ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)

ปริญญา

การผลิตสัตว์	สัตวบาล
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง สมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ที่ขุนด้วยอาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบ

Productive Performances and Carcass Characteristics of Kamphaeng Saen Steers Fed Total Mixed Ration Containing Cassava Leaf as a Roughage Source

นามผู้วิจัย นายคามินท์ ไชยมงคล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยะ สะวานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์สุกัญญา จัตตุพรพงษ์, วท.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลอชาติ บุญเอก, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อาตมางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

สมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ที่ขุนด้วยอาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบ

Productive Performances and Carcass Characteristics of Kamphaeng Saen Steers Fed Total Mixed Ration Containing Cassava Leaf as a Roughage Source

โดย

นายคามินท์ ไชยมงคล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์)
พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คามินท์ ไชยมงคล 2555: สมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ที่ขุนด้วยอาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การผลิตสัตว์) สาขาการผลิตสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยะ สะวานนท์, Ph.D. 54 หน้า

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ที่ขุนโดยใช้อาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบ แบ่งออกเป็น 2 การทดลองคือ 1) ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและใบมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารโคขุนต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซากและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก 2) การศึกษาการย่อยได้ของอาหารทดลอง โดยวิธีวัดปริมาณก๊าซ (Gas Production) เทคนิคการวัดปริมาณแก๊สในห้องปฏิบัติการ แบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อกโดยการวัดซ้ำ แบ่งโคออกเป็น 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้รับอาหารผสมเสร็จ ที่มีแหล่งของอาหารหยาบแตกต่างกัน คือ ใบกระถินแห้ง ใบมันสำปะหลังแห้ง ใบมันสำปะหลังหมัก และใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมัก พบว่า การใช้ใบมันสำปะหลังทั้งในรูปแห้งและหมัก ทดแทนใบกระถินในสูตรอาหารผสมเสร็จ ทำให้สมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของโคไม่แตกต่างกันในทางสถิติ จึงสามารถใช้ใบสำปะหลังทดแทนใบกระถินได้ในรูปใบมันสำปะหลังหมักทั้งหมด หรือใบมันสำปะหลังหมักร่วมกับใบมันสำปะหลังแห้ง แต่การใช้ใบมันสำปะหลังแห้งส่งผลต่อค่าการกินได้ของโคขุน ทำให้การกินได้ในรูปวัตถุแห้ง (%DM) น้อยกว่าโคกลุ่มที่กินอาหารสูตรอาหารที่มีใบกระถิน และใบมันสำปะหลังหมักเพียงอย่างเดียว และยังพบว่าการใช้ใบมันสำปะหลังหมักแทนใบกระถินแห้งทั้งหมดในสูตรอาหารผสมเสร็จ มีแนวโน้มให้รายได้จากการขายซาก มีมูลค่าที่สูงกว่า เนื่องจากมีน้ำหนักซากสูงกว่าโคในกลุ่มอื่นๆ การศึกษาการย่อยได้ของอาหารทดลอง โดยวิธีวัดปริมาณก๊าซ พบว่า กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ มีปริมาณแก๊สสูงสุด รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังหมัก กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง และกลุ่มที่ใช้ใบกระถินแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบมีปริมาณแก๊สต่ำสุด ซึ่งมีแนวโน้มไปในทางเดียวกับ ค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง ค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ และค่ากรดไขมันระเหยง่าย

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kamin Chaimongkol 2012: Productive Performance and Carcass Characteristics of Kamphaeng Saen Steers Fed Total Mixed Ration Containing Cassava Leaf as a Roughage Source. Master of Science (Animal Production), Major Field: Animal Production, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Assitant Professor Suriya Sawanon, Ph.D. 54 pages.

Productive performances and carcass characteristics of Kamphaengsaen steers fed total mixed ration (TMR) containing cassava leaf as a roughage source was divided into two experiments. The frist experiment was to study the effects of cassava leaves dried and silage in TMR fed on productive performance, carcass characteristics and economic return of feedlot steers by a randomized complete block design. The second experiment was to study the digestibility of diets by measuring amount of gas production technique by repeated measurement in completely randomized design. The treatments were contained of dried leucaena leaves, dried cassava leaves, silage cassava leaves and silage plne dried cassava leaves as roughage source in TMR diets. The results show that the effect of dried or silage cassava leaves and cassava leaves silage were not significant difference on production performance. But the use of cassava leaves dried was lower fed intake than the other treatment diets. Howerer economic return of cassava leaves silage was higher than that the other treatment diets. A study of digestibility of diets by measuring amount of gas production found that cassava leaves silage plus dried diet was higher digestibility of dry matter and organic matter, energy utilization and volatile fatty acid production than the other diets.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุริยะ สะวานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลอชาติ บุญเอก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้การช่วยเหลือทางด้านการศึกษา การวางแผนงานวิจัย การทดลอง และขอทุนสนับสนุนงานวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำการทดลอง และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณหัวหน้าศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ และหัวหน้าศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สถานที่ และสัตว์ในการทดลอง ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ต่าง ๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ นิสิตภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน ที่ให้ความช่วยเหลืองานวิจัยในทุก ๆ เรื่อง

ท้ายสุดข้าพเจ้าขอมอบความดีหรือประโยชน์แห่งปริญญาฉบับนี้แก่ นายสุนทร ไชยมงคล บิดา และนางอรทัย ไชยมงคล มารดา ที่คอยให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดมา และคอยผลักดันให้มีความอดทน พยายามจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และให้การอบรมสั่งสอนมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

คามินท์ ไชยมงคล

พฤษภาคม 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	18
อุปกรณ์	18
วิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	30
สรุปและข้อเสนอแนะ	42
สรุป	42
ข้อเสนอแนะ	43
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	44
ภาคผนวก	50
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	54

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของใบมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง	6
2	กรดอะมิโนที่จำเป็นของใบมันสำปะหลังแห้งและกากถั่วเหลืองในรูปเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง	7
3	ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในส่วนต่างๆ ของมันสำปะหลัง	11
4	ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในใบมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการลดสารพิษด้วยวิธีต่างๆ	12
5	คุณค่าทางโภชนะของใบมันสำปะหลังแห้งและใบสำปะหลังหมัก	14
6	ส่วนประกอบสูตรอาหารทดลอง (ระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์)	20
7	ส่วนประกอบสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	31
8	ผลชองการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและหมัก ทดแทนกระถินแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จ ต่อสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน	33
9	ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและหมัก ทดแทนกระถินแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จ ต่อลักษณะซาก	34
10	ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการผลิตโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน	35
11	ปริมาณการผลิตแก๊สสะสม gas production (ml) ช่วงเวลาชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96	36
12	ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการวัดแก๊ส ค่าศักยภาพของวัตถุแห้งที่ถูกย่อยได้ในกระเพาะรูเมน	37

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1	ผลการไฮโดรไลซีส ลินามารินและ ลอโทสตาลินได้กรดไฮโดรไซยานิค	9
2	ปริมาณ gas production (ml) ช่วงเวลาชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96	37

ภาพผนวกที่

1	ไซลิงค์และขวดซีรั่ม ที่ใช้ในการวัดปริมาณแก๊ส	51
2	การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์และแร่ธาตุ	51
3	การใส่ของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ผ่านการกรองลงในสารละลายบัฟเฟอร์และแร่ธาตุที่เตรียมไว้และการใส่ของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสมลงในขวดซีรั่ม	51
4	การไล่อ๊อกซิเจนออกจาขวดซีรั่มที่บรรจุของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ผ่านการกรองลงในสารละลายบัฟเฟอร์และแร่ ธาตุที่เตรียมไว้แล้ว	52
5	นำขวดซีรั่มเข้าบ่มที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส	52
6	วิธีวัดปริมาณผลผลิตแก๊สในขวดซีรั่ม	53

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมรรถภาพการผลิต และลักษณะซากของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ที่ขุนด้วยใช้อาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบ

Productive Performances and Carcass Characteristics of Kamphaeng Saen Steers Fed Total Mixed Ration Containing Cassava Leaf as a Roughage Source

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย และนิยมปลูกกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง เนื่องจากเป็นพืชที่มีคุณสมบัติพิเศษ ปลูกได้ง่าย มีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศแห้งแล้ง มีศัตรูพืชน้อย จากการที่ทั่วโลกกำลังประสบวิกฤติปัญหาอาหารราคาแพง เนื่องจากความต้องการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์มากขึ้น อาทิ แหล่งโปรตีนคุณภาพดี ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสัตว์เพิ่มขึ้นไปด้วย ขณะที่ใบมันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) เป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีความต้องการใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ วัตถุดิบพลังงานทดแทน วัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมอื่นๆ อีกมาก ทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูก รวมทั้งการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยในปี พ.ศ.2551 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกมันสำปะหลังประมาณ 7.8 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) ดังนั้นในแต่ละปีจะมีใบมันสำปะหลังเป็นเศษเหลือจากแปลงปลูกเป็นจำนวนมาก

ใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพดี เป็นผลพลอยได้มาจากการปลูกมันสำปะหลังที่สามารถนำมาเป็นอาหารของโคได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นโปรตีนไหลผ่าน (By-pass protein) ได้ดี ทำให้สัตว์ได้โปรตีนเพียงพอกับความต้องการ และใบมันสำปะหลังหมักยังมีคุณค่าทางอาหารที่สูงขึ้น เนื่องจากได้ผ่านกระบวนการหมักมาแล้ว ทำให้มีกรดไขมันที่จำเป็นมากขึ้น โคสามารถย่อยได้ง่าย และเป็นแหล่งเยื่อใยที่มีความสามารถในการสลายตัวในกระเพาะหมักได้ดี สามารถใช้เป็นวัตถุดิบเสริมคุณภาพอาหารหยาบในฤดูฝนและทดแทนการใช้อาหารหยาบซึ่งมักขาดแคลนในฤดูแล้ง (เมธา, 2545) ใบมันสำปะหลังมีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์คือสารไซยาไนด์ ที่มีอยู่สูงในใบสด แต่เราสามารถนำมาตากแห้ง หรือนำมาแปรสภาพโดยการหมัก สามารถทำให้ระดับไซยาไนด์ลดต่ำลงจนนำมาให้สัตว์กินได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย ดังนั้นการนำใบมันสำปะหลังมาใช้เป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาหารหยาบในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิต และเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลพลอยได้จากการผลิตมันสำปะหลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้ง และใบมันสำปะหลังหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ ทดแทนใบกระถินตากแห้ง ในสูตรอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ลักษณะซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการขุนโค

2. เพื่อศึกษาการย่อยได้ของอินทรียวัตถุและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารผสมเสร็จ (Total Mixed Ration ; TMR) สำหรับโคเนื้อ ซึ่งมีวัตถุดิบอาหารหยาบที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ใบมันสำปะหลังตากแห้ง ใบมันสำปะหลังหมัก และใบกระถินตากแห้งในสูตรอาหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

มันสำปะหลัง

ลักษณะทั่วไปของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังจัดเป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz. เรียกกันทั่วไปว่า cassava, mandioca, topica และ yacca (ดนัย, 2537) นักวิทยาศาสตร์ได้มีการจัดหมวดหมู่ทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลังดังนี้ (ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, 2537)

Order:	Geraniales
Class:	Dicotyledonae
Sub-class:	Archichlamydeae
Sub-division:	Angiospermae
Family:	Euthorbiaceae
Genus:	Manihot
Spicies:	esculenta

มันสำปะหลังเป็นพืชทนแล้ง ปลูกได้ในเขตร้อน เจริญเติบโตได้ในดินทุกชนิด เป็นพืชวันสั้น ผลผลิตจะลดลงถ้าช่วงแสงของวันยาวเกิน 10-12 ชั่วโมง (จรุงสิทธิ์ และอัจฉรา, 2547) นอกจากนี้ยังเป็นพืชที่ทนทานต่อโรคและแมลงได้ดี (เจริญศักดิ์, 2532)

หัวมันสำปะหลังสดมีความชื้นอยู่ประมาณ 65-75 เปอร์เซ็นต์ และมีแป้งประมาณ 25-34 เปอร์เซ็นต์ แต่หัวมันสำปะหลังสดจะมีกรดไฮโดรไซยานิค (HCN) ที่มีความเป็นพิษต่อตัวสัตว์ เป็นองค์ประกอบอยู่ระหว่าง 100-500 มิลลิกรัมต่อหัวมันสำปะหลังสด 1 กิโลกรัม

หัวมันสำปะหลังสดที่ผลิตได้จะถูกใช้ในการผลิตแป้งสำหรับเป็นอาหารคนและอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่น ๆ รวมทั้งการผลิตเป็นมันเส้นและมันอัดเม็ดเพื่อใช้สำหรับเป็นอาหารสัตว์ ระหว่างการแปรรูปหัวมันสำปะหลังเป็นผลิตภัณฑ์ดังกล่าว สารพิษกรดไฮโดรไซยานิคในหัวมันสดจะเกิดการสลายตัวและระเหยออกสู่บรรยากาศ ทำให้มีปริมาณสารพิษดังกล่าวหลงเหลืออยู่ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังน้อยลง เหลือในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ (อุทัย และสุกัญญา, 2547)

Charles et al. (2007) รายงานว่า สายพันธุ์มันสำปะหลังที่แตกต่างกัน 5 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ระยอง 5 เกษตรศาสตร์ 50 (KU 50) ระยอง 2 ห้านาที และ KMUL 36-Y002 (Y002) เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีค่าความชื้นอยู่ในช่วง 9.2-12.3 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 1.2-1.8 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.1-0.8 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 1.5-3.5 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 1.3-2.8 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 80.1-86.3 เปอร์เซ็นต์ กรดไฟติก 95-135 มก./ก. ปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 10.9-39.9, 15.2-32.3 และ 9.3-54.1 มก./ก. ตามลำดับ

สุกัญญา และวราพันธุ์ (2552) รายงานว่า การปลูกมันสำปะหลัง 1 ไร่ นอกจากจะได้หัวมันสำปะหลังแล้ว ยังมีใบมันสำปะหลังอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการเก็บเกี่ยวหัวมันสดในปริมาณ 300-500 กิโลกรัม/ไร่ (น้ำหนักสด) หรืออาจมากกว่า 1 ตันต่อไร่ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของดินและพันธุ์ของต้นมันสำปะหลัง ทั้งนี้ประเทศไทยมีการปลูกมันสำปะหลังมากกว่า 7 ล้านไร่ ดังนั้นในแต่ละปีจะมีใบมันสำปะหลังสดเป็นจำนวนมาก ไม่น้อยกว่า 2 ล้านตัน/ปี

ผลพลอยได้จากการผลิตมันสำปะหลัง

ในการผลิตและแปรรูปมันสำปะหลังแต่ละครั้ง จะมีเหลือเศษจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ คือใบและยอดมันสำปะหลัง ที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหัวมันสำปะหลังและต้นมันสำปะหลัง โดยสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ดังนี้

ใบมันสำปะหลัง (Cassava leaf)

ใบและยอดมันสำปะหลัง เป็นผลพลอยได้ที่เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวได้ เมื่อต้นมันสำปะหลังมีอายุตั้งแต่ 3-6 เดือนขึ้นไป โดยการทยอยเก็บครั้งละ 10-15 ใบต่อต้น หรือหักส่วนยอดและใบได้ทุก 2-3 เดือน และเก็บเกี่ยวใบและยอดมันสำปะหลังอีกครั้งพร้อมกับการเก็บเกี่ยวหัวมันสด (พิชิตพล, 2552) แต่เนื่องจากใบและยอดมันสำปะหลังสดจะมีระดับไซยาไนด์อยู่สูงซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยง จึงไม่ควรนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ในสภาพสด แต่ควรสับแล้วตากแดด 2-3 แดดให้แห้ง หรือทำการอบแห้ง (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท, 2552) ให้มีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารสัตว์ได้ โดยอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนะคือ เป็นแหล่งของสารแซนโทฟิลล์ แหล่งเยื่อใย และแหล่งโปรตีนคุณภาพดี (อุทัย และ สุกัญญา, 2547) ดังนั้นนอกจากใช้ใบมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน ยังเป็นแหล่งให้สารสีหรือสารแซนโทฟิลล์ ทำให้ไขมันในเนื้อสัตว์มีสีเหลืองสวย เป็นที่ต้องการของตลาด สำหรับค่าโปรตีนจะมากหรือน้อยขึ้นกับส่วนประกอบที่ทำให้แห้งหรือหมัก ถ้ามีสัดส่วนของใบมาก หรือเป็นใบล้วนก็จะมีโปรตีนสูง ถ้ามียอด กิ่ง ก้าน หรือลำต้น ปนอยู่ด้วย ค่าโปรตีนก็จะลดลงตามสัดส่วน (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท, 2552) เมื่อเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของใบมันสำปะหลังแห้งกับกากถั่วเหลือง พบว่าใบมันสำปะหลังแห้งมีค่าองค์ประกอบทางโปรตีนต่ำกว่ากากถั่วเหลือง คือ 21.39 และ 47.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในส่วนของเยื่อใย ไขมัน เถ้า และแคลเซียม พบว่าใบมันสำปะหลังแห้งมีค่าองค์ประกอบที่ได้กล่าวมาสูงกว่ากากถั่วเหลือง (ตารางที่ 1) โดยค่าโปรตีนในใบมันสำปะหลังขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของมันสำปะหลัง ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การใส่ปุ๋ย และอายุการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้โปรตีนในใบมันสำปะหลังมีกรดอะมิโนไลซีนเป็นองค์ประกอบอยู่สูง แต่ขาดกรดอะมิโนเมทไธโอนีน ใบมันสำปะหลังมีปริมาณโปรตีนและสารอาหารอื่นๆ ในระดับสูงทั้งที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของใบมันสำปะหลังเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง

องค์ประกอบทางเคมี	ใบมันสำปะหลังแห้ง (%DM)[1]	กากถั่วเหลือง (%DM)[2]
ความชื้น	8.90	9.8
โปรตีน	21.39	47.6
เยื่อใย	22.19	6.6
ไขมัน	3.85	3.2
เถ้า	8.11	7.6
แคลเซียม	1.61	0.38
ฟอสฟอรัส	0.19	0.66
กรดไฮโดรไซยานิค	36.92	0

ที่มา : [1] สุกัญญา และวราพันธุ์ (2552)

[2] กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ (ผลวิเคราะห์ตัวอย่างปี 2540 – 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 กรดอะมิโนที่จำเป็นของใบมันสำปะหลังแห้งและกากถั่วเหลืองในรูปเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง

กรดอะมิโน	ใบมันสำปะหลัง	กากถั่วเหลือง
ไลซีน	1.92	2.73
เมทไธโอนีน	0.15	0.59
ทริปโตเฟน	0.29	0.59
ทรีโอนีน	1.64	1.72
ไอโซลูซีน	1.74	2.17
อาร์จินีน	1.83	3.18
ลูซีน	1.35	3.39
วาลีน	0.96	2.24
ไกลซีน	1.94	1.83

ที่มา : สุกัญญา และวราพันธุ์ (2552)

แทนนินในใบมันสำปะหลัง

แทนนินเป็นสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) ในกลุ่มสารประกอบ polyphenol มีโครงสร้างซับซ้อน น้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 500-20,000 กรัม/โมล เป็นสารมีรสฝาดและมีสถานะเป็นกรดอ่อน ในธรรมชาติพบการสะสมมากบริเวณที่มักถูกแบคทีเรียทำลายได้ง่ายของพืช เช่น เปลือกต้น เปลือกผล เมล็ด และใบ เป็นต้น โดยพบในใบแก่มากกว่าใบอ่อน แทนนินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2544)

1. condensed tannins เป็นแทนนินที่มีโมเลกุลรวมตัวกันแน่น มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 1,000 กรัม/โมล ขึ้นไป ประกอบด้วย polyhydric phenols เชื่อมกันด้วยพันธะ C-C เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่าย มีคุณสมบัติจับโปรตีนตกตะกอนได้ดีและมีความคงตัวที่ค่า pH 3-7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. hydrolyzed tannins เป็นแทนนินที่มีโมเลกุลรวมตัวกันอย่างหลวมๆ เชื่อมกันด้วยพันธะเอสเทอร์ระหว่างน้ำตาลกับ polyphenoliccarboxylic ซึ่งเป็นพันธะที่มีความแข็งแรงต่ำ มีคุณสมบัติสลายตัวในน้ำและถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่าย

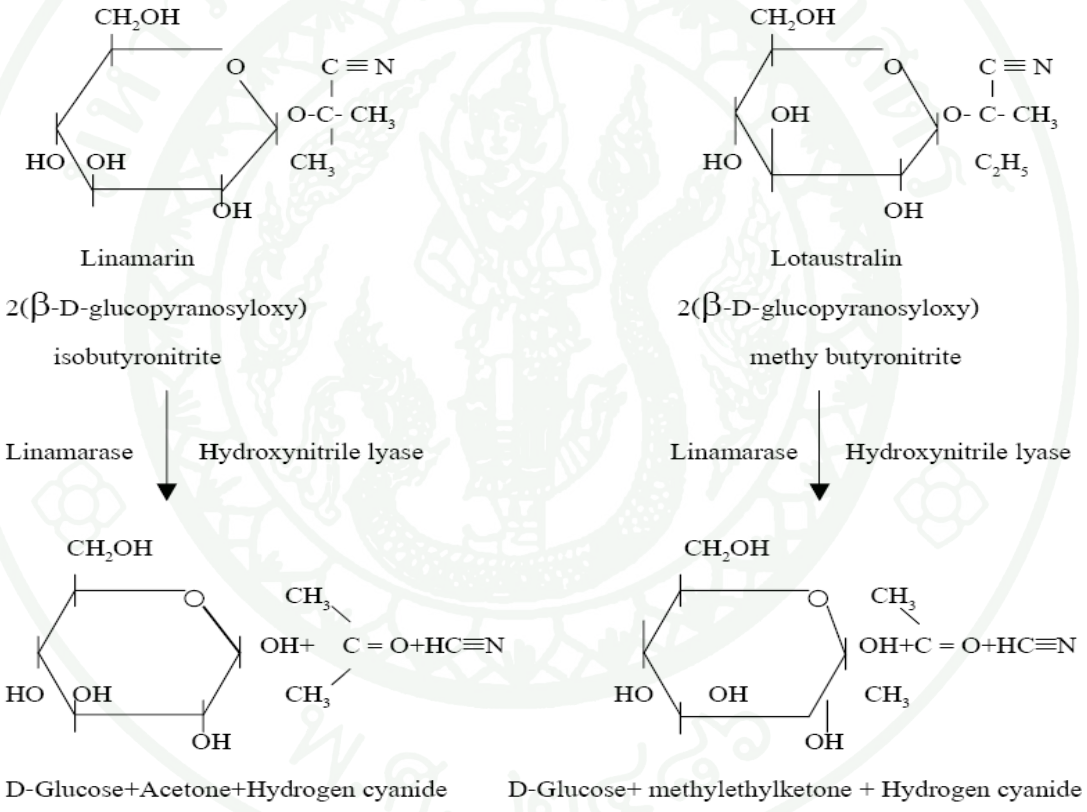
Condensed tannins เป็นแทนนินที่จับกับโปรตีนในใบมันสำปะหลังกลายเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (tannin-protein complex) ทำให้โปรตีนมีคุณสมบัติเป็นโปรตีนไหลผ่านไม่ถูกย่อยสลายหรือเปลี่ยนแปลงในกระเพาะหมัก (rumen) เนื่องจากแทนนินมีความคงตัวในสภาวะที่ค่า pH 3-7 แต่ในกระเพาะแท้ซึ่งมีความเป็นกรดสูง (pH<3) และในลำไส้เล็กซึ่งมีความเป็นด่าง (pH>8) แทนนินจะเสียสภาพและปลดปล่อยโปรตีนให้ถูกย่อยและดูดซึม (Jones and Mangan, 1977) ช่วยให้สัตว์ได้รับโปรตีนเพียงพอตามความต้องการ และแทนนินยังมีผลช่วยลดจำนวนพยาธิในทางเดินอาหารของสัตว์ (เมธา, 2545) อย่างไรก็ตามปริมาณแทนนินที่มากเกินไปมีผลให้อาหารมีการใช้ประโยชน์ได้ลดลง โดยแทนนินไปจับกับโปรตีนในอาหารทำให้โปรตีนนั้นไม่ถูกย่อยและดูดซึมในร่างกายสัตว์ (Dung *et al*., 2005) ซึ่ง Reed (1995) แนะนำให้มีระดับแทนนินในอาหารสัตว์ไม่เกิน 60 ก./กก.

สารพิษไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลัง

ในใบมันสำปะหลังมีสารพิษกรดไฮโดรไซยานิค (HCN) หรือกรดปรัสสิค (prussic acid) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวคล้ายนมอยู่ในส่วนต่างๆ เช่น ในกะเปาะใต้ผิวหรือใต้เปลือก พบว่าใบมันสำปะหลังมีกรดไฮโดรไซยานิค 83–878 มก./กก. น้ำหนักสด (เจริญศักดิ์, 2532) โดยปกติสารพิษดังกล่าวจะอยู่ในรูปไกลโคไซด์ (glycosides) หรือ ไซยาโนจีนิค กูลโคไซด์ (cyanogenic glucoside) ซึ่งถูกสร้างขึ้นจากกรดอะมิโน 2 ตัว คือ แวลีน (valine) หรือไอโซลิวซีน (isoleucine) ซึ่งการสังเคราะห์จากแวลีนจะได้เป็นไกลโคไซด์ของแอซีโตนไซยาโนไฮดรีน (acetone cyanohydrin) เรียกว่า ลินามาลิน (linamalin) ถ้าสังเคราะห์จากไอโซลิวซีน จะได้โลทอสตราลิน (lotaustralin) (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546) เป็นองค์ประกอบภายในพืชสารพิษกรดไฮโดรไซยานิคนี้จะไม่เป็นอันตรายต่อพืช เพราะจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นในการเจริญเติบโต คือ กรดแอสปาราจีน (Asparagine) กรดแอสปาติค (Aspartic acid) กรดกลูตามิค (Glutamic acid) และ กลูตามีน (Glutamine) แต่เมื่อเซลล์ถูกทำลายหรือบดขยี้ สารพิษดังกล่าวจะถูกไฮโดรไลซ์ โดยเอนไซม์ลินามาเรส (Linamarase) หรือ β-glucosidase จะได้สารประกอบดังภาพที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเซลล์มันสำปะหลังแตก ไกลโคไซด์ทั้งสองทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ลินามาเรส (linamarase) ที่อยู่ในเซลล์มันสำปะหลัง หรือเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดหรือน้ำย่อยในกระเพาะอาหารจะได้กรดไฮโดรไซยานิค ออกมาในรูปก๊าซไซยาไนด์ หรือละลายในรูปกรดซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์ โดยทำหน้าที่ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไซโตโครมออกซิเดส ในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการขนส่งอิเล็กตรอนซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจนของเซลล์ เมื่อไซโตโครมออกซิเดสถูกขัดขวางทำให้การสร้างเอทีพี (ATP) หยุดชะงัก ทำให้เนื้อเยื่อไม่ได้รับพลังงานจึงเกิดการขาดพลังงาน ส่งผลให้การหายใจขัดข้อง สมองขาดออกซิเจน (ปิตุนาถ, 2547)



ภาพที่ 1 ผลการไฮโดรไลซีส ลินามารินและ ลอโทสตาลินได้กรดไฮโดรไซยานิค

ที่มา : ปิตุนาถ (2547)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจริญศักดิ์ (2532) กล่าวว่า ในมันสำปะหลังมีกรดไฮโดรไซยานิคประมาณ 14-400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยพบที่ส่วนเปลือกของหัวมากกว่าส่วนเนื้อมัน 5–10 เท่า ใบอ่อนมีมากกว่าใบแก่ และส่วนเนื้อมัน ดังแสดงในตารางที่ 3 ปริมาณสารนี้จะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อม พันธุ์ และวิธีการวิเคราะห์ พบว่าใบมันสำปะหลังมีกรดไฮโดรไซยานิค 83–878 มก./กก. น้ำหนักสด พบในส่วนเปลือกของหัว 150–1,110 มิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักสด และส่วนเนื้อมี 5–490 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด หากจำแนกมันสำปะหลังตามปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1) พวกที่ไม่มีพิษ (Innocuous) คือ หัวมันที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคน้อยกว่า 50 มก./กก. ของหัวมันที่ปอกเปลือก

2) พวกที่มีพิษปานกลาง (Moderately poisonous) คือ มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค 50-100 มก./กก. ของหัวมันที่ปอกเปลือก

3) พวกที่มีพิษอันตราย (Dangerous poisonous) คือ หัวมันที่มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคมากกว่า 100 มก./กก. ของหัวมันที่ปอกเปลือก

การลดพิษของไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลัง

ใบมันสำปะหลังสดมีองค์ประกอบของไซยาไนด์ตั้งแต่ 200-800 มก./กก. ควรนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปก่อนนำมาเลี้ยงสัตว์ เช่น การอัดเม็ดอาหาร การหมัก และการตากแห้ง เพื่อเป็นการถนอมอาหารและลดปริมาณไซยาไนด์ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตราย (Ravindran, 1991)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในส่วนต่าง ๆ ของมันสำปะหลัง

	ไกลโคไซด์		ลินามาเรส
ส่วนของพืช	มก. HCN/กก. น้ำหนักสด	มก. HCN/กก. น้ำหนักแห้ง	มก. HCN/กก. น้ำหนักสด
ยอดอ่อน	490	1,360	730
ใบแก่	380	1,055	100
ก้านใบ	150	417	380
เปลือกลำต้น	535	1,486	81.5
เปลือกหัว	640	1,778	270
เนื้อหัว	140	390	9
มันเส้น	-	30	-
มันเม็ด	-	13.50	-

ที่มา : สาโรช และเยาวมาลย์ (2531)

การตากแห้ง

ใบมันสำปะหลังที่ผ่านการทำให้แห้งโดยการผึ่งแดด มีระดับไซยาไนด์ลดลงเหลือประมาณ 30 มก./กก. ซึ่งเป็นระดับที่ไม่เป็นพิษกับตัวสัตว์ (อุทัย และ สุกัญญา, 2547) Ravindran (1991) พบว่า การนำใบมันสำปะหลังสดมาตากแห้งเป็นระยะเวลา 1, 2, 3 และ 4 วัน สามารถลดปริมาณของไซยาไนด์ได้ 88.0, 90.2, 92.1 และ 93.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบมันสำปะหลังสดมีโปรตีนประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งจะมีโปรตีนอยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ (สุกัญญา และวราพันธุ์, 2552)

การหมัก

การทำใบมันสำปะหลังตากแห้งนั้น บางครั้งอาจพบปัญหาในการตากใบมัน เช่น ลมแรง ไม่มีแดด หรือฝนตก ทำให้เกิดความยุ่งยาก ดังนั้นจึงนำมาแปรสภาพด้วยวิธีการหมัก ซึ่งการหมักนั้นก็เหมือนการหมักพืชทั่ว ๆ ไป คือ การหมักไว้ในภาชนะหรือถุงที่มีสภาพไร้อากาศหรือเหลือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อากาศน้อยที่สุด จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศจะเริ่มทำงานเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นกรดแลคติก กรด อะซิติก เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ค่า pH ลดลง จึงทำให้ถนอมอาหารไว้ได้นาน ควรใช้เวลาหมักอย่างน้อย 21 วัน เพื่อให้เกิดกรดเพียงพอที่จะรักษาสภาพใบมันไว้ และทำให้สารพิษในมันสำปะหลัง มีปริมาณลดลงจนไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ (สุกัญญา และวราพันธุ์, 2552)

นอกจากนี้ยังมีอีกหลายวิธีในการลดปริมาณไซยาไนด์ เช่น การอบแห้ง การอบด้วยไอน้ำ การอัดเม็ด การต้ม และการแช่น้ำ เป็นต้น โดย Fasuyi (2005) รายงานว่า การอบแห้งและอบด้วยไอน้ำ สามารถลดปริมาณไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังได้ 38.4 และ 41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Fasuyi (2005) รายงานว่าการนำใบมันสำปะหลังผึ่งแดดสามารถลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคได้สูงกว่าการให้ความร้อนโดยการอบแห้งและอบด้วยไอน้ำ ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในใบมันสำปะหลังที่ผึ่งแดด 2-3 วัน มีค่ากรดไฮโดรไซยานิคอยู่ 4.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และใบมันสำปะหลังสับที่นำไปผึ่งแดด ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคจะลดปริมาณเร็วกว่าใบมันสำปะหลังแห้งที่ไม่ได้สับ โดยมีค่าเท่ากับ 3.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องใบมันชิ้นเล็กลงการได้รับความร้อนมีมากกว่า

ตารางที่ 4 ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคในใบมันสำปะหลังที่ผ่านกระบวนการลดสารพิษด้วยวิธีต่างๆ

ใบมันสำปะหลัง	**ปริมาณ HCN มก/กก.**
ใบมันสำปะหลังสด	100.0
ใบมันสำปะหลังผึ่งแดด 2-3 วัน	4.1
ใบมันสำปะหลังอบแห้ง 80-90 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง	61.6
ใบมันสำปะหลังอบด้วยไอน้ำ 30 นาที	59.0
ใบมันสำปะหลังสับ	47.5
ใบมันสำปะหลังอบด้วยไอน้ำ + ผึ่งแดด	44.3
ใบมันสำปะหลังสับ + ผึ่งแดด	3.7

ที่มา : Fasuyi (2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อดีของการใช้ใบมันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ : (สุกัญญา และวราพันธุ์, 2552)

1. ลดต้นทุนค่าอาหาร เนื่องจากมีราคาถูก
2. สามารถใช้ทดแทนแหล่งโปรตีนอื่นๆได้
3. ให้สารสีธรรมชาติ
4. สัตว์ที่กินอาหารสูตรใบมันสำปะหลังสุขภาพดี ไม่ป่วยง่าย
5. สัตว์ให้ผลผลิตเนื้อ นม ไข่ ที่มีคุณภาพดี

ข้อจำกัดการใช้ใบมันสำปะหลังในสูตรอาหาร

ใบมันสำปะหลังแห้งมีความฟ่ามค่อนข้างสูง ดังนั้นในการผลิตจึงควรให้มีส่วนก้านใบ และลำต้นติดมาน้อยที่สุด การใช้ใบมันสำปะหลังหมักเลี้ยงสัตว์ ควรระวังเรื่องกรดไฮโดรไซยานิค เนื่องจากถ้าใบมันสำปะหลังยังมีสีเขียวของใบอยู่ แสดงว่าการหมักไม่สมบูรณ์ กรดไฮโดรไซยานิคยังมีอยู่ในระดับสูง หากนำไปเลี้ยงสัตว์จะเกิดอันตรายได้ ดังนั้นต้องสังเกตว่าใบมันสำปะหลังหมักควรมีสีเขียวอมเหลือง และมีกลิ่นเปรี้ยวเหมือนการหมักดองทั่ว ๆ ไป แสดงว่าการหมักสมบูรณ์ ใบมันสำปะหลังหมักที่มีเฉพาะใบเพียงอย่างเดียว มีโปรตีนสูงถึงประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้ง ในขณะที่หญ้าหมักมีโปรตีน 7-8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้ง (สุกัญญา และวราพันธุ์, 2552)

วิธีการหมักใบมันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารสัตว์

การจะทำให้ใบมันหมักมีคุณภาพดีนั้น ควรเก็บใบมันสำปะหลังส่วนยอดบริเวณที่มีสีเขียวยาวลงมาประมาณ 20 เซนติเมตร ส่วนที่เหลือเด็ดเฉพาะใบกับก้านใบ ไม่ควรเก็บส่วนของลำต้นติดมาด้วย จากนั้นนำไปสับเป็นชิ้น ๆ เพื่อทำการหมัก ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน (สุกัญญา และวราพันธุ์, 2552) ประกอบด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนะของใบมันสำปะหลังแห้งและใบสำปะหลังหมัก

คุณค่าทางโภชนะ (%DM)	**ใบและยอดมันสำปะหลังแห้ง**	**ใบและยอดมันสำปะหลังหมัก**
ความชื้น	8.70	70.13
โปรตีนรวม	19.10	19.00
เยื่อใย	17.00	17.61
ไขมัน	4.30	11.02
เถ้า	8.80	9.67
โภชนะย่อยได้รวม (กระเพาะรวม)	56.00	72.41

ที่มา : พิชิตพล (2552)

1. การใช้ใบมันสำปะหลังสดหมักเพียงอย่างเดียว

สำหรับการใช้ใบมันสำปะหลังสดหมักเพียงอย่างเดียว จะได้คุณค่าทางอาหารค่อนข้างสูงโดยเฉพาะโปรตีน เนื่องจากในใบมันสำปะหลังที่มีสภาพสดมีโปรตีนประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งจะมีโปรตีนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการหมักใบมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียวต้องใช้เวลาในการหมักอย่างน้อย 21 วัน เพื่อให้เกิดกรดเพียงพอที่จะรักษาสภาพใบมันไว้และทำให้สารพิษในใบมันสำปะหลังมีปริมาณลดลงจนไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ด้วย

2. การใช้ใบมันสำปะหลังสดร่วมกับการใช้หัวมันสด

การใช้ใบมันสำปะหลังสดร่วมกับการใช้หัวมันสด สามารถนำมาใช้ได้โดยสับหัวมันสำปะหลังสดให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก ในอัตราส่วน หัวมันสดต่อใบมัน 1 ต่อ 2 ถึง 1 ต่อ 5 แล้วแต่วัตถุประสงค์และความต้องการ ว่าจะใช้เป็นแหล่งเสริมพลังงานหรือโปรตีน ถ้าต้องการโปรตีนสูงให้ใช้ใบมันสำปะหลังมากขึ้นและใช้หัวมันสดสับน้อยลง ซึ่งใบมันสำปะหลังหมักที่ได้จะมีสภาพพอเหมาะ ความชื้นไม่สูงเกินไป กลิ่นหอม สัตว์ชอบกิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การใช้ใบมันสำปะหลังสดร่วมกับกากมันสำปะหลัง (สภาพเปียก) จากโรงงานผลิตแป้งหรือสารให้ความหวาน

ข้อดีของการใช้กากมันสำปะหลังร่วมกับการหมักใบมันสำปะหลังคือ ในกากมันสำปะหลังที่เก็บกองไว้ 5 – 7 วัน จะมีปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติกจำนวนมากประมาณ 10^6-10^7 โคโลนี/กรัม ในขณะที่วัตถุดิบอาหารสัตว์โดยทั่วไปมีจุลินทรีย์กลุ่มนี้ประมาณ 10^2-10^3 โคโลนี/กรัม เท่านั้น ดังนั้นการที่มีจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติกจำนวนมากนั้น จะเป็นตัวช่วยกระตุ้นหรือเร่งให้มีการหมัก และสามารถผลิตกรดแลคติกได้ปริมาณสูง ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นการหมักใบมันสำปะหลังร่วมกับกากมันสำปะหลังจึงใช้ระยะเวลาในการหมักน้อยลงจาก 21 วัน เหลือเพียง 10-14 วัน เท่านั้น ซึ่งกรดไฮโดรไซยานิคในใบมันสำปะหลังจะเหลืออยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อตัวสัตว์ โดยแนะนำให้ใช้กากมันสำปะหลังสดไม่เกิน 10-20 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับใบมันในการทำใบมันหมัก หากใช้กากมันสำปะหลังระดับที่มากกว่านี้จะทำให้อาหารหมักที่ได้มีความชื้นสูง อาหารหมักมีคุณภาพไม่ดี อีกทั้งยังทำให้ระดับโปรตีนในอาหารหมักลดลงด้วย

การใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและใบมันสำปะหลังหมักในสัตว์กระเพาะรวม

ใบมันสำปะหลังสามารถนำมาใช้ในอาหารสัตว์กระเพาะรวมได้ เนื่องจากสัตว์เหล่านี้สามารถทนต่อระดับเยื่อใยในอาหารค่อนข้างสูง การเสริมใบมันสำปะหลังมีผลช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนะของอาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำในฤดูฝน เป็นแหล่งโภชนะทดแทนอาหารหยาบซึ่งมักขาดแคลนในฤดูแล้ง ช่วยลดการใช้อาหารข้นในสูตรอาหารมีผลให้ต้นทุนการผลิตลดลง (เมธา และ ฉลอง, 2533) การใช้ใบมันสำปะหลังหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคเนื้อ-โคนมและกระบือสามารถทำได้เช่นเดียวกับการใช้หญ้าหมัก โดยให้กินได้อย่างเต็มที่ ซึ่งวิธีการให้ใบมันสำปะหลังหมักนั้นควรค่อย ๆ ให้ทีละน้อย เพื่อที่สัตว์จะได้มีการปรับสภาพภายในกระเพาะรูเมนที่ไม่เคยได้รับใบมันสำปะหลังหมักนี้มาก่อน และเมื่อสัตว์มีการปรับสภาพของกระเพาะรูเมนกับใบมันสำปะหลังหมักแล้ว สัตว์จะสามารถกินได้อย่างเต็มที่ ไม่มีปัญหาภาวะความเป็นกรดในกระเพาะรูเมน สำหรับกลิ่นเปรี้ยวที่มีในใบมันสำปะหลังหมักจะมีผลต่อกลิ่นในน้ำนม ดังนั้นการใช้ใบมันสำปะหลังหมักในอาหารโคนม จึงแนะนำว่าไม่ควรให้ใบมันสำปะหลังหมักกับโคในขณะรีดนม เนื่องจากไขมันในน้ำนมมีคุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นต่าง ๆ จากสิ่งแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว การที่ให้ใบมันสำปะหลังหมักกับโคขณะรีดนมจึงมีผลให้กลิ่นของใบมันหมักติดไปกับน้ำนมได้ (สุกัญญา และวราพันธุ์, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิรวรรณ และคณะ (2549) ได้ศึกษาการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและหมักเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งโปรตีนและพลังงานเสริมหญ้ารูซี่แห้งเพื่อผลิตอาหารหยาบผสมเลี้ยงโครีดนมจำนวน 6 ตัว โดยใช้แผนการทดลองแบบ Balanced design แบ่งเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว ทำการทดลอง 3 ระยะๆ ละ 15 วัน โคทดลองกินหญ้ารูซี่แห้งเป็นอาหารหยาบหลัก กลุ่ม 1 เสริมแหล่งพลังงานและโปรตีนคือกากน้ำตาล ข้าวโพดบด รำ และกากถั่วเหลือง กลุ่ม 2 ใช้ใบมันแห้งทดแทนรำและกากถั่วเหลืองบางส่วน กลุ่ม 3 ใช้ใบมันที่หมักร่วมกับรำทดแทนใบมันแห้ง โดยโคทุกกลุ่มได้รับอาหารข้นอัดเม็ดที่มีขายเป็นการค้าเสริมตามปกติ ใบมันสำปะหลังแห้งทำโดยหักยอดมันยาว 30-50 ซม. นำมาหั่นแล้วตากแดดจนแห้ง ส่วนใบมันสำปะหลังหมักทำโดยใช้ยอดมันที่หั่นแล้วผสมกับรำละเอียดในอัตราส่วน 5:1 หมักในถังที่มีฝาปิดล็อค พบว่า ใบมันแห้งและหมักมีโปรตีน 18.45 และ 13.91 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง มี HCN 109.77 และ 63.46 เทียบกับ 178.93 ppm ในใบมันสด ผลการทดลองพบว่า โคทุกกลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกัน กินอาหารได้ 3.03-3.05 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ให้น้ำนมเฉลี่ย 14.7-15.2 กก/ตัว/วัน แม้ว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันนมของทั้ง 2 กลุ่ม หลังที่ใช้ใบมันจะมีค่าต่ำกว่ากลุ่มแรก แต่มีเปอร์เซ็นต์ของแข็งไม่รวมไขมันสูงกว่า จึงสรุปได้ว่าใบมันสำปะหลังทั้งในรูปแห้งและหมักสามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานเสริมให้กับโครีดนมได้ดี และสามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือในไร่เพื่อเป็นอาหารเสริมแก่โคนม

สุมนและคณะ (2547) ได้ศึกษาการใช้ยอดและใบมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จหรือ Total Mixed Ration (TMR) เลี้ยงโครีดนม ผลการทดลองพบว่า สามารถใช้อาหาร TMR ที่มีส่วนผสมของยอดและใบมันสำปะหลังแห้งประกอบสูตรได้ โดยไม่มีผลกระทบ ($P > 0.05$) ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณผลผลิตน้ำนมปรับไขมันที่ 4 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนม ตลอดจนต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนมปรับไขมันที่ 4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ให้อาหารหยาบและอาหารข้นแบบแยกให้ โดยมีรายได้จากน้ำนมปรับไขมันที่ 4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อหักค่าอาหารแล้วของกลุ่มที่ใช้อาหาร TMR (7.43 บาท/ก.ก.) สูงกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มที่ได้รับอาหารหยาบและอาหารข้นแบบแยกให้ (6.71 บาท/ก.ก.)

พิชิตพล (2552) ศึกษาการใช้ใบมันสำปะหลังทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารโคขุน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กระถินแห้งเปรียบเทียบกับการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและใช้ใบมันสำปะหลังหมัก ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก ต้นทุนการขุนโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน เพื่อทำให้เห็นว่าการใช้ใบมันสำปะหลังทั้งในรูปแห้งและรูปหมัก สามารถใช้ในสูตรอาหารโคขุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อให้ต้นทุนต่ำลงแต่ไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตเปลี่ยนไป รวมทั้งเพื่อศึกษาการย่อยได้ของอินทรียวัตถุและพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารผสมเสร็จ (TMR) สำหรับโคเนื้อ ซึ่งมีวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ใบมันสำปะหลังตากแห้ง ใบมันสำปะหลังหมัก และใบกระถินตากแห้ง เปรียบเทียบกันในสูตรอาหารโคขุน (โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน) พบว่าสามารถใช้ใบมันสำปะหลังแห้งทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารสัตว์กระเพาะรวม และให้ผลกำไรจากการเลี้ยงสูงสุดแม้มีความน่ากินต่ำ ขณะที่ใบมันสำปะหลังหมักมีความน่ากินสูงไม่ด้อยไปกว่ากากถั่วเหลือง แต่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่ดีนักและให้ผลกำไรจากการเลี้ยงต่ำกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

การดำเนินงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 2 การทดลอง

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง

สัตว์ทดลอง ใช้โคพันธุ์กำแพงแสนเพศผู้ตอน ที่ผ่านการทดสอบสมรรถภาพการผลิตแล้ว จำนวน 28 ตัว เลี้ยงในคอกเดี่ยวพื้นคอนกรีต อายุเฉลี่ย 1 ปี 8 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 460 ± 35.15 กิโลกรัม ได้รับอาหารและน้ำแบบเต็มที่ (*ad libitum*)

2. อุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง

2.1 เครื่องผสมอาหารแบบถังนอน ขนาด 1 ตัน

2.2 คอกเดี่ยวพื้นคอนกรีต ขนาด 3x4 ตร.ม. มีรางอาหารอยู่ด้านหน้า และอ่างน้ำอยู่ด้านหลัง

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสัตว์

2.3.1 เครื่องชั่งน้ำหนักอาหารขนาด 15 กก.
2.3.2 เครื่องชั่งน้ำหนักโคขนาด 1,000 กก.

2.4 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Rumen fluid)

2.4.1 ขวดพลาสติกความจุประมาณ 1 ลิตร
2.4.2 ผ้าขาวบาง
2.4.3 กรวย
2.4.4 Water bath

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 อุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการวิเคราะห์หาค่า gas production ตามวิธีของ Menke and Steingass (1988)

2.6 อุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี Proximate analysis ตามวิธีการของ A.O.A.C. (1990)

2.7 อุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการวิเคราะห์หาค่า NDF และ ADF ด้วยวิธีของแวนซูล (Van Soest)

3. อาหารทดลองและการให้อาหารทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบเพื่อนำมาใช้ในสูตรอาหาร TMR สำหรับขุนโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ได้แก่ ใบกระถินแห้ง ซึ่งได้จากการตัดกิ่งกระถินพร้อมใบมาสับให้ละเอียด จากนั้นนำไปตากแห้ง แหล่งผลิตใบกระถินแห้งจากอำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ส่วนใบมันสำปะหลังแห้งและใบมันสำปะหลังหมัก เป็นยอดและใบมันสำปะหลังตัดมาไม่เกิน 20 เซนติเมตรจากส่วนยอด นำมาสับแล้วตากแห้งหรือหมักร่วมกับกากมันสดในอัตราส่วนประมาณ 4:1 โดยน้ำหนัก ผลิตที่สิทธิชัยลานมัน อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี

อาหาร TMR ที่ใช้ในการทดลองมีระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ทุกกลุ่มการทดลอง (NRC, 1996) การให้อาหารจะแบ่งออกเป็น 2 มื้อคือ มื้อเช้าเวลา 7.00 น. และมื้อเย็นเวลา 17.00 น. โดยในช่วงเช้าของทุกวันมีการตักอาหารเก่าออก และบันทึกน้ำหนักคงเหลือ ก่อนให้อาหารใหม่ ส่วนน้ำมีให้โคได้รับตลอดเวลา

อาหารทดลอง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (ตารางที่ 6) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาหาร TMR ระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีกระถินบดแห้งในสูตร 10 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

กลุ่มที่ 2 อาหาร TMR ระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีใบมันสำปะหลังแห้งในสูตร 10 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลุ่มที่ 3 อาหาร TMR ระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีใบมันสำปะหลังหมักในสูตร 10 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

กลุ่มที่ 4 อาหาร TMR ระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีใบมันสำปะหลังแห้งในสูตร 5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และใบมันสำปะหลังหมัก 5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ

ตารางที่ 6 ส่วนประกอบสูตรอาหารทดลอง (ระดับโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์)

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
มันสำปะหลัง	35.10	37.10	36.30	36.60
กากถั่วเหลือง	9.80	9.00	9.30	9.10
กากปาล์มเนื้อใน	17.10	16.00	16.50	16.40
กากมันสำปะหลัง	10.00	10.00	10.00	10.00
ผิวถั่วเหลือง	8.00	8.00	8.00	8.00
กระถินแห้งบด	10.00	-	-	-
ใบมันสำปะหลังแห้ง	-	10.00	-	5.00
ใบมันสำปะหลังหมัก[1]	-	-	10.00	5.00
ยูเรีย	0.50	0.40	0.40	0.40
ไดแคลเซียมฟอสเฟส	0.50	0.50	0.50	0.50
เกลือ	0.40	0.40	0.40	0.40
กำมะถัน	0.10	0.10	0.10	0.10
กากน้ำตาล	8.00	8.00	8.00	8.00
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100	100	100	100

หมายเหตุ [1] คิดตามเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้ง และใบมันสำปะหลังหมัก เป็นแหล่งอาหารหยาบทดแทนใบกระถินตากแห้ง ในสูตรอาหารผสมเสร็จสำหรับโคเนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต

วิธีการ

1. การเตรียมสัตว์ทดลอง

สุ่มโคแต่ละตัวเข้าคอกทดลอง โดยจัดให้โคแต่ละกลุ่มทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง สุ่มให้โคแต่ละกลุ่มการทดลองได้รับอาหารทดลอง โดยแบ่งการเลี้ยงออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1.1 ระยะปรับอาหารและสภาพแวดล้อม เป็นระยะเพื่อให้สัตว์คุ้นเคยกับอาหารทดลอง และสภาพแวดล้อม ใช้เวลาประมาณ 7 วัน โดยเริ่มต้นให้อาหารทดลอง 25 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับอาหารที่สัตว์เคยกินปกติ และเมื่อสัตว์กินอาหารได้เพิ่มขึ้น จึงค่อยๆเพิ่มปริมาณของอาหารทดลองขึ้นทีละ 25 เปอร์เซ็นต์ จนสัตว์ทดลองกินอาหารทดลองได้ครบ 100 เปอร์เซ็นต์

1.2 ระยะทดสอบประสิทธิภาพของอาหาร (experimental period) เป็นระยะที่เริ่มทำการทดลองและบันทึกข้อมูลหลังจากสัตว์ทดลองมีความคุ้นเคยกับอาหารทดลองและกินได้เป็นปกติ บันทึกปริมาณการกินได้ของโคทุกวันโดยบันทึกปริมาณการกินอาหารผสม เพื่อนำไปคำนวณปริมาณการกินได้ทั้งหมด และบันทึกข้อมูลน้ำหนักของโค ขณะเริ่มต้นการทดสอบ (0 วัน) วันที่ 62 และ 124 วันของการทดสอบ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของโคทดลอง

2. การเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

2.1 บันทึกน้ำหนักโคทดลองเมื่อก่อนทดลอง (0 วัน) 62 และ 124 วัน ของการทดลอง

2.2 บันทึกปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด และคำนวณประสิทธิภาพการใช้อาหาร (gain : feed ratio, G:F)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 เก็บตัวอย่างอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะ ทุก 1 เดือน เดือนละ 1 ครั้ง

2.4 เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำโคทุกตัวเข้าฆ่า ตามวิธีการฆ่าแบบสากล เพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักซากอุ่น ซากเย็น หนัง ไขมันหุ้มไต ไขมันในช่องท้องและเชิงกราน และน้ำหนักเครื่องใน

2.5 เก็บตัวอย่างเนื้อโคทดลองระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 11-12 ในส่วนเนื้อสันนอกทุกตัว เพื่อวัดปริมาณไขมันแทรก ตามมาตรฐานของ มกอช.6001-2547 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ 6001, 2547)

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลอง 10 จุด บดผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี Proximate analysis ตามวิธีการของ A.O.A.C. (1990) วิเคราะห์องค์ประกอบผนังเซลล์พืชด้วยวิธี Van Soest System ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970) ตรวจหาปริมาณยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (Blood urea nitrogen, BUN) ตามวิธีของ Tiiffany *et al.* (1972) และปริมาณกลูโคสในกระแสเลือด (Blood glucose, BG) ตามวิธีของ Slein (1963) โดยส่งตรวจตัวอย่างเลือดที่โรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

4. แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Completely Block Design : RCBD) ทำการบล็อกด้วยน้ำหนักที่แตกต่างกัน โดยแบ่งโคทั้งหมด 28 ตัว ออกเป็น 7 กลุ่มทดลองๆ ละ 4 ตัว โคภายในกลุ่มเดียวกันจะมีน้ำหนักใกล้เคียงกัน และสุ่มโคภายในกลุ่ม (4 ตัว) ให้ได้รับอาหารทดลอง 4 สูตร วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Dancan's New Multiple Range Test ในโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ซึ่งมีแบบหุ่นจำลอง ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

โดย Y_{ijk} คือ ค่าสังเกตจากทรีทเมนต์ที่ i ซ้ำที่ j และ โคตัวที่ k

μ คือ ค่าเฉลี่ยรวม (common mean)

T_i คือ อิทธิพลเนื่องจากอาหารที่ i (treatment effect), i = 1,2,3,4

B_j คือ อิทธิพลเนื่องจากบล็อกที่ j (block effect), j = 1,2,3

ε_{ijk} คือ ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (experimental error)

การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ของอาหารทดลอง โดยวิธีวัดปริมาณก๊าซ (Gas Production)

วิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ใช้โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน จำนวน 20 ตัว จากการทดลองที่ 1 กลุ่มละ 5 ตัว โดยเก็บน้ำย่อยจากกระเพาะหมัก จากโคทั้ง 20 ตัว ขณะที่โคถูกฆ่าที่โรงฆ่าสัตว์

1.2 นำตัวอย่างอาหารผสมเสร็จ (TMR) ทั้ง 4 สูตร ใส่ขวดวัคซีน 50 มิลลิลิตร จำนวน 200 ขวด แยกออกตามสูตรอาหารทดลองละ 50 ขวด โดยแต่ละขวดใส่ตัวอย่างอาหาร 0.25 กรัม ปิดจุกให้เรียบร้อย แล้วนำเข้าบ่มที่ตู้อบร้อนแห้งที่ 39 องศาเซลเซียส เพื่อรอการบรรจุสารละลายของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสม

2. อุปกรณ์และสารเคมี

2.1 ตู้อบ (Oven) ปรับอุณภูมิให้คงที่ 39 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส

2.2 ขวดวัคซีนที่ใช้ใส่อาหารทดลอง ปริมาตรความจุ 50 มิลลิลิตร มีจุกยางปิดให้แน่น จำนวน 200 ขวด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 อุปกรณ์สำหรับเก็บน้ำจากกระเพาะหมักของโคเนื้อ (Rumen fluid) ภาชนะสำหรับใส่น้ำจากกระเพาะหมัก ความจุประมาณ 1 ลิตร ผ้ากรอง กรวยกรอง

2.4 การเตรียมสารละลายของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสม (rumen inoculum)

ทำการเตรียมสารละลายโดยใช้ของเหลวในกระเพาะรูเมนและสารละลาย ตามวิธีการของ Menke and Steingass (1988) ดังนี้

2.4.1 สารละลายแร่ธาตุหลัก (macromineral solution)

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

2.4.2 สารละลายแร่ธาตุรอง (micromineral solution)

1. $CaCl_2.2H_2O$	13.2	กรัม
2. $MnCl_2.4H_2O$	10.0	กรัม
3. $CoCl_2.6H_2O$	1.0	กรัม
4. $FeCl_2.6H_2O$	0.8	กรัม
5. เติมน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร		

2.4.3 สารละลายบัฟเฟอร์ (buffer solution)

1. $NaHCO_3$	35	กรัม
2. $(NH_4)HCO_3$	4	กรัม
3. เติมน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร		

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4.4 สารละลายรีซาซูริน (1 % resazurin aqueous)

1. สารละลายรีซาซูริน	100	มิลลิกรัม
2. เติมน้ำกลั่นให้ครบ	100	มิลลิลิตร

2.4.5 สาละลายไล่ออกซิเจน (Prepared each time)

1. น้ำกลั่น	47.5	มิลลิลิตร
2. 1 M NaOH	4	มิลลิลิตร
3. Na_2S_9. H_2O	336	มิลลิกรัม
4. Cysteine HCl.1H_2O	336	มิลลิกรัม

สารละลายน้ำลายเทียม (artificial saliva) 1000 มิลลิลิตร

1.	น้ำกลั่น	475	มิลลิลิตร
2.	สารละลายแร่ธาตุหลัก	240	มิลลิลิตร
3.	สารละลายแร่ธาตุรอง	0.12	มิลลิลิตร
4.	สารละลายบัฟเฟอร์	240	มิลลิลิตร
5.	รีซาซูริน	1.22	มิลลิลิตร
6.	สารละลายไล่ออกซิเจน	43.66	มิลลิลิตร

2.5 เตรียมสารละลายน้ำลายเทียม โดยเติมน้ำกลั่น สารละลายแร่ธาตุหลัก แร่ธาตุรอง สารละลายบัฟเฟอร์ และรีซาซูริน ตามสัดส่วนข้างต้นใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 2000 มิลลิลิตร ที่ต่อท่อแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อไล่ออกซิเจน แล้วนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส โดยใช้ magnetic stirrer กวนอยู่ตลอดเวลา จากนั้นเติมสารละลายสำหรับไล่ออกซิเจนจนเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู แสดงว่าสารละลายดังกล่าวอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6 เก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนจากโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน นำมาผสมรวมกัน จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบาง เพื่อนำมาผสมกับน้ำลายเทียมในสัดส่วนของน้ำลายเทียมต่อของเหลวจากกระเพาะรูเมนเท่ากับ 2 ต่อ 1 จะได้สารละลายของของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสม

3. การบรรจุสารละลายของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสมและการบ่ม

ทำการบรรจุสารละลายของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสม ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนในขวดที่บรรจุวัตถุดิบอาหารทดลอง ขวดละ 30 มิลลิลิตร โดยแยกน้ำย่อยของโคแต่ละกลุ่มที่ได้รับอาหารแต่ละสูตรเหมือน ๆ กัน จากนั้นนำเข้าบ่มในตู้อบร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เพื่อทำการบ่มวัดปริมาณแก๊ส

4. การเก็บข้อมูล

4.1 ผลผลิตแก๊ส

ทำการจดบันทึกปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้น โดยใน 12 ชั่วโมงแรกทำการบันทึกผลทุก ๆ 1 ชั่วโมง ต่อมาบันทึกทุก ๆ 3 ชั่วโมงจนถึงชั่วโมงที่ 24 จากนั้นบันทึกทุก ๆ 6 ชั่วโมงจนถึงชั่วโมงที่ 78 และสุดท้ายทำการบันทึกชั่วโมงที่ 96

นำค่าผลผลิตแก๊สที่ได้มาเข้าสมการ ในการศึกษาจลนศาสตร์ของการหมักในกระเพาะรูเมน และสมการคำนวณค่าศักยภาพการย่อยสลายได้ในกระเพาะรูเมน (Ørskov and McDonald, 1979) โดยนำปริมาณผลผลิตแก๊สที่วัดได้ในแต่ละชั่วโมงไปหาค่าคงที่ a, b และ c โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NEWAY (Chen, 1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$P = a + b\,(1 - e^{-ct})$$

เมื่อ P = การเกิดแก๊สที่เวลาต่างๆ (จลนศาสตร์ของการหมักในกระเพาะรูเมน)

a = แก๊สที่เกิดขึ้นในส่วนที่สามารถละลายได้ทันที (ml)

b = แก๊สที่เกิดขึ้นในส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อยหรือปริมาณผลผลิตแก๊สที่ผลิตได้เหนือของเหลว (ml)

c = อัตราการเกิดแก๊ส (ml h^{-1})

t = เวลาที่ทำการวัดแก๊ส (hrs)

4.2 ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (*In vitro* dry matter digestibility : IVDMD) และอินทรียวัตถุ (*In vitro* organic matter digestibility : IVOMD)

หลังการบ่มชั่วโมงที่ 24 และ 48 แต่ละครั้ง ทำการสุ่มขวดย่อยในแต่ละกลุ่มการทดลองออกมากลุ่มการทดลองละ 2 ขวด นำมาเข้าแช่เย็นทันที ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดกิจกรรมของจุลินทรีย์ และรอการวิเคราะห์ภายหลัง เมื่อต้องการวิเคราะห์ให้นำออกจากตู้แช่แข็งปล่อยให้ละลาย ทำการกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เอาของแข็งที่เหลือจากการย่อย นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง และนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อนำค่าวัตถุแห้งและเถ้าที่เหลือจากการย่อยไปทำการคำนวณ ดังสมการ

$$\textbf{IVDMD (\%)} = \frac{[\text{น้ำหนักวัตถุแห้งเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักวัตถุแห้งที่เหลือหลังการบ่ม}]}{\text{น้ำหนักวัตถุแห้งเริ่มต้น}} \times 100$$

$$\textbf{IVOMD (\%)} = \frac{[\text{น้ำหนักอินทรียวัตถุเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักอินทรียวัตถุที่เหลือหลังการบ่ม}]}{\text{น้ำหนักอินทรียวัตถุเริ่มต้น}} \times 100$$

4.3 ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (digestible organic matter; DOM) และ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของสัตว์กระเพาะรวม (metabolizable energy; ME) (Menke and Steingass, 1988) โดยนำปริมาณผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 24 มาใช้ในการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DOM = 0.9991 GP + 0.595 CP + 0.181 CA + 9

ME = 0.157 GP + 0.084 CP + 0.22 EE – 0.081 CA + 1.06

เมื่อ GP = ปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 24 (ml)
CP = โปรตีนทั้งหมดของวัตถุดิบที่ศึกษา (% DM)
CA = เถ้าทั้งหมดของวัตถุดิบที่ศึกษา (% DM)
EE = ไขมันทั้งหมดของวัตถุดิบที่ศึกษา (% DM)

4.4 ค่ากรดไขมันระเหยได้สายสั้น (short chain fatty acids, SCFA) (Makkar, 2005) ซึ่งเป็นผลผลิตที่เกิดจากการหมักคาร์โบไฮเดรต นำปริมาณผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นในชั่วโมงที่ 24 มาใช้ในการคำนวณ

SCFA = 0.0222 GP – 0.00245

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองวัดซ้ำแบบสุ่มสมบูรณ์ (Repeated Measurements in Complete randomized design) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปัจจัยการทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยมีแบบหุ่นจำลองทางสถิติดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{k(i)} + \tau_j + \alpha\tau_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = ค่าสังเกตที่ได้จากทรีตเมนต์ที่ระดับ i และ time ที่ j ซ้ำที่ k เมื่อ k = 1, 2, 3, ..., r
μ = ค่าเฉลี่ยของประชากรทั้งหมด
α_i = อิทธิพลเนื่องจากทรีตเมนต์ ที่ระดับ i เมื่อ i = 1, 2, 3, 4
τ_j = อิทธิพลเนื่องจาก time ที่ระดับ j เมื่อ j = 1, 2,3, ….., t

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

β_j = อิทธิพลเนื่องจากหน่วยทดลองที่ระดับ k เมื่อ k = 1, 2, 3, …, b

$\alpha\tau_{ij}$ = อิทธิพลร่วมเนื่องจากทรีตเมนต์ ที่ระดับ i และ time ที่ระดับ j

ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

1. คอกสัตว์ทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ

2. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน

3. ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ

4. โรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มต้นทดลองเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2553 และสิ้นสุดการทดลองเดือน เมษายน พ.ศ.2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้ง และใบมันสำปะหลังหมัก ทดแทนกระถินตากแห้ง ในสูตรอาหารผสมเสร็จสำหรับโคเนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน โดยวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบทั้ง 4 สูตร ได้แก่ กระถินแห้ง ใบมันสำปะหลังแห้ง ใบมันสำปะหลังหมัก และใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมัก พบว่าในสูตรอาหารผสมเสร็จทุกสูตร มีปริมาณโปรตีนหยาบใกล้เคียงกัน ในอาหารผสมเสร็จที่มีใบกระถินแห้งเป็นส่วนประกอบมีปริมาณไขมันสูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารผสมเสร็จที่มีใบมันสำปะหลังหมัก ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมัก และใบมันสำปะหลังแห้งเป็นส่วนประกอบ (2.98, 2.80, 2.52 และ2.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ปริมาณค่าการย่อยได้ของโภชนะทั้งหมด **(TDN)** ในอาหารผสมเสร็จ ที่มีใบมันสำปะหลังหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ มีค่าการย่อยได้ของโภชนะทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคืออาหารผสมเสร็จที่มีใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมัก ใบมันสำปะหลังแห้ง และใบกระถินแห้งเป็นส่วนประกอบ (68.28, 68.01, 67.60 และ67.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ในอาหารผสมเสร็จที่มีใบกระถินมีปริมาณเยื่อใยสูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารผสมเสร็จที่มีใบมันสำปะหลังแห้ง ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมัก และใบมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบ (19.47, 17.59, 17.31 และ17.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และในอาหารผสมเสร็จ ที่มีใบกระถินแห้ง และอาหารที่มีใบมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบมีปริมาณเถ้าสูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารผสมเสร็จที่มีใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมัก และใบมันสำปะหลังแห้งเป็นส่วนประกอบ (6.37, 6.37, 6.30 และ6.25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) (ตารางที่ 7)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ส่วนประกอบสูตรอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

วัตถุดิบ (% วัตถุแห้ง/กก.)	**สูตรที่ 1**	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**	**สูตรที่ 4**
มันสำปะหลัง	35.10	37.10	36.30	36.60
กากมันสำปะหลัง	10.00	10.00	10.00	10.00
ใบกระถินแห้ง	10.00	-	-	-
ใบมันสำปะหลังแห้ง	-	10.00	-	5.00
ใบมันสำปะหลังหมัก	-	-	10.00	5.00
กากถั่วเหลือง	9.80	9.00	9.30	9.10
กากปาล์มเนื้อใน	17.10	16.00	16.50	16.40
ผิวถั่วเหลือง	8.00	8.00	8.00	8.00
ยูเรีย	0.50	0.40	0.40	0.40
ไดแคลเซียมฟอสเฟส	0.50	0.50	0.50	0.50
เกลือ	0.40	0.40	0.40	0.40
กำมะถัน	0.10	0.10	0.10	0.10
กากน้ำตาล	8.00	8.00	8.00	8.00
พรีมิกซ์	0.50	0.50	0.50	0.50
รวม	100	100	100	100
องค์ประกอบทางเคมี (% วัตถุแห้ง) จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ				
ความชื้น (%)	8.57	8.73	10.22	9.83
โปรตีนหยาบ (CP)	12.01	12.00	12.10	12.05
ไขมัน (EE)	2.98	2.24	2.80	2.52
Total digestibility nutrient(TDN)*	67.10	67.60	68.28	68.01
เยื่อใย (CF)	19.47	17.59	17.25	17.31
เถ้า (Ash)	6.37	6.25	6.37	6.30
แคลเซียม (Ca)	1.05	1.12	1.09	1.14
ฟอสฟอรัส (P)	0.41	0.33	0.40	0.37
ผนังเซลล์ (NDF)	34.65	32.07	33.76	32.34
ลิกโนเซลลูโลส (ADF)	22.56	22.04	22.15	21.08

*Total digestibility nutrient (TDN) คิดค่าได้จากการคำนวณสูตรอาหารสัตว์ ของกรมปศุสัตว์ ปี พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมรรถภาพการผลิต

ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง และใบมันสำปะหลังหมัก เปรียบเทียบกับการใช้ใบกระถินแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จต่อสมรรถภาพการผลิตของโคขุน พบว่าอัตราการเติบโตของโคไม่แตกต่างกันในทุกช่วงการทดลอง ส่วนปริมาณการกินได้ในรูปวัตถุแห้ง (DMI) ของโคแต่ละกลุ่มทดลองพบว่าโคกลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 (ใบมันสำปะหลังแห้ง 10%) มีปริมาณการกินได้ต่ำที่สุด รองลงมาเป็นโคที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (กระถิน 10%) ซึ่งมีปริมาณการกินได้น้อยกว่าโคกลุ่มที่ได้รับอาหารในสูตรที่ 3 (ใบมันสำปะหลังหมักในสูตร 10%) และโคที่ได้รับอาหารในสูตรที่ 4 (ใบมันสำปะหลังแห้ง 5% และใบสำปะหลังหมัก 5%) โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) (ตารางที่ 8) เนื่องจากในใบมันสำปะหลังหมักมีจุลินทรีย์กลุ่มแลคโตบาซิลลัส รวมทั้งกรดแลคติกที่เกิดขึ้นในขบวนการหมัก เมื่อเข้าไปในทางเดินอาหารของสัตว์จะเป็นประโยชน์กับสัตว์ โดยช่วยควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคไม่ให้เพิ่มจำนวนมากเกินไป กับทั้งสภาพความเป็นกรดที่เหมาะสมทำให้เกิดการย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีขึ้นด้วย อาหารที่มีส่วนประกอบของใบมันสำปะหลังหมักยังมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะหมักสูงกว่าอาหารที่มีส่วนประกอบของใบมันสำปะหลังแห้ง (พิชิตพล, 2552) ซึ่งกรดไขมันระเหยง่ายมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของสัตว์กระเพาะรวมโดยใช้เป็นแหล่งพลังงานหลักในร่างกายและแหล่งพลังงานสำหรับเยื่อบุผนังเซลล์ของกระเพาะหมัก ตลอดจนสร้างสารอื่นในร่างกาย (บุญล้อม, 2527) จึงส่งผลให้โคกลุ่มที่กินอาหารสูตรที่ 3 และ 4 มีประสิทธิภาพการใช้อาหาร (G:F) ดีกว่าโคที่กินอาหารสูตรที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและหมัก ทดแทนกระถินแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จ ต่อสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน (mean ± SE)

รายการ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	SEM
น้ำหนักมีชีวิต (กก.)					
นน.เริ่มต้น	463.00 ± 18.24	459.50 ± 18.58	452.17 ± 11.39	451.17 ± 12.10	7.27
62 d	513.83 ± 19.12	513.17 ± 22.09	505.83 ± 14.46	509.67 ± 12.41	8.16
124 d (สิ้นสุด)	552.67 ± 21.62	547.33 ± 22.53	548.50 ± 18.85	558.00 ± 13.15	9.08
การเจริญเติบโต (กก./วัน)					
0 - 62 d	0.82 ± 0.12	0.86 ± 0.13	0.88 ± 0.11	0.93 ± 0.08	0.050
62 - 124 d	0.63 ± 0.07	0.55 ± 0.12	0.69 ± 0.09	0.78 ± 0.08	0.050
0 - 124 d	0.72 ± 0.08	0.71 ± 0.10	0.78 ± 0.09	0.86 ± 0.06	0.040
ปริมาณอาหารที่กิน (กก./วัน)					
0 - 62 d	8.46 ± 1.05^{ab}	8.01 ± 1.12^{b}	9.57 ± 0.61^{a}	9.48 ± 0.38^{a}	0.250
62 – 124 d	7.50 ± 1.10^{ab}	6.88 ± 0.85^{b}	8.73 ± 0.74^{a}	8.83 ± 0.46^{a}	0.280
0 - 124 d	7.98 ± 1.05^{ab}	7.45 ± 1.12^{b}	9.15 ± 0.61^{a}	9.15 ± 0.38^{a}	0.260
น้ำหนักเพิ่ม/อาหาร					
0 - 62 d	0.11 ± 0.013^{c}	0.12 ± 0.012^{bc}	0.18 ± 0.017^{a}	0.15 ± 0.010^{ab}	0.009
62 - 124 d	0.09 ± 0.006^{b}	0.09 ± 0.016^{b}	0.15 ± 0.012^{a}	0.14 ± 0.011^{a}	0.008
0-124 d	0.10 ± 0.008^{b}	0.11 ± 0.010^{b}	0.17 ± 0.012^{a}	0.14 ± 0.007^{a}	0.007

$^{a, b, c}$ อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ลักษณะซาก

ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง และใบมันสำปะหลังหมัก เปรียบเทียบการใช้ใบกระถินแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จ ของโคขุนต่อลักษณะซาก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากเย็น เปอร์เซ็นต์หนัง เปอร์เซ็นต์เครื่องใน เปอร์เซ็นต์กระเพาะและทางเดินอาหาร เปอร์เซ็นต์ไขมันหุ้มไต เปอร์เซ็นต์ไขมันในช่องท้อง และคะแนนไขมันแทรก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 9) สำหรับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Marbling score) ตามมาตรฐาน มอก.6001 – 2547 ซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบ่งระดับไขมันแทรกเป็น 5 ระดับ จากการทดลองในครั้งนี้ระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อของโคทุกกลุ่มการทดลองอยู่ที่ระดับ 2-3 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับน้อยถึงน้อยมาก แต่อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบกับระดับไขมันแทรกของโคเนื้อกำแพงแสนด้วยกันซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1-2 แล้วถือว่ามีไขมันแทรกมากกว่าเล็กน้อย เนื่องจากโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน มีสายเลือดลูกผสมของโคในเขตร้อนด้วย (โคพันธุ์พื้นเมือง 25% บราห์มัน 25%และชาโลเรย์ 50%) ซึ่งปกติแล้วโคในเขตร้อนมักจะมีปริมาณไขมันแทรกในระดับต่ำ แต่สำหรับโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นโคที่มีลักษณะเด่นและได้รับการคัดเลือกลักษณะที่ดีมาจากฝูง เพื่อนำเข้ามาทดสอบสมรรถภาพการผลิตในการนำไปใช้ทำเป็นโคพันธุ์ จึงมีสมรรถภาพการผลิต รวมทั้งไขมันแทรกสูงกว่าโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนทั่วไปเล็กน้อย

ตารางที่ 9 ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและหมัก ทดแทนกระถินแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จ ต่อลักษณะซาก (mean $\pm$ SE)

ลักษณะซาก	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	SEM
ซากอุ่น (%)	61.55 $\pm$ 1.04	60.68 $\pm$ 2.09	62.37 $\pm$ 1.48	62.19 $\pm$ 1.77	0.3283
ซากเย็น (%)	60.27 $\pm$ 0.97	59.42 $\pm$ 2.03	61.08 $\pm$ 1.46	60.90 $\pm$ 1.72	0.3202
หนัง (%)	7.21 $\pm$ 0.63	7.55 $\pm$ 0.99	7.01 $\pm$ 0.53	6.55 $\pm$ 0.56	0.1470
เครื่องใน (%)	16.00 $\pm$ 0.71	16.73 $\pm$ 2.31	16.02 $\pm$ 1.22	15.63 $\pm$ 2.72	0.3627
กระเพาะ + ลำไส้ (%)	10.05 $\pm$ 0.97	11.09 $\pm$ 2.56	9.91 $\pm$ 0.59	9.72 $\pm$ 2.36	0.3528
ไขมันหุ้มไต (%)	1.76 $\pm$ 0.40	1.65 $\pm$ 0.49	1.76 $\pm$ 0.35	1.68 $\pm$ 0.57	0.0843
ไขมันช่องท้อง (%)	3.75 $\pm$ 0.64	3.38 $\pm$ 1.08	3.79 $\pm$ 1.11	3.70 $\pm$ 0.53	0.1639
ไขมันแทรก*	2.67 $\pm$ 0.57	2.79 $\pm$ 0.73	2.62 $\pm$ 0.92	2.26 $\pm$ 0.46	0.1319

* ไขมันแทรก (เกรดไขมันแทรก ตามมาตรฐาน มอกช. 6001 – 2547) 1)ไม่มีเลย 2)มีน้อยมาก 3)มีน้อย 4)มีปานกลาง 5)มีมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้นทุนการผลิตโคขุน

ต้นทุนการผลิตโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนประกอบด้วย ค่าตัวโคก่อนเข้าขุน (steer) ค่าอาหาร (feed) ค่าการจัดการเลี้ยงโค (administration) ค่าอุปกรณ์-ค่าเสื่อมโรงเรือน (tool) และค่าเวชภัณฑ์ (medicine) ส่วนรายรับได้จากการขายซาก ซึ่งเป็นไปตามราคารับซื้อของสหกรณ์โคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำกัด ปี 2553 (ตารางที่ 10) จะเห็นได้ว่าผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง และใบมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารโคขุนต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรใบมันสำปะหลังแห้ง 10 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร (สูตร 2) มีราคาค่าอาหาร (บาท/กิโลกรัม) ถูกที่สุดและต้นทุนค่าอาหารก็ต่ำกว่าด้วย เนื่องจากมีปริมาณการกินอาหารของโคน้อยที่สุด ในขณะที่โคที่ได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีใบมันสำปะหลังหมัก 10 เปอร์เซ็นต์ (สูตร 3) มีขนาดซากที่ใหญ่ เมื่อขายซากโคจึงทำให้ได้ราคาสูงกว่าโคกลุ่มอื่น ส่งผลให้มีกำไรสุทธิสูงที่สุด (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการผลิตโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน

รายการ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ต้นทุนการผลิต (บาท/ตัว)				
• ราคาโคเนื้อ (55 บาท/กก.)	25,465.00	25,355.00	25,174.29	25,307.86
• อาหาร	6,520.25	6,141.88	6,349.99	6,975.71
• การจัดการ	835.71	835.71	835.71	835.71
• อุปกรณ์	977.78	977.78	977.78	977.78
• เวชภัณฑ์	100.00	100.00	100.00	100.00
ต้นทุนการผลิตรวม (บาท/ตัว)	33,898.74	33,410.37	33,437.77	34,197.06
ราคาซาก (บาท/ตัว)*	39,664.43	38,725.99	40,009.70	39,510.46
กำไร (บาท/ตัว)	5,765.69	5,315.62	6,571.93	5,313.40

หมายเหตุ *ตามราคาประกาศรับซื้อซากโค ของสหกรณ์โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน มิถุนายน ปี 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ของอาหารทดลอง โดยวิธีวัดปริมาณการผลิตแก๊ส (Gas Production)

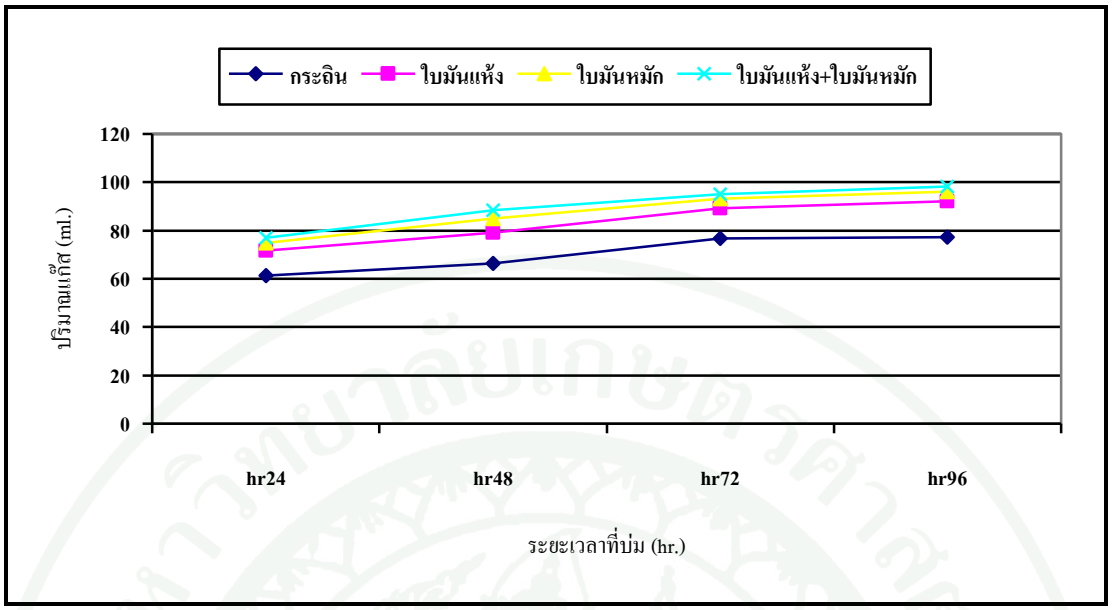
จากการศึกษาค่าการย่อยได้ของอาหารทดลอง โดยวิธีการบ่มเพื่อวัดปริมาณการผลิตแก๊สในขวดทดลอง พบว่าภายหลังการบ่มแก๊สชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ96 อาหารทดลองกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมัก มีปริมาณผลผลิตแก๊สสูงที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังหมัก กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง และกลุ่มที่ใช้ใบกระถินแห้ง ซึ่งปริมาณแก๊สที่วัดได้มีดังนี้ ชั่วโมงที่ 24 วัดปริมาณแก๊สได้ 77.14, 76.85, 66.45 และ61.21 มิลลิลิตรตามลำดับ ชั่วโมงที่ 48 วัดปริมาณแก๊สได้ 92.05, 89.22, 79.15 และ71.66 มิลลิลิตรตามลำดับ ชั่วโมงที่ 72 วัดปริมาณแก๊สได้ 96.17, 93.10, 84.90 และ74.88 มิลลิลิตรตามลำดับ และชั่วโมงที่ 96 วัดปริมาณแก๊สได้ 98.29, 95.12, 88.47 และ74.88 มิลลิลิตรตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 ปริมาณการผลิตแก๊สสะสม gas production (ml) ช่วงเวลาชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96

ชั่วโมงที่	T1 (กระถิน)	T2 (ใบมันแห้ง)	T3 (ใบมันหมัก)	T4 (ใบมันแห้ง + หมัก)	SEM
hr 24	61.21[a]	66.45[ab]	76.85[bc]	77.14[c]	1.840
hr 48	71.66[a]	79.15[ab]	89.22[b]	92.05[b]	2.290
hr 72	74.88[a]	84.90[ab]	93.10[b]	96.17[b]	2.400
hr 96	76.90[a]	88.47[ab]	95.12[b]	98.29[b]	2.400

[a-c] อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
สูตรที่ 1 = ใบกระถินแห้ง 10, สูตรที่ 2 = ใบมันสำปะหลังแห้ง 10%, สูตรที่ 3 = ใบมันสำปะหลังหมัก 10%, สูตรที่ 4 = ใบมันสำปะหลังแห้ง 5% + ใบมันสำปะหลังหมัก 5%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ปริมาณแก๊สชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ96

ตารางที่ 12 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการวัดแก๊ส ค่าศักยภาพของวัตถุแห้งที่ถูกย่อยได้ในกระเพาะรูเมน

ค่าพารามิเตอร์	สูตรที่ 1 (กระถิน)	สูตรที่ 2 (ใบมันแห้ง)	สูตรที่ 3 (ใบมันหมัก)	สูตรที่ 4 (ใบมันแห้ง + หมัก)	SEM
a (mL)	31.85	38.42	41.17	31.43	1.950
b (mL)	47.87^{a}	60.79^{ab}	54.71^{a}	76.71^{b}	3.600
c (mL h^{-1})	0.03^{a}	0.04^{b}	0.04^{b}	0.04^{b}	0.002
|a + b| (mL)	79.72^{a}	99.21^{b}	95.88^{ab}	108.14^{b}	3.110
DOM (%)	78.45	83.66	94.13	94.38	3.600
ME (MJ kg^{-1}DM)	11.82	12.49	14.24	14.23	0.560
IVDMD (%)	88.54	89.06	89.98	90.30	0.458
IVOMD (%)	95.86	96.42	96.56	97.80	0.339
SCFA (mmol)	1.36	1.47	1.70	1.71	0.080

$^{a-c}$ อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สูตรที่ 1 = ใบกระถินแห้ง 10, สูตรที่ 2 = ใบมันสำปะหลังแห้ง 10%, สูตรที่ 3 = ใบมันสำปะหลังหมัก 10%, สูตรที่ 4 = ใบมันสำปะหลังแห้ง 5% + ใบมันสำปะหลังหมัก 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หมายเหตุ a คือ แก๊สที่เกิดขึ้นในส่วนที่สามารถละลายได้ทันที (ml)

b คือ แก๊สที่เกิดขึ้นในส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อย (ml)

c คือ อัตราการเกิดแก๊ส (ml h^{-1})

(a + b) คือ ปริมาณแก๊สสูงสุดที่ผลิตได้ (ml)

DOM คือ ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งในชั่วโมงที่ 24 (ได้จากการคำนวณ)

IVDMD คือ ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง

IVOMD คือ ความสามารถในการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ

ME คือ ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของสัตว์กระเพาะรวมในชั่วโมงที่ 24

SCFA คือ กรดไขมันสายสั้นในชั่วโมงที่ 24

จากการบ่มอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง (ใบกระถินแห้ง, ใบมันสำปะหลังแห้ง, ใบมันสำปะหลังหมัก และใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมัก) ตามวิธีของ Menke and Steingass. (1988) ได้ผลดังนี้

ส่วนที่สามารถละลายได้ทันที (a) ของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ส่วนที่ละลายได้ทันทีของอาหารกลุ่มที่มีใบมันสำปะหลังหมักเป็นองค์ประกอบมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคืออาหารกลุ่มที่มีใบมันสำปะหลังแห้ง, ใบกระถินแห้ง และใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมักเป็นองค์ประกอบ (41.17, 38.42, 31.85 และ31.43 มิลลิลิตรตามลำดับ) แต่ไม่มีความต่างต่างกันทางสถิติ ซึ่งส่วนที่ละลายได้ทันที (a) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการย่อยสลายที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ง่าย ได้แก่ แป้ง และน้ำตาล

ส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อย (b) ของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อยมีความต่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งอาหารกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมัก ให้ค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง, ใบมันสำปะหลังหมัก และใบกระถินแห้งเป็นองค์ประกอบ (76.71, 60.79, 54.71 และ47.84 มิลลิลิตรตามลำดับ) ส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อย (b) บ่งบอกถึงส่วนที่มีศักยภาพในการย่อยสลายของวัตถุดิบ ถ้ามีค่าส่วนที่ไม่ละลายทันทีแต่ถูกหมักย่อย (b) สูงแสดงว่ามีศักยภาพในการย่อยสลายได้สูง (ทรงศักดิ์ และคณะ, 2548) Van Soest *et al.* (1991) รายงานว่า การย่อยสลายอย่างรวดเร็วในกระเพาะรูเมนของส่วนที่ย่อยสลายได้ง่าย (non structural carbohydrate) เกิดขึ้น 90-100 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราการเกิดแก๊ส (c) ของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า มีความต่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งอาหารทดลองกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งเป็นองค์ประกอบ, ใบมันสำปะหลังหมัก และใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมัก มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ใบกระถินแห้ง (0.04, 0.04, 0.04 และ0.03 มิลลิลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ) แสดงให้อัตราไหลผ่านช้าด้วยเช่นกัน เนื่องจากอาหารกลุ่มที่มีใบมันสำปะหลัง มีเยื่อใยที่ต่ำจึงทำให้ถูกหมักย่อยได้ง่าย (พิชิต พล, 2552) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับใบกระถินแห้ง พบว่ามีเยื่อที่สูงกว่า จึงทำให้อัตราการเกิดแก๊สต่ำกว่าอาหารกลุ่มที่มีใบมันสำปะหลังเป็นองค์ประกอบ

ปริมาณแก๊สสูงสุดที่ผลิตได้ (a+b) ของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ปริมาณแก๊สสูงสุดที่ผลิตได้มีความต่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยอาหารทดลองกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมักมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง, ใบมันสำปะหลังหมัก และใบกระถินแห้ง (108.14, 99.21, 95.88 และ79.72 มิลลิลิตร ตามลำดับ) แสดงว่าจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก สามารถนำอาหารทดลองกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมักไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าอาหารทดลองกลุ่มอื่น ทำให้ผลผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นมีปริมาณสูงขึ้นตามไปด้วย

ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DOM) ในชั่วโมงที่ 24 ที่ได้จาการคำนวณของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมักมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังหมัก, ใบมันสำปะหลังแห้ง และใบกระถินแห้ง (94.38, 94.13, 83.66 และ78.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ)

ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และอินทรียวัตถุ (DM & OM) ที่ได้จากห้องปฏิบัติการ ของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งและค่าการย่อยได้อินทรียวัตถุไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมักจะมีค่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังหมัก, ใบมันสำปะหลังแห้ง และใบกระถินแห้ง ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง DM เป็นดังนี้ 90.30, 89.98, 89.06 และ88.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ OM เป็นดังนี้ 97.80, 96.56, 96.42 และ95.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการนั้น มีค่าสอดคล้องกันกับ ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DOM) ในชั่วโมงที่ 24 เช่นกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทำนายศักยภาพพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) และกรดไขมันสายสั้น (SCFA) ของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกกันทางสถิติ แต่พบว่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของอาหารทดลองกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังหมักมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบสำปะหลังหมัก, ใบมันสำปะหลังแห้ง และใบกระถินแห้ง (14.24, 14.23, 12.49 และ11.82 เมกะจูล ตามลำดับ) อาจเนื่องมาจากวัตถุดิบใบมันสำปะหลังหมัก ได้ผ่านกระบวนการหมักมาแล้ว จึงทำให้เกิดแป้งและน้ำตาลเร็วขึ้น ส่งผลให้จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถหมักย่อยได้รวดเร็ว ทำให้กรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid, VFA) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) และไฮโดรเจน (H_2) เล็กน้อย (Hungate, 1966) สูงขึ้นด้วยเช่นกัน Murphy *et al*., (1982) กล่าวว่าอัตราการย่อยแป้งในอาหารมีผลต่อรูปแบบการหมักย่อยด้วย ซึ่ง Cone *et al*. (1996) ได้ทำการวัดผลผลิตแก๊สโดยวิธี Pressure transducer technigue พบว่า corn cob mix เป็นอาหารที่มีแป้งอยู่สูงทำให้มีการหมักที่รวดเร็ว เมื่อทำการหมักในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแกะที่ได้รับอาหารข้น โดยมีค่าการย่อยได้สูงกว่าการย่อยได้ในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของแกะที่ได้รับต้นข้าวโพดเป็นอาหารหยาบ และมีการปรับตัวที่รวดเร็วของประชากรจุลินทรีย์ต่อการหมัก สอดคล้องกับการศึกษาของ Van Gelder *et al*. (2005) พบว่า ใน 3 ชั่งโมงแรกของการหมักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในส่วนที่ละลายน้ำ และการผลิตแก๊สที่เกิดขึ้นหลังชั่งโมงที่ 3 ถึง ชั่วโมงที่ 20 การหมักจะเกิดขึ้นเร็วปานกลางในการหมักของส่วนที่ไม่ละลายน้ำ Grings *et al*. (2005) รายงานว่าประสิทธิภาพการผลิตของจุลินทรีย์ (efficiency of microbial production) ที่ประเมินได้จากการย่อยได้จริงของซับสเตรท และการผลิตแก๊สในหลอดทดลอง มีความสัมพันธ์กับการประเมินได้จากตัวสัตว์ อย่างไรก็ตาม การทำงานของจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงความดันของอากาศมีผลต่อการผลิตแก๊สใน 24 ชั่วโมงแรกของการหมัก (Van Gelder *et al*., 2005) Khazaal *et al*. (1995) ได้ทำการศึกษาอัตราการผลิตแก๊ส พบว่า ค่าคงที่ของอัตราการผลิตแก๊สมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ส่วนกรดไขมันสายสั้น (SCFA) ที่ได้จากการคำนวณของอาหารทดลอง กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมัก, ใบมันสำปะหลังหมัก, ใบมันสำปะหลังแห้ง และใบกระถินแห้ง (1.71, 1.70, 1.47 และ1.36 mmol/L ตามลำดับ) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จะเห็นได้ว่า อาหารทดลองกลุ่มที่มีใบมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกันและสูงที่สุดจากทั้งหมด 4 กลุ่ม อาจเนื่องมาจากที่กล่าวมาข้างต้น ใบมันสำปะหลังหมักได้ผ่านกระบวนการหมักมาแล้ว จึงน่าจะส่งผลต่อการที่ทำให้กรดไขมันสายสั้นเหล่านี้สูงขึ้นด้วย แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ใบมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบในอาหารทดลอง จะเห็นได้ชัดว่า มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวโน้มที่ต่ำกว่ากลุ่มที่มีใบมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบอย่างเห็นได้ชัด จากการทำนายศักยภาพที่กล่าวมา อาหารกลุ่มที่มีใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมัก มีปริมาณการเกิดแก๊สสุทธิชั่วโมงที่ 24 มีค่าสูงที่สุด จึงทำให้ค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของสัตว์กระเพาะรวมซึ่งจะแปรผันไปตามค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุสูงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของ Menke *et al*. (1979) ได้กล่าวว่า อาหารชนิดใดที่มีปริมาณการเกิดแก๊สสูง ย่อมมีความสามารถในการย่อยได้สูงตาม จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การย่อยได้ของอินทรียวัตถุ ของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม เป็นไปในทำนองเดียวกับปริมาณแก๊สสูงสุดที่ผลิตได้ $|a + b|$ รวมทั้งค่าพลังงานการใช้ประโยชน์ได้ และกรดไขมันสายสั้นด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพซากของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ที่ขุนโดยใช้อาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบ มีข้อสรุปแต่ละการทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้ง และใบมันสำปะหลังหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ ทดแทน กระถินตากแห้ง ในสูตรอาหารผสมเสร็จสำหรับโคเนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซาก และต้นทุนการผลิต

การใช้ใบมันสำปะหลังทั้งในรูปแห้งและหมัก ทดแทนใบกระถินในสูตรอาหารผสมเสร็จ ทำให้สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคไม่แตกต่างกันในทางสถิติ จึงสามารถใช้ใบสำปะหลังทดแทนใบกระถินได้ในรูปใบมันสำปะหลังหมักทั้งหมด หรือใบมันสำปะหลังหมักร่วมกับใบมันสำปะหลังแห้ง แต่การใช้ใบมันสำปะหลังแห้งส่งผลต่อค่าการกินได้ของโคขุน ทำให้การกินได้ในรูปวัตถุแห้ง (%DM) น้อยกว่าโคกลุ่มอื่น และยังพบว่าการใช้ใบมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหาร (TMR) ทำให้รายได้จากการขายซากสูง และส่งผลให้มีกำไรสูงที่สุด

การทดลองที่ 2 การศึกษาการย่อยได้ของอาหารทดลอง โดยวิธีวัดปริมาณแก๊ส (Gas Production)

จากการศึกษาการย่อยได้ของอินทรียวัตถุและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ของอาหารผสมเสร็จ (TMR) ทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ใช้ใบกระถินแห้ง กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังหมัก และกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมัก โดยใช้เทคนิคการวัดปริมาณแก๊สในห้องปฏิบัติการ สรุปได้ว่า กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งร่วมกับใบมันสำปะหลังหมัก มีปริมาณแก๊สสูงสุด รองลงมาคือกลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังหมัก กลุ่มที่ใช้ใบมันสำปะหลังแห้ง และกลุ่มที่ใช้ใบกระถินมีปริมาณแก๊สต่ำสุด อัตราการเกิดแก๊สที่สูงทำให้ทราบถึงการเข้าย่อยของจุลินทรีย์ที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว และการเกิดแก๊สขึ้นอย่างช้าๆ ส่งผลให้อัตราการไหลผ่านเกิดช้าตาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนที่ขุนโดยใช้อาหารผสมเสร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งอาหารหยาบ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. การกำจัดสารไซยาไนด์ในใบมันสำปะหลังควรจะใช้วิธีการตากแห้ง ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมและประหยัดต้นทุนเพราะไม่ได้ใช้ไฟฟ้า

2. การศึกษาสมรรถภาพการผลิต ควรใช้การทดลองที่มีความเหมาะสมในการศึกษา เพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อตัวสัตว์ ซึ่งทำให้ผลของการทดลองอาจได้ผลออกมาไม่ชัดเจนหรือเห็นผลไม่มากนัก

3. การศึกษาการย่อยได้ของอินทรียวัตถุและค่าพลังงานใช้ประโยชน์ได้โดยใช้เทคนิคการวัดปริมาณแก๊ส ควรกำหนดระยะเวลาในการเก็บค่าแก๊สและช่วงห่างของการเก็บให้มีความเหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กองอาหารสัตว์. 2547. **ข่าวสารพืชอาหารสัตว์.** กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : http://www.dld.go.th/, 5 มกราคม 2555.

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีการผลิตแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ.

จรุงสิทธิ์ ลิ่มศิลา และ อัจฉรา ลิ่มศิลา. 2547. **มันสำปะหลัง.** เอกสารวิชาการ. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จิรวรรณ คำด้วง, สมคิด พรหมมา, บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2549**.** การเสริมหญ้ารูซี่แห้งด้วยใบมันสำปะหลังแห้งหรือหมักเพื่อเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคที่ให้นมปานกลาง. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 347-354.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิพิเชษฐ์. 2532. **มันสำปะหลัง: การปลูก อุตสาหกรรมแปรรูป และการใช้ประโยชน์.** ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ทรงศักดิ์ จำปาวะดี, กฤตพล สมมาตย์, เทวิน วงษ์พระลับ, และวิโรจน์ ภัทรจินดา. 2548. การประเมินค่าโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนโดยเทคนิคถุงไนลอนและเทคนิคเอนไซม์ในวัตถุดิบอาหารข้นเขตร้อน. **แก่นเกษตร.** 33 : 259.

ปิตุนาถ หนูเสน. 2547. **การใช้กากมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงานในอาหารข้นต่อการให้ผลผลิตของโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ดนัย ศุภาหาร. 2537. พฤกษศาสตร์และพันธุศาสตร์มันสำปะหลัง, น. 14-30. *ใน* **เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง**. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิชิตพล อังธีระนุวงศ์. 2552. **การใช้ใบมันสำปะหลังทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารโคขุน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2527. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.6001). 2547. **เนื้อโค.** สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

เมธา วรรณพัฒน์. 2545. แนวทางการผลิตและศักยภาพการใช้ประโยชน์ของใบมันสำปะหลัง/มันเฮย์เป็นส่วนผสมอาหารสัตว์, น.69-81. *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการวิจัยและพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มศักยภาพการแปรรูปอาหารสัตว์และเอทานอล.** ศูนย์วิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เมธา วรรณพัฒน์ และ ฉลอง วชิราภากร. 2533. **เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อและโคนม**. ภาควิชาสัตว-ศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2544. **PROSEA: ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 3 พืชที่ให้สีย้อมและแทนนิน.** โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สุมน โพธิ์จันทร์, อานุภาพ เส็งสาย และประเสริฐ โพธิ์จันทร์. 2547. การใช้ยอดและใบมันสำปะหลังแห้งในอาหารผสมเสร็จสำหรับโครีดนม. **รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.** หน้า 300 – 311

ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง. 2537. **มันสำปะหลัง.** เอกสารทางวิชาการสถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท. 2552. **การใช้ผลพลอยได้จากมันสำปะหลังเป็นอาหารโค-กระบือ.** อ.สรรพยา จ.ชัยนาท.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุกัญญา จัตตุพรพงศ์ และวราพันธุ์ จินตณวิชญ์. 2552**. การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากมันสำปะหลัง.** มูลนิธิสถาบันพัฒนามัน สำปะหลังแห่งประเทศไทยฯ. กรุงเทพฯ.

สาโรช ค้าเจริญ และ เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2531. **การใช้มันสำปะหลังในอาหารสุกร เป็ด ไก่.** ชุมชนสหกรณ์ผู้เลี้ยงสุกรจำกัด. กรุงเทพฯ.

อุทัย คันโธ. 2529. **อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก.** ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

อุทัย คันโธ และสุกัญญา จัตตุพรพงศ์. 2547. **การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ : ผลการใช้และข้อมูลการวิจัยภายในประเทศ.** มูลนิธิสถาบันพัฒนามัน สำปะหลังแห่งประเทศไทยฯ. กรุงเทพฯ.

A.O.A.C. 1990. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Charles, A. L., K. Sriroth and T. Hoang, 2007. Proximate composition, mineral contents, hydrogen cyanide and phytic acid of 5 cassava genotypes. **J. Agric. Food chem.** 92: 615-620.

J. Sci. Food Agric

Chen, X.B. 1996. **An Excel Application Programme for Processing Feed Degradability Data. User Manual.** Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, UK.

Cone, J.W., A.H. van Gelder, G.J.W. Visscher and L. Oudshoorn. 1996. Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics measured with a fully automated time related gas production apparatus. **Anim. Feed Sci. Technol**. 61: 113-128.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dung, N. T. N.T. Mui and I. Ledin. 2005. Effect of replacing a commercial concentrate with cassava hay on the performance of growing goats. **Anim. Feed Sci. Technol**. 119: 271-281.

Fasuyi, A.O. 2005. Nurient composition and processing effects on cassava leaf antinutrition. **Pakistan. J. Nutr**. 4 (1): 37-42.

Georing, H. K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. USDA, Agricultural Research Sevice. **Agric. Handbook No.379.** Washington, DC.

Grings, E.E., M. Blummel and K.-H. Sudekum. 2005. Methodological considerations in using gas production techniques for estimating ruminal microbial efficiencies for silage-based diets. **Anim. Feed Sci. Technol.** 123: 527-545.

Hungate, R. E. 1966. **The Rumen and Its Microbes.** Academic Press, New York.

Jones, W.T. and J. L. Mangan. 1977. Complex of the condensed tannins of sainfoin with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein, and their reversal by polyethelene glycol and pH. **J. Sci. Food Agric**. 28: 126-132.

Khazaal, K., M T Dentinho, J. M. Ribeiro and E. R. Orskov. 1995**.** Prediction of apparent digestibility and voluntary intake of hays fed to sheep: comparison between using fibre components, *in vitro* digestibility or`characteristics of gas production or nylon bag degradation. **J. Anim. Sci.** 61: 527-538

Makkar, H.P.S. 2005. *In vtro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. **Anim. Feed Sci. Technol**. 123: 291-302.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **J. Agric. Sci. (Cambridge)**. 93: 217.

Menke, K.H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemicalanalysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. **Anim. Res. Develop**. 28: 7-55.

Murphy, M.R., R.L. Baldwin and L.J. Berger. 1982. Estimation of stoichiometric parameters for rumen fermentation of roughage and concentrate diets. **J. Anim. Sci.** 55: 411-421.

NRC. 1996. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th Edition. National Academy Press, Washington, DC.

Orskov, E.R. and Y. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from determining the digestibility of feeds in the rumen. **J. Agric. Sci. (Cambridge)**. 92:499-503.

Ravindran, V. 1991. Preparation of cassava leaf products and their use as animal feed. pp. 111-122. *In***: Roots, Tubers, Plantains and Bananas in Animal Feeding**. FAO Animal Production and Health Paper No. 95.

Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tanin and related polyphenols in forage legumes. **J. Anim. Sci**. 73: 151-156.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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 analyser. **Adv. Clin. Chem.** 18: 829-840.

Van Gelder, M.H., M.A.M. Rodrigues, J.L. De Boever, H. Den Hartigh, C. Rymer, M. van Oostrum, R. van Kaathoven and J.W. Cone. 2005**.** Ranking of *in vitro* fermentability of 20 feedstuffs with an automated gas production technique: Results of a ring test. **Anim. Feed Sci. Technol**. 123: 243-253.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci**. 74:3583.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 1 ไซลิงค์และขวดซีรั่ม ที่ใช้ในการวัดปริมาณแก๊ส

ภาพผนวกที่ 2 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์และแร่ธาตุ

ภาพผนวกที่ 3 การใส่ของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ผ่านการกรองลงในสารละลายบัฟเฟอร์และแร่ธาตุที่เตรียมไว้และการใส่ของเหลวจากกระเพาะรูเมนผสมลงในขวดซีรั่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 4 การไล่อ๊อกซิเจนออกจาขวดซีรั่มที่บรรจุของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ผ่านการกรองลงในสารละลายบัฟเฟอร์และแร่ ธาตุที่เตรียมไว้แล้ว

ภาพผนวกที่ 5 นำขวดซีรั่มเข้าบ่มที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 6 วิธีวัดปริมาณผลผลิตแก๊สในขวดซีรั่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา

ชื่อ –นามสกุล	นายคามินท์ ไชยมงคล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 29 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	อ.เมือง จ.นครปฐม
ประวัติการศึกษา	- มัธยมศึกษาตอนต้น และตอนมัธยมศึกษาปลาย โรงเรียนศรีวิชัยวิทยา อ.เมือง จ.นครปฐม สายวิทย์-คณิต (พ.ศ. 2544) - ปริญญาตรี วท.บ. (สัตวศาสตร์) สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี (พ.ศ. 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์