ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

สัตวบาล	สัตวบาล
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง อิทธิพลของการใช้อาหาร Partial Mixed Ration ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อ

Effects of Partial Mixed Ration on Fattening Performance, Carcass Quality and Economic Return in Beef Cattle

นามผู้วิจัย นางสาววลัยทิพย์ แก่นจันทร์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ศรเทพ ธัมวาสร, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ศาสตราจารย์สายัณห์ ทัดศรี, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, Dr.Sc.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

อิทธิพลของการใช้อาหาร Partial Mixed Ration ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อ

Effects of Partial Mixed Ration on Fattening Performance, Carcass Quality and Economic Return in Beef Cattle

โดย

นางสาววลัยทิพย์ แก่นจันทร์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วลัยทิพย์ แก่นจันทร์ 2553: อิทธิพลของการใช้อาหาร Partial Mixed Ration ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ศรเทพ ธัมวาสร, Ph.D. 83 หน้า

ศึกษาอิทธิพลของการใช้ Partial Mixed Ration (PMR) เป็นอาหารหยาบในการเลี้ยงโคเนื้อแทนฟางข้าวและวีนัสแทนกากน้ำตาล โดยใช้โคลูกผสมยุโรปและบราห์มันจำนวน 18 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 6 ตัว น้ำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 546.33±66.19 กิโลกรัม และน้ำหนักสิ้นสุดทดลองเฉลี่ย 644.17±79.81 กิโลกรัม (ช่วงสุดท้ายของระยะขุน) ใช้เวลาทดลอง 6 เดือน โดยโคกลุ่มที่ 1 ได้รับฟางข้าวและกากน้ำตาล (กินอย่างเต็มที่) ร่วมกับอาหารข้น กลุ่มที่ 2 ได้รับ PMR7%CP และวีนัส (กินอย่างเต็มที่) ร่วมกับอาหารข้น กลุ่มที่ 3 ได้รับ PMR12%CP และวีนัส (กินอย่างเต็มที่) ร่วมกับอาหารข้นวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design) โดยโคทุกตัวได้รับอาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาสมรรถภาพการผลิต พบว่า กลุ่มที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มที่ 3 และ 1 (P>0.05) มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณวัตถุแห้งที่ได้รับในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 1.81±0.11, 1.21±0.19 และ 1.25±0.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (P>0.05) จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าชีวเคมีในเลือด พบว่า กลูโคสในเลือดมีค่าอยู่ในช่วง 64.36-69.35 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดมีค่าอยู่ในช่วง 9.25-13.65 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีนมีค่าอยู่ในช่วง 199.09-238.28 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าอยู่ในช่วงที่ปกติ จากการศึกษาคุณภาพซาก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ความหนาไขมันสันหลัง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จากการศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ต้นทุนการผลิตค่าอาหารของกลุ่มที่ 1 สูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 เท่ากับ 10,179.64, 8,592.33 และ 9,129.81 บาท/ตัว ตามลำดับ และมีกำไรสุทธิ เท่ากับ 8,526.48, 9,374.07 และ 10,197.74 บาท/ตัว ตามลำดับ (P>0.05)

_____ _____ __/__/__

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Walaithip Kanjan 2010: Effects of Partial Mixed Ration on Fattening Performance, Carcass Quality and Economic Return in Beef Cattle. Master of Science (Agriculture), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Associate Professor Sornthep Tumwasorn, Ph.D. 83 pages.

Two formulae of Partial Mixed Ration (PMR) were fed to steers to compare performance to the normal feeding practice. Eighteen steers were divided into 3 groups each of 6 steers. Group 1 received concentrate and rice straw supplemented with molasses as normally practice. Group 2 received PMR7%CP and group 3 received PMR12%CP instead of rice straw together with vinasses. All cattle received 14 percent crude protein of concentrates. The Initial body weights of all steers averaged 546.33±66.19 kilograms and were finished at an average of 644.17±79.81 kilograms for the last 6 months feeding period. The experiment used repeated measure in Randomized Completely Randomized Design.

The results showed that steer in group 2 had higher average daily gain and body weight gain than those in groups 3 and 1 (P>0.05). Total dry matter intake was found to be 1.81±0.11, 1.21±0.19 and 1.25±0.09 % of body weight (P>0.05). Blood glucose was found to be 64.36-69.35 mg% and blood urea nitrogen was found to be 9.25-13.65 mg%. The triiodotyronine was found to be 199.09-238.28 mg% and both parameters were in normal range.

The carcass quality from these steers were found to be the same for dressing percentage, back fat thickness, loin eye area and retail cuts (P>0.05). It was found that group 1 had the highest cost of production than those of group 2 and 3 (10,179.64, 8,592.33 and 9,129.81 baht/head) and yield the net income of 8,526.48, 9,374.07 and 10,197.74 baht/head accordingly (P>0.05).

_____ _____ __/__/__

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ศรเทพ ธัมวาสร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ ทัดศรี รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ประสานพานิช และรองศาสตราจารย์ ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์รอง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการทดลอง และการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมชัย จันทร์สว่าง ประธานการสอบ และรองศาสตราจารย์ ดร. วิศิษฐิพร สุขสมบัติ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บริษัทมิตรผลวิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาล จำกัด ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณการศึกษาวิจัย ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ห้องปฏิบัติการตัดแต่งเนื้อสัตว์ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้สถานที่และอุปกรณ์ในการศึกษาทดลอง สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลางโพนยางคำ จำกัด สกลนคร ที่ให้การสนับสนุนในด้านสัตว์ทดลอง สถานที่ทดลอง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาทดลองรวมถึงนักวิชาการ เจ้าหน้าที่ และพนักงาน รวมทั้งพี่ๆ ปริญญาเอกของรองศาสตราจารย์ ดร. ศรเทพ ธัมวาสร ที่ช่วยเหลือให้งานทดลองสำเร็จลงได้

วิทยานิพนธ์เล่มนี้คงไม่สมบูรณ์ลงได้หากขาดความสนับสนุน และการให้กำลังใจจากคุณพ่อผ่อง-คุณแม่ละออง แก่นจันทร์ และครอบครัวที่ให้โอกาสและให้การช่วยเหลือในการศึกษาต่อระดับมหาบัณฑิตรวมถึงกำลังใจจาก พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ความดีหรือประโยชน์ที่ได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ผู้มีพระคุณ ตลอดจนนักวิชาการทุกท่านที่ค้นคว้าทดลองและรวบรวมความรู้เขียนขึ้นเป็นตำราต่างๆ ให้ข้าพเจ้านำมาใช้ประกอบในการศึกษาครั้งนี้

วลัยทิพย์ แก่นจันทร์

มีนาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	35
ผลและวิจารณ์	43
สรุปและข้อเสนอแนะ	58
สรุป	58
ข้อเสนอแนะ	59
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	60
ภาคผนวก	76
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1	จำนวนพื้นที่และจำนวนโคเนื้อในปี พ.ศ. 2551	4
2	สถิติโคเนื้อในประเทศไทยรายภาคปี พ.ศ. 2542-2551	5
3	ราคาวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตอาหารสัตว์ ปี พ.ศ. 2543-2552	7
4	องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของกากน้ำตาลเอทานอล (Vinasses) และกากน้ำตาล (Molasses)	9
5	คุณค่าทางโภชนะของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนรวมไหม เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนและเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนรวมไหมและซังหมัก	11
6	มาตรฐานของข้าวโพดหมักที่ดี	14
7	ค่าเฉลี่ยของคุณค่าทางโภชนะของอาหารที่ใช้ในการทดลอง	44
8	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริกของ PMR7%CP และ PMR 12%CP	45
9	ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อขุน	46
10	ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของกลูโคสในเลือด (BG) ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (BUN) และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (T_3) ของโคเนื้อขุน	50
11	ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคุณภาพซากโคเนื้อขุน	51
12	ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของซากเสี้ยวหน้า (Fore quarter) ของซากโคเนื้อขุน	53
13	ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของซากเสี้ยวหลัง(Hind quarter) ของซากโคเนื้อขุน	54
14	ค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคขุน (บาท/ตัว)	56

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1	Partial Mixed Ration	17
2	จุดต่างๆ ในการพิจารณารูปร่างโคที่ผ่านการขุน	26
3	ชิ้นส่วนซากโคสำหรับการตัดแต่ง	30

ภาพผนวกที่

1	เครื่องผสม PMR	77
2	รางน้ำและรางอาหารสำหรับโคทดลอง	77
3	ลักษณะ PMR ที่ใช้เลี้ยงโคทดลอง	78
4	การเจาะตัวอย่างเลือดโคทดลอง	78
5	ลักษณะซากโคทดลองที่ผ่านการตัดแต่งไขมันแล้ว	79
6	การตัดแบ่งซากเสี้ยวหน้า-หลังและชิ้นส่วนหลักของเนื้อโคขุนโพนยางคำ	80
7	ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซากและการใช้ประโยชน์ของเนื้อโคขุนโพนยางคำ	81
8	การให้อาหารโคทดลอง	82

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิทธิพลของการใช้อาหาร Partial Mixed Ration ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อ

Effects of Partial Mixed Ration on Fattening Performance, Carcass Quality and Economic Return in Beef Cattle

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเลี้ยงโคเนื้อเป็นจำนวนมากจากข้อมูลปี พ.ศ. 2545 มีโคเนื้อจำนวน 5,550,185 ตัว ต่อมาในปี พ.ศ. 2551 มีจำนวนโคเนื้อเพิ่มขึ้นถึง 9,112,093 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2552ข) เนื่องจากการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มสูงขึ้นจากความต้องการของประชากรในประเทศและต่างประเทศ การเลี้ยงโคเนื้อมีลักษณะการเลี้ยงครั้งละหลายๆ ตัวโดยมีรูปแบบการเลี้ยงเป็นลักษณะฟาร์มมากขึ้น รัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการเลี้ยงโคเนื้อ เพื่อให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงโคเนื้อเพื่อการค้ามากขึ้น (จุฑารัตน์ และญาณิน, 2548ก) การเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทยโดยทั่วไปจะใช้อาหารหยาบในรูปทุ่งหญ้าธรรมชาติหรือปลูกสร้างขึ้นเอง ส่งผลให้เกษตรกรมักจะประสบกับปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์สำหรับเลี้ยงสัตว์ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ แหล่งเงินทุนในการปลูกสร้างแปลงหญ้า พื้นที่แปลงหญ้าและอื่นๆ เป็นต้น ปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนพื้นที่ในการปลูกพืชอาหารสัตว์ 2,004,219 ไร่ คิดเป็น 6.03 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ถือครอง และมีพื้นที่ทุ่งหญ้าสาธารณะทั้งหมด 3,744,035 ไร่ คิดเป็น 11.26 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ถือครอง (กองอาหารสัตว์, 2552ก) ขณะที่จำนวนโคเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทำให้เกษตรกรประสบกับปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้งเกษตรกรจึงต้องหันไปใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบแทนซึ่งมีคุณภาพต่ำ การใช้อาหารข้น (concentrate) และอาหารหยาบสำเร็จรูป (total mixed ration) จึงเป็นที่นิยมใช้เป็นอาหารสัตว์มากขึ้นแต่มีราคาค่อนข้างสูงทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์สูงขึ้น การนำผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรต่างๆ เช่น โรงงานแปรรูปข้าวโพดอ่อน โรงงานผลิตข้าวโพดหวานกระป๋อง โรงงานผลิตน้ำตาลทราย และโรงงานผลิตเอทานอล เป็นต้น ซึ่งจะมีผลพลอยได้ เช่น เศษข้าวโพด ซังข้าวโพด ชานอ้อย และกากน้ำตาลเอทานอล (Vinasses) เป็นต้น เป็นจำนวนมากจากศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่า สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ การศึกษาในครั้งนี้จึงได้นำผลพลอยได้ดังกล่าวมาผลิตเป็นอาหารหยาบหมักชนิดใหม่ เรียกว่า อาหาร Partial mixed ration (PMR)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเพื่อใช้ในช่วงขาดแคลนอาหารหยาบอื่นๆ ได้ รวมทั้งมีคุณค่าทางโภชนะที่มีความสม่ำเสมอสามารถใช้เป็นอาหารเลี้ยงโคเนื้อได้ (ศรเทพ, 2550)

ดังนั้นการศึกษาอิทธิพลของการใช้อาหาร Partial mixed ration ในการเลี้ยงโคเนื้อทำให้ทราบถึงสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่เกษตรกรได้รับจากการการเลี้ยงโคเนื้อเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในการเลือกใช้อาหารหยาบของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อโดยใช้ PMR7%CP และ PMR12%CP เพื่อศึกษาลักษณะดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของ PMR7%CP และ PMR12%CP ที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ ปริมาณการกินได้ การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงของค่าโลหิตวิทยา ได้แก่ กลูโคสในเลือด ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน

2. เพื่อศึกษาคุณภาพซากของโคเนื้อที่ได้รับ PMR7%CP และ PMR12%CP ได้แก่ น้ำหนักซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ความหนาของไขมันสันหลัง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่ง

3. เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อที่ได้รับ PMR7%CP และ PMR12%CP

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

สถานการณ์การเลี้ยงโคเนื้อและพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์

การเลี้ยงโคเนื้อมีมาเป็นเวลานานโดยการใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบ ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั้งในยุโรป สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลียว่าการเลี้ยงโคเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนการผลิตต่ำต้องเลี้ยงด้วยอาหารหยาบเป็นหลักโดยอาหารหยาบที่สำคัญสำหรับโค คือ หญ้าสด (จุฑารัตน์และญาณิน, 2548) แต่ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์และพื้นที่ทุ่งหญ้าสาธารณะไม่เพียงพอต่อจำนวนโคเนื้อที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง เกษตรกรจึงต้องหันไปใช้ฟางข้าวแทนการใช้หญ้าสดเลี้ยงโคเนื้อ

ตารางที่ 1 จำนวนพื้นที่และจำนวนโคเนื้อในปี พ.ศ. 2551

	ภาค				รวม	%
	เหนือ	อีสาน	กลาง	ใต้		
พื้นที่ (ไร่)						
-ถือครอง	4,771,269	21,726,507	3,584,245	3,172,825	33,254,839	100
-พืชอาหารสัตว์	302,877	2,463,739	2 74,982	46,446	2,004,219	6.03
-ทุ่งหญ้าสาธารณะ	958,868	2,463,739	274,982	46,445	3,744,035	11.26
โคเนื้อ (ตัว)						
-โคเนื้อทั้งหมด	1,847,601	4,931,389	1,553,668	779,435	9,112,093	100
-โคพื้นเมือง	1,231,405	3,609,177	852,730	672,308	6,365,620	69.86
-โคพันธุ์/ลูกผสม	616,196	1,322,212	700,938	107,127	2,746,473	30.14
ผู้เลี้ยงโคเนื้อ[1]	154,168	887,702	110,289	179,402	1,331,561	

หมายเหตุ [1]หน่วย: ครัวเรือน

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2552ก)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากจำนวนปศุสัตว์ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 ของกรมปศุสัตว์ รายงานว่า ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ 2,004,218.61 ไร่ คิดเป็น 6.03 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ถือครองและมีพื้นที่ทุ่งหญ้าสาธารณะ 3,744,035.32 ไร่ คิดเป็น 11.26 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ถือครอง ขณะที่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์มีจำนวน 1,331,561 ครัวเรือน (กรมปศุสัตว์, 2552ก) ซึ่งศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์ รายงานว่า ช่วงปี พ.ศ. 2542-2551 มีแนวโน้มจำนวนโคเนื้อที่เพิ่มขึ้นทุกปี (กรมปศุสัตว์, 2552ข) โดยในปี พ.ศ.2551 มีจำนวนโคเนื้อสูงถึง 9,112,093 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2552ก และกรมปศุสัตว์, 2552ข) เนื่องจากปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อมีการพัฒนาเป็นการเลี้ยงเชิงธุรกิจมากขึ้นและความต้องการของผู้บริโภคเนื้อมีเพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 2 สถิติโคเนื้อในประเทศไทยรายภาคปี พ.ศ. 2542-2551

ปี พ.ศ.	ภาค				
	กลาง	อีสาน	เหนือ	ใต้	รวม
2542	855,232	2,219,437	875,403	685,669	4,635,741
2543	849,237	2,522,961	943,251	585,165	4,900,614
2544	1,022,264	2,573,233	1,025,750	606,357	5,227,604
2545	936,075	2,910,823	1,132,292	570,995	5,550,185
2546	984,069	3,078,149	1,297,460	556,645	5,916,323
2547	1,001,425	3,693,782	1,326,987	646,138	6,668,332
2548	1,296,820	4,092,206	1,636,851	770,395	7,796,272
2549	1,315,270	4,316,949	1,564,797	839,041	8,036,057
2550	1,516,298	4,501,769	1,953,406	876,919	8,848,392
2551	1,553,668	4,931,389	1,847,601	779,435	9,112,093

หมายเหตุ หน่วย: ตัว

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมปศุสัตว์ (2552ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานการณ์ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์

จากสถานการณ์ปัจจุบันราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์มีแนวโน้มที่สูงขึ้น เนื่องจากการนำเข้าวัตถุดิบจากต่างประเทศและพื้นที่ปลูกวัตถุดิบอาหารสัตว์มีน้อยลง เช่น พื้นที่ปลูกข้าวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และมันสำปะหลัง เป็นต้น อีกทั้งมีการนำวัตถุดิบบางชนิดไปผลิตเป็นพลังงานทดแทน เช่น มันสำปะหลังและกากน้ำตาล เป็นต้น พรศิลป์ (2550) รายงานว่า กากถั่วเหลือง ปลาป่น ข้าวโพด จัดเป็นวัตถุดิบ 3 ชนิด ที่มีผลกระทบต่อต้นทุนการเลี้ยงสัตว์คิดเป็น 70-80 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการใช้ผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งปัจจัยหลักที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงราคา ได้แก่ ปริมาณผลผลิต ปริมาณความต้องการของตลาดโลกและค่าเงินบาท โดยเงินบาทที่แข็งค่าขึ้นจะเอื้อต่อการนำเข้าวัตถุดิบซึ่งในแต่ละปีมีการนำเข้าวัตถุดิบข้าวโพดและกากถั่วเหลืองรวมกันประมาณ 3 ล้านตัน/ปี (พรศิลป์, 2550) ปัจจุบันกากถั่วเหลืองมีราคา 16.45 บาท/กิโลกรัม ซึ่งมีราคาที่สูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2543 ประมาณ 7 บาท/กิโลกรัม ปลาป่นราคา 31.58 บาท/กิโลกรัม มีราคาเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2543 ประมาณ 14.99 บาท/กิโลกรัม และปัจจุบันข้าวโพดราคา 6.95 บาท/กิโลกรัม ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2543 ประมาณ 2.15 บาท/กิโลกรัม จากราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาที่เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 3) ส่งผลให้ราคาอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการเลี้ยงโคเนื้อสูงขึ้นตามไปด้วย

จากการขยายตัวของธุรกิจการเลี้ยงโคเนื้อของประเทศไทยที่เพิ่มสูงขึ้น แต่ในขณะเดียวกันมีปริมาณพื้นที่ทุ่งหญ้าสาธารณะและพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ไม่เพียงพอต่อจำนวนโคเนื้อที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งราคาอาหารข้นที่สูงขึ้นตามทิศทางของราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ ส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์ที่สูงขึ้น สำหรับประเทศไทยอาหารหยาบที่นิยมใช้ในการเลี้ยงโคเนื้อ ได้แก่ หญ้าสด เปลือกสับปะรด ฟางข้าว และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เช่น ยอดอ้อย เปลือกข้าวโพด ต้นข้าวโพดอ่อน เป็นต้น (กรมปศุสัตว์, 2550) การเลือกใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรเพื่อเป็นอาหารหยาบ จะต้องคำนึงถึงปริมาณเยื่อใยที่ไม่ละลายในดีเทอเจนที่เป็นกลาง (NDF) ที่เป็นองค์ประกอบด้วย (Ferkins, 1997) ซึ่งในอาหารโคเนื้อควรมีระดับ NDF ไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยรักษาความเป็นกรด-ด่าง ในกระเพาะและการย่อยได้ของอาหาร ตลอดจนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนให้อยู่ในสภาวะปกติ (NRC, 1984) เพื่อให้เกิดกระบวนการหมักย่อยอาหารที่มีประสิทธิภาพ การใช้อาหารข้น (concentrate) เลี้ยงโคเนื้อขุนเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้โคมีน้ำหนักส่งโรงฆ่าสัตว์ตามที่ต้องการและได้เนื้อที่มีไขมันแทรก (marbling) เกษตรกรจึงต้องใช้อาหารข้นที่มีระดับพลังงาน และระดับโปรตีนที่เหมาะสมกับความต้องการของโคในช่วงระยะต่างๆ ของการขุน (จุฑารัตน์และญาณิน, 2548ก)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาของระบบเศรษฐกิจของประเทศ รวมทั้งการขยายตัวของธุรกิจการเลี้ยงโคเนื้อมากขึ้นแต่จำนวนพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์มีน้อยลง และในแต่ละปีเกษตรกรมักจะประสบกับสภาวะแห้งแล้งขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดี และราคาอาหารสัตว์ที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการเลี้ยงโคเนื้อสูงขึ้น ดังนั้นการนำเอาผลพลอยได้จากโรงงานงานต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ เพื่อช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกรและแก้ปัญญาการขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดีในช่วงฤดูแล้ง

ตารางที่ 3 ราคาวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารสัตว์ ปี พ.ศ. 2543-2552

ปี	กากถั่วเหลืองเมล็ด		ปลาป่น		ข้าวโพด		ราคาวัตถุดิบรวม	
	ราคาเฉลี่ย[1]	% เปลี่ยนแปลง	ราคาเฉลี่ย[1]	% เปลี่ยนแปลง	ราคาเฉลี่ย[1]	% เปลี่ยนแปลง	ราคาเฉลี่ย[1]	% เปลี่ยนแปลง
2543	9.45	-	16.59	-	4.80	-	30.83	-
2544	10.51	11.22	20.04	20.80	4.37	-8.96	34.92	13.27
2545	9.72	-7.52	20.3	1.30	4.68	7.09	34.70	-0.63
2546	11.07	13.89	20.05	-1.23	4.94	5.56	36.05	3.86
2547	12.96	17.07	22.88	14.11	5.70	15.18	41.53	15.20
2548	11.61	-10.42	21.76	-4.94	5.51	-3.16	-	-
2549	10.57	-8.96	27.02	24.17	6.18	12.16	43.77	12.58
2550	12.56	18.83	23.46	-13.18	7.78	25.89	43.80	0.07
2551	17.19	36.86	30.13	28.43	8.90	14.40	56.21	28.33
2552	16.45	-4.30	31.58	4.81	6.95	-21.80	54.98	-2.19

หมายเหตุ [1]ราคาเฉลี่ยคิดจากราคาวัตถุดิบของเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม หน่วย: บาท/กก.

ที่มา: ดัดแปลงจากสมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย อ้างโดย บมจ. ลีพัฒนาผลิตภัณฑ์ (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลพลอยได้ (by product) จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร

ประเทศไทยมีโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรต่างๆ หลายชนิดที่สามารถนำผลพลอยได้ (by product) มาผลิตเป็นอาหารสัตว์ การศึกษาครั้งนี้ได้นำผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย โรงงานผลิตเอทานอล และโรงงานแปรรูปข้าวโพด เป็นต้น มาผลิตเป็นอาหาร Partial Mixed Ration เพื่อเป็นอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

1. โรงงานผลิตน้ำตาลทราย

สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2551-2552 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยทั้งหมดประมาณ 6.45 ล้านไร่มีปริมาณอ้อยเข้าหีบทั่วประเทศทั้งหมด 71.78 ล้านตัน ได้ผลผลิตน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายดิบรวมกันทั้งสิ้น 10.22 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นผลผลิตน้ำตาลเฉลี่ยเท่ากับ 105.83 กิโลกรัมต่ออ้อย 1 ตัน และสามารถผลิตชานอ้อยได้ถึง 19.73 ล้านตัน (สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล, 2552)

ชานอ้อย (Bagasses) เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย ชานอ้อยหรือกากอ้อยเป็นส่วนของลำต้นที่เหลือจากการสกัดน้ำอ้อยออกแล้ว ซึ่งมีทั้งชานอ้อยหยาบและชานอ้อยละเอียด มีวัตถุแห้ง (dry matter) โปรตีน (protein) เยื่อใย (fiber) และเถ้า (ash) เท่ากับ 92.7, 2.7, 43.1 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีพลังงาน 1,920 แคลอรี่/กรัม (จีรสิทธิ์, 2528) และจากการศึกษาโคลูกผสมระหว่างโคพื้นเมืองกับโคพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงด้วยชานอ้อยเป็นอาหาร โดยให้กินอาหารที่มีชานอ้อยและกากน้ำตาล 3 ระดับ คือ 40:30, 30:40 และ 20:50 (70 เปอร์เซ็นต์ในอาหารผสม) พบว่า มีปริมาณการกินได้ เท่ากับ 3.11, 4.30, 4.58 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.30, 0.26, 0.36 กิโลกรัม/ตัว ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เท่ากับ 34.18, 16.17, 12.67 ตามลำดับ (จำรัส, 2517) และจากการศึกษาของคู่ขวัญ (2543) รายงานว่า ชานอ้อยมีวัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย NDF และ ADF เท่ากับ 55.50, 1.70, 1.40, 0.50, 41.70, 87.60 และ 54.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. โรงงานผลิตเอทานอล

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2550-2551 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อย 6.44 ล้านไร่ สามารถให้ผลผลิตอ้อย 66.84 ล้านตัน ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2549-2550 ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูก 6.31 ล้านไร่ ให้ผลผลิต 64.37 ล้านตัน (ชุมพล, 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานผลิตเอทานอลทั้งหมด 47 โรงงาน แต่มีโรงงานผลิตเอทานอลจากอ้อยและกากน้ำตาลจำนวน 13 โรงงาน กำลังการผลิต 2,385,000 ลิตร/วัน นอกจากนี้ยังมีโรงงานใหม่ที่อยู่ในช่วงของการดำเนินการก่อสร้าง (รอบรู้และรู้ทันพลังงานไทย, 2552) จะเห็นได้ว่าจากกำลังการผลิตเอทานอลที่สูงขึ้น ทำให้มีผลพลอยได้จากการผลิตเอทานอลเป็นจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีและแร่ธาตุที่เปของกากน้ำตาลเอทานอล (Vinasses) และกากน้ำตาล (Molasses)

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)	กากน้ำตาลเอทานอล (Vinasses)	กากน้ำตาล (Molasses)
วัตถุแห้ง (dried matter)	35.56	78.98
คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)	67.00	87.76
โปรตีน (crude protein)	12.43	5.06
ไขมัน (fat)	0.51	0.55
เถ้า (ash)	20.05	8.62
พลังงานรวม (cal/g)	3,220.33	3,680.30
แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ (กรัม/ 100 กรัม)		
ไนโตรเจน (N)	2.00	0.81
ฟอสฟอรัส (P)	244.94	0.06
โพแทสเซียม (K)	4.64	2.13
เหล็ก (Fe)	247.26	105.34
ทองแดง (Cu)	4.10	8.26
แมงกานีส (Mn)	176.07	85.10
แคลเซียม (Ca)	2.09	1.21

ที่มา: ศรเทพ (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กากน้ำตาลเอทานอล (Vinasses) เป็นของเหลวที่ได้จากโรงงานการผลิตเอทานอลมีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเช่นเดียวกับกากน้ำตาล (molasses) แต่มีความเข้มข้นน้อยกว่าซึ่ง Moreira (2007) รายงานว่า ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของกากน้ำตาลเอทานอลจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลอาจใช้น้ำอ้อย (pure sugar juice) หรือกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ (ณัฐกฤต, 2550) หรือใช้น้ำอ้อยและกากน้ำตาลผสมกัน ซึ่งจะมีผลต่อคุณค่าทางโภชนะของกากน้ำตาลเอทานอล (Orlando *et al.,* 1998) และจากกระบวนการผลิตเอทานอลที่มีการเติมยีสต์ในขั้นตอนการหมักเพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล ส่งผลให้กากน้ำตาลเอทานอลมีคุณค่าทางโภชนะที่สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งโปรตีนแก่สัตว์ได้ โดยจะเหลือยีสต์บางส่วนปนอยู่ในกากน้ำตาลเอทานอลซึ่งเป็นยีสต์ที่ตายจึงไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์โดยยีสต์มี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และปริมาณกรดไขมันระเหยได้ เท่ากับ 40.00, 34.00, 4.00 และ 4.25 เปอร์เซ็นต์ (Moreira, 2007) กากน้ำตาลเอทานอลมีค่ากรด-ด่าง 5.2 และยังพบแร่ธาตุที่สำคัญ คือ แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส เท่ากับ 515.00, 22.00 และ 660.00 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (Jimenez *et al.,* 2006; Moreira, 2007) และจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่า มีวัตถุแห้ง คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 35.56, 67.00, 12.43, 0.51 และ 20.05 เปอร์เซ็นต์ และมีพลังงาน 3,220.33 แคลอรี่/กรัม (ศรเทพ, 2550) สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนและอาหารเสริมสำหรับสัตว์ได้

3. โรงงานแปรรูปข้าวโพด

จากข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทยปี พ.ศ. 2550 พบว่า ข้าวโพดฝักอ่อนมีเนื้อที่เพาะปลูก 225,000 ไร่ และมีเนื้อที่เก็บเกี่ยวได้ 214,000 ไร่ ให้ผลผลิตได้ 260,000 ตัน ซึ่งมีผลผลิตมากกว่าปี พ.ศ. 2548 และ 2549 โดยมีผลผลิตประมาณ 248,000 ตัน และ 222,000 ตัน ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) และในปี พ.ศ. 2550 มีปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุภาชนะอัดลมประมาณ 46,563 ตัน แต่มีแนวโน้มลดลงในช่วงปี พ.ศ. 2551 และ 2552 โดยมีปริมาณการส่งออก 41,231 ตัน และ 32,873 ตัน (สำนักเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2552) ผลจากปริมาณการส่งออกที่ลดลงอาจเนื่องมาจากพื้นที่ปลูกข้าวโพดหวานลดลง หรือมีการส่งออกในรูปผลิตภัณฑ์อื่น ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปข้าวโพดหวานและข้าวโพดฝักอ่อน เช่น ต้น เปลือก ฝัก ไหม และซัง เป็นต้น

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อน (รวมไหม) พบว่า มีวัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใย เถ้า ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 12.06, 10.75, 18.83, 5.00, 1.10, 53.52 และ 24.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ชาญชัยและคณะ, 2531) ส่วนเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนมีวัตถุแห้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โปรตีน เยื่อใย เถ้า ไขมัน NDF และ ADF เท่ากับ 13.60, 10.60, 22.10, 5.60, 1.90, 55.10 และ 26.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Manidool *et al.,* 1988) หลังจากนำเปลือกข้าวโพดไปหมัก พบว่า มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า NDF และ ADF เท่ากับ 23.30, 8.10, 1.81, 3.45, 70.23 และ 30.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (สุภาวดี, 2545)

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนะของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนรวมไหม เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนและเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนรวมไหมและซังหมัก

คุณค่าทางโภชนะ (%)	วัตถุแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	เยื่อใย	NDF	ADF
ชาญชัยและคณะ (2531)[1]	12.06	10.75	1.10	5.00	18.83	53.52	24.90
สุภาวดี (2545)[2]	23.30	8.10	1.81	3.45	-	70.23	30.70
Manidool *et al.* (1988)[3]	13.60	10.60	1.90	5.60	22.10	55.10	26.80

หมายเหตุ [1]เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนรวมไหม
[2]เปลือกข้าวโพดฝักอ่อนรวมไหมและซังหมัก
[3]เปลือกข้าวโพดฝักอ่อน

พืชอาหารสัตว์หมัก (Silage)

หญ้าหมักหรือพืชอาหารสัตว์หมัก หมายถึง พืชอาหารสัตว์ต่างๆ เช่น หญ้า ต้นข้าวโพด ถั่ว และต้นข้าวฟ่างต่างๆ ที่เก็บเกี่ยวในขณะที่มีความชื้นพอเหมาะนำมาหมักเก็บไว้ในสภาพสุญญากาศ เก็บถนอมไว้ในสภาพหมักดอง (สายัณห์, 2547)

1. ลักษณะที่สำคัญในการผลิตพืชอาหารสัตว์หมัก สายัณห์ (2540) ได้กล่าวไว้ดังนี้

1.1 ต้องมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในระดับที่เพียงพอต่อการหมักเปรี้ยวซึ่งถ้าพืชที่นำมาหมักมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง จะมีผลต่อการทำงานของเชื้อแบคทีเรีย Lactobacilli เนื่องจากถูกจำกัดโดยพลังงานถ้าคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้มีค่าน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งอาจไม่สามารถทำหญ้าหมักได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 พืชจะต้องมีค่าของ buffering capacity ต่ำ หมายถึง ความต้านทานต่อการลดลงของค่ากรด-ด่าง น้อยจะทำให้หญ้าเป็นกรดเร็วขึ้น ส่งผลให้การสูญเสียวัตถุแห้งและคุณภาพน้อยลง

1.3 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งในหญ้าสดจะต้องมีมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เช่นเดียวกับ Watson and Nash (1960) และเมธา (2529) กล่าวว่า พืชอาหารสัตว์ที่นำมาหมักควรมีวัตถุแห้งประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้านำพืชที่มีความชื้นสูงมาหมักจะทำให้อัตราการเป็นกรดเพิ่มขึ้นช้ามาก ถ้าค่ากรด-ด่าง สูงอยู่นานจะทำให้พืชหมักมีคุณภาพต่ำส่งผลให้โภชนะบางอย่างที่ละลายในน้ำ เช่น น้ำตาล สารประกอบไนโตรเจน แร่ธาตุ และกรด จากการหมักสูญเสียไปแต่ถ้าความชื้นน้อยเกินไปทำให้อัดแน่นได้ยาก (Mc Donald, 1981)

1.4 ลักษณะทางกายภาพของพืชในด้านโครงสร้างต้องเหมาะสมต่อการอัดแน่น ถ้าการอัดแน่นไม่ดีจะมีอากาศหลงเหลือทำให้การหายใจของพืชยังเกิดขึ้น ก่อให้เกิดการสูญเสียและเกิดเชื้อราได้ (เมธา, 2529)

2. กระบวนการหมัก (Silage Fermentation) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการที่ต้องใช้ออกซิเจน (aerobic) และกระบวนการที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจน (anaerobic) กระบวนการดังกล่าวจะมีมากน้อยขึ้นอยู่กับการทำงานของจุลินทรีย์ต่างๆ ปริมาณอากาศที่หลงเหลือหลังนำพืชเข้าหมักและองค์ประกอบต่างๆ ภายในพืชที่นำมาทำการหมัก เช่น ความชื้นปริมาณน้ำตาล และแร่ธาตุ (สายัณห์, 2522) การหมักเป็นการถนอมพืชในสภาพที่ก่อให้เกิดกรดแลคติก (lactic acid) ในปริมาณที่เพียงพอต่อการคงสภาพของพืชหมักไว้ให้ได้นาน คือ มีความชื้นพอเหมาะได้รับการอัดแน่นในถังหมักที่ปิดสนิท (เมธา, 2529 และ Watson and Nash, 1960) เพื่อให้อากาศที่ใช้ในการหายใจของพืชหมักเหลืออยู่น้อยที่สุด (Mc Donald, 1981) ซึ่งการหมักพืชสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระยะ

2.1 ระยะที่ต้องใช้ออกซิเจน เกิดปฏิกิริยา 2 ชนิด คือ การหายใจของพืช (respiration) และการย่อยโปรตีน (proteolysis) การหายใจของพืชที่ตัดมาใหม่ๆ ทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และความร้อนสอดคล้องกับ Berger *et al.* (1995); Bolsen *et al.* (1995) รายงานว่า ระยะนี้จะมีเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียที่อาศัยอากาศหายใจและมีการใช้น้ำตาลจากพืชมากที่สุด หากมีการเกิดราและยีสต์มากในระยะนี้มีจะเป็นผลเสียต่อคุณภาพอาหารหมัก การหายใจที่มากเกินไปอาจเกิดความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร้อนสูงและทำให้มีการใช้พลังงานมากขึ้นเกิดการผลิตกรดแลคติก (lactic acid) ได้น้อยลงซึ่งเป็นผลเสียต่อกระบวนการหมักหากมีความร้อนเกิน 38 องศาเซลเซียส โปรตีนจะถูกทำลายจนสัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การหมักที่ดีต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส

2.2 ระยะไม่ใช้อากาศ เมื่อออกซิเจนหมดแบคทีเรียจะย่อยน้ำตาลที่มีอยู่ในพืชทำให้เกิดกรดแลคติกขึ้นเป็นส่วนใหญ่และสารอื่นๆ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ เอทานอล และอะซิติก เป็นต้น การเกิดกรดทำให้จุลชีพอื่นๆ ไม่สามารถเจริญได้โดยกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะเกิดจากแบคทีเรีย 2 พวก คือ พวกแรกผลิตกรดแลคติกเพียงอย่างเดียว (LAB1) และพวกผลิตทั้งกรดแลคติก อะซิติก และคาร์บอนไดออกไซด์ (LAB2) ซึ่งการทำอาหารหยาบหมักจะมีคุณภาพและได้ผลผลิตดีจะต้องมีแบคทีเรียพวกแรกมาก ซึ่งพืชหมักที่มีความเป็นกรด-ด่าง สูงกว่า 5 จะมีแบคทีเรียพวก LAB2 มาก จนกระทั่งความเป็นกรด-ด่าง ลดลงต่ำกว่า 5 จะมีแบคทีเรีย LAB1 มากขึ้น ซึ่งทนต่อกรดและทำให้เกิดกรดอย่างรวดเร็วสามารถมีชีวิตอยู่จนสิ้นสุดการหมัก หรือจนกว่าน้ำตาลจากพืชถูกใช้หมด สำหรับในข้าวโพดหมักที่เกิดกรดอะซิติกมากเกินไปทำให้การสูญเสียวัตถุแห้งมากขึ้นและไม่เป็นที่ต้องการของสัตว์เคี้ยวเอื้องทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง โดยระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ ซึ่งพบว่าพืชที่มีความชื้นสูงจะถูกหมักย่อยได้รวดเร็วกว่าพืชที่มีความชื้นต่ำ (Mc Donald, 1981)

2.3 ระยะการเก็บหมัก เป็นระยะเวลาที่เอนไซม์และปฏิกิริยาต่างๆ หยุดเมื่อไม่มีออกซิเจนเข้ามาในพืชหมักทำให้พืชหมักสามารถรักษาสภาพการหมักไว้ การมีออกซิเจนเข้ามาในพืชหมักทำให้เกิดเชื้อราและยีสต์ ก่อให้เกิดการสูญเสียคุณภาพและวัตถุแห้งได้อย่างรวดเร็วอาจมีการสูญเสียมากถึง 20 เปอร์เซ็นต์

2.4 ระยะการใช้เป็นอาหารสัตว์ พืชหมักคุณภาพดีต้องสะอาดปราศจากพืชอื่นเจือปน มีรสเปรี้ยวอ่อนๆ กลิ่นหอมแบบผักดองหรือกรดเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นฉุนหรือเหม็น ไม่มีเมือกหรือราปนเปื้อน (Ross, 1989; บุญเหลือ, 2534 และพันทิพา, 2539) ซึ่งสอดคล้องกับ Watson and Nash (1960) และสายัณห์ (2522) ได้จำแนกคุณภาพของอาหารหมักที่มีคุณภาพดี โดยมีปริมาณของกรดแลคติก (lactic) ในปริมาณมากและไม่มีบิวทีริก (butyric) ซึ่งเป็นผลเสียต่ออาหารหมัก คือ เชื้อราที่เกิดขึ้นในอาหารหมัก นอกจากจะทำให้อาหารหยาบมีคุณภาพต่ำแล้วยังทำให้สมรรถภาพการผลิตลดลงหรือทำให้สัตว์ป่วยได้ การควบคุมความเป็นกรด-ด่างไว้ที่ประมาณ 4 ทำให้เชื้อราและยีสต์ชะงักการเจริญเติบโต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าวโพดหมักมีมาตรฐานใกล้เคียงกับมาตรฐานของพืชหมักโดยในพืชหมักมีกรด-ด่าง 4.2 กรดแลคติก 3.0-13.0 เปอร์เซ็นต์ กรดบิวทีริกน้อยกว่า 0.02 เปอร์เซ็นต์ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) น้อยกว่า 11.00 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจน (Catchpoole and Henzell, 1971; สายัณห์, 2522) ขณะที่ศรเทพ (2540) รายงานว่า มาตรฐานของข้าวโพดหมักที่ดีจะต้องมีค่ากรด-ด่าง 3.6-4.0 เปอร์เซ็นต์ กรดแลคติก 4.0-6.0 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิติกน้อยกว่า 2.0 เปอร์เซ็นต์ และกรดบิวทีริกน้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 มาตรฐานของข้าวโพดหมักที่ดี

มาตรฐาน	ระดับ
ความเป็นกรด-ด่าง	3.6-4.0 เปอร์เซ็นต์
กรดแลคติก	4.0-6.0 เปอร์เซ็นต์
กรดอะซิติก	< 2.0 เปอร์เซ็นต์
กรดบิวทีริก	< 0.1 เปอร์เซ็นต์
กรดโปรปิโอนิก	< 0.5 เปอร์เซ็นต์

ที่มา: ศรเทพ (2540)

กระบวนการหมักพืชอาหารสัตว์สามารถเกิดขึ้นได้ จากการควบคุมการทำงานของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะติดอยู่กับพืชสด การกำจัดกระบวนการหมักโดยการตากเพื่อลดความชื้น (pre-wilting) ของพืชหรือการเติมสารเคมี (additive) ซึ่งกระบวนการหมักจะอยู่ในสภาพปราศจากออกซิเจน (anaerobic) (เมธา, 2529) และเมื่อพืชอาหารสัตว์สดๆ เหล่านี้ได้เปลี่ยนสภาพเป็นพืชหมักแล้ว ทำให้สามารถอยู่ได้เป็นเวลานานโดยคุณค่าทางอาหารไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง (สายัณห์, 2547)

3. การเติมสารช่วยการหมัก สารช่วยหมักแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ประเภทที่หนึ่ง คือสารกระตุ้นหรือเร่ง (stimulants) การสร้างกรดแลคติก ได้แก่ พวกคาร์โบไฮเดรต ประเภทที่สอง คือ สารยั้บยั้ง (inhibitors) การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในพืชหมัก ได้แก่ กรดต่างๆ สารช่วยหมักสองประเภทนี้มีบทบาทในการควบคุมการหมักโดยตรงประเภทที่สาม คือ สารที่ใส่เพื่อป้องกันการเน่าเสียของพืชเมื่อสัมผัสกับอากาศ (aerobic deterioration inhibitors) ได้แก่ กรดโปรบิโอนิค และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แอมโมเนีย เป็นต้น ประเภทที่สี่เป็นสารที่ใส่ในพืชหมักเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหาร (nutrition value) ได้แก่ ยูเรีย และแร่ธาตุ เป็นต้น (Mc Donald, 1981)

3.1 ยูเรีย (Urea) เป็นสารช่วยการหมักประเภทเพิ่มคุณค่าทางอาหาร คือ โปรตีนแก่พืชหมักซึ่งยูเรียมีไนโตรเจน 46.67 เปอร์เซ็นต์ แต่ยูเรียที่ใช้กันทั่วไปในอาหารสัตว์ประกอบด้วยไนโตรเจนร้อยละ 45 ซึ่งคิดเป็นโปรตีนเท่ากับ 281 เปอร์เซ็นต์ (45×6.25) (Cullison, 1975) การใช้ยูเรีย แอมโมเนีย และแอมโมเนียไฮดรอกไซด์เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของพืชอาหารสัตว์มีข้อดี คือ ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับสารตกค้างที่จะเป็นอันตรายต่อสัตว์และมนุษย์ทั้งยังสามารถเพิ่มไนโตรเจนได้ด้วย การใช้ยูเรียจะสลายตัวให้แอมโมเนีย (Ibrakin, 1981) โดยการผสมยูเรียลงไปในพืชหมักมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มโปรตีนแก่พืชหมัก แต่จะมีผลให้ค่ากรด-ด่างและปริมาณกรดในพืชหมักสูงขึ้นเนื่องจากยูเรียทำให้ค่า buffer capacity สูงขึ้นเป็นผลจากการปลดปล่อยแอมโมเนียจากยูเรีย นอกจากนี้ผลจากการใส่ยูเรียยังทำให้ปริมาณไนโตรเจนในพืชหมักเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ค่า crude protein, true protein, free amino acid และ ammonia ของพืชหมักสูงขึ้น สำหรับค่า true protein ที่เพิ่มขึ้น นอกจากเป็นผลจากการใส่ยูเรียแล้วยังเป็นผลมาจากการสร้างของจุลินทรีย์ด้วยและทำให้เกิดการสร้างกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลคติก และอะซิติกเพิ่มขึ้นด้วย (Mc Donald, 1981) การผสมยูเรียลงไปในพืชหมักทำให้การย่อยได้ของโปรตีนเพิ่มขึ้น เพราะยูเรียไนโตรเจนมีค่าการย่อยได้ (apparent digestibility) มากกว่าไนโตรเจนในพืชหมักแต่การใช้ยูเรียในพืชหมักไม่มีผลต่อการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ สารเยื่อใย และไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (Brigges, 1969)

3.2 แอมโมเนียเหลว (Anhydrous ammonia) แอมโมเนียเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติตามวัฏจักรไนโตรเจน คุณสมบัติของแอมโมเนียมีทั้งสถานะก๊าซและของเหลวเบากว่าอากาศที่สถานะก๊าซ ไม่มีสีแต่มีกลิ่นฉุนรุนแรง เป็นตัวทำละลายที่ดี และมีสภาพเป็นด่าง (ยุทธศรี, 2551) โดยมีองค์ประกอบของไนโตรเจนและโปรตีน เท่ากับ 82 และ 512 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในยูเรีย (N×6.25) มีไนโตรเจนและโปรตีนอยู่เพียง 46.70 และ 291.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Saenger *et al.*, 1982) จะเห็นได้ว่าแอมโมเนียเหลวมีโปรตีนที่สูงกว่ายูเรียมาก การนำแอมโมเนียเหลวมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ยังมีอยู่น้อย แต่พบว่ามีการนำเอาแอมโมเนียเหลวมาใช้เป็นอาหารสัตว์โดยการนำมาผสมกับอาหารหยาบหรือผลพลอยได้ที่เหลือจากการทำเกษตร เช่น ข้าวโพด ฟางข้าว และถั่วอัลฟัลฟา เป็นต้น ทำให้ได้อาหารหยาบหมักที่มีคุณภาพดีเพื่อใช้เป็นอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Saenger *et al.*, 1982; Huber *et al.*, 1979)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้แอมโมเนียเหลวหมักร่วมกับเศษข้าวโพด เพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้าวโพดหมักให้มีคุณภาพที่สูงขึ้น พบว่า การใช้แอมโมเนียเหลวในระดับที่เหมาะสม คือ ประมาณ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาหารสัตว์ ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มโปรตีนในข้าวโพดหมักให้สูงขึ้นจากเดิมประมาณ 6.5-7.0 เปอร์เซ็นต์ เป็น 8.0-12.0 เปอร์เซ็นต์ (Huber *et al.*, 1979) จากการศึกษาการนำแอมโมเนียเหลวมาหมักร่วมกับข้าวโพดโดยใช้ 3.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง พบว่า สามารถช่วยเพิ่มองค์ประกอบของโปรตีนให้สูงขึ้นจาก 8.5 เป็น 12.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (Hargreaves *et al.*, 1984) และจากการเสริมแอมโมเนียเหลวในหญ้าและถั่วอาหารสัตว์หมักเลี้ยงโคขุน พบว่า สามารถเพิ่มการย่อยได้ของวัตถุแห้ง NDF ADF เอมิเซลลูโลส และเซลลูโลสได้ (Moore *et al.*, 1986) และผลจากการเสริมแอมโมเนียเหลวในข้าวโพดหมัก ทำให้มีไขมันแทรกกล้ามเนื้อและมีคุณภาพซากดีขึ้น (Lomas, 1982)

3.3 กากน้ำตาล (Molasses) จัดเป็นสารช่วยหมักประเภทกระตุ้นการสร้างกรด โดยกากน้ำตาลมีวัตถุแห้งประมาณ 70-75 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งและมีซูโครสเป็นส่วนประกอบทำให้พืชหมักมีวัตถุแห้ง และปริมาณกรดแลคติกเพิ่มขึ้น ค่ากรด-ด่างลดลงและทำให้ acetate และ ammonia-N ลดลง (Thomas, 1978) การใช้กากน้ำตาลนิยมผสมในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องเพื่อทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น ส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ลดความเป็นฝุ่นและช่วยในการอัดเม็ดอาหารรวมทั้งเป็นแหล่งของพลังงาน แต่มีข้อจำกัด คือ ใช้ในอาหารสัตว์ได้ไม่เกิน 10-15 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร หากใช้เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง และทำให้อาหารจับตัวกันเป็นก้อน รบกวนการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน การใช้กากน้ำตาลในอาหารจึงควรใช้ 5-10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการหมักในกระเพาะรูเมนของสัตว์ได้ แต่หากใช้กากน้ำตาลในปริมาณที่มากกว่านี้ จะทำให้การย่อยของเซลลูโลสในกระเพาะรูเมนลดลงเพราะจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจะใช้คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย คือ กากน้ำตาลมากกว่าเซลลูโลส (Miller, 1979) ซึ่งกากน้ำตาลมีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า NFE Ca P Mg K และ Na เท่ากับ 45.00, 4.97, 0.08, 6.55, 33.30, 1.12, 0.08, 0.12, 1.71 และ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Chen *et al.*, 1981)

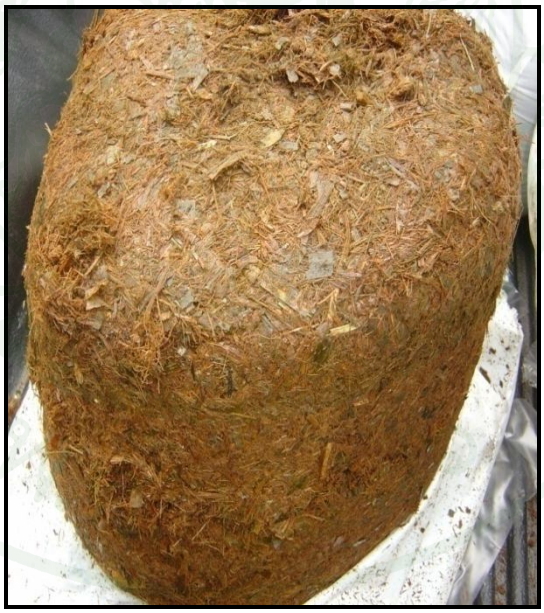
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาหาร Partial mixed ration (PMR)

Partial mixed ration (PMR) คือ อาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องทางเลือกใหม่โดยการนำผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรผสมกับกากน้ำตาลเอทานอล โดยผ่านกระบวนการหมัก (ศรเทพ, 2551) การนำอาหารหยาบไปผ่านกระบวนการหมัก ทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้นและทำให้มีความน่ากินสูงขึ้น ทั้งยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเพื่อใช้ในยามขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ได้ (เมธา, 2529) วัตถุดิบที่ในการผลิต PMR ประกอบด้วยผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย โรงงานแปรรูปข้าวโพด และโรงงานผลิตเอทานอล เป็นต้น โดยมีผลพลอยได้ คือ ชานอ้อย เปลือกข้าวโพด และกากน้ำตาลเอทานอล ตามลำดับ ซึ่งมี 2 สูตร ที่ประกอบด้วยวัตถุดิบ ดังนี้

PMR7%CP ประกอบด้วย ชานอ้อย + เศษข้าวโพด + กากน้ำตาลเอทานอล

PMR12%CP ประกอบด้วย ชานอ้อย + เศษข้าวโพด + [กากน้ำตาลเอทานอล + แอมโมเนียเหลว]



ภาพที่ 1 Partial Mixed Ration

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์โคในประเทศไทย

โคที่เลี้ยงในประเทศไทยในปัจจุบัน ได้แก่ พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์จากต่างประเทศซึ่งมีทั้งโคเลือดเมืองร้อน โคเลือดเมืองหนาว และโคลูกผสมระหว่างโคพันธุ์พื้นเมืองกับโคพันธุ์ต่างประเทศ ซึ่งพันธุ์โคที่นิยมเลี้ยงกันมาก ได้แก่

1. โคพันธุ์พื้นเมือง (Thai Native) มีขนาดค่อนข้างเล็ก ตัวผู้โตเต็ม ที่จะสูงประมาณ 125 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 300-350 กิโลกรัม ตัวเมียสูงประมาณ 105 เซนติเมตร หนักประมาณ 200-250 กิโลกรัม เจริญเติบโตช้าและเจริญเติบโตเต็มที่เมื่ออายุประมาณ 5-6 ปี (ประสาน, 2546) แต่ทนร้อน เห็บ โรค และแมลงในเขตร้อนได้ดี จึงเหมาะสมที่จะเป็นโคพื้นฐานผสมกับโคพันธุ์ต่างประเทศเพื่อปรับปรุงโคพันธุ์พื้นเมืองให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โคพื้นเมืองมีเลี้ยงอยู่ทุกภาคของประเทศไทยโดยแบ่งตามท้องถิ่นออกเป็นโคพื้นเมืองภาคกลาง โคพื้นเมืองภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โคพื้นเมืองภาคเหนือ และโคพื้นเมืองภาคใต้ (ศรเทพ, 2525)

2. โคพันธุ์อเมริกันบราห์มัน (American Brahman) นำเข้ามาโดยกรมปศุสัตว์ เมื่อปี พ.ศ. 2500 เพื่อปรับปรุงโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองให้มีขนาดใหญ่และเจริญเติบโตเร็วขึ้น โคพันธุ์อเมริกันบราห์มันตัวผู้โตเต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 1,000-2,000 กิโลกรัม ตัวเมียหนักประมาณ 700-800 กิโลกรัม สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี เลี้ยงง่ายและให้คุณภาพดีพอสมควรไม่ว่าโคพันธุ์แท้หรือลูกผสมพื้นเมือง (ปรารถนาและคณะ, 2533) ลักษณะของโคบราห์มัน คือ มีขนสีขาวทั้งตัว หน้า จมูก กีบ และพู่หางมีสีดำ มีโหนกใหญ่ซึ่งเป็นลักษณะที่เด่นกว่าพันธุ์อื่นๆ (ประสาน, 2546)

3. โคพันธุ์ชาโรเล่ส์ (Charolais) มีถิ่นกำเนิดในประเทศฝรั่งเศส มีสีขาวครีมทั้งตัว มีขนาดใหญ่ รูปร่างมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขาสั้น ลำตัวกว้าง ยาว และลึกมีกล้ามเนื้อตลอดตัวมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว ซากมีขนาดใหญ่ เนื้อมีความนุ่ม และเป็นที่ต้องการของตลาดเนื้อโคคุณภาพสูง เพศผู้มีน้ำหนักเฉลี่ย 1,000-1,400 กิโลกรัม เพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ย 700-900 กิโลกรัม (จุฑารัตน์และญาณิน, 2548ก) เป็นโคที่มีการเจริญเติบโตเร็ว เมื่อนำมาผสมข้ามพันธุ์โคลูกผสมที่ได้จะโตเร็วและสามารถปรับเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีพอสมควร มีคุณภาพซากดี แต่เปอร์เซ็นต์ความชำเนื้อไม่ค่อยดี (ศรเทพ, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. โคพันธุ์แบรงกัส (Brangus) เป็นโคเนื้อที่นำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ. 2527 มีเลือดของพันธุ์บราห์มัน 37.5% และเลือดพันธุ์แองกัส (Angus) 62.5% ลำตัวมีสีดำ ไม่มีเขา จัดเป็นโคขนาดกลางมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว ทนต่ออากาศร้อนในเขตร้อนได้ดี (ปรารถนาและคณะ, 2533)

5. โคพันธุ์กำแพงแสน เป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงโดยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยมีสายเลือดพื้นเมือง 25% เลือด บราห์มัน 25% และเลือดชาร์โรเลส์ 50% ซึ่งโคลูกผสมที่ได้มีอัตราการเจริญเติบโตดี เลี้ยงง่าย เนื้อมีคุณภาพดี (ปรารถนา, 2544) มีอัตราการเจริญเติบโตในคอกขุนวันละ 1.0-1.2 กิโลกรัม และเมื่อนำมาชำแหละจะได้เนื้อโคคุณภาพสูงเทียบเท่ากับเนื้อคุณภาพสูงที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ (ชัยณรงค์, 2529) โคพันธุ์กำแพงแสนจะมีสีขาวครีมเหลืองทั้งตัว ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพซากดี เลี้ยงได้ดีในสภาพแวดล้อมในประเทศไทย (ปรารถนาและคณะ, 2533)

6. โคพันธุ์ตาก กรมปศุสัตว์ได้ทำการศึกษาตั้งแต่ พ.ศ. 2529 โดยมีสายเลือดชาร์โรเลส์ 62.5% และเลือดบราห์มัน 37.5% เป็นโคที่จะเลี้ยงในประเทศไทย โดยมีน้ำหนักแรกเกิด 32.4 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านม 1,194 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตในระยะให้นม 82 กรัม/วัน พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์น้ำหนักโตเต็มที่ 1,350 กิโลกรัมและ 800 กิโลกรัม ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2542) มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น 63 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ซากเย็น 62 เปอร์เซ็นต์ (จุฑารัตน์และญาณิน, 2548ก)

การเลี้ยงโคขุน

การเลี้ยงโคปกติจะให้โคกินหญ้าหรืออาหารหยาบอื่นๆ เป็นหลัก แต่การเลี้ยงโคขุนนั้นจะต้องให้อาหารข้นเป็นหลัก เพื่อให้โคโตเร็วในระยะเวลาอันสั้นและมีน้ำหนักส่งฆ่าได้ในขณะที่อายุยังน้อยทำให้ได้เนื้อที่มีคุณภาพดี คือ นุ่มและชุ่มฉ่ำเพราะมีไขมันแทรกในเนื้อแต่จะต้องลงทุนค่าอาหารสูงมาก พันธุ์โคที่ใช้ขุนต้องใช้พันธุ์ที่โตเร็ว(ปรารถนา, 2528)

โคขุน หมายถึง โคที่ถูกคัดเลือกนำมาเลี้ยงให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยจะต้องนำมาถ่ายพยาธิ ฉีดยาป้องกันโรคคอบวม โรคแอนแทรกซ์ และโรคปากและเท้าเปื่อยได้รับอาหารที่สมบูรณ์ประกอบด้วยหญ้าสดเต็มที่และอาหารข้น 70% ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งมีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 4-8 เดือน โดยโคที่จะขุนถ้าเป็นโคพันธุ์เนื้อจะให้อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด รองลงมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คือ โคนมเพศผู้ โคลูกผสมโคเนื้อ และโคพื้นเมือง โดยอาจจะปล่อยทุ่งให้แทะเล็มหญ้าหรือขังคอกรวมหรือยืนขังเดี่ยว การเลี้ยงโคที่ขังในคอกหรือยืนขังเดี่ยวโคจะเจริญเติบโตเร็ว เพราะพลังงานไม่ได้สูญเสียไปกับการเลือกแทะเล็มหญ้าในแปลง (สัญชัย, 2547) สำหรับการให้อาหารข้นต้องให้วันละ 1-3 ครั้ง เวลาใดก็ได้แต่ต้องให้เหมือนกันทุกวันอย่างสม่ำเสมอ การให้อาหารข้นที่น้อยกว่ากำหนดจะทำให้โคโตช้าต้องใช้เวลานานถึงจะส่งตลาดได้ ส่งผลให้ขาดทุนหรือมีกำไรน้อยลง (ประสาน, 2546) การขุนโคให้ประสบความสำเร็จได้นั้นต้องรู้จักการจัดการด้านการให้อาหารโคที่ดี อาหารมีคุณภาพและโคสามารถใช้อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อได้ดี ดังนั้นจะต้องมีการจัดการด้านอาหารให้เหมาะสมกับช่วงระยะการขุนโคโดยการขุนโคในระยะเริ่มต้น 3 เดือนแรกควรเน้นอาหารหยาบ 70 เปอร์เซ็นต์ อาหารข้น 30 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับโปรตีนในอาหารข้น 14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการขุนในระยะกลาง คือ ช่วงระหว่าง 3-6 เดือน ควรลดอาหารหยาบเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มอาหารข้นเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับโปรตีนในอาหารข้น 12 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นการขุนในระยะสุดท้าย คือ ช่วง 6 เดือนขึ้นไป ควรลดอาหารหยาบเหลือ 30 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มอาหารข้นเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับโปรตีนในอาหารข้น 11 เปอร์เซ็นต์ (ไพบูลย์, 2539)

การเปลี่ยนแปลงค่าโลหิตวิทยา

เลือดเป็นของเหลวในร่างกายที่เป็นตัวกลางในการขนส่งสารอาหาร และสารที่ควบคุมการทำงานของร่างกายไปยังเซลล์ต่างๆ รวมถึงรับเอาของเสียที่เกิดขึ้นจากเซลล์ในกระบวนการเมทาบอลิซึมของสารอาหาร การตรวจสอบค่าชีวเคมีในเลือดนั้นจึงแสดงถึงความสัมพันธ์ของสารอาหารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระสภาพของสัตว์ (Singh, 2002) ดังนั้นค่าดังกล่าวจึงสามารถนำมาพิจารณาร่วมกับค่าทางโภชนะอื่นๆ ที่ทำการวิเคราะห์เพื่อประเมินการใช้ประโยชน์ของสารอาหารได้โดยค่าทางชีวเคมีในเลือดที่ใช้ตรวจสอบมีดังนี้

1. กลูโกสในเลือด (blood glucose; BG) เป็นสารที่ร่างกายนำไปใช้ได้ทันที ดังนั้นร่างกายจึงมีกลไกการดูดกลูโคสกลับที่ไตเกือบหมด ระบบการย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถเปลี่ยนอาหารคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะหมักให้เป็นกรดไขมันระเหยได้ คือ กรดอะซิติก กรดโพรบิโอนิค และกรดบิวทีริก เป็นผลให้สัตว์เคี้ยวเอื้องมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ ซึ่งกลูโคสจะถูกดูดซึมและเข้าไปสะสมในตับและกล้ามเนื้อในรูปไกลโคเจน จากนั้นจะสลายออกมาเมื่อร่างกายต้องการพลังงานโดยขบวนการกลูโคนีโอเจนเนซีส (gluconeogenesis) ซึ่งเกิดขึ้นที่ตับ (เมธา, 2529) การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สร้างกลูโคสขึ้นอยู่กับสภาวะร่างกายของสัตว์และชนิดของอาหารที่กิน การกินอาหารข้นจะเกิดการสร้างกลูโคสมากกว่าการกินอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตในอาหารข้นจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดโพรพิโอนิก โดยการหมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับต่อไป (บุญล้อม, 2529) กลูโคสจัดอยู่ในกลุ่มของเมทาบอไลท์ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีอยู่ในเลือดเป็นส่วนใหญ่ ความเข้มข้นของกลูโคสในสัตว์เคี้ยวเอื้องค่อนข้างต่ำ คือ ประมาณ 50-70 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (ณรงค์ศักดิ์, 2533; Robert and Prasse, 1988) สัตว์จะใช้กลูโคสเป็นแหล่งของพลังงานโดยตรงซึ่งถูกควบคุมโดยฮอร์โมนอินซูลิน และกลูคากอนที่สร้างจากตับอ่อนซึ่งจะส่งผลให้ระดับ BG อยู่ในระดับที่ปกติ โดยทั่วไปจะมีปริมาณ BG ประมาณ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการ BG เพื่อการดำรงชีพ 40-60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เพื่อให้เนื้อเยื่อสามารถทำงานได้ตามปกติ (เมธา, 2529)

นอกจากนี้ระดับ BG สามารถบอกถึงการใช้ประโยชน์ของพลังงานของอาหาร (Blowey *et al*., 1973) การเพิ่มขึ้นของระดับ BG จะพบได้หลังจากที่ได้รับอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง หลังจากออกกำลังกายและการเกิดความเครียดอย่างฉับพลันหรือรุนแรง ส่วนการลดลงของระดับ BG เกิดในสภาวะ Acetonemia หรืออินซูลินชักนำให้ร่างกายเกิดภาวะ Hypoglycemia หรืออาจเกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของตับและไต (Moss, 1992) ระดับ BG จะต้องมีความสมดุลกันตลอดเวลาระหว่างระดับที่เข้าสู่กระแสเลือดกับระดับที่ออกจากกระแสเลือด อัตราการผ่านของกลูโคสเข้าสู้เซลล์กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อที่มีกลุ่มเซลล์ไขมันและอวัยวะอื่นๆ มีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ของกลูโคสที่กินทั้งหมดที่สะสมในรูปไกลโคเจนที่ตับและประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ถูกสะสมในรูปไขมัน ส่วนที่เหลืออยู่บริเวณกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่ออื่นๆ ในช่วงการอดอาหาร ร่างกายจะได้กลูโคสจากการสลายไกลโคเจนที่ตับเข้าสู่กระแสเลือด ระดับ BG มีค่าคงที่อยู่ที่ประมาณ 70 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ โดยได้รับจากการดูดซึมผ่านลำไส้เล็กและตับแล้วส่งผ่านไปยังสมอง กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่ออื่นๆ บางส่วนที่มากเกินจะสะสมในรูปไขมันและกรณีที่ BG สูงกว่า 180 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ กลูโคสจะถูกส่งไปยังไตและขับออกทางปัสสาวะ (Ganong, 1991)

2. ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (Blood urea nitrogen; BUN) ยูเรียเป็นสารอินทรีย์ขนาดเล็กมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 60 โดยยูเรียในร่างกายได้จากการเผาผลาญโปรตีน (Church, 1991) ซึ่งยูเรียเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนสังเคราะห์ขึ้นที่ตับ เปลี่ยนมาจากแอมโมเนียโดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจะสลายโปรตีนในอาหารให้เป็นแอมโมเนีย เพื่อใช้เป็นแหล่งของไนโตรเจนสำหรับการสร้างจุลินทรีย์โปรตีน แอมโมเนียที่จุลินทรีย์นำไปใช้ไม่หมดจะถูกดูดซึมผ่านผนังของกระเพาะรูเมนเข้าสู่กระแสเลือด โดยจะถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียอย่างรวดเร็วที่ตับเพื่อลดความเป็นพิษของแอมโมเนีย นอกจากนี้กรดอะมิโนที่ดูดซึมผ่านลำไส้เล็กแต่ไม่ถูกนำไปใช้สร้างโปรตีนก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานและยูเรียที่ตับ (Khon, 2007) ยูเรียที่เกิดขึ้นจะเข้าสู่กระแสเลือด ส่วนหนึ่งจะถูกนำกลับเข้าสู่กระเพาะรูเมนผ่านทางน้ำลาย อีกส่วนหนึ่งจะนำกลับไปยังไตและถูกขับออกในรูปปัสสาวะ (เมธา, 2529; บุญล้อม, 2541) ในสภาวะปกติปริมาณ BUN ของโคจะอยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Jack, 1977)

ปริมาณ BUN จะขึ้นอยู่กับปริมาณและความสามารถในการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารที่สัตว์ได้รับ (Higginbothum *et al*.,1989) เป็นตัวชี้วัดถึงการใช้ประโยชน์ของโปรตีนในสูตรอาหาร (Tiffany *et al*., 1972) รวมถึงสมดุลของไนโตรเจนในอาหารว่ามีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและตัวสัตว์เองหรือไม่ ดังนั้นความเข้มข้นของ BUN จึงสามารถใช้ตรวจสอบความสมดุลระหว่างปริมาณโปรตีน และพลังงานในอาหารที่สัตว์ได้รับ (Hammond, 1997) ความเข้มข้นขององค์ประกอบในเลือดนั้นจะผันแปรตาม อายุ อาหาร และอื่นๆ (เมธา, 2529) โดยการเพิ่มของ BUN อาจเป็นผลเนื่องมาจากสัตว์ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช้โปรตีนในระดับสูง หรืออาจเกิดจากสภาวะที่มีการนำโปรตีนในร่างกายไปใช้ประโยชน์ เช่น การที่มีปริมาณการกินอาหารน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ การอดอาหารจากการเกิดท้องร่วงอย่างรุนแรงหรือโรคอื่นๆ ที่ทำให้ร่างกายสัตว์อ่อนแอ (เมธา, 2529) การขาดแคลนพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตหรือการทำงานที่ผิดปกติของไต (Lazzaro, 2005) ส่วนการลดลงของ BUN อาจเกิดจากร่างกายได้รับอาหารที่มีระดับของโปรตีนต่ำ หรือการทำงานที่ผิดปกติของวัฏจักรยูเรีย (urea cycle) ในการเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นยูเรียหรือเกิดจากความผิดปกติของตับและไต (Moss, 1992) ขณะที่ Teuri *et al.,*(1979) รายงานว่า BUN ของโคจะเพิ่มขึ้นเมื่อโคได้รับความเครียดจากสภาวะอากาศร้อน อาจเนื่องจากสภาวะที่สัตว์ได้รับมีผลต่อการเพิ่มกระบวนการสลายโปรตีน การเพิ่มขึ้นของ BUN เป็นผลเนื่องจากสัตว์กินอาหารที่มีโปรตีนหรือสารไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) ซึ่ง BUN มีสหสัมพันธ์กับระดับแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน BUN อาจสูงได้ในสภาวะที่มีกระบวนการนำโปรตีนไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย เช่น ในช่วงที่สัตว์กินอาหารน้อยไม่เพียงพอต่อการรักษาสภาวะปกติของร่างกายหรือช่วงที่เกิดท้องร่วงรุนแรง (Riis, 1983)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ปริมาณ BUN เพิ่มสูงขึ้นด้วยเนื่องจากการสลายโปรตีนที่เพิ่มขึ้น (Teuri *et al.,* 1979) ทั้งนี้เมื่อโคอยู่ในสภาวะขาดน้ำระดับ BUN จะเพิ่มสูงขึ้นเพราะยูเรียถูกขับออกจากร่างกายผ่านไตเป็นหลัก เมื่อร่างกายขาดน้ำอัตราการกรองที่ไตจะลดลงทำให้ยูเรียขับออกทางปัสสาวะน้อยลง (Bishop *et al.,*1992; Jack, 1977) ค่า BUN จึงสามารถเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินภาวะทางโภชนาการของโปรตีน แต่ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเสมอ อย่างไรก็ตาม BUN เพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถบ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ของอาหารทั้งหมดในสัตว์ได้ เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากโปรตีนในอาหารจะต้องสัมพันธ์กับพลังงานด้วย (เมธา, 2529) ดังนั้นจึงควรหาค่าทางชีวเคมีในเลือดที่บ่งชี้ถึงการใช้ประโยชน์ของพลังงานร่วมด้วย เช่น ปริมาณ BG เพื่อช่วยในการพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของสัตว์ที่ได้รับอาหารแตกต่างกัน

3. ฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (Triiodothyronine; T_3) เป็นเอมีนฮอร์โมนซึ่งสังเคราะห์ขึ้นจากต่อมไทรอยด์มีอยู่ 2 ชนิด คือ ฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (Triiodothyronine; T_3) และฮอร์โมนไทรอกซีน (Thyroxine; T_4) และโดยฮอร์โมน T_3 จะมีความเข้มข้นในเลือดต่ำกว่า T_4 แต่มีความสามารถในการออกฤทธิ์สูง (นทีทิพย์, 2538) กระบวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณไอโอดีนและกรดอะมิโนไทโรซีน หน้าที่ของฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างพลังงาน โดยควบคุมอัตราเมแทบอลิซึมพื้นฐาน (basal metabolism rate) ซึ่งมีผลต่อการทำงานของทุกระบบภายในร่างกาย เช่น หัวใจ ระบบย่อยอาหาร การระบายความร้อนจากร่างกาย เป็นต้น (Dunlop, 1991) ส่งผลต่อเมทาบอลิซึมของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน และควบคุมการทำงานของทุกระบบในร่างกาย (นทีทิพย์, 2538; Dunlop, 1991) ทำให้อัตราเมทาบอลิซึมในร่างกายสูงขึ้นประมาณ 60-100 เปอร์เซ็นต์ของระดับเดิม นอกจากนี้ยังทำให้อัตราการใช้อาหารเพื่อสร้างพลังงานรวมถึงอัตราการสร้าง และการสลายโปรตีนของร่างกายเพิ่มขึ้น (ยรรยง, 2538) ซึ่งไทรอยด์ฮอร์โมนในระดับที่เหมาะสมจะสามารถกระตุ้นการหมุนเวียนของโปรตีน (นทีทิพย์, 2538) ส่งผลให้สัตว์ในระยะรุ่นมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว(ยรรยง, 2538) แต่หากมีในระดับสูงเกินไปจะกระตุ้นการสลายโปรตีนมากกว่าการสร้างและการสะสม (นทีทิพย์, 2538) การขาดอาหารจะมีผลทำให้ระดับของไทรอยด์ฮอร์โมนลดลงและลดการเปลี่ยน T_4 เป็น T_3 อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนมีผลต่อการสังเคราะห์ไทรอยด์ฮอร์โมน โดยคาร์โบไฮเดรตจะกระตุ้นการหลั่ง T_4 และโปรตีนจะกระตุ้นการเปลี่ยนแปลง T_4 เป็น T_3 (Squires, 2003) ดังนั้นถ้าสัตว์ได้รับอาหารไม่เพียงพอจะทำให้เกิดการสลายตัวของโปรตีน และไขมันของร่างกายส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลง (ยรรยง, 2538)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกรดโคเข้าฆ่า (Beef fattening grade)

โคที่นำเข้าโรงฆ่าสัตว์ของประเทศไทยหลายพันธุ์ด้วยกันทั้งโคเนื้อและโคพื้นเมือง ฉะนั้นน้ำหนักโคที่เข้าฆ่าจึงแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์และความต้องการของตลาดซึ่ง สัญชัย (2547) ได้แบ่งเกรดโคเข้าฆ่าไว้ดังนี้

1. โคขุน หมายถึง โคพันธุ์หรือโคพื้นเมือง ที่ผ่านการขุนด้วยอาหารข้นเป็นระยะเวลา 4-8 เดือน มีอายุไม่เกิน 3 ปี กล้ามเนื้อมีปริมาณมากมีการสะสมไขมันสูงให้เปอร์เซ็นต์ซากสูงถึง 55-60 เปอร์เซ็นต์ เป็นโคที่เหมาะแก่การผลิตเนื้อคุณภาพสูงสู่ตลาดซึ่งสามารถจำหน่ายได้ราคาดี

2. โคมัน หมายถึง โคพื้นเมืองหรือโคพม่าที่มีโครงร่างใหญ่แต่ผอมเนื่องจากเดินทางไกล ขาดแคลนอาหาร อายุค่อนข้างมากนำมาขุนต่อ 3-4 เดือน โดยให้หญ้าสดหรือสับปะรดเต็มที่แล้วให้อาหารข้นเสริมจะทำให้โคอ้วนขึ้นเพราะโคจะโตมากกว่าปกติเพื่อชดเชยร่างกายที่ผอม ซึ่งจะให้เปอร์เซ็นต์ซากปานกลางประมาณ 52-55 เปอร์เซ็นต์ เนื้อมีคุณภาพดีปานกลางเป็นที่นิยมของผู้บริโภคตามเขียงต่างๆ ทั่วไป

3. โคแก่ หมายถึง โคที่ปลดระวางจากการทำงาน ซึ่งเกษตรกรมักจะปลดโคเหล่านี้เมื่ออายุมากกว่า 8 ปี เมื่อโคแก่ทำงานไม่ไหวก็จะขายต่อเข้าโรงฆ่าสัตว์มีรูปร่างผอมให้เปอร์เซ็นต์ซาก 48-51 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพเนื้อต่ำและมีความเหนียวมากเหมาะแก่การทำลูกชิ้น

การพิจารณารูปร่างโคขุน (Beef cattle conditioning)

การตัดสินว่าโคตัวไหนที่ควรส่งเข้าโรงฆ่า ควรพิจารณารูปร่างของสัตว์แต่ละตัวดูจากลักษณะการสะสมไขมันในร่างกายสัตว์ ณ บริเวณต่างๆ เพื่อบ่งชี้ว่ามีไขมันแทรกในกล้ามเนื้อหรือขุนได้ที่แล้ว ชัยณรงค์ (2529) ได้พิจารณาจาก 6 จุด ดังนี้

1. ตำแหน่งระหว่างกระดูกสะโพก (pin bone) และบริเวณโคนหาง (ก) เมื่อมองด้านหลังเห็นแนวของโคนหางกับกระดูกสะโพกเกือบเป็นเส้นเดียวกัน ไม่มีซอกลึกระหว่างโคนหางกับเนื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สะโพก ทั้งนี้เพราะมีไขมันสะสมใต้ผิวหนังอยู่ในระดับที่ต้องการของตลาด เมื่อเอามือกดที่ข้างๆ ซอกโคนหาง พบว่ามีก้อนไขมันสะสมอยู่มากและนุ่มเมื่อกดแรงๆ แสดงว่ามีไขมันสะสมใต้ผิวหนังมากพอสมควรและสังเกตให้ดีที่จุดทั้ง 2 ข้างใต้โคนหางมีก้อนลูกหนู 2 ข้าง อย่างเห็นได้ชัด นอกจากนั้นกระดูกสะโพกมีขนาดกว้างและนุ่มเมื่อเอามือกดลงไป เพราะมีไขมันสะสมและหุ้มหัวกระดูกสะโพกค่อนข้างหนา

2. บริเวณกระดูกช่วงท้อง (lumbar vertebrae ที่เคยมองเห็น) (ข) ซึ่งมีแนวขวางของกระดูก (transverse process) เป็นจุดสังเกตปรากฏว่ารอยแอ่งหรือสวาบที่เคยมองเห็นก่อนเข้าขุนหายไป เมื่อมองภาพรวมแล้วเห็นบริเวณนี้ตึงแน่นและเต็มจนอูมออกมาเล็กน้อยแสดงว่ามีไขมันสะสมในช่องท้องในระดับที่สูง

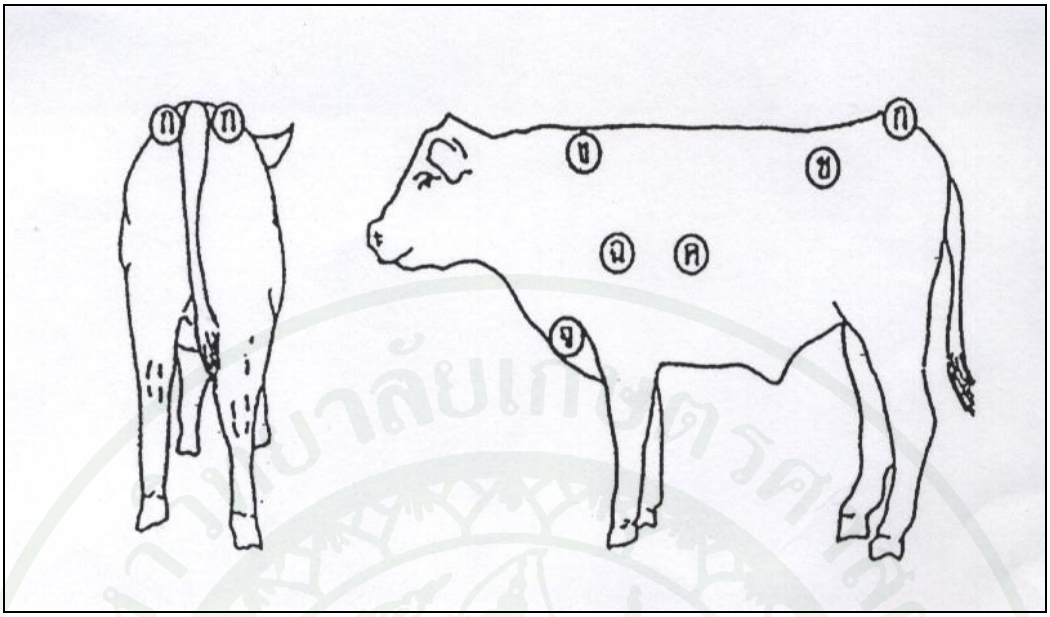
3. บริเวณซี่โครงหรือสีข้าง (ค) มองเห็นว่าหนังหุ้มซี่โครงอูมออกมาจนมองเห็นซี่โครงแต่ละซี่ไม่ชัดเจนมองเห็นเพียงลางๆ เท่านั้น

4. บริเวณระหว่างกระดูกสะบัก (scapular หรือ blade bone) กับกระดูกสันหลังช่วงอก (ง) ปรากฏว่ามองไม่เห็นรอยขอบนอกของกระดูกสะบัก ทั้งนี้เพราะมีไขมันห่อหุ้มในระดับสูงทำให้มองเห็นกระดูกสะบักเต็มและหนาส่วนยอดของกระดูกช่วงอก (spinuous process) ที่กระดูกสะบักทั้ง 2 ข้าง มีความกว้างแน่นและตึงซึ่งแสดงว่ามีไขมันหุ้มอยู่มาก

5. บริเวณด้านกว้างของกระดูกสะบัก (จ) ซึ่งอยู่ด้านข้างดูเต็มและอูมโดย เฉพาะอย่างยิ่งตอนต้อนให้สัตว์เดินไปมา

6. บริเวณยอดอกหรือลูกมะพร้าวหรือเสือร้องไห้ (ฉ) มีขนาดใหญ่และกว้างทั้งนี้เพราะบริเวณเสือร้องไห้มีไขมันสูงเวลาโคยืนหันหน้ามาเห็นเสือร้องไห้เป็นก้อนใหญ่ขนาดลูกมะพร้าวอยู่ระหว่าง 2 ขาหน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 จุดต่างๆ ในการพิจารณารูปร่างโคที่ผ่านการขุน

ที่มา: ชัยณรงค์ (2529)

สมรรถภาพการผลิตของโคขุน (Production performances)

ชัยณรงค์ และคณะ (2518) ได้ทำการศึกษาโคโดยเปรียบเทียบระหว่างโคพื้นเมือง โคบราห์มัน×พื้นเมือง โฮลสไตน์×พื้นเมือง และบราวน์สวิส×พื้นเมือง โดยใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ พบว่า มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.52, 0.59, 0.92 และ 1.06 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ การใช้หญ้าสดมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีกว่าการใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบเลี้ยงโคขุน (0.65 และ 0.57 กิโลกรัม) อัตราการเจริญเติบโตที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่อการขุนสูงควรอยู่ในช่วง 0.7-1.2 กิโลกรัม/วัน และมีเปอร์เซ็นต์ซาก 57-60 เปอร์เซ็นต์ (สมบัติ, 2530) จากการศึกษาการเลี้ยงโคขุนด้วยข้าวโพดฝักอ่อนหรือหญ้ากินนีสีม่วงมีปริมาณการกินได้ในรูปน้ำหนักแห้งเท่ากับ 8.0 และ 8.3 กิโลกรัม/วัน มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 9.45 และ11.42 และมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.85 และ 0.75 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (ปิ่น, 2534) ต่อมาสุภาวดี (2545) ได้ศึกษาการเลี้ยงโคด้วยเปลือกข้าวโพดหวานหมักและหญ้ากินนี พบว่า มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 7.55 และ 6.44 จะเห็นได้ว่าโคที่เลี้ยงด้วยเปลือกข้าวโพดหวานหมัก มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่าโคที่เลี้ยงด้วยหญ้ากินนี ($P<0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.97 และ 0.95 กิโลกรัม/ตัว/วัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมยศ (2535) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของโคนมเพศผู้ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่ขุนตั้งแต่อายุ 10 สัปดาห์ จนสิ้นสุดที่อายุ 1 ปี ด้วยอาหารข้นในปริมาณที่ต่างกันโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มคือ โคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ได้รับอาหารข้น 2.0, 2.5 และ 3.0 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ระหว่างอายุ 10-38 สัปดาห์ และได้รับอาหารข้น 1.0, 1.3 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว/วัน ตามลำดับ ระหว่างอายุ 38-52 สัปดาห์ รวมกับให้กินหญ้าสดเต็มที่ พบว่า โคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีอัตราการเจริญเติบโต 619.64, 734.95 และ 715.39 กรัม/วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของกลุ่มที่ 2 (6.32) ดีกว่ากลุ่มที่ 1 (6.83) และ 3 (6.68) และเปอร์เซ็นต์ซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยโคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีเปอร์เซ็นต์ซาก เท่ากับ 49.70, 50.84 และ 53.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และโคในกลุ่มที่ 2 ให้ผลตอบแทนสูงสุด และจากการศึกษาอิทธิพลของน้ำหนักเริ่มต้นขุนของโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์โดยแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่ม ตามน้ำหนักเริ่มต้น คือ 210-240, 241-270 และ 271-300 กิโลกรัม ขุนด้วยอาหารข้นที่มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ โดยให้กินเต็มที่และเสริมด้วยหญ้าแห้งประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว มีน้ำหนักส่งฆ่า 500 กิโลกรัม พบว่า โคทั้ง 3 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีในช่วง 250-400 กิโลกรัม หลังจากนั้นสมรรถภาพจะลดลงตามน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ส่วนระยะเวลาการขุนของโคกลุ่มที่ 1 และ 2 จะยาวกว่ากลุ่มที่ 3 คือ 190, 172 และ 115 วัน ตามลำดับ ซึ่งระยะเวลาการขุนจะนานขึ้น (จินตนา, 2535) ซึ่งโคผสมพื้นเมือง×ชาร์โรเล่ส์ อายุ 18 เดือน จะมีน้ำหนักประมาณ 330 กิโลกรัม (Tumwasorn *et al*., 1993) จากการศึกษา รายงานว่า โคที่มีระดับสายเลือดชาร์โรเล่ส์สูงจะมีสถิติน้ำหนักดีกว่าโคที่มีระดับเลือดชาร์โรเล่ส์ต่ำ แต่สายเลือดยุโรปต้องไม่เกิน 75 เปอร์เซ็นต์ (ไพโรจน์, 2535)

กระบวนการชำแหละ

ชัยณรงค์ (2529) รายงานว่า การฆ่าโคโดยวิธีนี้มีขั้นตอนและการใช้อุปกรณ์ตลอดจนโรงฆ่าสัตว์ที่ถูกต้องตามหลักสากล ทำให้ได้เนื้อที่สะอาดปราศจากการปนเปื้อนจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคสามารถขยายตลาดเนื้อโคไปต่างประเทศได้ วิธีการฆ่าโคให้ได้ซากที่มีคุณภาพสำหรับส่งตลาดขั้นสูงเพื่อการจำหน่าย และยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อได้นานจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการฆ่าที่ถูกต้องและสะอาดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การอดอาหาร (fasting) ก่อนการฆ่าโคควรจะมีการกักขังสัตว์ไว้โดยไม่ให้อาหารเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แต่จะต้องมีน้ำกินอยู่ตลอดเวลาซึ่งยิ่งอดอาหารโคนานกว่า 24 ชั่วโมงก็ยิ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะได้ผลดีมากยิ่งขึ้น เพราะสามารถทำให้เอาเลือดออกเป็นได้หมดซึ่งจะชำแหละซากได้ง่ายกว่าและให้ซากที่มีสีสดกว่าพวกที่ไม่ได้รับการอดอาหาร

2. การทำให้สลบ (stunning) ทำการต้อนสัตว์เข้าไปอยู่ในซอง (stunning chute) เพื่อที่จะใช้เครื่องมือ captive bolt stunner จ่อยิงเข้าที่บริเวณกลางหน้าผาก ที่จุดเส้น 2 เส้น ลากจากฐานหูซ้ายมายังตาขวาและหูขวามายังตาซ้ายตัดกันที่จุดนี้เป็นรอยต่อของกระดูกหน้าผาก ซึ่งบางกว่าจุดอื่น แท่งเหล็ก (bolt) จึงสามารถทะลุเข้าไปในสมองได้ง่ายทำให้สัตว์สลบได้โดยเรียบร้อย

3. การเอาเลือดออก (bleeding) เมื่อสัตว์สลบอาจยังมีการดิ้นจึงต้องใช้โซ่ (shackle) ผูกรัดขาหลังที่บริเวณข้อแข้งหลัง (hock) แล้วนำอีกปลายหนึ่งเกี่ยวเข้ากับรอกไฟฟ้ากดสวิตซ์ดึงตัวสัตว์ขึ้นห้อยหัวลงใช้มีดผ่าหนังที่บริเวณยอดอกใต้เสือร้องไห้ (brisket) ลงมาโดยผ่าให้เป็นรอยยาวประมาณ 12-18 นิ้ว เสร็จแล้วจึงแทงเข้าไปในระหว่างช่องอกพยายามอย่าให้เอียงซ้ายหรือขวา เสร็จแล้วดันมีดเข้าไปจนหมดความยาวของใบมีดโดยมีทิศทางไปสู่หางหรือปอด บิดปลายมีดเล็กน้อยประมาณหนึ่งในสี่รอบคมมีดก็จะตัดเส้นเลือด Carotid artery และ Jugular vein ถ้ามีเลือดไหลออกมามากแสดงว่าผู้ฆ่าดำเนินการอย่างถูกวิธีและเลือดจะไหลออกมาหมดภายใน 5-7 นาที

4. การตัดหัว (heading) ทำการเลาะหนังออกจากหัวโดยใช้มีดเลาะเอาหนังรอบๆ ออก ตัดหัวออกโดยใช้มีดแทงที่ atlas joint แล้วเลาะตัดผ่านคอไปจนรอบก่อนจะบิดหัวซึ่งจะทำให้หลุดโดยง่าย

5. การตัดแข้งออก (shaking) ใช้มีดผ่าเปิดหนังด้านในของแข้งหน้าเลาะไปจนถึงกลางลำตัวที่ยอดอกส่วนอีกข้างหนึ่งทำเช่นเดียวกัน ซึ่งรอยผ่าจะไปพบกันที่ยอดอกเลาะเปิดหนังไปจนถึงบริเวณข้อเข่าใช้มีดตัดแข้งออกตรงบริเวณรอยต่อถ้าโคอายุน้อยกระดูกจะมีลักษณะอ่อน

6. การเลาะหนัง (skinning) เริ่มทำการเลาะหนังจากบริเวณขาหลัง สะโพกแล้วลงมาด้านข้างของลำตัวเรื่อยไปจนถึงบริเวณอก ขณะเลาะระวังอย่าใช้มือข้างที่จับหนังด้านนอกเข้าไปจับบริเวณที่เลาะหนังออกแล้วเพื่อกันการปนเปื้อน ส่วนหางให้ผ่ากลางหางด้านในตลอดความยาวแล้วตัดโคนหางก่อนที่จะดึงหลุดออกจากหนังหุ้มได้อย่างสม่ำเสมอ ระวังอย่าให้คมมีดปาดทะลุหนังซึ่งจะทำให้หนังมีตำหนิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. การผ่ากระดูกอก (breast bone) ใช้เลื่อยมือเลื่อยผ่ากระดูก sternum ให้แยกกันที่กึ่งกลางของอกก่อนเลื่อยให้ใช้มีดผ่าเป็นรอยนำทางก่อน

8. การเอาอวัยวะภายในออก (evisceration) ใช้มีดผ่ากลางท้องจากบริเวณใต้กระดูกเชิงกรานที่ผ่าไว้ลงไปจนถึงบริเวณอกระวังอย่าให้คมมีดถูกลำไส้หรือส่วนอื่นๆ ของอวัยวะภายในเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งบรรจุของอวัยวะภายในดึงลำไส้ และกระเพาะทั้งสี่ออกมาโดยทิ้งไตติดไว้กับซากตัดหัวใจ ตับ และปอด จากนั้นล้างซากให้สะอาดทั้งด้านในและด้านนอก

9. การผ่าซากเป็น 2 ซีก (splitting) เลื่อยผ่าซากเป็น 2 ซีก ตามแนวกึ่งกลางของกระดูกสันหลังโดยใช้เลื่อยไฟฟ้าหรือเลื่อยมือพยายามให้รอยผ่าอยู่กลางโดยมีแนวตั้ง Spinnous process ถูกผ่าออกติดอยู่กับซากแต่ละซีกเท่าๆ กันจากนั้นใช้น้ำฉีดล้างซากทั้ง 2 ซีก สำหรับรอยช้ำหรือเลือดตลอดจนเนื้อเยื่อไขมันที่ห้อยควรตัดออก

10. การห่อผ้า (shrouding) หมายถึง การใช้ผ้าดิบสีขาวห่อหุ้มซากให้ตึงและแนบติดกับซากโดยใช้หมุดปักคาไว้ตลอดซาก ผ้าที่ใช้ควรแช่น้ำร้อนมาใหม่ๆ การห่อนี้ทำให้ผิวของซากตึงและสีออกขาวเพราะเลือดถูกซับอยู่ในผ้า ทำให้สีขาวของไขมันหุ้มซากเด่นชัดขึ้น นำซากโคชั่งน้ำหนักซากสดก่อนนำซากไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส ประมาณ 3-7 วัน เพื่อให้เนื้อนุ่ม

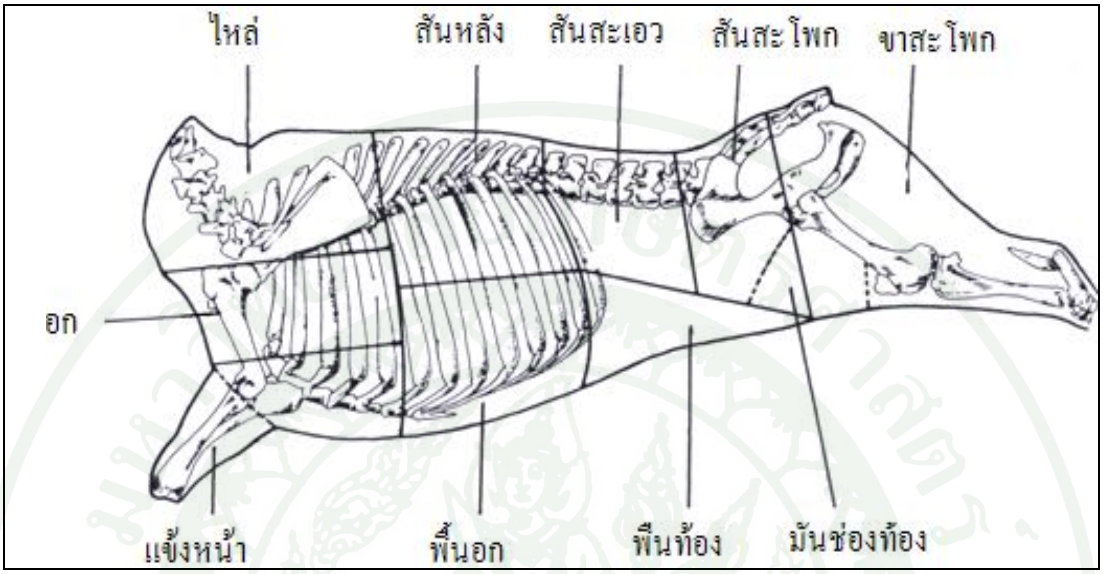
การตัดแต่งซากโค

ประเทศไทยแบ่งการตัดแต่งซากโคออกเป็น 2 ประเภท คือ การตัดแต่งซากแบบไทยและแบบสากล การตัดแต่งซากแบบไทยเป็นการตัดแต่งตามลักษณะพฤติกรรมการกินอาหาร กล่าวคือหลังการฆ่าลอกหนังและเอาเครื่องในออก เลาะกระดูกออก แยกเนื้อแดง สะโพก สันใน เสือร้องไห้ พื้นท้อง น่อง และเศษเนื้อ แต่เมื่อระบบการเลี้ยงและการจัดการเนื้อสัตว์มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะสังคมที่เปลี่ยนไปมีผลให้การตกแต่งซากสากลมีบทบาทมากขึ้น (ชัยณรงค์, 2529)

การตัดแต่งซากแบบสากลโดย National Livestock and Meat Board เริ่มจากการนำซากโคที่แช่เย็นที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาทำการแบ่งซากโดยตัดเป็นหนึ่งในสี่ (quartering) โดยซากโคซีกหนึ่งๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ เสี้ยวหน้าและเสี้ยวหลัง โดยซากเสี้ยวหน้าแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ ไหล่ (chuck) สันหลัง (rib) พื้นท้อง (plate) อก (brisket) และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แข้งหน้า (fore shank) ส่วนเสี้ยวหลังที่ได้จากการตัดแต่งมี 4 ส่วน ได้แก่ มันช่องท้อง (kidney knob) พื้นท้อง (flank) ขาสะโพก (round) และสัน (loin) (ชัยณรงค์, 2529)



ภาพที่ 3 ชิ้นส่วนซากโคสำหรับการตัดแต่ง

ที่มา: ชัยณรงค์ (2529)

การตัดแต่งซากโคโดยพิจารณาตามการใช้ประโยชน์หรือความสามารถในการนำส่วนที่ตัดแต่งไปใช้บริโภค ชัยณรงค์ (2529) ได้แบ่งส่วนของซากโคได้ ดังนี้

1. สี่ชิ้นส่วนใหญ่ (four primal cuts) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่นำไปบริโภคได้มากที่สุดถึง 75 เปอร์เซ็นต์ จากเสี้ยวหน้า ได้แก่ ไหล่ (chuck) และสันหลัง (rib) คิดเป็น 26 และ 9 เปอร์เซ็นต์ของซากและจากเสี้ยวหลัง ได้แก่ สัน (loin) และขาสะโพก (round) คิดเป็น 17 และ 23 เปอร์เซ็นต์ของซาก

2. ชิ้นส่วนหยาบ (rough cuts) เป็นชิ้นส่วนที่ผู้บริโภคนำไปใช้ในระดับปานกลางถึงระดับต่ำ รวมแล้วประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ จากเสี้ยวหน้า ได้แก่ แข้งหน้า (fore shank) และอก (brisket) คิดเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ของซาก พื้นอก (plate) พื้นท้อง (flank) คิดเป็น 9.5 และ 4 เปอร์เซ็นต์ของซาก จากเสี้ยวหลัง ได้แก่ มันช่องท้อง (kidney knob) คิดเป็น 3.5 เปอร์เซ็นต์ของซาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง(retail cut) เมื่อนำชิ้นส่วนใหญ่มาตัดย่อยลงให้เป็นชิ้นเล็กๆ ให้เหมาะสมกับการนำไปประกอบอาหารโดยถ้าตัดให้หนาถึง 1 นิ้ว ไม่ว่าจะมีกระดูกติดหรือไม่ซึ่งเรียกชิ้นเนื้อนี้ว่า สเต๊ก (steak)

ลักษณะที่สำคัญของซากโค

1. เปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage) เปอร์เซ็นต์ซากเป็นเพียงตัวบ่งชี้ถึงผลผลิตอย่างหยาบๆ ของโคเท่านั้นเพราะน้ำหนักซากเป็นน้ำหนักรวมของเนื้อแดง ไขมัน เอ็น กระดูก และพังผืดซึ่งไม่ได้บอกละเอียดถึงปริมาณเนื้อแดง ไขมัน กระดูกและเอ็น แต่ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการในการฆ่าอีกด้วยจึงทำให้ข้อมูลมีความผันแปรมาก (Lawrie, 1991) โดยทั่วไปเปอร์เซ็นต์ซากของโคขุนในประเทศไทยจะอยู่ระหว่าง 55-60 เปอร์เซ็นต์ (สัญชัย, 2530) ทั้งนี้สามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์ซากได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{(น้ำหนักซากสด – 3 \% ของน้ำหนักซากสด)}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

2. การแบ่งเกรดซากโคขุน (carcass grade) คุณภาพเนื้อเป็นตัวกำหนดราคาของซากซึ่งการที่จะใช้คุณภาพเป็นตัวกำหนดราคาได้นั้น ต้องมีตัวชี้วัดคุณภาพและเกณฑ์ในการวัดซึ่งจะทำให้ได้ระดับคุณภาพซากที่แตกต่างกันสามารถกำหนดราคาที่แตกต่างกันได้ ตามหลักสากลสามารถแบ่งเกรดของซากโคเป็น 2 เกรด คือ เกรดคุณภาพ (quality grade) ซึ่งเน้นความสำคัญของคุณภาพเนื้อด้านไขมันแทรก (marbling) และเกรดผลผลิต (yield grade) ที่เน้นในด้านปริมาณเนื้อแดงในซากเป็นหลักโดยไม่คำนึงถึงไขมันแทรก

2.1 เกรดคุณภาพ (quality grade) หมายถึง เกรดที่อาศัยดัชนีชี้วัดได้แก่ ระดับไขมันแทรกในเนื้อ (marbling) อายุสัตว์ (maturity) และรูปทรงของกล้ามเนื้อที่สำคัญของซาก (conformation) ความหนาของไขมันหุ้มซาก (backfat thickness) โดยอายุของสัตว์ไม่ควรจะเกิน 2 ปีครึ่ง ซึ่งการประเมินระดับไขมันแทรกของโคขุนเกรดคุณภาพพิจารณาจากปริมาณการสะสมของไขมันที่แทรกอยู่ในกล้ามเนื้อบนพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกระหว่างซี่โครงที่ 12 และ 13 (จุฑารัตน์และญาณิน, 2548ก) และชัยณรงค์ (2529) รายงานว่า คุณภาพซากเป็นเกรดที่ตั้งขึ้นมาโดยมีรากฐานลักษณะต่างๆ ที่สังเกตหรือวัดได้จากซากซึ่งจะบ่งบอกถึงความนุ่ม ความฉ่ำ และรสชาติของเนื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยมีปัจจัยในการให้เกรด ได้แก่ อายุสัตว์ (maturity score) คุณภาพเนื้อ (quality score) และรูปร่างสัดส่วน (carcass conformation) โดยสามารถแบ่งเป็นเกรดต่างๆ ได้ 7 เกรด ดังนี้

เกรด 1	ชั้นดีเยี่ยม (prime)	เกรด 2	ชั้นดี (choice)
เกรด 3	ชั้นกลาง (good)	เกรด 4	ชั้นทั่วไป (standard)
เกรด 5	ชั้นตลาด (commercial)	เกรด 6	ชั้นพื้นบ้าน (utility)
เกรด 7	ชั้นคุณภาพต่ำ (cutter and Canner)		

2.2 พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (loin eye area) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีความสำคัญกับความเป็นเนื้อ (cutability) น้ำหนักซากและไขมันบริเวณซี่โครงของโค โดยพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและเปอร์เซ็นต์ซากจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักมีชีวิตของโคเพิ่มขึ้น (Koger *et al.*, 1973)

2.3 ความหนาของไขมันสันหลังหรือไขมันหุ้มซาก (back fat thickness) โดยไขมันในซากมีผลต่อปริมาณเนื้อแดง คือ ถ้าซากมีเนื้อแดงมากกว่าก็จะพบว่ามีปริมาณไขมันต่ำ แต่ถ้าซากมีไขมันสูงจะพบว่ามีปริมาณเนื้อแดงต่ำ ดังนั้นไขมันจึงเป็นตัวบ่งชี้โดยประมาณถึงปริมาณเนื้อแดงในซาก สำหรับในโคจะวัดไขมันหุ้มซากซึ่งอยู่บนเนื้อสันนอกซึ่งตัดระหว่างซี่โครงที่ 12 และ 13 โดยวัดที่ตำแหน่ง 3/4 ของความยาวเนื้อสันค่อนไปทางลำตัว (สัญชัย, 2547)

คุณภาพซากและผลผลิตของเนื้อโคขุน

อาหารที่มีระดับพลังงานและระดับโปรตีนในสูตรอาหารที่เหมาะสม ตามความต้องการของร่างกายสัตว์แต่ละช่วงของการเจริญเติบโต ส่งผลให้ตัวสัตว์สร้างกล้ามเนื้อได้สูงสุดตามศักยภาพที่กำหนดด้วยพันธุกรรม กล่าวคือเมื่อสัตว์ได้รับพลังงานและโปรตีนจากอาหารเพียงพอต่อการดำรงชีพและสร้างกล้ามเนื้อ ส่วนพลังงานที่เหลือจะสะสมในรูปของไขมันตามส่วนต่างๆของร่างกาย และยังมีอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการกินอาหารของสัตว์ซึ่งจะมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ด้วย โดยพบว่าสัตว์ที่เลี้ยงในเขตอบอุ่นจะกินอาหารได้มากกว่าและมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าสัตว์ที่อยู่ในเขตร้อน เนื่องจากสัตว์ในเขตอบอุ่นจะนำพลังงานที่ได้จากอาหารไปใช้เพื่อความอบอุ่นต่อร่างกายก่อนนำไปสร้างกล้ามเนื้อ ขณะที่สัตว์ในเขตร้อนมีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าจึงส่งผลให้การสะสมไขมันน้อยลง เพราะสัตว์จะใช้พลังงานจากอาหารที่กินเพื่อการสร้างกล้ามเนื้อก่อนจึงนำพลังงานที่เหลือไปสะสมในรูปของไขมันต่อไป (จุฑารัตน์, 2539)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะในการผลิตเนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคลูกผสมบราห์มัน×พื้นเมืองซึ่งมีระดับอาหารข้นที่เสริมให้แก่โคในระดับ 1.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวได้รับอาหารหยาบเต็มที่และไม่ได้รับอาหารข้น พบว่า โคมีน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าเท่ากับ 56.85, 57.28 และ 49.92 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำหนักซาก เท่ากับ 215.60, 167.54 และ 96.22 กิโลกรัม มีเปอร์เซ็นต์ซากเนื้อรวม เท่ากับ 71.69, 71.08 และ 72.85 เปอร์เซ็นต์ (ทวีป, 2538) และจากการเลี้ยงโคที่ได้รับเปลือกข้าวโพดหวานหมัก มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าการเลี้ยงโคที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงซึ่งมีค่าเท่ากับ 55.34 และ 53.81 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) โดยโคที่ใช้ระยะเวลาในการขุน 6 เดือน มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าที่ขุนระยะเวลา 5 เดือน (สุภาวดี, 2545) สอดคล้องกับการศึกษาของ Crickenberger *et al*. (1981); Wheeler *et al*. (1981) และสมบัติ (2530) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์ซากของโคเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการขุนยาวนานขึ้นและยังทำให้ไขมันแทรกสูงตามไปด้วย ซึ่งปกติแล้วไขมันแทรกเป็นไขมันที่พบอยู่ในมัดกล้ามเนื้อ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคขุน

จากการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงโคขุน สมบัติ (2530) รายงานว่า ถ้าพิจารณาที่โคมีชีวิตการเลี้ยงโคขุนโคลูกผสมบราห์มันและโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์ ได้รับผลตอบแทนสูงกว่าการเลี้ยงโคพื้นเมืองและเมื่อพิจารณาจากการจำหน่ายซากโค พบว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโคลูกผสมบราห์มันและโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์ อายุ 1 ปี (3,394 และ 3,385 บาท/ตัว ตามลำดับ) สูงกว่าโคอายุ 2 ปี (2,921 และ 3,111 บาท/ตัว ตามลำดับ) ในขณะที่การศึกษาอิทธิพลของชนิดอาหารหยาบ ระยะเวลาการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตเปอร์เซ็นต์ซาก และผลตอบแทนจากการขุนโค พบว่า มีกำไร/ตัว และกำไร/การเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัมของโคที่ขุนนาน 5 เดือน เฉลี่ยเท่ากับ 3,113 บาท/ตัว และ 19 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อขุนนาน 6 เดือน พบว่า มีผลตอบแทนจากการเลี้ยงน้อยกว่าซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,272 และ 13 บาท/ตัว ตามลำดับ และเมื่อใช้ระยะเวลาการขุน 5 เดือน สามารถทำกำไรต่อตัวมากกว่าการขุนที่ 6 เดือน (สุภาวดี, 2545) และจากการศึกษาคุณภาพซากและผลตอบแทนในการผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมเลือดชาร์โรเล่ส์ โดยศึกษาจากเกษตรรายย่อยที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ฯ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด พบว่า ราคาซากโคที่ขายได้มีราคาเท่ากับ 35,782 บาท โดยมีต้นทุนในการเลี้ยงเฉลี่ยเท่ากับ 18,185 บาท และต้นทุนค่าเวชภัณฑ์และค่าอาหารเท่ากับ 5,794 บาท/ตัว และเมื่อคิดค่าตอบแทนโดยไม่รวมค่าแรงงาน ค่าน้ำ/ค่าไฟฟ้า ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ เกษตรกรจะได้รับกำไรเท่ากับ 12,639 บาท/ตัว/ปี (มาลัย, 2546) ขณะที่จากการศึกษาสมรรถภาพการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการขุนโค โคลูกผสมที่มีเลือดโคชาโรเลส์ 50% โคบราห์มัน 25% และโคพื้นเมือง 25% มีต้นทุนการเลี้ยง เท่ากับ 33,829 บาท/ตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งเมื่อคิดค่าตอบแทนโดยไม่รวมค่าแรงงาน ค่าน้ำ/ค่าไฟฟ้า ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์จะได้กำไรเท่ากับ 2,325 บาท/ตัว ตามลำดับ (วรินธร, 2551) การศึกษาด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจนั้นจะต้องคำนึงถึงช่วงเวลาที่ทำการศึกษา สถานการณ์การของราคาอาหารสัตว์และปัจจัยต่างๆ ที่นำมาคิดต้นทุนในการผลิตด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วงการทดลอง คือ

ช่วงการทดลองที่ 1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อที่ได้รับ PMR7%CP และPMR12%CP

อุปกรณ์

1. สัตว์ทดลอง สัตว์ทดลองที่ใช้ คือ โคลูกผสมยุโรป×บราห์มัน เพศผู้ 6 ตัว และเพศเมีย 12 ตัว รวมจำนวน 18 ตัว ที่ผ่านการขุนนานเฉลี่ย 6 เดือน โดยแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว โดยโคมีน้ำหนักเริ่มต้นก่อนการทดลองเฉลี่ย 546.33±66.19 กิโลกรัม และสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย 644.17±79.81 กิโลกรัม

2. โรงเรือนทดลอง โรงเรือนทดลองเป็นโรงเรือนจั่ว 2 ชั้น พื้นคอนกรีตหลังคากระเบื้อง โคทุกตัวได้รับการเลี้ยงดูในคอกขังเดี่ยวขนาด 2×2 ตารางเมตร ด้านหน้ามีรางอาหารสำหรับอาหารข้น อาหารหยาบ กากน้ำตาล และกากน้ำตาลเอทานอล ด้านหลังมีรางน้ำให้กินตลอดเวลาและแขวนแร่ธาตุก้อนให้กับโคทุกตัวตลอดการทดลอง

3. อาหารที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย
   3.1 อาหารหยาบ ได้แก่ ฟางข้าว PMR7%CP และ PMR12%CP
   3.2 อาหารข้น ใช้อาหารสำเร็จรูปจากบริษัทเอกชนมีโปรตีนประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์
   3.3 อาหารเสริม ได้แก่ กากน้ำตาลและกากน้ำตาลเอทานอล

4. เครื่องชั่ง มี 2 ชนิด ได้แก่
   4.1 เครื่องชั่งน้ำหนักโคมีชีวิตขนาด 1,000 กิโลกรัม
   4.2 เครื่องชั่งอาหารหยาบและอาหารข้นขนาด 15 กิโลกรัม

5. อุปกรณ์การเจาะเก็บเลือดและสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่า BG BUN และ T_3
   5.1 กระบอกฉีดยาพลาสติกขนาด 10 มิลลิลิตร
   5.2 เข็มฉีดยาเบอร์ 18 ความยาว 1 นิ้ว
   5.3 หลอดเก็บเลือดที่เคลือบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 6 มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

6.1 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความชื้น วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และไขมัน ด้วยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1990)

6.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หา ADF และ NDF ด้วยวิธี Detergent method (Goering and Van Soest, 1970)

6.3 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพลังงานรวม (Gross Energy) (AOAC, 1990)

6.4 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้วิเคราะห์หาแคลเซียมและฟอสฟอรัส

วิธีการ

ช่วงการทดลองที่ 1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อที่ได้รับ PMR7%CP และPMR12%CP

1. การเลี้ยงสัตว์ทดลอง เตรียมโคเข้าทดลองโดยใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 30 วัน เพื่อให้โคปรับตัวกับอาหาร (preliminary period) ก่อนทำการเก็บตัวเลขจริงโดยชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของโคทดลองทุกตัว

2. การให้อาหาร โคทดลองทุกตัวได้รับอาหารข้นโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการทดลอง โดยให้หลังการให้ฟางข้าว PMR7%CP และ PMR12%CP วันละ 2 มื้อ คือ ช่วงเช้า (08.00 น.) และช่วงเย็น (15.30 น.) โดยโคแต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารที่แตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้รับฟางข้าว และกากน้ำตาล (กินอย่างเต็มที่) ร่วมกับอาหารข้น
กลุ่มที่ 2 ได้รับ PMR7%CP และกากน้ำตาลเอทานอล (กินอย่างเต็มที่) ร่วมกับอาหารข้น
กลุ่มที่ 3 ได้รับ PMR12%CP และกากน้ำตาลเอทานอล (กินอย่างเต็มที่) ร่วมกับอาหารข้น

3. การชั่งน้ำหนักโคทดลอง โดยชั่งน้ำหนักเริ่มต้นทดลองและหลังจากนั้นชั่งทุกๆ 30 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง การชั่งน้ำหนักทุกครั้งจะทำการชั่งในเวลา 08.00-09.00 น. ก่อนการให้อาหารช่วงเช้าโดยทำการชั่งน้ำหนักโคทดลองทุกตัว

4. การเก็บตัวอย่างอาหาร ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารข้น PMR7%CP PMR12%CP ฟางข้าว กากน้ำตาลเอทานอล และกากน้ำตาลเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความชื้น วัตถุแห้ง เถ้า โปรตีน และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไขมัน ด้วยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) วิเคราะห์หา ADF และ NDF ด้วยวิธี Detergent method (Goering and Van Soest, 1970) วิเคราะห์หาพลังงานรวม (Gross Energy) (AOAC, 1990) และหาแคลเซียมและฟอสฟอรัส เดือนละ 1 ครั้ง

5. การเก็บตัวอย่างเลือด ทำการเก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำบริเวณลำคอ (Jugular vien) จากโคทดลองทุกตัวก่อนการให้อาหารที่ 0 ชั่วโมง และหลังการให้อาหารไปแล้วที่ 4 ชั่วโมง โดยใช้เข็มเจาะเลือดเบอร์ 18 ยาว 1 นิ้ว กระบอกฉีดยาพลาสติกขนาด 10 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างเลือดตัวละประมาณ 10 มิลลิลิตร ใส่หลอดเก็บเลือดที่เคลือบด้วยโซเดียมฟลูออไรด์ออกเป็น 2 หลอด หลอดที่ 1 สำหรับหาค่า BUN ประมาณ 5 มิลลิลิตร และหลอดที่ 2 สำหรับหาค่า BG และ T_3 ประมาณ 5 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อส่งวิเคราะห์ค่า BUN BG และ T_3 โดยใช้เครื่อง Hitashi kinetic UV test Model BM 717/911 ตามวิธีของ Schmid and Forstner (1986)

6. การเก็บข้อมูลการทดลอง

6.1 บันทึกน้ำหนักโคทดลองทุกเพื่อคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย/ตัว/วันของโคตลอดการทดลอง

6.2 บันทึกปริมาณการกินอาหารของโค โดยการชั่งน้ำหนักปริมาณอาหารที่ให้และปริมาณอาหารที่เหลือทุกวันเพื่อคำนวณปริมาณวัตถุแห้งที่ได้รับ/ตัว/วัน และปริมาณวัตถุแห้งที่ได้รับโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามวิธีของ Manske (1997)

6.3 บันทึกผลการวิเคราะห์หาระดับ BUN BG และ T_3

6.4 บันทึกต้นทุนการผลิตและผลตอบทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อขุน

7. การคำนวณต้นทุนการผลิต ทำการวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคเนื้อขุน ดังนี้

7.1 ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ ค่าพันธุ์โค ค่าอาหารหยาบ ค่าอาหารข้น ค่ากากน้ำตาล ค่ากากน้ำตาลเอทานอล ค่าแรงงาน ค่าเวชภัณฑ์ ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าเสื่อมอุปกรณ์โรงเรือน และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2 ต้นทุนการผลิตทั้งหมดในรูปต้นทุนการผลิตต่อตัว และต้นทุนการผลิตต่อน้ำหนักที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม

7.3 ผลตอบแทนสุทธิหรือกำไรจากการขุนโคในรูปกำไรต่อตัว

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการศึกษาครั้งนี้เมื่อน้ำหนักเริ่มต้นทดลองมีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design) โดยใช้เพศเป็นบล็อก ใช้คำสั่ง PROC GLM และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย least square means โดยใช้ Option PDIFF ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1999) โดยมีแบบหุ่นจำลองทางสถิติ ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + S_j + \beta (X_{ij} - \overline{X}) + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะสมรรถภาพการผลิตจากโคที่ได้รับอาหารสูตรที่ i เพศที่ j ซ้ำที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม (common mean)

A_i = อิทธิพลของอาหารที่ i , i = 1,2,3

Sj = อิทธิพลของเพศที่ j , j = 1,2

β = สัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นของลักษณะที่ศึกษาต่อน้ำหนักเริ่มต้นทดลอง

X_{ij} = น้ำหนักเริ่มต้นของสัตว์ที่ได้รับอาหารสูตรที่ i ซ้ำที่ j

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเริ่มต้นทดลอง

ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อน (experimental error)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ช่วงการทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพซากโคเนื้อที่ได้รับ PMR7%CP และ PMR12%CP

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งน้ำหนักโคมีชีวิตขนาดน้ำหนัก 1,000 กิโลกรัม
2. เครื่องชั่งน้ำหนักซากโคขนาดน้ำหนัก 1,000 กิโลกรัม
3. เครื่องชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนย่อยขนาดน้ำหนัก 100 กิโลกรัม
4. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Digital Thermometer Model PT-03)
5. เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)
6. เครื่องมือวัดความหนาไขมันสันหลัง (Vernier Caliper)
7. เครื่องมือวัดขนาดพื้นที่พลานิมิเตอร์(Planimeter)
8. อุปกรณ์ที่ใช้ในการชำแหละและตัดแต่งซากโค

วิธีการ

1. การเตรียมโคเข้าชำแหละ เมื่อสิ้นสุดการขุนนำโคเข้าฆ่าโดยชั่งน้ำหนักมีชีวิตสุดท้าย คือ น้ำหนักมีชีวิตที่ทำการชั่งหลังจากโคได้เข้าคอกพักและอดอาหารนาน 12 ชั่วโมงแล้ว (ให้น้ำกินตลอดเวลา) นำโคเข้าชำแหละตามวิธีการชำแหละของ ชัยณรงค์ (2529) เพื่อศึกษาลักษณะซาก

2. การชั่งน้ำหนัก

2.1 ชั่งน้ำหนักซากอุ่นซีกซ้ายและซีกขวาที่ได้ตัดแต่งไขมันในช่องท้องออกแล้ว เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นซีกซ้าย และเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นซีกขวา

2.2 ทำการชั่งน้ำหนักซากเสี้ยวหน้าและเสี้ยวหลัง โดยใช้เลื่อยตัดแบ่งครึ่งระหว่างซี่โครงที่ 12 กับ 13 หลังจากบ่มซากที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากเสี้ยวหน้า และเปอร์เซ็นต์ซากเสี้ยวหลัง

2.3 ชั่งน้ำหนักชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่ง โดยใช้การตัดแต่งชิ้นส่วนตามรูปแบบของสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลางโพนยางคำ จำกัด ดังภาพผนวกที่ 7 (จุฑารัตน์และญาณิน, 2548

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค) หลังจากบ่มซากที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่ง

3. วัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกและความหนาไขมันสันหลัง โดยนำแผ่นใสวางทาบบนชิ้นส่วนสันนอกที่ติดกระดูกซี่โครงที่ 12 และ 13 แล้วใช้ปากกากันน้ำวาดไปตามรอยเส้นแบ่งระหว่างกล้ามเนื้อและไขมัน นำแผ่นใสที่ได้วัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกด้วยเครื่องวัดขนาดพื้นที่ (Planimeter) ซึ่งมีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร จากนั้นนำไปวัดหาความหนาไขมันสันหลังบริเวณเนื้อกล้ามเนื้อสันนอก โดยวาดเป็นเส้นตรงระหว่างจุดกว้างที่สุดของกล้ามเนื้อสันนอกจากแนวกระดูกสันหลังแบ่งออกเป็น 4 ส่วนเท่ากัน คือ ¼ ½ และ ¾ จากนั้นวาดเป็นเส้นตรงตั้งฉากกับเส้นแบ่งแนวขึ้นไปจนชั้นกล้ามเนื้อสันนอกตรงจุด ¾ จึงทำการวัดความหนาไขมันสันหลังด้วยเครื่องมือวัดความหนาไขมันสันหลัง (Vernier Caliper) มีหน่วยเป็นตารางเซนติเมตร ตามวิธีของ Boggs and merkel (1981)

4. การเก็บข้อมูล

4.1 บันทึกน้ำหนักน้ำหนักซากอุ่นซีกซ้าย น้ำหนักซากอุ่นซีกขวา น้ำหนักซากเสี้ยวหน้า น้ำหนักซากเสี้ยวหลัง และน้ำหนักชิ้นส่วนจากการตัดแต่ง

4.2 บันทึกอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างของซาก

4.3 บันทึกขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกและความหนาไขมันสันหลัง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการศึกษาครั้งนี้เมื่อน้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายมีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design) โดยใช้เพศเป็นบล็อก ใช้คำสั่ง PROC GLM และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย least square means โดยใช้ Option PDIFF ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1999) โดยมีแบบหุ่นจำลองทางสถิติดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + S_j + \beta (X_{ij} - \overline{X}) + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะคุณภาพซากจากสัตว์ที่ได้รับอาหารสูตรที่ i เพศที่ j ซ้ำที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยร่วม (common mean)

A_i = อิทธิพลของอาหารที่ i , i = 1,2,3

Sj = อิทธิพลของเพศที่ j , j = 1,2

β = สัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นของลักษณะที่ศึกษาต่อน้ำหนักมีชีวิตสุดท้าย

X_{ij} = น้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายของสัตว์ที่ได้รับอาหารสูตรที่ i เพศที่ j

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักมีชีวิตสุดท้าย

ε_{ijk} = ความคลาดเคลื่อน (experimental error)

สถานที่ทำการวิจัย

1. ฟาร์มเลี้ยงสัตว์และโรงฆ่าสัตว์สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลางโพนยางคำ จำกัด จังหวัดสกลนคร

2. ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

3. ห้องปฏิบัติการตัดแต่งเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

4. วิเคราะห์หากลูโคสในเลือด (BG) ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (BUN) และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (T_3) ของโคทดลอง ที่ห้องปฏิบัติการของบริษัทโปรเฟสชั่นแนล ลาโบราทอรี่ แมเนจเม้นท์ คอร์ป จำกัด กรุงเทพฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาทำการวิจัย

การทดลองครั้งนี้เริ่มต้นตั้งแต่เดือน	พฤษภาคม พ.ศ. 2551
สิ้นสุดการทดลองเดือน	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ช่วงการทดลองที่ 1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อที่ได้รับ PMR7%CP และPMR12%CP

1. คุณค่าทางโภชนะของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

จากการศึกษาได้ใช้อาหารข้นที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อาหารข้นสูตรเดียวกันตลอดการทดลอง ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของอาหารข้น พบว่า มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า NDF ADF ADL และพลังงานรวม (Gross energy, GE) เท่ากับ 90.89, 13.80, 2.82, 9.11, 25.68, 14.76, 3.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ 3,615.74 แคลอรี่/กรัม ซึ่งการเลี้ยงโคขุนโดยปกติโคขุนควรได้รับอาหารข้นที่มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 4-8 เดือน (สัญชัย, 2547) การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิตเป็นเวลา 6 เดือน ซึ่งเป็นการขุนระยะสุดท้ายที่เน้นไขมันแทรกกล้ามเนื้อตามการเลี้ยงของสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลางโพนยางคำ จำกัด

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าว พบว่า มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL เท่ากับ 93.29, 2.83, 1.73, 7.89, 38.13, 79.24, 51.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพลังงานรวม (Gross energy, GE) 3,945.11 แคลอรี่/กรัม จะเห็นได้ว่าฟางข้าวที่ใช้ทดลองในครั้งนี้มีระดับโปรตีนที่ค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากได้รับไนโตรเจนจากการใส่ปุ๋ยยูเรียในการปลูกข้าวที่สูงส่งผลให้ฟางข้าวมีปริมาณโปรตีนที่สูงตามไปด้วย จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของ PMR7%CP และ PMR12%CP ที่ใช้เลี้ยงโคแทนฟางข้าว พบว่า PMR7%CP มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL เท่ากับ 32.49, 7.32, 1.31, 12.71, 53.00, 39.80, 8.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพลังงานรวม (Gross energy, GE) 4,178.07 แคลอรี่/กรัม ซึ่งมีวัตถุแห้งต่ำเนื่องจาก PMR7%CP มีชานอ้อย เศษข้าวโพด และกากน้ำตาลเอทานอลเป็นวัตถุดิบ ซึ่งเศษข้าวโพดและกากน้ำตาลเอทานอลมีความชื้นสูงส่งผลให้ PMR7%CP มีความชื้นสูงตามไปด้วย แต่พบว่ามีโปรตีนสูงเนื่องจากมีการเติมกากน้ำตาลเอทานอลซึ่งมีโปรตีน 12.43 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ PMR7%CP มีโปรตีนสูงขึ้น และเมื่อเสริมแอมโมเนียเหลวลงในกระบวนการผลิต PMR12%CP พบว่า มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน เถ้า NDF ADF และ ADL เท่ากับ 33.57, 11.15, 0.90, 12.75, 59.93, 40.13 8.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพลังงานรวม (Gross energy, GE) 4,204.78 แคลอรี่/กรัม จะเห็นได้ว่าผลจากการเสริมแอมโมเนียเหลวลงในกระบวนการผลิตทำให้อาหารมีระดับโปรตีนที่สูงขึ้น (Huber *et al*., 1979; Hargreaves *et al*.,1984) และจากการศึกษาความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริกของ PMR7%CP และ PMR12%CP (ตารางที่ 8) พบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พืชหมักที่มีคุณภาพดี (สายัณห์, 2522) โดยไม่ส่งผลกระทบต่อตัวสัตว์ นอกจากนี้การนำอาหารหยาบไปหมักก่อนให้สัตว์ทำให้สัตว์สามารถกินอาหารได้มากขึ้น และทำให้มีความน่ากินสูงขึ้น (เมธา, 2529)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของคุณค่าทางโภชนะของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

คุณค่าทางโภชนะ (%วัตถุแห้ง)	อาหารข้น	ฟางข้าว	PMR 7%CP	PMR 12%CP	กากน้ำตาลเอทานอล	กากน้ำตาล
วัตถุแห้ง (DM)	90.89	93.29	32.49	33.57	35.56	78.98
โปรตีน (CP)	13.80	2.83	7.32	11.15	12.43	5.06
ไขมัน (EE)	2.82	1.73	1.31	0.90	0.51	0.55
เถ้า (ash)	9.11	7.89	12.71	12.75	20.05	8.62
NDF	25.68	79.24	53.00	59.93	-	-
ADF	14.76	51.80	39.80	40.13	-	-
ADL	3.57	4.36	8.82	8.19	-	-
แคลเซียม (g/100 g)	-	0.40	0.99	0.96	2.09	1.21
ฟอสฟอรัส (g/100 g)	-	0.25	0.25	0.27	244.94	0.06
พลังงานรวม (cal/g)	3,615.74	3,945.11	4,178.07	4,204.78	3,222.30	3,683.00

ผลจากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของกากน้ำตาลเอทานอล พบว่า มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 35.56, 12.43, 0.51 และ 20.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีโปรตีนที่สูงกว่ากากน้ำตาล เนื่องจากกากน้ำตาลเอทานอลได้จากกระบวนการผลิตเอทานอลซึ่งมีการเติมยีสต์ในกระบวนการหมักทำให้มีเซลล์ยีสต์ที่ตายแล้วเหลืออยู่ (Moreira, 2007) ซึ่งเซลล์ยีสต์มีโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ (Jimenez *et al.,* 2006) ส่งผลให้กากน้ำตาลเอทานอลมีโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังพบว่า มีส่วนของเถ้าอยู่ในปริมาณสูงเนื่องจากมีส่วนของแร่ธาตุต่างๆ เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และแคลเซียม เป็นต้น (Jimenez *et al.,* 2006; Moreira, 2007) จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนะของกากน้ำตาล พบว่า มีวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และเถ้า เท่ากับ 78.98, 5.06, 0.55 และ 8.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีโปรตีนต่ำกว่ากากน้ำตาลเอทานอลถึง 2.28 เท่า แต่พบว่ากากน้ำตาลมีพลังงานรวม (3,680.30 แคลอรี่/กรัม) ที่สูงกว่ากากน้ำตาลเอทานอล (3,220.33 แคลอรี่/กรัม)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริกของ PMR7%CP และ PMR 12%CP

กรด (%)	PMR7%CP	PMR12%CP
ความเป็นกรด-ด่าง	3.99±0.09	4.60±0.00
กรดแลคติก	5.36±2.06	5.55±0.84
กรดอะซิติก	4.65±0.54	4.98±0.22
กรดบิวทีริก	1.70±0.10	1.95±0.23

2. สมรรถภาพการผลิตของโคทดลอง

ผลการศึกษาการใช้อาหาร Partial Mixed Ration (PMR) เป็นอาหารหยาบในการเลี้ยงโคเนื้อขุน เมื่อสิ้นสุดการขุนทำการศึกษาสมรรถภาพการผลิตในการเลี้ยงโคเนื้อขุนทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

2.1 ปริมาณการกินได้

จากการศึกษาโคที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 พบว่า มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งเท่ากับ 9.07±0.62, 6.40±0.54 และ 6.90±0.52 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งเป็นผลมาจากกลุ่มที่ 1 มีการให้อาหารข้นในปริมาณที่มากกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 โดยกลุ่มที่ 2 มีการให้ PMR7%CP และกลุ่มที่ 3 มีการให้ PMR12%CP เป็นอาหารหยาบแทนฟางข้าวซึ่งมีวัตถุแห้งต่ำ นอกจากนี้กลุ่มที่ 2 และ 3 ใช้กากน้ำตาลเอทานอลแทนกากน้ำตาลซึ่งมีวัตถุแห้งต่ำ (ตารางที่ 8) ส่งผลให้เมื่อคิดเป็นปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งทั้งหมดที่ได้รับมีค่าต่ำ

เมื่อคิดปริมาณวัตถุแห้งที่ได้รับเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว พบว่า กลุ่มที่ 1 มีสูงที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ 3 และ 2 แต่พบว่ากลุ่มที่ 3 ได้รับโปรตีนและพลังงานรวมที่สูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 1 โดยกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ได้รับโปรตีน เท่ากับ 0.96±0.08, 1.00±0.07 และ 1.36±0.07 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ เนื่องจากโคในกลุ่มที่ 2 ได้รับ PMR7%CP มีโปรตีน 7.32 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 3 ได้รับ PMR12%CP มีโปรตีน 11.15 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับกากน้ำตาลเอทานอลซึ่งมีโปรตีน 12.43 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้โคได้รับโปรตีนสูงกว่า แต่กลุ่มที่ 1 ได้รับฟางข้าวซึ่งมีโปรตีน 2.83 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร่วมกับกากน้ำตาลซึ่งมีโปรตีน 5.06 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ากลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ได้รับพลังงานรวม เท่ากับ 37.13±5.56, 43.88±4.82 และ 50.24±4.66 กิโลแคลอรี่/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจาก กลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับ PMR7%CP และ PMR12%CP ซึ่งมีพลังงานรวม เท่ากับ 4,178.07 และ 4,204.78 แคลอรี่/กรัม ตามลำดับ ส่งผลให้โคกลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับพลังงานสูงด้วย

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสมรรถภาพการผลิตโคเนื้อขุน

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่		
	1	2	3
จำนวนโคทดลอง (ตัว)	6	6	6
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	180	180	180
น้ำหนักเริ่มต้น (กก./ตัว)	554.24±20.43	543.14±20.48	536.17±20.10
น้ำหนักสุดท้าย (กก./ตัว)	648.15±31.75	644.71±31.15	631.31±31.16
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว (กก./ตัว)	72.96±18.09	105.69±18.09	96.86±17.75
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	496.45±10.70	536.28±9.29	503.42±8.98
วัตถุแห้งที่ได้รับ (กก./ตัว/วัน)			
- ฟางข้าว	2.29	-	-
- PMR7%CP	-	2.21	-
- PMR12%CP	-	-	2.74
- อาหารข้น	5.63	3.84	3.82
- กากน้ำตาล	1.15	-	-
- กากน้ำตาลเอทานอล	-	0.35	0.35
วัตถุแห้งที่ได้รับทั้งหมด (กก./ตัว/วัน)	9.07±0.62^{a}	6.40±0.54^{b}	6.90±0.52^{ab}
วัตถุแห้งที่ได้รับ (%น้ำหนักตัว)	1.81±0.11^{a}	1.21±0.19^{b}	1.25±0.09^{b}
โปรตีนที่ได้รับ (กก./ตัว/วัน)	0.96±0.08^{b}	1.00±0.07^{b}	1.36±0.07^{a}
พลังงานที่ได้รับ (กิโลแคลอรี่/ตัว/วัน)	37.13±5.56	43.88±4.82	50.24±4.66

หมายเหตุ ^{abc}อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโต

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของโคในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 496.45±10.70, 536.28±9.29 และ 503.42±8.98 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ (P>0.05) จะเห็นได้ว่าอัตราการเจริญเติบโตของการทดลองนี้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากโคมีน้ำหนักเริ่มต้นทดลองที่สูง (554.52 กิโลกรัม) ซึ่งน้ำหนักเริ่มต้นขุนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโต โดยเมื่อระยะขุนนานขึ้นอัตราการเจริญเติบโตจะด้อยลง เนื่องจากระยะท้ายของการขุนร่างกายสัตว์เริ่มเข้าสู่การเจริญเติบโตเต็มวัย ระยะนี้อัตราการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อและกระดูกเริ่มลดลงและมีอัตราการสะสมไขมันที่เร็วขึ้น ดังนั้นอาหารที่กินเข้าไปช่วงนี้จึงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นการสะสมไขมันมากกว่ากล้ามเนื้อทำให้สัตว์เพิ่มน้ำหนักน้อยลง (นันทนา, 2540)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวของโคในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 72.96±18.09, 105.96±18.09 และ 96.89±17.75 กิโลกรัม/ตัว ตามลำดับ (P>0.05) ซึ่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในโคที่กิน PMR7%CP และ PMR12%CP ซึ่งเป็นผลมาจากโคได้รับปริมาณโปรตีนและพลังงานที่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบ ขณะที่กลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับ PMR7%CP และ PMR12%CP เป็นอาหารหยาบซึ่งมีระดับโปรตีนและระดับพลังงานที่สูงกว่า โคที่ได้รับอาหารที่มีคุณภาพสูงจะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าโคที่ได้รับอาหารที่มีคุณภาพรองลงมา (Perston and Willis, 1974) ทำให้โคกลุ่มที่ 2 และ 3 มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 รวมทั้งผลจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของอาหารหยาบ พบว่า PMR7%CP และ PMR12%CP มีผนังเซลล์ (NDF) และเยื่อใย (ADF) ที่ต่ำกว่าในฟางข้าว (ตารางที่ 8) จึงอาจจะส่งผลทำให้ PMR7%CP และ PMR12%CP ที่โคกินเข้าไปสามารถย่อยได้มากกว่าฟางข้าว ซึ่ง PMR7%CP และ PMR12%CP เป็นอาหารหยาบที่ได้ผ่านกระบวนการหมักจึงมีแลคติกแอซิดแบคทีเรียอยู่สูงทำให้อาหารมีปริมาณกรดแลคติกสูง ส่งผลให้การย่อยได้ของอาหารสูงขึ้น (Wheeler and Mulcahy, 1989; Havillah and Kaiser, 1992) สัตว์จึงสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารได้มากกว่าทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยฟางข้าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การเปลี่ยนแปลงของค่าโลหิตวิทยาและฮอร์โมนไตรไอโอโดไทนีน

จากการทดลองโคที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกันในช่วงก่อนการให้อาหาร พบว่า มีระดับ BG และ BUN เพิ่มขึ้นหลังสัตว์กินอาหารแล้ว 4 ชั่วโมง ซึ่งระดับของค่าดังกล่าวของโคยังอยู่ในช่วงปกติ

2.3.1 ปริมาณกลูโคสในเลือด (blood glucose; BG)

ปริมาณ BG ของโคที่ 0 ชั่วโมงในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 61.92±2.44, 63.50±2.39 และ 69.94±2.12 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และปริมาณ BG 4 ชั่วโมง เท่ากับ 63.70±2.58, 67.56±2.46 และ 70.59±2.27 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ BG ก่อนการให้อาหารที่ 0 ชั่วโมง และหลังการให้อาหารที่ 4 ชั่วโมง พบว่า มีปริมาณ BG แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) แต่มีแนวโน้มปริมาณ BG ที่สูงขึ้นหลังการให้อาหารไปแล้ว 4 ชั่งโมง (พนัส, 2538) โดยปกติ BG ของสัตว์ทั่วไปมีค่าประมาณ 50-70 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีความต้องเพื่อการดำรงชีพ (basal metabolism) 40-60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Schultz *et al*., 1988; เมธา, 2529) โดยการสร้างกลูโคสขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์และชนิดของอาหารที่กิน (บุญล้อม, 2542) ซึ่งจากการทดลองพบว่า ปริมาณ BG ของกลุ่มที่ 2 และ 3 มีค่าที่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 เนื่องจากโคได้รับพลังงานที่สูงกว่า โดยมีค่าเท่ากับ 37.13±5.56, 43.88±4.82 และ 50.24±4.66 กิโลแคลอรี่/ตัว/วัน ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม BG ของโคทั้ง 3 กลุ่ม ยังอยู่ในช่วงปกติแสดงว่าสัตว์ได้รับพลังงานที่เพียงพอจากอาหารที่สัตว์ได้รับ

2.3.2 ปริมาณยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (blood urea-nitrogen; BUN)

ปริมาณ BUN ของโคที่ 0 ชั่วโมงของกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 8.92±1.13, 13.31±1.08 และ 13.12±1.00 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีปริมาณ BUN ที่ 4 ชั่วโมง เท่ากับ 8.91±1.28, 13.71±1.22 และ 14.49±1.11 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามลำดับ (ตารางที่ 10) จะเห็นได้ว่า โคในกลุ่มที่ 1 มีการสร้าง BUN ต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากโคในกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งโคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ได้รับโปรตีนวันละ 0.96±0.08, 1.00±0.07 และ 1.36±0.07 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ซึ่งสัตว์ที่กินอาหารโปรตีนสูงจะมีอัตราการสังเคราะห์ยูเรียสูงด้วย โดยโคในกลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับปริมาณโปรตีนสูงส่งผล BUN สูงตามไปด้วย เนื่องจากเกิดการย่อยสลายโปรตีนมากขึ้นทำให้ปริมาณยูเรียที่ได้จากการสลายโปรตีนมากขึ้นด้วย (Madsen, 1983) โดยหลังจากกินอาหารปริมาณแอมโมเนียในกระเพาะหมักจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และสูงขึ้นภายในเวลา 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นแอมโมเนียส่วนเกินจะเข้าสู่ระบบเลือด หลังกินอาหารช่วง 3-4 ชั่วโมง ปริมาณยูเรียในเลือดจะเพิ่มขึ้นสูงสุด (เมธา, 2529) ซึ่งปริมาณ BUN ในกลุ่มที่ 2 และ 3 มีแนวโน้มสูงขึ้นหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมง โดยปริมาณ BUN จะเป็นตัวสะท้อนถึงสมดุลไนโตรเจนในอาหาร (ทวีพร, 2544) เมื่อสัตว์ได้รับอาหารโปรตีนสูงส่งผลให้ปริมาณ BUN สูงตามไปด้วย ซึ่งโคในกลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับอาหารโปรตีน เท่ากับ 1.00±0.07 และ 1.36±0.07 กิโลกรัม/ตัว/วัน ขณะที่กลุ่มที่ 1 ได้รับโปรตีน 0.96±0.08 กิโลกรัม/ตัว/วัน ส่งผลให้ปริมาณ BUN ในกลุ่มที่ 2 และ 3 (13.71±1.22 และ 14.49±1.11 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) มีค่าที่สูงกว่ากลุ่มที่ 1 (8.91±1.28 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) โดยมีค่า BUN อยู่ในช่วง 8.91-14.49 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งสัตว์เจริญวัยปกติมีระดับ BUN อยู่ในช่วง 6-27 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (Swenson, 1977) แสดงให้เห็นว่า BUN ของโคทั้ง 3 กลุ่มมีค่าอยู่ในช่วงปกติ ซึ่งเป็นผลมาจากสัตว์ได้รับปริมาณโปรตีนจากอาหารที่เพียงพอต่อการดำรงชีพและการเจริญเติบโต

2.3.3 ฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (triiodotyronine; T_3)

ปริมาณ T_3 ในเลือดของโคกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 185.91±32.99, 202.56±34.49 และ 252.86±28.66 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งระดับ T_3 มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างพลังงานและควบคุมอัตราเมทาบอลิซึมพื้นฐาน ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และวิตามิน โดยจะมีผลต่อระบบการทำงานของร่างกาย เช่น ระบบหัวใจ ระบบย่อยอาหารและระบบระบายความร้อน เป็นต้น (Dunlop, 1991) ซึ่งระดับ T_3 ที่เหมาะสมมีผลทำให้เกิดการกระตุ้นการหมุนเวียนของโปรตีน (นทีทิพย์, 2538) ทำให้การสลายโปรตีนเพิ่มขึ้นส่งผลให้สัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ยรรยง, 2538) ผลจากการศึกษา พบว่า กลุ่มที่ 1 มีปริมาณ T_3 ต่ำที่สุด (185.91±32.99 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์) เนื่องจากสัตว์ได้รับอาหารโปรตีนต่ำสุด (0.96±0.08 กิโลกรัม/ตัว/วัน) ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับอาหารโปรตีน เท่ากับ 1.00±0.07 และ 1.36±0.07 กิโลกรัม/ตัว/วัน และมีปริมาณ T_3 เท่ากับ 202.56±34.49 และ 252.86±28.66 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้การเปลี่ยนของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มที่ 2 และ 3 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ซึ่งผลจากน้ำหนักตัวที่เปลี่ยนแปลงของสัตว์จะมีความสัมพันธ์ปริมาณ T_3 (Minson, 1990)

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของกลูโคสในเลือด (BG) ยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือด (BUN) และฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนีน (T_3) ของโคเนื้อขุน

ค่าชีวเคมีของเลือด	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
BG (mg%)			
0 ชั่วโมง	61.92±2.44^{b}	63.50±2.39^{ab}	69.94±2.12^{a}
4 ชั่วโมง	63.70±2.58	67.56±2.46	70.59±2.27
BUN (mg%)			
0 ชั่วโมง	8.92±1.13^{c}	13.31±1.08^{a}	13.12±1.00^{a}
4 ชั่วโมง	8.91±1.28^{b}	13.71±1.22^{ab}	14.49±1.11^{a}
T_3 (mg%)	203.97±21.78	224.29±24.94	247.26±19.09

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

ช่วงการทดลองที่ 2 การศึกษาคุณภาพซากโคเนื้อที่ได้รับ PMR7%CP และ PMR12%CP

จากการศึกษาคุณภาพซากโคขุน พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ความหนาไขมันสันหลัง และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นเท่ากับ 56.49±1.66, 56.69±1.49 และ 57.95±1.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความหนาไขมันสันหลังมีค่าเท่ากับ 2.13±0.28, 2.08±0.26 และ 2.40±0.28 เซนติเมตร ตามลำดับ และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก เท่ากับ 118.92±5.99**,** 107.24±6.02 และ 102.28±5.90 ตารางเซนติเมตร จะเห็นได้ว่าผลจากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ความหนาไขมันสันหลัง และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีค่าที่สูงซึ่งเป็นผลมาจากโคมีชีวิตส่งฆ่าสูง ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ความหนาไขมันสันหลังนอกและขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกสูงด้วย แต่น้ำหนักส่งฆ่าไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากเสี้ยวหน้าและเปอร์เซ็นต์ซากเสี้ยวหลัง (มาลัย, 2546) ซึ่งน้ำหนักซากจะมีผลต่อขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก โดยโคที่มีน้ำหนักซากมาก จะมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกมากกว่าโคที่มีน้ำหนักน้อยกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Koger *et al*., 1973) การศึกษานี้โคมีน้ำหนักส่งฆ่าแต่ละกลุ่มที่ใกล้เคียงกันส่งผลให้การศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ความหนาไขมันสันหลัง และขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอกของโคทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งการสะสมไขมันในร่างกายของโคส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบริเวณไขมันสันหลัง (Subcutaneous fat) และไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ (Intermuscular fat) (Van *et a*., 1995) เมื่อโคถึงระยะโตเต็มวัยแล้ว (Maturity) การสะสมกล้ามเนื้อจะมีอัตราลดลงแต่การสะสมไขมันจะเพิ่มขึ้น (จุฑารัตน์, 2539) ซึ่งผลจากการศึกษานี้มีความหนาของไขมันสันหลังที่สูงเนื่องจากโคมีระยะการขุนมาก (ธนนันท์, 2547)

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของคุณภาพซากโคเนื้อขุน

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
น้ำหนักซากอุ่น (กิโลกรัม)	333.87±9.94	332.52±8.86	339.27±8.01
เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น	56.49±1.66	56.69±1.49	57.95±1.34
น้ำหนักซากอุ่นซีกซ้าย (กิโลกรัม)	166.26±5.23	166.50±4.67	169.89±4.22
เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นซีกซ้าย	49.78±0.199	50.08±0.18	50.08±0.16
น้ำหนักซากเย็นซีกซ้ายเสี้ยวหน้า (กิโลกรัม)	86.33±2.48	84.62±2.22	86.44±2.01
เปอร์เซ็นต์ซากเย็นซีกซ้ายเสี้ยวหน้า	51.77±0.65	50.81±0.64	50.89±0.56
น้ำหนักซากเย็นซีกซ้ายเสี้ยวหลัง (กิโลกรัม)	75.86±1.94	75.50±1.73	74.51±.57
เปอร์เซ็นต์ซากเย็นซีกซ้ายเสี้ยวหลัง	45.23±0.84	45.43±0.75	44.03±0.68
ความหนาไขมันสันหลัง (เซนติเมตร)	2.13±0.28	2.08±0.26	2.40±0.28
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก (ตารางเซนติเมตร)	118.92±5.99	107.24±6.02	102.28±5.90

จากการการศึกษาเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของซากเสี้ยวหน้า (Fore quarter) พบว่า สันนอกตอนกลาง (Rib set) สันคอ (Chuck) ตะพาบ (Macreuse)+ปลาบู่ทอง (Jumeau) ใบพาย (Paleron) น่อง(Shank) เสือร้องไห้ (Brisket) ซี่โครง (Short Rib) น่องแก้ว (Silver shank) สันในตอนหน้า (Filet mignon) หางว่าว (Skirt steak) เนื้อรวม (Ground-meat) กระดูก (Bone) ไขมัน (Fat) เอ็น (Tendon) และเศษเนื้อ (Scrap) ของโคทั้งสามกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างอย่าง แต่พบว่า น่องแก้ว (Silver shank) และเนื้อสูญหายจากการตัดแต่ง (Cutting loss) มีค่าแตกต่างกัน ($P<0.05$) โดยโคกลุ่มที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์น่องแก้วมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ 2 และ 3 โดยมีค่าเท่ากับ 0.76±0.03, 0.71±0.03 และ 0.66±0.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเนื้อสูญหายจากการตัดแต่ง (Cutting loss) เท่ากับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.19±0.36, 1.40±0.35 และ 2.35±0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการที่เนื้อน่องแก้วมีค่าที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอาจเป็นผลมาจากมีเนื้อสูญหายจากการตัดแต่ง (Cutting loss) ที่สูง

สำหรับเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของซากเสี้ยวหลัง (Hind quarter) พบว่า หางตะเข้ (tritip) พับใน (Tob round) ลูกมะพร้าว (knuckle) พับนอก (Bottom round) น่อง (Shank), แนร์แฟอร์ (Nerveux) เนื้อพิเศษ1 (Bavette aloyau) เนื้อพิเศษ2 (Bavette flanchet) กระดูก (Bone) ไขมัน (Fat) เอ็น(Tendon) เศษเนื้อ (Scrap) และเนื้อสูญหายจากการตัดแต่ง (Cutting loss) ของโคทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่พบว่า สันสะโพก (Sirloin) และเนื้อพิเศษ1 (Bavette aloyau) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสันสะโพก (Sirloin) มีค่าเท่ากับ 7.50±0.26, 6.96±0.25 และ 8.01±0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเนื้อพิเศษ1 (Bavette aloyau) มีค่าเท่ากับ 2.09±0.11, 1.92±0.11 และ 1.73±0.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งจากซากเสี้ยวหน้าและเสี้ยวหลังโดยรวม พบว่า มีอาหาร PMR7%CP และ PMR12%CP ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่ง

แสดงให้เห็นได้ว่าผลจากการใช้ PMR7%CP และ PMR12%CP เลี้ยงโคกลุ่มที่ 2 และ 3 แทนการใช้ฟางข้าวในกลุ่มที่ 1 พบว่า PMR7%CP และ PMR12%CP ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ความหนาไขมันสันหลัง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของซากเสี้ยวหน้า (Fore quarter) ของซากโคเนื้อขุน

ชิ้นส่วน[1](เปอร์เซ็นต์[2])	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
สันนอกตอนกลาง (Rib set)	10.93±0.61	10.82±0.60	10.44±0.53
สันคอ (Chuck)	8.29±0.35	7.81±0.35	7.99±0.30
ตะพาบ*(Macreuse)+ปลาบู่ทอง**(Jumeau)	8.23±0.35	8.09±0.35	8.27±0.30
ใบพาย (Paleron)***	2.95±0.19	2.65±0.19	2.62±0.17
น่อง (Shank)	2.73±0.13	2.57±0.13	2.73±0.11
เสือร้องไห้ (Brisket)	9.57±0.74	9.28±0.73	9.93±0.64
ซี่โครง (Short Rib)	5.22±0.58	6.55±0.57	6.10±0.50
น่องแก้ว (Silver shank)	0.76±0.03^{a}	0.71±0.03^{ab}	0.66±0.03^{b}
สันในตอนหน้า (Filet mignon)	0.34±0.04	0.29±0.04	0.28±0.05
หางว่าว (Skirt steak)	0.55±0.07	0.63±0.07	0.58±0.06
เนื้อรวม (Ground-meat)	20.84±1.14	18.29±1.13	17.66±0.98
กระดูก (Bone)	16.94±0.78	17.03±0.77	16.80±0.67
ไขมัน (Fat)	11.37±0.95	14.24±0.94	14.11±0.82
เอ็น (Tendon)	0.30±0.04	0.37±0.04	0.29±0.03
เศษเนื้อ (Scrap)	2.18±0.21	2.06±0.21	2.12±0.18
สูญหายจากการตัดแต่ง (Cutting loss)	1.19±0.36^{b}	1.40±0.35^{ab}	2.35±0.31^{a}

หมายเหตุ ^{abc}อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[1]ชิ้นส่วนที่ได้เป็นการตัดแต่งตามหลักการตัดแต่งของสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด

[2]ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งคิดเทียบเปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักซากอุ่นซีกซ้าย

* คือ เนื้อรักบี้ (Thick shoulder) ** คือ เนื้อสันในเทียม (False filet)

*** คือ เนื้อแผ่นใบพาย (Shoulder blade)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยลีสท์สแควร์±ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งของซากเสี้ยวหลัง(Hind quarter) ของซากโคเนื้อขุน

ชิ้นส่วน[1] (เปอร์เซ็นต์[2])	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
สันหลัง (T-bone)	16.10±0.46	15.74±0.46	15.65±0.40
สันสะโพก (Sirloin)	7.50±0.26^{ab}	6.96±0.25^{b}	8.01±0.22^{a}
หางตะเข้ (tritip)	1.78±0.12	1.86±0.11	1.69±0.10
พับใน (Tob round)	12.50±0.44	12.41±0.44	12.27±0.38
ลูกมะพร้าว (knuckle)	6.96±0.17	7.08±0.16	6.83±0.14
พับนอก (Bottom round)	11.77±0.31	11.89±0.31	11.77±.0.27
น่อง (Shank)	2.30±0.16	2.99±0.15	2.92±0.13
แนร์แฟอร์ (Nerveux)	2.80±0.14	2.84±0.14	2.69±0.12
เนื้อพิเศษ1 (Bavette aloyau)	2.09±0.11^{a}	1.92±0.11^{ab}	1.73±0.10^{b}
เนื้อพิเศษ2 (Bavette flanchet)	0.89±0.07	1.01±0.07	0.84±0.06
เนื้อรวม (Ground-meat)	3.88±0.27	4.18±0.27	3.59±0.23
กระดูก (Bone)	13.08±0.67	13.88±0.66	12.43±0.58
ไขมัน (Fat)	13.00±1.03	12.50±1.01	15.03±0.89
เนื้อแดงรวม (Lean)	69.56±1.20	69.17±1.19	68.27±1.04
เอ็น (Tendon)	0.52±0.06	0.57±0.06	0.48±0.05
เศษเนื้อ (Scrap)	1.97±0.81	2.42±0.21	1.87±0.18
สูญหายจากการตัดแต่ง (Cutting loss)	1.89±0.41	1.46±0.41	1.93±0.36

หมายเหตุ [ab]อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

[1]ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งตามหลักการตัดแต่งของสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลางโพนยางคำ จำกัด

[2]ชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแต่งคิดเทียบเปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักซากอุ่นซีกซ้าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคขุน

การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตโคเนื้อที่ขุนด้วย PMR7%CP และ PMR12%CP ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ค่าโคเริ่มเข้าขุน คิดตามราคาขายของสมาชิกสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลางโพนยางคำ จำกัด ราคา 45 บาท/กิโลกรัม

2. ค่าอาหารที่ใช้ในการทดลอง คิดตามราคาขายของสมาชิกสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลางโพนยางคำ จำกัด

2.1 ค่าอาหารข้น ใช้อาหารสำเร็จรูปของบริษัทของบริษัทเอกชน ราคา 7 บาท/กิโลกรัม

2.2 ค่าอาหารหยาบ ได้แก่ ฟาง ราคา 2.0 บาท/กิโลกรัม อาหาร PMR ราคา 2.25 บาท/กิโลกรัม กากน้ำตาล ราคา 5 บาท/กิโลกรัม และกากน้ำตาลเอทานอลราคา 2.5 บาท/กิโลกรัม

3. ค่าแรงงาน คิดตามอัตราค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำเฉลี่ย 170 บาท/วัน โดยที่คนงาน 1 คน รับผิดชอบเลี้ยงโคได้ 20 ตัว/วัน ดังนั้นค่าแรงในการเลี้ยงโค เท่ากับ 8.5 บาท/ตัว/วัน

4. ค่าไฟฟ้า-ค่าน้ำ คิดรวมกันทั้งค่าไฟฟ้าและค่าน้ำ เท่ากับ 0.10 บาท/ตัว/วัน (นันทนา, 2540)

5. ค่าเวชภัณฑ์ ได้แก่ ค่ายาถ่ายพยาธิ ยาปฏิชีวนะ ค่าวัคซีน คิดโดยเฉลี่ยราคาประมาณ 200 บาท/ตัว

6. ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์ คิด 1.00 บาท/ตัว/วัน (คิดตามค่าเสื่อมของโรงเรือนระยะเวลา 5 ปี

7. ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน โดยคิดตามอัตราดอกเบี้ยที่ควรได้รับหากนำเงินค่าใช้จ่ายนี้ไปฝากธนาคารเท่ากับร้อยละ 2 บาท/ปี (ธนาคารกรุงเทพ, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคขุน (บาท/ตัว)

รายจ่ายและต้นทุนการผลิต	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
ค่าพันธุ์สัตว์	25,197.03	24,404.68	24,523.76
ค่าอาหารข้น	7,677.60[a]	5,608.90[b]	5,505.37[b]
ค่าอาหารหยาบ	1,152.99[b]	2,399.26[ab]	3,050.23[a]
ค่ากากน้ำตาล/กากน้ำตาลเอทานอล	1,350.00[a]	450.00[b]	450.00[b]
ค่าแรงงาน	1,572.50	1,572.50	1,572.50
ค่าไฟฟ้า-ค่าน้ำ	18.50	18.50	18.50
ค่าเวชภัณฑ์	200.00	200.00	200.00
ค่าเสื่อมโรงเรือนและอุปกรณ์	185.00	185.00	185.00
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน	866.35	866.35	866.35
ต้นทุนค่าอาหาร	10,179.64	8,592.33	9,129.81
ต้นทุนทั้งหมด	37,963.46[a]	35,555.50[b]	36,285.40[b]
ต้นทุนค่าอาหาร/การเพิ่มนน. 1 กก.	174.41	77.22	81.52
รายได้จากการขายซาก	46,743.01	44,436.68	45,854.78
กำไร/ตัว	8,526.48	9,374.07	10,197.74

หมายเหตุ [abc]อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงโคขุน มีต้นทุนค่าอาหารตลอดการเลี้ยงเท่ากับ 10,179.64, 8,592.33 และ 9,129.81 บาท/ตัว แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) จะเห็นได้ว่าโคกลุ่มที่ 1 มีต้นทุนที่สูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 เนื่องจากมีต้นทุนค่าอาหารข้นที่สูงกว่า โดยมีค่าเท่ากับ 7,677.60, 5,608.90 และ 5,505.37 บาท/ตัว ตามลำดับ และมีต้นทุนจากค่ากากน้ำตาลที่สูงกว่าค่ากากน้ำตาลเอทานอล เนื่องจากกากน้ำตาลมีราคาที่สูงกว่ากากน้ำตาลเอทานอลและมีต้นทุนทั้งหมดที่รวมค่าพันธุ์สัตว์ ค่าแรงงาน ค่าไฟฟ้า-ค่าน้ำ ค่าเวชภัณฑ์ ค่าเสื่อมโรงเรือน อุปกรณ์ และค่าเสียโอกาสเงินลงทุนของกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 37,963.46, 35,555.50 และ 36,285.40 บาท/ตัว ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) จะเห็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ว่าต้นทุนค่าพันธุ์สัตว์จะเป็นต้นทุนที่สูงที่สุด คิดเป็น 70.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ต้นทุนค่าอาหาร คิดเป็น 25.38 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาต้นทุนค่าอาหารพบว่า กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 มีเปอร์เซ็นต์ต้นทุนค่าอาหารคิดเป็น 26.81, 24.17 และ 25.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งผลต่อต้นทุนค่าอาหารกลุ่มที่ 1 สูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งอนาคตราคาอาหารโคทั้งอาหารข้น อาหารหยาบและกากน้ำตาลมีแนวโน้มราคาที่สูงขึ้น รวมทั้งยังมีต้นทุนต่างๆ ที่สูงขึ้นตามไปด้วย จะเห็นได้ว่าผลจากการใช้ PMR7%CP และ PMR12%CP ในกลุ่มที่ 2 และ 3 พบว่า กลุ่มที่ 3 มีกำไรสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่มที่ 2 และ 1 ตามลำดับ โดยมีกำไรจากกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 8,526.48, 9,374.07 และ 10,197.74 บาท/ตัว ตามลำดับ คิดเป็น 22.46, 26.36 และ 28.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงโคด้วย PMR7%CP และ PMR12%CP ร่วมกับกากน้ำตาลเอทานอล มีต้นทุนค่าอาหารที่ต่ำกว่าการเลี้ยงโคด้วยฟางข้าวร่วมกับกากน้ำตาล ส่งผลให้มีกำไรสูงกว่าการเลี้ยงโคด้วยฟางข้าว การใช้ PMR7%CP และ PMR12%CP จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับเกษตรกรในการเลือกใช้อาหารเลี้ยงโคเนื้อขุนเพื่อลดต้นทุนการผลิตและได้รับผลตอบแทนที่สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาอิทธิพลของการใช้อาหาร Partial Mixed Ration ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพซากตลอดจนผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงโคเนื้อที่ขุนด้วย PMR7%CP และ PMR12%CP ร่วมกับกากน้ำตาลเอทานอลมีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวที่สูงกว่าการเลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับกากน้ำตาล เนื่องจากโคได้รับพลังงานและโปรตีนที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตและเจริญเติบโต ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่าโลหิตวิทยาที่อยู่ในช่วงปกติ และการเลี้ยงโคด้วย PMR7%CP และ PMR12%CP ไม่มีผลต่อคุณภาพซากทั้งต่อเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น ความหนาไขมันสันหลัง ขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันนอก และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนจากการตัดแต่ง นอกจากนี้ ยังมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำสามารถลดต้นทุนการผลิตทำให้ได้รับกำไรจากการเลี้ยงโคเนื้อสูงขึ้น ดังนั้นการเลี้ยงโคด้วย PMR7%CP และ PMR12%CP ร่วมกับกากน้ำตาลเอทานอล จึงน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับเกษตรกรในการเลือกใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในช่วงขาดแคลนอาหารหยาบเลี้ยงสัตว์ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้โคทดลองที่ผ่านการขุนมาก่อน โดยได้ทำการทดลองในช่วงสุดท้ายของระยะขุนซึ่งเป็นการขุนที่เน้นการเกิดไขมันแทรกกล้ามเนื้อ ซึ่งโคมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้วส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำ การทดลองใช้ PMR7%CP และ PMR12%CP กับโคเริ่มขุนน่าจะเห็นการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตที่ชัดเจนมากขึ้น

2. การเก็บรักษา PMR ควรเก็บรักษาไว้โดยไม่ให้สัมผัสกับอากาศ และไม่ควรให้ภาชนะมีรอยแตกหรือเมื่อเปิดใช้แล้วควรปิดภาชนะให้มิดชิด เพราะถ้ามีอากาศเข้าจะส่งผลทำให้อาหารมีคุณภาพลดลงได้

3. วัตถุดิบที่ใช้ผลิต PMR ไม่ได้จำกัดเพียงผลพลอยได้ที่เป็นเศษข้าวโพดและชานอ้อยเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้ผลพลอยได้อื่นๆ ได้อีก เช่น เปลือกสับปะรด เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับสูตรและผลพลอยได้ที่มีอยู่ในพื้นที่นั้นๆ

4. การเลือกใช้ PMR สำหรับเกษตรกรอาจจะเลือกใช้ในยามขาดแคลนอาหารหยาบหรือช่วงที่อาหารหยาบอื่นๆ มีราคาแพงเนื่องจาก PMR มีตลอดทั้งปีและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2542. **นิทรรศการ 60 ปี กรมปศุสัตว์**. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2552ก. **สถิติข้อมูลการปศุสัตว์ 2552**. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/yearly52/index52.html, 14 ธันวาคม 2552.

_____. 2552ข. **ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์**. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/ict/stat_web/yearly/yearly51/stat51.html, 14 ธันวาคม 2552.

กองอาหารสัตว์. 2550. **สถิติพืชอาหารสัตว์**. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/nutrition /data_stat/data_stat.htm, 12 ธันวาคม 2550.

เกษม นันทชัย. 2526. **กล้ามเนื้อและเนื้อสัตว์**. ภาควิชาผลิตภัณฑ์เกษตร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

คู่ขวัญ จุลละนันทน์. 2543. **การปรับปรุงคุณภาพชานอ้อยโดยวิธีการทางเคมีเพื่อทดแทนการขาดแคลนอาหารหยาบในช่วงฤดูแล้งของโคนมในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

จินตนา อินทรมงคล. 2535. การขุนโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์เมื่อน้ำหนักเริ่มต้นที่แตกต่างกันที่มีผลต่อสมรรถภาพในการขุน ลักษณะ และต้นทุนการผลิต, น. 154-156. *ใน* **การประชุมทางวิชาการด้านปศุสัตว์ ครั้งที่ 10**. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จีรสิทธิ์ สงค์ประเสริฐ. 2528. **การขุนโค-กระบือ.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ชั้นสูง**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. **การจัดการโรงฆ่า**. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

_____ และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548ก. **คุณภาพเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย**. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

_____ และ_____. 2548ข. **ภาพโปสเตอร์: การตัดแบ่งซากเสี้ยวหน้า-หลังและชิ้นส่วนหลักของเนื้อโคขุนโพนยางคำ**, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

_____ และ_____. 2548ค. **ภาพโปสเตอร์: ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซากและการใช้ประโยชน์ของเนื้อโคขุนโพนยางคำ**, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์. 2550. **เอทานอล: ผลกระทบการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมมันสำปะหลังไทย**. ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำรัส กิติวรรณ. 2517**. การใช้ชานอ้อยเป็นอาหารโคเนื้อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยณรงค์ คันธพนิต, อุทัย พิสณฑ์, และแฟรงค์ พิงเคอร์ตัน. 2518. การศึกษาอัตราส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นในการขุนโคและกระบือ, น. 315-320. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยหน่วยงานวิจัยสัตวบาล**. กองวิชาการ, กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

_____. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์**. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2536. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรเทคนิคการตัดแต่งเนื้อสัตว์วิทยาเขตกำแพงแสน**, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ชาญชัย มณีดุล, ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ และเถลิงศักดิ์ โนนทนวงศ์. 2531. การใช้เศษข้าวโพดฝักอ่อนเลี้ยงโคนมในเขตหนองโพ, *ใน* **รายงานการประชุมสัมมนา เรื่อง การใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์**. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร. 2533. **สรีระวิทยาการขับถ่ายปัสสาวะ**. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐกฤต พิทักษ์. 2550. **การผลิตเอทานอลจากอ้อย**. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/fieldcrops/cane/oth/004.htm, 11 กรกฎาคม 2550.

ทวีป เปาอินทร์. 2538. **เปรียบเทียบสมรรถนะในการผลิตเนื้อ แผลตอบแทนทางเศรษฐกิจระหว่างกระบือปลัก และโคลูกผสมบราห์มันพื้นเมือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนนันท์ ศุภกิจจานนท์. 2547. **คุณภาพซากและผลตอบแทนในการผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมบราห์มัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิดา ชาญบรรยง. 2549. **หลักสถิติ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นันทนา ช่วยชูวงศ์. 2540. **การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน คุณภาพการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคเนื้อ 5 พันธุ์ที่มีอยู่ในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บมจ. ลีพัฒนาผลิตภัณฑ์. 2552. **ข้อมูลทางสถิติในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์**. แหล่งที่มา: http://www.leepattana.com/web/product_value_th.php. 15ธันวาคม 2552.

บุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2542. **ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บุญเหลือ เร่งศิริกุล. 2534. **ทุ่งหญ้าพืชอาหารสำหรับโคเนื้อและโคนม**. มหาวิทยาเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ ฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประสาน บำรุง. 2546. **การเลี้ยงโคเนื้อ: ชมรมผู้เลี้ยงโคเนื้อแห่งประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1 . สำนักพิมพ์เกษตรสาส์น, นนทบุรี.

ประสาน รัตนสาลี. 2549. **การผลิตเอทานอล (Ethanol) ใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงใต้พิภพ**. แหล่งที่มา: http//www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/.htm, 1 สิงหาคม 2550.

ประเสริฐ สุดใหม่. 2550. เอทานอลพลังงานทดแทนจากพืชเป็นความหวังใหม่ในการแก้ดุลการค้าได้หลายแสนล้านจริงหรือ (ตอนจบ). **เคหการเกษตร**. 31 (7): 22-23.

ปรารถนา พฤกษศรี. 2528. **การเลี้ยงโคเนื้อ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

_____. 2529. **การเลี้ยงโคขุนเป็นอาชีพเสริม**. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

_____. 2544. ประวัติและสายพันธุ์โคและการคัดเลือกพันธุ์โค. กลยุทธ์การเพาะเลี้ยงโคเนื้อเพื่อการค้า. **วารสารสัตว์บก**. 1(1): 22-25.

_____, สมศักดิ์ เพียบพร้อม, ชลสิทธิ์ เจนตเสน และสมทบ ขันทอง. 2533. การขุนโคลูกผสมอเมริกาบราห์มันโดยเกษตรกรรายย่อย, น. 315-333. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการสาขาสัตว์ ครั้งที่ 28.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิ่น จันจุฬา. 2534. **การศึกษาระบบการเลี้ยงโคเนื้อร่วมกับการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรัชญา ปรัชญลักษณ์, สมศักดิ์ เภาทอง และวิโรจน์ วนาสิทธชัยวัฒน์. 2541. การใช้จุกสับปะรดเป็นอาหารหยาบสำหรับโคขุน, น. 49-61. *ใน* **รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2541**. กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

พนัส ธรรมกีรติวงศ์. 2537. **การใช้ประโยชน์ของอาหารผสมเสร็จอัดแท่งในโค**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พรศิลป์ พัชรินทร์ตนะกุล. 2550. **สถานการณ์ด้านราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์**. แหล่งที่มา: http://www.thaishipper.com/Content/content.asp?Type=3.htm, 28 สิงหาคม 2550.

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์. 2539. **หลักการอาหารสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ไพโรจน์ ศิริสม. 2535. ความก้าวหน้าโครงการสร้างโคเนื้อพันธุ์ชาร์เบรย์, น. 189-197. *ใน* **รายงานประชุมวิชาการครั้งที่ 11.** กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มาลัย จงเจริญ. 2546. **คุณภาพซากและผลตอบแทนในการผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมเลือดชาร์โรเลส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เมธา วรรณพัฒน์. 2529. **โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง**. ภาควิชาสัตว์ศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

_____. 2549. **การผลิตโคเนื้อและกระบือในเขตร้อน**. ภาควิชาสัตว์ศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยุทธศรี หล้ามณี. 2551. **คุณสมบัติของแอมโมเนียและการรั่วซึม.** แหล่งที่มา: http://www.thairefrig.or.th/download/thairefrig_or_th/ammonia.pdf, 1 พฤษภาคม 2551

ยรรยง อินทรรักษา. 2538. สรีรวิทยาต่อมไร้ท่อและสืบพันธุ์. ภาควิชาสรีรวิทยา, คณะสัตวแพทย์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รอบรู้และรู้ทัน. 2552. **ข้อมูลโรงงานผลิตเอทานอล**. แหล่งที่มา: http://energy.gasthai.com/article/html/69.html, 23 ธันวาคม 2552

วรินธร มณีรัตน์. 2551. **อิทธิพลของพันธุ์และน้ำหนักสิ้นสุดการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตคุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สตางค์ ภูมิสุทธาผล, สมคิด พรหมมา, บุญเสริม ชีวอิสระกุล และบุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2543. ผลของการปรับวัตถุแห้งและ/หรือการใช้สารเสริมต่อกระบวนการหมักและคุณค่าทางอาหารของเปลือกและซังข้าวโพดหมัก, น. 419 *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 38 (สาขาสัตว์).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมบัติ ศรีจันทร์. 2530. **อิทธิพลของพันธุ์โค อายุ และชนิดของอาหารหยาบในการเลี้ยงโคขุน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมยศ สีตลวรางค์. 2535. **การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของโคนมเพศผู้ลูกผสมโฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน ที่ขุนตั้งแต่อายุ10 สัปดาห์ จนสิ้นสุดที่อายุ 1 ปี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2530. **การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและคุณสมบัติทางเคมีบางประการระหว่างโคขุนพื้นเมืองและลูกผสมบราห์มัน×พื้นเมือง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

_____. 2547. **การจัดการเนื้อสัตว์**. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สายัณห์ ทัดศรี. 2522. **หลักการทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน การผลิตและการจัดการ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุภาวดี แหยมคง. 2545. **อิทธิพลของชนิดอาหารหยาบ และระยะเวลาการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตเปอร์เซ็นต์ซากและผลตอบแทนจากการขุนโค**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2552. **รายงานการผลิตอ้อยและน้ำตาลทรายของโรงงานทั่วประเทศไทย.** แหล่งที่มา: http://www.ocsb.go.th/uploads/contents/13/attachfiles/ F1912_END47.htm, 21 มีนาคม 2552.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2541. **การผลิตและการตลาดโคเนื้อ**. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2550. **สถิติการเกษตรประเทศไทย**. แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/oae_report/stat_agri/report_result_content.php, 15 ธันวาคม 2552

ศรเทพ ธัมวาสร. 2525. **การเลี้ยงโคเนื้อ**. ภาควิชาสัตวบาล.คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2540. **การใช้เศษเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานทำข้าวโพดหมักเพื่อใช้เลี้ยงโคเนื้อและโคนม**. 25 น.

_____. 2548. **การเลี้ยงโคเนื้อ: แนวทางการพัฒนาอาชีพของเกษตรกรไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2550. คุณค่าทางอาหารของวีนัสและผลการทดลอง. น. 6- 18. *ใน* **การสัมมนาพิเศษ เรื่อง การใช้วีนัสในการเลี้ยงสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคเนื้อที่ได้รับวีนัสและกากน้ำตาล. *ใน* **รายงานผลการศึกษาทดลองพิเศษ เรื่อง การใช้วีนัสในการเลี้ยงสัตว์เพื่อลดต้นทุนการผลิต**. สหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป. กลาง โพนยางคำ จำกัด, สกลนคร.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนันต์ชัย เชื่อนธรรม. 2535. **สถิติวิเคราะห์**. ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อิทธิพล แสงโชติ. 2528. **การศึกษาคุณค่าทางอาหารของส่วนเหลือจากพืชในการปลูกพืชบางระบบในโคและแกะและศักยภาพในการใช้เลี้ยงสัตว์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุไร รอดเรือง, บังคม โตแป้น, ทินกร อินทรคุปต์ และไพโรจน์ ศิริสม. 2547. การขุนโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์-บราห์มันและโคลูกผสมบลอนดากีแตน-บราห์มันด้วยอาหารข้น 2 ระดับ. **วารสารสำนักสุขศสสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 1**. 4(3).

Abdelhadi, L.O., F.J. Santini and G.A. Gagliostro. 2005. Corn silage or high moisture corn supplements for beef heifers grazing temperate pastures: effects on performance, ruminal fermentation and in situ pasture digestion. **Anim. Feed Sci. Tech**. 118: 63–78.

Abdelhadi, L.O., F.J. Santini. 2006. Corn silage *versus* grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. **Anim. Feed Sci. Tech**. 127: 33–43.

Abdelhadi, L.O., F.J. Santini, M. AkifKarslı and M. Habip. 2006. Effects of formic acid, molasses and inoculant additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. **Small Rum. Res**. 61: 29–33.

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

Bines, J. A., and I. C. Hart. 1884. The response of plasma insulin and other hormones to intraruminant infusion of VFA mixture in cattle. **J. Anim. Sci**. 64 (Suppl.): 304.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Boggs, D.L. and R.A. Merkel, 1981. **Live Animal Cacass Evaluation and Selection Manual**. Michigan State University, USA.

Bolsen, K. and J. I. Heidker. 1999. **Use of an organic acids containing fraction for preserving forage**. Available Source: http://www.patentstorm.us/patents/5858424-description.html, 12 June 2007.

Bolsen, K.K., G. Ashbell and J.M. Wilkinson. 1995. Silage additive, pp. 33-34. *In* R.J. Wallace and A. Chesson (eds)**. Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding**. VCH Publishers Inc., New York.

Brigges, H.M. 1969. **Urea as a Protein Supplement**. : pergamon press Ltd, London

Catchpoole, V.R., and E.F. Henzell. 1971. Silage and silage making from tropical herbage species. **Herb. Abst**. 41: 213-221.

Chambaz. A, M.R.L. Scheederb, M. Kreuzerb, P.A. Dufey. 2006. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content, **Meat Sci**. 63: 491-500.

Church, D.C. 1991. **Livestock Feed and Feeding**. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.

Chen, M.C, C. B. Ammerman, P.R. Henry, A.Z. Palmer and S.K. Long. 1981. Citrus Condensed Molasses Solubles as an Energy Source for Ruminants. **J. Anim. Sci**. 53: 253-259.

Crickenberger, R.G., H.E. Henderson and C.A. Reddy. 1981. Fermented ammoniated condensed when as a crude protein source for feedlot cattle. **J. Anim. Sci**. 60: 677-687.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Cross H.R., J.D. Crouse and M.D. MacNeil. 1984. Influence of Breed, Sex, Age and Electrical Stimulation on Carcass and Palatability Traits of Three Bovine Muscles. **J. Anim. Sci**. 58: 1358-1365.

Dan, S.H.,K. Goodson.., and J.W. Savell . 1998. **Beef Quality and Yield Grades.** Department of Animal Science. Texas Agricultural Extension Service. Avialable Source: http://meat.tamu.edu/beefgrading. html, January 29, 2008.

Devine, C.D.,Walhgen, N.M and Tomberg, E. 1999. Effects of Rigor Temperature on Muscle Shortening and Tenderisation of Retrained and Unrestrained Beef M. Longissimus Thoracicus Etlumborum. **Meat Sci.** 51: 61–72.

Dias, H.L.C., S.C. Valadares Filho, J.F. Coelho da Silva, M.F. Paulino, P.R. Cecon, R.F.D. Valadares, L.N. Renn´o, and M.A.L Costa. 2000. Consumo e digest˜oes totais e parciais em novilhos F1 Limousin Nelore alimentados com dietas com cinco n´ıveis de concentrado. **Rev. Bras. Zoot**. 29: 545–554.

Dixon, M. (ed.). International Development Program of Australian Universities and College, Canberra, Australia,

Dlbrich, H. M. and P. Honig. 1963. **Principles of Sugar Technology**. Vol 111. New York: Elsevier.

Dunlop, R.P. 1991. **Physiology of Small and Large Animals**. Nation Academic Press, Washington D.C.

Ferkin, F.R. 1984. Effect of feeding non forage fiber source on site of fiber digestion. **J. Anim. Sci**. 80: 1426-1437.

Forrest, J.C. , E.D. Aberle, H.B. Hedrick, M.D. Judge and R.A. Merkel. 1975. **Principle of Meat Sci**. W. H. Freeman and Co, San Francisco.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ganong, W. F. 1991. **Review of Medical Physiology**. Sth ed., Prentice-Hall International, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Goering, H.R. and P.J. Van Soest. 1970. **Forage Fiber Analysis**. USDA Handbook.

Guiroy P. J., D. G. Fox, D. H. Beermann and D. J. Ketchen. 2000. Performance and meat quality of beef steers fed corn-based or bread by-product-based diets. **J. Anim. Sci**. 78: 784-790.

Hargreaves, J. T. Huber, J. Arroyoluna and L. Jr. Kung, 1984. Influence of Adding Ammonia to Corn Stalklage on Feeding Value for Dairy Cows and on Fermentation Changes. **J. Anim. Sci.** 59: 567-575.

Havillah, E.J. and Kaiser, A.G., 1992. **Sorghums for silage**. A Review. AIAS-Occasional Public 68: 38–54.

Honikel, K.O.,and R. Hamm. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness, pp. 125-159. *In* A.M. Pearson and T.R. Dutson, eds. **Advance in Meat Research volumn 9**. Chapman & Hall, London.

Huber, J. T., J. Foldager, and N. E. Smith. 1979. Nitrogen distribution in corn silage treated with varying levels of ammonia. **J. Dairy. Sci.** 73: 1080.

Ibrakin, M.N.M. 1981. Physical, chemical, physico-chemical and biological treatments of rop Residues, pp. 53-68. *In* pearce, G.R.(ed). **The Utilization of Fibrous Agricultural Residues.** Univ. Melbourene. Australian.

Jack, H.P. 1977. **Metabolic Diseases in Farm Animal: Nitrogen Metabolism.** William Heinemain Medical Book Ltd., London.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jiménez, A.M., R. Borj, A. Martín and F. Raposo. 2006. Kinetic analysis of the anaerobic digestion of untreated vinasses and vinasses previously treated with Penicillium decumbens. **J. Env. Man.** 80: 303-310.

Kirkland R.M. and D.C. Patterson. 2006. The effect of quality of grass and maize silage on the intake and performance of beef cattle. **Livest. Sci**. 179-188

Koger, M., T.J. Cunha and A.C. Wornick. 1973. **Crossbreeding beef cattle series 2**. University of Florida press, Gainesville.

Koohmaraie, M., S. C. Seideman, J. E. Schollmeyedr, T. R. Dutson and A. S. Babiker. 1988. Factor associated with the tenderness of three bovine muscles. **J. Food Sci**. 53: 407-410.

Lamas, G. L and D. K. Combs. 1991. Effect of Forage to Concentrate Ratio and Intake Level on Utilization of Early Vegetative Alfalfa Silage by Dairy Cows. **J. Dairy Sci**. 90: 3410-3421.

Lamond, E. 1970. **Methods of Sensory Evaluation of Food**. Canada Departmant of a griculture, Canada.

Lawrie, R.A. 1991. **Meat Science**. 5th. Pergamon Press, New York.

Lawrence, T.E.,Whatley, J.D. Montgomery, T.H. Perino and M.E. Dikeman. 2001. Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle. **J. Anim. Sc**i. 79: 2092-2096.

Lomas, L. W., D. G. Fox and J. R. Black. 1982. Ammonia Treatment of Corn Silage. I. Feedlot Performance of Growing and Finishing Steers. **J. Anim. Sci**. 55: 909-923.

Luckett, R.T., T.D. Bidner, E.A. Icaza and J.W. Turner. 1975. Tenderness studies in Straghtbred and Crossbred Steers. **J. Anim. Sci**. 40: 468-475.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

Males, J.R. and C.T. Gaskins. 1982. Growth; nitrogen retention, dry matter digestibility and ruminal charecteristics associated with ammoniated wheat straw diets. **J. Anim. Sci**. 55: 909-923.

Manidool, C., P. Prachayalak and T. Nontawong. 1988. Feeding of baby corn wastes by dairy farms in Nongpo, pp. 178-191.*In*:. T. Vearasilp (ed.). **The Utilization of Local Materials as Animal Feed**. Department of Animal Husbandry. Chiangmai University. Thailand.

Mc Donold, P. 1981. **The Biochemistry of Silage**. John Wiley and Sons Ltd., New York.

Miller, W.J. 1979. **Dairy Cattle Feeding and Nutrition**. New York: Academic press.

Minson, D.J. 1990. **Forage in Ruminant Nutrition**. Academic press. San Diego, CA.

Moore, K. J., R. P. Lemenager, V. L. Lechtenberg, K. S. Hendrix and J. E. Risk. 1986. Digestion and Utilization of Ammoniated Grass-Legume Silage. **J. Anim. Sci**. 62: 235-243.

Moreira, J.R. 2007. **Water use and impacts due ethanol production in Brazil**. Available Source: http://www.iwmi.cgiar.org/EWMA/files/papers/Jose_Moreira.pdf.htm, 12 June 2007.

Morgan, J.B., T.L. Wheeler, M. Koohmaraie, J. W. Savell and J. D. Crouse. 1993. Meat tenderness and Calpain Proteolytic System in Longissimus Muscle of Young Bulls and Steer. **J. Anim. Sci**. 71: 1471-1476.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

National Research Council. 1976. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. National academy press Washing, D. C.

Noceck, S.K. 1997. Bovine acidosis implication on laminitis. **J. Dairy Sci**. 80: 1028-1055.

NRC. 1984. **Nutrient Requirments of Beef Cattle**. 6 th ed. National Academic Press. Washington, D. C.

Owen, F.N. and R. Zinn. 1988. Protein metabolism of ruminant animal, pp. 227-249. *In* D.C. Church (ed). **The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition**. Prentice Hall, Englewood Cliffa, New Jersey.

Orlando F. J.; V. Bittencourt, N. Lavorenti, and H. Zoteli. 1998. **Residual and cumulative vinasse effect on brasilian sugarcan soil and nitrogen water table pollution**. Available Source: http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/ visualizacv.jsp?id.htm,12 June 2007.

Page, J. K., Wulf, D. M. and Schwotzer, T. R. 2001. A Survey of Beef Muscle Color and pH. **J. Anim. Sci.** 75: 2955-2961.

Preston T.R. and M.P. Willis , 1974. **Intensive beef Production and Management 2 nd Edition Pergamon Press**. Billing and Son Ltd , London.

Riis, P. M. 1983. **Dynamic Biochemistry of Animal Production**. World Animal Science, Elsevier Science Publishers, Amsterdum.

Romans, J. R., H. J. Tuma and W. L. Tucker. 1965. Influence of carcass maturity and marbling on the physical and chemical characteristics of beef. **J. Anim. Sci**. 24: 686-690.

Ross, C.V. 1989. **Sheep Production and Managemant**. Practice-Hall, Inc., New jersey.

Ruter, P. 1975. Molasses utilization. **Agriculture service Bulletin**. No. 25 Rome. FAO.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Swenson, M.J. 1977. Physiological properties and cellular and chemical constituents of blood, pp. 14-15. *In* M.J.Swenson (ed) . **Dukes' physiology of Domestic Animal**. 9 th ed., Cornell University Press, Ithaca.

Saenger, R.P. Lemenager and K.S. Hendrix. 1982. Anhydrous ammonia treatment of corn stover and its effects on Digestibility, Intake and Performance of beef cattle. **J. Anim. Sci.** 54: 419-425.

SAS. 1999. **SAS/STAT User. 5 Guide: Statistic**. SAS Institute Inc. North Carolina

Schultz, L.H., H.F. Mayland and R.J. Emerick. 1988. Metabolic proplems related to nutrition, pp. 493-531. *In* D.C. Church (ed). **The Ruminant Animal : Digestive Physiology and Nutrition**. Prentice Hall, Englewood Cliffa, New Jersey.

Tumwasorn, S., K. Markvichitr, P. Innuraksa, P. Prucsasri, C. Chantalakhana, S. Yimmongkol and P. Chitprasan. 1993. Predicted growth performance from crossing among thai lacal native, American Brahman, and charolais under thai conditions. **Thai. J. Agric. Sci**. 26: 157-169.

_____, _____, Climee, W. Pirunsarn, B. Chompoosri and S. Sritawee. 1996. Fattening Beef Cattle with Silage from the Sweet Corn Waste. **Thai. J. Agric. Sci.** 29: 589-594.

Suriyajantratong, W. and V. Tongnipone. 1980. Chemical composition of some cannery waste for use as animal feed. *In* **Annual Report of the National Buffalo Research and Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives**, Bangkok, Thailand.

Teari, S., S. Ishino, K. Mastsada, Y. Shoji, K. Ambo and T. Tsada. 1979. Effect of experimental hight environmental temperature and humidity on steer. **J. Agri. Res.** 30: 95-109.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Walsh K., P. O'Kiely, A.P. Moloney and T.M. Boland. 2007. Intake, performance and carcass characteristics of beef cattle offered diets based on whole-crop wheat or forage maize relative to grass silage or *ad libitum* concentrates. **Livest. Sci**. 116: 223-236.

Watson, S.J. and M.J. Nash. 1960. **The Conservation of Grass and Forage Crops**. Oliver and Boyd Ltd., Great Britain.

Wheeler, J.L., Mulcahy, C., 1989. Consequences for animal production of cyanogenesis in sorghum and hay. **Trop. Grasslands**. 23: 193-202.

Wheeler, W.E., C.H. Noller and J.L. White. 1981. Influence of Petrological type of Limestone on Utilization of High Concentrate. **J. Anim. Sci**. 53: 231-241.

Wheeler T. L., J. W. Savell, H. R. Cross, D. K. Lunt and S. B. Smith**.** 1990. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. **J. Anim. Sci**. 68: 3677-3686.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 1 เครื่องผสม PMR

ภาพผนวกที่ 2 รางน้ำและรางอาหารสำหรับโคทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

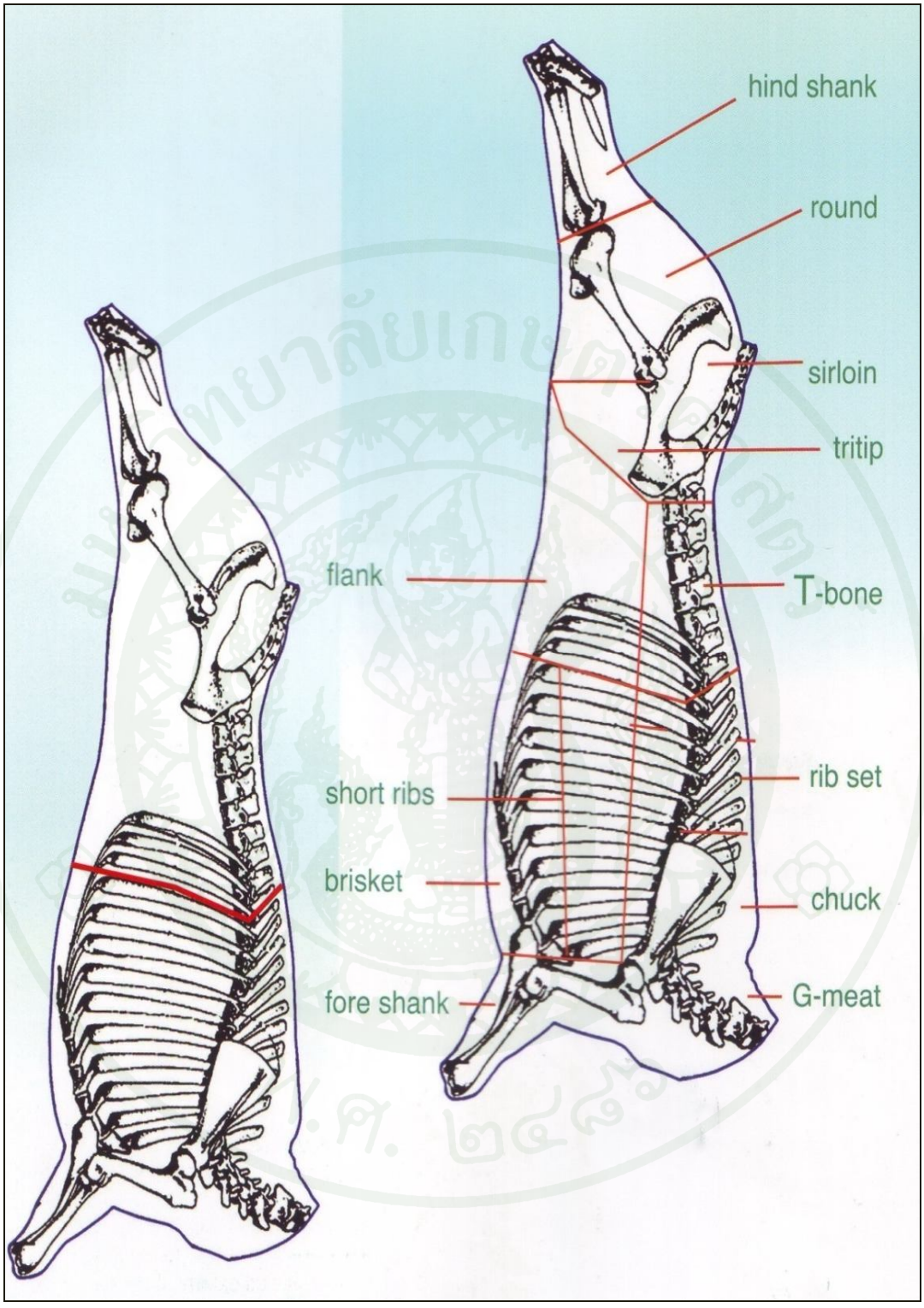
ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะ PMR ที่ใช้เลี้ยงโคทดลอง

ภาพผนวกที่ 4 การเจาะตัวอย่างเลือดโคทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 5 ลักษณะซากโคทดลองที่ผ่านการตัดแต่งไขมันแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 6 การตัดแบ่งซากเสี้ยวหน้า-หลังและชิ้นส่วนหลักของเนื้อโคขุนโพนยางคำ

ที่มา: จุฑารัตน์และญาณิน (2548ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 7 ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซากและการใช้ประโยชน์ของเนื้อโคขุนโพนยางคำ

ที่มา: จุฑารัตน์และญาณิน (2548ค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 8 การให้อาหารโคทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาววลัยทิพย์ แก่นจันทร์
เกิดวันที่	13 กรกฎาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เทคโนโลยีการผลิตสัตว์) มหาวิทยาลัยทักษิณ
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์