การเพิ่มผลผลิตโคเนื้อโดยใช้แหล่งอาหารในท้องถิ่น

คู่มือองค์ความรู้
การเพิ่มผลผลิตโคเนื้อโดยใช้แหล่งอาหารในท้องถิ่น

โดย

นายกัมปนาจ เภสัชชา

คณะเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม

ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย
โครงการจัดการความรู้การวิจัยเพื่อการใช้ประโยชน์
จาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ 2561

คำนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงโคเนื้อได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะนอกจากการปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ยังเป็นอีกอาชีพหนึ่งที่สามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกรทั้งเป็นรายได้หลักและรายได้เสริม แต่การเลี้ยงโคเนื้อมักประสบปัญหาด้านการขาดแคลนแหล่งอาหารหยาบคุณภาพดีในฤดูแล้ง สัตว์ได้รับโภชนะไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และปัญหาด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งราคาปรับเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยต้นทุนทางด้านอาหารคิดเป็นร้อยละ 60 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด

คณะผู้จัดทำได้ทำคู่มือ เรื่อง **“การเพิ่มผลผลิตโคเนื้อโดยใช้แหล่งอาหารในท้องถิ่น”** โดยรวบรวมเนื้อหางานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้อาหารในท้องถิ่นที่มีประสิทธิภาพและมีศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตโคเนื้อ ลดต้นทุนการผลิตทางด้านอาหารสัตว์ สร้างอาชีพและรายได้อย่างยั่งยืน คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรทุกท่าน หรือผู้ที่สนใจในอาชีพการเลี้ยงโคเนื้อ และขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริม และสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2561

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 อาหารสำหรับโคเนื้อ	1
บทที่ 2 การปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าว ด้วยสารละลายผสมของยูเรีย (2%) และปูนขาว (2%) (urea-lime treated rice straw)	9
บทที่ 3 พืชอาหารหมัก (silage)	14
- กระถินหมัก (*Leucaena leucocephala* silage)	17
- ใบมันมันสำปะหลังหมัก (Cassava top silage)	20
บทที่ 4 การผลิตอาหารโปรตีนสูงและอาหารข้นใช้เองภายในฟาร์ม	24
บทที่ 5 การผลิตแร่ธาตุและอาหารโปรตีนอัดก้อน	29
เอกสารอ้างอิง	33

สารบัญภาพ

เรื่อง		หน้า
ภาพที่ 1	ระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	1
ภาพที่ 2	กระเพาะทั้ง 4 ส่วนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	1
ภาพที่ 3	พืชอาหารสัตว์ในท้องถิ่น	6
ภาพที่ 4	สรุปวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น	8
ภาพที่ 5	แสดงวิธีการทำฟางหมักยูเรีย (2%) และปูนขาว (2%) แบบเป็นกอง	12
ภาพที่ 6	สรุปการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวด้วยสารละลายผสมยูเรีย 2% และปูนขาว 2%	13
ภาพที่ 7	การทำกระถินหมัก	19
ภาพที่ 8	การทำใบมันสำปะหลังหมัก	22
ภาพที่ 9	สรุปการทำพืชอาหารสัตว์หมัก	23
ภาพที่ 10	การทำอาหารข้นใช้เองภายในฟาร์ม	26
ภาพที่ 11	สรุปการผลิตแร่ธาตุและอาหารอัดก้อนคุณภาพสูง	32

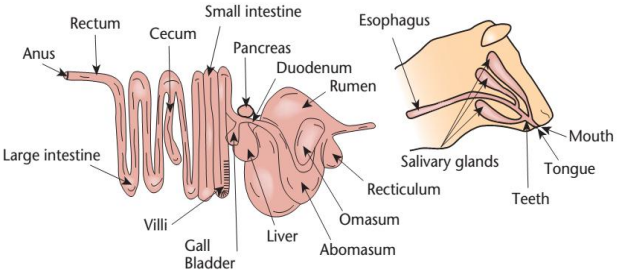
สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารโปรตีนสูง (Hip-pro feed)	26
ตารางที่ 2 ตัวอย่างสูตรอาหารโคเนื้อ	27
ตารางที่ 3 สัดส่วนวัตถุดิบและคุณค่าทางโภชนะของแร่ธาตุและอาหารอัดก้อน	31

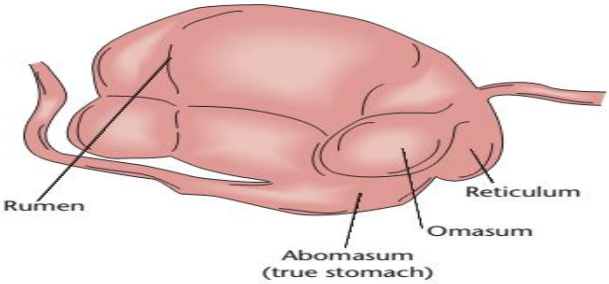
บทที่ 1
อาหารสำหรับโคเนื้อ

1.1 ระบบทางเดินอาหารของโคเนื้อ

โคเนื้อเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant) มีความสามารถพิเศษในการใช้อาหารหยาบ (roughage) กระเพาะทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ กระเพาะหมักหรือผ้าขี้ริ้ว (rumen) รังผึ้ง (reticulum) สามสิบกลีบ (omasum) และกระเพาะจริง (abomasum)



ภาพที่ 1 ระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง
ที่มา: Gillespie and Flanders (2010)



ภาพที่ 2 กระเพาะทั้ง 4 ส่วนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง
ที่มา: Gillespie and Flanders (2010)

กระเพาะหมักหรือผ้าขี้ริ้ว (Rumen)

ส่วนนี้อยู่ด้านข้างซ้ายของตัวสัตว์ มีปริมาตรความจุสูงถึง 80% ของทุกส่วนในสัตว์ที่โตเต็มวัย ด้านในมีอวัยวะเป็นเส้นเรียกว่า แพปพิลลี่ (papillae) ซึ่งจะทำหน้าที่สำคัญในการคลุกเคล้าอาหาร และดูดซึมกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย (volatile fatty acids, VFAs) เพื่อขนถ่ายผ่านผนังรูเมนไปสู่กระแสเลือดและไปยังตับเพื่อเข้าสู่ กระบวนการเมธาโบลิซึม และใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในสัตว์เคี้ยวเอื้องต่อไป

กระเพาะเรทติคูลั่ม หรือรังผึ้ง (Reticulum)

เป็นกระเพาะที่มีลักษณะเป็นถุงขนาดเล็ก มีทางเปิดส่วนปลาย ซึ่งมีขนาดเล็กมากเมื่อเปรียบเทียบกับกระเพาะส่วนอื่นๆ คือ มีปริมาตรความจุประมาณ 5% ของปริมาตรความจุทั้งหมดของกระเพาะ อยู่ติดกับส่วนหน้าของกระเพาะรูเมน

กระเพาะโอมาซั่ม หรือสามสิบกลีบ (Omasum)

กระเพาะส่วนนี้อยู่ติดกับผิวบนส่วนหน้าของกระเพาะรูเมน และอยู่ทางด้านขวาของเส้นแบ่งกลาง มีลักษณะเป็นรูปกลมและมีปริมาตรความจุประมาณ 7-8 %ของกระเพาะทั้งหมด หน้าที่โดยตรงของ omasum คือ จะดูดเอาของเหลวในอาหารกลับ ทำให้อาหารมีลักษณะแห้ง สะดวกต่อการเคลื่อนตัวสู่กระเพาะจริง

กระเพาะอะโบมาซั่ม หรือกระเพาะจริง (Abomasum)

กระเพาะจริงอยู่ติดด้านของขวาของกระเพาะรูเมน และอยู่ติดกับพื้นล่างของช่องท้อง ภายในมีต่อมที่สามารถผลิตน้ำย่อยกระจายอยู่ตามเนื้อเยื่อเมือก ส่วนปลายของกระเพาะจะเปิดเข้าสู่ลำไส้เล็ก

1.2 ประเภทของอาหารของโคเนื้อ

สามารถแบ่งได้ 6 ประเภทคือ

1. โปรตีน เมื่อสัตว์ได้รับโปรตีนแล้ว สัตว์จะนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีพ การสืบพันธุ์และในขบวนการผลิตเนื้อ นม และอื่น ๆ

2. พลังงาน เมื่อสัตว์ได้รับพลังงาน สัตว์จะนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีพการ สืบพันธุ์และการขบวนการผลิตเนื้อ นม และอื่น ๆ

3. ไขมัน เมื่อสัตว์ได้รับไขมันแล้วให้พลังงานแก่สัตว์ สัตว์จะนำไปใช้ประโยชน์ในขบวนการต่าง ๆ ต่อไป

4. ไวตามิน เมื่อสัตว์ได้รับไวตามินจะนำไปใช้ประโยชน์ขบวนการต่าง ๆ ต่อไป

5. น้ำ น้ำมีความสำคัญมากเพราะมีความจำเป็นต่อขบวนการต่าง ๆ ต่อภายในตัวสัตว์ ผู้เลี้ยงจะต้องดูว่ามีน้ำสะอาดไว้ให้สัตว์กินตลอดเวลา

6. แร่ธาตุ แร่ธาตุมี 2 กลุ่ม คือ แร่ธาตุหลัก (macro minerals) เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ซิลเฟอร์ โซเดียม ฯลฯ และแร่ธาตุรอง (micro minerals) เช่น โคบอลท์ ไอโอดีน คอปเปอร์ ฯลฯ

การแบ่งชนิดของอาหารโคเนื้อ แบ่งออกเป็น

1. อาหารหยาบ

อาหารหยาบ หมายถึง วัตถุดิบที่มีโภชนะต่อหน่วยน้ำหนักต่ำมีเยื่อใยสูงกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 อาหารหยาบสด เป็นอาหารหยาบที่อยู่ในสภาพสดมีความชื้นสูง 70 – 85 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ พืชที่ตัดสดมาให้สัตว์กิน

และพืชอาหารสัตว์ที่สัตว์เข้าไปแทะเล็ม โดยอาหารหยาบสดประกอบด้วย

1.1.1 พืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ถั่วลายหรือถั่วเซนโตรซีมา ถั่วชีราโตร ถั่วสไตโล ฯลฯ พืชตระกูลถั่วจะให้คุณค่าทางโภชนะ เช่น โปรตีน สูงกว่าพืชอื่น มักนิยม ปลูกผสมกับหญ้าทำเป็นทุ่งหญ้าผสมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้แก่สัตว์

1.1.2 พืชตระกูลหญ้า ได้แก่ หญ้าขน หญ้ากินนี หญ้าเนเปียร์ หญ้ารูซี่ฯลฯ พืชตระกูลหญ้าเป็นพืชที่ให้คาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก

1.1.3 พืชอาหารอื่น ๆ ได้แก่ ยอดอ้อย ผักตบชวา (water hyacinth) ต้นข้าวโพด (corn stem) ต้นข้าวฟ่าง (sorghum stem) ต้นถั่วต่างๆ ฯลฯ

1.2 อาหารหยาบแห้ง (dry roughages) อยู่ในภาพที่มีความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อจุดประสงค์ในการเก็บรักษาไว้ใช้ในยามขาดแคลนอาหาร โดยนำเอาอาหารหยาบสดมา ระเหยความชื้นออกด้วยการตากแดด 2 – 3 แดด หรือการอบด้วยความร้อนให้เหลือความชื้นไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในสภาพที่เชื้อราและราเมือกเจริญได้ยาก จึงสามารถเก็บได้นานขึ้น ตัวอย่างของอาหาร หยาบแห้ง ได้แก่ พืชแห้ง (hay) เป็นพืชที่เก็บเกี่ยวในระยะที่มีคุณค่าทางอาหารสูงแล้วนำมาระเหยความชื้นออกไป นอกจากนี้อาหารหยาบแห้งยังรวมถึงฟางข้าว (rice straws) ต้นแห้งของถั่วต่างๆ เปลือกหรือฝักข้าวโพดตากแห้ง เป็นต้น

1.3 อาหารหยาบหมัก อยู่ในภาพที่มีความชื้น 70 – 75 เปอร์เซ็นต์ ระดับ pH ประมาณ 4.2 ในสภาพไร้ออกซิเจนเพื่อ

จุดประสงค์ในการเก็บรักษาไว้ ใช้ในยามขาดแคลนอาหาร และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน

2. อาหารข้น (Concentrate)

อาหารข้นเป็นอาหารที่มีความเข้มข้นของสารอาหารอยู่สูง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1. อาหารข้นพลังงาน (Energy concentrate) เป็นพวกที่โคกินเข้าไปแล้วจะได้รับพลังงานสูง เช่น ข้าวโพดป่น มันสำปะหลังเส้น ปลายข้าว และรำอ่อน เป็นต้น

2.2 อาหารข้นโปรตีน (Protein concentrate) เป็นพวกที่โคกินเข้าไปแล้วจะได้รับโปรตีนสูง เช่น กากถั่วเหลือง ปลาป่น ใบกระถินป่น ใบมันสำปะหลังแห้ง ใบหม่อนเป็นต้น

อาหารข้นมีความสำคัญต่อโคมากเช่น ถ้าโคกินเฉพาะหญ้าอย่างเดียว อาจจะโตช้าหรือให้นมน้อย แต่ถ้าผู้เลี้ยงเสริมด้วยอาหารข้นแล้วโคจะโตเร็วให้นมมากและอาจจะผสมติดเร็วด้วย ส่วนอาหารข้นที่ดีมีคุณค่าทางอาหารสูงจะต้องผสมให้ได้สัดส่วน

3. แร่ธาตุ (Minerate)

แร่ธาตุเป็นเป็นสิ่งที่จำเป็นที่โคจะต้องได้รับอย่างครบถ้วน เพื่อให้การเจริญเติบโต การผลิตนมมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปแล้วในพืชอาหารสัตว์เช่น หญ้า รำ ข้าวโพด หรืออาหารอื่น ๆ จะมีแร่ธาตุอยู่แล้วส่วนหนึ่ง แต่อาจจะไม่พอสำหรับโค โดยเฉพาะในระยะที่โคกำลังเจริญเติบโตหรือให้ผลผลิตน้ำนมสูง จึงมีความจำเป็นที่ผู้เลี้ยงจะต้องเอาใจใส่ในเรื่องนี้ การให้แร่ธาตุที่ทำได้ง่ายมี 2 วิธี คือ

- ผสมเข้ากับอาหารข้น
- ผสมเป็นเกลือแร่สำเร็จ อาจอยู่ในรูปผง หรือทำเป็นก้อน

หญ้าเนเปียร์

หญ้ากินนีสีม่วง

หญ้ารูซี่

หญ้าแพงโกลา

เถามันเทศ

ใบหม่อน

ภาพที่ 3 พืชอาหารสัตว์ในท้องถิ่น

โสน

ยอดอ้อย

ต้นข้าวโพด

ฟางข้าว

ใบมันสำปะหลัง

ใบกระถิน

ภาพที่ 3 พืชอาหารสัตว์ในท้องถิ่น (ต่อ)

ภาพที่ 4 สรุปวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่น

บทที่ 2
การปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าว ด้วยสารละลายผสมของยูเรีย (2%) และปูนขาว (2%) (Urea-lime treated rice straw)

ปัจจุบันการขาดแคลนอาหารสัตว์ในฤดูแล้งเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทำให้สัตว์ได้รับโภชนะต่างๆ ไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายส่งผลกระทบต่อการ ให้ผลผลิต จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการนำใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรและวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น มาพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิต การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ทางการเกษตร จำพวกฟางข้าว อย่างไรก็ตามในฤดูแล้งการให้สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับอาหารหยาบจำพวกฟางข้าวเพียงอย่างเดียวก็อาจได้รับโภชนะไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย จึงได้มีการหาวิธีการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของฟางข้าว เช่น วิธีทางกายภาพ (physical treatment) วิธีทางเคมี (chemical treatment) และวิธีทางชีวภาพ (biological treatment) ซึ่งวิธีทางเคมีที่นิยมนำมาปรับปรุงคุณภาพของฟางข้าวคือ วิธีการหมักฟางข้าวด้วย ยูเรีย เป็นการเพิ่มปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนหยาบ (CP) (Hart and Wanapat, 1992; Van Soest, 2006) เนื่องจากการหมักฟางข้าวด้วยยูเรียอย่างเดียวมีต้นทุนค่อนข้างสูง การลดปริมาณยูเรียลงโดยการหมักร่วมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide; $Ca(OH)_2$)

สามารถปรับปรุงการย่อยได้ของฟางข้าวได้เช่นเดียวกับการหมักด้วยยูเรีย-แอมโมเนีย นอกจากนี้ยังมีราคาถูกและใช้ประโยชน์ได้ง่าย โดยแคลเซียม (Ca) ที่เหลือในฟางหมักนั้นสามารถเป็นแหล่งของแคลเซียมให้กับสัตว์ทำให้ลดปัญหาการขาดแคลเซียมในสัตว์ได้

วิธีการทำฟางหมักยูเรีย (2%) และปูนขาว (2%) (urea-lime treated rice straw)

อุปกรณ์และวัสดุ

1. ฟางข้าว
2. ปุ๋ยยูเรีย (ปุ๋ยเย็น 46% ไนโตรเจน)
3. ปูนขาว (ใช้ Ca(OH)2)
4. น้ำ
5. ถังน้ำ
6. บัวรดน้ำหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้แทนได้
7. ตาชั่ง
8. พลาสติกผืนใหญ่/ถุงพลาสติกดำ

ที่สำหรับหมัก อาจเป็นโอ่งดิน ท่อปูน (อุดสนิท) หรือพลาสติกคลุม หรือทำเป็นคอกเก็บมีหลังคา ฯลฯ การเลือกใช้ที่หมักนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณที่ใช้ ความเหมาะสม

วิธีทำและข้อนะนำเกี่ยวกับการใช้

การทำฟางหมักยู-ลามสามารถทำได้ทั้งแบบเป็นกองและแบบใส่ถุงพลาสติกดำ โดยเริ่มจากการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม ในกรณีที่ทำในลักษณะกองต้องปูพลาสติกผืนใหญ่รองพื้นก่อน จากนั้นนำฟางที่ทราบน้ำหนักแล้วมากองเรียงกัน แล้วนำน้ำผสมกับ

ยูเรียและปูนขาว (Ca(OH)2) ที่ละลายเข้ากันแล้วราดบนฟางข้าวตามสัดส่วน โดยมีสัดส่วนของ ยูเรีย : ปูนขาว : น้ำ : ฟางข้าว คือ 2 : 2 : 100 : 100 สามารถทำได้หลายชั้น ชั้นต่อๆไปมีชั้นตอนเหมือนชั้นแรก หลังจากนั้นคลุมผ้า พลาสติกให้มิดชิดเป็นอย่างน้อยเวลา 10 วัน

ในกรณีที่หมักในถุงพลาสติกดำเตรียมอุปกรณ์ให้เรียบร้อยตามสัดส่วนข้างต้น แล้วแบ่งฟางข้าวและน้ำที่ผสมยูเรียและปูนขาวแล้ว แบ่งออกเป็น 3 ส่วน จากนั้นนำฟางข้าวส่วนที่ 1ใส่ลงในถุงพลาสติกดำแล้วราดน้ำที่ผสมยูเรียและปูนขาวส่วนที่1 ตามจากนั้นใส่ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 ตามลำดับ เมื่อใส่ครบ 3 ส่วนแล้วพยายามไล่อากาศในถุงออกให้หมดแล้วรัดให้แน่นหมักเป็นเวลาอย่างน้อย 10 วัน

ลักษณะของฟางหมักยูเรีย (2%) และปูนขาว (2%) ที่ดี

- มีสีน้ำตาลเข้มกว่าปกติ มีความชื้นประมาณ 50%
- มีกลิ่นหอมของแอมโมเนีย มีลักษณะอ่อนนุ่มเมื่อจับดู
- ไม่มีราขึ้น (ถ้ามีรามากให้ตากแดดก่อนให้สัตว์กิน)

การใช้ฟางหมักยูเรีย (2%) และปูนขาว (2%) เลี้ยงสัตว์

- สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ช่วงแรกต้องปรับให้สัตว์กินฟางหมักยู-ลามที่ละน้อยๆ โดยผสมให้กินร่วมกับฟางข้าว แล้วเพิ่มสัดส่วนของฟางหมักยูเรีย (2%) และปูนขาว (2%) ให้มากขึ้น

จนสัตว์สามารถกินได้ 100% สามารถใช้ร่วมกับแหล่งอาหารหยาบอื่นได้ เช่น หญ้าสด/แห้งพืชตระกูลถั่ว

ภาพที่ 5 แสดงวิธีการทำฟางหมักยูเรีย (2%) และปูนขาว (2%) แบบเป็นกอง

ภาพที่ 6 สรุปการปรับปรุงคุณภาพฟางข้าวด้วยสารละลายผสมยูเรีย 2% และปูนขาว 2%

บทที่ 3
พืชอาหารสัตว์หมัก (Silage)

พืชอาหารสัตว์หมัก (silage) เป็นอาหารที่เตรียมโดยอาศัยขบวนการหมัก (fermentation) ของพืชอาหารสัตว์ที่มีความชื้นสูง ขบวนการหมักเกิดขึ้นเนื่องจากการควบคุมให้มีการทำงานของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะมีติดอยู่กับพืชสด หรือเกิดขึ้นโดยการจำกัดขบวนการหมักโดยการตากลดความชื้น (pre-wilting) ของพืชหรือจำกัดโดยการเติมสารเคมี (additive) ซึ่งขบวนการหมักนี้จะต้องอยู่ในสภาพปราศจากออกซิเจน (anaerobic) พืชเกือบทุกชนิดจะสามารถนำมาหมักได้ ที่นิยมนำมาใช้มากที่สุด คือ หญ้า ถั่วต่างๆ พวกธัญพืช และเศษเหลือของผลไม้ เป็นต้น

ประโยชน์ของการทำพืชอาหารหมัก

1. เพิ่มความน่ากิน สัตว์จะสามารถกินอาหารหมักได้ในปริมาณมาก ยิ่งถ้าให้ร่วมกับเมล็ดธัญพืชแล้วจะทำให้สัตว์กินได้มากยิ่งขึ้น
2. ถ้าให้ร่วมกับอาหารที่มีลักษณะแห้งมาก จะช่วยลดความเป็นฝุ่นของอาหารนั้น ทำให้สัตว์กินได้มาก
3. ช่วยลดแนวโน้มที่อาจจะเกิดโรคท้องอืดได้ (bloat) โดยเฉพาะถ้าพืชที่นำมาหมักนั้นเป็นพวกตระกูลถั่ว
4. เป็นวิธีในการลดสารพิษ (detoxifying) ที่มีอยู่ในพืชนั้นๆ เช่นกรดไฮโดรไซยานิคในมันสำปะหลังหรือ

มิโมซินในใบกระถิน (Phesatcha and Wanapat, 2016)

5. สามารถถนอมเก็บรักษาพืชอาหารไว้ใช้ได้เป็นเวลานาน โดยเฉพาะในช่วงที่ขาดแคลนอาหารสัตว์

ข้อจำกัด

1. สัตว์ที่กินพืชอาหารหมักเข้าไปแล้วอาจจะทำให้มูลเหลว (laxative effect) บางครั้งจึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงการใช้อาหารหมัก เช่น ช่วงก่อนคลอดหรือหลังคลอด
2. ในสภาพที่มีอากาศร้อน ถ้าสัตว์กินอาหารหมักไม่หมดจะทำให้เกิดเชื้อราและเน่าเสียได้ง่าย
3. จะต้องมีการเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของพืชก่อนนำมาหมัก เช่น การสับ มิฉะนั้นจะทำให้สัตว์เลือกกินได้ (เมธา, 2533)

คุณสมบัติของพืชที่นำมาหมัก

1. มีความชื้นประมาณ 60-75%
2. มีคุณค่าทางโภชนะที่ดี คือ อยู่ในช่วงการเจริญเติบโตที่เหมาะสม
3. ควรสับพืชให้มีความยาวประมาณ 3-5 ซม.
4. ควรอัดพืชให้แน่นโดยปราศจากอากาศ

การเติมสารเสริมในพืชอาหารหมัก (Silage additive)

การเติมสารเสริมเข้าไปในอาหารหมัก จะช่วยเร่งให้ขบวนการหมักเดินขึ้นดี และมีการผลิตพืชอาหารหมักที่มีคุณสมบัติที่ดีเหมาะสมตามตามต้องการ สารเสริมมี 2 ประเภท คือ

1. สารเสริมกระตุ้น (stimulating additive)

สารพวกนี้จะช่วยทำให้ขบวนการหมักเกิดขึ้นดี และเป็นการเพิ่มพลังงานด้วย ที่นิยมใช้มากคือ กากน้ำตาล (molasses) แต่การใช้อาจจะทำให้มีกรดแลคติคในปริมาณสูงเกินไป สารเสริมอื่น ๆ มี limestone ยูเรีย แอมโมเนีย เป็นต้น

2. สารเสริมเพื่อควบคุม (inhibiting additive)

มีการใช้กรดชนิดต่างๆ เพื่อเป็นการรักษาสภาพของอาหารหมัก และให้มีการหมักที่เหมาะสม กรดที่ใช้อยู่ในรูปของเกลือคอมเพลสและมีลักษณะแข็ง จะเป็นที่นิยมนำมาใช้ เช่น sodium metabisulphite, calcium formate, sodium nitrite, sulphamic acid เป็นต้น

คุณสมบัติที่ดีของพืชอาหารหมัก

1. มี pH อยู่ระหว่าง 3.8-4.1
2. มีสีน้ำตาลเข้ม
3. มีกลิ่นหอมออกเปรี้ยว
4. มีความชื้นอยู่ระหว่าง 60-67%

กระถินหมัก (*Leucaena leucocephala* silage)

กระถิน (*Leucaena leucocephala*) เป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถเห็นได้ทั่วไปในประเทศไทยตลอดทั้งปี และมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง (Jetana et al., 2012) ทั้งนี้เนื่องจากกระถินเป็นพืชที่มีโปรตีนสูง เพิ่มความน่ากินของอาหารเนื่องจากกระถินจะมีกลิ่นหอมออกเปรี้ยวเล็กน้อย และมีความสามรถในการนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ทั้งในรูปสด, หมัก หรือแห้ง ซึ่งสามารถลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ แต่อย่างไรก็ตาม Jones (1994) รายงานว่าการใช้ใบกระถินเพื่อเป็นอาหารสัตว์นั้นมีข้อจำกัดในการใช้คือ ถ้าให้มากเกิน 30 เปอร์เซ็นต์ อาจทำให้สัตว์ชะลอการเจริญเติบโตได้เนื่องจากสารพิษ มีไมโมซีน (mimosine) ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ ขนร่วง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าการตากแห้งหรือการหมักเป็นวิธีการที่จะช่วยลดปริมาณสารพิษไมโมซินได้ การเสริมใบกระถินแห้งที่ระดับ 6 กิโลกรัม/ตัว/วัน สามารถเพิ่มความสามารถการย่อยได้ของโภชนะและกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนของกระบือปลัก (Phesatcha and Wanapat, 2017) การถนอมพืชอาหารสัตว์โดยเฉพาะการทำใบกระถินหมักเป็นวิธีการถนอมอาหารเพื่อเก็บไว้ใช้ในฤดูแล้ง Phesatcha and Wanapat (2016) ได้ทำการศึกษาการทำกระถินหมักร่วมกับ ยูเรีย 1 % และ กากน้ำตาล 2% พบว่ามีกระถินหมักมีระดับของโปรตีนหยาบ 24.8 % นอกจากนี้ Giang et al. (2017) รายงานว่า การเสริมกระถินหมักร่วมกับยูเรีย 1 % และ กากน้ำตาล 2% ในโคนมเพศผู้ตอนส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของกรดโพรพิโอนิคในกระเพาะรูเมนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

วิธีการทำใบกระถินหมักคุณภาพสูง

อุปกรณ์และวัสดุ ประกอบด้วย ใบกระถินสับขนาด 3-5 เซนติเมตร ปุ๋ยยูเรีย (ปุ๋ยเย็น 46% ไนโตรเจน) มีลักษณะเป็นเม็ดกลมสีขาว กากน้ำตาล น้ำ ถังน้ำ บัวรดน้ำ ตาชั่ง พลาสติกผืนใหญ่หรือถุงพลาสติกดำ โดยเริ่มจากการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม ในกรณีที่ทำในถังนำใบกระถินใส่ในถัง แล้วนำน้ำผสมกับยูเรียและกากน้ำตาล ละลายให้เข้ากันแล้วราดลงบนใบมันสำปะหลังในถังตามสัดส่วน โดยมีสัดส่วนของ ยูเรีย : กากน้ำตาล : น้ำ : ใบมันสำปะหลังสับ คือ 1 : 2 : 10 : 100 อัดให้แน่น และปิดให้มิดชิดไม่ให้อากาศเข้า โดยหมักเป็นระยะเวลา อย่างน้อย 14 วัน จึงจะสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ (Phesatcha and Wanapat, 2016)

การใช้ใบกระถินหมักเลี้ยงสัตว์

1. สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ช่วงแรกต้องปรับให้สัตว์กินที่ละน้อยๆ โดยผสมให้กินร่วมกับฟางข้าว แล้วเพิ่มสัดส่วนของฟางหมักยู-ลามให้มากขึ้นจนสัตว์สามารถกินได้ 100%
2. สามารถใช้ร่วมกับแหล่งอาหารหยาบอื่นได้ เช่น หญ้าสด/แห้ง หรือพวกพืชตระกูลถั่วอื่นๆ

ภาพที่ 7 การทำกระถินหมัก

ใบมันมันสำปะหลังหมัก (Cassava top silage)

การใช้มันสำปะหลังตากแห้งทั้งต้น (มันเฮย์) ซึ่งมีโปรตีนสูง ประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ แต่ในช่วงฤดูฝนไม่สามารถทำใบมันสำปะหลังตากแห้งได้ ดังนั้น การทำใบมันสำปะหลังหมักจึงเป็นการถนอมพืชอาหารสัตว์ไว้ใช้ในฤดูแล้ง Wanapat et al. (2018) ได้รายงานการเสริมใบมันสำปะหลังหมักด้วยยูเรีย 1% และกากน้ำตาล 2 % พบว่าใบมันสำปะหลังหมักมีโปรตีนหยาบ 23.0% กรดไฮโดรไซยานิก 71.9 mg/kg และนำไปเสริมให้กับโคนมในระยะให้นมที่ระดับ 2.25 กิโลกรัมต่อวัน พบว่าปริมาณน้ำนมเพิ่มสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

วิธีการทำใบมันสำปะหลังหมักคุณภาพสูง

อุปกรณ์และวัสดุ ประกอบด้วย ใบมันสำปะหลังสับขนาด 3-5 เซนติเมตร ปุ๋ยยูเรีย (ปุ๋ยเย็น 46% ไนโตรเจน) มีลักษณะเป็นเม็ดกลมสีขาว กากน้ำตาล น้ำ ถังน้ำ บัวรดน้ำ ตาชั่ง พลาสติกผืนใหญ่หรือถุงพลาสติกดำ โดยเริ่มจากการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม ในกรณีที่ทำในถังหมักใบมันสำปะหลังใส่ในถัง แล้วนำน้ำผสมกับยูเรียและกากน้ำตาล ที่ละลายเข้ากันแล้วราดลงบนใบมันสำปะหลังในถัง ตามสัดส่วน โดยมีสัดส่วนของ ยูเรีย : กากน้ำตาล : น้ำ : ใบมันสำปะหลังสับ คือ 1 : 2 : 10 : 100 อัดให้แน่น และปิดให้มิดชิดไม่ให้อากาศเข้า โดยหมักเป็นระยะเวลา อย่างน้อย 14 วัน จึงจะสามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้

การใช้ใบมันสำปะหลังเลี้ยงสัตว์

1. สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ช่วงแรกต้องปรับให้สัตว์กินที่ละน้อยๆ โดยผสมให้กินร่วมกับฟางข้าว แล้วเพิ่มสัดส่วนของฟางหมักยู-ลามให้มากขึ้นจนสัตว์สามารถกินได้ 100%
2. สามารถใช้ร่วมกับแหล่งอาหารหยาบอื่นได้ เช่น หญ้าสด/แห้ง หรือพวกพืชตระกูลถั่วอื่นๆ

ภาพที่ 8 การทำใบมันสำปะหลังหมัก

ภาพที่ 9 สรุปการทำพืชอาหารสัตว์หมัก

บทที่ 4
การผลิตอาหารโปรตีนสูงและอาหารข้นใช้เองภายในฟาร์ม

สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับพลังงานจากกรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย และโปรตีนในรูปของกรดแอมมิโนจากจุลินทรีย์โปรตีนจากกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนเป็นหลัก และอีกส่วนหนึ่งได้จากคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนแต่สามารถย่อยสลายได้โดยน้ำย่อยจากตัวสัตว์ที่ลำไส้ส่วนล่าง (rumen undegradable protein) การปรับปรุงกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมนให้สามารถเพิ่มการสังเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยได้ง่ายและจุลินทรีย์โปรตีนในกระเพราะรูเมนเพิ่มขึ้น โดยการใช้สูตรอาหารโปรตีนสูง (Hi-pro feed) และการใช้ร่วมกับวัตถุดิบแหล่งพลังงานที่มีในท้องถิ่น เพื่อใช้เป็นอาหารข้นเสริมสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพและการให้ผลผลิตของสัตว์

การผลิตอาหารโปรตีนคุณภาพสูงเพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบโปรตีนในสูตรอาหารข้นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง เป็นการพัฒนารูปแบบการแปรรูปวัตถุดิบอาหารสัตว์ในท้องถิ่นมาทดแทนการใช้แหล่งโปรตีนที่มาจากกากถั่วเหลือง เพื่อการผลิตอาหารที่มีคุณภาพสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง

สูตรอาหารโปรตีนสูง (Hip-pro feed) ที่มีระดับโปรตีนที่สามารถถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้ต่ำ (Low rumen degradable protein, LRD) สำหรับสัตว์โคเนื้อ ประกอบด้วย กากเมล็ดฝ้าย 28.9% กากปาล์ม 30.8% ใบกระถินป่น 26.6% ยูเรีย

8.9% กากน้ำตาล 3.0% เกลือ0.6% กำมะถัน 0.6% แร่ธาตุรวม 0.6%

จากนั้นนำส่วนประกอบทั้งหมดมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำไปผสมร่วมกับมันเส้นเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในสูตรอาหาร โดยใช้มันเส้นและสูตรอาหารโปรตีนสูง (Hip-pro feed) ที่มีระดับโปรตีนที่สามารถถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนได้ต่ำ (Low rumen degradable protein, LRD) ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 โดยให้สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับอาหารข้นนี้วันละ 1.5 กิโลกรัม ต่อสัตว์น้ำหนัก 100 กิโลกรัม ต่อวัน

การผลิตอาหารข้นผสมใช้เองภายในฟาร์ม โดยใช้เศษเหลือทางการเกษตรและแหล่งวัตถุดิบอาหารที่มีในท้องถิ่นมาใช้ เช่น ผลพลอยได้จากการสกัดพืชน้ำมันจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากมะพร้าว กากปาล์ม กากเมล็ดฝ้าย เป็นต้น นอกจากนี้การเลือกใช้พืชที่มีโปรตีนสูงก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เช่นใบกระถิน ใบมันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งอาหารข้นผสมใช้เอง (home-made-concentrate, HMC) เป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรที่จะสามารถนำใช้แหล่งอาหารสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่นและสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้เป็นอย่างดี ซึ่งพบว่า HMC สามารถปรับปรุงนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนและเพิ่มผลผลิตในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทั้งนี้โดยใช้แหล่งอาหารพลังงานและโปรตีนในท้องถิ่น ผสมและปฏิบัติได้ง่าย รวมทั้งช่วยลดต้นทุนด้านอาหาร (Wanapat, 2009; Wanapat et al., 2012)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารโปรตีนสูง (Hip-pro feed)

Items	DM	OM	CP	NDF	ADF
อาหารโปรตีนสูง (Hip-pro feed)	89.6	93.5	47.6	28.4	20.3

DM = วัตถุแห้ง, OM = อินทรียวัตถุ, CP = โปรตีนหยาบ, Ash = เถ้า, NDF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง, ADF = เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด, pH = ค่าความเป็นกรด-ด่าง

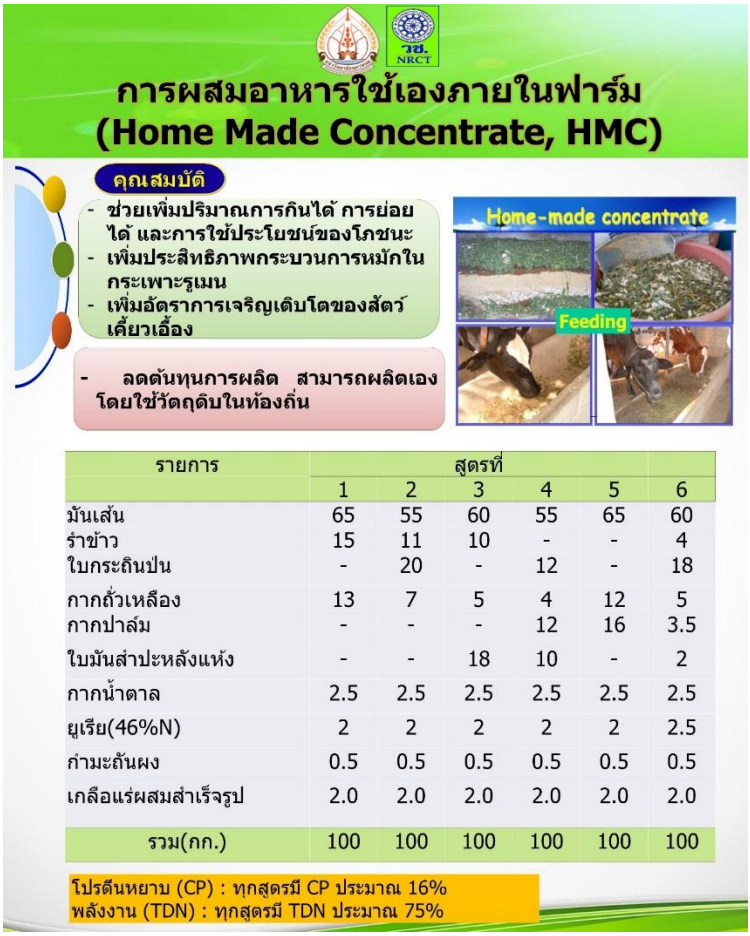
ภาพที่ 10 การทำอาหารข้นใช้เองภายในฟาร์ม

ตารางที่ 2 ตัวอย่างสูตรอาหารโคเนื้อ

รายการ	สูตรที่						
	1	2	3	4	5	6	7
มันเส้น/มันอัดเม็ด	50	50	50	50	50	50	50
รำอ่อน	20	20	20	15	15	10	10
เมล็ดฝ้าย	-	-	-	-	-	-	15
กากเมล็ดฝ้าย	25	-	-	-	-	-	-
กากเบียร์แห้ง	-	25	-	-	10	-	-
กากมะพร้าว	-	-	-	10	20	15	-
กากเมล็ดนุ่น	-	-	25	-	-	-	-
กากยางพารา	-	-	-	20	-	-	-
ใบมันสำปะหลังแห้ง/มันเฮย์/ ใบกระถิน	-	-	-	-	-	20	20
ยูเรีย(46%N)	2	2	2	2	2	2	2
กำมะถันผง	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
เกลือแร่ผสมสำเร็จรูป	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
รวม(กก.)	100	100	100	100	100	100	100

โปรตีนหยาบ (CP) : ทุกสูตรมี CP ประมาณ 16%

พลังงาน (TDN) : ทุกสูตรมี TDN ประมาณ 75%



ภาพที่ 11 สรุปการทำอาหารข้นใช้เองภายในฟาร์ม

บทที่ 5
การผลิตแร่ธาตุและอาหารโปรตีนอัดก้อน

ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมคุณภาพสูงที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจน และพลังงานที่ย่อยสลายได้เร็ว มีแหล่งของแร่ธาตุต่างๆ โดยเสริมให้สัตว์ในปริมาณที่น้อย ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการใช้อาหารข้น อาหารก้อนคุณภาพสูงเป็นแนวทางหนึ่งในการเสริมโภชนะให้แก่สัตว์เคี้ยวเอื้องในช่วงหน้าแล้ง โดยใช้เสริมร่วมกับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ ส่วนประกอบของอาหารก้อนคุณภาพสูงประกอบด้วยวัตถุดิบอาหารต่างๆเพื่อเป็นแหล่งโภชนะที่เหมาะสมแก่สัตว์ ซึ่งแหล่งโภชนะที่สำคัญในอาหารก้อนคุณภาพสูง ได้แก่

1. แหล่งของพลังงานที่สามารถย่อยสลายได้เร็ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีนในกระเพาะรูเมน แหล่งของพลังงานที่สามารถในการย่อยสลายได้เร็วและเป็นแหล่งของจุลธาตุ รวมถึงมีราคาถูก ที่นิยมใช้คือ กากน้ำตาล (Wiedmeier et al., 1992)

2. แหล่งของไนโตรเจนที่สามารถย่อยสลายได้เร็ว โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนความสามารถในการใช้ไนโตรเจนที่มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนในการสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน ซึ่งจะถูกย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ที่ทางเดินอาหารส่วนถัดไป แหล่งไนโตรเจนที่มีคุณสมบัตินี้คือ ยูเรีย

3. แหล่งของโปรตีนที่มีความสามารถในการสลายในกระเพาะรูเมนต่ำ เป็นโปรตีนที่สัตว์สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง เป็นโปรตีนทีไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมน เมื่อผ่านลงไปสู่

กระเพาะจริงก็จะมีการย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์โดยตรง ในสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต สัตว์ที่กำลังให้ผลผลิตหรือสัตว์ที่อุ้มท้องจะมีความต้องการโภชนะสูง การได้รับโปรตีนจากจุลินทรีย์โปรตีนอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ จำเป็นต้องได้รับอาหารโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนอีกด้วย แหล่งของโปรตีนชนิดนี้คือกากฝ้าย หรือมันเฮย์เป็นต้น (Wanapat et al., 1996; Wanapat, 2001; Foiklang et al., 2011)

4. แหล่งของไวตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ ไวตามินบางตัวสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถสังเคราะห์ได้จากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน แต่ไวตามินบางตัวโดยเฉพาะไวตามินที่ละลายในไขมัน เช่น ไวตามินเอ ดี และอี สัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ จำเป็นต้องได้รับการเสริมเพื่อให้สัตว์ได้รับอย่างเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์ที่กำลังเจริญเติบโต และสัตว์ที่กำลังให้ผลผลิต ส่วนแร่ธาตุก็มีความสำคัญต่อระบบเมแทบอลิซึมของร่างกาย ซึ่งแร่ธาตุที่สำคัญได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส คลอไรด์ โคบอลล์ และซัลเฟอร์ เป็นต้น ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้ต้องมีในอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสม เช่น สัดส่วนแคลเซียมต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 1 ต่อ 2 นอกจากนั้นแล้วอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อซัลเฟอร์ก็มีความสำคัญ เพราะจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนจะนำไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ซีสตีน และเมทไธโอนีน ซึ่งอัตราส่วนควรอยู่ในช่วง 12 ต่อ 1 ถึง 15 ต่อ 1 (NRC, 2001)

5. ตัวประสานยึด นอกจากจะมีกากน้ำตาลช่วยในการจับตัวแล้ว เพื่อให้ความแข็งในอาหารก้อนดียิ่งขึ้นจึงจำเป็นต้องใช้ซีเมนต์เพิ่มเข้ามาด้วย เพื่อเพิ่มความแข็งและป้องกันการกัดแทะของสัตว์

ตารางที่ 3 สัดส่วนวัตถุดิบและคุณค่าทางโภชนะของแร่ธาตุและอาหารอัดก้อน

รายการ	อาหารอัดก้อน
	%
รำละเอียด	8
กากถั่วเหลือง	26
ยูเรีย	9
ซีเมนต์ขาว	13
กำมะถัน	1
กากน้ำตาล	34
เกลือ	5
แร่ธาตุรวม	4
รวม	100
องค์ประกอบทางเคมี, %	
โปรตีนหยาบ	36.2
TDN	85.0

ภาพที่ 11 สรุปการผลิตแร่ธาตุและอาหารอัดก้อนคุณภาพสูง สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง

เอกสารอ้างอิง

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. กรุงเทพฯ : ฟันนี่พลับบลิชชิ่ง จำกัด. 471 หน้า

Foiklang, S., M. Wanapat, W. Toburan. 2011. Effects of various plant protein sources in high-quality feed block on feed intake, rumen fermentation, and microbial population in swamp buffalo. J. Trop. Anim Health. Prod. 43 (8). 1517-1524.

Giang, N.T., M. Wanapat**,** K. Phesatcha, and S. Kang. 2017. Level *of Leucaena leucocephala* silage feeding on intake, rumen fermentation, and nutrient digestibility in dairy steers. Trop. Anim. Health Prod. 48: 1057.

Gillespie, J.R., F.B. Flanders. 2010 Modern livestock and poultry production. Clinton Park, New York, USA.

Hart, F.J., M. Wanapat. 1992. Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swamp buffaloes. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 5: 617–626.

Jetana, T., S. Thongruay, S. Uswang, R. Hengtrakulsin. 2012. A comparative study on mimosine, 3,4-dihydroxy pyridone (3,4-DHP) and 2,3-dihydroxy pyridone (2,3-DHP), purine derivatives (PD) excretion in the urine, thyroid hormone and blood metabolites profiles of Thai swamp buffalo (*Bubalus bubalis*)

and Murrah buffalo (*Bubalus bubalis*). Trop. Anim. Health Prod. 44: 887-897.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC., U.S.A.

Phesatcha, K., M. Wanapat. 2016. Improvement of Nutritive Value and In vitro Ruminal Fermentation of Leucaena Silage by Molasses and Urea Supplementation. Asian-Australas J. Anim Sci. Vol. 29(8), p 1136-1144.

Phesatcha**,** K., Wanapat, M. 2016. Tropical legume supplementation influences microbial protein synthesis and rumen ecology. J. Anim Physiol and Anim Nutr. 101(3): 552-562.

Wanapat, M. 1999. Feeding of ruminants in the tropics based on local feed resources. Khon Kaen Publ. Comp. Ltd., Khon Kaen, Thailand. 236 pp.

Wanapat, M. 2001. Role of cassava hay as animal feed in the tropics. In: Proceeding of Current Research and development on Use of Cassava as Animal Feed. 23-24 July 2001. Khon Kaen University, Khon Kaen. pp. 13-20

Wanapat, M. 1990. Nutrition Aspects of Ruminant Production in Southeast Asia with Special References to Thailand. Dept. of Anim. Sci. Khon Kaen University, Khon Kaen.

Wanapat, M. 2009. Potential uses of local feed resources for ruminants. Trop. Anim. Health Prod. 41, 1035-1049.

Wanapat, M., S. Polyorach, K. Boonnop, C. Mapato, and A. Cherdthong. 2009. Effect of rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. J. Liv. Sci. 125:238-243.

Wanapat, M., S. Foiklang, P. Rowlinson. R. Pilajun. 2012. Effect of carbohydrate sources and cotton seed meal in the concentrate: II. Feed intake, nutrient digestibility, rumen fermentation and microbial protein synthesis in beef cattle. Trop. Anim. Health. Prod. 44 (1), 35-42.

Wanapat, M., K. Phesatcha, B. Viennasay, B. Phesatcha, T. Ampapon, S. Kang. 2018. Strategic supplementation of cassava top silage to enhance rumen fermentation and milk production in lactating dairy cows in the tropics. Trop Anim Health Prod. Doi.org/10.1007/s11250-018-1593-8.