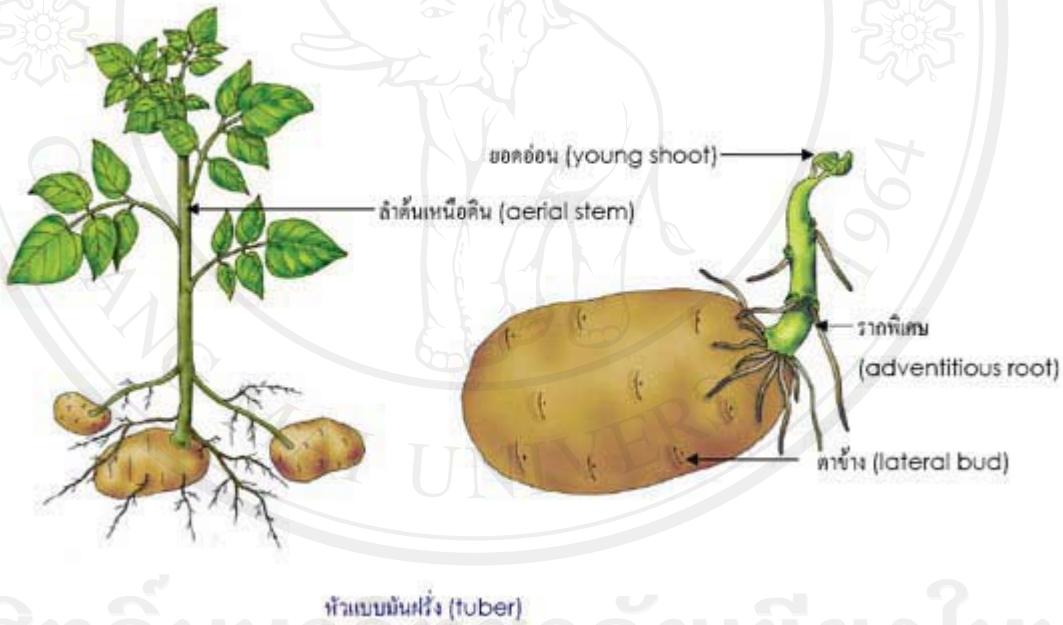
บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันฝรั่ง

มันฝรั่ง เป็นพืชล้มลุกที่ลงหัว กิ่งก้านมันฝรั่งมีลักษณะกลมหรือสามแหลี่ยม ส่วนลำต้นที่อยู่ใกล้ดินเป็นทรงกลมแต่ไม่กลวง การออกดอกขึ้นอยู่กับพันธุ์ และสภาพดินฟ้าอากาศ ในแหล่งที่ปลูกเมื่อออกแล้วไม่จำเป็นต้องมีผลหรือเมล็ดเสมอไป (บัณฑูรย์ และนาตยา, 2546)



ภาพ 2.1 ลักษณะต้นและหัวมันฝรั่ง (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพรรณพืช, 2552)

2.1.1 การปลูกมันฝรั่งในประเทศไทย

มันฝรั่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในภาคเหนือให้ผลตอบแทนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่นๆ แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่และตาก ซึ่งมีผลผลิตรวมกันประมาณร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งหมดนอกจากนี้ ยังมีการผลิตมันฝรั่งในจังหวัดลำพูน เชียงราย สกลนคร และเลย (ภาพ 2.2) การปลูกมันฝรั่งในประเทศไทยมี 2 ประเภทคือ มันฝรั่งสำหรับบริโภคสด และมันฝรั่งแปรรูปส่งโรงงาน

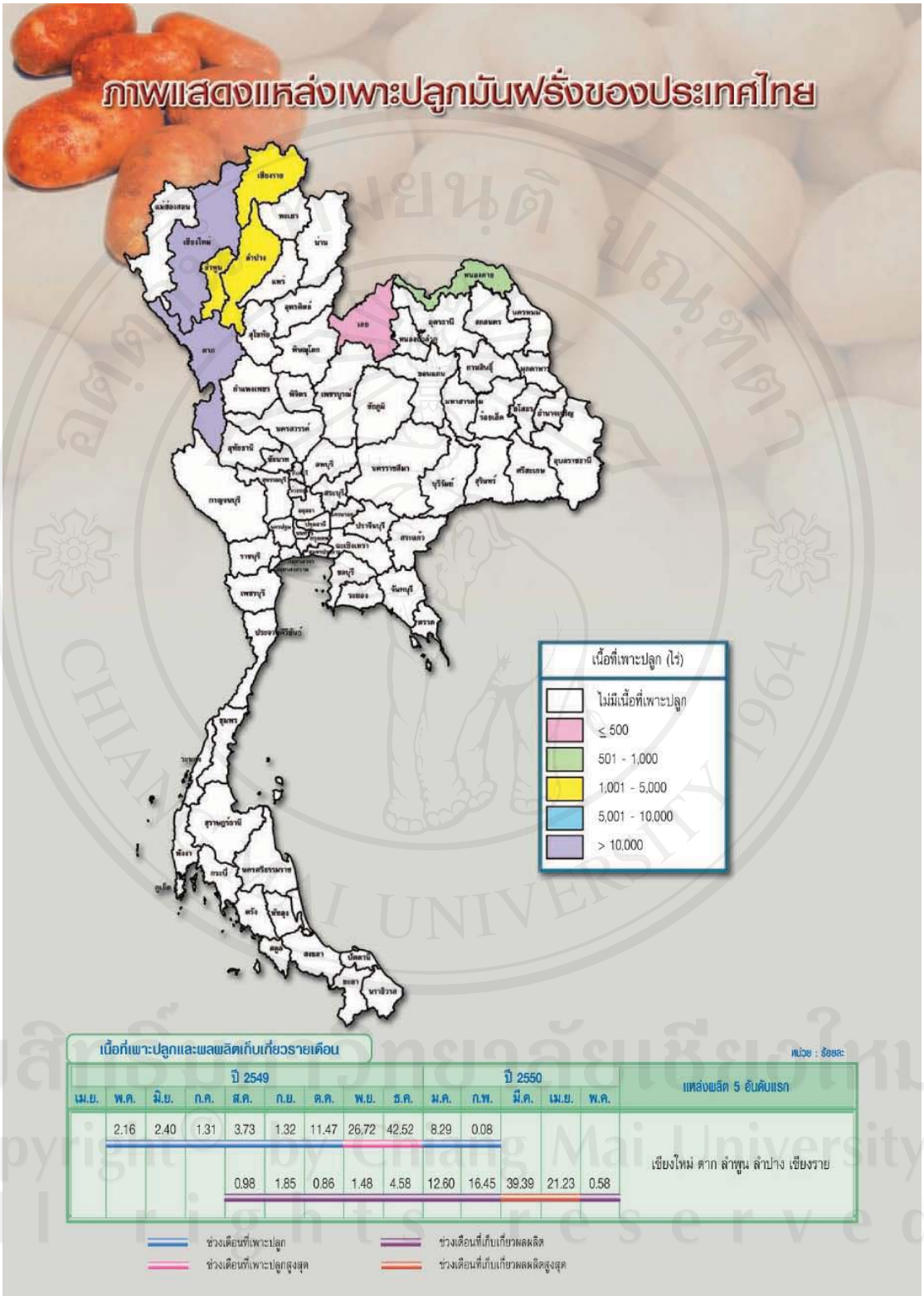
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การปลูกมันฝรั่งในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ช่วง ดังนี้ ช่วงฤดูหนาว เป็นฤดูปลูกมันฝรั่งตามปกติ ปลูกในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน เก็บเกี่ยวในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ฤดูนี้เกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้หัวพันธุ์จากต่างประเทศ พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นที่ลุ่มบางแห่งปลูกในนาข้าวหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวนาปีเสร็จแล้ว ช่วงฤดูฝน เป็นการปลูกนอกฤดูบนที่ราบบนเขาในอำเภอฝางและเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่บริเวณที่ปลูกมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเหมาะกับการเจริญเติบโต ต ของนฝรั่ง การปลูกในฤดูฝนบนเขาสามารถปลูกได้ 2 รุ่นคือ รุ่นแรกปลูกในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และเก็บเกี่ยวประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม รุ่นสองปลูกในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม และเก็บเกี่ยวประมาณเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2551)

พันธุ์มันฝรั่งที่มีการปลูกมากในปัจจุบันมี 3 พันธุ์คือ พันธุ์สปุนต้า (Spunta) เป็นพันธุ์สำหรับบริโภคสด พันธุ์เคนนีเบค (Kennebec) เป็นพันธุ์สำหรับทำมันทอดแผ่นบาง (Potato Chip) พันธุ์แอตแลนติค (Atlantic) เป็นพันธุ์สำหรับการแปรรูปเช่นเดียวกับพันธุ์เคนนีเบค (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2551)

ปัจจุบันคนไทยนิยมบริโภคอาหาร แบบตะวันตกเพิ่มมากขึ้นทั้งอาหารประเภทเร่งด่วนและอาหารว่างประเภทขบเคี้ยว ดังนั้นมันฝรั่งซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารดังกล่าว เพิ่มปริมาณความต้องการบริโภคขึ้นอย่างรวดเร็วในสังคมไทย (ตาราง 2.2) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรงงานอุตสาหกรรมการแปรรูปมันฝรั่งทอดแผ่นบางได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว และมีความต้องการมันฝรั่งเพื่อเป็นวัตถุดิบประมาณปีละ 124,100 ตัน (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.2 แหล่งเพาะปลูกมันฝรั่งของประเทศไทย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มา : ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2551)

ตาราง 2.1 การผลิตมันฝรั่งในประเทศไทย

รายการ	2548	2549	2550
1. จำนวนครัวเรือน (ครัวเรือน)	11,412	11,988	14,192
2. เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	47,494	48,982	50,601
- พันธุ์บริโภค	4,427	4,471	4,638
- พันธุ์โรงงาน	43,067	44,511	45,963
3. ผลผลิต (ตัน)	113,881	118,569	125,703
- พันธุ์บริโภค	11,759	10,618	12,479
- พันธุ์โรงงาน	102,122	107,951	113,224
4. ผลผลิตต่อไร (กก.)	2,398	2,421	2,484
- พันธุ์บริโภค	2,656	2,375	2,691
- พันธุ์โรงงาน	2,371	2,425	2,463

ที่มา : ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2551)

ตาราง 2.2 การส่งออกมันฝรั่งในประเทศไทย

รายการ	2548	2549	2550
1. การค้าของโลก (ล้านตัน)	9.10	9.49	10.40
2. ส่วนแบ่งตลาดโลก (%)	0.02	0.01	0.06
3. ใช้ในประเทศ (ตัน)	181,465	183,616	178,544
4. นำเข้า			
ปริมาณ (ตัน)	69,497	65,603	58,389
มูลค่า (ล้านบาท)	1,653	1,437	1,636
5. ส่งออก			
ปริมาณ (ตัน)	1,913	555	3,548
มูลค่า (ล้านบาท)	51.24	49.67	99.04
6. ราคาส่งออก (บาท/กก.)	26.78	89.41	27.91
7. คู่ค้าที่สำคัญ	ญี่ปุ่น สิงคโปร ไต้หวัน เกาหลี		
8. คู่แข่งที่สำคัญ	จีน		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มา : ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2551)

2.1.2 สารพิษในมันฝรั่ง

สารพิษที่พบในมันฝรั่งจะอยู่ในกลุ่มของ ไกลโคอัลคาลอยด์ ส่วนใหญ่จะพบในส่วนที่เป็นสีเขียว และตาที่กำลังงอกของมันฝรั่ง ถ้าได้รับสะสมในปริมาณมากในร่างกายจะทำให้เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อเซลล์ประสาท (Lachman *et al.*, 2001)

2.1.3 การใช้เศษมันฝรั่งเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Chris *et al.* (1985) ได้ทำการศึกษาโดยการนำเศษมันฝรั่งเหลวนำมาผสมเป็นอาหารผสมครบสูตรให้โครีดนมกิน โดยใช้ในอัตราส่วน 0, 10, 15 และ 20% พบว่าปริมาณผลผลิตของน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม ระยะการให้นม และปริมาณอาหารที่กินไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ในโคที่ได้รับการนำเศษมันฝรั่งที่เหลวนำมาผสม 20% พบว่ามีปริมาณไขมันนมลดลง มีผล มาจากเกิดการลดลงของกรดไขมันระเหยได้ และผลกระทบจากอัตราส่วนของ acetate ต่อ propionate ในส่วนของค่าการย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ได้ของไนโตรเจน เศษมันฝรั่งที่เหลวไม่มีผลต่อการย่อยได้ของโปรตีนและวัตถุแห้ง แต่ในระดับที่เสริมเศษมันฝรั่งที่เหลว 20% ทำให้ค่าการย่อยได้ของเยื่อใยลดลง ปริมาณแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน ปริมาณของ acetate อัตราส่วนของ acetate ต่อ propionate และปริมาณของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด อยู่ในระดับต่ำ และมี pH ที่สูงขึ้น

Dickey *et al.* (1970) ได้ทำการศึกษาโดยการใช้เศษมันฝรั่งผงเปรียบเทียบกับเศษมันฝรั่งเหลวแล้วนำมาอบแห้งนำมาเป็นอาหารโคนม พบว่าในส่วนของเศษมันฝรั่งผงมีค่าความชื้น 8.6%, โปรตีน 7.4%, ไขมัน 4.9%, เยื่อไย 4.6%, เถ้า 16.0% และอินทรียวัตถุ 58.5% และเมื่อนำส่วนของเถ้ามาวิเคราะห์ พบว่ามี แคลเซียม 11%, โพแทสเซียม 1.54%, ฟอสเฟต 0.487% และที่เหลืออีกเล็กน้อยเป็นแร่ธาตุชนิดอื่น ในส่วนของการย่อยได้ของโปรตีนมีค่าเท่ากับ 0% ในโคสาว และ 7.3% ในแกะ ในส่วนของค่าการย่อยได้ทั้งหมดเท่ากับ 52.5-53.9% และค่าของพลังงานเท่ากับ 2.0-2.3 Mcal/kg และเมื่อนำมาผสมลงในสูตรอาหารพบว่าในส่วนของเศษมันฝรั่งผง ให้สมรรถนะการผลิตที่สูงถึง 22% และมีการกินได้ที่ใกล้เคียงกับเศษมันฝรั่งที่เหลว ในด้านของปริมาณน้ำนม องค์ประกอบของน้ำนม และอัตราการเพิ่มของน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน

Okine *et al.* (2005) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้เศษมันฝรั่งเหลวโดยการเก็บตัวอย่างสดทดสอบกับแบคทีเรียที่เพาะเอง 2 ชนิด *lactobacillus rhamnosus* (L), *Rhizopus oryzae* (R) และใช้แบคทีเรียทั้งสองชนิดรวมกัน (L+R) พบว่า แบคทีเรียชนิด R จะมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(P<0.05) เมื่อระดับของ pH ต่ำกว่า 3.5 ภายหลังจากการเก็บตัวอย่างสด 50 วัน มีการเพิ่มของกรดแลคติกในทุกกลุ่ม แต่จะต่ำกว่า (P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มที่มีแบคทีเรียชนิด R กับกลุ่มควบคุม starch และ pectin จะลดลงเมื่อระดับของน้ำตาลเพิ่มขึ้นหลังจากการเก็บเป็นเวลานาน มีปริมาณการกินได้ของวัตถุแห้งที่สูงกว่า (P<0.05) เมื่อเปรียบเทียบในกลุ่มที่มีแบคทีเรียชนิด L กับกลุ่มควบคุม การเสริมแบคทีเรียไม่มีผลต่อการย่อยได้ของเศษมันฝรั่งเหลว (P>0.05)

2.2 การย่อยอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

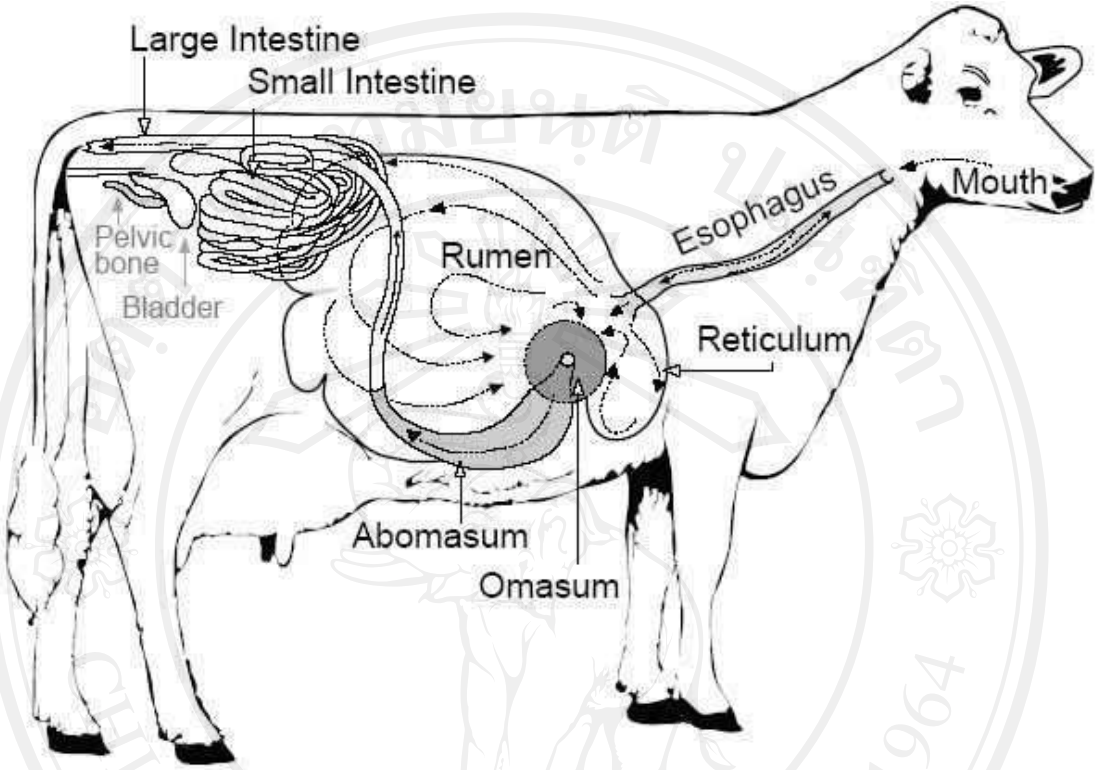
การย่อยอาหาร (digestion) หมายถึงขบวนการที่ทำให้อาหารมีขนาดเล็กลงจนพอดีที่ร่างกายจะสามารถดูดซึมได้ (absorb) และนำไปใช้ประโยชน์ได้ (utilize) การย่อยอาหารในโคโดยส่วนใหญ่เกิดขึ้นในทางเดินอาหารแสดงในภาพ 2.3 โดยที่อาหารแต่ละชนิดมีการย่อยได้ในทางเดินอาหารแต่ละส่วนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการย่อยได้ของทางเดินอาหารในแต่ละส่วนนั้น เช่น อาหารที่มีส่วนประกอบของเยื่อใยสูงไม่สามารถถูกย่อยได้ที่กระเพาะแท้ (abomasum) และลำไส้เล็ก แต่จะถูกย่อยสลายในกระเพาะหมัก (rumen) ไส้ติ่ง (caecum) และลำไส้ใหญ่ (colon) โดยอาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์

2.3 การย่อยอาหารภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

อาหารแต่ละชนิดนั้นมีการย่อยได้ในทางเดินอาหารแต่ละส่วนไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำย่อยที่สัตว์ขับออกมา ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ และธรรมชาติของอาหารนั้นๆ เช่น อาหารที่มีเยื่อใยสูงไม่สามารถย่อยได้ที่กระเพาะแท้และลำไส้เล็ก เพราะเอนไซม์จากตัวสัตว์ไม่สามารถย่อยเยื่อใยได้ แต่จะสามารถย่อยได้บ้างที่กระเพาะรูเมน ไส้ติ่ง และลำไส้ใหญ่โดยอาศัยเอนไซม์จากจุลินทรีย์เกิดผลผลิตคือ

1. กรดไขมันระเหยได้ (short chain fatty acid, SCFA หรือ volatile fatty acid, VFA
2. โปรตีนจากจุลินทรีย์ (microbial protein)
3. ก๊าซมีเทน และ คาร์บอนไดออกไซด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.3 ทางเดินอาหารของโคนม

ที่มา : Wattiaux and Howard (no date)

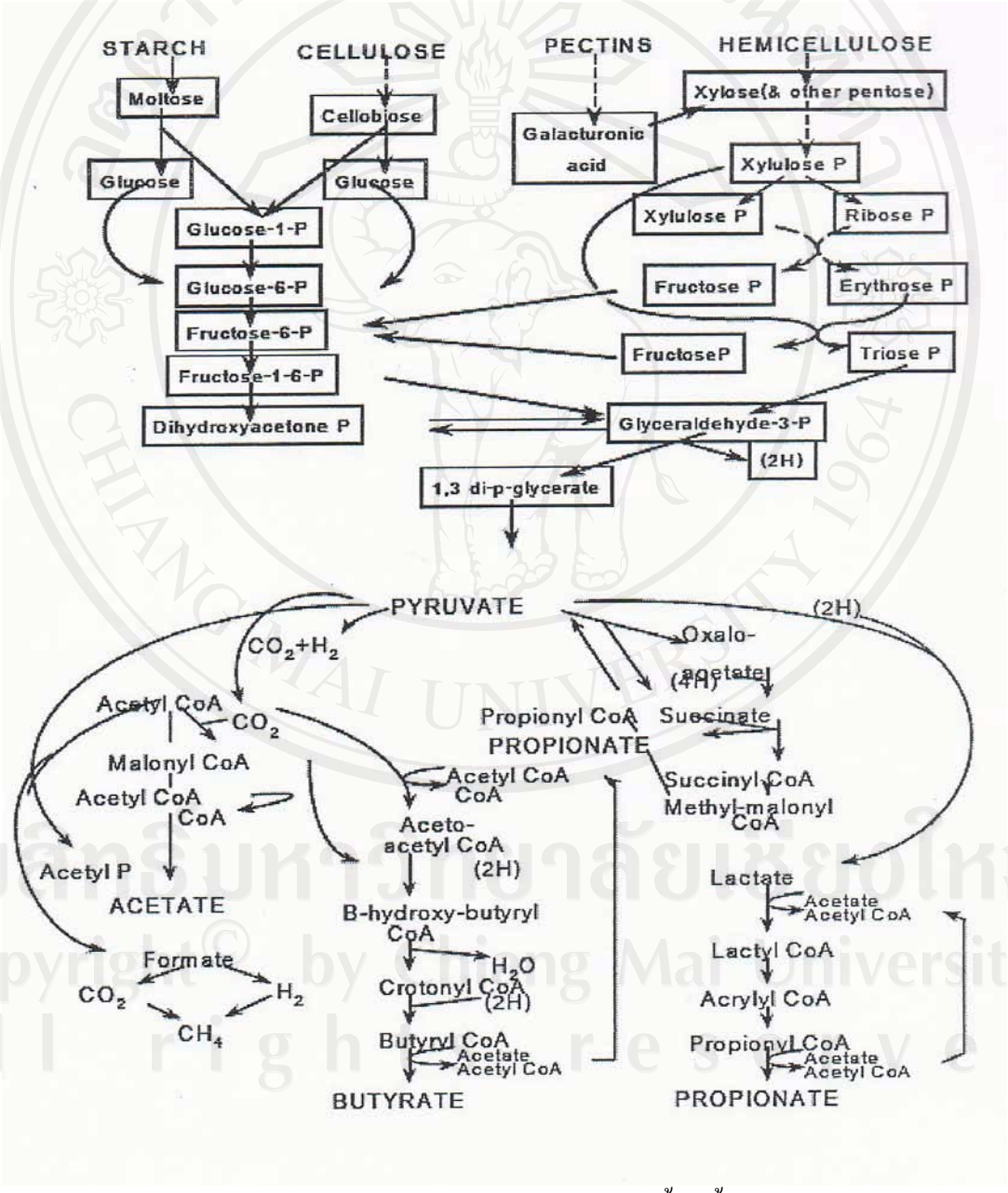
2.4 การย่อยคาร์โบไฮเดรตภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การย่อยอาหารที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักเกิดจากเอนไซม์ที่ผลิต โดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะส่วนนี้เท่านั้น เนื่องจากกระเพาะหมักในโคนั้นไม่มีการผลิตเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยอาหารแต่อย่างใด ขบวนการย่อยและเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตในกระเพาะหมักแบ่งได้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การย่อย Polysaccharide ให้เป็น Monosaccharide
2. การเปลี่ยน Monosaccharide ให้เป็น Pyruvate
3. การเปลี่ยนไพรูเวท (pyruvate) ให้เป็นกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid)
4. การสังเคราะห์มีเทน (methane, CH_4)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การย่อยแป้งในกระเพาะหมักเกิดขึ้นโดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ เช่น พวกแบคทีเรีย และโปรโตซัว ได้ผลผลิตคือน้ำตาล (glucose) ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที จึงพบน้ำตาลพวกนี้เป็นจำนวนน้อยในกระเพาะหมัก ผลจากการเมตาบอลิซึมน้ำตาล จุลินทรีย์จะให้ผลผลิตเป็นกรดไขมันระเหยได้ คาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทน ส่วนความเข้มข้นและสัดส่วนของกรดไขมันระเหยได้ที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและระยะเวลาในการกินอาหารของโค (ภาพ 2.4)



ภาพ 2.4 การย่อยคาร์โบไฮเดรทภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Preston and Leng, 1987)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยคาร์โบไฮเดรตภายในกระเพาะรูเมน

1. ชนิดและส่วนประกอบของธัญพืชในอาหารข้นที่โคได้รับ
2. อายุความแก่อ่อนของแป้งในธัญพืช
3. อัตราส่วนของธัญพืชในอาหารข้นที่โคได้รับ
4. ปริมาณอาหารข้นที่โคได้รับที่มีผลต่ออัตราการไหลผ่าน (rate of passage)
5. กรรมวิธีในการแปรรูปอาหาร วัตถุดิบหรือธัญพืชที่นำมาใช้ในการเลี้ยงโค

2.5 การย่อยสลายโปรตีนภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การสลายตัวของโปรตีน แบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ

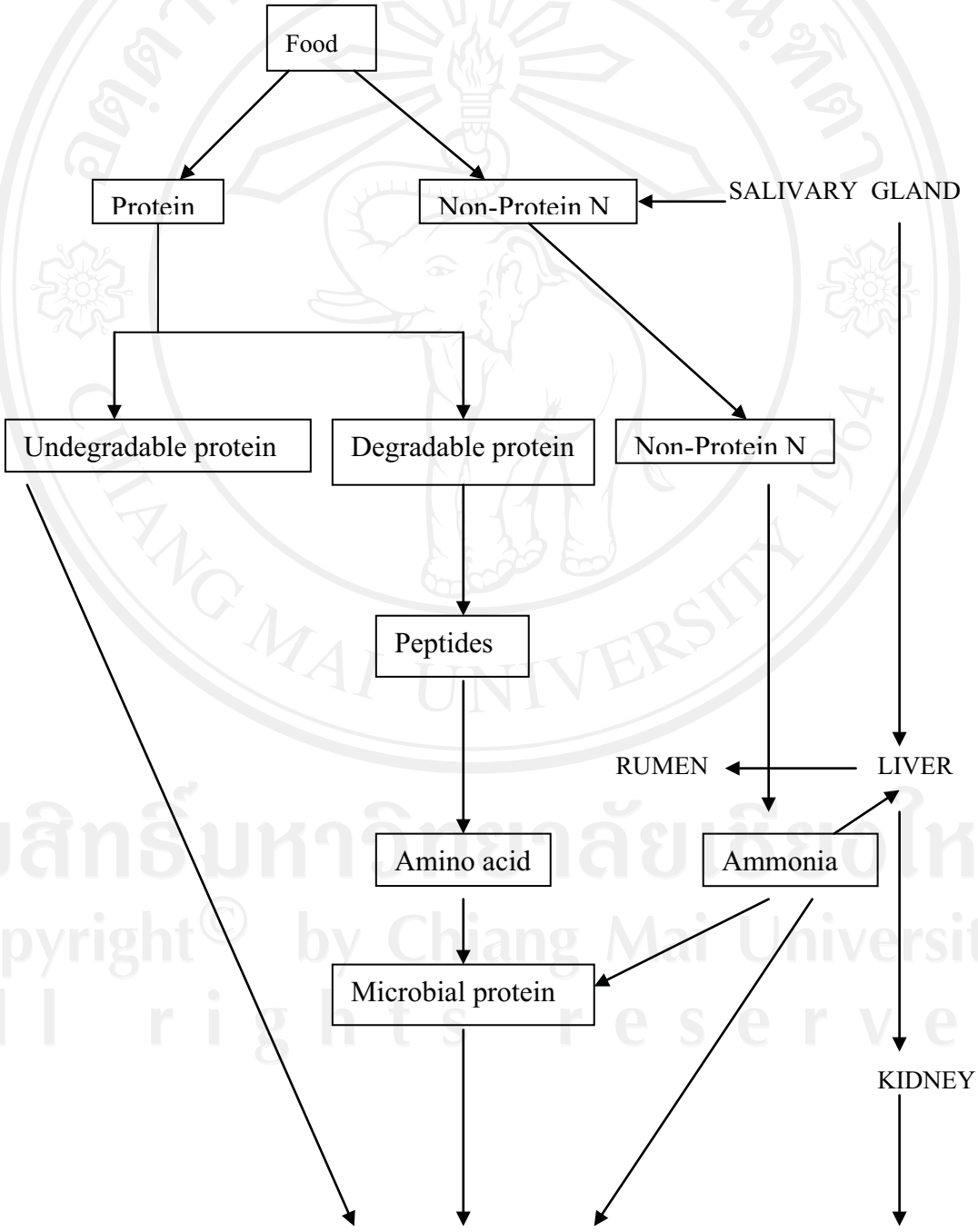
- ขบวนการ Proteolysis ทำการแยกรอยต่อของโครงสร้างโปรตีนด้วยวิธี hydrolysis ตรง peptide bond ทำให้ได้ peptide และกรดอะมิโนบางส่วนออกมา

- ขบวนการสลายตัวของกรดอะมิโน โดยขบวนการ deamination และผลิตกรดอินทรีย์และแอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งถูกนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป (เทอดชัย, 2542)

การย่อยสลายโปรตีนในกระเพาะหมัก คือ อาหารประเภทโปรตีนประกอบไปด้วยโปรตีนแท้ (true protein) และไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) โปรตีนแท้บางส่วนจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก เรียกโปรตีนเหล่านี้ว่า rumen degradable protein (RDP) ซึ่งจะถูกย่อยเป็นเปปไทด์และกรดอะมิโน แต่กรดอะมิโนบางชนิดบางส่วนจะถูกย่อยต่อไปเป็นกรดอินทรีย์ แอมโมเนีย และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยแอมโมเนียที่เกิดขึ้น เปปไทด์ขนาดเล็ก และกรดอะมิโนอิสระจะถูกจุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์สังเคราะห์เป็นโปรตีนจุลินทรีย์ (microbial protein) และโปรตีนบางส่วนที่ทนทานต่อการย่อยจากจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักทำให้ไม่ถูกย่อยและเคลื่อนที่ผ่านไปยังกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก เรียกโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยเหล่านี้ว่า rumen undegradable protein (RUP) ส่วนไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (NPN) เมื่อเข้าไปในกระเพาะหมักจะแตกตัวเป็นแอมโมเนีย ซึ่งจะถูกจุลินทรีย์นำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนจุลินทรีย์ ซึ่งระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะหมักสามารถวัดได้โดยวิธี Conway method (Voigt and Steger, 1967) หรือโดยวิธีการกลั่น และระดับแอมโมเนียไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์จะอยู่ในช่วง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3-8 mg/100ml (Satter and Roffler, 1975) เมื่อเซลล์ของจุลินทรีย์และโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะหมักเคลื่อนที่ไปยังกระเพาะแท้และลำไส้เล็กจะถูกเอนไซม์ในทางเดินอาหารย่อย และดูดซึมไปใช้ประโยชน์ต่อไป (McDonald *et al*., 1995) (ภาพ 2.5)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Digested in small intestine Excreted in urine

ภาพ 2.5 ขบวนการย่อยโปรตีนในกระเพาะรูเมน
ที่มา : ดัดแปลงจาก McDonald *et al.* (1995)

กิจกรรมของจุลินทรีย์นั้นจะแตกต่างกันออกไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม pH ภายในกระเพาะหมักอาจมีอิทธิพลมากกว่าโดย pH ที่เหมาะสมต่อการเข้าสลายโปรตีนของจุลินทรีย์อยู่ระหว่าง 6-7 ซึ่งสามารถวัดได้โดยการเก็บของเหลวจากกระเพาะหมัก (rumen fluid) ในส่วนล่างของกระเพาะ (ventral sac) มาวัดค่า pH (ด้วยเครื่องวัดแบบ pH scan BNC^{TM} ซึ่งมีค่าความถูกต้อง $\pm$0.1) และกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนของจุลินทรีย์ถูกสังเคราะห์จากแอมโมเนีย ส่วนอีก 20 เปอร์เซนต์ ใช้กรดอะมิโนโดยตรง ประมาณ 59 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนจากอาหาร จะถูกสลายในกระเพาะหมัก ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกย่อย 29 เปอร์เซ็นต์จะถูกนำไปใช้ในรูปของกรดอะมิโน อีก 71 เปอร์เซ็นต์ จะถูกเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนีย อย่างไรก็ตามเรื่องนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะธรรมชาติของอาหารโปรตีนแต่ละชนิด (เมธา, 2533)

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายโปรตีนภายในกระเพาะรูเมน

1. ความสามารถในการในการสลายโปรตีน (protein solubility) โดยโปรตีนที่สลายได้มากมีโอกาสที่จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักได้มาก

2. วิธีการให้อาหารเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการย่อยสลายของโปรตีนในกระเพาะหมัก ถ้าโคได้รับอาหารในปริมาณที่มากระยะเวลาที่อาหารอยู่ในกระเพาหมัก (retention time) ก็จะลดลงมีผลทำให้อาหารเคลื่อนที่ไปยังทางเดินอาหารส่วนอื่นๆ (rate of passage) เร็วขึ้น จุลินทรีย์มีโอกาสสลายโปรตีนได้ลดลงทำให้โปรตีนรอดพ้นจากการย่อยสลายจากจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ขนาดของชิ้นอาหารก็มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่อาหารจะคงอยู่ในกระเพาะหมักโดยอาหารที่มีขนาดใหญ่หรืออาหารที่ไม่ได้สับให้เล็กจะมีระยะเวลาที่อาหารจะคงอยู่ในกระเพาะหมักมากกว่าอาหารที่มีขนาดเล็ก

3. ปัจจัยจากตัวสัตว์ สำหรับสัตว์ชนิดต่างๆ กัน เช่น โค และแกะ โดยโคนมจะมีค่า retention time สูงกว่าแกะ (1.73-3.7 วัน กับ 0.8-2.2 วัน) เมื่อมี retention time สูง โอกาสที่โคจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เคี้ยวเอื้องก็มีสูงกว่าแกะ และทำให้ชิ้นอาหารมีขนาดเล็กกว่าจึงเป็นการเพิ่มโอกาสที่จุลินทรีย์จะเข้าทำการย่อยสลายอาหารได้มากขึ้นด้วย (เทอดชัย, 2542)

2.6 ความเป็นกรด-ด่างภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมน (rumen pH) จะแปรปรวนไปตามชนิดของอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปและเวลาที่ทำการวัด เมื่อสัตว์กินอาหารประเภทแป้งเข้าไปในกระเพาะรูเมนจะถูกเอนไซม์จากจุลินทรีย์ย่อย ผลที่ได้จากการย่อยคาร์โบไฮเดรตโดยจุลินทรีย์จะเป็นกรดไขมันระเหยได้ (volatile fatty acid) ส่วนหนึ่งของกรดไขมันระเหยได้จะถูกจุลินทรีย์นำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการดำรงชีวิต และเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแป้งกับคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้างของพืช (เยื่อใย) พบว่าแป้งถูกย่อยสลายได้เร็วกว่าให้สัดส่วนของ propionic acid และ/หรือ butyric acid สูงกว่า และทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะรูเมนลดต่ำลง เนื่องจากในกระบวนการย่อยแป้งนั้นจะเกิด lactic acid เป็นจำนวนมากและจะถูกเปลี่ยนไปเป็น propionic acid ต่อไป (เทอดชัย, 2535 ; เทอดชัย, 2542) กรดที่เกิดจากกระบวนการหมักย่อยตามทฤษฎีแล้วสามารถทำให้ความเป็นกรด -ด่าง ในกระเพาะรูเมนต่ำลงเหลือ 2.5-3.0 ได้แต่ในสภาพปกติความเป็นกรด -ด่าง ในกระเพาะรูเมนจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.5-6.5 เนื่องจากฟอสเฟต (phosphate) และไบคาร์บอเนต (bicarbonate) ในน้ำลายทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ (buffer) รักษาสภาพความเป็นกรด -ด่างไว้ ประกอบกับการดูดซึมกรดอย่างรวดเร็วทำให้รักษาสภาพความเป็นกรด -ด่างไว้ได้ (McDonald *et al*., 1995) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะรูเมนสามารถบ่งบอกถึงการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรตได้ โดยถ้าหากความเป็นกรด -ด่างลดลงแสดงว่ามีการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตเกิดขึ้น ถ้าหากลดลงอย่างรวดเร็วแสดงว่าอาหารนั้นมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายนั้นหมายถึงมีพลังงานจำนวนมากในกระเพาะรูเมน ในทางตรงกันข้ามถ้าความเป็นกรด -ด่าง (pH) ไม่ลดลงแสดงว่าคาร์โบไฮเดรตในอาหารนั้นย่อยสลายได้ยาก (เทอดชัย, 2535 ; เทอดชัย, 2542)

2.7 แอมโมเนียไนโตรเจนภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

แอมโมเนียไนโตรเจนในกระเพาะรูเมน (ruminal ammonia - nitrogen) เป็นสารตัวกลางระหว่างการย่อยโปรตีนโดยจุลินทรีย์และการสังเคราะห์โปรตีน ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนนั้นสามารถบ่งบอกถึงการย่อยสลายของโปรตีนจากอาหารในกระเพาะรูเมนได้ โดยถ้าหากระดับแอมโมเนียในกระเพาะหมักต่ำอาจแสดงว่าอาหารนั้นมีโปรตีนต่ำ หรือโปรตีนย่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ยอยได้ต่ำ หรือโปรตีนสามารถทนทานต่อการย่อยสลาย มีผลทำให้การเจริญเติบโต หรือการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ต่ำลง ในทางตรงกันข้ามหากในอาหารมีโปรตีนมากเกินไป หรือมีการย่อยได้ของโปรตีนมากเกินกว่าการสังเคราะห์โปรตีน จะเกิดการสะสมแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน และมากเกินกว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์โปรตีน แอมโมเนียจะถูกดูดซึมผ่านกระแสเลือดไปยังตับและเปลี่ยนเป็นยูเรีย แต่ยูเรียส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะ และโปรตีนที่จุลินทรีย์ สังเคราะห์ได้นั้นเป็นโปรตีนที่สังเคราะห์มาจากแอมโมเนีย 40-70 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นใช้ไนโตรเจนจากแหล่งอื่นคือ เปปไทด์ และกรดอะมิโน ในการสังเคราะห์โปรตีน (เทอดชัย, 2542 ; McDonald *et al*., 1995)

ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เพียงพอสำหรับการสังเคราะห์โปรตีนไม่ควรต่ำกว่า 5 mg/100 ml การเพิ่มระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียไม่มีผลทำให้จุลินทรีย์มีการสังเคราะห์โปรตีนเพิ่มขึ้น ปกติความเข้มข้นของแอมโมเนียจะมีค่าสูงสุดหลังจากสัตว์กินอาหาร 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะลดต่ำลง การรักษาระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียให้อยู่ในช่วง 3-8 mg/100 ml ให้นานจะทำให้มีการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ (Satter and Slyter, 1974)

2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นกรด -ด่าง และแอมโมเนียไนโตรเจนภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ปริมาณโปรตีนจากจุลินทรีย์ที่เข้าไปยังลำไส้เล็กนั้นจะขึ้นอยู่กับการสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ (microbial protein synthesis) โดยมีปัจจัยที่สำคัญคือ แหล่งอาหารพลังงานและไนโตรเจน โดยถ้ามีแหล่งของพลังงานและไนโตรเจนเพียงพอและเหมาะสมแล้ว การสังเคราะห์โปรตีนของจุลินทรีย์ก็จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (เทอดชัย, 2542)

ดังนั้น การวัดความเป็นกรด -ด่าง ในกระเพาะรูเมน (ruminal pH) ซึ่งบ่งบอกถึงลักษณะการย่อยสลายแหล่งพลังงาน คือ คาร์โบไฮเดรต และการวัดความเข้มข้นของแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนซึ่งบ่งบอกถึงลักษณะการย่อยสลายโปรตีน ที่ชั่วโมงต่างๆ หลังจากสัตว์กินอาหารที่จะทำให้ทราบถึงอาหารนั้นมีความเหมาะสมต่อการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์มากน้อยเพียงใด โดยถ้าการย่อยสลายทั้งคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนเกิดขึ้นอย่างสอดคล้องกัน ทำให้สันนิษฐานได้ว่าจะเกิดการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลิทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved