วิทยานิพนธ์

การใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารสำหรับโคขุน

Utilization of Soyhulls as a Replacement for Cassava chip in Diets of Fattening Beef

นายเมธี สุกุลธนาศร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิจัยและพัฒนาการเกษตร)

ปริญญา

วิจัยและพัฒนาการเกษตร | สัตวบาล

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารสำหรับโคขุน

Utilization of Soyhulls as a Replacement for Cassava chip in Diets of Fattening Beef

นามผู้วิจัย นายเมธี สุกุลธนศร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลอชาติ บุญเอก, Ph. D.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์สมิต ยิ้มมงคล, วท.ม.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อาตมางกูร, Ph. D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารสำหรับโคขุน

Utilization of Soyhulls as a Replacement for Cassava chip in Diets of Fattening Beef

โดย

นายเมธี สุกุลธนาศร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและพัฒนาการเกษตร)
พ.ศ. 2551

เมธี สุกุลธนาศร 2550: การใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารสำหรับโคขุน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและพัฒนาการเกษตร) สาขาวิจัยและพัฒนาการเกษตร โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลอชาติ บุญเอก, Ph.D. 58 หน้า

การศึกษาการใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารสำหรับโคขุน แบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เพื่อศึกษาการย่อยได้ของอาหารทดลองในแกะ สุ่มแกะจำนวน 16 ตัวออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design; CRD) อาหารทดลองทั้ง 4 ถูกคำนวณให้มีผิวถั่วเหลืองเป็นพลังงานทดแทนมันเส้นในอาหารสำเร็จรูปในระดับ 5 (CTR) 10(10SH) 15(15SH) และ 20%(20SH) ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งมีแนวโน้มสูงกว่าในแกะที่ได้รับ20SH ในขณะที่ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ปริมาณการกินได้ของโปรตีนหยาบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยแกะที่ได้รับอาหารทดลองสูตร 20SH มีการกินได้ของโปรตีนสูงสุด ปริมาณการกินได้ของ NDF ในกลุ่ม 20SH สูงสุด เฉลี่ยที่ 373.01 กรัมต่อวัน ($P<0.05$) การย่อยได้ของวัตถุแห้งในแกะทุกกลุ่มการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่แกะในกลุ่ม CTR, 10SH, 15SH และ 20SH มีการย่อยได้ของ NDF ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 29.32 39.60 29.59 และ 39.91 ตามลำดับ Nitrogen retain (% Nitrogen intake) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยในแกะที่ได้รับผิวถั่วเหลืองมีค่าสูงสุดเท่ากับ 44.42% ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่มีค่า 30.95% ($P<0.05$)

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลการใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซากของโคขุน และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ สุ่มโคลูกผสมบราห์มันน้ำหนักเฉลี่ย 353.63±2.94 กิโลกรัม (mean±SE) จำนวน 20 ตัว ออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง เพื่อรับอาหารผสมสำเร็จรูปที่มีผิวถั่วเหลืองทดแทนมันเส้นต่างกันในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ อาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่มเหมือนการทดลองที่1 ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน ผลการทดลองพบว่า การกินได้วัตถุแห้ง และอัตราการเจริญเติบโตมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระยะของการทดลอง โคทดลองที่ได้รับอาหารที่มีผิวถั่วในระดับ 5 10 15 และ 20% เพิ่มน้ำหนัก 1.15 1.07 1.22 และ 1.23 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และกินอาหาร 9.84 9.47 10.18 และ 9.67 กิโลกรัม (วัตถุแห้ง/วัน) ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้อาหารในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มี 20% ผิวถั่ว มีค่าที่ดีกว่ากลุ่มอื่นๆ โดยมีค่า 8.59 8.93 8.45 และ 7.91 สำหรับอาหารที่มีผิวถั่วในระดับ 5 10 15 และ 20% ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงว่าผิวถั่วเหลืองสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนมันเส้นได้เป็นอย่างดีและสามารถเป็นวัตถุดิบผสมในอาหารได้ถึง 20% น้ำหนักแห้งของอาหาร ค่าตอบแทนรายได้จากการให้อาหารที่มีผิวถั่วเหลืองที่ระดับ 20% เป็นส่วนประกอบ สูงกว่าอาหารทดลองกลุ่มอื่นๆ อันเนื่องมาจากราคาที่ต่ำกว่าของผิวถั่วเหลือง (3.80 บาท/กิโลกรัม) เมื่อเทียบกับมันเส้น (3.95 บาท/กิโลกรัม) ในช่วงเวลาที่ทำการทดลอง

_____ _____ ___/___/___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Methee Sukulthanasorn 2550: Utilization of Soyhulls as a Replacement for Cassava chip in Diets of Fattening Beef. Master of Science (Research and Development Agriculture), Major Fied: Research and Development Agriculture, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture.
Thesis Advisor: Associate Professor Lerchat Boonek, Ph.D. 58 page.

Two experiments were conducted to study utilization of soyhulls as a replacement for cassava chip in diets of fattening beef. Experiment 1 was to evaluate digestibility of experimental diet in lamb. Sixteen lambs were randomly allocated to 4 experiment groups in completely randomized design trial. Diets were formulated to contain 5 (CTR), 10(10SH), 15(15SH) and 20% soyhulls (20SH) replacing cassava chip in the total mixed ration. The digestibility study showed that dry matter intake of lamb fed 20SH tended to be higher than other groups while organic matter and protein intake among experimental groups were significant different ($P<0.05$) with the highest value in 20SH group. NDF intake was highest in lamb received 20% soyhulls with mean value of 373.01 gram per day ($P<0.05$). There were no significant differences of dry matter and organic matter digestibility among experimental groups but NDF digestibility increased significantly ($P<0.05$) in high soyhulls diet when cassava chip was reduced with the values of 29.32 39.60 29.59 and 39.91 in lambs fed CTR, 10SH, 15SH and 20SH, respectively. Nitrogen retained (% nitrogen intake) was highest at 44.42% in 20SH and lowest at 30.95% in CTR group ($P<0.05$).

Experiment 2 was to determine the effects of soyhull on animal performance when soyhulls were substituted for cassava chip at stepped levels in total mixed ration of fattening beef. Twenty crossed Brahman (353.63±2.94 kilograms) (mean±SE) were randomly allocated to one of four experimental diets in a completely randomized design trial. Diets were total mixed ration used in experiment 1. Experimental diets were fed for 90 days, after which cattle were adjusted to the diets for 10 days. Feed dry matter intake and average daily gain did not differ among treatments at any time during the trial. The experimental beef cattle fed the 5, 10, 15 and 20% soyhulls diets gained 1.15, 1.07, 1.22 and 1.23 kilograms per day, respectively and consumed 9.84, 9.47, 10.18 and 9.67 kilograms dry matter per day, respectively. Experimental beef fed 20SH diets showed better numerically values of feed efficiency as compared to other groups (8.59, 8.93, 8.45 and 7.91 for 5, 10, 15 and 20% soyhulls diets, respectively). In this study, soyhulls appear to be good substitute for cassava chip and can constitute up to 20% of the diet dry matter. Profit per head (baht/head) of cattle received 20% soyhulls diets was greater than other groups due to lower price of soyhull (3.80 Baht/kg.) as compared to cassava chip (3.95 Baht/kg)

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลอชาติ บุญเอก ประธานกรรมการที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์สมิต ยิ้มมงคล กรรมการสาขาวิชาเอก เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาด้านการศึกษา และคำแนะนำในด้านการทดลองอย่างใกล้ชิด ตลอดจนการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ บริษัทน้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน) ที่ช่วยเหลือด้านทุนและวัตถุดิบผิวถั่วเหลืองเพื่อใช้ในการวิจัย เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่ได้เอื้อเฟื้อแกะในการทดลอง เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตนมและโคที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลอง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหาร สุมิตรฟาร์มที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และสัตว์ทดลอง และเพื่อนทุกคนที่ให้กำลังใจและมีน้ำใจสละเวลาและแรงงานมาช่วยเก็บข้อมูลเบื้องต้น

วิทยานิพนธ์เล่มนี้คงไม่เสร็จสมบูรณ์ลงได้ หากขาดการสนับสนุนจากบิดา มารดา และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ความรัก กำลังใจ การช่วยเหลือ และโอกาสในการศึกษาตลอดมา และเป็นแบบอย่างที่สอนให้รู้ถึงความพยายามและความอดทน คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ผู้มีพระคุณ ตลอดจนนักวิชาการทุกท่านที่ค้นคว้าทดลองและรวบรวมความรู้เขียนเป็นตำราต่างๆ ให้ข้าพเจ้านำมาใช้ประกอบในการศึกษาครั้งนี้

เมธี สุกุลธนาศร

เมษายน 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	27
ผลและวิจารณ์	33
สรุปและข้อเสนอแนะ	48
สรุป	48
ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	50
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถิติจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย	3
2	สถิติจำนวนโคเนื้อในประเทศไทย	4
3	มาตรฐานและคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มันเส้นและมันอัดเม็ด	9
4	ผลของระยะเวลาการตากมันสำปะหลังต่อระดับไซยาไนด์ (HCN) ในมันเส้น	10
5	ผลระยะเวลาการเก็บต่อระดับไซยาไนด์ในมันเส้น	11
6	ผลการใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในอาหารโคนมต่อองค์ประกอบในน้ำนม	13
7	ผลของการเพิ่มระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จต่อปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนมดิบ	14
8	ผลของการเพิ่มระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จต่อปริมาณไซยาไนด์ โธโอไซยาเนท แลคโรเปอร์ออกซิเดส อะฟลาทอกซิน โซมาติกเซลล์ และจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ	15
9	ผลการใช้มันอัดเม็ดในโคเนื้อลูกผสมบราห์มันระยะขุน	16
10	ส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง	25
11	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง	33
12	สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) และไนโตรเจนเมทาบิลิซึม ในแกะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์	35
13	น้ำหนัก การกินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร	40
14	สมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคขุนที่ได้รับอาหารหยาบเสริมด้วยข้าวโพดบด หรือ ผิวถั่วเหลืองบดในระดับต่างๆ (120 วัน)	42
15	การกินได้ การย่อยได้ และ อัตราการย่อยเยื่อใย ในโคขุนที่ได้รับอาหารหยาบเสริมด้วยข้าวโพดบด หรือ ผิวถั่วเหลืองบดในระดับต่างๆ	43
14	น้ำหนักซาก และอวัยวะภายใน	45
15	ผลของระดับผิวถั่วเหลืองในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูป ต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ	47

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การสกัดน้ำมันถั่วเหลือง	18
2	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM), อินทรียวัตถุ (OM) และโปรตีนหยาบ (CP) ของแกะ	37
3	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการย่อยได้ของ ADF และ NDF ของแกะ	38
4	กราฟแสดงอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กิโลกรัม/วัน) ของโคขุน	42
5	กราฟแสดงอัตราการกินได้ของวัตถุแห้ง (กิโลกรัม/วัน) ของโคขุน	43
6	กราฟแสดงประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคขุน	44
7	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของโคขุน	45

การใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารสำหรับโคขุน

Utilization of Soyhulls as a Replacement for Cassava chip in Diets of Fattening Beef

คำนำ

ปัจจุบันเนื้อโคในประเทศมีแนวโน้มที่จะไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคเป็นเหตุให้ราคาโคมีชีวิตได้พุ่งตัวสูงขึ้นและมีราคามากกว่าเนื้อสุกรและไก่ ด้วยเหตุนี้รูปแบบการเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย จึงมีการพัฒนาเข้าสู่ระบบธุรกิจมากขึ้น คือมีการวางแผนผลิตลูกโค และการขุนโคอย่างเป็นระบบ ในขณะเดียวกันเจ้าของธุรกิจก็ต้องอาศัยหลักวิชาการที่ถูกต้องในการบริหารและการจัดการการเลี้ยงให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าแก่การลงทุน ปัจจัยสำคัญต่อการเลี้ยงโคขุนให้มีประสิทธิภาพสูงสุดคืออาหาร โดยเฉพาะอาหารข้นที่มีผลโดยตรงต่ออัตราการให้เนื้อ และต้นทุนการผลิตซึ่งมีสัดส่วนที่สูงถึงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งหมด มันเส้นเป็นแหล่งพลังงานแทนข้าวโพดในอาหารสัตว์ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีราคาถูกกว่าข้าวโพดและสามารถใช้ได้ดีทั้งในสูตรอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยว และสัตว์กระเพาะรวม แต่ในปัจจุบันราคาของมันเส้นได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากความต้องการใช้ที่มากขึ้นในสูตรอาหารสัตว์ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายในภาวะราคาน้ำมันที่เพิ่มขึ้นโดยตลอดในเรื่องของการประหยัดพลังงานและการหาพลังงานทดแทนจากแหล่งอื่น มันสำปะหลังก็เป็นวัตถุดิบอีกตัวหนึ่งที่ถูกนำไปใช้ในการผลิตแอลกอฮอร์เพื่อเป็นส่วนผสมในการผลิตแก๊สโซฮอล์ ทำให้มันสำปะหลังมีราคาสูงขึ้น มีผลกระทบโดยตรงต่อราคาอาหารที่ใช้เลี้ยงโคขุนและต้นทุนการผลิต จากปัญหาดังกล่าวการหาวัตถุดิบแหล่งพลังงานชนิดอื่นๆ ที่ราคาต่ำกว่ามาทดแทนมันเส้นซึ่งเป็นแหล่งพลังงานสำคัญในสูตรอาหารโคขุนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อลดต้นทุนการผลิตในขณะเดียวกันก็ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของโคขุนลดลง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ผิวถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานทดแทนมันเส้นในอาหารโคขุน

2. เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของการใช้ผิวถั่วเหลืองในสูตรอาหารโคขุนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

3. เพื่อศึกษาอิทธิพลผลของอาหารโคเนื้อที่มีผิวถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานหลัก ต่อการย่อยได้ อัตราการให้เนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การตรวจเอกสาร

การผลิตโคเนื้อในประเทศไทย

เดิมการเลี้ยงโคของไทย เป็นการเลี้ยงเพื่อใช้งานในการเกษตรเป็นหลัก เมื่อใช้งานจนหมดอายุจึงปลดจำหน่ายเป็นโคเนื้อ ต่อมาเมื่อมีการนำเครื่องจักรกลทางการเกษตร เช่น เครื่องไถดิน พรวนดิน หรือนวดดิน มาใช้มากขึ้น การใช้เพื่องานทำการเกษตรจึงลดน้อยลง รูปแบบการเลี้ยงโคในปัจจุบันเปลี่ยนมาเป็นการเลี้ยงเพื่อจำหน่ายเป็นโคเนื้อ เพื่อสนองความต้องการการบริโภคเนื้อสัตว์ที่เพิ่มสูงขึ้นทั้งความต้องการของประชากรในประเทศเองและของนักท่องเที่ยวต่างประเทศ โดยลักษณะการเลี้ยงจะเป็นการเลี้ยงครั้งละหลายๆ ตัว และฟาร์มมีรูปแบบที่เป็นระบบมากขึ้น ในขณะเดียวกันรัฐบาลได้มีนโยบายส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อโดยเป็นโครงการหนึ่งในแผนปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตร เพื่อให้การเลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรสม่ำเสมอ และทดแทนการลดพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังข้าวนาปีในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม อาจกล่าวได้ว่าจากปริมาณความต้องการบริโภคเนื้อสัตว์ที่เพิ่มขึ้นรวมถึงการส่งเสริมจากรัฐบาลให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงโคเนื้อเพื่อการค้ากันมากขึ้น ภายหลังจากการเกิดวิกฤติเศรษฐกิจนับตั้งแต่ปี 1998 ราคาโคเนื้อได้ปรับตัวเพิ่มสูงอีกทั้งรัฐบาลให้การส่งเสริมและสนับสนุนให้เลี้ยงโคเนื้อเป็นอาชีพ เกษตรกรจึงหันมาเลี้ยงโคเนื้อเพิ่มมากขึ้นทำให้จำนวนเลี้ยงโคเนื้อมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 1 สถิติจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย ปี 2004-2008 (หน่วย:คน)

ค.ศ.	จำนวนเกษตรกร	เพิ่มลด	อัตราการเปลี่ยนแปลง (%)
2004	962,377	-	-
2005	993,688	31,311	3.25
2006	1,020,657	26,969	2.71
2007	1,202,306	181,649	17.80
2008	1,226,005	23,699	1.97

ที่มา: กรมปศุสัตว์

ตารางที่ 2 แสดงสถิติจำนวนโคเนื้อในประเทศไทย ในปี 2540-2549 (หน่วย:ตัว)

พุทธศักราช	จำนวนโค	เพิ่ม/ลด	อัตราการเปลี่ยนแปลง (%)
2540	5,291,936	-562,593	-9.6
2541	4,567,950	-723,986	-13.7
2542	4,635,741	+79,120	+1.7
2543	4,900,614	+264,873	+5.7
2544	5,227,604	+325,920	+6.6
2545	5,550,185	+323,651	+6.1
2546	5,916,323	+366,138	+6.6
2547	6,668,328	+752,005	+12.7
2548	7,796,272	+1,127,944	+16.9
2549	8,036,057	+239,785	+3.1

ที่มา: กรมปศุสัตว์

การตลาดโคเนื้อในประเทศไทย

ตลาดโคเนื้อในประเทศไทยโดยรวมสามารถแบ่งได้เป็น 3 ตลาดด้วยกัน คือตลาดบนตลาดกลางและตลาดล่างโดยมีสัดส่วนตลาดบนประมาณร้อยละ 20 ที่เหลืออีกร้อยละ 80 เป็นตลาดกลางและล่าง ในตลาดกลางและล่างเป็นโคทุกชนิด ทุกเพศ ทุกวัย ไม่มีข้อจำกัดใดๆ ในด้านการเลี้ยงและการผสมพันธุ์ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมืองในประเทศไทยซึ่งในตลาดกลางจะส่งขายในตลาดสดเป็นเนื้อสดหรือเนื้อเขียงและส่งตามร้านอาหารทั่วไปและไม่เน้นคุณภาพของเนื้อมากนัก ส่วนการส่งขายทำลูกชิ้นซึ่งถือว่าเป็นส่วนใหญ่ของเนื้อโคในตลาดกลางและล่างคือส่วนอื่นๆ ที่ไม่ใช่ขาหลังหรือส่วนที่ไม่ส่งขายในตลาดสด หรือร้านอาหารทั่วไป ซึ่งในตลาดลูกชิ้นนี้จะไม่เน้นที่คุณภาพของเนื้อ แต่เน้นที่ราคาถูกมากกว่า ราคาของเนื้อในตลาดกลางล่างนี้เฉลี่ยประมาณ 100-140 บาท/กิโลกรัม ส่วนในตลาดบนเป็นโคขุน เป็นพันธุ์ลูกผสมกับพันธุ์โคต่างประเทศอย่างน้อยร้อยละ 50 มีการดูแลเอาใจใส่อย่างดี ใช้อาหารข้นและอาหารหยาบในการขุน ใช้เวลาในการขุนโคประมาณ 10-12 เดือน และเริ่มขุนเมื่ออายุประมาณ 8-12 เดือน ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 200-300 กิโลกรัม เมื่อขุนเสร็จจะมีน้ำหนักประมาณ 500-550 กิโลกรัม กลุ่มผู้บริโภคในตลาดนี้จะเน้นในเรื่องของคุณภาพ

ของเนื้อเป็นสำคัญ เป็นกลุ่มผู้มีรายได้ปานกลางค่อนข้างมากขึ้นไป และนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศในตลาดบนจะส่งขายในซุปเปอร์มาเกต ห้องอาหารระดับโรงแรม และแหล่งท่องเที่ยว ของคนต่างชาติลักษณะของเนื้อที่จะขายเป็นชีล (Chill) หรือเนื้อบ่มซากก่อน ราคาเฉลี่ยจะประมาณ 220-250 บาท/กิโลกรัม (สมิต, 2533)

เกษตรกรสามารถจำหน่ายโคออกจากฟาร์มได้ 4 หนทางด้วยกัน คือ (1) จำหน่วยให้พ่อค้ารวบรวมท้องถิ่น (2) พ่อค้าขายส่งโคมีชีวิต ซึ่งพ่อค้าขายส่งโคมีชีวิตสามารถรับซื้อโคจากพ่อค้ารวบรวมท้องถิ่นและจากตลาดนัด แล้วสามารถจำหน่ายต่อให้กับโรงงานแปรรูป เนื้อโค (3) พ่อค้าขายส่งโคชำแหละ และ (4) พ่อค้าขายปลีกเนื้อโคชำแหละ พ่อค้าขายส่งชำแหละมีการรับซื้อได้ 2 ทาง คือ รับซื้อจากพ่อค้าขายส่งโคมีชีวิตและหาซื้อเองจากตลาดนัด ส่วนพ่อค้าขายปลีกส่งโคชำแหละถ้าเป็นพ่อค้าขายปลีกในท้องถิ่นจะซื้อโดยตรงจากเกษตรกรมาฆ่าชำแหละเอง ถ้าไม่ใช่พ่อค้าขายปลีกในท้องถิ่นจะรับซื้อจากพ่อค้าขายส่งโคมีชีวิต ถ้าเป็นซากจะรับซื้อจากพ่อค้าขายส่งโคชำแหละ สำหรับโรงงานแปรรูปเนื้อโคจะรับซื้อโคมีชีวิตจากพ่อค้าขายส่งและรับซื้อซากโคชำแหละหรือชิ้นส่วนชำแหละจากพ่อค้าส่งโคชำแหละ (สมิต, 2533)

จากการสำรวจราคาโคเนื้อของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ ในช่วงปี 1998-2002 พบว่า ราคาโคมีชีวิต และเนื้อโคชำแหละมีราคาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องราคาโคมีชีวิตที่เกษตรกรขายได้ ปี 1998 เฉลี่ยกิโลกรัมละ 25.82 บาท เพิ่มเป็นเฉลี่ยกิโลกรัมละ 41.25 บาท ในปี 2002 หรือเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.3 ต่อปี ราคาขายส่งเนื้อโคชำแหละในตลาดกรุงเทพฯ ปี 1998 เฉลี่ยกิโลกรัมละ 65.09 บาท เพิ่มเป็นเฉลี่ยกิโลกรัมละ 91.00 บาท ในปี 2002 หรือเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.9 ต่อปี ราคาปลีกเนื้อโคสันนอกในตลาดกรุงเทพฯ ปี 1998 เฉลี่ยกิโลกรัมละ 99.15 บาท เพิ่มเป็นเฉลี่ยกิโลกรัมละ 117.50 บาท ในปี 2002 หรือเฉลี่ยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.3 ต่อปี และราคาขายปลีกเนื้อโคสันในตลาดกรุงเทพฯ ปี 1998 เฉลี่ยกิโลกรัมละ 138.97 บาท เพิ่มเป็นเฉลี่ยกิโลกรัมละ 170.0 บาท ในปี 2002 หรือเพิ่มขั้นร้อยละ 5.2 ต่อปี

ส่วนโคเนื้อที่ผ่านกระบวนการขุนอย่างดี จากข้อมูลที่ได้จากสหกรณ์โคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน พบว่าราคาโคขุนที่เป็นพันธุ์โคเนื้อที่แท้จริง เช่น โคพันธุ์กำแพงแสน หรือโคพันธุ์ลูกผสมอื่นๆ ที่ได้รับการเลี้ยงดูอย่างดีได้รับอาหารที่ครบถ้วนอย่างเต็มที่ตลอดการขุนซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 500-550 กิโลกรัม และส่งเข้าตลาดเมื่ออายุประมาณ 20 -

24 เดือน เนื้อที่ได้จะทำการบ่มไว้ในห้องเย็นเพื่อทำให้เนื้อมีความนุ่มยิ่งขึ้น ก่อนที่จะนำตัดแต่งให้แก่ลูกค้าในรูปแบบต่างๆ เช่น ซากเย็น (Chill carcass) อันได้แก่เนื้อและกระดูกทั้งตัว ชิ้นส่วนใหญ่ (wholesale) ชิ้นส่วนย่อย (Retail cut) เป็นต้น

การให้อาหารโคขุน

ปรารถนา (2535) ได้สรุปเกี่ยวกับการเลี้ยงโคขุนว่าเป็นการเลี้ยงโคให้เติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาหนึ่งโดยโคได้กินอาหารผสม หรืออาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบ (roughage) เช่น หญ้า, ต้นข้าวโพดอ่อน, ฟาง หรือเปลือกสับปะรด ตามปริมาณและสัดส่วนที่คำนวณให้โคได้รับโภชนะต่างๆอย่างเพียงพอที่สามารถทำให้โคขุนเจริญเติบโตได้เต็มที่ ภายใต้สภาพการเลี้ยงดูแบบขังคอก ดังนั้นโคจึงได้ขนาดและน้ำหนักส่งเข้าโรงฆ่า (น้ำหนักปกติอยู่ระหว่าง 350-450 กิโลกรัม) เมื่ออายุยังน้อย (ไม่เกิน 3 ปี แต่ปกติควรอยู่ในช่วง 2-3 ปี) ทำให้เนื้อมีความนุ่มและชุ่มฉ่ำ เพราะมีไขมันแทรกอยู่ในเนื้อ (marbling) เป็นที่ต้องการของตลาดชั้นกลาง และตลาดชั้นสูง ผิดกับการเลี้ยงดูโคทั่วไปของเกษตรกรเป็นการเลี้ยงแบบปล่อยให้หากินหญ้าตามหัวไร่ปลายนอน หรือหญ้าธรรมชาติที่ขึ้นอยู่ตามที่รกร้างว่างเปล่า หรือแม้กระทั่ง 2 ข้างถนน จึงทำให้โคได้รับอาหารไม่สมบูรณ์และครบถ้วนตามที่ร่างกายต้องการ โดยเหตุนี้เองที่ทำให้โคของเกษตรกรเติบโตช้า จึงส่งโรงฆ่าได้เมื่ออายุมากๆ และต้องออกกำลังกายมากจึงทำให้เนื้อเหนียวส่งขายได้แต่ตลาดธรรมดา การที่จะให้โคขุนเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เนื้อมีคุณภาพดีและคุ้มค่ากับการลงทุนนั้นนอกจากจะขึ้นอยู่กับพันธุ์โคที่นำมาขุน ช่วงอายุและน้ำหนักของโค ความเอาใจใส่ในการเลี้ยงดูและการปฏิบัติต่อโคขุนแล้ว ปัจจัยที่สำคัญที่สุดอีกอย่างหนึ่งคือ อาหารและการให้อาหารโคขุน โดยทั่วไปถ้าโคได้รับหญ้าเขียวสดเพียงอย่างเดียวอย่างเต็มที่ก็เพียงพอกับการเจริญเติบโตในระดับหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากโคเป็นสัตว์ 4 กระเพาะ (ruminant) ขบวนการหมักย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก (rumen) ทำให้โคสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารที่มีเยื่อใยสูง ซึ่งโดยปกติจะมีราคาถูกหรืออาจจะได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเลยก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอาหารข้นกับอาหารหยาบแล้ว อาหารข้นมีคุณค่าทางโภชนะสูงกว่าอาหารหยาบมาก ดังนั้นความต้องการให้โคเติบโตอย่างเต็มที่และรวดเร็ว เช่น การเลี้ยงโคขุน หรือในกรณีที่โคต้องการอาหารมากกว่าปกติ เช่น แม่โคลูกอ่อน จึงจำเป็นต้องเสริมอาหารข้นให้แก่โคด้วย แต่สูตรอาหารข้นที่ใช้เลี้ยงโคจะมีราคาถูกกว่าสูตรอาหารข้นที่ใช้เลี้ยงสุกรและไก่ ทั้งนี้เพราะสามารถใช้ยูเรียซึ่งมีราคาถูกในปริมาณเล็กน้อยแทนอาหารโปรตีน เช่น ปลาป่น และกากถั่วเหลืองได้ นอกจากนี้แล้ววัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนที่ดีและมีราคาถูกอย่างใบกระถิน โคก็สามารถใช้ได้ดีอีกด้วย ส่วนแร่ธาตุและไวตามินต่างๆได้จากอาหาร

ข้นและสามารถสังเคราะห์ขึ้นภายในตัวโคในระดับหนึ่งจากขบวนการหมักย่อยของจุลินทรีย์ภายในกระเพาะ rumen ในการผสมอาหารข้นขึ้นใช้เองภายในฟาร์ม มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ในเรื่องของวัตถุดิบอาหารสัตว์อย่างดีพอ ต้องเลือกซื้อและใช้อย่างถูกวิธี ทั้งนี้เพราะต้นทุนการผลิตสัตว์ส่วนหนึ่งมาจากค่าอาหาร ในขณะที่ปริมาณและราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ความใกล้ไกลจากแหล่งผลิต ดังนั้นผู้เลี้ยงสัตว์จึงควรมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเพื่อที่จะตัดสินใจเลือกซื้อวัตถุดิบได้อย่างถูกต้อง

วัตถุดิบอาหารโคขุน

เมธา และฉลอง (2533) กล่าวว่า วัตถุดิบอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องแบ่งออกเป็นประเภทหลักๆ ตามส่วนประกอบและปริมาณโภชนะต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. วัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน ส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณโปรตีน (CP) สูงกว่า 15% ขึ้นไป และแบ่งเป็น

1.1 แหล่งโปรตีนจากพืช ได้แก่ กากพืชน้ำมันต่างๆ เช่น กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากนุ่น กากยางพารา กากปาล์ม เป็นต้น และแหล่งโปรตีนจากใบพืช เช่น ใบกระถิน เป็นต้น

1.2 แหล่งโปรตีนจากสัตว์ เช่น ปลาป่น เลือดป่น เป็นต้น แต่มักไม่ค่อยใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง เพราะมีความสามารถใช้แหล่งโปรตีนคุณภาพต่ำและราคาถูกได้ดี

1.3 แหล่งโปรตีนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ส่าเหล้า กากเบียร์ เป็นต้น ซึ่งมีใช้เฉพาะในบางท้องที่และมักจะนำไปเลี้ยงสุกรกันมากกว่า

1.4 วัตถุดิบที่เป็นแหล่งไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) เช่น ยูเรีย เป็นต้น นิยมใช้กันมากเพื่อการลดต้นทุน แต่มีข้อจำกัดมากในการใช้และต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง

2. วัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน (แป้งหรือน้ำตาล) เช่น ปลายข้าว รำละเอียด ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่มีโปรตีนต่ำกว่า 15%

3. แหล่งไวตามินและเกลือแร่ โคต้องการจำนวนน้อยและมักจะมีเพียงพออยู่แล้วในวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทโปรตีนและแป้ง ยกเว้น แคลเซียม (Ca), ฟอสฟอรัส (P), โซเดียม (Na) และคลอรีน (Cl) ซึ่งมีไม่เพียงพอ เพราะฉะนั้นต้องเสริมลงในอาหาร โดยการใช้เกลือแกงซึ่งเป็นแหล่งโซเดียมและคลอรีน และให้กระดูกป่นหรือไดแคลเซียมฟอสเฟตซึ่งเป็นแหล่งแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส สัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถสังเคราะห์ไวตามินต่างๆ ได้เกือบครบถ้วน โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน หรือกระเพาะผ้าขี้ริ้ว โดยเฉพาะ วิตามินบี ชนิดต่างๆ ได้ เช่น thiamine, riboflavin, pyridoxin, niacin, pantothenic acid, biotin, folic acid และ วิตามิน บี 12 ยกเว้นไวตามินเอซึ่งอาจได้จากวัตถุดิบอาหารเช่นข้าวโพดมีแคโรฟิน และแซนโทฟิลล์ที่เป็นแหล่งของไวตามินเอที่ดี

การใช้มันสำปะหลัง (Cassava) และผิวถั่วเหลือง (Soyhulls) ในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

มันเส้น และมันอัดเม็ด

ประเทศไทยมีการผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ด 2 ชนิด สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ คือ ชนิดปกติ (regular quality cassava chips) กับชนิดคุณภาพดี (prime quality cassava chips) หรือมันเส้นสะอาด (อุทัย และสุกัญญา, 2545) สำหรับมันเส้นและมันอัดเม็ดชนิดปกตินั้น มีแป้งน้อยกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยและทรายไม่มากกว่า 5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งเป็นชนิดที่ผลิตกันมาแต่ดั้งเดิม นานมาแล้ว (กว่า 40 ปี) และมีคุณภาพเป็นไปตามาตรฐานการส่งออกของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไปยังตลาดสหภาพยุโรป โดยคุณภาพดังกล่าวเพียงพอที่จะสามารถใช้ทดแทนข้าวบาร์เล่ย์ซึ่งใช้กันในสหภาพ ยุโรปแต่ไม่สามารถใช้ทดแทนข้าวโพดและปลายข้าวซึ่งเป็นวัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้สำหรับการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยและประเทศในแถบเอเชียอื่นๆ ได้ ดังนั้นจึงได้มีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ดคุณภาพดี หรือมันเส้น/มันอัดเม็ดสะอาด ซึ่งมีคุณภาพดีกว่ามันเส้นปกติ โดยมีระดับเยื่อใยและทรายต่ำกว่า (เยื่อใยไม่มากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ และทรายไม่มากกว่า 1-2 เปอร์เซ็นต์) มีแป้งเป็นองค์ประกอบสูงกว่า (ไม่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์) เพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศ ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ข้าวโพดหรือปลายข้าว นอกจากนี้ ยังพบว่าการใช้ในสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ยังให้ผลดีในการเลี้ยงสัตว์ในด้านอื่นๆ อีกมาก โดยเฉพาะการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์และต้นทุนการผลิตสัตว์ การช่วยปรับปรุงสุขภาพและภูมิต้านทานโรคของสัตว์ การปรับปรุงสภาพแวดล้อมการเลี้ยงสัตว์ ฯลฯ จึงเห็นแนวโน้มชัดเจนว่า การผลิตมันเส้นและมันอัดเม็ดคุณภาพดี จะต้องมีการขยายตัวและการเพิ่มกำลังผลิตกันมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดอาหารสัตว์ ทั้งตลาดภายในประเทศและ เพื่อการส่งออก

ตารางที่ 3 มาตรฐานและคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์มันเส้นและมันอัดเม็ดในประเทศไทย

ผลิตภัณฑ์คุณภาพ		มันเส้น		มันอัดเม็ด	
		ดี/สะอาด	ปกติ	ดี/สะอาด	ปกติ
ความชื้น	ไม่มากกว่า(%)	13	13	13	13
โปรตีน	ไม่น้อยกว่า(%)	2	2	2	2
กาก หรือเยื่อใย	ไม่มากกว่า(%)	4	5	4	5
เถ้า/ทราย	ไม่มากกว่า(%)	4/1-2	6/3	4/1-2	6/3
แป้ง	ไม่น้อยกว่า(%)	70	65	70	65

ที่มา: อุทัย และสุกัญญา (2545)

คุณค่าทางอาหารของมันเส้นและมันอัดเม็ดเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ขึ้นอยู่กับปริมาณเยื่อใยและเถ้าในมันเส้น ซึ่งก็ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากคุณภาพของหัวมันสดและเทคนิควิธีการผลิตมันเส้น ถ้าหัวมันสดมีคุณภาพดีสะอาดและมีส่วนของลำต้นหรือส่วนที่เป็นไม้ (เหง้า) ติดปนมาน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย จะทำให้มันเส้นที่ได้มีคุณภาพดี ปริมาณเยื่อใยและเถ้าต่ำ การล้างหรือร่อนหัวมันสดเพื่อให้มีดินทรายติดมาน้อยที่สุดก่อนทำการหั่นหัวมันสดเป็นชิ้น ทำให้ปริมาณเถ้าโดยเฉพาะส่วนที่เป็นทรายในมันเส้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การสับชิ้นมันสำปะหลังให้มีขนาดใหญ่นอกจากจะช่วยลดความเป็นฝุ่นระหว่างการผลิต ยังทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการตากนานขึ้น แต่ปริมาณสารพิษกรดไฮโดรไซยานิค ลดลง การปอกเปลือกหัวมันสำปะหลังก่อนการผลิต (มันเส้นปอกเปลือก) ช่วยให้ระดับเยื่อใยและเถ้าในมันเส้นลดต่ำลงมาก และไม่มีการปนเปื้อนของดินทราย แต่การปอกเปลือกนั้นทำได้ค่อนข้างช้าไม่เหมาะแก่การปฏิบัติ และไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ สำหรับการผลิตมันเส้นเกรดเออาหารสัตว์ นอกจากนี้มันเส้นคุณภาพที่ไม่ได้ปอกเปลือกรวมทั้งมัน อัดเม็ดคุณภาพดีก็สามารถทำให้สัตว์มีสมรรถภาพการผลิตเป็นที่น่าพอใจได้เมื่อเทียบกับปลายข้าวหรือข้าวโพด (อุทัย และสุกัญญา, 2545)

มันเส้นมักมีลักษณะฟ่ามและเป็นฝุ่น จึงไม่เหมาะสมกับการส่งออกมันสำปะหลังทางเรือแบบเทกอง อย่างไรก็ตามมันเส้นสามารถตรวจสอบคุณภาพได้ง่าย ทำได้แม้การตรวจ คุณภาพที่ฟาร์ม มันเส้นจึงเหมาะกับการใช้เป็นอาหารสัตว์ภายในประเทศทั้งระดับฟาร์ม และโรงงานอาหารสัตว์ ส่วนการส่งออกมันสำปะหลังมักส่งออกในรูปมันสำปะหลังอัดเม็ด หรือมันอัดเม็ด โดยนำมัน

เส้นไปบดเติมไอน้ำและอัดเป็นเม็ดแข็งเพื่อลดความฟ่ามและลดความเป็นฝุ่นของมันสำปะหลัง ทำให้สะดวกในการขนส่งแบบเทกอง และไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุช่วยการอัดเม็ดอื่นที่อาจมีผลทำให้คุณภาพของมันอัดเม็ดต่ำลง (อุทัย และสุกัญญา, 2545)

สารพิษและการลดสารพิษในมันสำปะหลัง

ในหัวมันสำปะหลังสดมีน้ำยางสีขาวข้นอยู่ใต้เปลือก ซึ่งมีสารพิษประเภทไซยาโน จีนิค กลูโคไซด์ (cyanogenic glucocide) 2 ชนิด ได้แก่ สารลินามาริน (linamarin) และสารโลทอ สตราริน (loytorstralin) เป็นองค์ประกอบ และเมื่อมีการสับหัวมันสำปะหลังจะทำการย่อยสลายสารลินามาริน ได้กรดไซยานิคหรือกรดปรัสสิค (prussic acid) กลูโคสและอะซีโตน ซึ่งกรดไฮโดรไซยานิคจะระเหยไปในบรรยากาศ ทำให้ระดับกรดไฮโดรไซยานิค หรือสารพิษไซยาไนด์อยู่ที่ 80-100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (พีพีเอ็ม) ในอาหารสัตว์เป็นต้นไป (อุทัย และสุกัญญา, 2545)

การผลิตมันเส้นโดยการสับหัวมันสดเป็นชิ้นเล็กแล้วตากให้แห้งใช้เวลา 3-4 แดดนั้น สามารถลดระดับกรดไฮโดรไวยานิคให้ต่ำลงจนอยู่ในระดับที่ไม่เป็นพิษต่อสัตว์ (Khajarern *et al*., 1982) พบว่าการตากชิ้นมัน 6 แดด สามารถลดระดับสารพิษกรดไฮโดรไซยานิคจาก 111.83 พีพีเอ็ม ลงเหลือ 22.97 พีพีเอ็ม (ตารางที่ 4) (อุทัย และสุกัญญา, 2545)

ตารางที่ 4 ผลของระยะเวลาการตากมันสำปะหลังต่อระดับไซยาไนด์ (HCN) ในมันเส้น

จำนวนวันที่ตาก	ระดับไซยาไนด์ (พีพีเอ็ม)
0	111.83
1	111.96
2	110.96
3	109.96
4	90.72
5	52.22
6	22.97

ที่มา: Khajarern *et al.* (1982)

การเก็บชิ้นมันเส้นไว้ก็จะทำให้สารพิษลดระดับลงอีก โดยพบว่าเมื่อเก็บชิ้นมันไว้ 5 วัน จะสามารถลดระดับสารพิษจาก 87.14 พีพีเอ็มเหลือ 36.25 พีพีเอ็ม (ตารางที่ 5) และการใช้ไอน้ำในการอัดเม็ดมันสำปะหลังจะลดสารพิษลงเหลือ 11.82 พีพีเอ็ม (Khajarern *et al*., 1979) จึงสรุปได้ว่าการผลิตมันเส้นโดยวิธีการตาก 3-6 แดด จนความชื้นของชิ้นมันสำปะหลังเหลือไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ และเก็บชิ้นมันไว้อีก 2-3 วัน ก่อนที่จะส่งไปยังโรงงานอาหารสัตว์หรือส่งไปยังผู้ใช้ สามารถทำให้ระดับสารพิษกรดไฮโดรไซยานิคลดต่ำลงจนอยู่ห่างจากระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์มาก ประกอบกับการเก็บไว้ในโรงงานอาหารสัตว์อีกระยะหนึ่งก่อนการใช้ก็ยิ่งจะเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้ ทำให้สามารถใช้มันเส้นและมันอัดเม็ดได้โดยไม่ต้องเสี่ยงกับความเป็นพิษของกรดไฮโดรไซยานิคที่มีต่อสัตว์เลี้ยง

ตารางที่ 5 ผลระยะเวลาการเก็บต่อระดับไซยาไนด์ในมันเส้น

จำนวนวันที่เก็บสต็อก	ระดับไซยาไนด์ (พีพีเอ็ม)
0	87.14
1	56.76
2	40.11
3	29.52
4	31.46
5	36.25

ที่มา: Khajarern *et al.* (1982)

การใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารโคเนื้อและโคนม

การศึกษาการใช้ประโยชน์ของมันสำปะหลังสำหรับอาหารสัตว์ได้กระทำกันมานานกว่า 20 ปีแล้ว โดย Oke (1978) รายงานว่าผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบอาหารประเภทพลังงานที่ดีทั้งกับสัตว์กระเพาะเดี่ยวและกระเพาะรวม แป้งในมันสำปะหลังย่อยง่ายมากเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวโพด เนื่องจากมีส่วนของอะไมโลเพคตินอยู่สูง และสามารถใช้มันสำปะหลังเป็นแหล่งพลังงานหลักในอาหารสุกร สัตว์ปีก และสัตว์กระเพาะรวมได้ แต่ต้องระวังเรื่องสารพิษกรดไฮโดรไซยานิค ระดับโปรตีนและกรดอะมิโนด้วย

มันสำปะหลังจัดว่าเป็นวัตถุดิบอาหารที่เหมาะกับการใช้เป็นอาหารโคทั้งอาหารโคเนื้อและโคนม ซึ่งปัจจุบันก็มีการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารโคทั้ง 2 ชนิด อย่างแพร่หลายทั่วประเทศ และได้มีการศึกษาการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารโคของนักวิจัยต่างๆ ดังนี้

จินดา และคณะ (2528) ได้ทดลองใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารโคนมลูกผสมเพศผู้ อายุ 1 ปี เพื่อทำการขุนส่งตลาด และพบว่ามันสำปะหลังสามารถใช้ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารโคดังกล่าวได้ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ (60 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร) โดยไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของโคขุนดังกล่าวเสียไปแต่ประการใด อีกทั้งยังมีผลทำให้ต้นทุนการเลี้ยงโคต่ำสุดด้วย ในขณะที่เกรียงศักดิ์ (2533) ได้รายงานถึงการย่อยของแป้งจากมันสำปะหลัง, ข้าวเปลือก และปลายข้าวในทางเดินอาหารโคนม พบว่าวัตถุดิบอาหารดังกล่าวมีแป้งย่อยได้เท่ากับ 100, 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าโคที่กินอาหารสูตรมันสำปะหลังมีค่าความเป็นกรดในกระเพาะหมัก หรือกระเพาะรูเมนมากกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรอื่นๆ แต่ยังอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายจากการเกิดสภาพความเป็นกรดในกระเพาะหมัก (acidosis) ส่วน ฉลอง และคณะ (2542) ได้ทดลองเลี้ยงโคนมลูกผสมโฮสไตน์ฟรีเชี่ยน x พื้นเมือง (50-75 เปอร์เซ็นต์) โดยใช้มันเส้นในสูตรอาหารระดับ 25, 35, 45 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าการเพิ่มระดับมันเส้นในสูตรอาหารข้นของโคนมไม่มีผลกระทบต่อระดับความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมัก ผลผลิตน้ำนมปรับไขมันที่ 3.5 เปอร์เซ็นต์ และองค์ประกอบของน้ำนมโคแต่ประการใด Sommart *et al.* (2000) ได้รายงานว่าสามารถใช้มันเส้นในสูตรอาหารข้นของโคนม ได้สูงสุดถึงระดับ 40.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้ฟางข้าว โดยโคยังให้ปริมาณและคุณภาพของน้ำนมคงเดิม จีระชัย และคณะ (2542) ได้ศึกษาผลของการใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในอาหารข้นของโคนม พบว่าการใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดทั้งหมดในสูตรอาหารสามารถให้ผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบของน้ำนมเช่นเดียวกับอาหารสูตรข้าวโพด (ตารางที่ 6) แต่พบว่าการใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารโคนม มีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อผลตอบแทนค่าน้ำนมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มันเส้นและมันอัดเม็ดจึงเป็นแหล่งวัตถุดิบอาหารพลังงานที่ดีสำหรับโคเนื้อและโคนม แจ่มจันทร์ (2546) ได้ศึกษาผลการใช้มันสำปะหลังระดับสูงเป็นอาหารโคขุนสายพันธุ์กำแพงแสน น้ำหนักตัวตั้งแต่ 250-560 กิโลกรัม และมีการเสริมสารช่วยปรับสภาพ ความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะรูเมน ได้แก่ โมเนนซิน ปูนขาว ผงฟู ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การใช้ มันสำปะหลังในสูตรอาหารโคขุนดังกล่าวในระดับสูง (38.5-46.4 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร) และเสริมด้วยปูนขาวในระดับ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลต่อสมรรถภาพการผลิตของโคไม่แตกต่างจากสูตรอาหารเดียวกัน แต่เสริมด้วยโมเนนซิน หรือผงฟู แต่มีต้นทุนการ

ผลิตน้ำหนักโค 1 กิโลกรัม ถูกกว่าและได้กำไรมากกว่า ศิริรัตน์ (2546) รายงานว่า การใช้มันเส้นทดแทนข้าวโพดในอาหารผสมเสร็จ (Total mixed ration; TMR) ในระดับ 0, 12.6, 25.2 และ 37.7 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารร่วมกับหญ้าแห้ง 21.6 เปอร์เซ็นต์ ในโคกำลังให้นมพบว่า การใช้มันสำปะหลังระดับต่างๆ ในสูตรอาหารไม่มีผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพน้ำนม ได้แก่ ปริมาณน้ำนม, ปริมาณน้ำนมปรับไขมันนม 4 เปอร์เซ็นต์ หรือ 3.5 เปอร์เซ็นต์ และองค์ประกอบของน้ำนมแตกต่างจากการใช้สูตรอาหารข้าวโพด (ตารางที่ 7) นอกจากนี้การใช้มันเส้นในสูตรอาหารยังทำให้เกิดผลดี คือ การช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำนมให้ดีขึ้น (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 6 ผลการใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดในอาหารโคนมต่อองค์ประกอบในน้ำนม

องค์ประกอบน้ำนม	ข้าวโพด (100 %)	ข้าวโพด+มันสำปะหลัง (50% / 50%)	มันสำปะหลัง (100%)
ไขมันนม % (กก./วัน)	4.15 (0.80)	4.32 (0.85)	4.27 (0.83)
โปรตีนนม % (กก./วัน)	3.37 (0.65)	3.27 (0.64)	3.33 (0.65)
น้ำตาลแลคโทส % (กก./วัน)	4.97 (0.76)	4.93 (0.97)	4.96 (0.97)
แร่ธาตุ % (กก./วัน)	0.70 (0.13)	0.70 (0.14)	0.70 (0.14)
ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน % (กก./วัน)	9.03 (1.74)	8.90 (1.75)	8.99 (1.75)
ของแข็งทั้งหมด % (กก./วัน)	13.19 (2.54)	13.23 (2.60)	13.26 (2.58)
ปริมาณนม (กก./วัน)	19.23	19.64	19.44
ค่าอาหาร/รายได้ (%)	40.75[ก]	34.33[กข]	28.17[ข]

หมายเหตุ [ก,ข] อักษรที่แตกต่างที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: จีระชัย และคณะ (2542)

แม้ว่าการเพิ่มระดับมันเส้นจะทำให้มีไซยาไนด์และสารพิษอะฟลาท็อกซินในสูตรอาหารทดลองเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มระดับมันเส้นทำให้ปริมาณสารไธโอไซยาเนท และเอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดสในน้ำนมเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณอะฟลาท็อกซิน เอ็ม 1 และจุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์มในน้ำนมลดลง นอกจากนี้ยังมีผลต่อจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวและแบคทีเรียรวมในน้ำนม

ลดลงด้วย จึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มระดับมันเส้นในสูตรอาหารโคนม ทำให้มีการเพิ่ม กิจกรรมของระบบแลคโตเปอร์ออกซิเดสในน้ำนมด้วย ซึ่งรวมถึงสารไธโอไซยาเนท เอนไซม์แลคโตเปอร์ออกซิเดส และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในน้ำนม ทำให้เกิดผลดีหลายประการ คือ เกิดการทำลายและการลดสารพิษอะฟลาท็อกซิน และสารพิษชนิดอื่นๆ ในน้ำนม รวมทั้งควบคุมจุลินทรีย์ ที่ก่อให้เกิดโรคในน้ำนม ช่วยสุขภาพเต้านมดีขึ้น ป้องกันการเกิดโรคเต้านมอักเสบ และยังทำให้น้ำนมมีคุณภาพดี สามารถยืดอายุการเก็บน้ำนมดิบไว้ได้นานขึ้น ดังนั้น มันสำปะหลังจึงเหมาะที่จะใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับอาหารโคนมได้เป็นอย่างดียิ่ง

ตารางที่ 7 ผลของการเพิ่มระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จต่อปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนมดิบ

ปริมาณและองค์ประกอบน้ำนม	ระดับของมันเส้นในอาหารผสมเสร็จ (%)			
(เปอร์เซ็นต์, กิโลกรัม/วัน)	0	12.6	25.2	37.7
ไขมันนม	3.89 (0.67)	4.16 (0.67)	4.08 (0.64)	3.79 (0.66)
โปรตีนนม	3.27 (0.56)	3.16 (0.52)	3.16 (0.51)	3.13 (0.55)
น้ำตาลแลคโตส	4.87 (0.85)	4.95 (0.83)	5.00 (0.82)	4.93 (0.88)
แร่ธาตุ	0.79 (0.14)	0.82 (0.14)	0.81 (0.13)	0.84 (0.15)
เนื้อนมไม่รวมไขมันนม	8.93 (1.55)	8.94 (1.49)	8.99 (1.47)	8.90 (1.58)
เนื้อนมรวม	12.82 (2.21)	13.09 (2.16)	13.07 (2.11)	12.69 (2.24)
ปริมาณน้ำนม (กิโลกรัม/วัน)	17.38	16.73	16.33	17.68
ปริมาณนมที่ปรับไขมันนม 4%[1/]	16.87	16.72	16.16	16.96
ปริมาณนมที่ปรับไขมันนม3.5%[2/]	18.24	18.08	17.47	18.33

1/ สูตรคำนวณ= [0.4 x ปริมาณน้ำนม (กก.)] + [15 x ปริมาณไขมันนม (กก.)]

2/ สูตรคำนวณ= [0.4324 x ปริมาณน้ำนม (กก.)] + [16.218 x ปริมาณไขมันนม (กก.)]

ที่มา: ศิริรัตน์ (2546)

ตารางที่ 8 ผลของการเพิ่มระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จต่อปริมาณไซยาไนด์ ไธโอไซยาเนท แลคโตเปอร์ออกซิเดส อะฟลาทอกซิน โซมาติกเซลล์ และจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

ผลการเพิ่มระดับมันเส้น	ระดับของมันเส้นในสูตรอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				
	0	12.6	25.2	37.7	SE
ปริมาณในอาหาร					
อะฟลาทอกซินในอาหาร(พีพีบี)	18.82	16.61	25.87	31.36	-
ไซยาไนด์ในอาหาร(พีพีเอ็ม)	0.03	0.23	0.44	0.65	-
ไซยาไนด์ที่สัตว์ได้รับ(มก./วัน)	$0.32^{ง}$	$3.46^{ค}$	$6.73^{ข}$	$10.45^{ก}$	1.09
ปริมาณในน้ำนมดิบ					
ไธโอไซยาเนท(พีพีเอ็ม)	$7.19^{ช}$	$8.72^{ช}$	$11.19^{ก}$	$11.6^{ก}$	2.41
แลคโตเปอร์ออกซิเดส(ยูนิต/มล.)	$8.92^{ค}$	$9.10^{ข,ค}$	$9.19^{ก,ข}$	$9.31^{ก}$	0.18
อะฟลาทอกซินรวม(พีพีบี)	$0.33^{จ}$	$0.29^{จ}$	$0.12^{ฉ,ช}$	$0.035^{ช}$	0.10
โซมาติกเซลล์(10^5 เซลล์/มล.)	2.66	2.65	2.50	2.33	1.37
จุลินทรีย์รวม(10^5 เซลล์/มล.)	2.40	2.31	2.06	1.48	0.98
จุลินทรีย์ที่ย่อยไขมัน(10^5 เซลล์/มล.)	2.18	1.45	1.14	0.83	1.00
จุลินทรีย์กลุ่มมีโซไฟล์(10^5 เซลล์/มล.)	3.04	2.95	2.60	1.91	0.99
จุลินทรีย์กลุ่มไซโครโทรป(10^4 เซลล์/มล.)	4.81	4.41	3.25	1.89	3.53
จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม(10^3 เซลล์/มล.)	$4.45^{จ}$	$4.34^{จ}$	$3.21^{ฉ,ช}$	$2.33^{ฉ}$	1.38
จุลินทรีย์กลุ่มเทอร์โมไฟล์(10เซลล์/มล.)	7.20	5.20	4.40	3.20	5.38
Salmonella spp.	0	0	0	0	-
Listeria monocytogenes	0	0	0	0	-

^{ก,ข,ค,ง} อักษรที่แตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

^{จ,ฉ,ช} อักษรที่แตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: ศิริรัตน์ (2546)

Sommart *et al.* (1996) ได้ศึกษาการย่อยได้อินทรีย์สารในมันสำปะหลัง ข้าวโพด ปลายข้าว และข้าวเปลือกบดในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อและกระบือ ร่วมกับการให้ฟางข้าวหรือปลายข้าวหมัก พบว่าการย่อยได้ที่ 48 ชั่วโมงสูงที่สุดของมันสำปะหลังและปลายข้าวเท่ากับ 94-96 เปอร์เซ็นต์ และ 93-99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งดีกว่าข้าวโพดและข้าวเปลือกบด ($P<0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 73-94 เปอร์เซ็นต์ และ 71-74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มันสำปะหลังจึงเป็นวัตถุดิบที่ย่อยได้ดี

Wanapat *et al.* (1996) ได้ทดสอบการใช้มันอัดเม็ดเป็นแหล่งพลังงานในโคเนื้อระยะขุน โดยให้มันอัดเม็ด 20, 32, 41 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร และใส่ยูเรีย 4 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร ซึ่งผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการใช้มันอัดเม็ดในโคเนื้อลูกผสมบราห์มันระยะขุน

ผลการใช้มันอัดเม็ด	ระดับมันอัดเม็ดในสูตรอาหาร (%)			
	20	32	41	50
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	172.00	172.20	172.00	175.00
อัตราการเจริญเติบโต (กก.)				
ระยะ 167 วัน	0.71	0.73	0.73	0.62
ระยะ 215 วัน	0.64	0.67	0.67	0.61
กรดไขมันระเหยง่าย (มิลลิโมล)	99.60	100.80	109.60	90.60
กรดอะซิติค	68.00	69.00	75.00	63.00
กรดโปรปีโอนิค	19.00	17.00	19.00	16.00
กรดบิวทิริค	10.00^{กค}	11.00^{กข}	13.00^{ข}	8.00^{ค}
ระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือด (มิลลิกรัม %)	14.00^{ก}	14.00^{ก}	12.00^{กข}	10.00^{ข}
เปอร์เซ็นต์ซาก (%)	43.80^{ก}	52.60^{ข}	56.00^{ข}	58.80^{ข}
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตารางนิ้ว)	7.70	12.30	11.50	10.60
ความหนาไขมัน (เซนติเมตร)	0.55	0.55	0.60	0.80

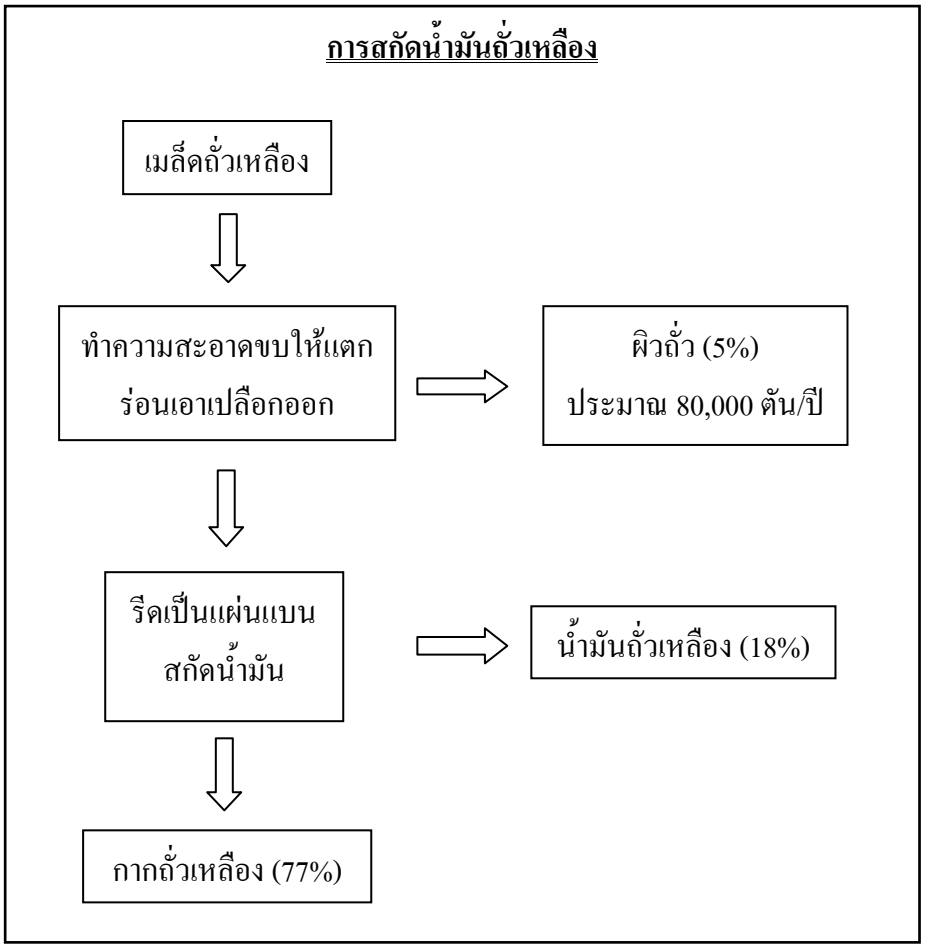
^{ก,ข,ค}อักษรที่แตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: Wanapat *et al.* (1996)

จากผลการทดลองพบว่าโคที่กินอาหารที่ใช้มันอัดเม็ดระดับ 41 เปอร์เซ็นต์ มีการเติบโตต่อวันในระยะ 167 และ 215 วัน ไม่แตกต่างกันกับอาหารที่ใช้มันอัดเม็ดระดับ 20 หรือ 32 เปอร์เซ็นต์ แต่โคที่กินอาหารอัดเม็ดระดับ 41 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันระเหยง่าย สูงกว่า ($P<0.05$) และพบว่ามีกรดบิวทิริคสูงกว่าโคที่กินอาหารมันอัดเม็ดระดับ 20 หรือ 32 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้มันอัดเม็ดในสูตรอาหารสูงขึ้นยังทำให้พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและเปอร์เซ็นต์ซากเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ขณะที่ระดับยูเรีย ไนโตรเจนในเลือดลดลง ($P<0.05$) จากผลการทดลองเห็นได้ชัดว่ามันอัดเม็ดเป็นแหล่งพลังงานหลักที่ดี สามารถย่อยในกระเพาะรูเมนได้สูง และสามารถใช้ยูเรียเป็นแหล่งไนโตรเจนในสูตรอาหารได้สูงขึ้น การใช้มันอัดเม็ดระดับ 41-50 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารโคเนื้อส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี มีกรดไขมัน ระเหยง่ายเหมาะสม และทำให้เปอร์เซ็นต์ซากดีด้วย

การใช้ผิวถั่วเหลือง (Soyhulls) ในอาหารโคเนื้อและโคนม

โดยทั่วไปถั่วเหลืองทั้งเมล็ดเมื่อนำมาสกัดน้ำมันจะได้น้ำมันถั่วเหลือง 18% กากถั่วเหลือง 77% และ ผิวถั่วเหลือง 5% ดังแสดงในภาพที่ 1 ในปี 2549 ประเทศไทยมีการนำเข้าถั่วเหลืองประมาณ 1,600,000 ตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) และ เมื่อนำมาไปสกัดเป็นน้ำมันถั่วเหลืองจะได้ผิวถั่วจากอุตสาหกรรมนี้ คิดเป็นปริมาณ 80,000 ตัน ผิวถั่วเหลือง (Soyhulls) เป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรม ที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างมากมาย คุณสมบัติโดยทั่วไปจะเป็นตัวดูดซึมไอออนของโลหะ (metal ion)ที่ดี และถูกใช้ทั้งในห้องปฏิบัติการและในกระบวนการกำจัดน้ำเสีย (Marshall & Champagne, 1995) ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารถูกใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมที่สำคัญสำหรับธาตุเหล็กและเยื่อใยในอาหารคน (Johnson *et al*., 1985) ส่วนในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ผิวถั่วเหลือง ได้ถูกใช้เป็นทางเลือกที่มีราคาถูกสำหรับเป็นแหล่งพลังงานและ/หรือแหล่งของเยื่อใยในอาหารสุกร (Gore *et al*., 1986) สัตว์ปีก (Muir *et al*., 1985) และกระต่าย (Martina) แต่คุณค่าทางอาหารในการนำมาใช้ในอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยวค่อนข้างต่ำ เพราะมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยที่สูง Kornegay (1978) รายงาน ประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุแห้ง พลังงาน และ โปรตีนหยาบของผิวถั่วในสุกรมีค่า 49.7%, 47.5%, 32% ตามลำดับ



ภาพที่ 1 การสกัดน้ำมันถั่วเหลือง
ที่มา: บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน)

แต่อย่างไรก็ตามในสัตว์กระเพาะรวม การหมักย่อยของผิวถั่วโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนทำให้ผิวถั่วเหลืองมีคุณค่าสูงในแง่ของเป็นแหล่งของพลังงาน ผิวถั่วถูกหมักย่อยในกระเพาะรูเมนได้ง่ายและมีค่าการย่อยได้ของสารอาหารทั้งหมดมากกว่า 70% (Faulkner *et al*., 1994) การให้ผิวถั่วเหลืองในรูปของเยื่อใยที่ให้พลังงานสูงนี้จึงมีประโยชน์เมื่อใช้เสริมในอาหารอาหารหยาบคุณภาพต่ำโดยไม่มีผลเสียเมื่อเทียบกับการเสริมด้วยอาหารข้นที่มีการหมักย่อยในกระเพาะรูเมนสูง เนื่องจากมีระดับเยื่อใยที่ต่ำ นอกจากนี้แล้วผิวถั่วเหลืองยังมีความน่ากิน และ ง่ายต่อขนส่งและเก็บรักษา ข้อเสียมีเพียงลักษณะที่บางเบาของผิวถั่วทำให้ปลิวได้ง่ายขณะขนย้ายและการเก็บรักษา

คุณค่าทางสารอาหารของผิวถั่วเหลือง

ผิวถั่วเหลืองมีระดับเยื่อใยที่สูง (67% NDF) และโปรตีนหยาบ 12.2% (NRC 1996) โดยเยื่อใยของผิวถั่วมีเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบหลัก (47% ของวัตถุแห้ง) และ เฮมิเซลลูโลสประมาณ 20% ของวัตถุแห้ง จากการตรวจเอกสารโดยทั่วไปผิวถั่วเหลืองมีค่าโปรตีนหยาบระหว่าง 9-16.5% และ NDF มีค่าระหว่าง 57-73.7% ค่าที่ผันแปรนี้เป็นผลมาจากขั้นตอนการผลิตจากโรงงาน

ผิวถั่วเหลือง มีการย่อยได้ดีในกระเพาะรูเมน เพราะมีองค์ประกอบลิกนิน ต่ำ (Garleb, 1987) Hsu *et al*. (1987) รายงาน ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (*in situ*) ของผิวถั่วเหลืองว่า มีค่า 90.6% ที่ 27 ชั่วโมง และสามารถย่อยได้หมดในกระเพาะรูเมนภายใน 36 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ Belyea (1989) ใช้วิธี *In vitro* เพื่อศึกษาการย่อยได้ พบว่าผนังเซลล์ของผิวถั่วเหลืองถูกย่อยอาหารได้อย่างสมบูรณ์ที่ 48 hr. ปริมาณการย่อยได้ของ NDF มีค่า 95% Kloplenstein & Owen (1987) อย่างไรก็ตามการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน (*in vivo*) ของวัตถุแห้ง และ NDF มีค่า 40.2% และ 52.4% ตามลำดับ เมื่อให้แกะกินผิวถั่วเหลืองเต็มที่โดยไม่มีหญ้าแห้งหรืออาหารข้นเพิ่มเติม (Hsu *et al*., 1987) การวัดค่าภายในกระเพาะรูเมน ปรากฏว่าค่าความเป็นกรดด่างมีค่า เป็น 5.36 หลังจากให้อาหาร 4 hr. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมต่อการทำงานของแบคทีเรียที่ย่อยเยื่อใย แสดงให้เห็นว่าค่าการย่อยที่ต่ำเกิดจากการหมักย่อยที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วของผิวถั่วเหลือง ทำให้เกิดความเป็นกรดภายในกระเพาะรูเมนแล้วมีผลทำให้การย่อยเยื่อใยต่ำลง Belyea *et al*. (1989) รายงานถึงอัตราการย่อย (*in vitro*) ของผนังเซลล์ของผิวถั่วเหลืองมีค่า 11.3% ต่อชั่วโมง แต่อัตราการย่อยของ NDF (*in situ*) จากการศึกษาของ Anderson (1987) และ Ludden (1995) มีค่า 7.5% และ 6.15% ต่อชั่วโมง ตามลำดับ

Hsu *et al*. (1987) พบว่าการย่อยได้ของผิวถั่วเหลืองในแกะที่กินผิวถั่วเหลืองอย่างเดียวมีค่า 79.8% สำหรับวัตถุแห้ง 71.6% สำหรับ NDF 71.8% สำหรับ ADF และ 61.0% สำหรับโปรตีนหยาบ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเดิมมีการรายงานค่าการย่อยได้ของเยื่อใยหยาบมีค่าแค่ 60% ใน แกะ หรือ โคขุน ที่ได้รับอาหารที่เป็นผิวถั่วเหลืองอย่างเดียว (Quicke *et al*., 1959) แต่ผิวถั่วที่ผ่านการอบไอน้ำ (Soybran flakes) และ การเพิ่มหญ้าแห้งหรือหญ้าหมักในอาหารที่มีผิวถั่วเป็นหลัก จะทำให้มีการเพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใยหยาบสูงขึ้น

ผิวถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานสูงเนื่องจากคุณสมบัติการย่อยได้ที่สูงขององค์ประกอบเยื่อใย ผิวถั่วเหลือง มี ค่าการย่อยได้ของโภชนะทั้งหมด (TDN) 77% พลังงานสุทธิเพื่อการเพิ่มน้ำหนัก 1.22 Meal/ kg และเพื่อการให้น้ำนม 1.77 Meal/kg ซึ่งเทียบเท่ากับที่ได้รับในข้าวโอ๊ต (NRC, 1984) Wagner *et al*. (1965) สรุปว่าผิวถั่วเหลืองมีคุณค่าเทียบเท่าข้าวโอ๊ตในอาหารโคนม Johnson *et al*. (1962)รายงานว่าผิวถั่วเหลืองมีค่าพลังงานเทียบเท่าข้าวโพดในโคสาวขุน ดังนั้นจึงถือได้ว่าผิวถั่วเหลือง (Soyhulls) เป็นวัตถุดิบอาหารแหล่งพลังงานมากกว่าที่จะเป็นวัตถุดิบอาหารหยาบถึงแม้จะมีองค์ประกอบเยื่อใยที่สูง Hintz (1964) จากการศึกษาในสภาพจำลองการทำงานกระเพาะรูเมนในห้องปฏิบัติการ Bach *et al*. (1996) พบว่าผิวถั่วเหลืองที่มีการหมักย่อยเป็นแหล่งพลังงานอย่างรวดเร็วมีคุณค่าเทียบเท่าข้าวโพดสำหรับแม่โคที่ได้รับหญ้าคุณภาพดีที่มีโปรตีนที่แตกตัวได้ดีในกระเพาะรูเมนสูง การเสริมอาหารที่หมักย่อยได้พลังงานอย่างรวดเร็วในกระเพาะรูเมนนี้ทำให้การเปลี่ยนโปรตีนจากหญ้าคุณภาพดีเป็นจุลินทรีย์โปรตีนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสัดส่วนของ กรดอะซีติกต่อกรดโปรไพโอนิก มีค่าสูงขึ้น ผิวถั่วเหลืองมีองค์ประกอบเยื่อใยที่สูงแต่เป็นเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นจึงไม่สามารถทดแทนในส่วนของอาหารหยาบจำนวนมากได้ (Grant, 1997) ค่าเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ (effective fiber) นี้หมายถึงความสามารถจริงๆของเยื่อใยในการกระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง การหลั่งน้ำลาย และ การเพิ่มของไขมันในน้ำนม (Stern and Ziemer, 1993) Firkins (1995) ได้อธิบายถึงสาเหตุที่แหล่งเยื่อใยที่ไม่ใช่หญ้าเช่นผิวถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพของเยื่อใย (effective fiber) ต่ำ คือ ผิวถั่วเหลืองจะมีขนาดที่เล็กและความหนาแน่นที่สูงเป็นผลให้อัตราการไหลผ่านเร็ว ดังนั้นเวลาที่อยู่ในกระเพาะรูเมนเพื่อการย่อยจึงน้อยลง ดังนั้นการให้ผิวถั่วเหลืองเป็นแหล่งเยื่อใยเพื่อทดแทนพืชอาหารสัตว์อาจมีผลเสียที่กระทบต่ออาหารอื่นๆ ด้วย

Harris (1991) วัดเวลาการเคี้ยวอาหารของวัว ที่ได้รับอาหารผิวถั่วเหลือง, ข้าวโพดหมัก และ ถั่วอัลฟัลฟา พบว่าสัตว์ใช้เวลา 8.8 นาที ต่อการเคี้ยวทุกๆ กิโลกรัมวัตถุแห้งของผิวถั่วเหลือง เมื่อเปรียบเทียบกับ ข้าวโพดหมัก และ ถั่วอัลฟัลฟา ซึ่งมีค่า 79.2 และ 61.6 นาที /กิโลกรัมวัตถุแห้งตามลำดับ เพียง 30% ของเยื่อใย ADF ของผิวถั่วเหลืองเป็นเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่อาหารหยาบชนิดอื่น ค่าเยื่อใย ADF เป็นเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพถึง 100% ผิวถั่วเหลืองนั้นมีขนาดเล็กและผ่านกระเพาะรูเมนได้เร็วจึงทำให้มีคุณสมบัติของการเป็นเยื่อใยต่ำ (Grant,1997) Nakamura and Owen (1989) พบว่าอัตราการผ่านกระเพาะรูเมนเพิ่มขึ้น 8% เมื่อคำนวณให้มีผิวถั่วเหลืองในอาหารเพิ่มขึ้น 2 เท่า (จาก 25 เป็น 48) Weidner and Grant (1994b) ทดแทนหญ้าหมักด้วย 25% ของผิวถั่วเหลืองในอาหารโคนม พบว่าผิวถั่วเหลืองทำให้ขนาดอาหารลดลงประมาณ 33% และ ลดเวลาในการเคี้ยวเอื้องอาหารประมาณครึ่งหนึ่ง อย่างไรก็ตามก็ไม่มีความแตกต่างในอัตราการไหลผ่าน

ระหว่างอาหารทดลอง ถึงแม้ว่าการเพิ่มหญ้าแห้งหญ้าในอาหารผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนหญ้าหมักแสดงอัตราการไหลผ่านที่ช้าลงประมาณ 16%

การให้ผิวถั่วเหลืองเป็นอาหารของโคเนื้อ

การให้ผิวถั่วเหลืองเป็นอาหารวัวเนื้อมีวัตถุประสงค์ 3 ประการคือ

1. เพื่อเป็นแหล่งอาหารเสริมพลังงานทางเลือก
2. ลดผลเสียที่มีต่อการย่อยได้อันเกิดจากการให้อาหารแป้งที่มีเยื่อใยต่ำ
3. ทดแทนส่วนของเยื่อใยในอาหาร

Allison *et al*. (1992) เปรียบเทียบการขุนโคเพศผู้ที่ได้รับอาหารพื้นฐานอาหารเป็นหญ้าเสริมด้วย ข้าวโพด-กากถั่วเหลืองหรือผิวถั่วเหลือง พบว่าวัวที่ได้รับอาหารจาก ผิวถั่วเหลือง มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 1.01 กิโลกรัม/วัน เทียบกับ 0.95 กิโลกรัม/วัน จากการเสริมข้าวโพด-กากถั่วเหลือง ค่าตอบแทนรายได้จากการให้อาหารผิวถั่วเหลืองสูงกว่าการให้ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง ประมาณ 10.78 $/100 กิโลกรัมของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากราคาที่ต่ำกว่าของผิวถั่วเหลือง จากการทดลองเพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของผิวถั่วเหลืองด้วยการเพิ่มระดับในอาหารจนโคได้รับมากถึง 7.27 กิโลกรัม/วัน ในวัวที่ได้รับหญ้าแห้งเป็นอาหารพื้นฐาน (Allison *et al*., 1995) พบว่าค่าเฉลี่ยการเพิ่มน้ำหนักของโคเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มผิวถั่วเหลืองในอาหาร แต่ผลตอบแทนสูงสุดอยู่ที่การให้ในระดับ 2.27 กิโลกรัม/วัน Thrift *et al*. (1993) รายงานว่าแม่โคที่ได้รับหญ้าแห้งเป็นอาหารพื้นฐานมีความต้องการผิวถั่วเหลืองในอาหารที่สูงกว่าเพื่อรักษาสภาพความสมบูรณ์ให้พร้อมสำหรับการให้ลูกต่อไป Faulkner *et al*. (1994) ได้ทดลองเสริมข้าวโพดและผิวถั่วเหลืองแก่ลูกวัวที่มีแม่ดูแลในทุ่งหญ้า 113 วัน พบว่าลูกวัวที่เสริมด้วยข้าวโพดหรือผิวถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตที่ไม่ต่างกัน ในขณะที่ Hibberd *et al.* (1986) พบว่าในแม่โคที่แทะเล็มหญ้าพื้นเมืองเสริมด้วยผิวถั่วเหลืองเสียน้ำหนักและความสมบูรณ์ของร่างกายน้อยกว่าแม่วัวที่ได้รับข้าวโพดเป็นอาหารเสริม หลังการทดลอง 117 วัน Hsu *et al.* (1987) รายงานผลการทดลองขุนโคในคอกโดยให้อาหาร ข้าวโพดและข้าวสาลีหมักที่เสริมด้วยผิวถั่วเหลืองมากถึง 50% มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักที่ไม่ต่างกับที่เสริมด้วยข้าวโพดอย่างเดียว Utley *et al*. (1993) รายงานว่า โคขุนเพิ่มน้ำหนัก 1.42 กิโลกรัม/วัน เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารพื้นฐานข้าวโพดที่มีผิวถั่วเหลือง15% แต่ Ludden *et al*. (1995) ศึกษาคุณค่าทางอาหารของผิวถั่วเหลืองที่ใช้ทดแทนข้าวโพดในสูตรอาหารโคขุนที่ประกอบด้วน

ข้าวโพด 95% พบว่าผิวถั่วเหลืองมีคุณค่าทางอาหารเทียบเท่าประมาณ 74-80% ของข้าวโพด การเสริมผิวถั่วเหลืองในหญ้าที่มีคุณภาพต่ำที่ให้แม่โคเนื้อ ช่วยเพิ่มการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และการกินได้ (Martin and Hibberd, 1987) Anderson *et al*. (1988) เปรียบเทียบการใช้ ผิวถั่วเหลืองกับข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานในระดับ 0, 25 หรือ 50% ของอาหาร สำหรับลูกโค พบว่า โคที่ได้รับข้าวโพดในระดับ50%ในอาหาร แสดงภาวะ pH ในกระเพาะรูเมนที่ต่ำกว่า 5.65 เมื่อเปรียบเทียบกับโคที่ได้รับผิวถั่วเหลืองที่แสดงการลดลงของ pH มาที่ 6.0 Grigsby *et al*. (1992) ใช้ผิวถั่วเหลืองแทนหญ้าบรอมแห้งในระดับ 0, 15, 30, 45 หรือ 60% ในการขุนโคพบว่า ความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยได้ สัดส่วนของกรดอะซีติกต่อกรดโปรไพโอนิก มีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับระดับการเพิ่มการให้ผิวถั่วเหลือง pH และ ความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน ลดลง เมื่อมีการให้ผิวถั่วเหลืองในระดับที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลเสียต่อการหมักย่อยในกระพะรูเมน Faulkner *et al*. (1994) พบว่าการแทนข้าวโพดด้วยผิวถั่วเหลืองทำให้ความเข้มข้นของกรดอะซิติก และ การย่อยเยื่อใย NDF และ ADFเพิ่มขึ้น แต่วัวที่ได้รับข้าวสาลีหมักเป็นอาหารพื้นฐานไม่แสดงความแตกต่างในแง่ของการหมักย่อยในกระเพาะรูเมน การย่อยได้ของวัตถุแห้งและเยื่อใย ไม่ว่าจะเสริมด้วยข้าวโพดหรือผิวถั่วเหลือง (Bernard *et al*., 1988) Edinwe and Owen (1989) ทดลองในสูตรอาหารที่มี 50% ข้าวโพดหมัก และ 50% อาหารข้น, พบว่าการแทนที่ของธัญพืชข้าวโอ๊ตและข้าวโพดด้วยผิวถั่วเหลืองไม่มีผลกระทบต่อการย่อยอาหาร วัตถุแห้งและเยื่อใย NDF แต่เพิ่มการย่อยได้ของเยื่อใย ADF Sarwar *et al*. (1991) พบว่าอัตราลดลงของการย่อยผิวถั่วเหลืองพร้อมกับการลดลงของค่าpH ในกระเพาะรูเมนในวัวสาวโฮลสไตน์ แสดงถึงผลกระทบของการให้ ผิวถั่วเหลืองระดับสูง Boggs (1996) ได้สรุปว่า ผิวถั่วเหลืองเป็นทางเลือกที่เยี่ยมยอดเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในอาหารโคขุนที่มีหญ้าหมักอย่างน้อย 40% โดยให้คุณค่าทางอาหารเทียบเท่าข้าวโพด หากมีการให้ในอาหารที่มีอาหารข้นสูงอาหารหยาบต่ำคุณค่าทางอาหารอาจลดลง

ผิวถั่วเหลืองมีเส้นใยอาหารสูงที่พร้อมสำหรับการย่อยในกระเพาะรูเมนของโคเนื้อโคนม ผิวถั่วเหลืองมีคุณค่าพลังงานเทียบเท่าเมล็ดธัญพืช การให้ผิวถั่วเหลืองในอาหารโคเนื้อโคนมช่วยลดผลเสียอันเกิดจากผลของการให้คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายในปริมาณสูงในสูตรอาหารข้น ที่ทำให้เกิดกรดภายในกระเพาะรูเมน การเสริมผิวถั่วเหลืองในอาหารโคเนื้อโคนมเพิ่มผลผลิตของสัตว์และเพิ่มผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจ หากผิวถั่วเหลืองมีราคาที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับวัตถุดิบแหล่งพลังงานอื่น เนื่องจากผิวถั่วเหลืองมีเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพเยื่อใยต่ำ (low in effective fiber) การใช้จึงควรระวังหากถูกใช้เป็นแหล่งของเยื่อใย

ในประเทศไทยมันเส้นเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย หาได้ทั่วไป และ ราคาถูก นิยมใช้ทั้งในอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์กระเพาะรวม แต่เนื่องจากในปัจจุบันราคา และ การหาได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีความไม่แน่นอน ดังนั้นหากเกษตรกรมีทางเลือกอื่นเพิ่มขึ้นจะทำให้มีความยืดหยุ่นในการปรับสูตรอาหาร หรือปรับต้นทุนค่าอาหารให้เหมาะสมได้ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีสมมุติฐานจากคุณสมบัติของผิวถั่วเหลืองที่สามารถถูกหมักย่อยได้ดีในกระเพาะรูเมนว่า เมื่อมีการใช้ผิวถั่วเหลืองในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในปริมาณที่เหมาะสมจะสามารถให้คุณค่าของพลังงานเทียบเท่ามันเส้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาหาการย่อยได้ของโภชนะของอาหารทดลอง

สัตว์ทดลอง

สุ่มแกะพื้นเมืองเพศผู้โตเต็มวัย น้ำหนักเฉลี่ย 26 กิโลกรัม อายุเฉลี่ย 1 ปี ออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design; CRD) โดยเลี้ยงบนกรงทดลองทดสอบการย่อยได้ (metabolic)

คอกทดลอง

กรงเดี่ยว พื้นเป็นลวดสานตาข่าย ขนาดกรง 50x150x140 เซนติเมตร สูงจากพื้น 0.5 เมตร มีที่ใส่อาหารและน้ำแขวนอยู่ด้านหน้ากรง มีที่รองรับมูลและปัสสาวะแยกกันอยู่ใต้กรงทุกกรง

อาหารทดลอง

อาหารสำเร็จรูป (Total mixed ration) ที่ใช้ในการทดลองมี 4 กลุ่ม ดังนี้

สูตรที่ 1 ใช้ผิวถั่วเหลือง (5%) และมันเส้น (45%) เป็นแหล่งพลังงานหลัก (CTR) (เป็นสูตรที่ทางฟาร์มใช้ประจำ)

สูตรที่ 2 ใช้ผิวถั่วเหลือง (10%) และมันเส้น (40%) เป็นแหล่งพลังงานหลัก (10SH)

สูตรที่ 3 ใช้ผิวถั่วเหลือง (15%) และมันเส้น (35%) เป็นแหล่งพลังงานหลัก(15SH)

สูตรที่ 4 ใช้ผิวถั่วเหลือง (20%) และมันเส้น (30%) เป็นแหล่งพลังงานหลัก (20SH)

อาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่มได้คำนวณให้มีระดับโปรตีนเท่ากันที่ 14% และค่าการย่อยได้ของโภชนะทั้งหมดที่ 78% ตามคำแนะนำโดย NRC (1984)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบ proximate analysis (A.O.A.C., 1990)
2. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบ Van Soest (Van Soest, 1982)
3. รางอะลูมิเนียมสำหรับรองเก็บปัสสาวะ
4. ถังพลาสติกเก็บรวบรวมปัสสาวะ
5. อุปกรณ์วัดปริมาตรปัสสาวะ
6. กรดซัลฟิวริกส์เข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเก็บปัสสาวะ
7. ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างมูล
8. ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างปัสสาวะ
9. เครื่องชั่งน้ำหนักอาหารและมูลขนาด 15 กิโลกรัม
10. เครื่องชั่งน้ำหนักสัตว์ขนาด 60 กิโลกรัม
11. ตู้เย็น -20 องศาเซลเซียส สำหรับเก็บรักษาตัวอย่าง

ตารางที่ 10 ส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนประกอบอาหาร (DM)	CTR	10SH	15SH	20SH
มันเส้น	45	40	35	30
ผิวถั่วเหลือง	5	10	15	20
ใบกระถิน	12	12	12	12
กากปาล์มเนื้อใน	17	17	17	17
กากโกโก้	3	3	3	3
กากน้ำตาล	6.75	6.75	6.75	6.75
ยูเรีย	0.25	0.25	0.25	0.25
พรีมิกซ์โคเนื้อ	6	6	6	6
หญ้าแพงโกล่าแห้ง	5	5	5	5
รวม	100	100	100	100

การทดลองที่ 2 ผลการใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซากของโคขุน และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Effects of Soyhulls as a Replacement for Cassava Chip in Diets on Growth Performance and Carcass Quality of Fattening Beef and Economic Return)

สัตว์ทดลอง

ใช้โคลูกผสมบราห์มันเพศผู้จำนวน 20 ตัว น้ำหนักตัวเริ่มต้นที่ 353.63 ± 2.94 กิโลกรัม อายุเฉลี่ย 8-12 เดือน ในแผนการทดลอง Completely randomized design; CRD) โดยเลี้ยงสัตว์ทดลองเพศผู้ที่มีขนาด อายุ และสายพันธุ์ใกล้เคียงกัน สุ่มให้ได้รับอาหาร 4 สูตร โดยแต่ละกลุ่มมีสัตว์ 5 ตัว

คอกทดลอง

คอกทดลองเดี่ยวขนาด 2x6x1.5 เมตร ในระบบโรงเรือนเปิด โคทุกตัวมีเครื่องหมายโดยการติดใบหู

อาหารทดลอง

เป็นอาหารสำเร็จรูป (Total mixed ration) เช่นเดียวกับที่ใช้ในการทดลองที่ 1

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบ proximate analysis (A.O.A.C., 1990)
2. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบ Van Soest (Van Soest, 1982)
3. เครื่องชั่งน้ำหนักโค
4. เครื่องชั่งน้ำหนักอาหาร

วิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาหาการย่อยได้ของโภชนะของอาหารทอลอง

การจัดการเลี้ยงดู

แกะทดลองถูกเลี้ยงบน Metabolic เดี่ยวในระบบโรงเรือนเปิด ให้อาหารวันละ 2 เวลา คือ 08.00 น. และ 16.00 น. ให้กินอย่างเต็มที่โดยแต่ละวันควรมีอาหารเหลือ 20% ในราง น้ำสะอาดใส่ถังให้กินตลอดเวลา ก่อนการทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในโดยใช้วิธีกรอกปาก และกำจัดพยาธิภายนอก พร้อมแต่งกีบให้เรียบร้อยก่อนนำแกะเข้าไปยืนใน metabolic cage

การเก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่างอาหาร

1. การทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะปรับอาหาร 7 วัน และได้รับอาหารทดลอง 21 วัน โดย 7 วัน สุดท้ายเป็นระยะเก็บข้อมูลการย่อยได้

2. การเก็บตัวอย่างอาหาร ชั่งและบันทึกอาหารที่เหลือจากการกินของแกะแต่ละตัวทุกครั้งก่อนให้อาหารครั้งถัดไป นำอาหารที่เหลือออกจากราง สุ่มตัวอย่างอาหารที่ให้สัตว์แต่ละตัวทุกวัน

3. การเก็บข้อมูล และปัสสาวะ ทำการเก็บในตอนเช้าของทุกวันก่อนการให้อาหารครั้งต่อไป ชั่งน้ำหนักมูล และวัดปริมาตรปัสสาวะที่เก็บในภาชนะที่ใส่กรดซัลฟูริก 25% (โดยปริมาตรจำนวน 100 มิลลิกรัม เพื่อป้องกันการระเหยของไนโตรเจน) เพื่อให้ปัสสาวะมีสภาพเป็นกรดที่ pH 3-4 สุ่มเก็บตัวอย่างมูลและปัสสาวะของแกะแต่ละตัวเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ประมาณ 10% ของทุกวันตลอดระยะการทดลอง ตามวิธีการของ อังคณา และดวงสมร (2532)

4. การชั่งน้ำหนักตัวสัตว์ทดลอง ก่อนเริ่มการทดลองทำการชั่งน้ำหนักสัตว์ก่อนการให้อาหารในตอนเช้าเพื่อใช้เป็นน้ำหนักเริ่มต้น และชั่งอีกครั้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. สุ่มเก็บตัวอย่างสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปทุกสูตรเพื่อวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของโภชนะต่างๆ ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า และโปรตีนหยาบ ตามวิธีของ A.O.A.C. (1990) และทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใย ADF และ NDF โดยวิธีของ Goering and Van Soest (1970)

2. นำมูลของแกะแต่ละตัวที่แช่ตู้เย็นเก็บไว้ตลอด 7 วัน ออกมาไว้ในอุณหภูมิห้องเพื่อให้ส่วนที่แข็งละลาย แบ่งตัวอย่างมูลเก็บไว้ในตู้เย็นส่วนหนึ่ง อีกส่วนนำมาวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีด้วยวิธี proximate analysis ปฏิบัติตามวิธีการของ A.O.A.C. (1990) และการวิเคราะห์องค์ประกอบผนังเซลล์พืชแบบ Van Soest (Van Soest, 1982)

3. นำปัสสาวะของแกะแต่ละตัวที่เก็บไว้ทั้งหมดมาละลายแล้วผสมกันให้ทั่ว เก็บไว้ในตู้เย็นประมาณ 20 มิลลิลิตร ส่วนที่เหลือนำมาวิเคราะห์หาไนโตรเจนเพื่อหาค่าสมดุลย์ของไนโตรเจน

การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะและค่าสมดุลไนโตรเจน

คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ และค่าสมดุลไนโตรเจนตามวิธีของอังคณา และดวงสมร (2532) โดยคำนวณได้จาก

$$\% \text{ การย่อยได้ของโภชนะ} = \frac{(\text{วัตถุแห้งของโภชนะที่กิน} - \text{วัตถุแห้งของโภชนะในมูล}) \times 100}{\text{วัตถุแห้งของโภชนะที่กิน}}$$

สมดุลไนโตรเจน = ปริมาณไนโตรเจนที่กิน – ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกในมูลและปัสสาวะ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลอง (Analysis of variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized Design; CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์ด้วยวิธี

Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SAS, 2003) โดยมีแบบหุ่นทางสถิติคือ

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

โดยที่ i = 1,2,3,4

j = 1,2,3,4

เมื่อ Y_{ij} คือค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลองที่ i ซ้ำที่ j

μ คือค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

τ_i คืออิทธิพลของสิ่งทดลองที่ i (i = 1,2,3,4)

ε_{ij} คือความคลาดเคลื่อนสุ่ม

สถานที่ทดลอง

1. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตนม สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มการทดลอง มกราคม 2550
สิ้นสุดการทดลอง มิถุนายน 2550

การทดลองที่ 2 ผลการใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซากของโคขุน และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Effects of Soyhulls as a Replacement for Cassava Chip in Diets on Growth Performance and Carcass Quality of Fattening Beef and Economic Return)

การจัดการการเลี้ยงดู

1. โคทุกตัวมีเครื่องหมายโดยการติดเบอร์หูและได้รับการถ่ายพยาธิตัวกลม และใบไม้ในตับ วัคซีนโรคคอบวม และโรคปากและเท้าเปื่อย พ่นยากำจัดพยาธิภายนอก และฉีดวิตามิน ADE

2. สัตว์ทุกตัวถูกขุนในคอกเดี่ยวโดยได้รับอาหารทดลอง และน้ำ อย่างเต็มที่

การเก็บข้อมูล

1. การทดลอง ใช้เวลา 100 วัน โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือระยะปรับสภาพสัตว์ 30 วัน ให้โคทุกตัวได้รับอาหารสูตรเดียวกันเป็นอาหารหลักเพื่อลดความแปรปรวนของน้ำหนักสัตว์เนื่องจากน้ำหนักตัวของโคที่ต่างกัน จากนั้นให้โคได้รับอาหารทดลองเป็นเวลา 90 วันโดยมีการปรับโคให้เข้ากับอาหารทดลองเป็นเวลา 7 วัน

2. การให้อาหารโควันละ 2 เวลา คือ 08.00 น. และ 16.00 น. ให้กินอย่างเต็มที่โดยแต่ละวันควรมีอาหารเหลือ 20% ในราง น้ำสะอาดใสถังให้กินตลอดเวลา วัดปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวันโดยวัดปริมาณอาหารที่ให้และที่เหลือต่อวัน

3. การชั่งน้ำหนักสัตว์ทดลอง ก่อนเริ่มการทดลอง ทำการชั่งน้ำหนักสัตว์เพื่อใช้เป็นน้ำหนักเริ่มต้น และชั่งอีกทุกเดือนจนเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการกินอาหาร โดยทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในแต่ละวันเพื่อนำไปหาปริมาณการกินอาหาร (Feed intake) ของแต่ละวันตลอดระยะเวลาการทดลอง

2. ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง

3. บันทึกน้ำหนักสัตว์ทดลองเพื่อใช้ในการคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily growth; ADG) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed conversion ratio; FCR)

4. บันทึกน้ำหนักสัตว์ก่อนเข้าโรงฆ่าสัตว์ น้ำหนักซาก ชิ้นส่วนและ อวัยวะภายใน เพื่อการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซาก

5. บันทึกราคาซื้อขายโคที่เข้าทดลอง ค่าใช้จ่ายเพื่อการขุนตลอดการทดลอง และ ราคาซื้อขายซาก ชิ้นส่วนและ อวัยวะภายใน เพื่อการคำนวณหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของโภชนะต่างๆ ได้แก่ วัตถุแห้ง เถ้า และโปรตีนหยาบตามวิธีของ A.O.A.C. (1990) และทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อใย ได้แก่ เยื่อใย ADF และ NDF โดยวิธีของ Goering and Van Soest (1970)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลอง (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SAS, 2003) โดยมีแบบหุ่นทางสถิติคือ

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

โดยที่ i = 1,2,3,4

j = 1,2,3,4

เมื่อ Y_{ij} คือค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลองที่ i ซ้ำที่ j

μ คือค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

τ_i คืออิทธิพลของสิ่งทดลองที่ i (i = 1,2,3,4)

ε_{ij} คือความคลาดเคลื่อนสุ่ม

สถานที่ทดลอง

1. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2. สุมิตรฟาร์ม อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี

3. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตนม สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มการทดลอง มกราคม 2550

สิ้นสุดการทดลอง มิถุนายน 2550

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาหาการย่อยได้ของโภชนะของอาหารทดลอง

1. องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

อาหารผสมสำเร็จรูป (Total mixed ration, TMR) ที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้หญ้าแห้งแพงโกลา ใบกระถินแห้งสับ และกากโกโก้ เป็นแหล่งเยื่อใยหลัก ร่วมกับวัตถุดิบอาหารข้นอื่นๆดังแสดงในตารางที่ 12 ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารผสมสำเร็จรูปในการทดลองนี้ มีค่าดังแสดงในตารางที่ 13 อาหารผสมสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร มีคุณค่าทางอาหารไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยวัตถุแห้งของสูตรที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 89.52, 89.74, 89.67 และ 89.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเยื่อใยลิกโนเซลลูโลส เท่ากับ 18.25, 20.50, 22.75 และ 25.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเยื่อใยผนังเซล (NDF) เท่ากับ 31.35, 34.20, 37.05 และ 39.90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนปริมาณโปรตีนรวม มีค่าเท่ากับ 13.08, 13.20, 13.68 และ 13.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าเยื่อใยผนังเซล (NDF) ในสูตรอาหารทดลองถึงแม้จะมีค่าไม่ต่างกันมากนัก แต่จากสูตรอาหารที่มีความแตกต่างกันในปริมาณของมันเส้นและผิวถั่วเหลือง ค่า NDF ในกลุ่มควบคุมน่าจะมาจากมาจากวัตถุดิบอื่นๆเป็นส่วนใหญ่ในสูตรอาหาร ในขณะที่กลุ่มที่มีการเพิ่มปริมาณของผิวถั่วเหลืองมากขึ้น ค่า NDF ส่วนใหญ่จึงน่าจะเป็นค่าที่มาจากองค์ประกอบ NDF ของผิวถั่วเหลืองที่มากขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 11 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบ (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	CTR	10SH	15SH	20SH
Dry matter	89.52	89.74	89.67	89.52
Crude protein	13.08	13.20	13.68	13.69
Organic matter	80.96	81.22	80.71	80.96
ADF	18.25	20.50	22.75	25.00
NDF	31.35	34.20	37.05	39.90

2. การกินได้

แกะที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้ง เฉลี่ยเท่ากับ 808.75, 813.78, 917.08 และ 984.72 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ (P=0.06) ในขณะที่ปริมาณการกินได้ของอินทรียวัตถุ เฉลี่ยเท่ากับ 654.07, 660.95, 740.67 และ 797.23 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยแกะที่ได้รับอาหารทดลองสูตร CTR, 10SH และ 15SH มีปริมาณการกินได้ต่ำกว่าสูตร 20SH ปริมาณการกินได้ของโปรตีนหยาบ เฉลี่ยเท่ากับ 105.92, 107.42, 125.46 และ 134.81 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แกะที่ได้รับอาหารทดลองสูตร 20SH มีการกินได้ของโปรตีนสูงสุด

ปริมาณการกินได้ของ ADF เฉลี่ยเท่ากับ 215.31, 218.58, 245.04 และ 258.49 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยแกะที่ได้รับอาหารทดลองสูตร CTR, 10SH และ 15SH มีปริมาณการกินได้ต่ำกว่าสูตร 20SH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ปริมาณการกินได้ของ NDF เฉลี่ยเท่ากับ 304.79, 311.43, 350.87 และ 373.01 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) การกินได้ของ NDF สูงขึ้นเมื่อมันเส้นถูกแทนที่ด้วยผิวถั่วเหลืองที่มากขึ้นและสูงสุดในกลุ่มที่ได้รับสูตร 20SH ที่มีค่า 373.01 กรัม วัตถุแห้ง ต่อวัน เมื่อเทียบกับกลุ่มที่1 ซึ่งมีค่า 304.79 กรัม วัตถุแห้ง ต่อวัน (ตารางที่ 12)

เหตุผล 2 ประการที่อธิบายการกินได้ของ NDF ที่สูงขึ้นมากในกลุ่มที่ได้รับ 20% ผิวถั่วเหลือง คือ การย่อยได้ที่มากกว่าของผนังเซลที่เป็นองค์ประกอบในผิวถั่วเหลือง (ภาพที่3) ที่เป็นผลทำให้อัตราการไหลผ่านของอาหารออกจากกระเพาะรูเมนได้เร็วขึ้นและทำให้สัตว์ทดลองมีการกินได้วัตถุแห้งและผนังเซลที่มากขึ้น และกลุ่มควบคุมมีเปอร์เซ็นต์มันเส้นสูงสุดดังนั้นการหมักย่อยแป้งที่ละลายได้ง่ายอย่างเร็วทำให้มีการสะสมกรดในกระเพาะรูเมนที่มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ โดยเฉพาะกลุ่มที่4 ที่มีปริมาณมันเส้นต่ำสุด การลดลงของ pH ในกระเพาะรูเมนมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการทำงานของแบคทีเรียที่ย่อยเยื่อใย (cellulolytic bacteria) (Miron et al., 2001) ที่เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกินได้

ตารางที่ 12 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง) และไนโตรเจน เมทาบอลิซึม ในแกะที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 ทรีทเมนต์

Item	CTR	10SH	15SH	20SH	SEM	*P*
Daily intake (g/day, dry matter basis)						
Dry matter	809.75	813.78	917.08	984.72	28.71	0.066
OM	654.07^{c}	660.95^{c}	740.67^{b}	797.23^{a}	15.86	<0.0001
Crude protein	105.92^{b}	107.42^{b}	125.46^{ab}	134.81^{a}	4.27	0.020
ADF	215.31^{c}	218.58^{c}	245.04^{b}	258.49^{a}	5.05	<0.0001
NDF	304.79^{b}	311.43^{b}	350.87^{a}	373.01^{a}	8.03	0.002
Digestibility (%)						
Dry matter	61.44	65.57	62.62	67.89	1.05	0.110
OM	61.91	66.18	63.21	68.56	1.07	0.102
Crude protein	52.19^{b}	58.38^{b}	58.76^{b}	66.35^{a}	1.62	0.005
ADF	29.32^{b}	39.60^{a}	29.59^{b}	39.91^{a}	1.60	0.002
NDF	39.26^{c}	44.80^{b}	41.34^{bc}	53.94^{a}	1.59	<0.0001
Nitrogen metabolism						
N intake (g/d)	16.95^{b}	17.19^{b}	20.07^{a}	21.57^{a}	0.57	0.0002
Fecal N (g/d)	7.96	6.91	8.42	7.22	0.30	0.29
Urinary N (g/d)	3.58^{b}	4.91^{a}	3.92^{b}	4.75^{a}	0.18	0.008
N retain (g/d)	5.40	5.36	7.74	9.60	0.76	0.138
N retain (% N intake)	30.95^{b}	24.79^{c}	38.91^{a}	44.42^{a}	2.16	<0.0001

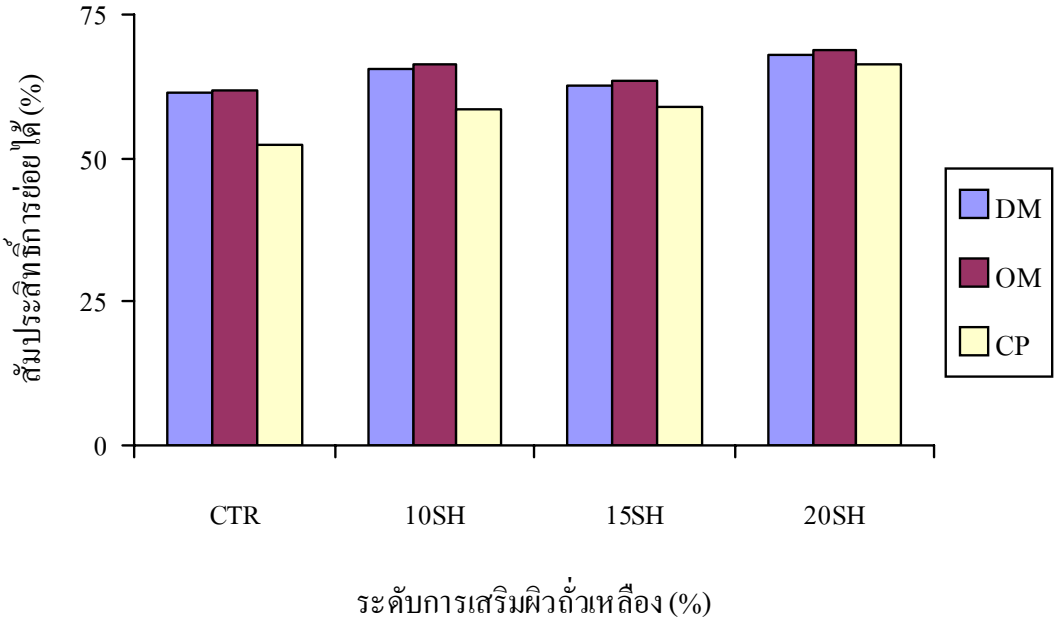
หมายเหตุ ^{a,b,c} อักษรกำกับที่แสดงความแตกต่างในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

3. การย่อยได้

แกะที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH มีการย่อยได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 61.44, 65.57, 63.62 และ 67.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีไม่นัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เช่นเดียวกับการย่อยได้ของอินทรียวัตถุที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 61.91, 66.18, 63.21 และ 68.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การย่อยได้ของโปรตีนหยาบ มีค่าเท่ากับเท่ากับ 52.19, 58.38, 58.76 และ 66.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยโคที่ได้รับอาหารทดลองสูตร CTR, 10SH และ 15SH ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีการย่อยได้ของโปรตีนหยาบที่น้อยกว่าสูตร 20SH (P<0.05) (ตารางที่ 12)

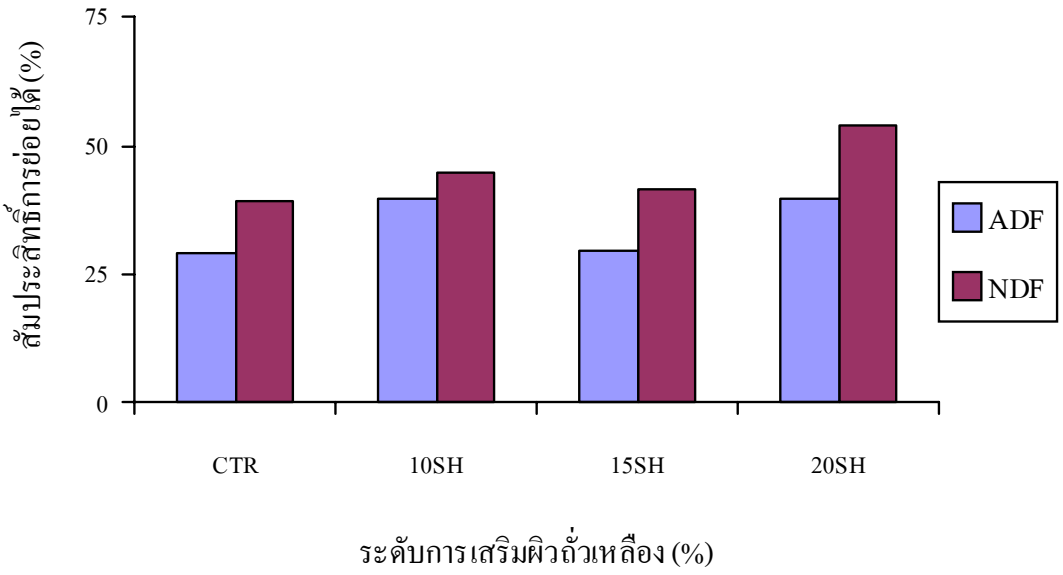
ผลของผิวถั่วเหลืองต่อการย่อยได้ของโภชนะขึ้นอยู่กับว่าผิวถั่วเหลืองถูกใช้เพื่อทดแทนวัตถุดิบพลังงานชนิดไหน แต่โดยทั่วไปแล้วเมื่อใช้เพื่อทดแทนเมล็ดธัญพืชที่มีการย่อยได้ของแป้งสูงจะไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้งและวัตถุอินทรีย์ (Titgemeyer, 2000) Mansfield and Stern (1994) รายงานว่าเมื่อข้าวโพดบดถูกทดแทนด้วยผิวถั่วเหลืองจะไม่มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนและความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายในกระเพาะรูเมนแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการหมักย่อยของอินทรียวัตถุไม่ต่างไปจากเมื่อสัตว์ได้รับข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงานหลักอย่างเดียว ในขณะที่ Ipharraguerre *et al*. (2002) ให้ข้อสังเกตุว่าถ้าหากแหล่งเยื่อใยในอาหารมีปริมาณและขนาดที่เอื้อต่อการย่อยได้ที่สูงจะทำให้การทดแทนข้าวโพดบดด้วยผิวถั่วเหลืองไม่มีผลกระทบต่อการย่อยได้ทั้งของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุ ส่วนผลของผิวถั่วเหลืองที่มีผลต่อการย่อยไนโตรเจนนั้น Ipharraguerre *et al*. (2002) รายงานว่าการทดแทนข้าวโพดด้วยผิวถั่วเหลืองมากถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งอาหาร ทำให้ ปริมาณไนโตรเจนที่ไม่ใช่แอมโมเนีย (NAN, non ammonia nitrogen) และ ไนโตรเจนในจุลินทรีย์ (microbial nitrogen) ที่ผ่านไปยังลำไส้เล็กไม่เปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ในขณะที่ Manfield and Stern (1994) พบว่า เมื่อทดแทนข้าวโพดด้วย ผิวถั่วเหลืองที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งอาหาร จะทำให้การหมุนเวียนของ Non Ammonia Nitrogen ไปยังลำไส้เล็กเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายถึงการผลิตแอมโมเนียไนโตรเจนลดลงอันเป็นผลมาจากการย่อยโปรตีนที่ลดลงในกระเพาะรูเมน แต่จากผลการทดลองในครั้งนี้เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามคือการย่อยได้ของโปรตีนหยาบในแกะที่ได้รับสูตร 20SH มีค่าสูงสุด ซึ่งให้ผลที่คล้ายกับการทดลองของ Weidner and Grant (1994) ที่พบว่าการย่อยได้ของโปรตีนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวโพดหมักถูกแทนที่ด้วยผิวถั่วเหลืองในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งอาหาร Stone (1996)

ได้สันนิษฐานว่าเมื่ออัลฟัลฟ่าหมักถูกแทนที่ด้วยผิวถั่วเหลืองในระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งอาหาร จะช่วยเพิ่มปริมาณเปปไทด์ในกระเพาะรูเมนส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนโดยจุลินทรีย์ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DM), อินทรียวัตถุ (OM) และโปรตีนหยาบ (CP) ของแกะ

แกะที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH มีการย่อยได้ของ ADF เท่ากับ 29.32, 39.60, 29.59 และ 39.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการย่อยได้ของ ADF ในแกะที่ได้รับอาหารทดลองสูตร CTR มีค่าต่ำสุด และ สูตร 20SH มีค่าสูงสุด ($P<0.05$) (ตารางที่ 12) เช่นเดียวกับการย่อยได้ของ NDF ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คือมีค่าเท่ากับ 29.32, 39.60, 29.59 และ 39.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยแกะที่ได้รับอาหารทดลองที่มีผิวถั่วเหลือง 20% (20 SH) มีค่าสูงสุด ($P<0.05$) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการย่อยได้ของ ADF และ NDF ของแกะ

ผิวถั่วเหลืองมีองค์ประกอบของค่าเยื่อใยผนังเซลที่สูงซึ่งจะมีการย่อยที่เพิ่มขึ้นหากความเป็นกรดและด่างมีค่าสูงพอเหมาะและไม่เปลี่ยนแปลงขึ้นลงเกินไป (Piwonka and Firkins, 1991) Joanning *et al*. (1981) อธิบายว่าการย่อยได้ผนังเซลที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจากการมีองค์ประกอบผนังเซลที่สูงของผิวถั่วเหลืองที่สามารถถูกย่อยได้ง่ายในกระเพาะรูเมน และการลดปริมาณแป้งธัญญพืชแล้วทดแทนด้วยผิวถั่วเหลืองจะช่วยลดผลเสียจากการหมักย่อยที่ทำให้เกิดกรดแลคติกหรือเป็นผลร่วมกันของทั้งสอง นอกจากนี้ผิวถั่วเหลืองยังมีองค์ประกอบลิกนินที่ต่ำด้วย

4. Nitrogen Metabolism

แกะที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH ได้รับไนโตรเจน เฉลี่ยเท่ากับ 16.95, 17.19, 20.07 และ 21.57 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสูตร CTR และ 10SH มีปริมาณการกินได้ไนโตรเจนที่น้อยกว่าสูตร 20SH ($P<0.05$) ค่า Urinary N เฉลี่ยเท่ากับ 3.58, 4.91, 3.92 และ 3.75 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ ค่า Fecal nitrogen เฉลี่ยเท่ากับ 7.96, 6.91, 8.42 และ 7.22 กรัมต่อวัน และ Nitrogen retain เฉลี่ยเท่ากับ 5.40, 5.36, 7.74 และ 9.60 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) Nitrogen retain (% Nitrogen intake) เฉลี่ยเท่ากับ 30.95, 24.79, 38.91 และ 44.42 กรัมต่อวัน ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดย N retain (% N intake) ในแกะที่ได้รับผิวถั่วเหลืองมีค่าสูงสุดเท่ากับ 44.42 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่มีค่า 30.95% (P<0.05)

แกะในกลุ่มที่ได้รับผิวถั่วเหลือง 20% มีการกินได้ของไนโตรเจนสูงในขณะเดียวกันก็มีการขับถ่ายไนโตรเจนออกมาในปัสสาวะสูงด้วย แต่อย่างไรก็ตาม N retain (% N intake) ของแกะในกลุ่มนี้มีค่าสูงสุด Sudweeks (1976) รายงานว่าการได้รับความร้อนระหว่างขบวนการผลิตผิวถั่วเหลืองทำให้คุณสมบัติขององค์ประกอบโปรตีนถูกย่อยได้ลดลงที่กระเพาะรูเมน ในขณะที่ Nakamura and Owen (1989) แสดงให้เห็นว่าโปรตีนในผิวถั่วเหลืองจะไหลผ่านไปถูกย่อยที่ลำไส้เล็กในสัดส่วนที่สูง เป็นผลทำให้มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเพื่อสะสมในร่างกายที่มากกว่าเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับการกินได้ไนโตรเจน

การทดลองที่ 2 ผลการใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซากของโคขุน และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

1. การเพิ่มของน้ำหนักตัว การกินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร

โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH มีน้ำหนักเริ่มต้นเท่ากับ 354.50, 347.40, 354.10 และ 348.80 กิโลกรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) เมื่อทดลองครบ 90 วัน พบว่าโคมีน้ำหนักสุดท้ายเท่ากับ 449.00, 435.00, 454.30 และ 450.00 กิโลกรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โคมีน้ำหนักเปลี่ยนแปลงทั้งหมดเท่ากับ 94.50, 87.60, 100.20 และ 101.20 กิโลกรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่โคที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตร 20SH มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสูงสุด ใกล้เคียงกับโคที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตร 15SH (ตารางที่ 13)

สำหรับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน พบว่า มีค่าเท่ากับ 1.15, 1.07, 1.22 และ 1.23 กิโลกรัมต่อวัน ในโคที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่โคที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตร 20SH มีแนวโน้มที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด โดยมีค่าใกล้เคียงกับโคที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตร 15SH

ตารางที่ 13 น้ำหนักตัว การกินได้ของโภชนะ และประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคทดลอง

Item	CTR	10SH	15SH	20SH	SEM	*P*
No. of Fattening Beef	5	5	5	5	-	-
Period of time (day)	90	90	90	90	-	-
Weight (kg.)						
Start weight	354.50	347.40	354.10	348.80	2.82	0.77
Final weight	449.00	435.00	454.30	450.00	5.33	0.63
Change weight	94.50	87.60	100.20	101.20	3.11	0.41
Grow weight (kg./day)	1.15	1.07	1.22	1.23	0.04	0.41
Daily intake (kg./day)						
DM	9.84	9.47	10.18	9.67	0.17	0.52
OM	7.97	7.69	8.22	7.83	0.14	0.58
CP	1.29	1.25	1.39	1.32	0.03	0.20
ADF	2.62	2.54	2.72	2.54	0.05	0.47
NDF	3.70	3.62	3.90	3.66	0.06	0.48
FCR	8.59	8.93	8.45	7.91	0.20	0.35

การกินได้ของโคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH พบว่า โคมีการกินได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 9.84, 9.47, 10.18 และ 9.67 กิโลกรัมต่อวัน การกินได้ของอินทรียวัตถุเท่ากับ 7.97, 7.69, 8.22 และ 7.83 กิโลกรัมต่อวัน การกินได้ของโปรตีนหยาบเท่ากับ 1.29, 1.25, 1.39 และ 1.32 การกินได้ของ ADF เท่ากับ 2.62, 2.54, 2.72 และ 2.54 และการกินได้ของ NDF เท่ากับ 3.70, 3.62, 3.90 และ 3.66 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH มีค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 8.59, 8.93, 8.45 และ 7.91 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตามโคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร 20SH มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มอื่นๆ

การทดลองในครั้งนี้ให้ผลไปในทิศทางเดียวกับการทดลองการใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนวัตถุดิบคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายอื่นๆเช่นเมล็ดข้าวโพดบด หรือข้าวฟ่างบด หรือเพื่อทดแทนพืชอาหารสัตว์ ในหลายการทดลอง จากการทดลองของ McDonnell *et al*. (1982) เพื่อศึกษาการขุนโคเนื้อที่ได้รับอาหารหยาบในสัดส่วนที่สูงคือ ต้นข้าวโพด แกนข้าวโพดบด และหญ้าบรอมแห้ง ในสัดส่วน 1:1:1 และมีกากถั่วเหลืองเป็นอาหารเสริมโปรตีน ส่วนอาหารเสริมพลังงานเป็นข้าวโพดบด หรือ ผิวถั่วเหลืองบด ในระดับ 0, 12.5, 25 หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า อัตราการเจริญเติบโต การกินได้วัตถุแห้ง หรือประสิทธิภาพการใช้อาหาร ไม่มีความแตกต่างกันในทุกระดับของการใช้ข้าวโพดบด หรือ ผิวถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงาน (ตารางที่ 14) แต่อย่างไรก็ตามโคขุนมีแนวโน้มการกินได้วัตถุแห้ง และ ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีกว่า และเมื่อศึกษาทดสอบการย่อยได้ (ตารางที่ 15) โดยใช้อาหารพื้นฐานเป็นต้นข้าวโพดเสริมด้วยกากถั่วเหลือง การให้ข้าวโพดบด หรือผิวถั่วเหลืองบดเป็นแหล่งพลังงานในระดับ 0, 12.5, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้การกินได้วัตถุแห้งของโคทดลองเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นจากการเสริมข้าวโพดบดหรือผิวถั่วเหลืองในทุกระดับ รวมถึงการย่อยได้วัตถุแห้งก็มีค่าที่เพิ่มขึ้นตามระดับของพลังงานที่เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้เมื่อหาความสัมพันธ์ของระดับการเสริมแหล่งพลังงานและค่าการย่อยได้เยื่อใยพบว่าการย่อยเยื่อใยมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเสริมผิวถั่วเหลืองในระดับที่เพิ่มขึ้นในขณะที่การเสริมข้าวโพดบดในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยลดลง การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าในอาหารโคขุนที่มีสัดส่วนของอาหารหยาบสูง โคขุนที่ได้รับผิวถั่วเหลืองจะให้ผลเป็นแหล่งของพลังงานที่เทียบเท่ากับโคขุนที่ได้รับข้าวโพดบดเป็นแหล่งพลังงาน Hibberd *et al*. (1987) ทดสอบการใช้ผิวถั่วเหลืองเป็นแหล่งพลังงานเพื่อทดแทนข้าวฟ่างบดในอาหารโคที่ขุน 107 วัน พบว่าการใช้ผิวถั่วเหลืองไม่มีผลทางลบต่อต่อสมรรถภาพการผลิตของโค ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผิวถั่วเหลืองสามารถใส่ในสูตรอาหารโคขุนได้มากถึง 25เปอร์เซ็นต์ ของแหล่งพลังงานโดยไม่มีผลเสียต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร ดังนั้นผิวถั่วเหลืองจึงน่าจะมีคุณค่าทางพลังงานเทียบเท่าข้าวฟ่างบด Ludden (1995) รายงานว่าคุณค่าทางอาหารของผิวถั่วเหลืองเทียบเท่า 74 เปอร์เซ็นต์ ของข้าวโพดบดเมื่อผิวถั่วเหลืองถูกผสมในอาหารโคขุนในปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้งโดยให้เหตุผลว่าค่าพลังงานของผิวถั่วเหลืองที่ต่ำกว่ามีสาเหตุจากการย่อยได้ที่ต่ำกว่า Hsu et al. (1987) รายงานจากการทดลองการใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนข้าวโพดบด (25 เปอร์เซ็นต์ หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง) ในอาหารที่มีสัดส่วนอาหารข้น:อาหารหยาบ 65:35 ว่าการเจริญเติบของโคขุนไม่มีความแตกต่างกัน แต่เพิ่มการกินได้และลดประสิทธิภาพการใช้อาหาร มีการศึกษาการใช้ผิวถั่วเหลืองทดแทนอาหารหยาบเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในโคนมโดย Underwood *et al*. (1998) ทดสอบการใช้ผิวถั่วเหลืองทดแทนหญ้าแห้งในระดับ 0, 15, 30 และ45 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารโคแห้งนม พบว่าแม่โคที่ได้รับอาหารที่มีผิวถั่ว

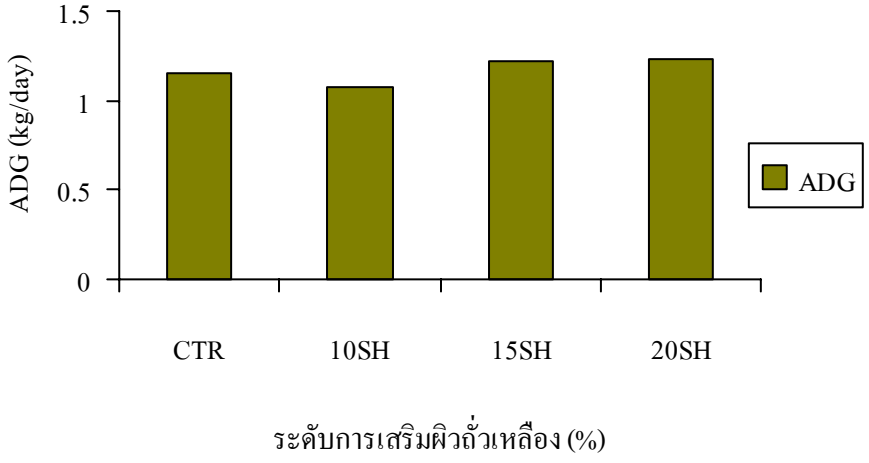
เหลือง 21 วันก่อนคลอด มีการกินได้หลังคลอดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยแม่โคที่ได้รับอาหารผิวถั่วเหลือง 30 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำนมสูงสุด การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าผิวถั่วเหลืองสามารถทดแทนหญ้าแห้งได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารโคนมก่อนคลอดและมีผลทำให้แม่โคนมให้น้ำนมสูงขึ้น Able-Caines *et al*. (1997) แสดงให้เห็นว่าส่วนผสมของถั่วเหลืองไขมันเต็มและผิวถั่วเป็นทางเลือกที่ใช้แทนเมล็ดฝ้ายได้ แม่โคนมที่ได้รับอาหารที่มี ถั่วเหลืองไขมันเต็ม 15 เปอร์เซ็นต์ และ 8 เปอร์เซ็นต์ ผิวถั่วเหลือง มีการกินได้ และ ผลผลิตน้ำนมไม่ต่างกับแม่โคนมที่ได้รับอาหารที่มี 15 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดฝ้าย ส่วนผสมของถั่วเหลืองไขมันเต็มและผิวถั่วจึงสามารถทดแทนเยื่อใยและพลังงานในเมล็ดฝ้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 14 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคขุนที่ได้รับอาหารหยาบเสริมด้วยข้าวโพดบด หรือผิวถั่วเหลืองบดในระดับต่างๆ (120 วัน)

	control	*12.5%C*	*12.5%SH*	*25%C*	*25%SH*	*50%C*	*50%SH*
n	36	18	18	18	18	18	18
ADG, Kg	0.48	0.66	0.68	0.76	0.78	0.98	0.90
DMT, kg	6.26	6.05	6.78	6.62	6.99	7.47	7.50
Feed/gain	13.04	9.17	9.97	8.71	8.96	7.62	8.33

ที่มา: McDonnell *et al*. (1982)

C: ข้าวโพดบด SH: ผิวถั่วเหลืองบด n: จำนวนโคทดลอง (ตัว)



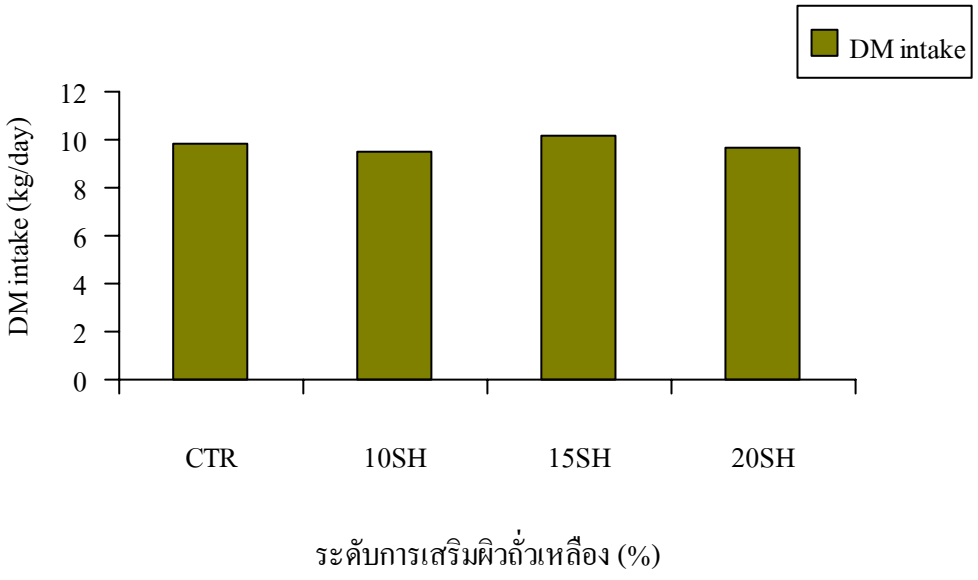
ภาพที่ 4 แสดงอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กิโลกรัม/วัน) ของโคขุน

ตารางที่ 15 การกินได้ การย่อยได้ และ อัตราการย่อยเยื่อใย ในโคขุนที่ได้รับอาหารหยาบเสริมด้วยข้าวโพดบด หรือ ผิวถั่วเหลืองบดในระดับต่างๆ

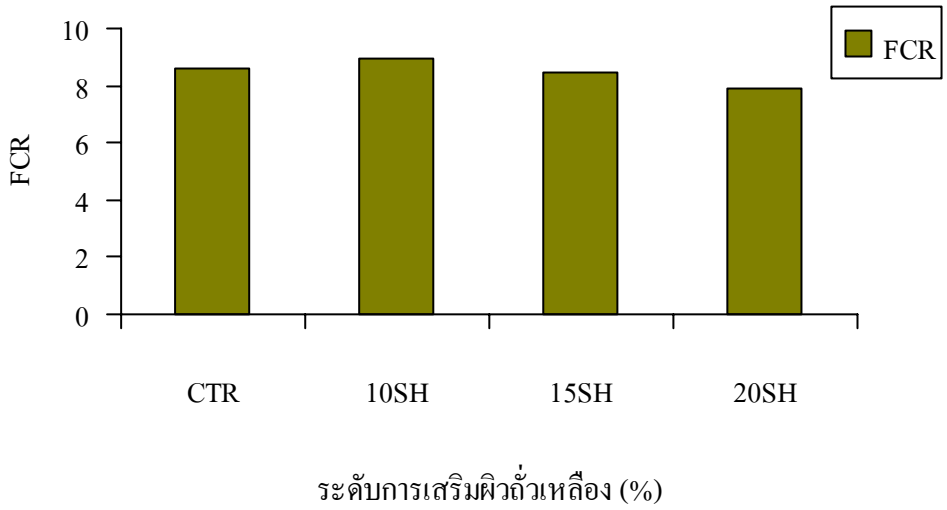
	control	*12.5%C*	*12.5%SH*	*25%C*	*25%SH*	*50%C*	*50%SH*
n	7	7	7	7	7	7	7
DMI, kg/d	5.2	5.7	5.6	5.9	6.1	6.7	7.0
DM Dig, %	53.7	57.3	56.4	61.1	59.3	65.9	63.6
Fiber Dig, %	49.7	47.1	52.5	47.0	56.1	39.5	61.7

ที่มา: McDonnell *et al*. (1982)

C: ข้าวโพดบด SH: ผิวถั่วเหลืองบด n: จำนวนโคทดลอง (ตัว)



ภาพที่ 5 แสดงอัตราการกินได้ของวัตถุแห้ง (กิโลกรัม/วัน) ของโคขุน

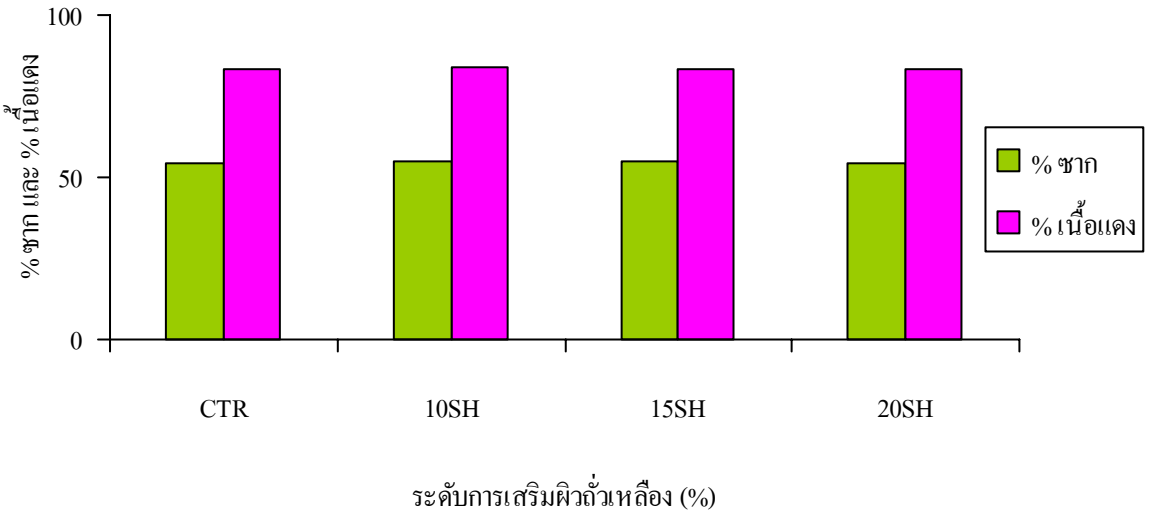


ภาพที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงอาหารเป็นน้ำหนักตัวของโคทดลอง

2. น้ำหนักซาก และอวัยวะภายใน

เมื่อครบกำหนดการทดลองที่ 90 วัน ได้ทำการชำแหละโคแบบสากล เพื่อทำการศึกษาซาก ซึ่งผลการศึกษาข้อมูลของซากจากการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 16 พบว่า โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีน้ำหนักสุดท้ายก่อนการชำแหละเท่ากับ 499.00, 435.00, 454.20 และ 450.00 กิโลกรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) น้ำหนักซากเท่ากับ 244.01, 239.27, 244.93 และ 245.72 กิโลกรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร 20SH มีค่าน้ำหนักซากสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตรอื่นๆ ในขณะกลุ่มที่มีน้ำหนักซากต่ำสุดคือ โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH น้ำหนักเนื้อแดงมีค่าเท่ากับ 202.70, 200.70, 204.46 และ 204.40 กิโลกรัม ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร 15SH และ 20SH มีค่าน้ำหนักเนื้อแดงสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตรอื่นๆ ในขณะกลุ่มที่มีน้ำหนักเนื้อแดงต่ำสุดคือ โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร 10SH เปอร์เซ็นต์ซากของโคขุนในกลุ่ม CTR, 10SH, 15SH และ 20SH มีค่าเท่ากับ 54.37, 54.95, 54.99 และ 54.61 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปทุกสูตรมีค่าเปอร์เซ็นต์ซากใกล้เคียงกัน ค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง เท่ากับ 83.09, 83.85, 83.49 และ 83.20 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จากการศึกษาผลการเสริมผิวถั่วเหลืองหรือรำสาลี 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ต่อน้ำหนักและ

คุณภาพซากในแพะเนื้อที่ได้รับหญ้าแห้งเป็นอาหารพื้นฐานพบว่าน้ำหนักซาก คุณภาพซากไม่มีความแตกต่างกัน เปอร์เซ็นต์ซากของแพะที่ได้รับผิวถั่วเหลืองและรำสาลีมีค่า 48.3 เปอร์เซ็นต์ และ 48.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักซากของแพะที่ได้รับหญ้าแห้งอย่างเดียวมีค่าต่ำสุด (P=0.05) (Moor *et al*., 2002)



ภาพที่ 7 แสดงเปอร์เซ็นต์ซากและเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงของโคขุน

ตารางที่ 16 น้ำหนักซาก และอวัยวะภายใน

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	CTR	10SH	15SH	20SH	SEM	*P*
มีชีวิต	449.00	435.00	454.20	450.00	5.34	0.64
ซาก (สด)	244.01	239.27	244.93	245.72	2.89	0.88
เนื้อแดง	202.70	200.70	204.46	204.40	2.35	0.95
หาง	2.61	2.33	2.60	2.39	0.09	0.59
หนัง	51.08	49.26	52.40	51.52	1.19	0.84
กระดูก	37.80	36.04	36.86	37.80	0.54	0.76
แข้งและกีบ	7.12	6.80	7.47	7.23	0.13	0.31
% ซาก	54.37	54.95	54.99	54.61	0.32	0.78

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ผิวถั่วเปลืองในอาหารสำเร็จรูป

ผลการวิเคราะห์ถึงต้นทุนและผลตอบแทนจากการขุนโคแสดงในตารางที่ 15 โดยคิดจากค่าใช้จ่ายของปัจจัยต่างๆ ที่ได้ดำเนินการตั้งแต่เริ่มต้นทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง องค์ประกอบของต้นทุนจำแนกเป็นค่าพันธุ์สัตว์ ค่าอาหาร และค่าใช้จ่ายอื่นๆ

3.1 ค่าพันธุ์สัตว์ทดลอง โคลูกผสมบรามันห์พื้นเมืองเพศผู้ราคากิโลกรัมละ 43 บาท โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH มีน้ำหนักเริ่มต้นทดลองเฉลี่ยเท่ากับ 354.50, 347.40, 354.10 และ 348.80 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยคิดเป็นค่าพันธุ์โคเท่ากับ 15,243.50, 14,938.20, 15,226.30 และ 14,998.40 บาทต่อตัว ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3.2 ต้นทุนค่าอาหาร คำนวณจากค่าวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในช่วงการทดลองที่แตกต่างกันคือมันเส้นและผิวถั่วเหลือง โดยมันเส้นในช่วงทำการทดลองมีราคา 4.10 บาท และผิงถั่วเหลืองมีราคา 3.60 บาท

3.3 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ คำนวณจากตารางการประมาณการต้นทุนการเลี้ยงโคขุน กรมปศุสัตว์ (2548) แบ่งค่าใช้จ่ายออกเป็นรายการดังนี้ ค่าแรงงานเท่ากับ 3 บาท/ตัว/วัน ใช้เวลาในการขุนโคทั้งหมด 90 วัน คิดเป็นค่าแรงในการเลี้ยงเท่ากับ 270 บาท/ตัว ค่ายาเวชภัณฑ์ 200 บาท/ตัว ค่าขนส่ง 460 บาท/ตัว และค่าใช้จ่ายอื่น เช่น ค่าไฟฟ้า, ค่าน้ำประปา, ค่าเสื่อมโรงเรือน เท่ากับ 100 บาท/ตัว ดังนั้นรวมค่าใช้จ่ายอื่นๆ เท่ากับ 1,030 บาท/ตัว ดังตารางที่ 15

สำหรับต้นทุนทั้งหมดของโคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร CTR, 10SH, 15SH และ 20SH เท่ากับ 20,686.20, 20,203.18, 20,768.98 และ 20,328.67 บาทต่อตัว ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) การใช้ผิวถั่วทดแทนมันเส้นในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปในการทดลองนี้ทำให้ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดที่คำนวณจากปริมาณการกินได้วัตถุแห้งทั้งหมดของโคในแต่ละกลุ่มการทดลองไม่ต่างกันมากนักเนื่องจากราคาวัตถุดิบมันเส้นมีราคาสูงกว่าผิวถั่วเล็กน้อย ในช่วงการทดลอง ค่ารายได้ที่หักจากต้นทุนทั้งหมด เท่ากับ 1,274,80, 1,331.30, 1,274.90 และ 1,785 บาทต่อตัว ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับการทดลองของ Allison and Poore (1993) ที่เปรียบเทียบการขุนโคตัวผู้ที่ได้รับอาหารพื้นฐาน

อาหารเป็นหญ้าเสริมด้วย ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง หรือผิวถั่วเหลือง พบว่าวัวที่ได้รับอาหารจาก ผิวถั่วเหลือง มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 1.01 กิโลกรัม/วัน เทียบกับ 0.95 กิโลกรัม/วัน จากการเสริมข้าวโพด-กากถั่วเหลือง ค่าตอบแทนรายได้จากการให้อาหารผิวถั่วเหลืองสูงกว่าการให้ข้าวโพด-กากถั่วเหลือง ประมาณ 10.78$/100 กิโลกรัมของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นอันนี้ เนื่องจากราคาที่ต่ำกว่าของผิวถั่วเหลือง

จะเห็นได้ว่าผลของระดับผิวถั่วเหลืองในสูตรอาหารสำเร็จรูปสูตร 20SH ที่โคได้รับมีผลกำไรที่ตอบแทนกลับมาสูงที่สุด โดยมีความต่างจากโคที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตรอื่นๆ ประมาณ 500 บาท (ตารางที่ 15) เปอร์เซ็นต์กำไรเท่ากับ 6.15, 6.50, 6.14 และ 8.76 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โคที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร 20SH มีเปอร์เซ็นต์กำไรที่ดีกว่า ส่วนโคที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตร CTR, 10SH และ 15SH มีเปอร์เซ็นต์ซากใกล้เคียงกัน

เนื่องจากในช่วงเวลาการทดลองราคาของวัตถุดิบผิวถั่วเหลืองได้เพิ่มสูงขึ้นมาใกล้เคียงกับราคาของวัตถุดิบมันเส้น ดังนั้นจากการที่เกษตรกรหันมาใช้มากขึ้น ผลตอบแทนในการทดลองในครั้งนี้จึงให้ผลไม่เด่นชัด หากว่าในอนาคตราคาของวัตถุดิบ มีการเคลื่อนไหวไปในทิศทางอย่างไร ราคาที่ขึ้นลงนี้จะถูกใช้เป็นตัวบ่งบอกในการตัดสินใจเลือกใช้วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดนี้เพื่อประกอบสูตรอาหารได้ แต่ทั้งนี้หากผิวถั่วเหลืองมีราคาที่ถูกกว่า การใช้ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดของการใช้ด้วย

ตารางที่ 17 ผลของระดับผิวถั่วเหลืองในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูป ต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

Item	CTR	10SH	15SH	20SH	SEM	*P*
ค่าพันธุ์สัตว์ (บาท/ตัว)	15,243.00	14,938.00	15,226.00	14,998.40	121.20	0.77
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)	4,063.50	3,766.80	4,308.60	4,315.60	133.50	0.41
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ (บาท/ตัว)	1,030.00	1,030.00	1,030.00	1,030.00	-	-
ต้นทุนทั้งหมด (บาท/ตัว)	20,686.20	20,203.18	20,768.98	20,328.67	172.30	0.63
น้ำหนักซาก (กิโลกรัม)	244.01	239.27	244.93	245.72	2.89	0.88
ราคาขาย (บาท/ตัว)	21,961.10	21,534.40	22,043.80	22,114.10	260.10	0.88
รายได้หักต้นทุน (บาท/ตัว)	1,274.80	1,331.30	1,274.90	1,785.90	152.10	0.61
% กำไร	6.15	6.50	6.14	8.76	0.74	0.57

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาการใช้ผิวถั่วเหลืองเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารสำหรับโคขุน ในอาหารสำเร็จรูปที่ระดับ 10 (10SH), 15 (15SH) และ 20 (20SH) กรัมต่ออาหาร 100 กิโลกรัม เพื่อเป็นแหล่งพลังงานทดแทนมันเส้น การย่อยได้ในกระเพาะรูเมน อัตราการให้เนื้อ คุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การทดลองหาการย่อยได้ในแกะได้ผลดังนี้ การกินได้ของอินทรียวัตถุ, โปรตีนหยาบ, ADF และ NDF มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนการกินได้ของวัตถุแห้งไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยแกะที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร 20SH มีค่าการกินได้ของอินทรียวัตถุ, โปรตีนหยาบ, ADF และ NDF สูงกว่าแกะที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตรอื่นๆ การย่อยได้ของโปรตีนหยาบ, ADF และ NDF มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างของการย่อยได้ของวัตถุแห้ง และการย่อยได้ของอินทรียวัตถุ โดยแกะที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปสูตร 20SH มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ, ADF และ NDF สูงกว่าแกะที่ได้รับอาหารสำเร็จสูตรอื่นๆ ปริมาณไนโตรเจนที่กินได้, ไนโตรเจนในปัสสาวะ และไนโตรเจนที่สะสมในร่างกาย (% ไนโตรเจนที่กินได้) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนไนโตรเจนในมูลและไนโตรเจนที่สะสมในร่างกาย (กรัม/วัน) ไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$)

ผลการทดลองในโคขุน พบว่า การกินได้ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารในอาหารสูตรต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โคขุนที่ได้รับอาหารทดลองสูตร 15SH และ 20SH มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกันและมากกว่ากลุ่มอื่นเล็กน้อย แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารของกลุ่ม 20SH ดีกว่าโคขุนที่ใช้อาหารทดลองสูตรอื่นๆ ทำให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดีกว่าโคขุนกลุ่มอื่นไปด้วย ส่วนน้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์ซาก มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ข้อเสนอแนะ

ผิวถั่วเหลืองมีเส้นใยอาหารสูงที่พร้อมสำหรับการย่อยในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีคุณค่าพลังงานเทียบเท่าเมล็ดธัญพืชหากใช้ในปริมาณที่เหมาะสม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าผิวถั่วเหลืองสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานเพื่อทดแทนมันเส้นในอาหารผสมสำเร็จรูปโคขุนได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ และลักษณะซาก การให้ผิวถั่วเหลืองทดแทนมันเส้นในอาหารผสมสำเร็จรูปโคขุนช่วยลดผลเสียที่เกิดขึ้นจากการให้คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายในปริมาณสูง มีองค์ประกอบโปรตีนที่ย่อยได้ในกระเพาะหมักสูงกว่า และสามารถเพิ่มผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจหากผิวถั่วเหลืองมีราคาที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับวัตถุดิบแหล่งพลังงานอื่น เนื่องจากผิวถั่วเหลืองมีเยื่อใยที่มีคุณสมบัติเป็นเยื่อใยที่มีประสิทธิภาพต่ำ (low effective fiber) การใช้จึงควรระวังหากถูกใช้เป็นแหล่งของเยื่อใย การศึกษาต่อไปเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดในการนำไปใช้ต้องการความชัดเจนในหัวข้อต่อไปนี้ คือ

1. เปอร์เซ็นต์การใช้ในอาหารสำเร็จที่มีสัดส่วนของอาหารข้นสูงและเยื่อใยต่ำ
2. ระดับสูงสุดที่ใช้ได้โดยไม่ทำให้เกิดผลเสีย
3. ระดับการใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารโคนมและผลที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2550. **สถิติปศุสัตว์ ประจำปี 2542-2550**. ฝ่ายประมวลผลและสถิติ, กองแผนงาน, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกรียงศักดิ์ สถาปนศิริ. 2533. **การย่อยได้ของแป้งจากข้าวเปลือกจ้าวบด ปลายข้าวเจ้า และมันสำปะหลังเส้นในแต่ละส่วนของทางเดินอาหารของโคนม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จินดา สนิทวงศ์, อุดมศรี อิทรโชติ, ธวัชชัย สุวรรณกำจาย, ศรัณยา วิทยานุภาพยืนยง และ ชาญชัย มณีดุล. 2528. **การใช้มันเส้นเป็นแหล่งพลังงานสำหรับโคขุน ใน ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 4 3-5 กรกฎาคม 2528**. กรุงเทพฯ.

จีระชัย กาญจนพฤฒิพงษ์, อุทัย คันโธ, สุกัญญา จัตตตุพรพงษ์ และ วิไลลักษณ์ ชาวอุทัย. 2542. **การใช้มันสำปะหลังทดแทนข้าวโพดเป็นอาหารข้นในแม่โครีดนม ใน รายงานผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ.

แจ่มจันทร์ นิคมรัตน์. **ผลการใช้ปูนขาวเพื่อเป็นแหล่งบัฟเฟอร์ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และภาวะวิการฝีที่ตับในโคขุนเพศผู้ตอน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฉลอง วชิราภากร, เมธา วรรณพัฒน์, นิโรจน์ ศรีสูงเนิน และ สุรชัย โค้งสุวรรณ. 2542. **ผลของระดับมันสำปะหลังในอาหารโคนมต่อการให้ผลผลิตน้ำนม**. วารสารวิจัย มข. 4(2): 29-36.

ปรารถนา พฤกษะศรี. 2532. **การเลี้ยงโคขุนเป็นอาชีพเสริม**. เอกสารเผยแพร่ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 32 หน้า.

ปรารถนา พฤกษะศรี. 2535. **คู่มือการเลี้ยงโคเนื้อฉบับชาวบ้าน**. ภาควิชาสัตวบาล. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 76 หน้า.

เมธา วรรณพัฒน์ และ ฉลอง วชิราภากร. 2533. **เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อและโคนม**. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 142 หน้า.

สมิต ยิ้มมงคล. 2533. **การเลี้ยงโคขุน**. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาสัตวบาล. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2549 = Agricultural Statistics of Thailand 2006**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ: 121 หน้า.

ศิริรัตน์ บัวผัน. 2546. **ผลของการเพิ่มระดับมันเส้นในอาหารผสมเสร็จต่อปริมาณโซมาติกเซลล์ จุลินทรีย์ อะฟลาท็อกซิน และเปอร์อ๊อกซิเดสในน้ำนมโค**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อังคณา หาญบรรจง และดวงสมร สินเจิมสิริ. 2532. **การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพอาหารสัตว์**. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

อุทัย คันโธ และ สุกัญญา จัตตตุพรพงษ์. 2545. **การส่งเสริมพัฒนาการผลิตและการตลาดมันเส้นสะอาด**. ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ และภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

Abel_Caines, S.F., R.J. Grant, and S.G. Haddad. 1997. **Whole cottonseeds or a combination of soybeans and soybean hulls in the diets of lactating dairy cows**. J. Dairy Sci. 80:1353.

Allison. 1997. 1997 and M.H. Poore. 1992. **By products feeding demonstration 1991-1992**. North Carolina State University. Waynesville, NC.

Allison, B.C. and M.H. Poore. 1993. **Feeding value of byproducts in hay-based diets for growing steers: Winter stocker demonstration 1991-1992**. North Carolina Anim. Sci. Rep. 245.p58.

Allison, B.C. McCraw and M.H. Poore. 1995. **Comparative value of feeding various levels of soyhuuls with a hay based ration to stoker calves**. North Carolina State University, Waynesville, NC.

Anderson, S.J., J.K. Merrill and T.J. Klopfenstein. 1998. **Soybean hulls as an energy supplement for the grazing ruminate**. J. Anim. Sci. 66:2965.

AOAC. 1990. **Official method of analysis, 13th Edition, Association of Analytical Chemists, Washington.DC**. Association of American Feed Control Officials. 1996. Official Publication. Atlanta, GA.

Bach, A., I.K. Yoon, M.D. Stern, H.G. Yung and H. Chester-Jones. 1996. **Energy supplementation sources for lush pasture**. USDFRC Research Summaries, USDA, ARS. p 108.

Belyea, R.J., B.J. Steevens, R.J. Restrpo and A.P. Clubb. 1989. **Variation in composition of by-product feeds**. J. Dairy Sci. 72:2339.

Bernard, J.K., and W.W. McNeill. 1991. **Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy coes**. J. Dairy Sci. 74:991-995.

Boggs, D.L. 1986. **Overcoming negative association effects in steer growting-finishing diets.** Proc. 186 Georgia Nutrition Conf. for feed Industry. pp 67. Univ. of Georgia.

Church, D.C. 1979. **Digestive Physiloogy and Nutrition of Ruminants**. V.I. O & B Books, Inc., Corvallis, Oregon, U.S.A. Schalk, A.F. and R.S. Amadon. 1928. North Dakota Bull. No. 216.

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

Edinwe, A.O. and F.G. Owen. 1989. **Relation of intake to digestibility of diets containing soyhulls and distillers sried grains.** J. Anim. Sci. 72:2752.

Faulkner, D.B., D.F. Hummel, D.D. Buskirk, L.L. Berger, D.F. Parrett and G.F. Comerk. 1994. **Performance and nutrient metabolism by nursing calves supplemented with limited or under limited corn or soyhulls.** J. Anim. Sci 72:470.

Firkins, J.L. 1995. **Fiber value of Alternative feeds. *In* Proc. 2Pnd Annual Alternative Feeds Symp.** pp 221. USDA, Allied Industries, and the University of Missouri-Columbia Extension Service. St. Louis, Mo.

Garlab, K.A., G.C. Fahey Jr., S.M. Lewis, M.S. Kerley and L. Montgomery. 1988. **Chemical composition and digestibility of fiber fractions of certain by product Feedstuffs fed to ruminants.** J. Anim. Sci. 66:2650.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. **In: Forage fibre analysis. USDA, Agric**. Handbook. pp.379.

Gore, A.M., E.T. Kornegay and H.P. Veit. 1986. **The effects of soybean oil on nursery air quality and performance of weaning pigs**. J. Anim. Sci. 63:1.

Grant, R.J. 1997. **Interactions among for-ages and nonforage fiber sources**. J. Dairy Sci. 80:1438.

Grigsby, K.N., M.S. Kerley, J.A. Paterson and J.C. Weigel. 1992. **Site and extent of nutrient digestion by steers fed a low quality brome grass hay diet with incremental levels of soybean hull substitution.** J. Anim. Sci. 70:1057.

Harris, B.Jr. 1991. **Value of high-fiber alternatives feedstuffs as extenders of roughage sources. In Proc. Natl. Symp**. Alternative feeds for Dairy and Beef Cattle. pp 138. E.R. Jordan, ed., Univ. Missouri, Columbia, MO.

Hibberd, C.A., C.C. Chase and C. Worthington. 1986. **Corn vs. soybean hull supplements for fall calving beef cows in winter.** Anim. Sci. Res. Rept., MP-118, pp 192, Oklahoma state Univ., Stillwater, OK.

Hibberd, C.A., F.T. McCollum, and R.R. Scott. 1987. **Soybean hulls for growing beef cattle. Okla. State. Univ.** Anim. Sci. Res. Rep. MP-119, p248.

Hintz, H.F., M.M. Mathias, H.F. Ley, Jr. and J.K. Loosli. 1964. **Effects of processing and of feeding hay on the digestibility of soybean hulls.** J. Anim. Sci. 23:43.

Hsu, J.T., D.B. Faulkner, K.A. Garleb, R.A. Barclay, G.C. Fahey, Jr., and L.L. Berger. 1987. **Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls and soybean hulls as roughage sources for ruminant.** J. Anim. Sci. 65:244.

Ipharraguerre, I.R., R.R. Ipharraguerre, and J.H. Clark. 2002a. **Performance of lactating dairy cows fed verying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain**. J. Dairy. Sci. 85:2905-2912.

Ipharraguerre, I.R., Z. Shabi, J.H. Clark, and D.E. Freeman. 2002b. **Ruminal fermentation and nutrient digestion by dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain.** J. Dairy. Sci. 85:2890-2904.

Joanning, S.W., Johnson, D.E., Barry, B.P. 1981. **Nutrient digestibility depression in corn silage-corn grain mixtures fed to steers.** J. Anim. Sci. 53:1095-1103.

Jonhson, C.D., M.F. Berry and C.M. Weaver. 1985. **Soybean hulls as an iron source for bread enrichment**. J. Food Sci 65:1275.

Jonhson, R.R., E.W. Klosterman and H.W. Scott. 1962. **Studies on the feeding value of soybean flakes for ruminants**. J. Anim Sci. 21:406.

Khajarern, J., S. Khajarern, K. Bunsiddhi and P. Sakiya. 1979. **Detertmination of basic chemical parameters of cassava root products of different origin, processing technology and quality.** pp13-32. In KKU-IDRC Cassava/Nutrition Project 1978 Annual Report, Khon Kaen University, KhonKaen, Thailand.

Khajarern, J., S. Khajarern, A. Sivapraphagon and L. Nandhapipat. 1982. **A survey on the changes in chemical composition of cassava root products in Khon Kaen region in 1980**. pp 22-29. In KKU-IDRC Cassava/Nutrition Project 1976 Annual Report, Khon Kaen University, KhonKaen, Thailand.

Klopfenstein, T.J. and F. Owen. 1987. **Soybean hulls. An energy supplement for ruminants**. Anim. Health Nutr. 43:28.

Kornegay, E.T. 1978. **Feeding value and digestibility of soybean hulls for swine**. J. Anim. Sci. 47:1272.

Ludden, P.A., M.J. Cecava, and K.S. Hendrix. 1995. **The value of soybean hulls as a replacement for corn in beef cattle diets formulated with or without added fat.** J. Anim. Sci. 73:2706.

Mansfield, H.R., and M.D. Stern. 1994. **Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows**. J. Dairy Sci. 77:1010-1083.

Marshall. W.E. and E.T. Chammpapne. 1995. **Agricultural byproducts as absorbents for metalions in laboratory prepared solutions and in manufactured.**

Martin, S.L. and C.A. Hibberd. 1987. **Intake and digestibility of low-quality native grass hay by beef cows fed graded level of soybean hulls**. Anim. Sci. Research rep., MP-119, pp 268, Oklahoma state Univ., Stillwater , OK.

McDonnell, M.L., T.J. Klopfendtein and J.K. Merrill. 1982. **Soybean hulls as energy source for ruminants.** Nebraska Beef Cattle Report MP. 43-54.

Miron, J., E. Yosef, and D. Ben-Ghedalia. 2001. **Composition and in vitro digestibility of monosaccharide constituents of selected byproduct feeds**. J. Agric. Food Chem. 49:2322-2326.

Moore, J.A., M.H. Poore, and J.M. Luginbuhl. 2002. **By-product feeds for mrat goat: effects on digestibility, ruminal environment, and carcass characteristics**. J. Anim. Sci. 80:1752.

Muir, W.M., J.C. Rogler and D.D. Linton. 1985. **Soymill feed as a fiber source to reduce energy in take in experimental diets.** Nutrition Reports. International. 32:737.

Nakamura, T. and F.G. Owen. 1989. **High amounts of soyhulls for pellets concentrate diets**. J. Dairy Sci. 72:988-994.

NRC. 1984. **Nutrient Requirements of Beef Cattle (6th Ed.).** National Academy Press, Washington, DC.

Oke, O.L. 1978. **Problem in the use of cassava as animal feed**. Anim.Feed Sci.Tech. 3:345-380.

Piwonka, E.J., and J.L. Firkins. 1996. **Effect of glucose fermentation on fiber digestion by ruminal microorganisms in vitro**. J. Dairy Sci. 79:2196-2206.

Quicke, G.V., O.G. Bentley, H.W. Scott, R.R. Johnson and A.L. Moxon. 1959. **Digestibility of Soybean Hulls and Flakes and the in Vitro Digestibility of the Cellulose in Various Milling By-Products**. Journal of Dairy Science Vol. 42 No. 1 185-186.

Sarwae, J., J.L. Firkins and M.L. Eastride. 1991. **Effect of replacing neutral detergent fiber of forage with soyhulls and and corn gluten feed for dairy heifer**. J. Dairy Sci. 74:1006.

SAS. 2003. **SAS/SATAT User' Guide**. SAS Instiute Inc., Carry, North Carolin.

Sommart, K., M. Wanapat, P. Rowlinson, D.S. Parker, P. Climee and S. Panishying. 2000. **The use of cassava chips as an energy source for lactating dairy cows fed with rice straw**. Asian-Aus. J. Anim. SCi. 13:1094-1101.

Sommart, K., M. Wanapat, D.S. Parker and P. Rowlinson. 1996. **Cassava chips as an energy source for lactating dairy cows fed with rice straw**. In Proceeding of the 8th AAAP Animal Science Congress. 2: 158. Tokyo: Japanese Society of Zootechnical Science.

Stern, M.D. and C.J. Zirmer. 1993. **Cornsider value, cost when selecting no forage fiber**. Feedstuffs. 65:2. pp 11.

Stone, W.C. 1996. **Applied topics in dairy cattle nutrition. 1. Soyhulls as either forage or concentrate replacement**. Ph.D. Thesis. Cornell Univ., Ithaca, NY.

Sudweeks, E.M. 1976. **Influence of type and amount of grain on digestibility of rations containing cottonseed hulls.** J. Dairy Sci. 59:907.

Thrift, T.A., C.A. Hibberd, G.E. Selk and L. Lee. 1993. **Interaction between supplemental protein and energy for lactating beef cows grazing dormant native grass.** Anim. Sci. Res. Rept., No. P-933. pp 124. Oklahoma State Univ., Stillwater, OK.

Titgemeyer, E.C. 2000. **Soy by-products as energy sources for beef and dairy cattle.** Pages 238-256 in Soy in Animal Nutrition. J.K. Drackley, ed. Fed. Anim. Sci. Soc., Savoy, IL.

Underwood, J.P., J.N. Spain, and M.C. Lucy. 1998. **The effects of feeding soy hulls in transition cow diet on lactation and performance of Holstein dairy cows.** J. Dairy Sci. 78 (Suppl. 1) :296.(Abstr.).

Utley, P.R., G.M. Hill and J.W. West. 1993. **Substitution of peanut skins for soy beanhulls in steer finishing diets containing recommended and elevated crude protein levels.** J. Anim. Sci. 71:33.

Van Soest P J. 1982. **Nutritional ecology of the ruminant.** Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.

Wagner, D.G., J.K. Loosli, H.F. Hintz and R.G. Warner. 1965. **Value of soybean flakes for milk production.** J. Dairy Sci. 48:553.

Wanapat, M., K. Sommart, K, S. Uriyapongson., W. Toburan., D.S. Parker and P. Rowlinson. 1996. **Effect of cassava pellet as energy source in finishing ration of beef cattle**. In Proceeding of the 8th AAAP Animal Science Congress. 2: 160. Tokyo Japanese Society of Zootechnical Science.

Weidner, S.J. and R.J. Grant. 1994a. **Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows**. J. Dairy Sci. 77:522-532.

Weidner, S.J. and R.J. Grant. 1994b. **Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lactating dairy cows**. J. Sairy Sci. 77:513-521.

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	เมธี สุกุลธนาศร
วัน เดือน ปี ที่เกิด	6 กันยายน 2521
สถานที่เกิด	อ.เลาขวัญ จ.กาญจนบุรี
ประวัติการศึกษา	1. วิศกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 2. รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการสุมิตรฟาร์ม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สุมิตรฟาร์ม 12 หมู่ 11 ต.เลาขวัญ อ.เลาขวัญ จ.กาญจนบุรี
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-