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม (ตารางที่ 41) อาจเป็นผลจากการกินได้ของวัตถุแห้งโปรตีนที่มากกว่า (ตารางที่ 40) โคนมที่ได้รับอาหารข้นจะทำให้กรดโพรพิโอนิคสูงขึ้น แต่ค่าความเป็น pH ลดต่ำลง (Wattiaux, 2005) แต่อย่างไรก็ตามในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะใช้กรดโพรพิโอนิค 80-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารตั้งต้น (precussor) ในการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส (Preston and Leng, 1987) และในโคนม 60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำตาลกลูโคส ได้มาจากการสังเคราะห์กรดโพรพิโอนิค (เมธา, 2533) ซึ่งกรดโพรพิโอนิคเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส (ปิ่น และเมธา, 2546) และมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำนมและโปรตีนในน้ำนมในทางตรงกันข้ามจะไปมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมลดลง (Dijkstra, 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.5 กรดบิวทีริค (Butyric acid, C_4)

ความเข้มข้นกรดบิวทีริค (Butyric acid, C_4) ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 30.39 และ 15.11 โมล/100 โมล ตามลำดับ และชั่วโมง 4 หลังการกินอาหาร เท่ากับ 16.2 และ 20.63 โมล/100 โมล ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของกรดบิวทีริค ทั้ง 2 ช่วงเวลา เท่ากับ 23 และ 17.87 โมล/100 โมล ตามลำดับ (ตารางที่ 41) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าปริมาณ ค่าเฉลี่ยรวมของความเข้มข้นกรดบิวทีริค ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มมีแนวโน้มสูงกว่า โคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในการกินอาหารหยาบที่มีคุณภาพดี จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจะสร้าง VFA โดยเฉพาะกรดอะซิติก และกรดบิวทีริค อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของกรดบิวทีริกอยู่ในช่วงประมาณ 12-20 เปอร์เซ็นต์ (เมธา, 2533; บุญล้อม, 2541) และกรดบิวทีริค จะถูกเปลี่ยนเป็นเบต้าไฮดรอกซีบิวทีเรท (β-hydroxybutyrate) ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์ไขมันในน้ำนมต่อไป (ฉลอง, 2541)

7.6 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

แอมโมเนีย-ไนโตรเจนของเหลว ในกระเพาะรูเมน (Rumen fluid)ในกระเพาะรูเมนของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ณ ชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 6.48 และ 7.21 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ และชั่วโมง 4 หลังการกินอาหาร เท่ากับ 5.99 และ 6.83 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนความทั้ง 2 ช่วงเวลา เท่ากับ 6.23 และ 7.02 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 41) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจากการทดลองครั้งนี้ พบว่า ค่าความเข้มข้นของ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม ณ ชั่วโมงที่ 4 ปริมาณของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ลดลงจากชั่วโมงที่ 0 หลังจากการกินอาหารเนื่องจากมีการนำแอมโมเนีย-ไนโตรเจนไปสังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีน (Veen et al., 1986; Suwanlee and Wanapat, 1994) อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนใน ของเหลวในกระเพาะหมักมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมอระหว่าง 16.8-20.5 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อนิเวศวิทยาของจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในกระเพาะหมัก (Wanapat and Pimpa, 1999) อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะหมักในสภาพนิเวศวิทยาภายในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อนระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่เหมาะสมมีค่าอยู่ระหว่าง 15-30 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เนื่องจากยูเรียสามารถย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วโดยจุลินทรีย์ซึ่งให้ผลผลิตสุดท้ายคือแอมโมเนีย-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น และสามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะหมัก (Wanapat and Pimpa , 1999และPerdok and Leng , 1990) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนต่อการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรท ความสามารถในการละลายได้ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรท และสภาพนิเวศวิทยาในกระเพาะหมักที่เหมาะสม (เมธา, 2533)

8. ต้นทุนค่าอาหารสัตว์

ตารางที่ 42 แสดงต้นทุนค่าอาหารทดลอง ตลอดระยะเวลา 45 วัน ประกอบด้วยค่าหญ้ากินนีสีม่วง โดยให้กินอย่างเต็มที่ และเสริมด้วยอาหารข้น ราคาต่อน้ำหนักสดกิโลกรัมละ 0.5 และ 9.07 บาท ตามลำดับ ต้นทุนค่าอาหารของโคนมกลุ่มปล่อยแทะเล็ม และกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ ที่กินหญ้ากินนีสีม่วง และเสริมด้วยอาหารข้น คือ 149.22 และ 166.86 บาท/ตัว/วัน และคิดต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม เท่ากับ 14.80 และ 17.08 บาท/การผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการใช้อาหารข้น จะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงมากขึ้น และในจำหน่ายน้ำนมดิบอินทรีย์ กิโลกรัมละ 25 บาท (ณ ช่วงเวลาทดลองปี 2554)ในกลุ่มโคนมปล่อยแทะเล็ม ให้ผลกำไรสูงกว่าโคนมกลุ่มโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ

ตารางที่ 42 ต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม ของโคนมปล่อยแทะเล็มและโคนมเลี้ยงในคอกปล่อยอิสระในฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงเสริมด้วยอาหารข้น

Item	Grazing	Loose housing
Guinea gass (baht/head/day)	4.10	5.50
Concentrate feed (baht/head/day)	145.12	161.36
Cost of feed (baht/head/day)	149.22	166.86
Milk yieds (kg/head/day)	10.08	9.77
Cost of feed/1 kg milk (baht)	14.80	17.08

หมายเหตุ ราคาค่าหญ้ากินนีสีม่วงสด 0.50 บาท/กิโลกรัม ราคาอาหารข้นอินทรีย์ 9.07 (ประกอบด้วย กากเบียร์ 20 กิโลกรัม, รำละเอียดข้าวจ้าว 50 กิโลกรัม และกระถินสดสับ 20 กิโลกรัม) ราคาน้ำนมดิบอินทรีย์ ณ ปี 2554 ราคาซื้อ 25 บาท/กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้ปุ๋ยคอกมูลโคระดับต่างกันที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนี

ศึกษาการตอบสนองของหญ้ากินนีสีม่วงต่อการใช้ปุ๋ยคอกมูลโคที่ระดับต่างกัน ที่มีต่อผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี และการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของดินในพื้นที่ฟาร์มโคนมอินทรีย์ สรุปได้ดังนี้

องค์ประกอบของดินหลังเสร็จสิ้นการทดลอง ในระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร และ 30-60 เซนติเมตร พบว่า อินทรียวัตถุ และแร่ธาตุในดิน เพิ่มขึ้น จากการใส่ปุ๋ยคอกมูลโค ทั้ง 3 ระดับ คือที่ 1 ตัน, 2 ตัน และ 3 ตัน/ไร่ และในด้านองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง ที่ใส่ปุ๋ยคอกที่ระดับ 3 ตัน/ไร่ ให้ค่าโปรตีนรวม (CP) ในหญ้ากินนีสีม่วงสดสูงที่สุด คือ 9.88 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งต่างจากดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ให้ค่าโปรตีนรวมต่ำที่สุด คือ 7.67 เปอร์เซ็นต์ ในด้านผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วงที่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยคอกมูลโค พบว่า สัดส่วนของใบต่อลำต้น ผลผลิตหน่อ และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผลการทดลอง

การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ในการผลิตน้ำนมในโคนม

การทดลองที่ 2 การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์คุณภาพต่ำ ต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

น้ำหนักหลังการทดลอง และน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงในช่วงของการเลี้ยง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนปริมาณของการกินได้ของโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ กินอาหารสูงกว่าโคนมกลุ่มแทะเล็ม ด้านการให้ผลผลิตน้ำนมดิบรวม ก็ไม่แตกต่างกัน และองค์ประกอบน้ำนมโดยเฉพาะโปรตีน ไขมันในน้ำนมไม่แตกต่างกันทั้ง 2 กลุ่ม และค่า CLA ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม พบว่าค่า CLA สูงกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ คือ 2.47 และ 2.14 กรัมต่อ 100 กรัมของไขมัน ผลค่าชีวเคมีในเลือดของโคนมทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กัน และกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย เช่น กรดอะซิติก โพรพิโอนิค และกรดบิวทีริก ไม่แตกต่างกัน ในด้านผลกำไร พบว่า ค่าตอบแทนสูงทั้ง 2 กลุ่ม ในส่วนของต้นทุนอาหารสัตว์ต่อการการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารต่ำมาก ทั้งนี้เพราะค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมทั้ง 2 กลุ่มมีเพียงอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว

การทดลองที่ 3 ศึกษาการใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เสริมด้วยกระถินต่อคุณภาพน้ำนม

น้ำหนักหลังการทดลอง และน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงในช่วงของการเลี้ยง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนปริมาณของการกินได้ของโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ กินอาหารสูงกว่าโคนมกลุ่มแทะเล็ม ด้านการให้ผลผลิตน้ำนมดิบรวม ปริมาณน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4% เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่แตกต่างกัน และองค์ประกอบน้ำนมโดยเฉพาะโปรตีน ไขมันในน้ำนมไม่แตกต่างกันทั้ง 2 กลุ่ม แต่พบว่า น้ำตาลแลคโตสในน้ำนมในกลุ่มที่ที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ สูงกว่าโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และค่า CLA ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม พบว่าค่า CLA สูงกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ คือ 2.1 และ 1.84 กรัมต่อ 100 กรัมของไขมัน และค่าชีวเคมีในเลือดของโคนมคือ BG ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 ในโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระสูงกว่าโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม และค่า BUN ณ ชั่วโมงที่ 4 หลังจากการกินอาหารในโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระมีแนวโน้มสูงกว่าโคนมที่ปล่อยแทะเล็มเช่นกัน และค่า T_3 ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็มสูงกว่าโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ และกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย เช่น กรดอะซิติก โพรพิโอนิค และกรดบิวทีริก ไม่แตกต่างกัน ในส่วนของต้นทุนอาหารสัตว์ต่อการการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารต่ำมาก ทั้งนี้เพราะค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมทั้ง 2 กลุ่มมีเพียงอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว

การทดลองที่ 4 เปรียนเทียบการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์ต่อคุณภาพน้ำนมของโคนมอินทรีย์

ผลทดลองโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้ากินนีสีม่วง เสริมด้วยกระถินสด และโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระที่ได้รับข้าวโพดหมักอย่างเต็มที่ เสริมด้วยกระถินสด พบว่าน้ำหนักหลังการทดลอง และน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงในช่วงของการเลี้ยง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนปริมาณของการกินได้ของโคนมกลุ่มที่ปล่อยแทะเล็ม กินอาหารสูงกว่าโคนมกลุ่มในคอกปล่อยอิสระคือ 6.1 และ 3.82 กิโลกรัมวัตถุแห้ง ด้านการให้ผลผลิตน้ำนมดิบรวม ปริมาณน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4% ไม่แตกต่างกัน และองค์ประกอบน้ำนมโดยเฉพาะ ไขมันในน้ำนมของกลุ่มโค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระมีแนวโน้มสูงกว่าโคนมที่เลี้ยงปล่อยแทะเล็ม แตกต่ากันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และค่า CLA ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม พบว่าค่า CLA สูงกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ คือ 2.27 และ 1.31 กรัมต่อ 100 กรัมของไขมัน และค่าชีวเคมีในเลือดของโคนมคือ ค่า BG และ BUN ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ส่วนค่า T_3 ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็มสูงกว่าโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ และกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย เช่น กรดอะซิติก โพรพิโอนิค กรดบิวทีริก และค่า แอมโมเนียไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน ในส่วนของต้นทุนอาหารสัตว์ต่อการการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม มีต้นทุนค่าอาหารต่ำมาก ทั้งนี้เพราะค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมทั้ง 2 กลุ่มมีค่าหญ้ากินนีสีม่วง และข้าวโพดหมัก อย่างไรก็ตามต้นทุนการผลิตด้านอาหารทั้ง 2 ชนิดยังมีต้นทุนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับราคาน้ำดิบที่จำหน่าย จึงมีแนวโน้มมีผลทำให้ได้กำไรสูงขึ้น

การทดลองที่ 5 ศึกษาการใช้พืชอาหารสัตว์คุณภาพดี เสริมด้วยอาหารข้นที่มีผลต่อคุณภาพน้ำนม

น้ำหนักหลังการทดลอง และน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงในช่วงของการเลี้ยง ของโคนมทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนปริมาณของการกินได้ของโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ กินอาหารสูงกว่าโคนมกลุ่มแทะเล็ม ด้านการให้ผลผลิตน้ำนมดิบรวม ปริมาณน้ำนมที่ปรับไขมันนม 4% ไม่แตกต่างกัน และองค์ประกอบน้ำนมโดยเฉพาะโปรตีน และไขมันในน้ำนม ในโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระสูงกว่าโคนมกลุ่มแทะเล็ม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และค่า CLA ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม พบว่าค่า CLA สูงกว่าโคนมที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระ คือ 2.18 และ 1.61 กรัมต่อ 100 กรัมของไขมัน และค่าชีวเคมีในเลือดของโคนม คือ BG ในชั่วโมงที่ 0 และ 4 ในโคนมกลุ่มที่เลี้ยงในคอกปล่อยอิสระสูงกว่าโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม ค่า BUN และ T_3 ณ ชั่วโมงที่ 0 และ 4 ไม่แตกต่างกัน และกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย เช่น กรดอะซิติก โพรพิโอนิค กรดบิวทีริก และแอมโมเนียไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน ในด้านต้นทุนการผลิต ของโคนมทั้ง 2 กลุ่ม มีต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ต่อการการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม มากกว่า กลุ่มทดลองที่ 2, 3 และ 4 ทั้งนี้เนื่องมาจากต้นทุนค่าอาหารอาหารข้นอินทรีย์ ที่มีราคาสูง ประมาณ 9.07 บาท/กิโลกรัม แต่อย่างไรก็ตามก็ยังได้กำไร เมื่อคิดต้นทุนการผลิต ต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองครั้งนี้ ได้ใส่ปุ๋ยคอกมูลโคที่ 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ตัน/ไร่ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบดิน ณ พื้นที่ฟาร์มโคนมอินทรีย์ ที่ไม่ได้รับการบำรุงดินติดต่อมากกว่า 5 ปี ในระยะเวลาการทดลอง 9 เดือน ปริมาณปุ๋ยคอกมูลโคที่ใส่ ควรจะเพิ่มปริมาณปุ๋ยคอกมูลโคเพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของดินให้ชัดเจน

2. ควรมีการจัดระบบน้ำในแปลงหญ้าทดลอง เพื่อให้หญ้าได้รับน้ำในการนำไปใช้ เพื่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิต

3. ควรมีการให้อาหารข้นในสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ทั้งนี้เนื่องการทดลองให้โคนมกินอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการเสริมอาหารข้นทำให้สัตว์ทดลองได้รับสัดส่วนของอาหารไม่ตรงกับความต้องการ ซึ่งอาจจะมีผลต่อปริมาณการให้ผลผลิต ถึงแม้ว่าผลจากการทดลอง ทั้ง 4 การทดลองในครั้งนี้ ไม่แตกต่างกันทั้งผลผลิตน้ำนม ปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัวที่เปลียนแปลง ก็มีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยแต่ละการทดลองใช้เวลา 45 วัน จึงอาจจะทำให้การแสดงออกลักษณะทางกายภาพมองเห็นได้ไม่ชัดเจน เช่น น้ำหนักที่ลดลง หรือปริมาณการกินได้และผลผลิต อย่างไรก็ตามถ้าโคนมได้รับอาหารหยาบเพียงอย่างเดียวในระยะเวลานาน จะส่งผลทำให้การการเจริญเติบโต การเป็นสัด และการให้ผลผลิตในอนาคตได้ลดลง และเป็นผลเสียต่อร่างกายของโคนม

4. ควรศึกษาการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์หลายๆสายพันธุ์กับโคนมในระยะเริ่มให้นมจะได้เห็นความเปลี่ยนแปลงของผลผลิตน้ำนมชัดเจน

5. เกษตรกรที่เลี้ยงโคนมสามารถเลือกวิธีการเลี้ยงโคนมให้เหมาะสมกับพื้นที่แปลงหญ้า ที่สามารถให้ผลผลิตหญ้าเพียงพอต่อปริมาณการกิน เช่น เกษตรกรที่มีพื่นที่แปลงหญ้าน้อยสามารถเลือกการเลี้ยงโคแบบระบบตัดสด (cut and carries) และถ้าเกษตรกรที่มีพื้นที่แปลงหญ้ามากสามารถเลือกการเลี้ยงโคนมแบบปล่อยแทะเล็มได้

6.ปัจจุบันในประเทศไทย ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณกรดไขมัน โดยเฉพาะกรดไขมัน CLAในน้ำนมของโคนมอย่างแพร่หลาย ซึ่งการวิจัยส่วนใหญ่จะเป็นการเสริมน้ำมัน หรือกรดไขมันโดยตรง ซึ่งผลการวิจัยจะได้ปริมาณค่าของ CLA ตามปริมาณการเสริม แต่การนำพืชอาหารสัตว์มา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงโคนมเป็นหลักในประเทศไทยยังไม่แพร่หลาย เพราะอาจมีข้อจำกัดในด้านคุณค่าทางพืชอาหารสัตว์ แรงงาน และความรู้ความเข้าใจในการใช้พืชอาหารที่เหมาะสม อีกทั้งยังไม่ได้มีงานวิจัยในด้านนี้ออกมามากนัก จึงอาจทำให้การเลี้ยงด้วยการใช้พืชอาหารสัตว์อย่างเดียวยังไม่ได้รับความสนใจ แต่ถ้านำงานวิจัยในเล่มนี้ไปประยุกต์ใช้อาจจะเป็นผลดี และมีประโยชน์กับเกษตรกร และผู้ที่สนใจ ที่จะนำไปปรับใช้ในการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยให้พัฒนาในการเลี้ยงดคนมด้วยพืชอาหารสัตว์ เพื่อผลิตน้ำนมที่มีคุณภาพสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2546. บทความ: **การพัฒนาอาหารสัตว์กองอาหารสัตว์ (ปศุสัตว์โคนม) กรมปศุสัตว์**, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2552. **สถิติจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ประจำปี 2552**. แหล่งที่มา: 1 มกราคม 2557, http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/ yearly52/index52.html.

_____. 2553. **สถิติจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ประจำปี 2553**. แหล่งที่มา: 1 มกราคม 2557, http://www.dld.go.th/ict/th/index.php?opti on=com_content&view=article&id=371:2553&catid=207:-2553&Itemid=123**.**

กรมวิชาการเกษตร. 2549. **ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์.** ฐานความรู้ด้านพืช. แหล่งที่มา: www.doa.go.th, 13 กันยายน 2553.

กฤตพล สมมาตย์. 2550. **โภชนพลังงานศาสตร์ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง.** พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับปรับปรุง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2529. **ผลการวิเคราะห์อาหารข้น**. เอกสารทางวิชาการ ลำดับที่ 13 –0116 – 29.

_____. 2549. **เอกสารคำแนะนำเรื่องหญ้ากินนีสีม่วง.** กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2549. **คู่มือปฏิบัติปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดิน**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คัตสุโอะ อีการ่า วัฒนา โคตรพัฒน์ และชาญชัย มณีดุลย์. 2534. **การทดสอบการปรับตัวของพืชอาหารสัตว์พันธุ์ต่างๆในสวนมะพร้าวและสวนยางพารา**. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2534. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จรัญ จันทลักขณา. 2540. **สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย**. ภาควิชาสัตวบาลคณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จุรีรัตน์ สัจจิพานนท์ ชะอ้อน สมเขาใหญ่ พูนศรี ศุกระรุจิ และชาญชัย มณีดุลย์. 2529. การศึกษาระยะปลูก และอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วง, น. 85 - 105.*ใน* **รายงานผลงานวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์ ประจำปี พ.ศ.2529.** กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฉลอง วชิราภากร. 2542. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเบื้องต้น**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2530. **หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เขตร้อน**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เฉลิมพล เยื้องกลาง. 2549. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์กระเพาะรวม**. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรสกลนครมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนคร.

ชวนิศนดากร วรวรรณ. 2534. **การเลี้ยงโคนม.** พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

ชาญชัย มณีดุลย์. 2526 ก. อาหารธาตุบางอย่างที่สำคัญสำหรับทุ่งหญ้า. **วารสารปศุสัตว์**. 10(3): 35-53.

_____. 2530. การเพิ่มผลผลิตทุ่งหญ้าโดยใช้พันธุ์ที่ดีกว่า. *ใน* **การสัมมนาทางวิชาการครั้งที่ 4 ‘‘การลดต้นทุนการผลิตนมดิบ’’.** องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย, สระบุรี.

ชูศรี ศรีเพ็ญ. 2551. **ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมน**. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทวิช ทำนาเมือง. 2548. **ผลกระทบของปุ๋ยอินทรีย์เคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช**. น.108. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญฤา วิไลพร. 2528. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อนและการจัดการ.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, วรรณาอ่างทอง, สมคิดพรหมมาและบุญเสริมชีวะอิสระกุล. 2541. การใช้กระถินหมักทดแทนบางส่วนของอาหารข้นเพื่อเลี้ยงโคนมน.170-177.

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2542. **พื้นฐานสัตวศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

_____. 2527ก. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยงเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

_____. 2541ข. **ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่.

_____สมคิดพรหมมา, บุญเสริมชีวะอิสระกุล และวรรณา อ่างทอง. 2545. การย่อยสลายของวัตถุแห้งและการประเมินค่าพลังงานของใบกระถินหมักด้วยวิธีใช้ในล่อนและวิธีวัดปริมาตรแก๊ส, น.121-129. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40**: สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประวีร์ วิชชุลตา. 2552. **การประเมินคุณภาพอาหารสัตว์ (Feed Evaluation).** เอกสารประกอบการเรียนการสอน, ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสาตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิ่น จันจุฬา และเมธา วรรณพัฒน์. 2546. บทบาทของอาหารเยื่อใยต่อกระบวนการหมักในรูเมน ปริมาณการกินได้ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนม. **วารสารโคนม**. 20: 8-22.

พนัส ธรรมกีรติวงศ์, วีรชน พึ่งชัย, อุไรวรรณ ชีวเจริญ, จำเนียร สัตยาพันธุ์, วรเทพ ชมพูนิตย์ และ ม.ร.ว.ชวนิศนดากร. 2532. การใช้พืชตระกูลถั่วบางชนิดเป็นอาหารโคนม. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 23:220-227. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41**: สาขาสัตว์สาขาสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. หจก.ฟันนี่พลับลิชชิ่ง,กรุงเทพมหานคร.

_____. 2549. **โภชนะศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2528. **หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย**. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์, กรุงเทพ ฯ. 247 หน้า

ยรรยง อินทรรักษา. 2538. **สรีรวิทยาต่อมไร้ท่อและสืบพันธุ์**. ภาคสรีรวิทยา, คณะสัตแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ราเชนทร์ ถิระพร. 2539. **ข้าวโพด.** ครั้งที่ 1. ภาควิชาพืชไร่นาคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณา อ่างทอง, สมคิด พรหมมา, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2545. **วิธีลดปริมาณมิโมซีนด้วยการหมักและการย่อยได้ของใบกระถินหมัก**. การประชุมวิชาการครั้งที่ 40 สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัฒนา โครตพัฒน์ และคัตสุโอะกีการ่า. 2533. **ผลของการใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยผสมต่อผลผลิตและคุณค่าทางอาหารของหญ้าบางชนิด**. รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2533 ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 289-307.

วันวิสา ชุ่มเงิน. 2552. **ผลของการเสริมอาหารกระถินต่อคุณภาพน้ำนมและปริมาณ Conjugated Linoleic Acid (CLA) ในน้ำนมโคให้นมระยะแรก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย, บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์, ธำรงศักดิ์ พลบำรุง และจรูญโรจน์ จันทรศิริ. 2555. **สมรรถนะโคพื้นเมืองเพศผู้ตอนภายใต้การเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มหมุนเวียนในแปลงหญ้ากินนีสีม่วงและแปลงหญ้ากินนีสีม่วงร่วมกับถั่วท่าพระสไตโล ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม**. รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2555 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิศิษฐิพร สุขสมบัติ. 2557. **การปรับปรุงคุณภาพด้านองค์ประกอบทางเคมีในน้ำนมโดยการจัดการด้านอาหาร.** แหล่งที่มา: www.google.com.region3.dld.go.th/th/images/stories/region3/sec.../dairy/.../-*1.doc*, **7** เมษายน 2557.

วีระพล แจ่มสวัสดิ์. 2537. **พืชอาหารสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

วุฒิชัย สีเผือก. 2541. **ผลของขนาดเยื่อใยต่อปริมาณการกินได้ ความสามารถในการย่อยได้ อัตราการไหลผ่าน และผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนในโคนม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วุฒิพงษ์ วงศ์สุวรรณ. 2534. **อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยฟอสเฟตอัตราต่าง ๆ ต่อผลผลิต และการสะสมธาตุอาหารของผักกาดขาวปลี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แววตา วาสนานุกูล, อภิรดี โกมลศิริ และ ปรัชญา ธัญญาดี. 2532. **ปุ๋ยคอก.** โครงการ ปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพ ฯ

ศศิพร คุณาพงษ์กิติ, จริยา บุญจรัชชะ และสุวรรณี เกศกมลาสน์. 2547. **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้กับค่าความหวานของน้ำในต้นพืชอาหารสัตว์ที่อายุต่างๆกันรายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปีพ.ศ. 2547**. กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 380-398.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2527. ปุ๋ยคอก**. วารสารดินและปุ๋ย** 6: 308-323

สมเกียรติ ประสานพานิช, ลักษณ์ เพียซ้าย, ศิริรัตน์ บัวผัน และ ณรงค์ สิงห์บุระอุดม. 2549. ผลของกระถินระดับต่างๆในต้นข้าวโพดหวานหมักต่อการกินของแพะ. หน้า 174-182 *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการข้าวโพดข้าวฟ่าง** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 2 ณ สีดารีสอร์ท อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก วันที่ 9-11 มีนาคม 2549**.**

_____. 2549. **การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารสัตว์**. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ**.**

_____. 2556. นมไทย..นมดี..สุขภาพดีทั่ว AEC**. จดหมายข่าวโคนม**. ฝ่ายวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยีการเลี้ยงโคนม สานักเทคโนโลยีการเลี้ยงโคนม, องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 14: 9.

สมพล ไวปัญญา, สุภาพร มนต์ชัยกุล, พันธุ์ศักดิ์ พันธุ์เสือ และเฉลียว ศรีชู. 2542. **ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าสกุล *Brachiaria* spp. ในพื้นที่ต่างๆ (2) การทดสอบผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าสกุล *Brachiaria* spp. 6 ชนิดในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี.** รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมศักดิ์ วังใน. 2526. **ปุ๋ยอินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. บริษัทสวิตาการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อนการผลิตและการจัดการ.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายัณห์ ทัดศรี, สมเกียรติ ประสานพานิช, สุวพงษ์สวัสดิพานิชย์ และพิภพ จาริกภากร. ม.ป.ป. **ผลผลิตนม พฤติกรรมการแทะเล็ม รวมทั้งการเป็นสัดและอัตราการผสมติดจากแม่โคที่แทะเล็มในทุ่งหญ้าแบบต่างๆ.** ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักนิเทศและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน, 2556. **ปุ๋ยทางดิน-ปุ๋ยทางใบ**. เอกสารเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี. แหล่งที่มา: www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G7/G7_04.pdf, 20 สิงหาคม 2556.

สิทธิศักดิ์ คำผา, พละ เชาวรัตน์, รังสรรค์ สิงหเลิศ และ เมธา วรรณพัฒน์. 2552. ผลของการเสริมมันสำปะหลังหมักยีสต์-มาเลททดแทนอาหารข้นต่อประสิทธิภาพกระบวนการหมักในกระเพาะหมักและการเจริญเติบโตในโคพื้นเมือง. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**. 11: 1-20.

สุทธิศักดิ์ แก้วแกมจันทร์. 2546. **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมโคภายใต้สภาพการเลี้ยงในเขตร้อนชื้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุภาวดี แหยมคง. 2545. **อิทธิพลของชนิดอาหารหยาบ และระยะเวลาการขุน ต่อสมรรถภาพ การผลิต เปอร์เซ็นต์ซาก และผลตอบแทนจากการขุนโค**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2542. แนวทางการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองและถั่วลิสง, น. 55-79. *ใน* **รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการเรื่องการจัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่** ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้จอมเทียนพัทยาจ.ชลบุรี, 23-25 กุมภาพันธ์ 2542. กองปฐพีวิทยากรมวิชาการ เกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____ และเสถียร พิมสาร. 2536. ดินและปุ๋ยถั่วลิสง, น. 48-36. ใน**เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วลิสง**. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น 15 มีนาคม 2536. สถาบันวิจัยพืชไร่กรมวิชาการเกษตรกระทรวง เกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพฯ.

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.). 2557. **การผลิตคนมอินทรีย์**.แหล่งที่มา: www.dpo.go.th/wp-content/uploads/.../article_20110708174603.pdf, 10 กรกฎาคม 2557.

อรวิมล แก้วเกลี้ยง. 2555. **ผลการใช้น้ำกากผงชูรสต่อประสิทธิภาพการผลิตโคนมรุ่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อังคณา หาญบรรจง, เพ็ญแข วันไชยธนวงศ์, สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ และสมจิตร ถนอมวงศ์วัฒนะ. 2549. ผลของหญ้าสดและหญ้าหมักชนิดต่างๆต่อการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนม, น. 89-97. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44**: สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อัศวิน สายเชื้อ. 2555. ผลของการใช้หญ้ากินนีสีม่วงร่วมกับข้าวโพดบดต่อประสิทธิภาพการผลิตกรดไขมัน Conjugated linoleic acid ในแพะเนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อารีย์ วรัญญวัฒน์. 2526. **พืชอาหารสัตว์: หลักปฏิบัติ.** ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกาแพงแสน, นครปฐม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Aganga, A. A. and S. Tshhwenyane.2004. Potential of Guinea Grass (Panicum maximum) as Forage Crop in Livestock Production.**Pakistan Journal of Nutrition.** 3(1): 1-4.

Abilay, T.A., R. Mitra and H.D. Johnson. 1975. Plasma cortisol and total progestin levels in holstein steers during acute exposure to high environmental temperature (42ºC) conditions. **J. Anim. Sci.** 41(1): 113-117.

Alcãtara, P.B. 1986. **Origin of Brachiaria and forage morphological characteristics of interest**: *In*:Meeting for Discussion on the Gender of the Brachiaria grasses, Nova Odessa, Institute of Animal Science. 1-14.

Alli, I., R..Fairbairn, E. Noroozi and B.E. Baker. 1984. The effects of molasses on fermentation ofchopped whole-plant leucaena. **J. of the Science of Food and Agriculture**. 35: 285-900.

Aman, P., and K. Hessleman. 1985. A enzymatic method for analysis of total mixed-linkage β-glucose in cereal grains. **J. Cereal Sci**. 3: 231.

AOAC. 1985. Official Methods of Analysis. Association of Official Analysis Chemists,DC, U.S.A.

Archibeque, S. L., D. K. Lunt, C. D. Gilbert, R. K. Tume and S. B. Smith. 2005. fatty acid indices of stearoyl-CoA desaturase do not reflect actual stearoyl-CoA desaturase enzyme activities in adipose tissues of beef steers finished with corn-,flaxseed-, or sorghum-based diets. **J. Anim Sci.** 83:1153-1166.

Bal, M.A., J.R. Coor and R.D. Shaver. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage inthe diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. **J. Dairy Sci.** 80:2497-2503.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bamikole, M.A., I. Ezenwa, A.O. Akinsoyinu, M.O. Arigbede, and O.J. Babayemi. 2001. Performance of West African dwarf goats fed Guinea grass- Verano stylo mixture, N-fertilized and unfertilized Guinea grass. **Small Rum. Res**. 39: 145-152.

Bauman, D.E., L.H. Baumgard, B.A. Corl and J.M. Gritinari. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proc. Am. Soc. Anim. Sci**. 1-15.

_____., B. A. Corl, L. H. Baumgard, and J. M. Griinari. 2001. Conjugated linoleic acid (CLA) and thedairy cow. Pages 221-250 *in* Recent **Advances in Animal Nutrition-2001**, P. C. Garnsworthy and J.Wiseman, eds. Nottingham University Press, Nottingham, UK .

Baumgard, L. H., B. A. Corl, D. A. Dwyer, A. Saebo and D. E. Bauman. 2000. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. **Am. J. Physiol**. 278:179-184.

Beauchemin, K.A., B. I. Farr, L. M. Rode and G. B. Schaalje. 1994a. Optimal neutral detergent fiber concentration of barley-based for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci**. 80:1629.

_____, K.A., L.M. Rode and M.V. Eliason. 1997. Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage, or dried cubes of hay or silage. **J. Dairy Sci**. 80: 324.

Belury, M.A. 2002. Dietary conjugated linoleic acid in health: Physiological effects and mechanisms of action. **Annu. Rev. Nutr**. 22:505-31.

Bessa, R.J.B., J. Santos-Silva, J.M.R. Ribeiro and A.V. Portugal. 2000. Reticulo-rumen biohydrogenation and enrichment of ruminant edible products with linoeic acid conjugated isomer. **Livest. Prod. Sci.** 63: 201-211.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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. **Veterinary Record**. 92: 691-696.

Briceno, J. V., H. H. Van Horn, B. Harris, Jr and C. J. Wilcox. 1987. Effects of neutral detergent fiber and roughage source on dry matter intake and milk yield and composition of dairy cows. **J. Dairy Sci.** 70: 298.

Carlindo Santos Rodrigues.; Domicio do Nascimento Júnior; Sila Carneiro da Silva; Márcia Cristina Teixeira da Silveira; Braulio Maia de Lana Sousa and Edenio Detmann. 2011. Characterization of tropical forage grass development pattern through the morphogenetic and structural characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**: .40: 527-534.

Chapas, L. C. 1966. **Experimental design and sampling**. *In* Tropical Pasture. Faber and Faber Limited, London. 173-185.

Chen, Y. and Y. Avnimelech. 1986. **The Role of Organic Matter in Modern Agriculture**. Matinus Nijhoff Publishers, Netherland.

Chilliard, Y., J. M. Chardigny., J. Chabrot., J. Ollier., J. L. Sebedio and M. Doreau. 1999. Effect of ruminalor post-ruminal fish oil supply on conjugated linoleic acid (CLA) content of cow milk fat. **Proceeding of the Nutritional Society**. 58-70.

Chizzotti, F. H. M., O. G. Pereira, S. C., Valadares-Filho, M. L., Chizzotti, M. I., Ledo, D. H., Pereira and L. O., Tedeschi. 2009. Intake digestibility ruminal parameters and microbial; protein synthesis in crossbred steers fed diets based on Brachiaria grass silage and sorghum silage. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. 61: 1328-1338.

Chouinard, P. Y., L. Corneau, D. M. Barbano, L. E. Metzger, and D. E. Bauman. 1999a. Conjugated linoleic acidsalter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows. **J. Nutr**. 129:1579-1584.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Christensen, R.A., G.L. Lynch and J.H. Clark. 1993. Influence of amount and degradability of protein on production of milk and milk component by lactating Holstein cows. **J. Dairy Sci**. 76: 3490-3496.

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

Cooke, G.W. 1972. **Fertilizing for Maximum Yield**. London: Crosby Lock wood & Son Ltd.

Coomer, J. C., H. E. Amos, C. C. Wiliums and J. E. Wheeler. 1993. Response of early lactation cows to fat supplementation in diets with different nonstructural carbohydrate concentratations. **J.Dairy Sci**. 76: 3747.

Crowder, L.V. and Chheda H.R. 1982. **Tropicalgrassland husbandry.**Longman GroupInc., New York: USA.

Dhiman, T.R., E.D. Helmink., D.J. Mcmahon., R.L. Fife. and M.W. Pariza. 1999. Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. **J. Dairy Sci.** 82:412-419.

DiJkstra, J. 1994. Production and absorption of volatile fatty acids in the rumen. **Livest. Prod Sci**. 39: 61.

Doreau, M., D. I. Demeyer, and C. J. Van Nevel. 1997. Transformations and effects of unsaturated fatty acids in the rumen. Consequences on milk fat secretion. Pages 73-92 *In* **Milk Composition, Production and Biotechnology**. R. A. S. Welch, D. J. W. Burns, D. R. Davis, A. I. Popay, and C. G. Prosser, eds. CAB International, Wallingford, U. K.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Du Press, J. H. 2000. Parameter for the determinination on evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **The Onderstepoot Journal of Veterinary Research**. 67: 263-271.

Dunlop, R. P. 1991. Thyroid metabolic hormone. *In*: R. P. Dunlop (ed). **Physiology of Small and Large Animals**. National Academic Press, Washington, D. C. 513-520.

EU. 1999. **Council Regulation No 1804/1999 of July 1999**. Supplementing Regulation (EEC) No2092/91 on Organic Production of Agricultural Products and Indications Referring thereto on Agricultural Products and Foodstuffs to Include Livestock Production. Available Source: www.europe.eu.int/eur–lex/en.

Faassen, H.G. and H. Dijk. 1987. Manure as a source of nitrogen and phosphorus in soils, pp. 27-45. *In* H.G. van der Meer(ed.). **Animal Manure on Grassland and Fodder Crops Fertilizer or Waste**. Martinus Nijhoff Publisher, Netherland.

Feng, P., W. H. Hoover, T. K. Miller and R. Blauwiekel. 1993. Interaction of fiber and nonstructural carbohydrate on lactation and ruminal function . **J. Dairy Sci.** 76: 1324.

Fenner, H. and J. M. Elliot. 1963. Quantitative method for determining the steam volatile fatty acids in rumen fluid by gas chromatography. **J. Anim Sci.** 22: 624-627.

Fisher, M.J., R.J. Thomas, and R.R. Vera. 1994. C storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. **Nature**, London. 371: 236-238.

French, P., C. Stanton, F. Lawless, E. G. O_Riordan, F. J. Monahan and P. J. Caffrey. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **J. Anim. Sci**. 78: 2849-2855.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gaynor, P. J., D. R. Waldo, A. V. Capuca, R. A. Erdman and L. W. Douglass. 1995. Effects of prepubertal growth rate and diet on lipid metabolism in lactating hostein cows. **J. Dairy Sci.** 78: 1534-1543.

Gonzalez, B., Boucaud J., Salette J., Langlois J. and Duyme M. 1989. Changes in stubble carbohydrate content during regrowth of defoliated perennial ryegrass (*Lolium perenns* L.) on two nitrogen levels. **Grass Forage Sci**. 44: 411.

Gravert, H. O. 1987. **Dairy Cattle Production**. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

Griinari, J. M., and D. E. Bauman. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. Pages 180-200 *in* **Advances in Conjugated Linoleic Acid Research**, Vol. 1, M. P. Yurawecz, M. M. Mossoba, J. K. G. Kramer, M. W. Pariza, and G. J. Nelson, eds. AOCS Press, Champaign, IL. Griinari, J. M., B. A. Corl, S. H. Lacy, P. Y. Chouinard, K. V. V.

_____Griinari, J.M. and Bauman, D. E. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk of ruminants. *In*: **Advances in Conjugated Linoleic Acid research** (Eds). Volume 1.

Grundy S. 1994. National Cholesterol Education Program. Second report of the expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult treatment panel II). **Circulation**. 89: 1329-445.

Haddad, S. G., and S.N. Goussous. 2005. Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. **Anim. Feed Sci. Technol**. 118: 343 – 348.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hendy, C.R. U. Kleih R. Crawshaw and M. Phillips. 1995. **Concentrate feed demand**. Available Source: http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6123e/x6123e04.htm, February 26, 2007.

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

HenZell, E.F. 1963. Nitrogen fertilizer responses of pasture grass in south- eastern Queensland. **Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.** 3: 290–299.

Holland, C. and W. Kezar. 1990. Pioneer forage manul, a nutrition guide. **Pioneer hybrid International Inc**. Des Moines, Iowa.

Hue, N. V. and D. L. Licudine. 1999. Amelioration of subsoil acidity through surface application of organic manures. **J. Environ. Qual.** 28:623-632.

Humphreys, L.R. and I.J. Patridge. 1995. **A Guide tobetter pastures for the tropics and sub tropics**. Published by NSW Agriculture 5th edition: Grassesfor the tropics: Guinea grass (*Panicum maximum*).

IFOAM, 2002. **International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) Basic Standards for Organic Production and Processing**. IFOAM General Assembly. Available from: URL: www.ifoam.org/standard/publications.

Jack, M. P. 1977. **Metabolic Diseases in Farm Animal: Nitrogen Metabolism**. William Heinemaim Medical Book Ltd., London. pp. 236.

James, B. R. and L.R. Jennifer . 2001. Factors That Alter Rumen Microbial Ecology. **Science**. 11: 1119-1122.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jenkins, T.C. and M.A. McGuire. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **J.Dairy Sci**. 89: 1302-1310.

Johansen, C., and P.C. Kerridge. 1979. Nitrogen fixation and transfer in tropical legume-grass swards in south-eastern Queensland. **Tropical Grasslands**. 13: 165-170.

Kacsoh, B. 2000. **Endocrine physiology.** The McGraw-Hill Companies, Inc., United States ofAmerica.

Kadzere**, C**.T., M.R. Murphy, N. Silnkove and E. Maltz. 2002. Heat stress in lactating cows: a review. **Livest. Prod. Sci**. 77: 59-91.

Kaplan, N.M. 1992. The adrenal gland, pp. 247-274. *In* J.E. Griffin and S. R. Ojeda. **Textbook of endocrine physiology.** 2nd ed. Oxford University Press, Inc. New York.

Kelly, M.L. and D.E. Bauman. 1999. Conjugated linoleic acid: a potent anticarcinogen found in milk fat. Cited by Bauman, D.E., L.H. Baumgard, B.A Corl, and J.M. Griinari. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proc. Am. Soc. Anim. Sci**. 1-15.

Kepler, C.R. and Tove, S.B. 1967. Biohydrogenation of unsaturated fatty acid. **J. Biol. Chem.** 242:5686-5691.

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

Kim, Y.J., R.H. Liu, D.R. Bond and J.B. Russell. 2000. Effect of linoleic acid concentration on conjugated linoleic acid production by butyrivibrio fibrisolvens A38. **Appl. Environ. Microbiol**. 66: 5226-5230.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kramer, J.K.G., P.W. Parodi, R.G. Jensen, M.M. Mossoba, M.P. Yurawecz and R.O. Addlof. 1998. Ruminic acid: A proposal common name for the major conjugate linoleic acid isomer found in natural products. **Lipids**. 33: 853-855.

Kumm, K.I. 2002. Sustainability of organic meat production under Swedish conditions. **Agric. Ecosyst. Environ**. 88: 95-101.

Laird, R., J.D. Leaver and F.R. Moisey. 1981. The effects of concentrate supplements on the performance of dairy cows offered grass silage ad libitum. **Anim. Prod**. 33: 199-209.

Larson, B.L. 1985. Biosynthesis and cellular secretion of milk,. *In* B.L. Larson, eds. **Lactation**. The Iowa State University Press, Iowa. pp.123-169.

Lean, I. 1987. **Nutrition of Dairy Cattle**. The University of Sydney Post-Graduate Foundation in Veterinary Sience.New South Wale.

Leng, R. A. 1999. Feeding strategies for improving milk production. *In*: **Smallholder Dairying in the Tropics (Eds., L. Falvey and C. Chantalakhana)**. International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya. 462.

Levi-Minzi, R., R. Riffaldi and A. Saviozzi. 1986. Organic matter and nutrients in fresh and mature farmyard manure. **Agricultural Wastes**. 16:225-236.

Liang, J.C. 1982. The response of napier grass to animal munure and chemicalfertilizer, I. Effects on dry matter yield and quality. *In* **Recyclingorganic matter in Asia for fertilizer use. Asian productivity organization**. Tokyo, Japan. 102-103

Linn, J. G., M. F. Hutjiens, R. Shave, D. E Otterby, W. H. Terry and L. H. Kilmer. 1996. **Feeding the dairy**. Available from: URL: http://www.extention.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Umn.edu/distribution/livestocksystem/DIO469.html.

Lock, A. L. and P. C. Garnsworthy. 2003. Seasonal variation in milk conjugated lonileic acid and Δ^9desaturase activity in dairy cows. **Livest. Prod. Sci**. 79: 47-59.

Magdoff, F.R., and J.F. Amadon. 1980. Yield trends and soil chemical changes resulting from N and manure application to continuous corn. **Agron. J**. 72: 161-164.

Manidool, C. 1985. Sylvo-pastoral system in Thailand. **International Symposium on Pastures in the Tropics and Suvtropies.**Tsukuba. 187-194.

Mannetje, L.'t. 2002. Advances in grassland science. **Netherlands Journal of Agricultural Science**. 50: 195-221.

Mertens, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of rumen function. **J. Anim. Sci**. 64:1548.

Miller, W.M., and R.L. Donahue, 1990. Soils. **An introduction to soils and plant growth**. 6th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J. 07632.

Muinga, R.W., J.H. Topps, J.A. Rooke and W. Thorpe. 1995. The effect of supplementation with Leucaena leucocephala and maize bran on voluntary food intake, digestibility, live weight and milk yield of Bos indicus x Bos taurus dairy cows and rumen fermentation in steers offered Pennisetum purpureum ad libitum in the semi-humid tropics. **Anim. Sci**. 60: 13-23.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

National Research Council. 1988. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

_____. 1989. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

Nickerson, S.C. 1995. Milk production: factors affecting milk composition. pp. 3-33. *In* F. Harding (ed.). **Milk Quality**. Blackie Academic and Professional,Glasgow.

Nousiainen, J., K.J. Shingfield and P. Huntanen. 2004. Evaluation of milk urea nitrogen as diagnostic of protein feeding. **J. Dairy Sci.** 87: 386.

Nuernberg, K., G. Nuernberg, K.Ender, S. Lorenz, K. Winkler and R. Rickert. 2002. n-3 fatty acids, and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in beef cattle. European J.of Lipid Sci. and Tech. 104: 463-471.

O'Doherty, J.V. and T.F. Crosby. 1998. Blood metabolite concentrations in late pregnant ewes as indicators of nutritional status**. J. Anim. Sci.** 66: 675-683.

O'Fallon, J. V., J. R. Busboom, M. L. Nelson and C. L. Gaskins. 2007. A direct method for fatty acid methyl ester synthesis : Application to wet meat tissues, oils and feedstuffs. **J. Anim. Sci.** 85: 1511-1521.

OTA (**Organic** Trade Association). 2006. **Organic Trade Association's 2006 Manufacturer Survey**. **Organic** Trade Association. . Available from: URL: http://www.ota.com/pics/documents/short%20overview%20MMS.pdf Accessed Oct. 31, 2006.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Palupi, E., A. Jayanegara, A. Ploeger and J. Kahl. 2012. Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: a meta-analysis. **J. Sci Food Agric**. 92: 2774-2781.

Parodi, P.W. 1977. Conjugated octadienoic acid on milk fat. **J. Dairy Sci.** 60: 1550-1553.

Peech, M. 1965. **Method of Soil Analysis Part 2**. America Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin, USA.

Perdok, H.B., L.A. Leng, S.H. Bind, G. Habid and M. Van Houtert. 1988. **Increasing small ruminant productivity in Semi-arid area**. (Eds E.F. Thomson and F.S.Thomson). Published by ICARDA, Syria.

Perfield, J.W., P. Delmonte, A.L. Lock, M.P. Yurawecz and D.E. Bauman. 2006. Trans-10, trans-12 conjugated linoleic acid does not affect milk fat yield but reduces D9-desaturase index in dairy cows. **J. Dairy Sci**. 89: 2559-2566.

Pholsen, S., P. Lowilai, and Y. Sai-ngarm. 2005. Effects of urea and cattle manure on yield and quality of Signal grass (*Brachiaria decumbens* Stafp. cv. Basilisk) in Northeast Thailand. **Pak J. Biol Sci**. 8: 1192-1199.

Phonbumrung, T., and S. Watanasak. 2007. Biodiversity richness: Positive impact indicators of organic pasture under beef cattle grazing. *In*: Hare, M.D. and K. Wongpichet (eds.). **Forage: A pathway to prosperity for smallholder farmers**. Proceeding of an International Forage Symposium; 2007 March 5-7; Ubon Ratchathani University. Thailand.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Prasanpanich, S., P. Sukpituksakul, S. Tudsri, C. Mikled, C. J. Thwaites and C. Vajrabukka. 2002. Milk production and eating patterns of lactating cows under grazing and indoor feeding conditions in central Thailand. **Trop. Grassld**. 36: 107-115.

Preston, T.R., and R.A. Leng. 1987. **Matching livestock production systemts to available resources**. International livestock Centre for Africa Addis, Ababa, Ethiopia.

Ravagnolo, O and I. Misztal. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. **J. Dairy Sci**. 83: 2126.

Realini, C. E., S. K. Duckett, G. W. Brito, M. Dalla Rizza and D. De Mattos. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxi dants on carcass characteristics, fatty acid composition,and quality of Uruguayan beef. **Meat Sci**. 66: 567-577.

Rosati, A. and A. Aumaitre. 2004. Organic dairy farming in Europe. **Livest. Prod. Sci**. 90: 41-51.

Ruiz, T. M., E. Bernal, C. R. Staples, L. E. Sollenberger and R. N. Gallaher. 1995. Effcet of dietary neutal detergen fiber concentration and forage source on performance of lactating cows. **J. Dairy Sci.** 78: 305

Russell, J. B. 1998. The importance of pH in the regulation of ruminal acetate to propionate ratioand methane production *in* vitro**. J. Dairy Sci**. **81**: 3222–3230.

Russell, J., W. Sharp and R. L. Baldwin. 1979. The effect of pH on maximum bacteria groeth rate and possible role as determinant of bacteria competitive in the rumen. **J. Anim. Sci**. 43: 251.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Samuel, M., S. Sagathewan, J. Thomas and G. Mathen. 1997. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids of ruminal fluid. **Indian J. Anim. Sci.** 67: 805.

Santini, F .J., C. D. Lu, M. J. Potchoiba, J.M. Fernandez and S. W. Coleman. 1992. Deetary fiber and milk yield, mastication, digestion and rate of passage in goat fed alfalfa hay. **J. Dairy Sci**. 75: 209.

Satter, L. D. and L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **Brit. J. Nutr**. 32: 199.

Schneider, B.H. and W.P. Flatt. 1975. **The Evaluation of Feed through Digestibility Experiment.** Athens. The University of Gorgia Press., Gorgia, U.S.A.

Shehu, Y., and J.O. Akinola. 1995. The productivity of pure and mixed grass - legume pasture in the Northern Guinea Savanna zone of Nigeria. **Tropical. Grasslands**. 29: 115-121.

Shelton, H.M. and J.L. Brewbaker. 1994. Leucaenaleucocephala–the most widely used forage tree legume. In: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture, (Eds. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton). **CAB International**, Wallingford. 15-29.

Slein, M. W. 1963. **Methods of Enzymatic Analysis**. Academic Press: New York.

Smith, B.L. 1993. Organic foods vs. supermarket foods: element levels. **J. of Appli. Nutr**. 45: 35–39.

Smith, P., S.D.S. Powlson, M.J. Glendining, and J.U. Smith. 1997. Potential for carbon sequestration in European soils: preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. **Global Change Biol**. 3: 67-79.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sollenberger, L.E., J.E. Moore. J.A. Flores-C., C.J. Chaparro and B. Macoon. 1993. **Forage quality determinations of Mott elephantgrass and *Pennisetum* hybrids**. Proceeding of the XVII, International Grassland Congress 1993: 201-202.

Squires, E.J. 2003. **Applied Animal Endocrinology.** Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph, Canada. CABI Publishing, UK.

Suksombat, W. 2000. Effect of feeding fresh forage and three pelleted roughage mixed rations on dairy cow performances in mid lactation during the dry season. **Suranaree Journal of Technology.** 6: 130.136.

Tanaka, K. 2005. Occurrence of conjugated linoleic in ruminant products and its physiological functions. **J. Anim. Sci**. 76: 291-303.

Teitzel, J.K., M.A. Gilbert, and R.T. Cowan, 1991. Sustaining productive pastures in the tropics 6. Nitrogen fertilised grass pastures. **Tropical. Grasslands**. 25: 111-118.

TerMeulen, U.; S. Struck; E. Schulk and E. A. El Harith. 1979. A review on the nutritive value and toxic aspects of *leucaenaleucocephala.* **Trop. Anmi. Prod.** 4:113-126.

Thatcher, W. W., H. D. Radloff, J. Kleinmans, T. R. Dhiman and L. D. Satter. 1991. Milk production response to dietary forage:grain ration. **J. Dairy Sci**. 74: 2696.

Thomas G.W. 1982. Exchangeable cation, pp. 159-166. In A.L. Page et al, eds. **Method of Soil Analysis**. 2 nd ed. Agron. Soc. Agron. Inc.,Madison, Wisconsis,USA.

Tiffany, T. O., J. M. Jansen, C. A. Burtis, J .B. Overton and C. D. Scott. 1972. Enzymatic kinetic rate and end point analyses of substrate by the use of a GeMSAEC fast analyzer. **Clinical Chemistry**. 18:829-840.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tudsri, S., H. Matsuoka and K. Kobashi. 2002. Effect of temperature on seeding growth characteristics of Panicum maximum. **Trop. Grassld**. 36: 165-71.

Vaarst, M., Roderick, S., Lund, V. and Lockeretz, W. (eds.). 2004. **Animal Health and Welfare in Organic Agriculture**. CABI Publishing, UK, 73-94.

Van Soest, P. J. 1994. **Nutrition Ecology of the Ruminant**. 2nd Edition. Cornell University. Press, USA.

Voss, V.L., D. Stehr, L.D. Satter and G.A. Broderick. 1988. Feeding lactating dairy cows proteins resistant to ruminal degradation. **J. Dairy Sci**. 71:2428.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of degtjureff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.

Wanapat, M. 1999. **Feeding of Ruminants in the Tropics based on Local Feed Resources**. KhonKaen Publishing Company Ltd., KhonKaen, Thailand.

_____, M. and O. Pimpa. 1999. Effect of ruminal NH_3-N levels on ruminal fermentation, purine derivatives, digestibility and rice straw intake in swamp buffaloes. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 12: 904.

_____, M. 2000. Rumen manipulation to increase the efficient use of local feed resources and productivity of ruminants in the tropices. Asian-Aus. **J. Anim.Sci**.13 :59-67.

Ward, C.Y. and R.E. Blaser. 1961. Carbohydrate Food Reserves and Leaf Area in Regrowth of Orchard Grass. **Crop Science**. 1: 366-374.

Wattenberg, L. W. 1992. Inhibition of carcinogenesis by minor dietary constituents. **Cancer Research (suppl.)**. 52: 2085-2091.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wattiaux & Howard, Michel A, W.Terry. 2002. **Nutrition and feeding: Digestion in the dairy cow**. Retrieved April 22, 2007, from The Babcock Institute for international dairy research and development Web site: http://babcock.cals.wisc.edu/

Weiss, W.P., M.L. Eastridge, and J.F. Underwood. 1999. **Forages for Dairy Cattle**. Ohio State University Extension.

West, J.W., B.G. Mullinix and J.K. Bernard. 2003. Effect of hot, humidity weather on milk temperature, dry matter intake and milk yield of lactating dairy cows. **J. Dairy. Sci**. 86: 232-242.

Whigham, L. D., M. E. Cook and R. L. Atkinson. 2000. Conjugated linoleic acid: implications for human health. **Pharma. Research**. 42: 503–510.

Wong, J.W.C., K.K. Ma, K.M. Fang and C. Cheung. 1999. Utilization of a Manure Compost for Organic Farming in Hong Kong. **Bioresource Technology**. 67: 43-46.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายละเอียด วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ Fatty acid Profile

วิธีการสกัดไขมันในน้ำนมโดยวิธีของ Hara and Radin (1978)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียด วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณ Fatty acid Profile

วิธีการสกัดไขมันในน้ำนมโดยวิธีของ Hara and Radin (1978)

1. นำตัวอย่างน้ำนมดิบจำนวน 10 ml นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuged ที่ 12,000 rpm ที่ 4^{o}C นาน 30 นาที เพื่อแยก ชั้น liquid-liquid phase ได้ดีขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้มีน้ำเข้ามาปน และจะได้ชั้นครีม (fat cake) จากนั้นทำเก็บชั้น fat cake และนำไปพ่นด้วย N_2 gas จนแห้ง (สามารถเก็บไว้ได้ที่ -20^{o}C)

2. นำ fat cake มาสกัดไขมันด้วย hexane: isopropanal (3: 2 vol/vol) butyrate hydroxytoluene; BHT 50 mg บรรจุอยู่เพื่อ ป้องกันการ oxidation ของไขมัน จากนั้นนำ fat cake mixed ด้วย vortex

3. เติม 6.7% $NaSO_4$ (ความเข้มข้น 6.7% ในน้ำกลั่น) 12 ml/ g of fat cake mixed ด้วย vortex ตั้งทิ้งไว้ให้แยก ชั้น

4. นำชั้นของ hexane ที่อยู่ด้านบน ดูดใส่หลอดทดลองที่มี anhydrous $NaSO_4$ 1 g นำไป mixed และตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

5. ดูดชั้นบนของส่วนผสมของ hexane ใส่หลอดทดลองใหม่

6. ระเหยเอา hexane ออกโดยการพ่น N_2 gas บน heating block (เครื่องให้ความร้อนกับหลอดทดลอง) ที่ 40^{o}C จนได้ไขมันนมสีเหลือง นำไขมันที่สกัดได้เก็บรักษาที่ -20^{o}C จนกว่าจะทำ methylation (ชั่งน้ำหนักไขมันที่สกัดได้)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการทำ Methylation เพื่อเตรียม fatty acid methyl ester (FAME)

โดยวิธีการของ Ostrowska et al. (2000)

1. นำไขมันที่สกัดได้มาทำ saponification โดยนำไขมันที่สกัดได้ 30 mg ใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติม 1.5 ml 0.5M NaOH ใน MeOH mixed ด้วย vortex (นำไขมันที่สกัดได้มาทำ มาละลายด้วย hexane อัตราส่วน 30 mg fat/ 1 ml of hexane จากนั้นดูดมา 1 ml พ่นด้วย N_2 ให้แห้ง

2. นำไปต้มใน water bath ที่ 100^{o}C นาน 5 นาที นำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในอุณหภูมิห้อง

3. เติม 1 ml internal standard C17:0 (2mg/ ml of hexane): การใช้ C17:0 เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณของ fatty acid เพราะเราจะทราบความเข้มข้นของ internal standard ที่เราใสเข้าไปและในไขมันนมไม่มี C17:0

4. เติม 2 ml ของ 14% BF_3 ใน MeOH mixed ด้วย vortex นาไปต้มใน water bath ที่ 100^{o}C นาน 5 นาที นำออกมาตั้งทิ้งเอาไว้ให้เย็นในอุณหภูมิห้อง

5. เติมน้ำกลั่น 10 ml mixed ด้วย vortex และนำส่วนผสมของสารละลายใส่หลอด centrifuge ขนาด 40 ml นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 5,000 rpm ที่ 10^{o}C นาน 20 นาที

6. ดูดชั้นบนที่เป็น hexane ใส่ในหลอดทดลองที่มี 1 mg ของ $NaSO_4$

7. ทำดูดชั้นบนของ hexane เก็บในขวดสีชาและแล้วนำไปฉีดที่เครื่อง GC ปริมาณ 1 ml

Condition

- Column: CP-SIL 88 Tailor made FAME, 50 m 0.25 mm 0.25 mm film fused silica
- Carrier gas: helium 20 ml/min
- Solvent sample: hexane
- Detector temperature: 240^{o}C, FID (flame ionized detector)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- Injector temperature: 240^{o}C

- Oven temperature: 70 ^{o}C (4 min) (13 ^{o}C2min) 175 ^{o}CZ27 min) (4^{o}C/min) 215^{o}C (31 min) Injection volume: 1 m

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของของเหลวจากกระเพาะหมัก

โดยวิธีการกลั่นตามวิธีของ Bromner and Keeney (1965)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ของของเหลวจากกระเพาะหมัก
โดยวิธีการกลั่นตามวิธีของ Bromner and Keeney (1965)

การหาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนของของเหลวจากกระเพาะหมัก สามารถหาไนโตรเจนได้โดยอาศัยกระบวนการกลั่นร่วมกับการใช้ด่าง Sodium hydroxide (NaOH) 35 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำให้แอมโมเนียมแตกตัวออกมาและเมื่อถูกความร้อนแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) จะถูกกลั่นออกมารวมกับน้ำ โดยมีกรดบอริกและอินดิเคเตอร์ทำหน้าที่จับแอมโมเนียมที่กลั่นออกมา แล้วทำการไตรเตรทกับกรด เพื่อหาระดับปริมาณของกรด Sulfuric acid (H_2SO_4) 1 N ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจนถึงจุดยุติ (end point) เพื่อแปลผลของไนโตรเจนที่มีในตัวอย่างโดยการคำนวณต่อไป

โดยหลักการ 0.01 มิลลิกรัมของแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) จะต้องใช้ H_2SO_4 0.01 N ในการไตรเตรทปริมาตร 1 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 0.01 N(เตรียมจากกรดซัลฟูริก 0.5489 มิลลิลิตร หรือ 1.0099 กรัม ลงในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร)
2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 35 เปอร์เซ็นต์ (เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ 35 กรัม ละลายน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร)
3. กรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ (เตรียมจาก Boric acid 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร)
4. อินดิเคเตอร์คือเมทิลเรด (methyl red) และเมทิลลีนบลู (methylene blue) (เตรียมจาก methyl red 0.3125 กรัม ร่วมกับเมทิลลีนบลู0.2062 กรัม ละลายใน 95 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล (ethanol) ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง)
5. น้ำกลั่น

อุปกรณ์

1. ชุดเครื่องมือกลั่นวิเคราะห์หาโปรตีน (Distillation)
2. เครื่องปั่นเหวี่ยงสารละลาย (Centrifuge)
3. เครื่องชั่งสาร ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
4. บิวเรต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ขวดชมพู่ (Erlenmeryer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
6. ปิเปต และ บีกเกอร์

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง (ของเหลวจากกระเพาะหมัก) ปริมาตร 150-200 มิลลิลิตร นำมาปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 รอบ นาน 5 นาที เพื่อแยกเอาส่วนที่เป็นของแข็งและสารแขวนลอยออก เพื่อเอาส่วนที่ใสมาวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน
2. นำตัวอย่างที่ได้จากข้อ 1 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร แล้วทำการละลายในน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร (สารละลายรวมจะมีปริมาตร 100 มิลลิลิตร) ใส่หลอดย่อย (distillation test tube)
3. เติมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 35 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 50 มิลลิลิตร ปริมาณมากเกินพอในการทำปฏิกิริยา
4. กลั่นตัวอย่างทันทีหลังจากเติมด่าง แล้วทำการเก็บสารละลายโดยใช้ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีอินดิเคเตอร์ร่วมกับกรดบอริก 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 25 มิลลิลิตร โดยทำการเก็บเอาสารละลายที่ได้จากกระบวนการกลั่นประมาณ 200 มิลลิลิตร (สารละลายที่ได้จากกระบวนการกลั่นจะมีสีเขียวอ่อนใส)
5. ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วยกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 0.01 N จนถึงจุดยุติ (end point) ซึ่งสารละลายจะเปลี่ยนสีจากสีเขียวอ่อนใสเป็นสีชมพูม่วง จดบันทึกปริมาณกรดที่ใช้ทำปฏิกิริยา แล้วนำค่าที่ได้ไปแปลผลโดยการคำนวณ จากสูตร

ammonia nitrogen (NH_3-N) mg/100 ml = ml H_2SO_4 X 0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายในน้ำ

(Water soluble carbohydrate; WSC)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายในน้ำ

(Water soluble carbohydrate; WSC)

วิธี Phenol sulfuric acid (Dubois et al, 1956)

หลักการ

สกัดคาร์โบไฮเดรตที่ละลายในน้ำด้วยน้ำกลั่น กรองด้วยกระดาษกรอง นำสารละลายที่กรองได้ไปทำให้เกิดสีด้วยสารละลาย phenol แล้วนำไปวัดค่าความเข้มข้นของ WSC ด้วยเครื่อง UV-VIS Spectrophotometer เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

1. เครื่อง UV-VIS Spectrophotometer
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. เครื่องเขย่าสาร (vortex mixer)
4. เครื่องแก้ว ได้แก่ ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขวดวัดปริมาตร (volumetric flask) หลอดทดลอง (test tube) บีกเกอร์(beaker) กระบอกตวง (cylinder) กรวยแก้ว (glass fuel) แท่งแก้ว (stirring rod) กระดาษกรองวอทแมน (whatman) เบอร์ 42 และ ปิเปต(pipet)

สารเคมี

1. 5% phenol solution
2. Concentrated sulfuric acid
3. Glucose
4. 5% phenol solution

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเตรียมสารเคมี

ชั่ง phenol 5 กรัม ละลายน้ำกลั่น และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 ml Stock standard 100 μg/ml ; ชั่ง glucose 0.01 g ละลายน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ได้เป็น 100 ml Working standard; โดยการเจือจาง stock standard 100 μg/ml ให้มีความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50, 60 และ 80 μg/ml

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างบดละเอียด 10 กรัมใส่บีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 30 ml เขย่า และนำไปแช่เย็นอุณหภูมิ 4°C นาน 2 ชม.
2. กรองสารละลายตัวอย่างด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่กรองได้ 1 ml ใส่หลอดทดลอง เติม 5% phenol 1ml เขย่าด้วย vortex
4. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 5 ml เขย่าให้เข้ากันด้วย vortex จะเกิดสารละลายสีเหลือง ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 nm

วิธีการคำนวณความเข้มข้นของ WSC

$Y = AX + B$; Y = ค่าการดูดกลืนแสง

A = slope

B = intercept

X = ความเข้มข้นของ WSC

- หมายเหตุ สมการเส้นตรงได้จากการสร้างกราฟสารละลายมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

ภาพแสดงขั้นตอนต่างๆในการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบรับรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์ มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
เกษตรอินทรีย์ เล่ม 1 มกษ. 9000-2552 เกษตรอินทรีย์ เล่ม 2 มกอช. 9000-2548

กรมปศุสัตว์
ให้การรับรองว่า

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.)

เลขที่ 160 หมู่ที่ 1 ตำบลมิตรภาพ อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

ผู้ผลิต โคนมอินทรีย์

ผลิตในพื้นที่แปลงที่ 6 , 7 และ 25 รวมจำนวน 134 ไร่
รองฟาร์ม อ.ส.ค. จังหวัดสระบุรี ปี 2554/2557
แม่โครีดนม 39 ตัว และผลผลิตน้ำนมปีละ 1.6 ตัน

เป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์ที่ได้มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (ปศุสัตว์อินทรีย์)
หมายเลขผลิตภัณฑ์ กษ. 02-15-09000-19110001-100

ตั้งแต่วันที่ 6 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2554
หมดอายุวันที่ 5 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2557

(นายสรีชา สมบูรณ์ประเสริฐ)
อธิบดีกรมปศุสัตว์

ภาพผนวกที่ ง1 แสดงใบรองรองผลิตภัณฑ์อินทรีย์ มาตรฐานสิค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ง2 แสดงแปลงหญ้ากินนีสำหรับการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ง3 แสดง การใช้กรงในการเก็บปริมาณการกินได้ของโคนมที่ปล่อยแทะเล็ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ง4 ขั้นตอนการดูดของเหลวออกจากกระเพาะรูเมน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ง5 ขั้นตอนการเตรียมของเหลวจากรูเมน เพื่อวิเคราะห์หา VFA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ง6 ขั้นตอนการเก็บดินที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร

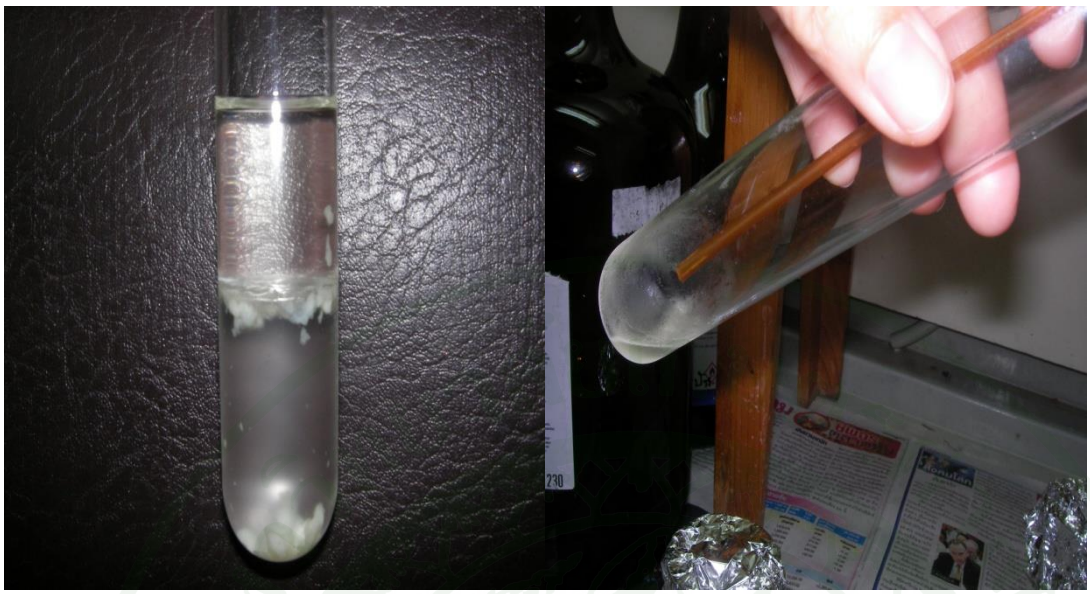
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

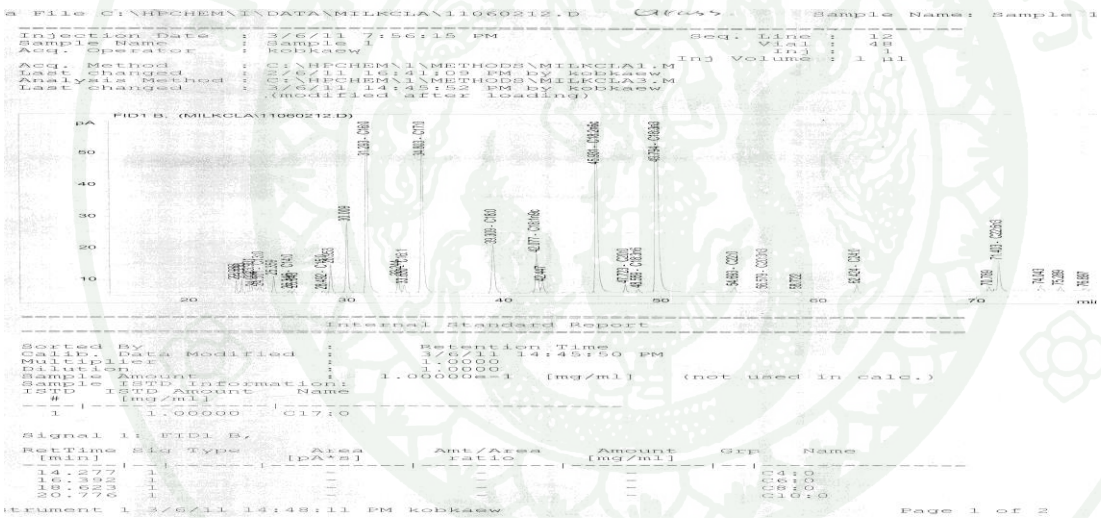
ภาพผนวกที่ ง7 ขั้นตอนการเก็บดินที่ความลึก 30-60 เซ็นติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ ง8 ขั้นตอนการสกัดหากรดไขมัน CLA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





Data File C:\HPCHEM\1\DATA\MILKCLA\11060212.D Sample Name: Sample 1

Injection Date : 3/6/11 7:56:15 PM Seq. Line : 12
Sample Name : Sample 1 Vial : 48
Acq. Operator : kobkaew Inj : 1
Inj Volume : 1 µl
Acq. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\MILKCLA1.M
Last Changed : 2/9/11 10:41:09 PM by kobkaew
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\MILKCLA3.M
Last Changed : 3/6/11 14:45:52 PM by kobkaew
(modified after loading)

FID1 B, (MILKCLA\11060212.D)

pA

Internal Standard Report

Sorted By : Retention Time
Calib. Data Modified : 3/6/11 14:45:50 PM
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Sample Amount : 1.00000e-1 [mg/ml] (not used in calc.)
Sample ISTD Information:
ISTD ISTD Amount Name
[mg/ml]
1 1.00000 C17:0

Signal 1: FID1 B,

RetTime [min] Std Type Area [pA*s] Amt/Area Ratio Amount [mg/ml] Grp Name
14.277 1 C4:0
16.392 1 C6:0
18.623 1 C8:0
20.776 1 C10:0

Instrument 1 3/6/11 14:48:11 PM kobkaew Page 1 of 2

ภาพที่ ง9 ขั้นตอนการสกัดหากรดไขมัน CLA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวรัชนี บัวระภา

เกิดวันที่ 22 มกราคม 2517

สถานที่เกิด อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2540
วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขา วิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์
คณะเกษตรบางพระ สถานบันเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดชลบุรี
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2546
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.บ.) สาขาสัตวศาสตร์
ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
59/13 ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2555
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์