

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์เกิดขึ้นทุกปีโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ในช่วงฤดูแล้งนั้นแปลงหญ้าขาดน้ำฝนจะทำให้ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องหาอาหารเสริมมาให้กับสัตว์ โดยอาหารเสริมที่ใช้จะต้องซื้อเข้ามาในราคาสูง ทำให้เกษตรกรประสบกับปัญหาด้านต้นทุนที่สูงขึ้นได้ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงหาวิธีที่จะลดต้นทุนโดยการใช่วัสดุเศษเหลือทางการเกษตร พวกเศษวัสดุเหลือใช้ และผลพลอยได้ จากอุตสาหกรรมการเกษตรบางชนิด เช่น ฟางข้าว ยอดอ้อย เศษสับปะรด เปลือกและต้นข้าวโพด เป็นต้น แต่บางชนิดต้องปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปใช้ต้องใช้ร่วมกับอาหารข้น หรือร่วมกับพืชอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีน

ผลพลอยได้จากการเกษตรมีอยู่แล้วปริมาณมาก บางชนิดมีคุณค่าทางอาหารสูง สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้โดยเกษตรกรอาจไม่ต้องซื้อ วัสดุเศษเหลือจากพืชไร่ชนิดหนึ่งที่มีปริมาณมากก็คือ ใบมันสำปะหลัง สามารถใช้เป็นวัตถุดิบที่ดีในสูตรอาหารได้ ใบมันสำปะหลังจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เสริมเป็นอาหารสัตว์

มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* (L.) Crantz วงศ์ Euphorbiaceae ชื่อสามัญ Cassava , Tapioca, manioc, mandioca หรือ yuca ส่วนชื่อท้องถิ่นของไทย เช่น ตำวน้อยหรือตำบ้าน (ภาคเหนือ) , มันดินหรือมันไม้ (ภาคใต้) มันหิว (พังงา) มันสำโรงหรือสำปะหลัง (ภาคกลาง) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลัง เป็นไม้พุ่มยืนต้น มีอายุอยู่ได้หลายปี ลักษณะลำต้นสูงแตกต่างกันตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม อาจสูงถึง 1-5 เมตร ลักษณะของใบมันสำปะหลังเป็นแบบใบเดี่ยว (single leaf) สีของใบแตกต่างกันตามพันธุ์ เช่นเดียวกับ สีของลำต้นระบบรากของมันสำปะหลังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ รากจริง (wiry root) และรากสะสม

(storages roots) รากสะสมนี้จะเจริญกลายเป็นหัวมันสำปะหลัง โดยทั่วไปในต้นมันสำปะหลังต้นหนึ่งจะมีรากสะสมอาหารหรือหัวอยู่ประมาณ 5-20 หัวต่อต้น (จำลอง เจียมจรรย์รจจา, 2541)

มันสำปะหลังมีแหล่งกำเนิดแถบที่ลุ่มเขตร้อน (lowland tropics) มีหลักฐานแสดงว่าปลูกกันในโคลัมเบียและเวเนซุเอลา มานานกว่า 3,000-7,000 ปีมาแล้ว สันนิษฐานว่าแหล่งกำเนิดมันสำปะหลังมี 4 แห่งด้วยกันคือ

1. แถบประเทศกัวเตมาลา และเม็กซิโก
2. ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้
3. ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศโบลิเวียและทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอาร์เจนตินา
4. ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิล

มันสำปะหลังมีการแพร่กระจายในสมัยที่มีการล่าอาณานิคมในคริสต์ศตวรรษที่ 15 โดยพวกนักค้าทาสได้นำมันสำปะหลังจากบราซิลไปปลูกในทวีปแอฟริกา ต่อมา พ.ศ. 2282 ได้มีชาวโปรตุเกสนำมันสำปะหลังไปปลูกที่เกาะรียูเนียน (Reunion) และแพร่กระจายไปยังมาดากัสกา มีการนำมันสำปะหลังมาปลูกครั้งแรกในทวีปเอเชียที่ประเทศฟิลิปปินส์ในคริสต์ศตวรรษที่ 17 โดยชาวสเปนได้นำมาจากเม็กซิโก ในเวลาต่อมาก็มีการปลูกที่อินโดนีเซีย นอกจากนี้มีหลักฐานว่า เมื่อ พ.ศ. 2337 ได้มีการนำมันสำปะหลังจากแอฟริกาไปปลูกที่อินเดียเพื่อใช้ในการทดลอง สำหรับประเทศไทยยังไม่มีหลักฐานที่แน่นอนว่ามีการนำมันสำปะหลังเข้ามาปลูกเมื่อใด คาดว่าคงจะเข้ามาในระยะเดียวกันกับการนำเข้ามาของศรีลังกาและฟิลิปปินส์ คือ ประมาณ พ.ศ. 2329-2383 มันสำปะหลัง เดิมเรียกกันว่า มันสำโรง หรือมันไม้ ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า มันต้นเตี้ย ทางภาคใต้เรียกมันเทศ (แต่เรียกมันเทศว่ามันหลา) คำว่า สำปะหลังที่คนส่วนใหญ่นิยมเรียก อาจมาจากคำว่า "ซัมเปอ (sampau)" ของชาวตะวันตก ประเทศไทยมีการปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าเพื่อใช้ทำแป้งและสาคุในภาคใต้ โดยปลูกระหว่างแถวของต้นยางพารากันมากกว่า 70 ปีแล้ว โดยเฉพาะที่จังหวัดสงขลามีอุตสาหกรรมทำแป้งและสาคุจำหน่ายไปยังป็นังและสิงคโปร์ แต่การปลูกมันสำปะหลังทางภาคใต้ลดลงเมื่อมีการขยายการปลูกยางพารา ต่อมาได้มีการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออก คือจังหวัดชลบุรี ระยองและจังหวัดใกล้เคียง และเมื่อความต้องการของตลาดในด้านผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์และอุตสาหกรรมมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้พื้นที่ในภาคตะวันออกผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงมีการขยายพื้นที่ปลูกไปยังจังหวัด

อื่น ๆ โดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนในปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดของประเทศไทย รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก

มันสำปะหลังนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของเกษตรกรชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เพราะมันสำปะหลังเป็นพืชที่ทนต่อสภาพความแห้งแล้งและเจริญเติบโตได้ดีพอสมควรในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำรวมทั้งไม่ต้องมีการดูแลรักษามากนัก จากการสำรวจพบว่า ในปี พ.ศ. 2548 มีพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังอยู่ 6.524 ล้านไร่ ได้ผลผลิตทั้งหมด 16.938 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547)

ขณะที่ส่วนของผลผลิตที่เกษตรกรเก็บขายคือ หัวมันสำปะหลัง ซึ่งจะเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่อายุ 8-12 เดือน ลำต้นของมันสำปะหลังจะใช้ในการขยายพันธุ์ แต่ยังมีเศษเหลือที่เกษตรกรไม่ต้องการก็คือ ส่วนใบและยอด ซึ่งปริมาณใบมันสำปะหลังที่เป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังมีปริมาณมาก Montilla (1976) แนะนำว่า ในฤดูแล้งหากต้องการตัดยอดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ควรตัดยอดอยู่ในช่วงห่าง 3-4 เดือน โดยใช้ประชากรต้นมันสำปะหลัง 5,000 ต้นต่อไร่ จะทำให้ได้ผลผลิตยอดและใบแห้ง 2.25 ตันต่อไร่ต่อปี ถ้าหากเป็นฤดูฝนอาจจะได้ผลผลิตยอดและใบแห้งสูงถึง 3.14 ตันต่อไร่ต่อปี น้ำหนักแห้งของกิ่งและใบจะเพิ่มขึ้นตามอายุพืช แต่ปริมาณโปรตีนในยอดจะลดลงถ้าช่วงการตัดยอดยิ่งห่างออกไป ในประเทศไทยสามารถเก็บใบมันสำปะหลังเมื่อเก็บเกี่ยวหัวมันที่อายุ 8 เดือน จะได้ปริมาณใบมันสำปะหลังทั้งหมดถึง 925 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นปริมาณใบมันสำปะหลังแห้งมากถึง 308 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยปี 2548 ซึ่งมีพื้นที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้อยู่ที่ 6.162 ล้านไร่ ก็จะได้ปริมาณใบมันสำปะหลังแห้งทั้งหมดเท่ากับ 1,897,896 ตัน (ตารางที่ 2.1) ซึ่งเป็นปริมาณที่มากพอสำหรับนำมาเสริมอาหารในการเลี้ยงสัตว์

ตารางที่ 2.1
ผลผลิตมันสำปะหลังในปี 2545-2548

ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (ล้านไร่)	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ล้านไร่)	ผลผลิต (ล้านตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)
2545	6.224	6.176	16.868	2,731
2546	6.435	6.386	19.718	3,087
2547	6.757	6.608	21.440	3,244
2548	6.524	6.162	16.938	2,749

ที่มา : สำนักงานสถิติการเกษตรของประเทศไทย (2547)

ใบมันสำปะหลังแห้ง

ส่วนประกอบทางโภชนาของใบมันสำปะหลังแห้ง

Romos-Ledon (1969) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบมันสำปะหลังพันธุ์ต่าง ๆ ที่ใช้ปลูกและแนะนำให้เกษตรกรใช้ปลูก พบว่า ปริมาณโปรตีนในใบมันสำปะหลังสดจำนวน 19 พันธุ์ อยู่ระหว่าง 6.29-8.30 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด ทำการตัดเมื่อพืชมีอายุได้ 4 เดือนหลังจากปลูก และปริมาณโปรตีนจะลดลงเมื่อพืชอยู่ในระยะสร้างตัว ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการศึกษาปริมาณโปรตีนในใบมันสำปะหลังจะอยู่ที่ 2.92-7.76 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด ซึ่งลักษณะภายนอกของต้นมันสำปะหลังนั้นไม่มีผลกับปริมาณโปรตีนในใบมันสำปะหลัง ในหัวมันสำปะหลังมีปริมาณแป้งสูงแต่มีปริมาณโปรตีนต่ำไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาของ Roger (1959) พบว่าในใบมันสำปะหลังแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 20.6-30.4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งปริมาณโปรตีนจะแตกต่างกันตามพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ จากการศึกษาของ รำไพโร นามสีลี และคณะ (2547) ได้ผลดังตารางที่ 2.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าใบมันสำปะหลังแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 21.5

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าเปลือกฝักถั่วเขียว เปลือกเมล็ดข้าวฟ่าง และซังข้าวโพดบด อย่างเห็นได้ชัด แต่ในใบมันสำปะหลังแห่งนั้นจะมีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ค่อนข้างต่ำ ฉะนั้นในการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งเสริมควรจะต้องมีการปรับสูตรอาหารให้มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เพียงพอด้วย

ในใบมันสำปะหลังแห่งนั้นมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบในปริมาณที่มากพอต่อการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ การศึกษาของ Cresswell (1978) โดยได้นำใบมันสำปะหลังแห้งไปเป็นส่วนประกอบในอาหารสัตว์ในการเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีกและได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในใบมันสำปะหลังแห้ง พบว่า มีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงระหว่าง 14-35 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง โดยที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าช่วงปริมาณโปรตีนมีช่วงที่กว้าง ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของพันธุ์ อายุของพืช อายุของใบและความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ซึ่งปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้นั้นเหมาะสมต่อการนำไปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์หรือนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้

ตารางที่ 2.2

ส่วนประกอบทางเคมีและค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (ME) ของวัตถุดิบบางชนิด

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ส่วนประกอบทางเคมี (% วัตถุแห้ง)					ME (Mcal/Kg.DM)
	ความชื้น	โปรตีนหยาบ	ไขมัน	เถ้า	NDF	
ใบมันสำปะหลังแห้ง	7.99	21.5	6.4	9.0	35.0	1.86
เปลือกฝักถั่วเขียว	7.50	5.1	0.5	8.5	53.1	2.20
เปลือกเมล็ดข้าวฟ่าง	8.92	5.1	1.4	11.2	54.5	1.60
ซังข้าวโพดบด	7.45	2.5	0.3	2.0	87.6	1.41

ที่มา : จำไพโร นามสีลี และคณะ (2547)

จากรายงานการวิจัยของเจริญคักด์ โรจนฤทธิพิเชษฐ และคณะ (2531) ซึ่งศึกษาปริมาณโปรตีนในใบมันสำปะหลัง จากมันสำปะหลังทั้งหมด 13 พันธุ์ พบว่า มีปริมาณโปรตีนหยาบในใบเฉลี่ยอยู่ที่ 23.7 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง (อยู่ระหว่าง 21.6–25.3 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง) ซึ่งถือได้ว่าเป็นใบพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูงซึ่งสามารถนำไปใช้ทดแทนแหล่งโปรตีนอื่น ๆ ที่มีราคาแพงได้ เช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น เป็นต้น เมธา วรรณพัฒน์ (2540) ได้ศึกษาพบว่า ต้นและใบมันสำปะหลังแห้งที่ตัดอายุ 3 เดือน หลังปลูกและตัดอีกทุก ๆ 2 เดือนจัดเป็นพืชอาหารสัตว์ที่ให้โปรตีนตั้งแต่ 20-25 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ของวัตถุแห้งประมาณ 71 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิตการตากแห้งและการเก็บรักษา นอกจากนี้จากการศึกษาของ Mantaldo and Montilla (1977) พบว่า ใบมันสำปะหลังสดพบว่ามีโปรตีน 7.1 เปอร์เซ็นต์ และในใบมันสำปะหลังแห้งพบถึง 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตรวจสอบในส่วนของใบ ก้าน และลำต้นรวมกัน พบโปรตีน 17.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ในรูปของโปรตีนหยาบ ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับถั่วอัลฟัลฟา (alfalfa) ที่มีโปรตีนหยาบ 17.4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง แต่สำหรับใบมันสำปะหลังจะให้ผลผลิตที่มากกว่าในพื้นที่การปลูกที่เท่ากัน นอกจากนี้ยังพบว่า ในใบมันสำปะหลังมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าพืชอาหารสัตว์เขตร้อนชนิดอื่น ๆ อีกด้วย จิรวรรณ คำด้วง และคณะ (2549) ได้ใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและใบมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งโปรตีนและพลังงานเสริมหญ้า รุชีแห้งเพื่อผลิตอาหารหยาบผสมเลี้ยงโครีดนม ใบมันสำปะหลังแห้งที่ใช้ในการทดลองมีโปรตีน 18.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าที่นักวิจัยหลายท่านรายงานไว้ เนื่องจากมีส่วนของก้านใบและลำต้นอ่อนปนอยู่ เพราะใช้วิธีเก็บโดยหักจากยอดประมาณ 30-50 เซนติเมตร ทำให้มีโปรตีนลดลง (ตารางที่ 2.3) โคทดลองจะได้รับอาหารหยาบผสม 3 สูตร ที่มีหญ้ารุชีแห้งสับเป็นอาหารหยาบหลัก และเสริมแหล่งโปรตีนและพลังงาน คือ ข้าวโพดบดและกากน้ำตาล ทั้ง 3 สูตร ในสูตรที่ 1 จะเสริมรำละเอียดและกากถั่วเหลือง ส่วนในสูตรที่ 2 และ 3 มีการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งและใบมันสำปะหลังหมักตามลำดับทดแทนรำละเอียดและกากถั่วเหลือง

ตารางที่ 2.3

ส่วนประกอบทางเคมีของไบมันสำปะหลังและวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด

วัตถุดิบอาหารสัตว์	ส่วนประกอบทางเคมี (% วัตถุแห้ง)						
	ความชื้น	โปรตีนหยาบ	ไขมัน	เถ้า	NDF	ADF	ลิกนิน
ข้าวโพดบด	11.85	7.48	3.26	1.14	15.52	3.58	0.72
กากถั่วเหลือง	13.53	47.62	2.33	6.30	12.63	7.43	0.32
รำ	10.82	13.85	17.02	7.99	18.92	7.81	3.13
ไบมันสำปะหลังหมัก	70.13	13.91	11.02	9.67	37.28	22.97	6.46
ไบมันสำปะหลังแห้ง	8.31	18.45	5.22	8.24	40.77	25.64	6.82

ที่มา : จีวรวรรณ คำด้วง และคณะ (2549)

ผลผลิตน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารหยาบผสมทั้ง 3 สูตรดังแสดงในตารางที่ 2.4 มีค่าไม่แตกต่างกัน ในด้านของเปอร์เซ็นต์ไขมันพบว่ากลุ่มซึ่งได้รับอาหารหยาบผสมที่มีรำละเอียดและกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีนมีค่าเท่ากับ 5.21 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมากกว่ากลุ่มที่ใช้ไบมันสำปะหลังแห้ง (4.25 เปอร์เซ็นต์) และไบมันสำปะหลังหมัก (4.54 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญ การที่ไบมันสำปะหลังแห้งและหมักมีส่วนทำให้ไขมันนมลดลงนั้น มีผลมาจากสารที่อยู่ในไบมันสำปะหลัง ได้แก่ แทนนิน ที่มีส่วนทำให้การย่อยได้ลดลง โดยเฉพาะการย่อยได้เยื่อใย จึงมีผลต่อไขมันนม ในขณะที่สูตร 1 นั้นไม่มีแทนนินอยู่ อย่างไรก็ตามค่าไขมันนมของโคนมที่ได้รับอาหารหยาบผสมทั้ง 3 สูตร เป็นระดับปกติของโคนมลูกผสมขาวดำที่ให้นมในระยะนี้ ในส่วนประกอบน้ำนมอื่น ๆ เช่นโปรตีน (3.39-3.4 เปอร์เซ็นต์) และแลคโตส (4.57-4.74 เปอร์เซ็นต์) ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ทำให้มีของแข็งโดยรวมในน้ำนมไม่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากโคที่ได้รับอาหารสูตร 1 มีไขมันนมมากกว่ากลุ่มอื่น จึงทำให้ของแข็งไร้ไขมันของกลุ่มนี้ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ไบมันสำปะหลังแห้ง และไบมันสำปะหลังหมักเป็นแหล่งโปรตีนเสริมอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าการเสริมไบมันสำปะหลังแห้งและไบมันสำปะหลังหมักในอาหารหยาบผสมสามารถใช้ได้ดีเท่ากับการเสริมโปรตีนจากรำละเอียดและกากถั่วเหลือง

ตารางที่ 2.4

ผลผลิตและส่วนประกอบน้ำมันของโคนมที่ได้รับหญ้าที่และเสริมโปรตีนจากแหล่งต่าง ๆ

	อาหารหยาบผสม ^{1/}			SEM
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	
อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว (กิโลกรัม/วัน)	-0.45	-0.08	0.20	0.33
ปริมาณน้ำมัน (กิโลกรัม/วัน)	14.65	15.23	14.82	0.39
ส่วนประกอบน้ำมัน (%)				
ไขมัน	5.21 ^b	4.25 ^a	4.54 ^a	0.15
โปรตีน	3.39	3.40	3.40	0.04
แลคโตส	4.57	4.68	4.74	0.02
ของแข็งทั้งหมด	13.46	13.01	13.39	0.18
ของแข็งไร้ไขมัน	8.66 ^a	8.78 ^b	8.84 ^b	0.03

^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

^{1/} สูตรที่ 1 จะเสริมรำละเอียด+กากถั่วเหลือง สูตรที่ 2 เสริมไขมันสำปะหลังแห้ง และสูตรที่ 3 เสริมไขมันสำปะหลังหมัก

ที่มา : จีวรวรรณ คำด้วง และคณะ (2549)

คุณภาพของโปรตีนในไขมันสำปะหลัง

ในไขมันสำปะหลังแม้ว่าจะมีปริมาณโปรตีนเพียงพอต่อการใช้เป็นอาหารสัตว์ แต่ในไขมันสำปะหลังมีปริมาณของกรดอะมิโนที่จำเป็นบางตัวไม่เพียงพอ ก็คือ เมทไทโอนีนซึ่งจากการศึกษามีรายงานดังนี้

Yeoh and Chew (1976) ได้ศึกษาพบว่า ปริมาณกรดอะมิโนอิสระที่สะสมในใบของมันสำปะหลังจะมีอยู่ประมาณ 0.22-0.29 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ผลผลิตของโปรตีนที่ได้จากไขมันสำปะหลังจะมีกรดอะมิโน 8.4-9.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็น 4.2 เปอร์เซ็นต์ เช่น ไลซีน เนิลอะลานีน และทริปโตเฟน เป็นต้น แต่ไขมันสำปะหลังจัดเป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณและสัดส่วนของกรดอะมิโนจำเป็นในอาหารบางชนิดที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณและสัดส่วนของกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ เมทไทโอนีน และ ซีตีอีน โดยจะพบเพียง 0.25 เปอร์เซ็นต์ จึงอาจทำให้สัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนได้อย่างเต็มที่

Otoul (1973) ได้ทำการวิเคราะห์กรดอะมิโนในไขมันสำปะหลังพบว่า ปริมาณของไลซีนและเมทไทโอนีนจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อใบเริ่มแก่ ดังนั้นการเตรียมใบเพื่อนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ควรใช้ใบที่ใหญ่ แต่ไม่ใช่ใบแก่ที่เจริญเต็มที่แล้ว

Eggum (1970) ได้ทำการศึกษาปริมาณโปรตีนในไขมันสำปะหลังพบว่า ในไขมันสำปะหลังมีปริมาณโปรตีน อยู่ระหว่าง 31-37 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง มีปริมาณความเข้มข้นของกรดอะมิโนเพียงพอ ยกเว้นเมทไทโอนีนเท่านั้นที่ไม่เพียงพอ โดยจากการนำไขมันสำปะหลังไปทดสอบแล้วพบว่า มีเพียง 60 เปอร์เซ็นต์ของเมทไทโอนีนทั้งหมดเท่านั้นที่นำไปใช้ประโยชน์ได้

การศึกษาของ Adrain and Peyrot (1971) พบว่า ในไขมันสำปะหลังแห้งมีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรตีนที่พบในไขมันสำปะหลังแห้งมีเมทไทโอนีนต่ำ แต่มีไลซีนสูง นอกจากนี้ยังมีทริปโตเฟนและกรดอะมิโนที่จำเป็นอื่น ๆ ในระดับที่เพียงพอ

ดังนั้นเมื่อต้องการจะนำเอาไขมันสำปะหลังมาเป็นวัตถุดิบหลักในอาหารสัตว์จำเป็นจะต้องใช้วัตถุดิบตัวอื่น ๆ ที่มีเมทไทโอนีนสูงเป็นวัตถุดิบเสริมในการใช้เลี้ยงสัตว์ด้วยเพื่อป้องกันการขาดเมทไทโอนีนในสัตว์ที่ใช้ไขมันสำปะหลัง

สารพิษที่พบในใบมันสำปะหลังและวิธีการลดปริมาณสารพิษในใบมันสำปะหลัง

สารพิษที่พบมากในใบมันสำปะหลังคือ กรดไฮโดรไซยานิกและแทนนิน ซึ่งจะพบมากในใบอ่อนและก้านใบอ่อน รองลงมาคือ ใบแก่ ต้น หัว และเปลือกนอก กรดไฮโดรไซยานิกเป็นพิษต่อสัตว์ทุกชนิด อาการของสัตว์ที่เกิดจากสารพิษของกรดไฮโดรไซยานิก คือ ทำให้กล้ามเนื้อขาดออกซิเจน หายใจขัด ตัวสั่น ชักกระตุก เมื่อเจาะเลือดดูจะเห็นเป็นสีแดงสด สัตว์ที่ได้รับสารพิษนี้เข้าไปในปริมาณมากอาจแสดงอาการเป็นพิษภายใน 10-15 นาที และตายภายใน 2-3 นาที หลังจากแสดงอาการ (มาลินี ลิ้มโกคา, 2527) ถ้าสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก 4 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จะทำให้เกิดพิษรุนแรงต่อสัตว์และทำให้สัตว์เคี้ยวเอื้องตายได้ (Blood et al., 1983) ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการลดปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกก่อนนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ การลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกทำได้โดยการตากแดด 1-2 วัน โดย เมธา วรรณพัฒน์ และคณะ (2532) รายงานว่า ถ้านำใบมันสำปะหลังสดมาตากแดด ประมาณ 1-2 วัน สามารถลดปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกจาก 2,098 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เหลือเพียง 314 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

สารแทนนินที่มีอยู่ในใบมันสำปะหลังจะมีปริมาณเท่าใดขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตและชนิดที่ปลูกโดยจะมีปริมาณแทนนินอยู่ระหว่าง 30-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Wanapat (1999); Wanapat et al. (2000) และ Wanapat (2001) ได้นำเอาใบมันสำปะหลังไปทำเป็นใบมันสำปะหลังแห้ง (cassava hay) และนำไปเปรียบเทียบกับใบมันสำปะหลังสด ได้ผลดังตารางที่ 2.5 จะเห็นได้ว่า เมื่อนำใบมันสำปะหลังมาทำเป็นใบมันสำปะหลังแห้งแล้วปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกและแทนนินจะลดลงจนถึงระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพสัตว์เลี้ยง โดยที่กรดไฮโดรไซยานิกลดลงจาก 46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเป็น 38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมส่วนแทนนินลดลงจาก 4.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเป็น 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 2.5

ปริมาณขององค์ประกอบทางโภชนาและสารพิษระหว่าง
ไขมันสำปะหลังสดและไขมันสำปะหลังแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี (% ของน้ำหนักแห้ง)	วัตถุดิบ	
	ไขมันสำปะหลังสด	ไขมันสำปะหลังแห้ง
Digestible protein, DP	18.3	22.0
Crude protein, CP	20-30	25.0
Crude fiber, CF	17.3	15.0
Neutral detergent fiber, NDF	29.6	44.3
Acid detergent fiber, ADF	24.1	30.3
Acid detergent lignin, ADL	4.7	5.8
Ether extract, EE	5.9	6.2
Nitrogen free extract	44.2	48.0
Ash	10.0	12.5
Tannin	4.3	3.9
Hydrocyanic acid (mg/kg)	46.0	38.0

ที่มา : Wanapat (1999); Wanapat et al. (2000) และ Wanapat (2001)

จากผลการวิเคราะห์กรดไฮโดรไซยานิกของ จีวรวรรณ คำด้วงและคณะ (2549) ในไขมัน
 สำปะหลังสดที่ใช้ในการทดลองนี้ดังตารางที่ 2.6 พบว่ามีค่าเท่ากับ 178.93 พีพีเอ็ม และเมื่อนำไป
 ตากจนแห้งพบว่ากรดไฮโดรไซยานิกสลายตัวไป 64.53 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 63.46 พีพีเอ็ม จึง
 จัดว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับโค ในด้านคุณภาพนั้นพบว่าไขมันแห้งมีคุณภาพดีมากคือ มีสี
 เขียวและกลิ่นหอม

ตารางที่ 2.6

ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในไขมันสำปะหลังสด ไขมันสำปะหลังแห้ง
 และไขมันสำปะหลังหมัก

	HCN (ppm)	pH	Acetic acid	Lactic acid	Butyric acid
ไขมันสำปะหลังสด	178.93	-	-	-	-
ไขมันสำปะหลังแห้ง	63.46	-	-	-	-
ไขมันสำปะหลังหมัก	109.77	3.92	0.33	2.48	0.00

ที่มา : จีวรวรรณ คำด้วง และคณะ (2549)

วิธีการลดสารพิษในไขมันสำปะหลัง Fasuyi (2005) ได้ศึกษาวิธีการลดสารพิษในไขมัน
 สำปะหลังโดยใช้วิธีต่าง ๆ คือ

1. นำไปตากแดด 2-3 วัน (SND)
2. อบที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสในตู้อบ 24 ชั่วโมง (OVD)
3. อบด้วยไอน้ำ 30 นาที (STM)
4. บดหรือหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ (SHD)
5. แช่น้ำร้อน 24 ชั่วโมง (STP)
6. นำไปอบที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสในตู้อบ 24 ชั่วโมง แล้วนำไปตากแดด 2-3 วัน
(STM+SND)
7. บดหรือหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปตากแดด 2-3 วัน (SHD+SND)

ผลได้แสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7

ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกในใบมันสำปะหลังของมันสำปะหลัง 4 พันธุ์

กรรมวิธี	(MS 6)	(TMS 30555)	(TMS 30572)	(Local)	HCN ที่เหลือ (%)
SND	1.8 (3)	1.7 (4)	1.8 (3)	4.1 (6)	4.1±1.1
OVD	41.5 (74)	24.9 (62)	24.9 (46)	39.3 (65)	61.6±11
STM	27.3 (48)	18.4 (46)	36.7 (68)	45.2 (75)	59.0±14.3
SHD	26.4 (47)	19.6 (49)	23.7 (44)	30.8(51)	47.5±3.0
STP	35.7 (63)	27.8 (69)	36.7 (68)	46.1 (76)	69.1±5.3
STM + SND	37.0 (66)	15.3 (38)	16.6 (31)	26.1(43)	44.3±15.0
SHD + SND	1.6 (3)	1.7 (4)	1.7 (3)	2.9 (5)	3.7±0.1
Fresh leaves	56.5 (100)	40.2 (100)	54.1 (100)	60.6(100)	(100)

SND, Sundrying; OVD, Oven-drying; STM, steaming; SHD, Shredding; STP, steeping;

ค่าในวงเล็บแสดงเปอร์เซ็นต์กรดไฮโดรไซยานิกที่เหลืออยู่

ที่มา : Fasuyi (2005)

จากตารางที่ 2.7 พบว่า การหั่นแล้วนำไปตากแดดเป็นวิธีการลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกที่ดีที่สุด เพราะมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกเหลืออยู่เพียง 3.7 เปอร์เซ็นต์ วิธีการลดปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกที่ตรงลงมาคือ การนำไปตากแดดเพียงอย่างเดียวเหลือกรดไฮโดรไซยานิก 4.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวิธีการอื่น ๆ นั้นพบว่ายังคงมีปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิกในปริมาณมาก

การใช้ไขมันสำปะหลังในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

จากการศึกษาของฉลอง วชิราภากร และ เมธา วรรณพัฒน์. (2533) พบว่าปริมาณสารอาหารในไขมันสำปะหลังแห้งมีปริมาณเพียงพอที่จะใช้ประกอบในสูตรอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ ไขมันสำปะหลังแห้งเป็นใบพืชที่มีโปรตีนสูงที่มีคุณค่าทางอาหารไม่แตกต่างจากใบกระถิน (ตารางที่ 2.8) จากนั้นศึกษาโดยใช้วิธีการเทคนิคสูงในลอนพบว่า ไขมันสำปะหลังแห้งมีการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะหมักค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ไขมันสำปะหลังยังมีปริมาณโปรตีนไหลผ่านไปยังระบบทางเดินอาหารส่วนหลังได้มากกว่าใบกระถิน ใบผักตบชวาและใบปอ ดังตารางที่ 2.9 ดังนั้นไขมันสำปะหลังแห้งจึงเป็นแหล่งโปรตีนที่น่าจะมีการใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะให้อาหารเสริมสำหรับสัตว์ที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ Wanapat et al. (1992) ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารซึ่งสามารถที่จะใช้ไขมันสำปะหลังทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารได้ถึงระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ปริมาณการกินได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังที่แสดงในตารางที่ 2.10 การใช้ไขมันสำปะหลังแห้งเสริมในสูตรอาหารสามารถทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารได้ทั้งหมด โดยจะต้องมีการปรับวัตถุดิบอาหารอื่น ๆ ให้เหมาะสม สามารถลดต้นทุนอาหารขึ้นได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (Wanapat, 1999; Wanapat et al., 2007)

ตารางที่ 2.8

ส่วนประกอบของใบพืชและวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิด

รายการ	เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้ง	เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบ	เปอร์เซ็นต์ ADF
ไขมันสำปะหลัง	90	24.4	14.8
ใบกระถิน	90	23.3	10.0
ใบผักตบชวา	88	16.6	6.1
ใบปอเทือง	87	13.3	7.5
กากถั่วเหลือง	90	49.0	2.0

ที่มา : ฉลอง วชิราภากร และ เมธา วรรณพัฒน์. (2533)

ตารางที่ 2.9

อัตราการใช้ย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะของสัตว์ที่ได้รับอาหารหยาบต่างชนิดกัน

รายการ	ช่วงเวลาในการแช่ถุง (ชม.)				ค่าเฉลี่ย
	0	6	12	24	
ไขมันสำปะหลัง	22.5	27.1	30.2	36.4	29.1 ^a
กระถิน	27.4	32.4	34.5	43.1	34.4 ^b
ผักตบชวา	12.3	27.6	33.5	37.8	27.8 ^a
ฟางแห้ง	21.1	28.2	28.3	32.6	27.6 ^a
หญ้าสด	21.1	32.4	38.5	48.0	35.1 ^b

ที่มา : ฉลอง วชิราภากร และ เมธา วรณพัฒน์. (2533)

ตารางที่ 2.10

ผลของระดับการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งต่อปริมาณการกินได้และความสามารถในการย่อยได้

	ระดับการใช้ไขมันสำปะหลังแห้ง (%)					±SEM
	0	7.5	15	22.5	30	
ปริมาณการกินได้ต่อวัน						
Kg	7.4	7.32	7.3	7.1	7.3	0.2
g/Wkg ^{0.75}	98.8	100.2	96.1	97.4	95.9	2.1
ความสามารถในการย่อยได้(%)						
DM	70.2 ^a	76.7 ^b	74.1 ^{ab}	73.2 ^{ab}	72.1 ^{ab}	1.5
OM	73.6 ^a	79.2 ^b	76.7 ^{ab}	76.5 ^{ab}	75.0 ^{ab}	1.5
CP	56.6 ^a	68.9 ^b	58.4 ^a	59.4 ^a	58.0 ^a	2.8
NDF	60.4 ^a	69.2 ^b	65.5 ^{ab}	65.1 ^{ab}	66.0 ^{ab}	2.5
ADF	57.3 ^{ab}	67.0 ^b	61.6 ^{ab}	61.6 ^{ab}	62.7 ^{ab}	2.4

^{ab} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)

ที่มา : Wanapat et al. (1992)

การเลี้ยงกระบือแบบปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้า

การเลี้ยงกระบือในระบบแปลงหญ้า เป็นการเลี้ยงโดยการปล่อยกระบือเข้าไปแทะเล็มกินในทุ่งหญ้าได้ตามอิสระ ลักษณะการเลี้ยงกระบือในแปลงหญ้าเป็นระบบการเลี้ยงที่มีการปล่อยให้กระบือแทะเล็มหญ้าได้อย่างเต็มที่และอิสระตลอดทั้งวัน กระบือสามารถเลือกกินอาหารได้เต็มที่ นอกจากนี้ การปล่อยให้กระบือได้กินหญ้าในทุ่งนั้นมูลกระบือที่ถ่ายออกมาสามารถเป็นปุ๋ยกระจายได้ทั่วทุ่งหญ้า

การจัดการแปลงหญ้า

การทำปศุสัตว์จำเป็นต้องมีแปลงหญ้าหรือทุ่งหญ้าไว้เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์ ส่วนการจัดการใช้ประโยชน์จากแปลงหญ้านั้น อาจทำได้ 2 วิธีคือ ปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม (grazing system) หรือทำการเก็บเกี่ยวไปให้สัตว์กิน (cut and carry system) ทั้งสองวิธีหรือทั้งสองระบบต่างก็มีข้อดีข้อเสีย การที่จะจัดการระบบใดนั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไขปัจจัยที่ต่างกัน (เฉลิมพล แซมเพชร, 2548) การจัดการแปลงหญ้าที่ดีมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถเพิ่มผลผลิตสัตว์จากแปลงหญ้าให้มากที่สุดโดย

1. ผลิตหญ้าได้เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ โดยให้ใช้อาหารเสริมน้อยที่สุด
2. ให้มีค่าใช้จ่ายด้านแรงงานต่ำสุด

แต่การจัดการแปลงหญ้าที่ดีที่สุดนั้นไม่มีวิธีการหรือระบบที่ตายตัวแน่นอน เป็นสิ่งที่จะต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์ช่วยว่าจะใช้วิธีการใดจึงจะดีที่สุด

การบริหารจัดการแปลงหญ้าคือการบริหารจัดการทั้งทางด้านพืชและสัตว์ควบคู่กันไป เพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากสัตว์สูงสุด ในขณะที่เดียวกันแปลงหญ้านั้นก็มีความคงทนถาวร ถ้าแปลงหญ้านั้นถูกปล่อยให้สัตว์แทะเล็มมากเกินไป ก็จะส่งผลให้ผลผลิตต่อพื้นที่และต่อปี ทั้งของแปลงหญ้าและสัตว์ลดลง ในทางตรงกันข้ามถ้าแปลงหญ้านั้นมีการปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มน้อยเกินไปก็ จะทำให้แปลงหญ้าเหล่านั้นมีผลผลิตเหลือมากไม่ได้ใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ และมีคุณภาพลดลง ก็ส่งผลให้ผลผลิตของสัตว์ (ต่อพื้นที่) ต่ำเช่นกัน

การแทะเล็มของสัตว์ส่งผลกระทบต่อผลผลิตหรือการฟื้นตัวและคุณภาพของแปลงหญ้า ผลกระทบที่เกิดขึ้นนั้นจะมากน้อยแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับความถี่และความรุนแรงหรือความมากน้อยของการปล่อยสัตว์ให้ลงแทะเล็มแต่ละครั้ง ความถี่ของการแทะเล็มหมายถึงระยะเวลาที่เปิดโอกาสให้แปลงหญ้าได้มีเวลาพักหรือฟื้นตัวก่อนที่จะถูกแทะเล็มครั้งต่อไป ส่วนความรุนแรงของการแทะเล็มนั้นหมายถึง การปล่อยสัตว์ให้ลงแทะเล็มแต่ละครั้งนั้นสัตว์แทะเล็มไปมากน้อยแค่ไหนซึ่งอาจพิจารณาได้จากความสูงหรือปริมาณของใบพืช แปลงหญ้าที่หลงเหลืออยู่ ถ้ามีความสูงเหลือไม่มาก หรือมีใบเหลืออยู่น้อยแสดงว่าแปลงหญ้านั้นถูกแทะเล็มรุนแรง

พืชมีกลไกหรืออาศัยสิ่งใดช่วยในการฟื้นตัวหลังการถูกตัดหรือแทะเล็ม จะสังเกตได้ว่าแปลงหญ้าหลังจากถูกแทะเล็มไปแล้วถึงแม้ว่าจะไม่มีใบหลงเหลืออยู่เลยก็ตาม แต่แปลงหญ้านั้นก็ยังสามารถที่จะสร้างใบและกิ่งก้านขึ้นมาใหม่ได้โดยอาศัยพลังงานที่ได้จากอาหารสำรอง (คาร์โบไฮเดรต) ที่ได้สะสมไว้ตามรากเหง้าหรือโคนของต้นพืชนั้น ใบที่ถูกสร้างขึ้นใหม่นั้นก็จะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสง เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตสืบต่อไป และถ้าอาหารที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาที่มีเหลือก็จะถูกนำไปเก็บสะสมไว้ตามอวัยวะดังกล่าวของพืชเพื่อเป็นอาหารหรือพลังงานสำรองใช้ในการฟื้นตัวครั้งต่อไป ดังนั้นการที่จะปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มแต่ละครั้งนั้นจะต้องเปิดโอกาสให้แปลงหญ้านั้นได้มีการเก็บสะสมอาหารไว้ให้ได้มากพอ แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าแปลงหญ้านั้นจะมีอาหารสำรองอยู่แต่ถ้าจุดเจริญหรือตาเจริญของพืชในแปลงหญ้านั้นไม่มีเหลืออยู่เลยเพราะได้ถูกทำลายไปจากการแทะเล็มของสัตว์หรือด้วยสาเหตุใดก็ตามแปลงหญ้านั้นก็ไม่สามารถเจริญหรือฟื้นตัวได้ ดังนั้นอาหารสำรองที่มีอยู่ก็ไม่ได้ถูกนำไปใช้เพื่อการฟื้นตัว เมื่อเป็นเช่นนี้ความสูงของการแทะเล็มจึงมีส่วนร่วมในการฟื้นตัวของพืชโดยความสูงจะเป็นตัวกำหนดจำนวนตาเจริญและพื้นที่ใบที่หลงเหลืออยู่เพื่อการเจริญต่อไป (เฉลิมพล แซมเพชร, 2530)

ปัจจัยในการใช้ประโยชน์จากแปลงหญ้า

ประโยชน์ของหญ้าที่มีต่อสัตว์ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของลำต้นและใบที่ใช้สังเคราะห์แสงกับส่วนของรากที่ใช้ประโยชน์จากดิน ถ้าพลังงานถูกสะสมในส่วนของรากซึ่งสัตว์ใช้ประโยชน์ไม่ได้มากเกินไป พืชหญ้านั้นก็จะเป็นประโยชน์ต่อสัตว์ ถ้าส่วนยอดของพืช 70 เปอร์เซ็นต์ ถูกสัตว์

แพะเล็มย่อมจะมีประโยชน์มากกว่าเมื่อถูกแพะเล็มเพียง 30 เปอร์เซ็นต์ บั๊จจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากทุ่งหญ้าได้แก่

1. จำนวนสัตว์ที่เข้าไปแพะเล็ม

ถ้าสัตว์ไม่เข้าไปแพะเล็มหรือแพะเล็มน้อยเกินไป สัตว์ขนาดเล็กอื่น ๆ และแมลงจะพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์แทน ดังนั้นจำนวนสัตว์ที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการแปลงหญ้า

2. อัตราการเจริญเติบโตของหญ้า

มีผลทั้งในแง่ปริมาณผลผลิตของหญ้ารวมทั้งคุณภาพของหญ้าในระยะต่าง ๆ จำเป็นต้องทราบว่าทำให้สัตว์เข้าไปแพะเล็มในระยะใดจึงจะเป็นประโยชน์มากที่สุดหญ้าอ่อนที่อยู่ในระยะการเจริญเติบโตจะมีโปรตีนสูงกว่าหญ้าแก่ เมื่อหญ้าแก่มากขึ้นโปรตีนจะลดลงอย่างรวดเร็วทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของโค ทำให้ขาดไนโตรเจนที่จะไปทำให้จุลชีพในกระเพาะรูเมนของโคเจริญเติบโต คุณภาพของหญ้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้ปุ๋ยไนโตรเจน หรือใช้แปลงหญ้าผสมถั่ว โปรตีนของถั่วจะไม่ลดลงแม้ว่าต้นถั่วแก่มากขึ้นจากคุณภาพดังกล่าว ควรให้แม่โคหลังคลอดระยะแรกซึ่งอยู่ในระยะผสมพันธุ์และลูกโคหลังหย่านมได้กินหญ้าอ่อนในแปลงก่อน แล้วปล่อยให้โคระยะอื่น ๆ ซึ่งต้องการอาหารคุณภาพต่ำกว่าได้กินหญ้าแก่ภายหลัง

3. ความถี่ของการแพะเล็ม

ความถี่ของการปล่อยสัตว์ลงแพะเล็มจะเป็นปัจจัยกำหนดระยะเวลาการสังเคราะห์แสงและการเก็บสะสมอาหารสำรองซึ่งจะมีผลต่อการฟื้นตัวของแปลงหญ้า การปล่อยสัตว์ลงแพะเล็มในแปลงหญ้าในแต่ละครั้ง ถ้าแปลงหญ้านั้นมีอาหารสำรองไว้ไม่เพียงพอจะทำให้แปลงหญ้านั้นค่อย ๆ อ่อนแอลง การเจริญของรากลดลงและผลผลิตก็จะลดลง และถ้าเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน พืชแปลงหญ้านั้นก็จะตายไปในที่สุด ระยะเวลาที่เปิดโอกาสให้แปลงหญ้าได้มีการสะสมอาหารสำรองนั้นขึ้นอยู่กับพันธุ์และชนิดของพืชและความรุนแรงของการแพะเล็ม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเช่นอุณหภูมิ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความชื้นของดินและการจัดการ

4. ความรุนแรงของการแทะเล็ม

แปลงหญ้าถ้าหากถูกสัตว์แทะเล็มจนไม่มีใบเหลืออยู่เลย การฟื้นตัวก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารสำรองที่เก็บสะสมไว้ที่รากและบริเวณโคนต้น ดังนั้นถ้าปล่อยสัตว์แทะเล็มจนแปลงหญ้านั้นติดดิน ก็เท่ากับทำให้อาหารสำรองบางส่วนได้ถูกแทะเล็มออกไปด้วย จะมีผลทำให้การฟื้นตัวไม่ดีหรือช้าลง ในบางกรณีเมื่อสัตว์ลงแทะเล็มแล้วทำให้มีใบแก่เหลืออยู่มากซึ่งไม่เป็นผลดีแก่การฟื้นตัว เพราะว่าใบแก่นั้นมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงต่ำ ดังนั้นถ้ามีกิจกรรมใดที่ทำให้ใบแก่เหล่านั้นหลุดออกไป เช่นปล่อยให้สัตว์แทะเล็มอย่างเต็มที่ก็จะเป็นการดีที่พืชนั้นจะได้สร้างใบใหม่ขึ้นมาแทน ซึ่งใบใหม่นี้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงดีกว่าใบแก่ มีพืชอาหารสัตว์บางชนิดจะมีการสะสมอาหารสำรองไว้น้อย เมื่อเป็นเช่นนี้ก็จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปล่อยให้ใบเหลือไว้บ้างหลังการแทะเล็มเพื่อให้ใบนั้นสังเคราะห์แสงเพื่อใช้ในการฟื้นตัว เนื่องจากงานวิจัยในเรื่องการสะสมอาหารสำรองของพืชอาหารสัตว์เมื่อร้อนมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นในการจัดการปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มเพื่อประกันให้แปลงหญ้านั้นมีการฟื้นตัวที่ดีจึงควรให้แปลงหญ้ามีเวลาฟื้นตัวหรือมีการเจริญที่สมบูรณ์ ก่อนการปล่อยสัตว์แทะเล็มและให้มีใบเหลืออยู่จำนวนหนึ่งหลังการแทะเล็ม

5. การเลือกแทะเล็มของสัตว์

ปัญหาหนึ่งของการที่ปล่อยสัตว์ให้ลงแทะเล็มในแปลงหญ้านานเกินไปก็คือ เป็นการเปิดโอกาสให้สัตว์เดินวกกลับไปแทะเล็มซ้ำที่เดิม ซึ่งหญ้าเริ่มมีการฟื้นตัวขึ้นมา แทนที่สัตว์นั้นจะเดินแทะเล็มไปข้างหน้า เมื่อเป็นเช่นนี้ก็ทำให้แปลงหญ้าส่วนนั้นอ่อนแอลง ในหลักการปฏิบัติทั่วไปจะปล่อยให้สัตว์แทะเล็มในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งให้เสร็จคือ แปลงหญ้านั้นถูกแทะเล็มจนเหลือความสูงตามที่ต้องการภายใน 7 วัน ถ้าจัดการปล่อยสัตว์ลงแทะเล็มนานกว่านี้ โอกาสที่สัตว์จะหันกลับไปแทะเล็มที่เดิมก็มีมาก (เฉลิมพล แซมเพชร, 2530)

พฤติกรรมของกระบือ (Behaviour of Buffaloes)

กระบือจัดอยู่ในอันดับ (order) Artiodactyla วงศ์ (family) Bovidae สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่กระบือแอฟริกาและกระบือเอเชีย ซึ่งมีชื่อสกุลว่า Syncerus และ Bubalis ตามลำดับ กระบือแอฟริกามีอยู่ชนิดเดียว คือ *Syncerus caffer* (Sparrman) ส่วนกระบือเอเชีย แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ Anoa Tamarao และ Arni สำหรับ Arni หรือกระบือป่าอินเดียเป็นกระบือเพียงชนิดเดียวที่ถูกนำมาเลี้ยง ซึ่งมีการเลี้ยงกระจายอยู่ทั่วไปในทวีปเอเชีย สำหรับกระบือเอเชีย อาจแบ่งออกเป็น 2 ชนิดกว้าง ๆ ตามลักษณะพฤติกรรมการลงปลัก ได้แก่ กระบือแม่น้ำ (river buffalo) และกระบือปลัก อย่างไรก็ตาม ถึงแม้กระบือทั้งสองชนิดจะมีความแตกต่างในด้านรูปร่างสัณฐานภายนอกและพฤติกรรม แต่กระบือทั้งสองชนิดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Bubalus bubalis* เช่นเดียวกัน (สปีชีส์เดิมคือ arnee) ส่วนในภูมิภาคอื่น ๆ เช่น สหภาพโซเวียต ยุโรป ตะวันออกไกลและอเมริกาใต้ ก็มีการเลี้ยงบ้างแต่ไม่มาก (Tulloch, 1992)

สำหรับแหล่งเริ่มต้นการเลี้ยงกระบือนั้นยังไม่มีความชัดเจน แต่จากหลักฐานที่ค้นพบบริเวณ Indus valley ซึ่งมีอายุประมาณ 5,000 ปีชี้ให้เห็นว่ากระบือน่าจะถูกนำมาเลี้ยงในบริเวณอินเดีย (Indian subcontinent) ในช่วงเวลาดังกล่าวข้างต้น แต่บางรายงานกล่าวว่ากระบือถูกนำมาเลี้ยงครั้งแรกเมื่อประมาณ 6,000-7,000 ปีที่ผ่านมาในจังหวัดเจ้อเจียง (Zhejiang) ประเทศจีน (Nowak, 1999)

ปัจจุบันประชากรกระบือทั่วโลกมีประมาณ 130-150 ล้านตัว อินเดียนับว่าเป็นแหล่งที่มีประชากรกระบือมากที่สุดคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ของกระบือทั้งโลก รองลงมาได้แก่ จีนและปากีสถานตามลำดับ กระบือที่เลี้ยงในอินเดีย ปากีสถาน ยุโรป ตะวันออกไกล สหภาพโซเวียต อเมริกาใต้และคาบิเบียน เกือบทั้งหมดเป็นกระบือแม่น้ำ ซึ่งมีรูปร่างใหญ่ กระบือประเภทนี้จะใช้เลี้ยงเพื่อให้ผลผลิตน้ำนมเป็นหลัก ส่วนกระบือที่เลี้ยงในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และจีน จัดอยู่ในประเภทกระบือปลักซึ่งเลี้ยงเพื่อแรงงานและเนื้อ (Mahadevan, 1992)

สำหรับกระบือป่าเอเชียซึ่งดำรงชีพอยู่ในป่าตั้งแต่บรรพบุรุษ มีหลงเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยในบริเวณประเทศเนปาล อินเดีย เวียดนาม ไทย กัมพูชา และมาเลเซีย ในปี ค.ศ. 1963 ประชากรกระบือป่าเอเชียลดลงไปอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากถูกล่าและผลกระทบจากการลดลงของพื้นที่ป่า

จากการสำรวจในปัจจุบัน (ค.ศ. 2005) พบว่าประชากรกระปือป่าเอเชียลดลงเหลือเพียง 4,000 ตัว หรือในความจริงอาจเหลือไม่ถึง 200 ตัว ส่วนหนึ่งพบในแคว้นอัสสัม (Assam) และมัธยมประเทศ (Madhya Pradesh) บางส่วนอยู่ใน Royal Manas National Park ของประเทศภูฏาน และบางส่วนพบใน Kosi Tappu Wildlife Reserve ของประเทศเนปาล สำหรับประเทศไทยมีกระปือป่าหลงเหลืออยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งเพียง 40-50 ตัว จากรายงานของ Chaiyarat (2001) ซึ่งทำการสำรวจประชากรกระปือในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งในช่วงปี 1999-2000 พบว่า มีประชากรกระปือป่าอยู่ทั้งหมดราว 24-57 ตัว หรือมีความหนาแน่นเฉลี่ย 4 ตารางกิโลเมตรต่อตัว มีขนาดฝูง 6 ตัวต่อฝูง หรืออยู่ในช่วง 2-19 ตัวต่อฝูง โดยชอบอาศัยอยู่ในบริเวณทุ่งหญ้า (grassland riparian) ใกล้กับแม่น้ำห้วยขาแข้ง ซึ่งเป็นแหล่งอาหารและน้ำ (ดื่มและอาบ) ที่สำคัญ โดยพบได้ทั้งในฤดูฝนและแล้ง อย่างไรก็ตาม เชื่อกันว่าปัจจุบันกระปือป่าพันธุ์แท้อาจหมดไปแล้ว ส่วนกระปือป่าที่หลงเหลืออยู่อาจเป็นกระปือที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างกระปือเลี้ยงกับกระปือป่า หรือเป็นกระปือเลี้ยงที่หลุดเข้าป่า กระปือป่าเอเชียจะมีขนาดใหญ่ สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว มีนิสัยก้าวร้าวและดุกว่ากระปือเลี้ยง โดยกระปือป่าในประเทศไทยจัดว่าเป็นกระปือที่ใหญ่ที่สุดในโลก โดยมีน้ำหนักประมาณ 800-1,200 กิโลกรัม ความสูงวัดที่ไหล่ 1.6-1.9 เมตร หรืออาจสูงถึง 2.0 เมตร ความยาวลำตัว 2.4-2.8 เมตร หางยาว 0.6-0.85 เมตร ส่วนกระปือเลี้ยงโดยทั่วไปมีน้ำหนักเฉลี่ย 500 กิโลกรัม

ถึงแม้มนุษย์จะเลี้ยงกระปือมากกว่า 5,000 ปีแล้ว แต่ยังมีความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมกระปือน้อยมาก การศึกษาพฤติกรรมของกระปือส่วนใหญ่ถูกจำกัดอยู่ในเฉพาะสภาพแวดล้อมของการเลี้ยง (แบบขังหรือจำกัดบริเวณ) กล่าวคือกระปือส่วนใหญ่ถูกเลี้ยงในระบบการเกษตรแบบผสมผสาน (integrated farming system) โดยมีเกษตรกรรายย่อยเป็นผู้เลี้ยง ทำให้การศึกษาพฤติกรรมกระปือในสภาพที่ใกล้เคียงกับการดำรงชีวิตในธรรมชาติ (ป่า) ทำได้ยาก เนื่องจากกระปือจะถูกเลี้ยงแบบผูกมัด ขังคอกหรืออยู่ในฝูงขนาดเล็ก (2-5 ตัว) การแสดงพฤติกรรมจึงแตกต่างจากกระปืออาศัยอย่างอิสระในฝูงใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพฤติกรรมทางสังคม นอกจากนี้การศึกษาพฤติกรรมของกระปือมีผู้ให้ความสนใจน้อยกว่าสัตว์เลี้ยงประเภทอื่น ซึ่งอาจเป็นเพราะกระปือเป็นสัตว์ที่เลี้ยงอยู่เฉพาะ (ส่วนใหญ่) ทวีปเอเชียซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศด้อยพัฒนาหรือกำลังพัฒนา อย่างไรก็ตามมีนักวิจัยชาวออสเตรเลียท่านหนึ่ง คือ Donald Gordon

Tulloch (2467-2534) ซึ่งได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งกระบือของออสเตรเลีย (father of the modern buffalo industry) ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของกระบือปลักในออสเตรเลีย สำหรับกระบือในออสเตรเลียไม่ใช่สัตว์พื้นเมืองแต่ได้นำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซียเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านแรงงาน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2369 แต่ต่อมาภายหลังกระบือเหล่านี้ (บางส่วน) ถูกปล่อย (หลุด) เข้าป่าและสืบพันธุ์มีชีวิตรอดมาจนถึงปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่อาศัยอยู่บริเวณ Darwin, Northern Territory การศึกษาพฤติกรรมของกระบือในออสเตรเลียเริ่มขึ้นราว พ.ศ. 2501 จุดเริ่มต้นที่นักพฤติกรรมศาสตร์ชาวออสเตรเลียให้ความสนใจที่จะศึกษามีสาเหตุมาจากการปล่อยให้กระบือหากินเองอย่างอิสระในสภาพธรรมชาติโดยไม่มีการควบคุมประชากร ทำให้กระบือเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความอุดมสมบูรณ์ของอาหารและมีจำนวนศัตรูในธรรมชาติน้อย (ศัตรูที่สำคัญของกระบือในออสเตรเลีย คือสุนัขป่าดิงโก้และสุนัขเลี้ยงของชนเผ่าอะบอริจิน (aborigines) เท่านั้น) ทำให้สภาพแวดล้อมถูกทำลายลงโดยการเหยียบย่ำและแทะเล็มมากเกินไป (overgrazing) และกระบือยังเป็นพาหะในการแพร่กระจายโรคผิวหนังโรคและแท้งติดต่อไปสู่สัตว์เลี้ยงอีกด้วย ทั้งนี้ในการศึกษาพฤติกรรมของกระบือที่เกี่ยวข้องกับการกระจาย ความหนาแน่น และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายซึ่งจะนำไปสู่การควบคุมและการจัดการฝูงกระบืออย่างถูกต้องและเหมาะสม

ในการอธิบายพฤติกรรมของกระบืออาศัยข้อมูลจาก 3 แหล่งที่แตกต่างกัน ได้แก่ (1) พฤติกรรมของกระบือป่าเอเชีย (มีจำกัด) และกระบือป่าแอฟริกา ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมดั้งเดิมของบรรพบุรุษกระบือ (2) พฤติกรรมของกระบือที่หลุดหรือหนีเข้าป่าในออสเตรเลีย และ (3) พฤติกรรมของกระบือซึ่งนักวิจัยได้จัดสภาพแวดล้อมให้ ทั้งที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแทะเล็มอย่างอิสระในแปลงหญ้าที่มนุษย์สร้างขึ้น

การศึกษาพฤติกรรมของกระบือ

การศึกษาพฤติกรรมของกระบือเลี้ยงสามารถทำได้ง่ายเช่นเดียวกับการศึกษาในโคและสัตว์เลี้ยงชนิดอื่น ๆ เพราะสภาพแวดล้อมที่สัตว์อยู่เป็นสภาพแวดล้อมที่มนุษย์จัดไว้ให้ การศึกษาทำโดยการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของกระบือตลอด 24 ชั่วโมง การเฝ้าสังเกตในเวลากลางวันอาจจะใช้ไฟฉายและทาสีสะท้อนแสงไว้ที่บริเวณเขาเพื่อช่วยในการสังเกตและแยกแยะกระบือแต่ละตัว

สิ่งที่เราสนใจศึกษานอกจากพฤติกรรมการแทะเล็ม การเคี้ยวเอื้อง การนอน การยืน และพฤติกรรม การแห่หรือลงปลัก ถือว่าเป็นพฤติกรรมสำคัญในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและการมี ชีวิตรอดของกระบือ ดังนั้นการศึกษาพฤติกรรมของกระบือทั้งที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มและขัง คอก ควรจัดบริเวณหนึ่งของแปลงทดลองหรือคอกทดลองไว้ให้กระบือได้ลงปลัก

ส่วนการศึกษาพฤติกรรมของกระบือปลักในสภาพธรรมชาติหรือกึ่งธรรมชาติ ยกตัวอย่าง เช่น ในออสเตรเลียจำเป็นต้องจัดจํากระบือแต่ละตัวหรือแต่ละกลุ่มให้ได้เนื่องจากกระบือ อาศัยอยู่เป็นฝูงขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงต้องจับกระบือมาทำเครื่องหมายทั้งเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งมี หลากหลายวิธีในการทำเครื่องหมาย แต่วิธีที่เหมาะสมที่สุดคือการสักเบอร์พร้อมกับทำ เครื่องหมายที่หูและใส่ห่วงจุกสำหรับการจําแบบชั่วคราว ส่วนระยะห่างระหว่างผู้สังเกตกับ กระบือ ควรอยู่ห่างประมาณ 15-100 เมตร หากระยะห่างมากกว่านี้ต้องใช้กล้องสองตา (binocular) กำลังขยาย 10×50 (Tulloch, 1992) หรือ 8×40 ช่วยในการสังเกต แต่การศึกษา กระบือปลักป่า (wild swamp buffalo) เอเชียทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากกระบืออาศัยอยู่ในป่า ซึ่งมีภูมิประเทศที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการติดตาม อีกทั้งการติดตามกระบือในป่ายังมีอันตรายจาก สัตว์ร้ายชนิดต่าง ๆ เช่น เสือ หรืองูพิษ รวมทั้งตัวกระบือเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบือเพศผู้และ กระบือที่บาดเจ็บจะมีความดุร้ายมาก อย่างไรก็ตาม Chaiyarat (2001) ได้สำรวจความหนาแน่น และแหล่งที่อยู่อาศัยของกระบือปลักป่า โดยใช้วิธีการพายเรือไปตามแม่น้ำเพื่อสังเกตและนับ จำนวนกระบือ แต่ไม่สามารถสังเกตพฤติกรรมในระยะใกล้ ๆ ได้ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

พฤติกรรมการกินและการแทะเล็ม

ลูกกระบือเรียนรู้การแทะเล็มพืชอาหารสัตว์จากแม่กระบือ เนื่องจากในช่วง 3 สัปดาห์แรก ภายหลังคลอด แม่กระบือและลูกกระบือจะอยู่ใกล้ชิดกันมาก (bond) โดยลูกกระบือสามารถเดิน ตามแม่กระบือได้นับตั้งแต่วันที่คลอดออกมา ในช่วงเวลาดังกล่าวลูกกระบือจะสังเกตและเรียนรู้ การแทะเล็มจากแม่ เมื่อลูกกระบืออายุได้ 3-4 สัปดาห์จึงจะเริ่มหัดแทะเล็ม (Tulloch, 1979) Nangia (1982) ซึ่งให้เห็นว่า การพัฒนาของกระเพาะอาหารเพื่อให้สามารถทำงานได้เต็มที่ในลูก กระบือเกิดขึ้นค่อนข้างรวดเร็วมากเมื่อเทียบกับโค อย่างไรก็ตาม การพัฒนาของกระเพาะรูเมน

และเรติคูลัมจะขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่ลูกกระป๋องได้รับ Singh et al. (1973) รายงานว่า กระเพาะรูเมนและเรติคูลัมจะเพิ่มขนาดเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 6 เมื่อให้อาหารหยาบเพียงอย่างเดียว แต่จะเพิ่มขนาดเพียงแค่ 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของกระเพาะทั้งหมด หากให้น้ำนมเพียงอย่างเดียว

ในแต่ละวันกระป๋องที่ปล่อยอิสระจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการค้นหาและแทะเล็มพืชอาหารสัตว์โดยเฉลี่ยใช้เวลาแทะเล็มหญ้าประมาณ 480 นาทีต่อวัน หรืออยู่ในช่วง 400-600 นาทีต่อวัน ส่วนใหญ่การแทะเล็มจะเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางวัน โดยเฉพาะในช่วงที่มีอากาศเย็น ได้แก่ เช้าและเย็น โดยแบ่งออกเป็น 7-8 มื้อ แต่ละมื้อใช้ระยะเวลา 20-90 นาที ในระหว่างมื้อกระป๋องจะสำรอกอาหารออกมาเคี้ยวเอื้อง โดยส่วนใหญ่จะนอนเคี้ยวเอื้องอยู่ในปลักหรือใต้ร่มเงา (Somparn, 2004) แต่หากจำกัดเวลาในการแทะเล็มลงเหลือเพียง 6 ชั่วโมงต่อวัน กระป๋องจะใช้เวลามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของเวลาทั้งหมด (ที่อนุญาต) เพื่อการแทะเล็มเท่านั้น การแทะเล็มหญ้าของกระป๋องจะใช้ลิ้น ฟันตัดล่าง และปากร่วมกันในการเก็บเกี่ยวส่วนของต้นพืชเข้าปาก เช่นเดียวกับสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น ๆ แต่จากการที่ กระป๋องมีปากที่ใหญ่และแบน จึงทำให้โอกาสในเลือกเฉพาะส่วนของต้นพืชทำได้ไม่ดีเท่าแพะและแกะ ดังนั้นการกัดพืชในแต่ละครั้งสามารถทำได้เพียงแค่จับหญ้าเป็นกลุ่มหรือกอเล็ก ๆ เข้าปาก อย่างไรก็ตาม จากการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเลือกกินของกระป๋องและโค พบว่า กระป๋องจะเลือกกินน้อยกว่าโค ประกอบกับกระป๋องสามารถใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบได้ดีกว่าโคทำให้กระป๋องปรับตัวเข้ากับสภาพการเลี้ยงในชนบทได้เป็นอย่างดี (Devendra, 1992) และกระป๋องสามารถควบคุมและจัดการ การใช้ปาก ฟันและลิ้นให้ทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี อย่างเช่น ลดขนาดของคำ (bite size) ในการกัดแต่ละครั้งให้มีขนาดเล็กลง ทำให้กระป๋องสามารถกินหญ้าที่สั้นติดดินได้

ส่วนกระป๋องที่เลี้ยงในคอก ใช้เวลาในการกินอาหาร (หยาบและขุ่น) สั้นกว่าการแทะเล็ม โดยเฉลี่ยใช้เวลาประมาณ 370 นาทีต่อวัน หรืออยู่ในช่วง 320-500 นาทีต่อวัน ส่วนใหญ่จะกินในช่วงเวลากลางวัน โดยช่วงเวลากลางวัน โดยแบ่งออกเป็น 4-7 มื้อ แต่ละมื้อใช้ระยะเวลา 20-40 นาที แต่ช่วงเวลาสูงสุดในการกินในแต่ละวันจะอยู่ในช่วงที่ให้อาหาร (สดหรือใหม่) แก่กระป๋อง (Somparn, 2004)

การกินวัตถุหรือสิ่งแปลกที่แหลมคม เช่น ลวดเย็บกระดาษ ตะปู หรือลวดที่ใช้มัดหญ้าแห้ง หรือกล่องสินค้า รวมทั้งเส้นลวดที่ใช้เสริมโครงสร้างอยู่ในยางรถ (reinforcement wire) ซึ่งมักถูกตัดครึ่งเพื่อใช้สำหรับใส่อาหารสัตว์หรือน้ำดื่ม โดยเฉพาะในช่วงที่พืชอาหารสัตว์ขาดแคลนซึ่งสัตว์จำเป็นต้องแทะเล็มซิดพื้นดินมากขึ้น ดังนั้นจึงมีโอกาสกินเอาวัตถุแปลกปลอมที่ไม่พึงประสงค์ดังกล่าวซึ่งปนกับพืชอาหารสัตว์เข้าไปได้และอาจไปสะสมหรือทิ่มแทงระบบทางเดินอาหารหรืออวัยวะที่สำคัญของร่างกายจนเป็นเหตุให้สัตว์เสียชีวิตได้ บางคนอาจเชื่อกันว่าการที่กระป๋องมีปากยาวและกลัมนเนื้อแก้วถูกควบคุมได้ไม่ดีเท่ากับมนุษย์ทำให้กระป๋องไม่สามารถคายวัตถุแปลกปลอมที่กินเข้าไปได้ ในการให้สารเคมีหรือยาในรูปของแข็ง เช่น เม็ด แท่ง ก้อน แคปซูล หรือการให้ตัวยาที่มีการปลดปล่อยอย่างคงที่ (Controlled releasing device ,CRD) เพื่อใช้ศึกษาการกินได้ของสัตว์ หรือสารเคมีในรูปกึ่งแข็งกึ่งเหลว เช่น ครีม เจล และขี้ผึ้ง หากสอดไว้บริเวณปลายลิ้น (ใกล้ฟันตัด) กระป๋องจะเคี้ยวและคายออกมาทันที หรือคายออกมาหลังจากปล่อยออกจากซองบังคับแล้ว ทำให้เกิดการแตกหักหรือสูญเสียได้ ดังนั้นการให้สารเคมี หรือวัตถุใด ๆ ในรูปของแข็งหรือกึ่งเหลวแก่กระป๋อง ควรนำไปวางไว้บริเวณฐานหรือโคนลิ้น ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้กระป๋องกลืนเข้าไปโดยอัตโนมัติ (swallowing reflex)

พฤติกรรมการเคี้ยวเอื้อง

กระบวนการเคี้ยวเอื้องจะเริ่มขึ้นเมื่อกระป๋องอายุประมาณ 4-6 สัปดาห์ การเคี้ยวเอื้องจะเกิดขึ้นภายหลังจากที่กระป๋องเสร็จสิ้นการแทะเล็มหรือกินอาหารในแต่ละมื้อ การเคี้ยวเอื้องเกิดขึ้นเมื่อกระป๋องหยุดกิจกรรมการกินหรือแทะเล็ม ดังนั้นการเคี้ยวเอื้องส่วนใหญ่ของกระป๋องจึงเกิดขึ้นในเวลากลางคืนทั้งในท่ายืนหรือนอน ในบริเวณพื้นโล่งหรือใต้ร่มเงา หรือในขณะที่แช่ปลั๊ก มือของการเคี้ยวเอื้องจะสัมพันธ์โดยตรงกับความถี่ในการแทะเล็ม และชนิดของอาหารหยาบที่กระป๋องกิน กระป๋องที่ปล่อยแทะเล็มหญ้าจะใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้องประมาณ 460-500 นาทีต่อวัน (Lourenco et al., 2001) ส่วนกระป๋องที่ขังคอกจะใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้องประมาณ 420-450 นาทีต่อวัน (Odyuo et al., 1998; Somparn, 2004)

อิทธิพลของการเสริมอาหารต่อพฤติกรรมการแทะเล็ม

การได้รับอาหารในปริมาณที่จำกัดเป็นปัจจัยสำคัญที่ไปจำกัดการให้ผลผลิตของสัตว์ที่ปล่อยแทะเล็ม อย่างไรก็ตาม ความผันแปรของพฤติกรรมจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการมากกว่าปริมาณสารอาหารที่สัตว์จะกินได้ เนื่องจากการกินได้อาจถูกปรับปรุงโดยการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเข้าใจว่าปศุสัตว์ปรับพฤติกรรมการแทะเล็มของมันอย่างไร เพื่อที่จะรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและพลวัตของพืชอาหารสัตว์ เป็นสิ่งสำคัญมากที่สุดต่อการกำหนดกลยุทธ์ของเกษตรกรเพื่อพัฒนาวิธีการจัดการให้ปศุสัตว์สามารถรักษาผลผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสมได้

พลังงานที่ต้องการเพื่อใช้ในการเก็บเกี่ยวพืชอาหารสัตว์จากแปลงหญ้า อาจถือได้ว่าไม่มีนัยสำคัญต่อความต้องการพลังงานในการดำรงชีพ แต่ต้นทุนพลังงานของกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแทะเล็ม ซึ่งสัดส่วนคิดเป็น 25-50 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการพลังงานในแต่ละวัน ดังนั้นการทำให้กิจกรรมการแทะเล็มน้อยที่สุดหรือการตัดแปลงการแทะเล็ม สามารถช่วยลดการใช้พลังงานของสัตว์เลี้ยงที่ปล่อยแทะเล็มอย่างอิสระได้ อย่างไรก็ตาม ในสถานะที่สภาพเศรษฐกิจส่งผลให้อาหารหยาบคุณภาพดีหรืออาหารชั้นมีราคาแพง เกษตรกรควรพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ อย่างรอบคอบ ก่อนตัดสินใจเพื่อให้ผลตอบแทนจากการผลิตอยู่ในระดับที่เหมาะสมและยั่งยืน

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการแทะเล็มมีหลายปัจจัย ความผันแปรของสภาพแวดล้อมเช่น อุณหภูมิอากาศ ความเร็วลมและแรงกดอากาศ สามารถทำให้กิจกรรมการแทะเล็มเปลี่ยนแปลงได้ (Beverlin et al., 1989) นอกจากนี้ความผันแปรของสภาพแปลงหญ้า ก็สามารถส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการแทะเล็มได้เช่นกัน (Chacon and Stobbs, 1976) ดังนั้นปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้จึงควรนำมาพิจารณาเมื่อมีการนำเอาโปรแกรมการเสริมอาหารเข้ามาใช้ด้วย

แบบรูปพฤติกรรมการแทะเล็ม

การแทะเล็มส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในช่วงกลางวัน จากข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าเมื่ออุณหภูมิสูงสุดของวันต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส การแทะเล็มในช่วงกลางคืนจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อย่างไรก็ตาม เมื่ออุณหภูมิสูงสุดของวันสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส การแทะเล็มในเวลากลางคืน อาจเกิดขึ้นได้ 0-70 เปอร์เซ็นต์ของระยะเวลาที่ใช้ในการแทะเล็มทั้งหมด (Arnold, 1981) อย่างไรก็ตาม มีเพียงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการแทะเล็มเพียง 3-4 เรื่อง

เท่านั้นที่บันทึกข้อมูลอุณหภูมิภายนอกจากนี้ งานวิจัยดังกล่าวบันทึกแค่เพียงอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของวันเท่านั้น เนื่องจากความรุนแรงของการเกิดความเครียดของสัตว์ทะเลเลี้ยง มักเกี่ยวข้องกับระยะเวลาที่อุณหภูมิในรอบวันสูงเกินขอบเขตวิกฤติบนของอุณหภูมิด้วย (Somporn et al., 2004) ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิสูงมากเพียง 15-20 นาทีต่อวัน ส่งผลต่อการเกิดความเครียดจากความร้อนน้อยกว่าอุณหภูมิสูงปานกลาง แต่เกิดขึ้นนานติดต่อกัน 5-6 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้ข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถสะท้อนถึงผลกระทบของสภาพอากาศต่อสัตว์อย่างแท้จริงได้ ในภาพรวมงานวิจัยส่วนใหญ่ในโคพบว่า ประมาณ 65-100 เปอร์เซ็นต์ของกิจกรรมการทะเลเลี้ยงในแต่ละวันเกิดขึ้นในช่วงเวลา 06.00-19.00 น. Alden and Whittaker (1970) รายงานว่า ซีดจำกัดบนของระยะเวลาในการทะเลเลี้ยงของแกะมีค่าประมาณ 600-720 นาทีต่อวัน ในขณะที่ Stobbs (1975) พบว่า โคจะใช้เวลาทะเลเลี้ยงสูงสุดเท่ากับ 720 นาที อย่างไรก็ตามโดยเฉลี่ยการทะเลเลี้ยงของโคจะอยู่ในช่วง 359-771 นาที สำหรับกระบือปลักที่เลี้ยงในแปลงหญ้าเขตร้อน Somporn (2004) รายงานว่า ระยะเวลาในการทะเลเลี้ยงจะอยู่ในช่วง 350-660 นาทีต่อวัน

Adams (1985) รายงานว่า กิจกรรมทะเลเลี้ยงตามปกติของโคจะถูกรบกวนจากการให้อาหารเสริมซึ่งผลในทางลบต่อปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่กินได้และสมรรถภาพของสัตว์ ปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่กินได้จะลดลง (11.3 เปอร์เซ็นต์) ในโคตอนที่มีการเสริมข้าวโพด เมื่อเปรียบเทียบกับโคตอนที่ไม่ได้เสริมอาหารให้ (ตารางที่ 2.11)

ถึงแม้ว่าโคตอนที่ได้รับอาหารเสริมจะหยุดทะเลเลี้ยงเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมงภายหลังจากให้อาหารเสริม แต่ระยะเวลาในการทะเลเลี้ยงตลอดทั้งวันจะไม่มีเปลี่ยนแปลง ($P > 0.20$) อย่างไรก็ตามโคตอนที่ได้รับอาหารเสริมในช่วงเช้า (07.30 น.) มีแนวโน้ม ($P < 0.20$) ที่จะทะเลเลี้ยงนานกว่า (102 นาที) โคตอนที่ได้รับอาหารเสริมในช่วงบ่าย (13.30 น.) (ตารางที่ 2.12) Sarker and Holmes (1974) พบว่า เมื่อเสริมอาหารชั้นเพิ่มขึ้นจาก 2 กิโลกรัม เป็น 8 กิโลกรัม ส่งผลให้แม่โคที่ปล่อยทะเลเลี้ยงในแปลงหญ้า perennial ryegrass ใช้เวลาในการทะเลเลี้ยงลดลง 1.5 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ 2.11
ปริมาณพืชอาหารสัตว์ที่กินได้และสมรรถภาพของ
โคตอนเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม

ลักษณะ	ทรีทเมนต์			การเปรียบเทียบ ความแตกต่าง เชิงตั้งฉาก
	ควบคุม (FO, แทะเล็ม อย่างเดียว)	เวลาที่ให้อาหารเสริม		
		เช้า (AM)	บ่าย (PM)	
น้ำหนักเริ่มต้น (กิโลกรัม)	295	297	282	ns
การเพิ่มน้ำหนัก (กิโลกรัมต่อวัน)	0.62	0.62	0.82	FO vs AM+PM [*]
พืชอาหารสัตว์ที่กินได้ (กิโลกรัม ต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม)	3.1	2.6	2.9	FO vs AM+PM [*] AM vs PM ⁺
พืชอาหารสัตว์ที่กินได้+ข้าวโพด (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม)	3.1	2.9	3.2	AM vs PM ⁺
พลังงานที่ย่อยได้ที่กินได้ (Mcal ต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม)	7.9	7.7	8.4	FO, AM vs PM ⁺ AM+PM [*]

หมายเหตุ ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ ; ⁺P<0.10; ^{*}P<0.05; ^{**}P<0.01

ที่มา : Adams (1985)

ตารางที่ 2.12
พฤติกรรมและค่าประมาณของการใช้พลังงานของ
โคตอนทีเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม

ลักษณะ	ทรีทเมนต์			การเปรียบเทียบ ความแตกต่าง เชิงตั้งฉาก
	ควบคุม (FO, แทะเล็ม อย่างเดียว)	เวลาที่ให้อาหารเสริม		
		เช้า (AM)	บ่าย (PM)	
แทะเล็ม (ชั่วโมง)	8.4	9.0	7.3	ns
เคี้ยวเคี้ยว (ชั่วโมง)	7.0	6.9	7.1	ns
ยืน (ชั่วโมง)	4.2	3.7	4.1	ns
นอน (ชั่วโมง)	10.5	10.3	11.3	ns
ระยะทางในการเดิน (กิโลเมตร)	3.9	4.6	4.2	FO vs AM+PM [*]
การใช้พลังงาน (Mcal ต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม)	1.05	1.14	1.00	ns

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ ; ^{*} P<0.05

ที่มา : Adams (1985)

Phillips and Hecheimi (1989) รายงานว่า แม่โคนมที่ปล่อยแทะเล็มแบบจำเจในแปลงหญ้าที่มีความสูง 8 เซนติเมตร และเสริมหญ้าหมักให้วันละ 2 ชั่วโมง ภายหลังรีดนม ไม่มีผลทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการแทะเล็มแตกต่างจากแม่โคในกลุ่มที่ไม่เสริม อย่างไรก็ตามเมื่อหญ้าในแปลงมีความสูงลดลง เหลือ 4 เซนติเมตร การเสริมหญ้าหมักจะทำให้ระยะเวลาในการแทะเล็มลดลง

ประมาณ 2 ชั่วโมงในขณะที่อัตราการกัดกินพืช (biting rate) จะไม่ได้รับอิทธิพลจากการเสริมอาหารทั้งในแปลงที่หญ้ามีความสูง 4 หรือ 8 เซนติเมตร โดยภาพรวมการเสริมหญ้าหมักทำให้จำนวนมือในการแตะล้มลดลงหนึ่งมือ แต่ไม่มีผลต่อความยาวของมือ (ตารางที่ 2.13) นั้นแสดงให้เห็นว่าการแตะล้มที่ลดลงถูกชดเชยโดยการกินอาหารเสริมนั่นเอง

ตารางที่ 2.13

อิทธิพลของการเสริมหญ้าหมักต่อพฤติกรรมการแตะล้มของแม่โคนม

	ความสูงของหญ้า			
	ต่ำ (4 ซม.)		สูง (8 ซม.)	
	-	+	-	+
ระยะเวลาในการแตะล้ม (นาที)	654 ^a	524 ^b	541 ^b	512 ^b
ระยะเวลาในการกินหญ้าหมัก (นาที)	-	44 ^a	-	20 ^b
จำนวนมือของการแตะล้ม	6.9 ^a	6.2 ^{ab}	7.1 ^a	6.0 ^b
ความยาวของมือ (นาที)	91	85	75	96
อัตราการกัดกินพืช (ครั้งต่อนาที)	68.0 ^a	66.8 ^a	64.4 ^b	64.6 ^b

^{Abc} ตัวอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

- = ไม่เสริมหญ้าหมัก; + = เสริมหญ้าหมัก

ที่มา : ดัดแปลงจาก Phillips and Hecheimi (1989)

จากข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการหาอาหาร เช่น เพิ่มหรือลดระยะเวลาในการแตะล้ม หรืออัตราการกัดกินพืชหรือขนาดของคำที่กัดเพื่อรักษาระดับปริมาณอาหารที่กินได้และการให้ผลผลิต

การประเมินการย่อยได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้องโดยเทคนิคถุงไนลอน

การศึกษากการย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ ของพืชอาหารสัตว์นั้นสามารถศึกษาได้โดยตรงจากการเก็บบันทึกน้ำหนักของอาหารที่สัตว์กินและน้ำหนักมูลที่ขับถ่ายออกมาแต่ละวัน (Total collection) เพื่อประเมินว่าอาหารที่สัตว์กินเข้าไปแล้วจะถูกย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ต่อสัตว์ได้เท่าไร การศึกษาวิธีนี้เป็นการศึกษาในระบบที่ใช้กับตัวสัตว์ (*in vivo*) ซึ่งจำเป็นต้องใช้อาหารทดลองจำนวนมาก ใช้เวลานานต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด จึงใช้แรงงานและเงินทุนมาก จากข้อจำกัดต่าง ๆ จึงได้มีการศึกษากการย่อยได้ โดยใช้ระบบนอกตัวสัตว์ (*in vitro*) ขึ้น โดยมีหลักการที่พยายามจะเลียนแบบสภาวะการย่อยให้เหมือนกับระบบการย่อยในสัตว์เคี้ยวเอื้องจริง ๆ โดยการนำเอาของเหลวในกระเพาะรูเมนจากสัตว์มาย่อยอาหารที่ทดสอบในหลอดแก้ว ตามด้วยการย่อยด้วยเอนไซม์เปปซิน (Rumen fluid pepsin digestion) วิธีนี้ยังมีปัจจัยที่ทำให้ค่าที่ได้มีความแปรปรวนอยู่มาก อีกวิธีการหนึ่งคือ วิธีการย่อยโดยใช้เอนไซม์เปปซิน-เซลลูเลส (Pepsin cellulase technique) ซึ่งทำได้ง่าย และสะดวก เป็นวิธีวิเคราะห์โดยใช้สารเคมีทั้งหมด ให้ค่าประมาณโดยตรงมากกว่า แต่ต้องใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างแพงกว่า

อีกเทคนิคหนึ่งที่สามารถศึกษากการย่อยได้ของอาหารในตัวสัตว์คือการใช้ถุงไนลอน (Nylon bag technique) โดยการใส่ถุงไนลอนบรรจุอาหารที่ใช้ทดสอบ สอดเข้าไปไว้ในกระเพาะรูเมนของสัตว์ที่เจาะกระเพาะและปล่อยให้ถูกย่อยอยู่ในกระเพาะรูเมนในระยะเวลาต่าง ๆ กัน จากนั้นจึงนำถุงออกมาล้าง อบแห้ง และประเมินการย่อยได้โดยมีกรรมวิธีที่เป็นมาตรฐานในแต่ละขั้นตอนของการทดสอบ เช่น การเตรียมอาหารบรรจุถุง การล้างถุง อบแห้ง เป็นต้น วิธีการนี้จัดเป็นการวิเคราะห์แบบ *in sacco* สามารถวัดได้ทั้งอัตราและปริมาณการย่อยสลายของอาหารในกระเพาะรูเมน โดยประเมินจากน้ำหนักของอาหารที่หายไปในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ นับว่าเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก เหมาะสำหรับการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถและลักษณะการย่อยสลายของอาหารในกระเพาะรูเมนวิธีหนึ่ง การที่จะทราบว่าโปรตีนในอาหารถูกหมักย่อยในรูเมนมากน้อยเพียงใด นิยมประเมินด้วยวิธีเทคนิคถุงไนลอน (Nylon Bag Technique) (Orskov et al., 1980)

การประเมินการย่อยได้ ด้วยวิธีเทคนิคถุงไนลอนตามวิธีของ Orskov et al.(1980) จะใช้ถุงไนลอน (ขนาดของรู 58 ไมครอน) มัดปากถุงด้วยเชือกไนลอน ผูกรวมกันเป็นพวงแล้วนำไปผูกที่ปลายโซ่ถ่วง ซึ่งมีสายยาวประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำไปสอดเข้าไปในกระเพาะรูเมนส่วนล่างของสัตว์ที่เจาะกระเพาะ (Rumen cannulated steers) และปล่อยให้ถุงไนลอนอยู่ในกระเพาะรูเมนเป็นเวลานาน 0, 6, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จึงนำถุงออกมาล้างด้วยน้ำประปาจนน้ำที่ล้างใส บีบน้ำออกจากถุงเบา ๆ แล้วนำเข้าอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท (48 ชั่วโมง) ชั่งน้ำหนักของถุงและอาหารที่เหลือคำนวณค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบ (Dry matter digestibility, DMD) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบที่ย่อยได้ (DMD)} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งที่หายไป} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งที่เริ่มต้น}}$$

ปริมาณการกินได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตของสัตว์แตกต่างกันประกอบไปด้วยปริมาณการกินได้และคุณค่าทางโภชนาของอาหารที่สัตว์กิน กล่าวคือถ้าสัตว์กินอาหารได้น้อยหรืออาหารที่กินมีคุณค่าทางโภชนาต่ำ สัตว์ก็จะให้ผลผลิตต่ำ ในทางตรงกันข้ามถ้าสัตว์กินอาหารได้มากและอาหารที่สัตว์กินมีคุณค่าทางโภชนาสูง สัตว์ก็จะให้ผลผลิตสูง

อัตราการไหลผ่านของสิ่งย่อย (Digesta) จาก เรติคูลู-รูเมน (Reticulo-rumen)

อัตราการไหลผ่านของสิ่งย่อยจากเรติคูลู-รูเมนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ อาทิ ส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร อัตราการย่อยสลายทางกายภาพ (การเคี้ยวและการเคี้ยวเอื้อง) และอัตราการย่อยสลายทางเคมี (microbial and enzymatic digestion) ความสามารถในการบีบรัดกล้ามเนื้อของกระเพาะและขนาดของเรติคูลู-โอม่าซัลโอริฟิซ (reticulo-omasal orifice)

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารประกอบด้วยส่วนที่ย่อยได้ง่าย เช่น คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (soluble carbohydrate) ในปริมาณมากสิ่งย่อยก็จะไหลผ่านได้เร็ว ในทางตรงกันข้ามถ้าอาหารประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรตประเภทที่เป็นโครงสร้าง (structural carbohydrate) ที่ย่อยได้ยากหรือประกอบด้วยเยื่อใยที่ย่อยได้ยากในปริมาณมาก อาหารจะถูกย่อยได้ช้าสิ่งย่อยก็จะไหลผ่านเรติคูลูโล-รูเมนได้ช้าด้วยอัตราการย่อยสลายทางกายภาพและทางเคมี ก็เป็นเช่นเดียวกันคือถ้าย่อยได้ช้าสิ่งย่อยก็จะไหลผ่านได้ช้า ถ้าย่อยสลายได้เร็วก็ไหลผ่านเร็ว ความสามารถในการบีบรัดกล้ามเนื้อของกระเพาะถ้ามีการบีบรัดที่รุนแรงและบ่อยครั้งสิ่งย่อยก็จะถูกผลักดันให้ผ่านเรติคูลูโล-โอม่าซั่มโอรีฟิทได้มาก ถ้าเรติคูลูโล-โอม่าซั่มโอรีฟิทมีขนาดใหญ่สิ่งย่อยก็จะไหลผ่านได้สะดวก การที่อาหารถูกเก็บกักอยู่ในเรติคูลูโล-รูเมนเรียกว่า retention of feed ซึ่งจะทำให้โอกาสในการหมักของอาหารโดยจุลินทรีย์มีมากขึ้น โดยทั่วไป 60 เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter) จะถูกย่อยภายในเรติคูลูโล-รูเมนระยะเวลาที่อาหารถูกเก็บกัก (retention time) ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่กิน (ถ้าสัตว์กินอาหารได้มากระยะเวลาที่อาหารถูกเก็บกักจะลดลง) ลักษณะทางกายภาพของอาหารหยาบ (ถ้าอาหารหยาบเป็นเส้นยาวระยะเวลาที่อาหารถูกเก็บกักจะเพิ่มขึ้น) สัดส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้น (ถ้าสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นมากระยะเวลาที่อาหารถูกเก็บกักจะเพิ่มขึ้น) ส่วนประกอบของเยื่อใยและลักษณะทางกายภาพของเยื่อใย (ถ้าอาหารมีเยื่อใยมากและเป็นเยื่อใยที่ย่อยได้ยากระยะเวลาที่อาหารถูกเก็บกักจะเพิ่มขึ้น) (Dado and Allen, 1995)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนไหลของอนุภาคอาหาร (feed particles) จากเรติคูลูโล-รูเมนประกอบด้วยขนาดของอนุภาคอาหาร (ถ้ามีขนาดเล็กจะไหลผ่านได้เร็ว) ความหนาแน่นของอนุภาคอาหาร (ถ้ามีความหนาแน่นสูง จะไหลผ่านได้เร็ว) อัตราการลดขนาดของอนุภาคอาหาร (ถ้าลดได้ช้าก็ไหลผ่านได้ช้า) ส่วนประกอบของผนังเซลล์ในอาหาร (ถ้ามีมากจะไหลผ่านได้ช้า) hydration time (ถ้าเร็วจะทำให้ไหลผ่านได้เร็ว) ความเป็นกรด-เบส (pH) (ถ้าความเป็นกรด-เบสต่ำจะไหลผ่านได้ช้าเนื่องจากย่อยได้ช้า) ความแรงและประสิทธิภาพการบีบตัวของรูเมน (rumen) และอะโบมาซั่ม (abomasum) (ถ้าแรงและถี่จะไหลผ่านได้เร็ว) อาหารที่ไม่ถูกย่อย (undigested feed) จะไหลผ่านเรติคูลูโล-โอม่าซั่มโอรีฟิทได้ เมื่อถูกย่อยจนมีขนาดเล็กกว่า 2.0 มิลลิเมตร แต่อัตราการไหลผ่านจะขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่ไหลผ่าน กับการบีบตัวของกระเพาะแต่ครั้งมากกว่าขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคของอาหาร (feed particle size) (Dado and Allen, 1995)