บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ก. การเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทย

ประเทศไทยมีแนวโน้มการเลี้ยงโคเนื้อเพิ่มขึ้นทุกปี ดังจะสังเกตเห็นได้จากข้อมูลช่วงปี พ.ศ. 2546 – 2549 (ตารางที่ 2.1) โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมเลี้ยงมากที่สุด รองลงมาคือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ตามลำดับ กรมปศุสัตว์ได้สำรวจจำนวนประชากรโคเนื้อในปี พ.ศ. 2549 พบว่า เกษตรกรไทยเลี้ยงโคราว 8.04 ล้านตัวโดยเกษตรกร 1.22 ล้านครัวเรือน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2548 ที่เลี้ยง 7.79 ล้านตัว โดยเกษตรกร 1.20 ล้านครัวเรือน ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการเลี้ยงโคมากที่สุดประมาณ 4.32 ล้านตัว ภาคเหนือ 1.56 ล้านตัว ภาคกลาง 1.32 ล้านตัว และภาคใต้ 0.84 ล้านตัว ซึ่งทุกภาคมีแนวโน้มที่มากขึ้น นอกจากนี้การบริโภคเนื้อได้เพิ่มสูงขึ้นทุกปีตามการเพิ่มของจำนวนประชากร จากสถิติกรมปศุสัตว์ในช่วงเดือน มกราคม – มิถุนายน ปี 2550 พบว่ามีการนำเข้าเนื้อโคจากต่างประเทศคิดเป็นมูลค่า 124,033,701 บาท และมีการนำเข้าโคเนื้อมีชีวิตจากประเทศเพื่อนบ้าน คิดเป็นมูลค่า 55,057,855 บาท (กรมปศุสัตว์, 2550)

ตารางที่ 2.1 จำนวนโคเนื้อที่เลี้ยงในประเทศไทยแบ่งเป็นรายภาคในปี พ.ศ. 2546 – 2549

Table 2.1 Number of beef cattle in different regions of Thailand during the years 2003-2006

Region	Number (head)			
	2003	2004	2005	2006
North	1,297,460	1,326,987	1,636,851	1,564,797
Northeast	3,078,149	3,693,782	4,092,206	4,316,949
Middle	984,069	1,001,425	1,296,820	1,315,270
South	556,645	646,138	770,395	839,041
Total	5,916,323	6,668,332	7,796,272	8,036,057

Source : DLD (2005, 2006)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โคเนื้อได้มีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย เนื้อโคเป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพ โดยมีปริมาณไขมันและโคเลสเตอรอลต่ำ มีปริมาณธาตุเหล็กมากกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่นที่เป็นสีขาว คนไทยนิยมเนื้อโคที่มีสีแดงเข้มในการทำอาหารพื้นเมืองทั้งแบบดิบและแบบสุก

พันธุ์โคที่พบในประเทศไทย ได้แก่ โคพื้นเมือง ซึ่งมีขนาดเล็ก ทนร้อน หากินเก่ง ให้ลูกดก สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบได้ดี ได้แก่ โคขาวลำพูน (ภาคเหนือ), โคลาน (ภาคกลาง), โคอีสาน (ภาคอีสาน) และ โคชน (ภาคใต้) นอกจากนี้ได้มีการนำเข้าโคเนื้อจากต่างประเทศหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์ชาโรเลส์ บราห์มัน เดร้าท์มาสเตอร์ ฯลฯ ซึ่งปัจจุบันกรมปศุสัตว์มีนโยบายในการใช้พันธุ์อเมริกันบราห์มันเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ทนร้อนและทนต่อโรคและแมลง และใช้โคเนื้อสายพันธุ์ยุโรปในการเพิ่มคุณภาพเนื้อและอัตรการแลกน้ำหนัก เช่น พันธุ์ชาโรเลส์ โดยมี 2 พันธุ์ที่ปรับปรุงแล้วได้แก่ กบินทร์บุรี และตาก

ข. ชนิดและประเภทของอาหารสำหรับโคเนื้อ

1. อาหารข้น (concentrates) เป็นอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนะต่อหน่วยน้ำหนักสูง มีเยื่อใยต่ำกว่า 18% ย่อยได้ง่าย เป็นแหล่งพลังงาน โปรตีน และโภชนะอื่นๆให้แก่ตัวสัตว์และจุลินทรีย์ในรูเมน การให้อาหารข้นมากขึ้นจะทำให้โคได้รับพลังงานและโภชนะอื่นๆมากขึ้น ทำให้โคมีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้น แต่จะทำให้ค่าอาหารเพิ่มขึ้นตามไปด้วย วีระพลและคณะ (2548) ได้ศึกษาการให้อาหารข้นระดับต่างๆ โดยใช้หญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นอาหารหยาบ เลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ตาก อายุราว 12-14 เดือน น้ำหนัก 294 กก. แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มแรกให้หญ้าแพงโกล่าเพียงอย่างเดียว ส่วนกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ให้หญ้าแพงโกล่าเสริมด้วยอาหารข้นโปรตีน 14 % ในอัตรา 0.5, 1.0 และ 1.5 % ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ พบว่า โคกลุ่มที่ 3 และ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงสุดคือ 1,128 และ 1,257 ก./ตัว/วัน ตามลำดับ มากกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 ซึ่งเจริญเติบโต 325 และ 710 ก./ตัว/วัน และทั้ง 4 กลุ่มดังกล่าวมีค่า FCR 9.83 และ 9.27 ต่างจาก 23.87 และ 13.42 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะโคทดลองแต่ละกลุ่มได้รับโปรตีนและพลังงานจากอาหารไม่เท่ากันอย่างมีนัยสำคัญเรียงจากมากไปน้อยคือ กลุ่ม 4, 3, 2 และ 1 ได้รับโปรตีน 1,276 1,118 867 และ 612 ก./ตัว/วัน ตามลำดับ และเมื่อคิดเป็นรายได้สุทธิจากการขุนโคพบว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 ไม่แตกต่างกัน (8,513.00 และ 8,649.50 บาท/ตัว) แต่สูงกว่ากลุ่มที่ 2 ที่มีรายได้ 5,027.00 บาท/ตัว และทั้งสามกลุ่มต่างจากกลุ่มที่ 1 ที่มีรายได้ 1,964.08 บาท/ตัว

2. อาหารหยาบ (roughages) เป็นอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนะต่อหน่วยน้ำหนักต่ำและมีสารเยื่อใยอยู่สูงกว่า 18% จึงย่อยได้ยากกว่าอาหารข้น แต่มีความสำคัญต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องคือช่วยกระตุ้นการขยอกอาหารออกมาเคี้ยวเอื้อง ทำให้เกิดการขับน้ำลายที่มีฤทธิ์เป็นบัฟเฟอร์ช่วยลด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กรดในกระเพาะ ทำให้รูเมนมี pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้เยื่อใยในอาหารหยาบยังเป็นแหล่งของ VFA โดยเฉพาะกรดอะซิติกและบิวทีริก ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักของโค อาหารหยาบที่พบในประเทศไทยได้แก่ หญ้ารูซี่ หญ้าแพงโกล่า หญ้ากินนี รวมถึงวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรเช่น ต้นข้าวโพด เปลือกและซังข้าวโพด และ ฟางข้าว เป็นต้น

ค. ผลผลิตข้าว ฟางข้าว และการใช้ประโยชน์จากฟางข้าว

ประเทศไทยมีการปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก โดยในช่วง พ.ศ. 2544-2546 ข้าวนาปีมีเนื้อที่ปลูกเฉลี่ยประมาณ 57,475,589 ไร่ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 53,642,247 ไร่ ผลิตข้าวได้ 20,484,261 ตัน ผลผลิตต่อไร่ประมาณ 382 กก. ส่วนข้อมูลในปี พ.ศ. 2545-2547 พบว่าข้าวนาปรังมีเนื้อที่ปลูกประมาณ 9,141,987 ไร่ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 9,056,567 ไร่ ผลิตข้าวได้ 6,136,286 ตัน ผลผลิตต่อไร่ประมาณ 678 กก. เนื้อที่และผลผลิตในปีต่างๆแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งประเทศไทยสามารถส่งออกได้มากที่สุดเป็นอันดับ 1 ของโลกโดยเฉลี่ยแต่ละปีส่งออกข้าวได้ประมาณ 10.1 ล้านตัน ฟางข้าวที่ได้จากการผลิตข้าวคิดรวมทั้งนาปีและนาปรังประมาณ 37 ล้านตัน (การพัฒนาการใช้และการจัดการฟางข้าว, 2551)

ตารางที่ 2.2 เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของการปลูกข้าวนาปี และนาปรังในประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2544-2547

Table 2.2 Cultivation, harvesting areas, yield of seasonal and non seasonal period rice of Thailand during the years 2001-2004

Years		2001	2002	2003	2004	Mean
Cultivation area	Seasonal	57,843,550	56,912,125	57,671,092	NA	57,475,589
(rai)	Non-sea.	NA	8,443,161	9,541,767	9,441,033	9,141,987
Harvesting area	Seasonal	54,935,345	50,856,054	55,135,343	NA	53,642,247
(rai)	Non-sea.	NA	8,362,195	9,492,181	9,315,324	9,056,567
Yield	Seasonal	20,903,103	19,635,768	20,913,912	NA	20,484,261
(ton)	Non-sea.	NA	5,633,300	6,434,712	6,340,847	6,136,286
Yield/rai	Seasonal	381	386	379	NA	382
(kg)	Non-sea.	NA	674	678	681	678

Source : Department of Rice Development (2007)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟางข้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น โดยทั่วไปมักนำไปใช้ในรูปแบบต่างๆกัน ได้แก่

1. การเผาเพื่อเป็นปุ๋ยขี้เถ้าในนา

ในปัจจุบันแม้ว่าทางภาครัฐได้รณรงค์ไม่ให้เผาฟางและตอซัง เพราะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศเป็นอย่างมาก แต่เกษตรกรยังคงใช้วิธีเผาเพราะง่ายและเร็วในการเตรียมที่ดินเพื่อทำนาครั้งต่อไป การเผาลงไปในดินที่มีการระบายอากาศไม่ดีขาดออกซิเจน เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดินพวก Heterothropic ที่มีบทบาทในการย่อยสลายฟางข้าวและตอซัง ทำให้การย่อยสลายเป็นไปอย่างช้าๆ เป็นผลให้ข้าวที่ปลูกใหม่แสดงอาการขาดไนโตรเจนชั่วคราว ที่เกษตรกรนิยมเรียกว่า “โรคเมาหัวซัง” (อัครินทร์, 2547)

2. การทำปุ๋ยหมัก

ประเสริฐและคณะ (2531) รายงานผลการทดลองใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวปรับปรุงดินนาในท้องที่จังหวัดสุรินทร์ โดยใช้เวลาติดต่อกันถึง 12 ปี (2519-2530) พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวในอัตรา 2 ตัน/ไร่ ทำให้ผลผลิตข้าว กข.7 ในปีแรกของการทดลองซึ่งมีเพียง 265 กก./ไร่ เพิ่มขึ้นเป็น 621 กก./ไร่ ในปี 2530 คือเพิ่มขึ้นถึง 356 กก./ไร่ คิดเป็น 134% และเมื่อเทียบกับนาที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวซึ่งในปี 2530 ให้ผลผลิตเพียง 358 กก./ไร่ ต่ำกว่าผลผลิตของแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวถึง 263 กก./ไร่ หรือต่ำกว่า 73% และเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 8-4-4 กก./ไร่ ของ N, P_2O_5 และ K_2O อย่างเดียว ให้ผลผลิตในปีที่ 12 (พ.ศ. 2530) 507 กก./ไร่ ขณะที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราเดียวกันร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวในอัตรา 2 ตัน/ไร่ จะให้ผลผลิตสูงถึง 793 กก./ไร่ สูงกว่าถึง 286 กก./ไร่ คิดเป็น 56% จากแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวและยังพบอีกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ ติดต่อกันให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวติดต่อกัน

3. การนำมาทำเห็ดฟาง

เห็ดฟางเป็นเห็ดที่เพาะง่าย ให้ผลผลิตมาก และสามารถเพาะได้ทั่วไปทุกฤดู เหมาะเป็นอาชีพรองจากการทำนา การนำฟางข้าวมาเพาะเห็ดฟางนอกจากจะได้เห็ดแล้ว ยังได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ดีหลังการเก็บเห็ดด้วย

4. การใช้รองพื้นในคอกเลี้ยงสัตว์ปีกและทำปุ๋ยอินทรีย์

ฟางข้าวมีลักษณะแห้งจึงใช้ลดความชื้นในคอกเลี้ยงสัตว์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะสัตว์ปีกที่มีการขับถ่ายบ่อยครั้งและมีปริมาณมากในหนึ่งคอก นอกจากนี้ฟางข้าวหลังใช้รองพื้นคอกแล้วยังสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักได้ โดยมูลของเป็ดและไก่มีปริมาณแร่ธาตุมากกว่าสุกรและโค

5. การใช้คลุมดินในแปลงปลูกผักชนิดต่างๆ

การที่แสงแดดส่องลงบนดินเป็นเวลานานๆ ทำให้ความสมบูรณ์ของดินลดลง โดยดินที่แห้ง ความชื้นที่ผิวดินจะต่ำลงทำให้พืชที่มีรากสั้นๆอย่างเช่นผักเจริญเติบโตได้ไม่ดี การใช้ฟางคลุมดินจึงแก้ปัญหาได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. การใช้เลี้ยงสัตว์

ฟางข้าวจัดเป็นอาหารหยาบที่สำคัญต่อโค-กระบือโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้ง ทั้งๆที่ฟางข้าวมีโปรตีน พลังงาน และความน่ากินต่ำ อีกทั้งยังมีปริมาณแร่ธาตุที่จำเป็น เช่น ฟอสฟอรัสและแคลเซียมอยู่น้อยมาก โดยเฉพาะแคลเซียมนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ทั้งนี้เพราะอยู่ในรูปเกลือออกซาเลต (oxalate) หรือซิลิเคต (silicate) โดยปริมาณซิลิกาที่มีอยู่ในฟางข้าวนั้นมีมากกว่าฟางของธัญพืชชนิดอื่น (เมธา, 2528) ในสัตว์กระเพาะรวม จุลินทรีย์ในรูเมนสามารถย่อยแคลเซียมออกซาเลตก่อนเข้าสู่ทางเดินอาหารถัดไปจึงทำให้ลดความเป็นพิษลงได้บ้าง อย่างไรก็ดีการเกิดตะกอนของแคลเซียมออกซาเลตในเลือด ทำให้แคลเซียมในเลือดต่ำ กล้ามเนื้ออ่อนเพลีย และเป็นอัมพาตได้ในที่สุด และถ้าสัตว์ยังได้รับออกซาเลตต่อไปแม้ในปริมาณน้อยจะทำให้ไตถูกทำลายเป็นผลให้เกิดก้อนนิ่วในท่อปัสสาวะได้ ซึ่ง Blood *et al.* (1979) พบว่าปริมาณออกซาเลตต่ำสุด ที่สามารถทำให้เกิดพิษกับสัตว์คือโค กระบือ685 ก./วัน (กรดออกซาลิก) แกะ 6 ก./วัน (กรดออกซาลิก) ม้า 450 ก./วัน (โซเดียมออกซาเลต)

ข้าวมีการสะสมซิลิกาสูงเพื่อใช้ในการถ่ายทอดพลังงาน ในกระบวนการตากแห้งจะเกิดการเปลี่ยนรูปของซิลิกาจาก silicic acid มาเป็น silicon dioxide ซึ่งมีผลต่อการกินและการย่อยได้ โดยไปเพิ่มความหยาบของอาหาร มีผลต่อการเคี้ยวการกลืนของโค และการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในรูเมน (Van Soest, 2006) ซิลิกาในส่วนต่างๆของข้าวแสดงดังตารางที่ 2.3 จะเห็นว่าส่วนของข้าวที่มี SiO_2 เพิ่มขึ้น จะมีการย่อยได้ลดลง โดยเฉพาะเปลือกข้าวหรือแกลบ (rice hull) ซึ่งมี SiO_2 230 ก./กก. มีการย่อยได้เพียง 8% ในขณะที่รำละเอียด (rice bran) ซึ่งมี SiO_2 50 ก./กก. มีการย่อยได้ 70%

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีบางส่วนและการย่อยได้ในส่วนต่างๆของข้าว

Table 2.3 Chemical composition and digestibility of different parts of rice

	SiO_2 (g/kg)	Lignin (g/kg)	NDF (g/kg)	ADF (g/kg)	Digestibility (%)
Polished rice	0.5	–	–	10	89
Rice bran	50	30	250	140	70
Rice straw	130	52	820	531	45
Rice hulls	230	160	810	720	8
Rice joints	350	120	–	–	0
Barley straw	20	110	800	590	49

Source : Van Soest (2006)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง. คุณค่าทางโภชนะของฟางข้าว

องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวจากรายงานต่างๆแสดงดังตารางที่ 2.4 โดยทั่วไปพบว่าฟางข้าวมีโปรตีนค่อนข้างต่ำประมาณ 2.44-3.50% มีเถ้าสูงถึง 15–18% ซึ่งเป็นส่วนของแร่ธาตุ ได้แก่ ซิลิกา นอกจากนั้นฟางข้าวยังมีเยื่อใย NDF สูงถึง 72–82% และ ADF 45–56% ทั้งนี้เพราะข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้า มีการสะสมเซลลูโลสเพื่อให้ลำต้นแข็งแรงไม่หักล้มง่ายโดยอายุยิ่งมากก็จะยิ่งมีเซลลูโลสสูง ดังนั้นฟางข้าวซึ่งมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 3-4 เดือน จะมีเซลลูโลสมากกว่าหญ้าที่มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 2 เดือน Daniel *et al.* (1993) รายงานว่า ฟางข้าวเมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลานานในแปลงมีผลทำให้ค่า ADF สูงขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.1 นอกจากนี้การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกข้าวก็มีผลต่อปริมาณโปรตีนในฟางข้าวดังแสดงในรูปที่ 2.2 กล่าวคือเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากขึ้นจะทำให้โปรตีนในฟางข้าวสูงขึ้น

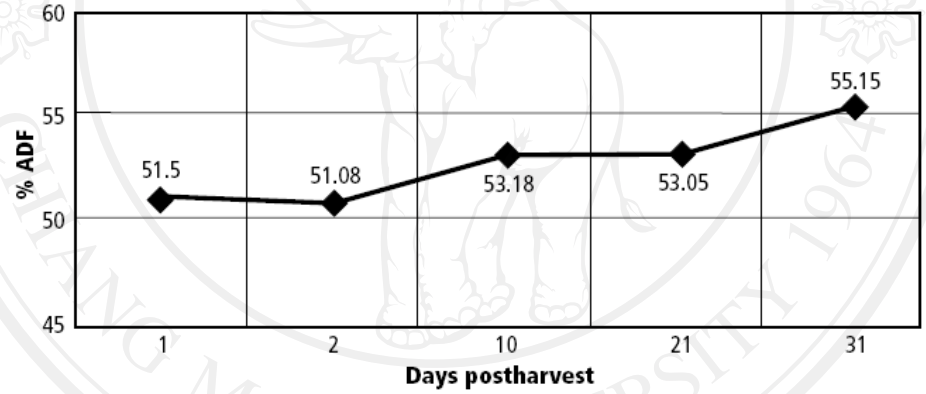


Figure 2.1 ADF changes at different times of harvest

รูปที่ 2.1 Acid detergent fiber เมื่อคิดเป็นวัตถุแห้งของฟางข้าวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยว

Source: Daniel *el al*. (1993)

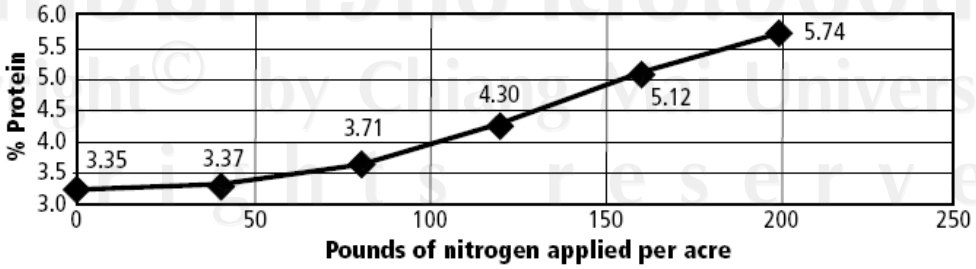


Figure 2.2 Effect of nitrogen fertilizer on protein content of rice straw

รูปที่ 2.2 ผลของการให้ไนโตรเจนในการปลูกข้าวต่อปริมาณโปรตีนในฟางข้าว

Source: Daniel *el al*. (1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว

Table 2.4 Chemical composition of rice straw

DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	Reference
	< ---------- DM basis ---------->					
97.70	82.30	2.90	2.00	74.10	56.60	Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1991)
93.05	-	2.62	-	73.40	51.14	วารุณีและคณะ (2538)
90.80	85.90	3.50	2.30	82.40	56.40	เสาวลักษณ์ (2541)
89.02	85.92	3.34	2.20	72.15	45.23	ดำรัส (2545)
97.62	85.01	2.44	0.07	73.34	45.95	ทวีศักดิ์และคณะ (2546)

การย่อยได้ของฟางข้าว

เสาวลักษณ์ (2542) ได้ศึกษาการย่อยได้ของฟางข้าวเหนียวในโคนมโดยวิธี regression ใช้โคนมสาวลูกผสมพื้นเมือง x Holstein Friesian เพศเมียจำนวน 4 ตัว และแกะลูกผสมพื้นเมือง x Merino เพศผู้จำนวน 6 ตัว โดยให้อาหาร 3 ระดับประกอบด้วยฟางข้าว (หั่นให้มีขนาด 1-2 นิ้ว) กับอาหารข้น (กากถั่วเหลืองและข้าวโพด 1:1.25) ในสัดส่วน 70:30 55:45 และ 40:60 ให้โคได้รับแร่ธาตุและน้ำอย่างเพียงพอ พบว่า ฟางข้าวเหนียวมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ โปรตีน ไขมัน NFC NDF และ ADF ในโคเท่ากับ 50.30, 59.61, 0.11, 47.59, 65.10, 63.37 และ 60.29 % และในแกะมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 50.04, 57.77, 60.86, 44.80, 65.10, 59.77 และ 60.29 % ตามลำดับ

Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984) ได้ทำการศึกษาถึงความแตกต่างทางด้านโภชนะและการย่อยได้ของฟางข้าว 5 สายพันธุ์ในจังหวัดเชียงใหม่ แบ่งเป็นข้าวนาปี คือ แก้วขาว และสันป่าตอง (ข้าวเหนียว) และขาวดอกมะลิ (ข้าวเจ้า) ข้าวปลูกนาปรัง คือ RD1 และ RD7 (ข้าวเจ้า) โดยทดลองในแกะ อายุประมาณ 4 ปี น้ำหนัก 30 กก. พบว่าองค์ประกอบทางเคมีมีค่าใกล้เคียงกัน แต่โปรตีนของ RD1 มีแนวโน้มมากกว่าข้าวพันธุ์อื่นโดยมีค่า 6.1% ในขณะที่ข้าวพันธุ์อื่นมีค่าอยู่ในช่วง 3.0-4.0% เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การย่อยได้พบว่า RD1 มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ โดย DMD OMD NDFD ADFD มีค่า 55.2, 60.5, 58.9 และ 55.4 % ในขณะที่ข้าวพันธุ์อื่นมีค่าดังกล่าว 47.2-50.2, 52.8-56.5, 48.5-55.2 และ 45.3-47.7 % ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 2.5 นอกจากนี้เมื่อจำแนกเป็นชนิดข้าว (ข้าวเหนียว vs ข้าวเจ้า) และฤดูปลูก (นาปี vs ปรัง) พบว่ามีความแตกต่างในส่วนของเยื่อใยดังแสดงในตารางที่ 2.6 ฟางข้าวเจ้านั้นจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นใบ กาบใบ และส่วนอื่นๆ ของใบประมาณ 63% ในขณะที่ข้าวสาลีมีส่วนของใบต่ำกว่า คือ 20-41%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เท่านั้น สำหรับส่วนของลำต้น พบว่าข้าวเจ้ามีลำต้น 26-27% แต่ข้าวสาลีมีส่วนของลำต้นอยู่ถึง 46-71% (Doyle *et al.*, 1988 อ้างโดย ดำรัส, 2545) เมธา (2528) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อคุณค่าทางโภชนะของฟางได้แก่ พันธุ์ข้าว องค์ประกอบของฟาง (สัดส่วนของใบกับลำต้น) และปัจจัยภายนอกได้แก่ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ชนิดและอัตราการใส่ปุ๋ย การเก็บรักษา และการปลอมปนของวัตถุดิบอื่น

ตารางที่ 2.5 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในฟางข้าวพันธุ์ต่างๆ ในแกะ

Table 2.5 Digestion coefficient of nutrient in different rice varieties determined in sheep

Varieties	Keawkhow	Sanpatong	Mali	RD_1	RD_2
DMD	50.2[b]	47.2[b]	47.7[b]	55.2[a]	47.4[b]
OMD	56.5[ab]	52.8[b]	54.5[b]	60.5[a]	54.9[b]
NDFD	50.3[b]	48.6[b]	48.5[b]	58.9[a]	55.2[a]
ADFD	47.7[b]	46.2[b]	45.3[b]	55.4[a]	45.3[b]
ADLD	18.7[a]	21.1[a]	20.0[a]	12.8[a]	29.7[b]

Source : Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984)

ตารางที่ 2.6 สัมประสิทธิ์การย่อยได้และปริมาณการกินได้ของฟางข้าวเมื่อแบ่งตามชนิดข้าว (ข้าวเจ้า vs ข้าวเหนียว) และฤดูกาลปลูก (นาปี vs นาปรัง) ในแกะ

Table 2.6 Digestion coefficient and intake of rice by sheep classified by variety and season

	Non-glutinous rice vs Glutinous rice		Glutinous rice	
			Seasonal vs	Non-seasonal
DMD	48.7[a]	50.1[a]	47.7[a]	51.3[a]
OMD	54.6[a]	56.6[a]	54.5[a]	57.7[a]
NDFD	49.4[a]	54.2[b]	48.5[a]	57.0[b]
ADFD	47.0[a]	48.7[a]	45.3[a]	50.4[b]
ADLD	19.9[a]	20.8[a]	20.0[a]	21.2[a]
VFI, %BW	2.2[a]	2.3[a]	2.2[a]	2.3[a]
VFI, g/kg $W^{0.75}$	50.9[a]	53.0[a]	50.3[a]	54.4[a]

Source : Cheva-Isarakul and Cheva-Isarakul (1984)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จ. ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยได้ในตัวสัตว์เคี้ยวเอื้อง

วิศิษฐิพร (2551) รวบรวมปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยได้ในตัวสัตว์ไว้ดังนี้

1. pH ในรูเมน

บุญล้อม (2541) กล่าวว่า pH ในรูเมนมีความสำคัญต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ และการเกิดกรดชนิดต่างๆ โดยจุลินทรีย์พวกที่ย่อยเยื่อใย (cellulolytic flora) เจริญและทำงานได้ดีที่ pH ประมาณ 6.2 - 6.8 และจะลดประสิทธิภาพลงเมื่อ pH ต่ำกว่า 6 เป็นผลให้การผลิตกรดอะซิติกลดลง ส่วนจุลินทรีย์ที่ย่อยแป้ง (amylolytic flora) ทำงานได้ดีใน pH ช่วง 5-6 แต่ถ้า pH ในกระเพาะรูเมนต่ำกว่านี้ จะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ ทำให้อาหารไม่ถูกย่อย ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์

2. อัตราการไหลผ่านของอาหารออกจากกระเพาะรูเมน

ระดับการกินได้ของอาหารมีผลต่ออัตราการไหลผ่านของอาหารออกจาก reticulo-rumen กล่าวคือ เมื่อระดับการกินได้เพิ่มขึ้น ปริมาตรของของเหลวในรูเมน เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งของอาหารในรูเมน และอัตราการไหลผ่านของอาหารจะเพิ่มขึ้น การตั้งท้อง การออกกำลังกาย อุณหภูมิของร่างกาย ความถี่ในการกินอาหาร และช่วงเวลาในแต่ละวัน จะเปลี่ยนแปลงปริมาตรและการบีบตัวของรูเมน ทำให้มีผลต่ออัตราการไหลผ่านของอาหารด้วย และถ้าอัตราการไหลผ่านเพิ่มขึ้นจะทำให้การย่อยได้ของอาหารในรูเมนลดลง ทั้งนี้เพราะอาหารมีระยะเวลาอยู่ในรูเมนน้อย ทำให้จุลินทรีย์มีเวลาในการเข้าย่อยสลายอาหารน้อยลง แต่การไหลผ่านที่เร็วจะทำให้สัตว์กินอาหารได้เพิ่มขึ้น

3. ปริมาณการกินได้

เมื่อระดับการกินได้เพิ่มขึ้น จะทำให้อาหารถูกย่อยได้น้อยลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากระดับการกินได้ที่เพิ่มขึ้นไปเพิ่มอัตราการไหลผ่านให้เร็วขึ้น ทำให้อาหารมีระยะเวลาอยู่ในกระเพาะรูเมนสั้นลง จุลินทรีย์จึงเข้าย่อยสลายอาหารได้น้อยลง

4. ปริมาณเยื่อใยในอาหาร

โดยทั่วไปการย่อยได้ของอาหารจะลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์เยื่อใยในอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลิกนินนั้นมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับปริมาณเยื่อใยในอาหาร จึงเป็นการยากที่จะแยกอิทธิพลของเยื่อใยออกจากอิทธิพลของลิกนินโดยตรง การที่อินทรีย์วัตถุจะถูกย่อยได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการจัดตัวระหว่างเฮมิเซลลูโลส หรือเซลลูโลสกับลิกนิน

5. สปีชีส์ของสัตว์

โคสามารถย่อยอาหารหยาบได้ดีกว่าแกะซึ่ง Kawashima (2007) ได้เปรียบเทียบการย่อยได้ของโคเนื้อพันธุ์บราห์มัน กับ แกะลูกผสม (พื้นเมือง x Catadine) เลี้ยงด้วยหญ้ารูซี่แห้ง พบว่าโคมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง CF NDF และ ADF 53.2, 54.3, 53.8 และ 50.0 % ตามลำดับ มากกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แกะอย่างมีนัยสำคัญโดยแกะมีค่าดังกล่าว 45.5, 46.1, 44.0 และ 43.4 % ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างในโภชนะอื่น

6. โภชนะที่สำคัญ

การขาดโปรตีนในอาหารจะมีผลทำให้การย่อยได้ของพลังงานลดลงและทำให้ปริมาณการกินได้ลดลง ถ้าทำการเสริมอาหารที่มีโปรตีนสูง หรือเสริม non-protein nitrogen เช่น ยูเรียให้กับสัตว์ที่กินฟางเป็นอาหารหลัก การย่อยได้ของฟางข้าวจะเพิ่มขึ้น การขาดแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น Mg, P และ S รวมทั้งการขาดแร่ธาตุรอง เช่น Fe, Co, Mn และ Zn ก็จะทำให้การย่อยได้ของอาหารในรูเมนลดลงเช่นกัน

7. ความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูเมน

จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนใช้ไนโตรเจนในการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งการให้ยูเรียแก่โคทำให้จุลินทรีย์ในรูเมนสามารถนำไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์ได้ในรูป NH_3-N โดยระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จุลินทรีย์จะสามารถทำการสังเคราะห์โปรตีนได้เต็มที่อยู่ระหว่าง 6 ถึง 90 mgNH_3-N/l. ของของเหลวในรูเมน การเสริมยูเรียให้แก่สัตว์ที่กินอาหารคุณภาพต่ำ (มีโปรตีนและการย่อยได้ต่ำ) แล้วทำให้การกินและการย่อยได้ของอาหารหยาบเพิ่มขึ้นนั้น อาจเป็นผลมาจากการเพิ่มความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูเมนนั่นเอง

8. อุณหภูมิสภาพแวดล้อม

สัตว์เคี้ยวเอื้องมีความพยายามที่จะรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ (ประมาณ 37° ซ) เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น สัตว์จะพยายามลดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายโดยลดการกินอาหาร โดยเฉพาะอาหารพลังงานลง เมื่อการกินอาหารลดลงการบีบตัวของกระเพาะก็ลดลงด้วย

9. ความถี่ของการให้อาหาร

การเพิ่มความถี่ของการให้อาหารโดยให้อาหารมื้อละน้อย ๆ แต่จำนวนหลายมื้อในแต่ละวันจะทำให้การย่อยได้ของอาหารเพิ่มขึ้น

10. การแปรรูปอาหาร

การบด และการอัดแผ่นของเมล็ดธัญพืชจะช่วยให้การย่อยได้เพิ่มขึ้น แต่การอัดเม็ดของเมล็ดธัญพืชมีผลน้อยมากต่อการย่อยได้ของเมล็ดธัญพืชนั้น แต่จะทำให้การย่อยได้ของอาหารหยาบลดลง

11. การปรับตัวต่ออาหารชนิดใหม่

การเปลี่ยนอาหารใหม่จำเป็นต้องให้เวลากับจุลินทรีย์ในรูเมนได้มีโอกาสปรับตัวระยะหนึ่งเพื่อจะใช้ประโยชน์จากอาหารใหม่ได้ดียิ่งขึ้น การเปลี่ยนอาหารใหม่ในระยะแรกอาจทำให้การย่อยได้ลดลง แต่เมื่อจุลินทรีย์ได้ปรับตัวระยะหนึ่งแล้ว การย่อยได้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฉ. การวัดการย่อยได้ในตัวสัตว์

อาหารที่สัตว์กินเข้าไปจะถูกย่อยในทางเดินอาหาร ส่วนที่ไม่ถูกย่อยจะถูกขับออกจากร่างกายในรูปมูล ส่วนต่างของปริมาณโภชนะในอาหารที่กินกับมูลที่ขับออก เมื่อคิดเป็นร้อยละของปริมาณที่กินแล้ว คือ ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏของโภชนะนั้นๆ (บุญล้อม, 2541) ดังสูตร

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏของโภชนะ(\%)} = \frac{\text{โภชนะที่กิน} - \text{โภชนะที่ขับออกในมูล}}{\text{โภชนะที่กิน}} \times 100$$

$$\text{โภชนะที่ย่อยได้ (ก./100ก. อาหาร)} = \frac{\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏ} \times \text{\%โภชนะในอาหาร}}{100}$$

ช. การใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบของโค

การใช้ฟางข้าวเป็นอาหารเดี่ยวในการเลี้ยงสัตว์จะทำให้ได้โภชนะไม่เพียงพอสำหรับสัตว์ในระยะที่กำลังให้ผลผลิต เพราะฟางมีคุณค่าทางโภชนะต่ำ มีพื้นที่ผิวน้อย มีการย่อยได้ต่ำ และมีโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrient, TDN) ต่ำ ตลอดจนฟางข้าวมีความฟ่ามสูง ทำให้สัตว์กินได้น้อย จึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพให้สูงขึ้น ซึ่ง Doyle (1986) ได้สรุปว่าการปรับปรุงคุณค่าของฟางทำได้ 4 วิธีคือ

1.วิธีกล เป็นวิธีที่เพิ่มการกินและการย่อยได้ของฟาง เช่น การแช่น้ำ การบด การสับ การอัดเม็ด การนึ่งด้วยความดัน และการใช้รังสี เป็นต้น

2.วิธีทางเคมี เป็นวิธีเพิ่มการละลายหรือทำลายโครงสร้างของผนังเซลล์ เช่น การใช้ NaOH $Ca(OH)_2$ แอมโมเนีย ยูเรีย กรดเกลือ และกรดกำมะถัน เป็นต้น

3.วิธีกลร่วมกับเคมี เป็นการใช้วิธีกลเพื่อเพิ่มพื้นที่สัมผัสก่อน เพื่อให้สารเคมีเข้าไปทำปฏิกิริยาได้ทั่วถึง

4.วิธีทางชีวภาพ เป็นวิธีที่ใช้จุลินทรีย์หมักเพื่อเพิ่มคุณภาพ โดยอาจมีการใช้เชื้อรา ซึ่งผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและอื่นๆ ทำให้ฟางถูกย่อยมากขึ้น

ในการเลี้ยงโคนั้นสามารถใช้วิธีนอกเหนือจากการปรับปรุงคุณภาพตามวิธีการดังกล่าวแล้ว คือ การใช้พืชตระกูลถั่วเสริม พืชตระกูลถั่วที่พบทั่วไปในประเทศไทย คือ กระถิน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งโปรตีนในรูปสดหรือตากให้แห้ง Cheva-Isarakul and Potikanond (1986) ได้ศึกษาการเสริมใบกระถินร่วมกับฟางข้าวเทียบกับฟางหมักยูเรียนำมาเลี้ยงลูกโคที่มีเลือด Holstein-Friesian 60-75% อายุ 6-7 เดือน น้ำหนัก 75-110 กก. เสริมอาหารข้นที่มีโปรตีน 16.4% โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับฟางหมักยูเรียแบบเต็มที่ เสริมด้วยอาหารข้น 1 กก./ตัว/วัน กลุ่มที่ 2 ให้ฟางธรรมดาอย่างเต็มที่ร่วมกับใบกระถิน 0.5 กก. และอาหารข้น 0.5 กก./ตัว/วัน พบว่าโคทั้งสองกลุ่ม มีค่า DMI, ADG, FCR และราคาอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักใกล้เคียงกัน โดยมีค่าดังกล่าว 2.41 vs 2.53 %BW, 0.42 vs 0.48 กก./วัน, 6.9 vs 6.5 และ 12.4 vs 10.9 บาท/กก. ตามลำดับ โดยการเสริมใบกระถินมีแนวโน้มที่ประหยัดต้นทุนได้มากกว่าการใช้ฟางหมักยูเรีย

ในการเลี้ยงโคเนื้อก็คล้ายคลึงกับการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยทั่วไป นอกจากใบกระถินแล้วยังสามารถใช้วัสดุเศษเหลือทั้งจากไร่นา และผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมมาเป็นแหล่งพลังงานและโปรตีนทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร ซึ่งผลพลอยได้ที่น่าสนใจชนิดหนึ่งคือกากซีอิ๊ว เพราะมีราคาถูกเมื่อเทียบกับกากถั่วเหลือง คือราคาประมาณ 5 เทียบกับ 18 บาท/กก.

ซ. ซีอิ๊วและผลพลอยได้จากการผลิตซีอิ๊ว

ซีอิ๊ว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ได้จากการย่อยสลายโปรตีนของถั่วเหลือง หรือส่วนผสมของถั่วเหลืองและแป้งสาลีโดยการหมักด้วยจุลินทรีย์ แล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนก่อนการบรรจุ สถาบันอาหาร (2551) ได้แบ่งชนิดของซีอิ๊วตามกรรมวิธีการผลิตเป็น 3 ประเภท คือ

1. ซีอิ๊วหมัก ได้จากการหมักถั่วเหลืองหรือส่วนผสมของถั่วเหลืองกับแป้งสาลีโดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ 3 ชนิด คือ รา แบคทีเรีย และยีสต์ ซีอิ๊วที่วางจำหน่ายมีหลายชนิด เช่น ซีอิ๊วขาว ซีอิ๊วดำ ซีอิ๊วหวาน เป็นต้น

2. ซีอิ๊วเคมี ได้จากการย่อยสลายถั่วเหลืองด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 20% ซึ่งช่วยให้ผลิตได้รวดเร็วแต่กลิ่นรสด้อยกว่าซีอิ๊วที่ได้จากการหมัก

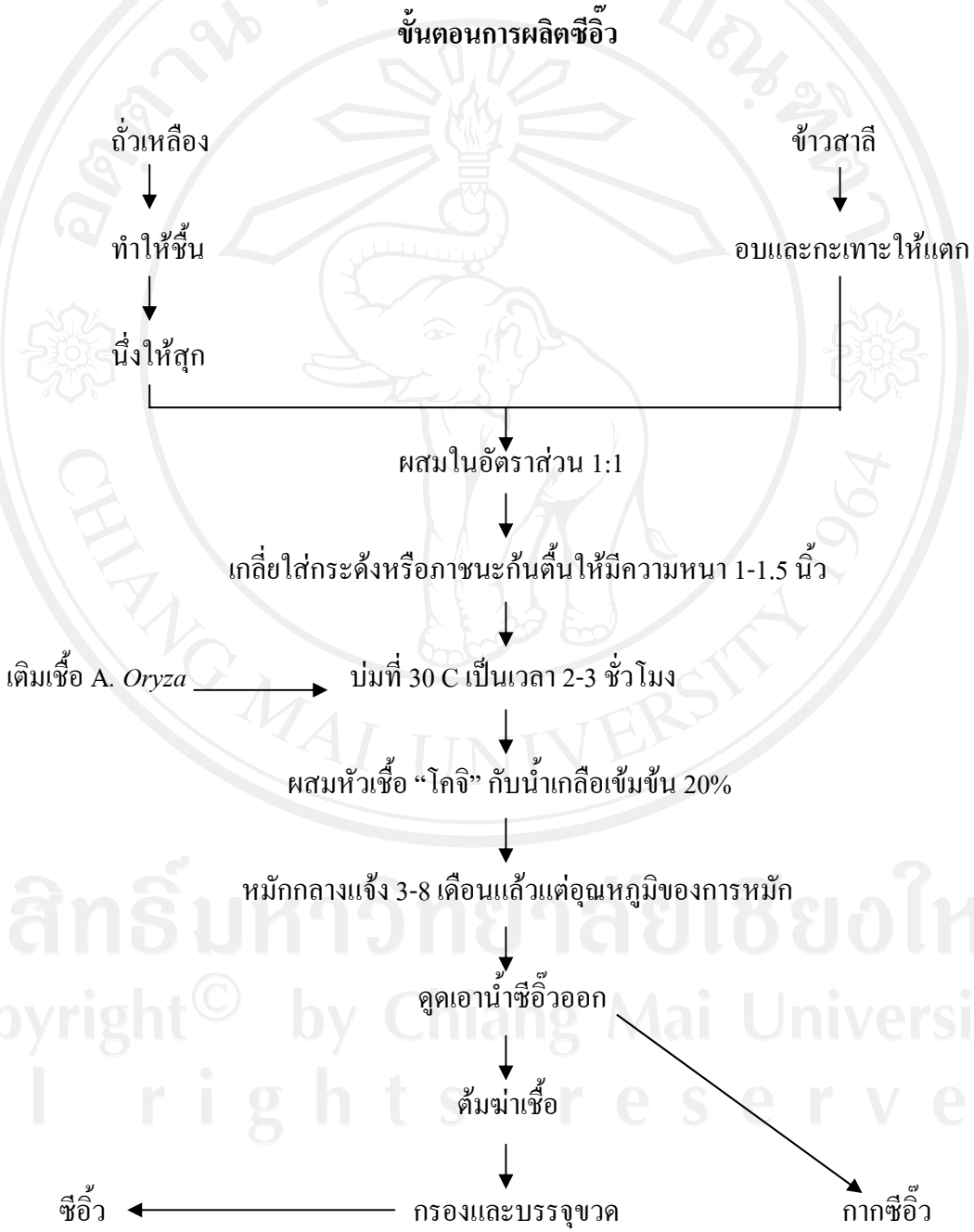
3. ซีอิ๊วกึ่งเคมี ได้จากการย่อยถั่วเหลืองด้วยวิธีเคมีและวิธีการหมักร่วมกัน โดยย่อยด้วยกรดเกลือความเข้มข้น 7-8% แล้วจึงหมัก

ในการผลิตระดับอุตสาหกรรมนิยมผลิตซีอิ๊วหมักมากกว่าเพราะให้กลิ่นและรสชาติดีที่สุด การผลิตในประเทศไทยนิยมเติมหัวเชื้อราบริสุทธิ์ของแอสเพอร์จิลลัสออไรซี (*Aspergillus oryzae)* แทนการใช้เชื้อที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ เพราะสามารถควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า การผลิตในญี่ปุ่นมักนิยมเติมจุลินทรีย์ 3 ชนิดได้แก่ เชื้อรา (*Aspergillus oryzae*) แบคทีเรียแลคติก (*Lactobacillus delbrueckii*) หรือแบคทีเรียเพดิโอค็อกคัส (*Pediococcus soyae*) และยีสต์แซกคาโรมัยซีส (*Saccharomyces rouxii*) เพื่อช่วยให้การผลิตเร็วขึ้น โดยเอนไซม์จากเชื้อราช่วยย่อยสารอาหารในถั่วเหลืองเพื่อใช้เป็นอาหารของแบคทีเรียและยีสต์ทำให้ได้สารประกอบที่ให้กลิ่นและรสชาติที่ดี

เศษเหลือจากการผลิตเรียกว่า กากซีอิ๊ว ซึ่งมีโปรตีนสูง เพราะมีองค์ประกอบของกากถั่วเหลืองและจุลินทรีย์ในกระบวนการหมักจึงเหมาะเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ จากการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ไม่ได้ตีพิมพ์) พบว่า กากซีอิ๊วมี วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน CF เถ้า NFE และ เกลือ เท่ากับ 94.84, 24.25, 34.36, 9.89, 9.34, 17.00 และ 6.89 % ตามลำดับ ซึ่งการที่กากซีอิ๊วมีไขมันและเกลือในปริมาณมาก อาจมีผลต่อสัตว์ได้ กระบวนการผลิตซีอิ๊วด้วยวิธีทั่วไปแสดงดังไดอะแกรม



ที่มา: สถาบันอาหาร (2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฌ. ข้าวโพดและการใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารข้นเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ข้าวโพด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซีเมส์ (*Zea mays*) เป็นพืชตระกูลเดียวกับหญ้า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หรือข้าวโพดไร่รู้จักกันในชื่อ ข้าวโพดหัวบุบ และข้าวโพดหัวแข็ง ด้านคุณค่าทางอาหาร ข้าวโพดมีแป้ง 65% มีเยื่อใยต่ำ พลังงาน (ME) สูง มีโปรตีน 8-13% แต่ขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น ได้แก่ ไลซีน และทริปโตเฟน (พันทิพา, 2547) การใช้ประโยชน์ของข้าวโพดขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต Owens (2006) ได้รวบรวมข้อมูลการทดลองในโคเนื้อตั้งแต่ปี 1990-2005 โดยแบ่งโคเป็น 3 กลุ่มให้ได้รับข้าวโพดชนิด dry rolled, high moisture และ steam flaked พบว่าการย่อยได้ของข้าวโพด 2 ชนิดหลังสูงกว่าชนิดแรกอย่างมีนัยสำคัญคือมีการย่อยได้ของวัตถุแห้งตลอดทางเดินอาหาร 91.0, 99.2 และ 99.1 % ในรูเมน 63.8, 86.5 และ 84.1% ในกระเพาะแท้ 72.2, 93.1 และ 94.3% และในลำไส้เล็ก 58.8, 94.9 และ 92.5 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในประเทศไทยนิยมใช้ข้าวโพดชนิดบดมากกว่าเพราะผลิตได้ง่ายกว่าวิธีอื่น

วิวัฒน์และคณะ (2550) ได้ศึกษาการใช้แหล่งพลังงานจากข้าวโพดในสูตรอาหารข้นเทียบกับแหล่งวัตถุดิบอื่น เพื่อเลี้ยงลูกโคที่มีเลือด Holstein Friesian 75% จำนวน 16 ตัว โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มคือใช้ ข้าวโพดบด ปลายข้าว มันเส้น และข้าวโพดเอกซ์ทรูด เป็นแหล่งพลังงานในอาหารข้นตามลำดับ โดยในระยะ 2 เดือนแรกให้ได้รับให้นมเทียมวันละ 4 กก./ตัว/วันด้วย เมื่อโคอายุ 7 วัน เป็นต้นไปเริ่มให้อาหารข้นและหญ้าแพงโกล่าแห้งตัดที่อายุ 30 วัน ให้กินอย่างเต็มที่จนอายุ 3 เดือน อาหารข้นทุกสูตรมีโปรตีน 18 % และ TDN 76 % พบว่า ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ ADG FCR และค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กก. ไม่แตกต่างกัน โดยโคทั้ง 4 กลุ่ม กินวัตถุแห้งได้ 0.913, 0.931 1.033 และ 0.970 กก/ตัว/วัน มี ADG 283.3, 318.9, 272.2 และ 314.4 ก./ตัว/วัน FCR 3.35, 3.03, 3.94 และ 3.21 และค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กก. 87.61, 79.00, 94.15 และ 79.59 บาท ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถเลือกใช้ข้าวโพดทดแทนวัตถุดิบชนิดอื่นในสูตรอาหารได้

ญ. โปรตีนและความสำคัญของโปรตีน

โดยทั่วไปสัตว์ต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็น โดยสัตว์กระเพาะเดี่ยวมีความต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นประมาณ 10 ชนิด ซึ่งสัตว์จะต้องได้รับจากอาหารโดยตรง เพราะร่างกายไม่สามารถจะสังเคราะห์ขึ้นมาได้ ส่วนกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นสัตว์สามารถสังเคราะห์ขึ้นมาจากกรดอะมิโนอื่นหรือจากโภชนะอื่นได้จนพอเพียงต่อความต้องการของร่างกาย แต่สัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โค กระบือ แพะ แกะ ส่วนใหญ่จะได้รับโปรตีนจากจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรียและโปรโตซัว ซึ่งสามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนจำเป็นได้จากกรดอะมิโนอื่น ๆ หรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน เช่น ยูเรีย จนพอเพียงกับความต้องการเว้นแต่เมื่อสัตว์เหล่านี้มีอายุยังน้อย เนื่องจากจำนวนของแบคทีเรียและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรโตซัวมีไม่พอเพียง การให้อาหารโปรตีนแก่สัตว์สี่กระเพาะที่อายุน้อยจึงต้องให้มีกรดอะมิโนที่จำเป็นอย่างพอเพียง เพราะในการสังเคราะห์โปรตีนในร่างกายต้องมีกรดอะมิโนทุกตัวที่ต้องการในอัตราส่วนที่เพียงพอและอยู่ในสมดุลพอดี ถ้าขาดหรือมีตัวใดตัวหนึ่งมากเกินไปจะทำให้สัตว์เติบโตช้า สำหรับสัตว์สี่กระเพาะที่โตเต็มที่แล้วสามารถใช้โปรตีนจากพืชเป็นหลักได้ โดย Geay (1984) กล่าวว่าในโคเนื้อการให้โปรตีนดูเหมือนจะมีความสำคัญน้อยกว่าพลังงาน เพราะโคจะได้รับโปรตีนในรูป microbial amino acid อย่างไรก็ตามโปรตีนในอาหารมีผลต่ออัตราการสะสมโปรตีนในกล้ามเนื้อ และการใช้ประโยชน์ของกรดอะมิโน รวมถึงการใช้ประโยชน์ของพลังงานในอาหาร ด้วย Coleman and Evans (1986) พบว่าเมื่อให้อาหารที่มีโปรตีนรวมสูง (17.2 %) โคจะมีการย่อยได้ดีกว่าโปรตีนต่ำ (10.1 %) ประมาณ 15 % และมีไนโตรเจนสะสมในร่างกายมากกว่ากลุ่มที่ให้โปรตีนต่ำ 2 เท่า

ฎ. การย่อยสลายโปรตีนในสัตว์เคี้ยงเอื้อง

การย่อยโปรตีนในรูเมนส่วนใหญ่จะเกิดจากแบคทีเรีย และโปรโตซัวหลายชนิดที่อยู่ในบริเวณนั้น แบคทีเรียที่สำคัญ ได้แก่ พวกแกรมลบ รวมทั้งพวกแบคทีเรียที่อยู่ในสปีชีส์ Bacteriodes, Selenomonas และ Butyrivibrio แบคทีเรียพวกนี้จะผลิตเอนไซม์ protease ซึ่งส่วนใหญ่อยู่บนผนังเซลล์ของมัน ส่วนโปรโตซัวที่ย่อยสลายโปรตีนอยู่ในสปีชีส์ Entodinium, Eudiplodinium และ Ospryocolex (เทอดชัย, 2548)

แบคทีเรียสามารถใช้ประโยชน์จาก degradable protein ที่ถูกย่อยสลาย โดยนำเข้าสู่เซลล์เพื่อใช้ผลิต microbial protein ดังแสดงในรูปที่ 2.3

Bach *et al.* (2005) กล่าวว่ากรดอะมิโนบางชนิด เช่น ฟีนิลอะลานิน ลิวซีน และ ไอโซลิวซีน สามารถสร้างได้น้อยกว่ากรดอะมิโนชนิดอื่นๆ และยังได้ศึกษาถึงเมแทบอลิสมของไนโตรเจนในรูเมนพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยโปรตีนนอกจากสายพันธุ์ของจุลินทรีย์แล้วยังมีปัจจัยอื่นเช่น

1. Type of protein การละลายของโปรตีนเป็นปัจจัยสำคัญในการย่อยของ proteases ในจุลินทรีย์ ตัวอย่างเช่น กรดอะมิโน prolamins และ glutelins ไม่ละลายในรูเมนจึงย่อยสลายได้ช้า แต่โกลบูลินที่ละลายได้ดีจะย่อยสลายได้เร็ว โดยการละลายของโปรตีนขึ้นอยู่กับโครงสร้างโปรตีนได้แก่ ปฐมภูมิ ทุติยภูมิ ตติยภูมิ และจตุรภูมิ นอกจากนี้พันธะและลำดับของกรดอะมิโนในโครงสร้างโปรตีนก็มีผลต่อการย่อยสลายในรูเมน เช่น โกลบูลินบางชนิดที่มีพันธะไดซัลไฟด์จะทำให้การย่อยได้ในรูเมนลดลงและพันธะของ Lys-Ala สลายได้เร็วกว่า Lys-Pro

2. Ruminal dilution rate โดยพบว่าอัตราการไหลผ่านของอาหารขึ้นอยู่กับ การกินได้ของวัตถุแห้ง ปริมาณเยื่อใยในอาหาร และสัดส่วนของอาหารหยาบ:ข้น โดยในโคตัวเดียวกันกินวัตถุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แห้ง 18 กก. ที่มีสัดส่วนของอาหารหยาบ:อาหารข้น 70:30 มีอัตราการไหลผ่านต่ำกว่า เมื่อให้กินวัตถุแห้ง 26 กก. ที่มีสัดส่วน 40:60 โดยการไหลผ่านของอาหารหยาบมีค่า 0.040 vs 0.046 และของอาหารข้นมีค่า 0.056 vs 0.068 fraction/ชั่วโมง ตามลำดับ

3. Ruminal pH โดย pH ที่เหมาะสมจะทำให้จุลินทรีย์สามารถขยายประชากรและสร้าง microbial protein ได้ จากรูปที่ 2.4 ภาพ A พบว่า แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 5.5 – 7 โดยมีปริมาณหนาแน่นที่ pH 6.5 แบคทีเรียในรูเมนมีหลายชนิด และสามารถอยู่ใน pH ที่แตกต่างกันไป บุญล้อม (2541) กล่าวว่า pH ในรูเมนมีความสำคัญต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ และการเกิดกรดชนิดต่างๆ โดยจุลินทรีย์พวกที่ย่อยเยื่อใย (cellulolytic flora) เจริญและทำงานได้ดีที่ pH ประมาณ 6.2 - 6.8 และจะลดประสิทธิภาพลงเมื่อ pH ต่ำกว่า 6 เป็นผลให้การผลิตกรดอะซิติกลดลง ส่วนจุลินทรีย์ที่ย่อยแป้ง (amylolytic flora) ทำงานได้ดีใน pH ช่วง 5.5-6.0 แต่ถ้า pH ในกระเพาะรูเมนต่ำกว่านี้จะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ ทำให้อาหารไม่ถูกย่อย ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์ และจากภาพ B พบว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้น อัตราการไหลผ่านของ Bacteria N จะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับภาพแรก โดยเมื่อ pH เพิ่มขึ้นมากกว่า 7 จุลินทรีย์จะมีการผลิต microbial protein ลดลง ทำให้ bacteria N ไหลผ่านน้อยลง

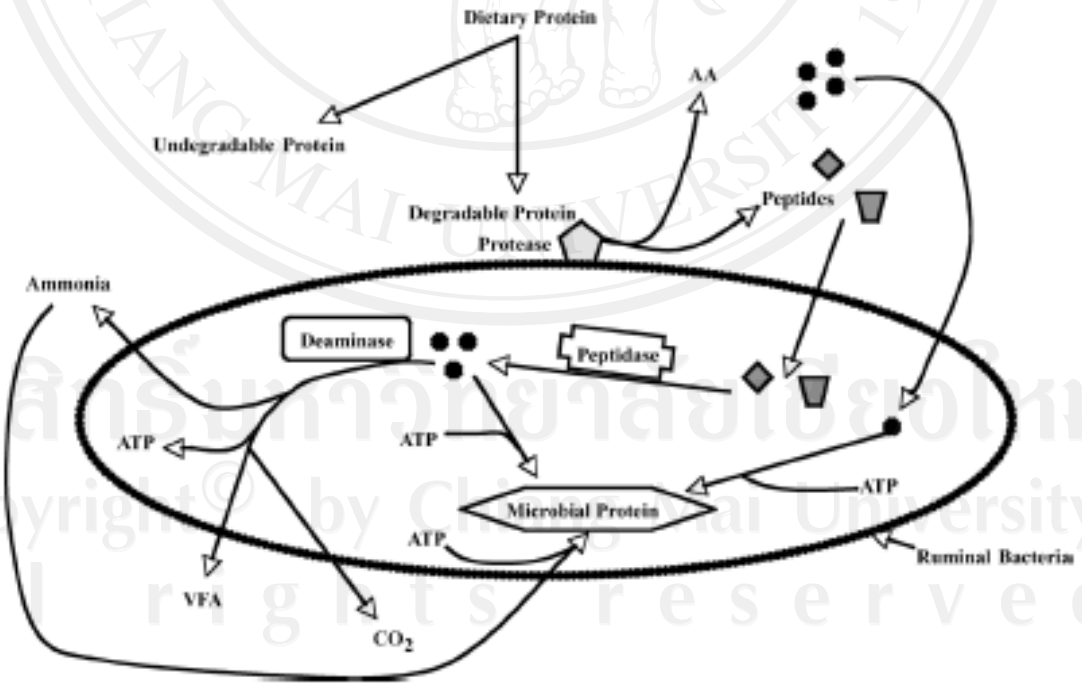
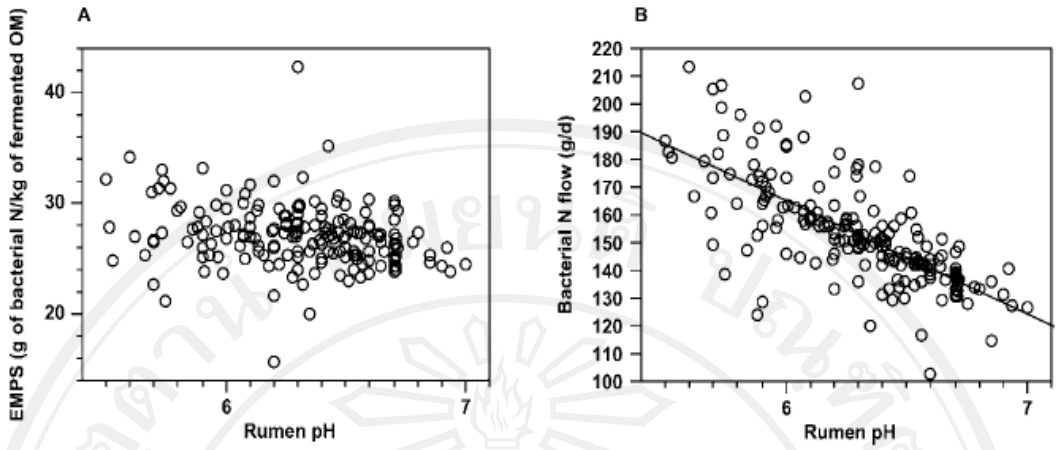


Figure 2.3 Mechanism of protein synthesis by rumen microbe

รูปที่ 2.3 กระบวนการย่อยโปรตีนของจุลินทรีย์

Source: Bach *et al.* (2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(A) (B)

Figure 2.4 Relationship between rumen pH and protein synthesis measured as EMPS

รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH ในรูเมนกับการสังเคราะห์โปรตีนหรือจำนวนแบคทีเรียคิดเป็น EMPS (Efficiency of microbial protein synthesis)

Source : Bach *et al.* (2005)

ฏ. ความต้องการโปรตีนของโคเนื้อ

ความต้องการโปรตีนในแต่ละวันอาจระบุในรูปโปรตีนหยาบ (CP) ซึ่งสามารถคำนวณได้เป็น ก./วัน อย่างไรก็ดี NRC (1996) ได้กล่าวว่าความต้องการโปรตีนของโคเนื้อควรระบุเป็นค่า metabolizable protein (MP) ซึ่งหมายถึงโปรตีนที่ได้จากจุลินทรีย์และส่วนที่ไหลผ่านไปถูกย่อยและดูดซึมที่ลำไส้เล็ก AFRC (1993) ได้จำแนกโปรตีนที่ใช้ประโยชน์ของสัตว์เคี้ยวเอื้องไว้ 2 ส่วนคือ

1. Digestible microbial true protein (DMTP) คือโปรตีนของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยได้โดย 25% ของโปรตีนในตัวจุลินทรีย์เป็นส่วนของกรดนิวคลิอิกซึ่งสัตว์ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เหลือ (75%) เรียก microbial true protein โดยส่วนนี้จะถูกย่อยในทางเดินอาหารส่วนถัดไปจนถึงลำไส้เล็ก ซึ่งจะย่อยได้ประมาณ 85% ของส่วนที่เหลือดังกล่าว ดังนั้นค่าโปรตีนของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยได้จึงอาจคำนวณจากค่า microbial crude protein (MCP) ได้ดังสมการ

$$DMTP\ (g/d) = 0.75 \times 0.85 \times MCP = 0.6375MCP\ (g/d)$$

2. Digestible undegraded feed protein (DUP) คือโปรตีนที่สามารถไหลผ่านรูเมนโดยไม่ถูกย่อยสลายแต่อาจจะถูกย่อยได้ในลำไส้เล็ก ซึ่งการใช้ประโยชน์ของ DUP มีค่าตั้งแต่ 0 – 90% ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโปรตีนในอาหารและ endogenous nitrogen

ค่า MP สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$MP\ (g/d) = 0.6375MCP\ (g/d) + DUP\ (g/d)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โปรตีนสุทธิที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้จริง คือส่วนที่ถูกดูดซึมผ่านลำไส้เล็กเข้าไปใช้ประโยชน์ในตัวสัตว์ อย่างไรก็ตามการใช้ระบบ MP ค่อนข้างยุ่งยากเพราะต้องมีกระบวนการคำนวณและวิเคราะห์ค่อนข้างซับซ้อน และต้องใช้เครื่องมือที่ทันสมัย ดังนั้นการระบุความต้องการโปรตีนในรูป CP จึงน่าจะง่ายและสะดวกกว่าระบบ MP

NRC (1996) ได้ระบุความต้องการโปรตีนในรูป CP ของโครุ่นพันธุ์แองกัสที่น้ำหนัก 200 – 450 กก. มีการเจริญเติบโต 0.5 – 2.5 กก./ตัว/วัน ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ความต้องการโปรตีน (CP) ของโครุ่นและโคขุนพันธุ์แองกัส

Table 2.7 CP requirements of growing and fattening Angus cattle.

BW (kg)	200	250	300	350	400	450
Requirement	<---------- kg/h/d ---------->					
For maintenance	0.30	0.37	0.44	0.51	0.59	0.67
For growth						
0.5 kg/d	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.37
1.0 kg/d	0.33	0.41	0.47	0.55	0.64	0.73
1.5 kg/d	0.52	0.62	0.72	0.84	0.97	1.11
2.0 kg/d	0.71	0.84	0.98	1.14	1.31	1.50
2.5 kg/d	0.90	1.06	1.24	1.43	1.65	1.90

Source: Modified from NRC (1996)

ฐ. ผลของระดับโปรตีนในอาหารรวมของสัตว์สี่กระเพาะ

โตโมยูกิและคณะ (2546) ได้ศึกษาการเลี้ยงกระบือปลักจำนวน 4 ตัว ด้วยหญ้ารูซี่ที่มีโปรตีน 2.5 % เสริมด้วยกากถั่วเหลืองเพื่อปรับให้อาหารที่ใช้เลี้ยงมีโปรตีน 2.6, 6.1, 9.7 และ 13.3% ตามลำดับ พบว่ากระบือสองกลุ่มหลังกินวัตถุแห้งรวมได้มากกว่า กลุ่มที่ 2 (79.3 และ 78.1 vs 65.4 ก./กก.น้ำหนักตัว$^{0.75}$) และทั้ง 3 กลุ่มกินได้มากกว่ากลุ่มแรก (49.1 ก./กก.น้ำหนักตัว$^{0.75}$) อย่างมีนัยสำคัญ การย่อยได้ของเยื่อใย (CFD และ NDFD) ของหญ้ารูซี่แห้งที่โปรตีนทุกระดับมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบว่ากระบือที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 13.3 % มีการขับไนโตรเจนออกทางปัสสาวะมากกว่า และมีอัตราส่วนของความร้อนที่ร่างกายผลิตขึ้นต่อพลังงานรวม (HP/GE) สูงกว่ากระบือที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนระดับต่ำกว่า โดยกระบือปลักมีความสามารถในการย่อยอาหารเยื่อใยได้เป็นอย่างดีโดยไม่จำเป็นต้องเสริมโปรตีน นอกจากนั้นการเสริมอาหารที่มีโปรตีน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มากกว่า 10 % ให้แก่กระบือ ไม่มีผลต่อการเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโต หรือบางทีอาจส่งผลเสียด้วยหากกระบือได้รับแหล่งอาหารพลังงานที่ไม่เหมาะสมในด้านคุณภาพและปริมาณ

Umunna *et al.* (1980) ได้ศึกษาถึงผลของระดับโปรตีนต่อการให้ผลผลิตและซากของโคพันธุ์ซีบูเพศผู้ตอน จำนวน 30 ตัว แบ่งเป็นโปรตีนในอาหารรวม 3 ระดับคือ 11.6, 14.7 และ 17.7% เลี้ยงด้วยหญ้าแกมบ้าแห้งร่วมกับอาหารข้นที่ประกอบด้วย ข้าวโพดบด ถั่วลิสงและกระดูกป่น โดยอาหารข้นทั้ง 3 สูตรมีพลังงาน (ME) ใกล้เคียงกันคือ 2.72, 2.74 และ 2.75 Mcal/kg ตามลำดับ พบว่าทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโต (0.56, 0.60 และ 0.73 กก./ตัว/วัน) และ FCR (10.91, 10.72 และ 8.52) รวมทั้งคุณภาพซาก โดยน้ำหนักซากอุ่นมีค่า 175, 176 และ 180 กก. มีเปอร์เซ็นต์ซาก 57.9, 57.3 และ 58.6 % มีพื้นที่หน้าตัดของเนื้อสัน 63.1, 66.2 และ 66.7 ตร.ซม. และมีไขมันสันหลัง 5.1, 5.6 และ 6.8 มม. ตามลำดับ

ฑ. ความสำคัญของพลังงานต่อร่างกายสัตว์

อาหารพลังงานมีความสำคัญมากต่อการดำรงชีพและการเพิ่มผลผลิตของสัตว์ สัตว์ต้องการพลังงานเป็นปริมาณมาก ในการทำกิจกรรมของร่างกายตั้งแต่ระดับเซลล์ ดังนั้นการประกอบสูตรอาหารนอกจากการเน้นปริมาณของโปรตีนแล้วยังต้องคำนึงถึงปริมาณพลังงานที่เพียงพอด้วย พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญในการใช้สร้างโปรตีนซึ่งถ้าโคมีความต้องการโปรตีนมาก ความต้องการพลังงานก็ยิ่งมากตามไปด้วย สารอาหารที่ให้พลังงานเป็นพวกสารอินทรีย์ ได้แก่ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน

อาหารที่มีพลังงานต่ำจะทำให้โคต้องกินอาหารมากขึ้น ทำให้มีอัตราการไหลผ่านเร็วขึ้น การย่อยได้ลดลง มีการสูญเสียพลังงานในรูปมูลและปัสสาวะมากขึ้น (Geay, 1984) ปัจจัยสำคัญที่กำหนดระดับของพลังงานคือเยื่อใยในอาหาร วีรพลและคณะ (2548) เสนอว่า สูตรอาหารข้นควรมีการปรับให้มีค่าโปรตีนและพลังงานเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามคุณภาพของอาหารหยาบ

ฒ. ระบบพลังงานและการคำนวณ

การกิน การย่อย การดูดซึมและการนำโภชนะไปใช้ประโยชน์ในร่างกาย ล้วนแต่มีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง โดย พลังงานในอาหารที่กินเข้าไป (intake energy , IE) ส่วนหนึ่งจะสูญเสียในรูปของมูลที่ถ่ายออกมา นอกจากนี้ยังสูญเสียในปัสสาวะ แก๊สในรูเมน และความร้อน สุดท้ายเหลือเป็นพลังงานสุทธิเพื่อให้สัตว์ใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆของร่าย เช่น การดำรงชีวิตและสร้างผลผลิต โดยพลังงานที่สูญเสียในรูปต่างๆแสดงดังรูปที่ 2.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

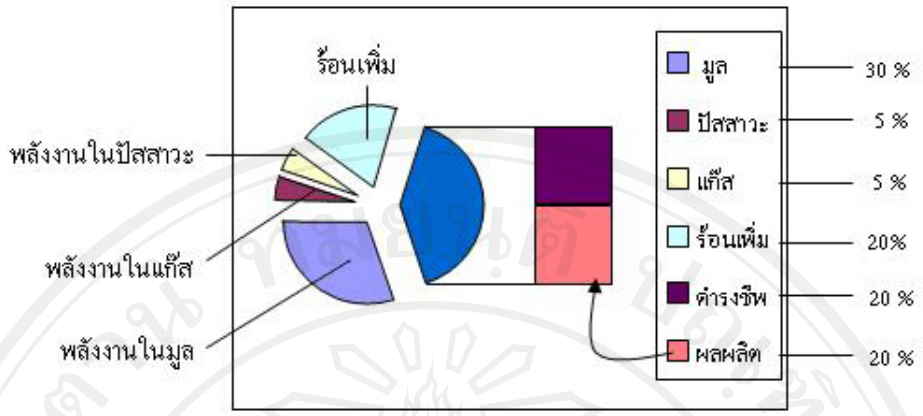


Figure 2.5 Fraction of energy utilization in cattle

รูปที่ 2.5 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของการใช้พลังงานในโค

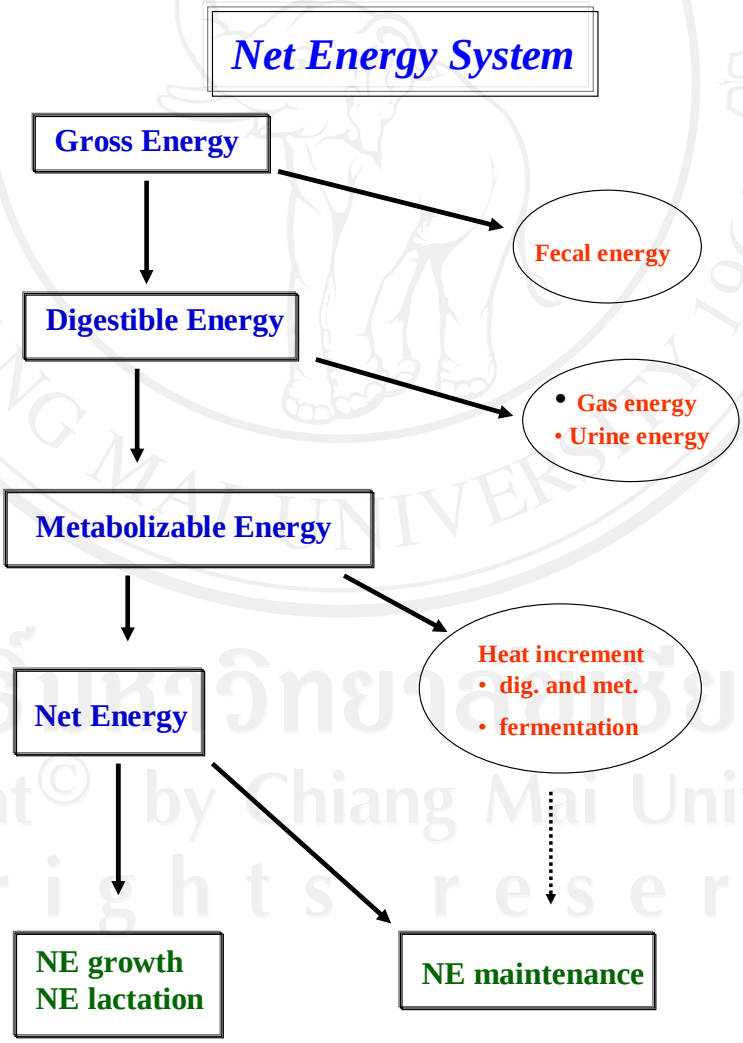


Figure 2.6 Energy system including energy loss (NE)

รูปที่ 2.6 ระบบพลังงานสุทธิ (NE) โดยหักค่าพลังงานที่สูญเสียในส่วนต่างๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนพลังงานที่อยู่ในรูปของความร้อนเพิ่ม (Heat increment , HI) เกิดขึ้นในร่างกายสัตว์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในขบวนการเมแทบอริสมย่อยอาหารการเคลื่อนย้ายสารอาหารต่าง ๆ สัตว์เคี้ยวเอื้องมีความร้อนเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร พลังงานนี้เป็นส่วนที่ร่างกาย ต้องกำจัดหรือระบายออก ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการใช้อาหารที่มีกากหรือเยื่อใยสูงที่ทำให้เกิดความร้อนจากการหมักเกิดขึ้นมาก

พลังงานมีความสำคัญในการใช้คำนวณสูตรอาหาร แต่การวัดค่าพลังงานแต่ละระบบมีความยากง่าย และมีข้อดีข้อเสียต่างกัน ซึ่งกล่าวโดยสังเขปดังนี้ (บุญล้อม และสมคิด, 2539)

TDN (Total Digestible Nutrient) เป็นวิธีที่สามารถวัดได้ง่าย เพราะคำนวณจากปริมาณโภชนะย่อยได้ แต่มีข้อเสียคือมีอคติ (bias) กล่าวคือ TDN ประเมินพลังงานของอาหารหยาบคุณภาพต่ำได้สูงกว่าความเป็นจริง ทำให้ 1 กก. TDN ของฟางให้ค่า NE น้อยกว่า 1 กก. TDN ของหญ้าแห้งหรือข้าวโพด

DE (Digestible Energy) สามารถทำได้โดยหาการย่อยได้และวิเคราะห์พลังงานในอาหารและมูล แต่มีจุดอ่อนคล้ายคลึงกับ TDN คือไม่สามารถบอกค่าพลังงานที่สัตว์นำไปใช้ได้จริง เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงปริมาณพลังงานที่สูญเสียไปในขั้นตอนอื่นๆ

ME (Metabolizable Energy) สามารถประเมินพลังงานในอาหารได้ใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้น เนื่องจากได้คำนึงถึงพลังงานที่สูญเสียไปในส่วนของมูล ปัสสาวะ และแก๊สแล้ว แต่การวัดปริมาณแก๊สจำเป็นต้องใช้เครื่องมือเช่น หน้ากากวัดการหายใจ (respiration mask) เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยยังมีเครื่องมือดังกล่าวน้อย จึงทำให้มีข้อมูลจำกัด

NE (Net Energy) เป็นระบบพลังงานที่ดีที่สุด เพราะเป็นค่าที่บอกปริมาณพลังงานที่สัตว์สามารถนำไปใช้ได้จริง เนื่องจากหักค่าพลังงานที่สูญเสียไปทุกขั้นตอนแล้วดังรูป 2.6 ทำให้ค่าที่ได้มีความยุติธรรมมากขึ้น เช่น 1 Mcal NE ในฟางข้าวสามารถให้พลังงานที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ในร่างกายได้เท่ากับ 1 Mcal NE ในข้าวโพด แต่ปริมาณพลังงานที่สัตว์จะนำไปใช้ได้จริงนี้ไม่สามารถวัดได้ง่าย เพราะต้องใช้อุปการณ์ที่ซับซ้อนมาก ใช้เวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงนิยมวิธีคำนวณโดยอาศัยค่าการย่อยได้ทั้งแบบ *in vivo*, *in vitro* หรืออาศัยองค์ประกอบทางเคมี ค่าต่างๆ ดังกล่าว สามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำนวณค่า TDN จากองค์ประกอบทางเคมีด้วยสมการของ Kearl (1982)

- วัตถุดิบอาหารข้นที่เป็นแหล่งโปรตีน

TDN(%) = 40.3227+0.5398(%CP)+0.4448(%NFE)+1.4218(%EE)-0.7007(%CF)

- วัตถุดิบอาหารข้นแหล่งพลังงาน

TDN(%) = 40.2625+0.1969(%CP)+0.4228(%NFE)+1.1903(%EE)-0.1379(%CF)

แปลงค่า TDN ให้เป็น DE โดยใช้สมการของ NRC (1996)

TDN (%) = 0.044 DE (Mcal/kg)

คำนวณค่า ME, NEm และ NEg จาก DE โดยสมการของ NRC (1996) ดังนี้

ME (Mcal/kg) = 0.82 × DE

NEm (Mcal/kg) = $1.37ME - 0.138ME^2 + 0.0105ME^3 - 1.12$

NEg (Mcal/kg) = $1.42ME - 0.174ME^2 + 0.0122ME^3 - 1.65$

เมื่อสัตว์กินอาหารที่มีพลังงานสูงเกินไปอาจเป็นผลเสีย เพราะสัตว์มักกินอาหารลดลง ทำให้ขาดสารอาหารอื่น ๆ ได้ การให้พลังงานในอาหารเพิ่มขึ้นมากทำให้สัตว์นำไปสะสมเป็นไขมันในร่างกาย ทำให้ความต้องการแร่ธาตุและวิตามินที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอนไซม์ในการสร้างไขมันเพิ่มขึ้นด้วย ยิ่งเป็นเหตุให้สัตว์ขาดสารอาหารอื่น ๆ ดังนั้น จึงต้องปรับการให้พลังงานและสารอาหารอื่น ๆ ให้อยู่ในสมดุลด้วย

ฌ. การใช้พลังงานในร่างกายสัตว์

ร่างกายต้องการพลังงานเพื่อนำไปใช้ในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เมแทบอลิสมพื้นฐาน (Basal metabolism) เป็นพลังงานที่ร่างกายต้องใช้ไปในการทำกิจกรรมพื้นฐานต่างๆที่จำเป็นต่อชีวิต เช่นการหายใจ การหมุนเวียนโลหิต การทำงานของอวัยวะภายใน และการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย สามารถวัดได้ในสภาพที่นอนพัก แต่ไม่ได้หลับ และหลังรับประทานอาหารมาแล้วไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง โดยวัดจากอัตราเร็วของการใช้ O_2 ค่าที่วัดได้จะถูกคำนวณออกมาเป็นค่า Basal metabolic rate (BMR) โดยปกติพลังงานที่ร่างกายต้องใช้ในเรื่องของ BMR จะมีค่าประมาณ 50 - 70 % ของพลังงานทั้งหมดที่ร่างกายต้องใช้ในแต่ละวัน ค่า BMR จะผันแปรไปตามขนาดร่างกาย อายุ เพศ และสภาวะต่างๆ ของร่างกาย

2. Specific dynamic action (SDA) เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อมีการย่อยและการดูดซึมอาหาร พลังงานที่ต้องใช้ในส่วนนี้ประมาณ 5 – 10 % ของพลังงานทั้งหมดที่ร่างกายต้องใช้ในแต่ละวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. Physical activity เป็นพลังงานที่ร่างกายต้องใช้ไปในการทำงานของกล้ามเนื้อ เพื่อเคลื่อนไหวในการออกแรงทำงานต่างๆ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน

ปริมาณพลังงานที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัน จะเป็นผลรวมของพลังงานที่ร่างกายต้องใช้ไปในเรื่องของ BMR, SDA และการออกแรงทำงานต่างๆ หากสัตว์ได้รับพลังงานสูงเกินความต้องการร่างกายจะนำพลังงานส่วนนี้ไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและสะสมไว้ในรูปไขมัน ซึ่งจะทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้น

NRC (1996) ได้ระบุความต้องการพลังงานในรูป NE ของโครุ่นพันธุ์แองกัสที่น้ำหนัก 200 – 450 กก. มีการเจริญเติบโต 0.5 – 2.5 กก./วัน โดยพบว่าโคมีความต้องการเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักเพิ่มขึ้น และที่น้ำหนักเท่ากันเมื่อโคได้รับพลังงานมากขึ้นจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ความต้องการพลังงานสุทธิของโครุ่นและโคขุนพันธุ์แองกัส

Table 2.8 Net energy requirement of growing and fattening Angus cattle

BW (kg)	200	250	300	350	400	450
Requirement	<----------		Mcal/day		---------->	
For maintenance (NEm)	4.10	4.84	5.55	6.23	6.89	7.52
For growth (NEg)						
0.5 kg/d	1.27	1.50	1.72	1.93	2.14	2.33
1.0 kg/d	2.72	3.21	3.68	4.13	4.57	4.99
1.5 kg/d	4.24	5.01	5.74	6.45	7.13	7.79
2.0 kg/d	5.81	6.87	7.88	8.84	9.77	10.68
2.5 kg/d	7.42	8.78	10.06	11.29	12.48	13.64

Source: NRC (1996)

ด. การศึกษาระดับพลังงานในโคเนื้อที่มีผลต่อการเจริญเติบโต

Preston (1975) ได้ศึกษาระดับพลังงาน (NE) ในการเลี้ยงโคเนื้อขุนโดยแปรผันระดับพลังงานตามสัดส่วนของข้าวโพดหมัก 7 ระดับ ได้แก่ 1.0, 2.5, 15.0, 25.0, 35.0, 50.0 และ 65.0 % ของวัตถุแห้งในอาหาร โดยมีการเสริมปูนขาว 0.5% ในหญ้าหมักเพื่อลดกรดและเสริมอาหารข้นที่มีข้าวโพด 3 แบบเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้าวโพดอบแห้งทั้งเมล็ด 2) dry rolled หรือ 3) high moisture rolled grain วางแผนการทดลองแบบ 3x7 Factorial ศึกษาในลูกโคตอนจำนวน 280 ตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อายุ 6-8 เดือน น้ำหนักประมาณ 240 กก. วัตถุดิบอาหารข้นอื่นประกอบด้วยกากถั่วเหลืองและยูเรีย เป็นแหล่งโปรตีน เสริมด้วยแร่ธาตุ วิตามิน และ aureomycin พบว่า โคได้รับพลังงานมากขึ้นเมื่อสัดส่วนของข้าวโพดหมักลดลงโดยมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงดังแสดงในรูปที่ 2.7 แต่ไม่พบความแตกต่างของการใช้ข้าวโพดทั้ง 3 ชนิด

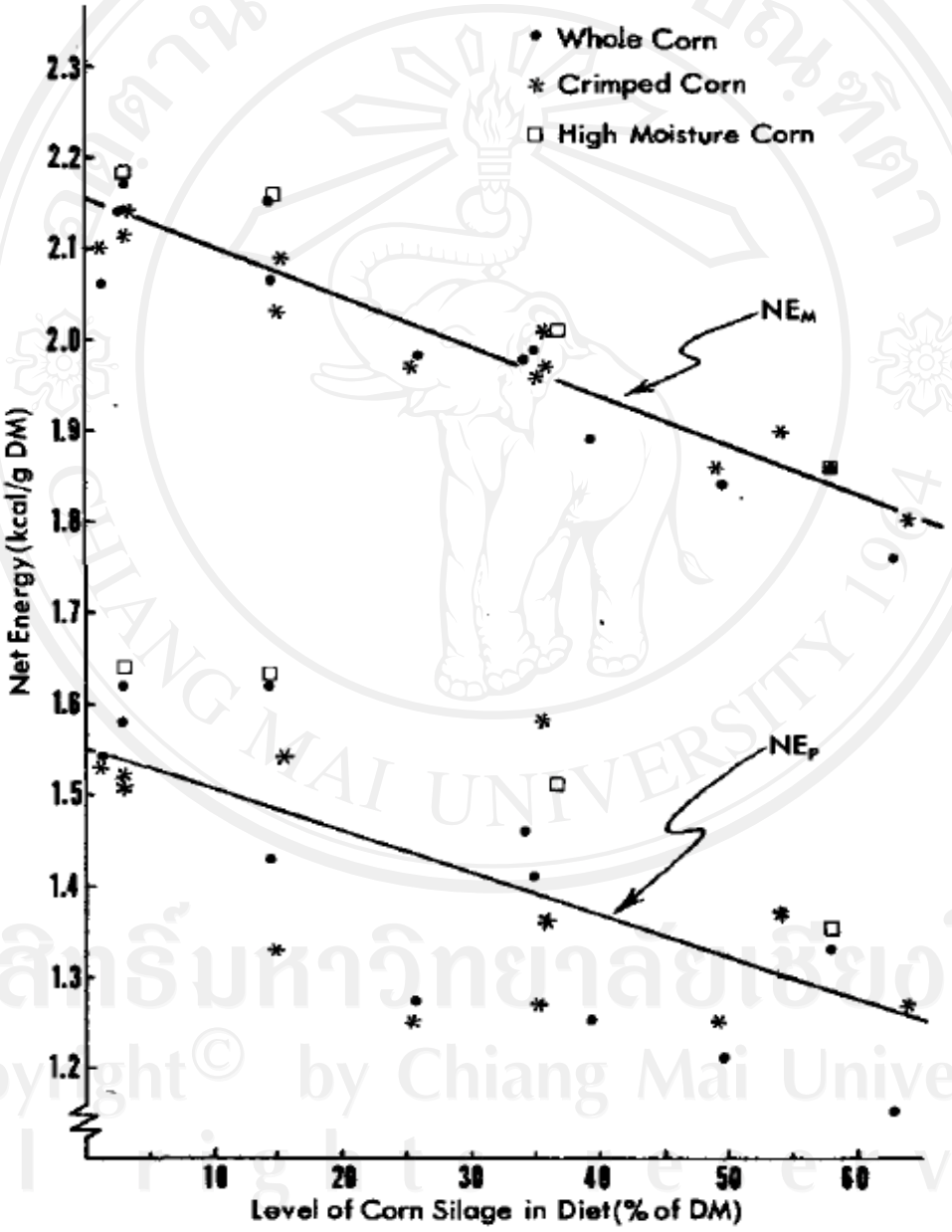


Figure 2.7 NE content of diets containing different level of corn silage

รูปที่ 2.7 ผลของสัดส่วนข้าวโพดหมักต่อพลังงานสุทธิในสูตรอาหาร

Source: Preston (1975)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Fluhaty และ Loerch (1996) ได้ศึกษาถึงแหล่งพลังงานและระดับพลังงานในการผลิตโคเนื้อ โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาในลูกโคหย่านมตอน จำนวน 68 ตัว น้ำหนัก 215 ± 9.4 กก. โดยปัจจัยแรกคือ การให้หรือไม่ให้อาหารเลียรางก่อนหย่านม 75 วัน ซึ่งอาหารเลียรางมีส่วนประกอบของข้าวโพดบีบแตก 70% และข้าวโอ๊ต 30% และปัจจัยที่สองคือเลี้ยงต่อด้วยอาหารหยาบ 3 กลุ่มคือข้าวโพดหมัก ข้าวโพดหมักให้ร่วมกับอัลฟัลฟาอัดเม็ด และอัลฟัลฟาอัดเม็ดเพียงอย่างเดียว ทั้งสามกลุ่มได้รับการเสริมอาหารข้นที่ประกอบด้วยข้าวโพดแห้ง กากถั่วเหลือง ยูเรีย แร่ธาตุ และวิตามินอย่างครบถ้วน โดยจัดสัดส่วนอาหารให้มี CP (14.59, 13.12 และ 13.51 %) NEm (1.67, 1.68 และ 1.68 Mcal/kg.) และ NEg (1.08, 1.07 และ 1.08 Mcal/kg.) ใกล้เคียงกันตามลำดับ หลังจากเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ให้และไม่ให้อาหารเลียรางมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน (1.37 vs 1.36 กก./วัน) แต่กลุ่มแรกกินวัตถุแห้งได้มากกว่า (5.96 vs 5.46 กก./ตัว/วัน) จึงมีการใช้อาหารได้มีประสิทธิภาพต่ำกว่า (gain/feed 0.233 vs 0.250) ในส่วนของการใช้อาหารหยาบ พบว่าการเลี้ยงด้วยข้าวโพดหมักเพียงอย่างเดียวมีค่า ADG และ gain/feed ที่สูงกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอัลฟัลฟาเพียงอย่างเดียวและอัลฟัลฟาร่วมกับข้าวโพดหมักโดยมีค่าดังกล่าว 1.48 vs 1.31 vs 1.33 กก./ตัว/วัน และ 0.272 vs 0.219 vs 0.235 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแหล่งอาหารหยาบที่แตกต่างกันมีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของโค

ในการทดลองที่ 2 ศึกษาระดับพลังงานในสูตรอาหารโคเนื้อ โดยใช้โคลูกผสมตอน น้ำหนัก 212.0±4.6 กก. แบ่งเป็น 4 กลุ่ม อาหารแต่ละกลุ่มมีระดับพลังงานแปรผันตามสัดส่วนของข้าวโพดหมักกับอาหารข้นที่ประกอบด้วยข้าวโพดบด กากถั่วเหลือง เลือดป่น (Spray-dried) ยูเรีย แร่ธาตุ และวิตามิน โดยให้ข้าวโพดหมักคิดเป็นวัตถุแห้ง 60, 50, 40, 30% ของสูตรอาหาร จัดสัดส่วนอาหารให้มีโปรตีน (15.05-16.11%) และ NDF (31.98-23.02 %) ใกล้เคียงกัน โดยอาหารทั้งสี่กลุ่มมีค่าพลังงานเพิ่มขึ้นตามลำดับคือ NEm 1.76, 1.82, 1.87 และ 1.93 และ NEg 1.15, 1.21, 1.25 และ 1.30 Mcal/kg. เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าทั้ง 4 กลุ่มมีสมรรถภาพการผลิตไม่แตกต่างกัน โดยมีค่า ADG 1.54, 1.69, 1.55 และ 1.65 กก./ตัว/วัน และ gain/feed เท่ากับ 0.318, 0.317, 0.294 และ 0.303 ตามลำดับ

ในการทดลองที่ 3 รายงานผลของระดับพลังงานและระดับโปรตีนต่อการเจริญเติบโต ใช้โคเนื้อลูกผสมซิมเมนทอลตอน น้ำหนัก 226.0±3.0 กก. เลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ให้ได้รับอาหารที่มีพลังงาน 2 ระดับคือ NEm 1.76 vs 1.93 และ NEg 1.15 vs 1.31 Mcal/kg โดยให้ข้าวโพดหมักคิดเป็นวัตถุแห้ง 60 หรือ 30%ของสูตรอาหาร พบว่า ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ (5.7 vs 6.2 กก./ตัว/วัน) ADG (1.05 vs 1.11 กก./ตัว/วัน) และ gain/feed (0.176 vs 0.176) ของทั้ง 2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มไม่แตกต่างกัน ในด้านระดับโปรตีนแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 12.5, 16 % หรือ ให้โปรตีนเปลี่ยนแปลงทุกสัปดาห์ (CP 23.0, 17.0, 14.0 และ 12.5% ตามลำดับ) ปรากฏว่า ไม่พบความแตกต่างของวัตถุแห้งที่กินได้ (5.7, 6.2 และ 5.9 กก./วัน) และ ADG (0.9, 1.22 และ 1.08 กก./วัน ตามลำดับ) แต่ gain/feed ของทุกกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่า 0.157, 0.194 และ0.177 ตามลำดับ อย่างไรก็ดีไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับพลังงานและระดับโปรตีน

อิทธิพลและสำราญ (2549) ได้ศึกษาถึงผลของปริมาณโปรตีนและพลังงานที่กินต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย โดยใช้โคจำนวน 15 ตัว น้ำหนัก 146.4 ± 2.0 กก. อายุ 561 ± 20 วัน แบ่งเป็น 3 กลุ่มตามปริมาณอาหารให้ คือให้อาหารข้น 0.032, 0.040 และ 0.050 และหญ้ารูซี่แห้ง 0.034, 0.039, และ 0.041 kg/kgBW$^{0.75}$ ตามลำดับ อาหารข้นประกอบด้วยมันเส้น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ยูเรีย เกลือ แร่ธาตุ ไดแคลเซียม และ กากน้ำตาล จัดสัดส่วนให้มีโปรตีน 21.39% และ TDN 72.22% พบว่าทั้งสามกลุ่มได้รับโปรตีน 0.52, 0.63 และ 0.70 กก./ตัว/วัน และ TDN 2.29, 2.82 และ 3.01 กก./ตัว/วันตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยโคกินวัตถุแห้งได้ 1.53, 1.76 และ 1.88 % ของน้ำหนักตัว มี ADG ในระยะการทดลอง 547 วัน เท่ากับ 0.418, 0.470 และ 0.435 กก./ตัว/วัน ค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมในกลุ่มที่ 1 มีค่าต่ำสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 2 และ 3 (41.60 vs 46.34 vs 56.87 บาท ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำหนักซากอุ่นและซากเย็น เครื่องในและเนื้อส่วนต่างๆจากการตัดแต่งแบบไทยของโคพื้นเมืองทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อนำมาตัดแต่งซากแบบชิ้นส่วนใหญ่ รวม 8 ชิ้น พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นในส่วนของซี่โครงและเนื้อสันส่วนล่างของกลุ่มที่ 3 จะมีน้ำหนักมากกว่าของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ต. เกลือและระดับของเกลือในอาหาร

เกลือมีโซเดียม (Na) และ คลอไรด์ (Cl) เป็นองค์ประกอบ โดยโซเดียมมีบทบาทในร่างกาย เช่น เป็นประจุบวกทำหน้าที่รักษา pH ในเลือด มีผลต่อการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ระบบประสาท การเต้นของหัวใจ และการดูดซึมกรดอะมิโนและน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ลำไส้เล็ก ส่วนคลอไรด์มีหน้าที่รักษา pH ในเลือดควบคู่กับโซเดียม และยังเป็นองค์ประกอบของกรดไฮโดรคลอริกซึ่งช่วยในการย่อยอาหาร Morris (1980) ได้รวบรวมข้อมูลและสรุปความต้องการเกลือไว้ว่า โคระยะเจริญเติบเติบโต และระยะให้นมต้องการเกลือ 0.20 และ 0.25 % ของวัตถุแห้งทั้งหมดที่กิน โดย Gill (1914) รายงานว่าในแต่ละวันโคที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ควรได้รับเกลือไม่เกิน 28.35 กรัม และระดับที่ทำให้สัตว์ตายได้คือ 8.96-11.20 กก./ตัว/วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการได้รับน้ำสะอาดอย่างเพียงพอ Thomas *et al.* (2008) ศึกษาปริมาณเกลือในอาหารเลี้ยงโค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และแกะได้สรุปผลการทดลองไว้บางประการคือ (1) การกินได้ของโคและแกะจะลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์เกลือสูงขึ้น (2) แกะจะเลือกกินอาหารเกลือสูงมากกว่าปริมาณเกลือต่ำถ้าอาหารนั้นมีคุณภาพและปริมาณของโปรตีนและพลังงานสูงกว่า (3) โคและแกะจะกินน้ำสะอาด 4 ลิตรต่อเกลือ 100 ก. (4) แกะที่ตั้งท้องสามารถกินเกลือสูงได้โดยไม่มีผลต่อน้ำหนักลูกแรกคลอด และ (5) การที่โคได้รับเกลือสูงจะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนลดลง

ถ. ผลของเกลือต่อสมรรถภาพการผลิตของโค

Weeth และ Haverland (1961) ได้ศึกษาผลของการเพิ่มปริมาณเกลือซึ่งละลายในน้ำกินของโคสาวพันธุ์เฮียร์ฟอร์ด ทดลองในฤดูหนาวและฤดูร้อน โดยในฤดูหนาวได้เสริมเกลือระดับ 1.25, 1.50 และ 1.75 % ตามลำดับ พบว่า โคกินน้ำได้ 14.93, 11.31 และ 8.59 ลิตร/ตัว/วัน อัตราการเจริญเติบโต +0.25, 0.0 และ -0.78 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ ลดลงตามปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้น โดยโคที่กินเกลือ 1.75% มีค่าดังกล่าวต่ำกว่ากลุ่มอื่น นอกจากนี้อัตราการกินหญ้าแห้งของสองกลุ่มหลังยังต่ำกว่ากลุ่มแรกอย่างมีนัยสำคัญด้วย โดยกินวัตถุแห้งได้ 3.21, 2.53 และ 1.67 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ ส่วนในฤดูร้อนได้ทดลองเสริมเกลือที่ระดับ 0, 1.0 และ 1.2% พบว่าโคกลุ่มที่เสริมเกลือทั้งสองระดับกินน้ำมากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริม ซึ่งกินได้ 26.24, 38.46 และ 44.34 ลิตร/ตัว/วัน ตามลำดับ และกินหญ้าแห้งลดลงตามระดับเกลือที่เพิ่มขึ้น โดยกลุ่มสุดท้ายกินได้น้อยสุด (5.29, 4.70 และ 3.80 กก./ตัว/วัน ตามลำดับ) แต่ไม่พบความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโต (543, 361 และ 90 ก./ตัว/วัน ตามลำดับ)

Sillence *et al.* (2006) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของเกลือในโคพันธุ์แองกัส และแกะพันธุ์เมอริโน โดยสัตว์แต่ละชนิดแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ เสริมเกลือในอาหารข้น 1.5 และ 2.0 % ของวัตถุแห้ง พบว่าในกลุ่มที่ให้เกลือระดับสูง มีการกินได้ของอินทรีย์วัตถุและอัตราการเจริญเติบโตลดลงอย่างมีนัยสำคัญคือ ในโคมีการกินได้ของอินทรีย์วัตถุ 8.19 ± 0.96 vs 3.69 ± 0.35 และในแกะมีค่า 1.27 ± 0.61 vs 0.55 ± 0.07 กก./วัน ส่วนอัตราการเจริญเติบโตในโคมีค่า 1,032 ± 181 vs 278 ± 143 และในแกะมีค่า 37 ± 21 vs -175 ± 31.9 ก./วัน อย่างไรก็ตามพบว่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มในสัตว์ทั้งสองชนิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ท. ไขมันและปริมาณไขมันในอาหาร

ไขมันในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องมักจะเป็นไขมันจากพืช ซึ่งประกอบด้วย triglycerides ส่วนใหญ่ได้จากเมล็ดพืช และ galactolipids จากส่วนของใบ นอกจากนี้ยังประกอบด้วย waxes, phospholipid และ sterol อีกเล็กน้อย ในไขมันเหล่านี้จะมีกรดไขมันประกอบอยู่แตกต่างกัน

ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนของพืช (เทอดชัย, 2548) อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ในรูเมนไม่สามารถใช้ประโยชน์จากไขมันได้โดยตรงแต่สามารถย่อยเป็นกรดไขมันสายสั้นๆด้วยกระบวนการ hydrolysis และ ß-oxidation และยังทำการเปลี่ยนกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวให้เป็นกรดไขมันอิ่มตัวด้วยกระบวนการ hydrogenation ส่วนไขมันที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนอาจจะถูกย่อยได้ในลำไส้เล็กโดยเอนไซม์ pancreatic lipase และ intestinal lipase เพื่อให้สามารถดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ในโคโดยตรง

Devendra และ Lewis (1974) กล่าวว่าการที่โคกินอาหารที่มีไขมันสูง จะลดการย่อยได้ของเซลลูโลสทำให้กินอาหารหยาบได้ลดลง ซึ่งเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

1. ไขมันจะไปหุ้มผิวของเยื่อใย ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเข้าไปย่อยเซลลูเลสได้

2. ไขมันอาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์บางชนิด ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ชนิดนั้นลดลง เกิดการเปลี่ยนแปลงความสมดุลในกระเพาะรูเมน

3. กรดไขมันอาจไปหุ้มผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ จึงอาจทำให้ประสิทธิภาพการเข้าย่อยของจุลินทรีย์ลดลง

4. กรดไขมันที่มีสายยาว จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุประเภท cation ทำให้เกิด insoluble complex จึงทำให้ cation เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ลดลง ประสิทธิภาพการย่อยของจุลินทรีย์จึงลดลงด้วย นอกจากนี้การที่ cation ลดลงทำให้ pH ในรูเมนลดลงจึงทำให้การย่อยเซลลูโลสเกิดขึ้นได้น้อยเพราะจุลินทรีย์จำพวกนี้ไม่สามารถเจริญอยู่ได้ในสภาพที่เป็นกรด

อาหารของโคควรมีไขมันเป็นส่วนประกอบ 4-5 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง หากระดับไขมันในอาหารสูงเกินไป จะมีผลกระทบต่อกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ในรูเมน ซึ่งระดับไขมันทั้งหมดในอาหาร (total dietary fat) ควรมีไม่เกิน 6-7% ของวัตถุแห้ง (Jenkins, 1993 และ Bauman *et al*., 2003) เชาวฤทธิ์และเมธา (2550) ได้ศึกษาผลของระดับน้ำมันพืชต่อประสิทธิภาพของรูเมน โดยทดลองในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ เลี้ยงด้วยฟางข้าวร่วมกับอาหารข้นไขมัน 3% และ 6% หรือเลี้ยงด้วยฟางหมักยูเรียร่วมกับอาหารข้นไขมัน 3% และ 6% ตามลำดับ พบว่าชนิดของอาหารหยาบและปริมาณอาหารข้นไม่มีผลต่อการกินแต่มีผลต่อระดับยูเรียในเลือดและในน้ำนมโดยกลุ่ม 3 และ 4 มีค่า BUN มากกว่ากลุ่ม 1 และ 2 และยังพบแนวโน้มว่ากลุ่ม 2 และ 4 มีจำนวนจุลินทรีย์ น้อยกว่ากลุ่มที่ 1 และ 3 โดยมีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด 2.8 และ 3.3 vs 4.2 และ 5.4 มี cellulolytic bacteria 4.3 และ 4.6 vs 5.2 และ 5.2 x10^{7}CFU/ml และโปรโตซัว 3.6 และ 3.5 vs 7.2 และ 6.9 x10^{5}cell/ml ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นปัจจัยด้านปริมาณน้ำมันพบว่า กลุ่มที่ให้อาหารข้นน้ำมัน 6% มีการกินได้ และเปอร์เซ็นต์ของโพรพิโอเนตในรูเมน น้อยกว่าที่ระดับ 3% อย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารหยาบกับเปอร์เซ็นต์น้ำมันในอาหารข้น แสดงว่าการให้อาหารที่มีไขมันสูงมีผลให้โปรโตซัวและแบคทีเรียโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่ย่อยเซลลูโลสลดลง ทำให้การกินได้และการย่อยได้ของโภชนะโดยเฉพาะอย่างยิ่งเยื่อใยและการผลิตกรดโพรพิออนิกลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved