ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์

เรื่อง

ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงระหว่างวิธี *in vitro* dry matter digestibility และวิธี gas production technique

Correlation in Digestibility of Guinea Grass between *in vitro* Dry Matter Digestibility Method and Gas Production Technique

โดย
น.ส.เรวดี ชำนาญศรี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....
(ผศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ)

ภาควิชารับรอง

.....
(รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีผลิตสัตว์
วันที่ 30 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
เรื่อง

ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงระหว่างวิธี *in vitro* dry matter digestibility และวิธี gas production technique

Correlation in Digestibility of Guinea Grass between *in vitro* Dry Matter Digestibility Method and Gas Production Technique

การศึกษาการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* แบบ rumen liquor-pepsin กับแบบ gas test เพื่อหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง(*in vitro* dry matter digestibility,IVDMD) ค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ(*in vitro* digestible organic matter digestibility,IVDOMD) และปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นในหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole) กลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ (Leaf) และกลุ่ม 3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น (Stem)

การหาค่า IVDMD และ IVDOMD ของแบบ rumen liquor-pepsinของหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่มพบว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ มีค่าการย่อยได้สูงสุด และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น มีค่าการย่อยได้ต่ำสุด ส่วนค่าการย่อยได้แบบ gas test พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ มีปริมาตรแก๊สเฉลี่ยสูงสุด และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น มีปริมาตรแก๊สเฉลี่ยต่ำสุด

การเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการย่อยได้โดยวิธี rumen liquor-pepsin กับวิธี gas test ในหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง IVDOMD กับปริมาตรแก๊สชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าต่ำในส่วนของหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบและหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น ส่วนในหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้นจะมีค่าสหสัมพันธ์ปานกลางและสัมพันธ์ทางลบ ส่วนค่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง IVDMD และวิธี gas test ในส่วนหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้นมีค่าเป็นบวกและมีค่าสูงสุด ส่วนหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบมีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกและมีค่าปานกลาง แต่ในหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้นมีค่าสหสัมพันธ์เป็นลบ และมีค่าต่ำ ดังนั้นในการประเมินค่าการย่อยได้ในรูป IVDMD ของหญ้ากินนีสีม่วง ในส่วนทั้งต้นสามารถกระทำได้โดยวัดปริมาตรแก๊สชั่วโมงที่ 24 หรือ 48 ได้ เนื่องจากมีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกและมีค่าสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ไม่มีทางสำเร็จไปได้เลย ถ้าขาดคำปรึกษาที่ดีและมีประโยชน์จาก อาจารย์ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ ท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่คอยให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจนสำเร็จไปด้วยดี และพี่สุธีรวัฒน์ พันธุ์มาลา ผู้ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ที่จะขาดไม่ได้เลย คือ น.ส. ฐิติมา วังแก้ว และ น.ส. สุมลมาลย์ เหมาะประไพพันธุ์ เพื่อนร่วมชั้น ร่วมแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างทำการทดลอง ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ

ต้องขอขอบคุณ บุคคลทุกท่านที่ได้กล่าวมาใน ณ ที่นี้ ตลอดจนกำลังใจทุกดวงที่มีส่วนให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ รวมถึงกำลังใจของ น.ส. ดุจจิตร คุณศรี เพื่อนต่างคณะที่คอยให้คำปรึกษาที่ดีในการทำคอมพิวเตอร์

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งญาติ พี่น้อง ที่ให้ทุนทรัพย์ในด้านการศึกษาตลอดมา

นางสาว เรวดี ชำนาญศรี

พฤษภาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์วิธีการ	30
ผลการทดลองและวิจารณ์	37
สรุป	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. แสดงสัดส่วนระหว่างใบกับลำต้นและโปรตีนในใบและลำต้น 7
2. แสดงเปอร์เซ็นต์ใบการย่อยได้ และการกินของสัตว์ของหญ้า Panicum 3 พันธุ์ 8
3. แสดงลักษณะข้อแตกต่างของหญ้ากินนี แต่ละพันธ์ที่ปลูกในประเทศไทย 11
4. แสดงสัดส่วนของใบและระดับโปรตีนของหญ้ากินนี 3 สายพันธุ์ 13
5. แสดงโภชนะของหญ้ากินนีสีม่วงสระบุรี 40
6. แสดงค่าการย่อยได้ IVDMD, IVDOMD และ gas test ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของ กินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole) , กินนีสีม่วงส่วนใบ (Leaf), กินนีสีม่วงส่วนใบ (Stem) 44
7. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการย่อยได้โดยวิธี *in vitro*แบบ rumen liquor-pepsin แบบgas test 45

ตารางภาคผนวกที่

1. แสดงปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยได้ของกินนีสีม่วงโดยวิธี *in vitro* แบบ gas test 51
2. แสดงค่าการย่อยได้ IVDMD, IVDOMD และ gas test ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของ กินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole) 52
3. แสดงค่าการย่อยได้ IVDMD, IVDOMD และ gas test ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของ กินนีสีม่วงส่วนใบ (Leaf) 53
4. แสดงค่าการย่อยได้ IVDMD, IVDOMD และ gas test ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของ กินนีสีม่วงส่วนลำต้น (Stem) 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1. Feed Identification –composition 5

2. กระเพาะส่วนต่าง ๆ ของโค 20

3. สภาพภายในกระเพาะ 2 ส่วนแรก (reticulo-rumen) 21

4. แสดงปริมาตรของแก๊สกินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole) 41

5. แสดงปริมาตรของแก๊สกินนีสีม่วงส่วนใบ (Leaf) 42

6. แสดงปริมาตรของแก๊สกินนีสีม่วงส่วนลำต้น (Stem) 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงระหว่างวิธี *in vitro* dry matter digestibility และวิธี gas production technique

Correlation in Digestibility of Guinea Grass between *in vitro* Dry Matter Digestibility Method and Gas Production Technique

คำนำ

ในปัจจุบันการความก้าวหน้าทางปศุสัตว์ของประเทศไทยได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วเกษตรกรทั้งรายใหญ่รายย่อยต่างหันมาให้ความสนใจกับอาชีพเลี้ยงสัตว์มากขึ้น แต่เดิมการเลี้ยงโคในประเทศไทยมักเน้นการใช้ประโยชน์จากแรงงาน และมีการเลี้ยงดูอย่างง่ายๆ ด้วยอาหารหยาบที่มีอยู่ตามธรรมชาติ แต่ปัจจุบันมีการเลี้ยงโคเพื่อการค้า โดยมุ่งเน้นไปในด้านการผลิตเนื้อและนมซึ่งได้รับการพัฒนาด้านการจัดการเลี้ยงดู และการจัดการด้านอาหาร และการให้อาหารแก่โคนม ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความต้องการโภชนะโค และปริมาณการกินได้ของโค โดยวัตถุดิบที่จะนำมาเป็นอาหารโคนั้นจะต้องมีความสำคัญด้วยเหมือนกัน วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานก็นับว่ามีความสำคัญในเรื่องนี้ เพราะโคจะต้องการพลังงานไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ทั้งเพื่อการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิต ดังนั้นความต้องการด้านอาหารสัตว์จึงเพิ่มขึ้นตามด้วย โดยเฉพาะอาหารหยาบซึ่งเป็นอาหารหลักและจำเป็นต่อสัตว์เอื้องในการนำอาหารหยาบมาเลี้ยงต้องคำนึงถึงคุณภาพของอาหารหยาบ ความต้องการโภชนะและปริมาณการกินได้ของสัตว์ อาหารหยาบส่วนใหญ่ได้มาจากพืช อาหารสัตว์และผลพลอยได้ทางการเกษตร ดังนั้นจึงได้นำหญ้ากินนีสีม่วงมาทำการทดลองในการเลี้ยงโค เนื่องจากกินนีสีม่วงเป็นหญ้าที่ขึ้นได้ดีในภูมิภาคเขตร้อน มีถิ่นกำเนิดในประเทศอาฟริกา เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยมีลักษณะการเจริญแบบหญ้าค้างปี ซึ่งถ้าหากได้รับการปรับปรุงที่เหมาะสมจะมีอายุการใช้งานได้นาน กินนีสีม่วงเป็นหญ้าที่ขึ้นได้ดีกับท้องที่ประเทศไทย และเป็นหญ้าที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากโดยนักพืชอาหารสัตว์ และโคชอบกินไม่ด้อยไปกว่าหญ้าพันธุ์อื่น

ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงวิธีต่างๆ เพื่อที่จะนำมาช่วยในการตัดสินใจในการเลือกซื้อวัตถุดิบอาหารหยาบที่มีประสิทธิภาพให้แก่โค และช่วยในการศึกษาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน และนำมาปรับปรุงในการเลือกซื้อวัตถุดิบมาใช้ให้มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อศึกษาการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงโดยวิธี *in vitro* แบบ rumen liquor-pepsin และแบบ gas test
2. เพื่อศึกษาค่าสหสัมพันธ์ของการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงระหว่างวิธี *in vitro* dry matter digestibility และวิธี gas test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาและปรับปรุงส่งเสริมทางด้านการเลี้ยงโคเนื้อและโคนม เป็นอย่างมาก จึงทำให้โคเพิ่มความต้องการทางด้านอาหารสัตว์มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่ว่าจะเป็นทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบ ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ จากพืช อาหารสัตว์

อาหารสัตว์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ อาจจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ ประเภทแรก ได้แก่ อาหารข้น (concentrates) อาหารประเภทนี้มีแคลอรี่สูง มีโภชนะย่อยได้ทั้งหมดสูง (total digestible nutrients - TDN) แต่มีสารเยื่อใยต่ำ (low fiber content) อาหารที่มีเยื่อใย (crude fiber) ต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในจำพวกอาหารข้นทั้งสิ้น อาหารประเภทที่สอง ได้แก่ อาหารหยาบ (roughages) อาหารประเภทนี้มีลักษณะหยาบและเปลืองที่ (bulky) มีโภชนะย่อยได้ทั้งหมดต่ำและมีพวกเยื่อใยสูง คือ มีสูงกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ อาหารหยาบเหล่านี้อาจแบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภท คือ อาหารหยาบแห้ง เช่น ฟาง หญ้าแห้ง และอีกประเภทหนึ่งอาหารหยาบสด เช่น หญ้าหมัก หญ้าตัดสด เป็นต้น

พืชอาหารสัตว์ (Forage crops) หมายถึง พืชชนิดใดก็ได้ที่สัตว์สามารถแทะเล็มเป็นอาหารได้ โดยที่ไม่เป็นพิษต่อสัตว์ ส่วนใหญ่แล้วมักหมายถึงพืชตระกูลหญ้า (Gramineae) และพืชตระกูลถั่ว (Leguminosae) อย่างไรก็ตาม พืชอาหารสัตว์ ในบางความหมายอาจจะหมายถึงพืชอาหารสัตว์ที่เราปลูกและเก็บเกี่ยวมาให้สัตว์กินมากกว่าที่จะปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มเอง ส่วนคำว่า Pasture มีความหมาย 3 ประการด้วยกัน คือ

(1) พวกหญ้าหรือพืชชนิดอื่นที่ใช้เป็นอาหารให้สัตว์แทะเล็ม

(2) พื้นที่ที่ล้อมไว้ด้วยรั้วเพื่อปล่อยให้สัตว์เข้าแทะเล็ม

(3) พื้นที่ที่ได้รับการไถพรวนและนำพันธุ์หญ้าและถั่วเข้าไปปลูก แล้วปล่อยให้สัตว์แทะเล็มเอง

ทุ่งหญ้า แบ่งออกได้เป็นทุ่งหญ้าธรรมชาติ (nutural pasture) และทุ่งหญ้าหรือแปลงหญ้าที่ปลูกขึ้นมา (cultivated pasture) (สายัณห์, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารหยาบ (Roughages)

ได้แก่ หญ้าสด , หญ้าแห้ง , หญ้าหมัก , ต้นข้าวโพดสด ต้นข้าวโพดหมัก หรือพืชอื่นๆ พืชอาหารสัตว์สำหรับโคนมอาจอยู่ในรูปพืชสด พืชแห้ง หรือพืชหมัก อาหารที่จัดอยู่ในกลุ่ม พืชอาหารสัตว์ จะมีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยกว่า 18% ของน้ำหนักแห้ง และบ่อยครั้งที่ผู้เลี้ยงใช้คำว่า อาหารหยาบ "อาหารหยาบ" ในความหมายว่า เป็นพืชอาหารสัตว์ ทั้งที่ความหมายของ อาหารหยาบ จะมีความหมายที่มากกว่า พืชอาหารสัตว์ คือหมายถึง อาหารที่มีลักษณะของอาหารเนื้อหยาบ และมีความหนาแน่นน้อย อย่างไรก็ตาม ในความหมายทางอาหารสัตว์ forage จะมีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 1

1) มีความฟ่าม (Bulk) เมื่อเทียบกับหน่วยน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร

2) จะมีเยื่อใยมากกว่า 18% และมีพลังงานต่ำกว่ากลุ่มอาหารข้น

3) โดยทั่วไปจะมีการย่อยได้ (Digestibility) ต่ำกว่าอาหารข้นและมีส่วนประกอบของ lignin เป็นองค์ประกอบ

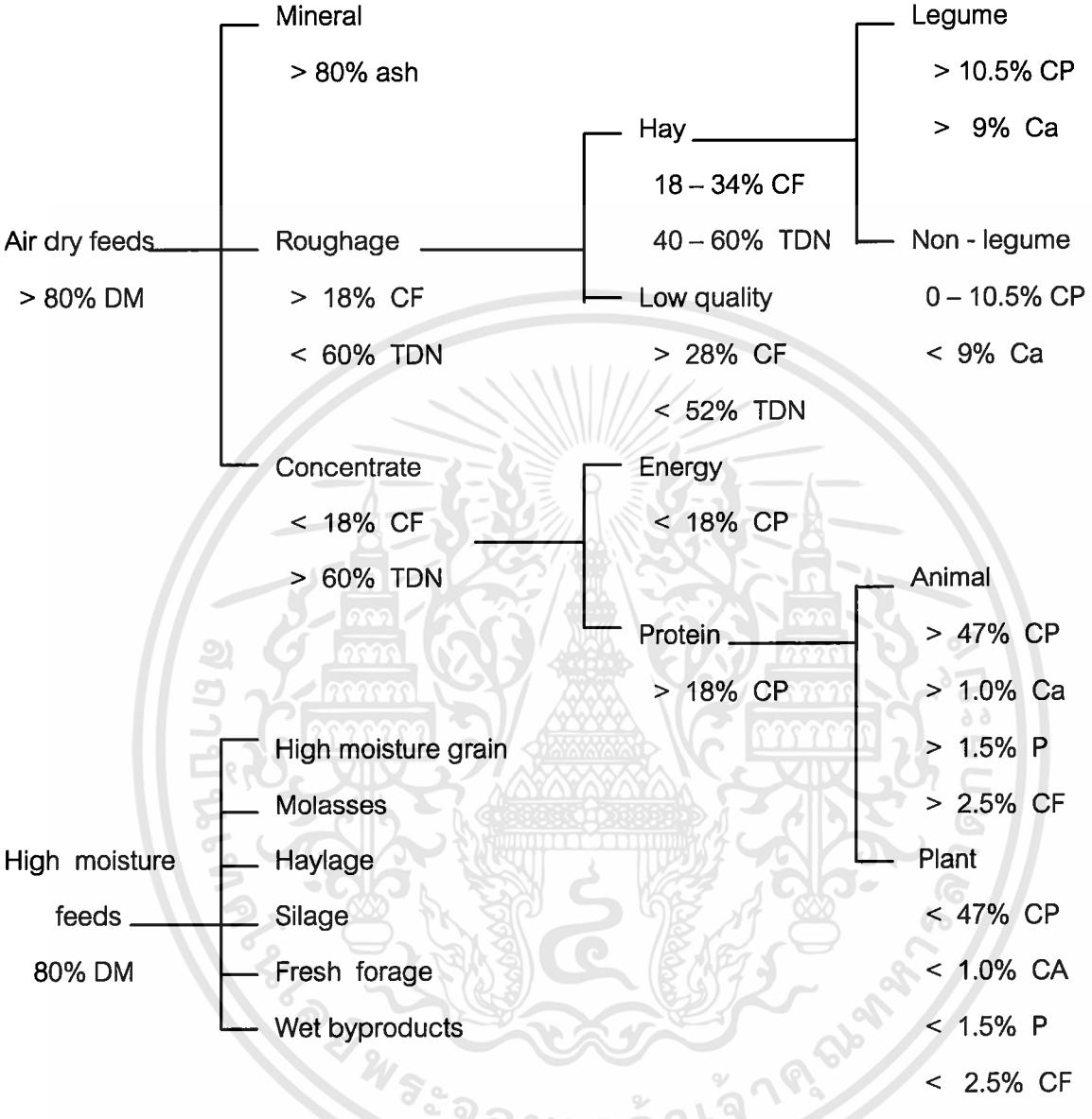
4) แร่ธาตุ จะมีปริมาณของแคลเซียม , โปตัสเซียมมากกว่ากลุ่มอาหารข้น แต่มีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ

5) วิตามิน จะมี วิตามินที่ละลายในไขมัน สูงกว่าอาหารข้น

6) โปรตีน อาจแตกต่างกัน พืชตระกูลมีโปรตีนถึง 20% ในขณะที่ฟางข้าวมี 2 – 3 % เท่านั้น

คุณภาพโดยรวมของพืชอาหารสัตว์ อาจเทียบจากที่มีคุณภาพดีสุด ได้แก่ กลุ่มหญ้าอ่อน และกลุ่มพืชตระกูลถั่วที่ยังไม่ออกดอก และข้าวโพดหมัก ส่วนกลุ่มที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำ ได้แก่ กลุ่มฟางต่างๆ เปลือกถั่วต่างๆ และซังข้าวโพด เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พืชอาหารสัตว์มีความสำคัญยิ่ง เพราะต้องเป็นส่วนหนึ่งของอาหารโค และใช้ในการคำนวณผสมในสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 Feed identification - composition (วิโรจน์ , 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญของพืชอาหารสัตว์ (สายัณห์ , 2540)

ในแง่ของอาหารสัตว์ โดยเฉพาะพวกหญ้า และพวกถั่วเลี้ยงสัตว์มีดังนี้

1. เป็นอาหารสำหรับพวกเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant animal) เช่น โค กระบือ แกะ และแพะ เป็นต้น

2. พืชอาหารสัตว์โดยเฉพาะพวกหญ้าเลี้ยงสัตว์ เมื่อปล่อยให้สัตว์เข้าแทะเล็มเอง จะมีราคาถูกที่สุด และเมื่อเก็บไว้ในรูปของหญ้าหมัก (silage) หรือหญ้าแห้ง (hay) ก็ยังถูกกว่าอาหารสัตว์ชนิดอื่นอีกหลายชนิด

3. น้ำหนักแห้ง โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด และโปรตีนรวม (crude protein) ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชชนิดอื่น เช่น ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ สามารถให้โปรตีนรวมได้ถึง 4 เท่าหรือ 2 เท่า เมื่อพิจารณาในแง่ของภาชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดในพื้นที่เท่ากันกับข้าวโพด นอกจากนั้นพืชอาหารสัตว์เขตร้อนยังมีแนวโน้ม ที่จะให้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักแห้งสูงมาก ตัวอย่างเช่น ในเขตหนาวที่มีฝนตกชุก ผลผลิตของน้ำหนักแห้ง อาจจะสูงกว่า 11,000 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (1,760 กก. ต่อไร่) ในขณะเดียวกันในเขตร้อนอาจจะให้ถึง 22,400 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ (3,584 กก. ต่อไร่) (ตัวเลขได้จากงานทดลองใน Malawi ซึ่งแปลงทดลองได้รับการใส่ปุ๋ยอย่างดี) พันธุ์หญ้าที่ใช้คือ หญ้าสตาร์ (*Cynodon plectostachyus*) ทุ่งหญ้าที่มีลักษณะดีอาจจะให้โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดถึง 1,200 – 34,000 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

4. ถ้ามีการจัดการทุ่งหญ้าให้ถูกหลักวิชาการแล้ว พบว่าให้คุณค่าทางอาหาร (nutritive value) สูงมาก (ดูจากการให้น้ำนมและน้ำหนักสัตว์ที่เพิ่มขึ้น) เช่น โคเนื้อ สามารถให้น้ำหนักถึง 500 กิโลกรัมภายในอายุ 18 เดือน

5. พืชอาหารสัตว์โดยเฉพาะหญ้าเลี้ยงสัตว์ในเขตร้อนตอบสนองต่อปุ๋ยสูงมาก เช่น ในหญ้าเนเปียร์ (Napier) สามารถตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนได้สูงถึง 2,200 กิโลกรัม

พืชอาหารสัตว์ที่ดีคุณสมบัติดังนี้ (เมธาและฉลอง , 2533)

1. มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้สูง (มากกว่า 65%)

2. มีโปรตีนที่ละลายในกระเพาะได้ง่าย (soluble protein) ในระดับ 30 กรัมของไนโตรเจน/กิโลกรัมของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยหมักได้

3. สามารถปลดปล่อยแหล่งพลังงานที่เป็นแหล่งผลิตกลูโคสได้ในระดับสูงประมาณ 25 % ของกรดไขมันระเหยได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถเป็นแหล่งของโปรตีนไหลผ่านออกจากกระเพาะหมักในปริมาณพอกับที่ได้จากจุลินทรีย์โปรตีน

5. มีระดับของไขมันสูง 4 – 8% ของวัตถุแห้ง

ปัจจัยที่ควบคุมคุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์ (สายัณห์,2522)

1. ชนิดของพืชอาหารสัตว์

พืชอาหารสัตว์โดยเฉพาะหญ้าเขตร้อน มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนรวม ต่ำกว่า และมีสารเยื่อในสูงกว่าหญ้าเขตหนาว แม้แต่ในหญ้าเขตร้อนด้วยกันเอง แต่ละชนิดก็มีองค์ประกอบของโปรตีนแตกต่างกันไปทั้งๆ ที่ตัดเมื่ออายุเท่ากัน ซึ่งจะเห็นว่าเมื่ออายุ 3 – 4 อาทิตย์ โปรตีนรวมในหญ้าโร้ด (*Chloris gayana*) จะมีเพียง 14.9 เปอร์เซ็นต์ และหญ้าโมล้าส (*Melinis minutiflora*) 9.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเทียบกับหญ้าเขตหนาวซึ่งมีอายุ 3 อาทิตย์ จะมีโปรตีนรวมถึง 22 เปอร์เซ็นต์

สัดส่วนระหว่างใบกับลำต้นก็ส่วนสำคัญเช่นเดียวกัน หญ้าที่มีใบมากย่อมมีโปรตีนมากตามไปด้วย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนระหว่างใบกับลำต้นและโปรตีนในใบและลำต้น

Grass	Leaf/stem ratio	Protein in leaf	Protein in stem
Brachiaria brizantha	1:2	6.8	4.0
Chloris gayana	1:2.4	8.1	4.2
Cynodon plectostachyus	1:2	10.8	4.6
Panicum maximum	1:1.1	7.7	5.3

ที่มา : สายัณห์ (2522)

ในสายพันธุ์แต่ละพันธุ์ก็มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกัน เช่นใน *Panicum* แม้ว่าแต่ละพันธุ์จะมีความแตกต่างในเรื่องของการย่อยได้น้อยมาก แต่ความแตกต่างในเรื่องของการกินของสัตว์กลับมีมาก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างในเรื่องของความมากน้อยของใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสายพันธุ์แต่ละพันธุ์ก็มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกัน เช่นใน *Panicum* แม้ว่าแต่ละพันธุ์จะมีความแตกต่างในเรื่องของการย่อยได้น้อยมาก แต่ความแตกต่างในเรื่องของการกินของสัตว์กลับมีมาก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างในเรื่องของความมากน้อยของใบ

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์ใบ การย่อยได้และการกินของสัตว์ของหญ้า Panicum 3 พันธุ์

	Variety		
	Kabulabula	Burnett	Hamil
Number of cut	8	9	10
Leaf (%)	28	38	53
DM digestibility (%)	55.2	57.0	55.5
Voluntary intake($g/w^{0.75}$)	49.1	58.1	67.3
Voluntary intake digestible Dry matter ($g/w^{0.75}$)	27.7	33.5	37.6

ที่มา : สายัณห์ (2522)

เมื่อเร็วๆ นี้ได้มีผู้พบว่า วัวที่ปล่อยให้เล็มหญ้าธรรมชาติจะขาดธาตุอาหารโซเดียมจากการศึกษาต่อมาพบว่าหญ้าเขตร้อนหลายชนิดและถั่วเขตร้อนทุกชนิดมีระดับความเข้มข้นของโซเดียมภายในพืชต่ำ และแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์พืช

2. อายุของพืช

แสดงให้เห็นว่าเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น เปอร์เซ็นต์โปรตีนภายในพืชจะลดลงตามลำดับเช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ แต่ตรงกันข้าม เปอร์เซ็นต์ของสารเยื่อใยกลับมาเพิ่มมากขึ้น

3. การใช้ปุ๋ย

ในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจะมีผลอย่างมากต่อระดับของโปรตีนของหญ้าและโปรตีนที่สามารถย่อยได้ แม้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจะเพิ่มสิ่งดังกล่าวมาแล้ว แต่ผลเฉลี่ยทั้งหมดมิได้ทำให้การย่อยได้ของวัตถุแห้งเปลี่ยนแปลงไปด้วย การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนบางครั้งก็เพิ่มการย่อยได้ บางครั้งก็ลดการย่อยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของวัตถุแห้งลง ซึ่งการเพิ่มหรือลดนี้ขึ้นอยู่กับระดับของลิกนินในผนังเซลล์ อย่างไรก็ตามรายละเอียดยังไม่มีใครทราบ

สำหรับการกินของสัตว์จะลดลงถ้าหากว่าอาหารที่สัตว์กินขาดพวกโปรตีน คือมีโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์

4. **อุณหภูมิ**

สำหรับอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับการคายน้ำของพืช (transpiration rate) และสารเยื่อใย (crubre fibre) จะเกี่ยวข้องกับการคายน้ำ เมื่อมีการขาดแคลนความชื้นจะมีการเพิ่มผนังเซลล์มากขึ้น ทำให้การย่อยได้ของหญ้าลดลง อย่างไรก็ตามอุณหภูมิไม่มีผลต่อการย่อยได้ของถั่วเขตร้อน

5. **ลิกนิน** (lignin)

ลิกนินเป็นสารประกอบ Phenolic polymer ซึ่งสามารถย่อยได้โดยแบคทีเรียหรือเอนไซม์ของสัตว์ ลิกนินอาจจะ (1) เป็นพิษต่อสารจุลินทรีย์ (2) ลักษณะทางกายภาพยากที่จะแยกสลายโดยจุลินทรีย์ได้

6. **การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล**

เป็นที่น่าแปลงว่าแม้แต่เราจะตัดให้หญ้าหรือถั่วให้มียอดอ่อนเสมอ แต่ธาตุอาหารกลับเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล

หญ้าในกลุ่มกินนี (Panicum) **(สายัณห์,2540)**

หญ้าในกลุ่มกินนีมีอยู่ประมาณ 500 ชนิด (species) ขึ้นกระจายอยู่ทั่วไปเขตร้อนของโลกมีแหล่งดั้งเดิมในอัฟริกาเขตร้อน อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ นำเข้ามาประเทศไทยครั้งแรกในปี พ.ศ. 2444 โดยเจ้าพระยาสุรวงษ์ ต่อมามีผู้นำสายพันธุ์อื่นๆ เข้ามาอีก แต่ที่ปรับตัวได้ดีในประเทศไทย ได้แก่ *Panicum maximum P. coloratum* และ *P.antidotale* ลักษณะเด่นของหญ้าในกลุ่มกินนี คือ กลุ่มของดอกย่อมมีลักษณะแบบ lanceolate จนถึงกลม โดยดอกจะมีลักษณะแบนและการหักร่วงของดอกจะหักใต้ glume glume แรกมีขนาดสั้นกว่า spikelet และ glume ที่ 2 จะมีความยาวเท่าๆ กับ spikelet ดอกย่อยล่างจะเป็นหมันและดอกย่อยบนจะสมบูรณ์ lemma และ palea แข็งเกาะติดแน่น

หญ้ากินนี (Panicum maximum)

1. **รูปพรรณสัญฐาน** หญ้ากินนีมีหลายพันธุ์ ดังนั้นรูปร่างลักษณะทั่วไปจึงมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งได้รวบรวมเฉพาะพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีในประเทศไทย จากตารางดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า หญ้ากินนีที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นหญ้าประเภทกอค่อนข้างตั้งตรง โดยพันธุ์เฮมิล และพันธุ์โคโลนีโอมีขนาดกอใหญ่กว่าพันธุ์อื่นๆ รองลงมาได้แก่ พันธุ์มาคูนี, กินนีสีม่วง และกินนีธรรมดามีขนาดเล็กสุด ใบยาวเรียว โดยพันธุ์มาคูนีจะมีขนปกคลุมสามารถสัมผัส และรู้สึกได้ในขณะที่หญ้ากินนีสีม่วง ลำต้น ใบและกาบใบ เกลี้ยงไม่มีขน ช่อดอกส่วนใหญ่มีสีเขียว ยกเว้นพันธุ์มาคูนี และกินนีสีม่วง ซึ่งช่อดอกมีสีค่อนข้างม่วง ต้นอ่อนและบริเวณโคนต้นของหญ้ากินนีสีม่วงจะมีสีม่วง กาบหุ้มกลุ่มดอกจะมีขนเฉพาะพันธุ์มาคูนี

2. **แหล่งปลูก** หญ้ากินนีปลูกทั่วไปในทุกภาคของประเทศ บางพันธุ์เจริญเติบโตเป็นวัชพืชในไร่ของเกษตรกร ปัจจุบันพันธุ์ที่สำคัญในประเทศไทยได้แก่ พันธุ์กินนีธรรมดา กินนีสีม่วง เฮมิล มาคูนีโคโลนีโอ

3. **การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม** หญ้ากินนีขึ้นได้ดีในบริเวณที่มีฝนตกเฉลี่ยมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี เนื่องจากมีระบบรากลึกประกอบไปด้วยรากฝอยขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้สามารถทนแล้งได้ดี ถ้าระยะการขาดน้ำไม่นานเกินไป หญ้ากินนีขึ้นได้ดีในดินหลายชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีการระบายน้ำดี ไม่ทนต่อสภาพน้ำท่วมขัง จากการศึกษาของ Anderson (1970) พบว่า ภายใต้สภาพน้ำขัง 5-10 วัน หญ้ากินนียังคงอยู่รอดได้ 90-100 % แต่จะตายหมดถ้ามีน้ำขังนานกว่า 20 วัน เจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 14.2-22.9 องศาเซลเซียส ทนต่อดินเค็มในระดับปานกลาง ในสภาพที่มีอากาศค่อนข้างเย็นในช่วงฤดูหนาว พันธุ์มาคูนีจะยังคงให้ผลผลิตได้ดีกว่าพันธุ์กินนีธรรมดา หญ้ากินนีธรรมดาทนต่อร่มเงาได้ดี จากการศึกษาของประพันธ์และสุนทร(2519) หญ้ากินนีธรรมดาให้ผลผลิตดีกว่าหญ้าชนิดอื่นที่ปลูกในสวนมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ลักษณะข้อแตกต่างของหญ้ากินนีสี แต่ละพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทย

ลักษณะพืช	ธรรมดา	มาคูนี่	เฮมิล	โคโลนีโอ	กินนีสีม่วง
1.ความสูงของต้น	1.8-2.0 เมตร ทรงพุ่มตั้งตรง ลำต้นขนาดเล็ก	1.8-2.4 เมตร ทรงพุ่มของใบตั้งตรงน้อยกว่าพันธุ์อื่นๆ	3.0-3.5 เมตร ลำต้นและใบมีขนาดใหญ่ ใบหยาบ	2.5-3.0 เมตร ลำต้นและใบมีขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับเฮมิล	1.8-2.4 เมตร ทรงพุ่มใบตั้งตรง ลำต้นมีขนาดเล็ก ลำต้นมีสีม่วงที่บริเวณโคนลำต้น
2.ใบ					
- สีใบ	เขียว	เขียวอ่อน	เขียวเข้ม	เขียวน้ำเงิน	เขียวเข้ม
- ยาว	70-80 ซม.	80 – 90 ซม.	70 – 80 ซม.	80 – 90 ซม.	80 – 85 ซม.
- กว้าง	15-18 มม.	18 – 22 มม.	24 – 26 มม.	25 – 30 มม.	20 – 22 มม.
- ขนบนผิวใบ	ขนบนในเล็กน้อย และมีบ้างที่ใต้ใบ	ขนอ่อนนุ่มทั้งบนใบและใต้ใบ มีขนมากมาย	ขนเล็กน้อยที่ด้านบนใบ	ไม่มี	ไม่มี
-ขนบนกาบใบ	มีขนปานกลางและหนาแน่นขึ้นในบริเวณใกล้ๆ ข้อ		มีขนเล็กน้อย	ไม่มี ยกเว้บริเวณรอยต่อระหว่างใบและกาบใบ	ไม่มี
3. ขนบนลำต้น	ไม่มี	มีบ้างโดยเฉพาะด้านล่างๆ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
4. ช่อดอก					
- ขนาด (ซม.)	15 – 40 ยาว	15 – 40 ยาว	20 – 60 ยาว	20 - 50 ยาว	15 – 40 ยาว
	12 – 30 กว้าง	12 – 30 กว้าง	15 – 40 กว้าง	15 - 30 กว้าง	12 – 30 กว้าง
- สี	เขียว	เขียวปนม่วง	เขียวเข้ม	เขียวเข้ม	ม่วง
5. กลุ่มดอก					
ขนบนภายนอกสุด	ไม่มี	มีจำนวนมาก	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

ที่มา : สายัณห์(2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.**ผลผลิตและคุณค่าทางอาหาร** หญ้ากินนีเป็นหญ้าที่ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูง โดยผลผลิตส่วนใหญ่จะได้ในช่วงฤดูฝนในบางพันธุ์ เช่น พันธุ์มาคูนีสามารถเจริญเติบโตในช่วงฤดูหนาวถ้ามีการให้น้ำเพียงพอ ในหญ้ากินนีธรรมดา Mcleod (1972) รายงานว่า หญ้ากินนีที่ตัดให้เหลือตอ 40 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตสูงสุด 617-899 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ความสูงที่เหมาะสมควรอยู่ระดับ 30 เซนติเมตร ซึ่งจะได้อาหารหยาบที่ให้ผลผลิตสูงพอสมควร และมีความน่ากินสูง ภายใต้การตัดระดับความสูง 5 เซนติเมตร ทุกๆ 3 สัปดาห์ รวม 9 ครั้ง ระหว่างเดือนมิถุนายน – มกราคม ที่วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม หญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตน้ำแห้ง 12 ตันต่อไร่ ใกล้เคียงกับหญ้าเนเปียร์ธรรมดา และหญ้าเนเปียร์แคระ โดยมีใบประมาณ 60 % ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์ระดับโปรตีนจึงมีระดับสูง 13.6 % อย่างไรก็ตามระดับโปรตีนจะลดลงเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ตารางที่ 4 แสดงสัดส่วนของใบในหญ้ากินนีแต่ละพันธุ์จะเห็นได้ว่า ในระยะ 6 สัปดาห์แรกของการเจริญเติบโตหญ้ากินนีธรรมดาและหญ้ากินนีพันธุ์มาคูนีมีสัดส่วนของใบใกล้เคียงกันที่อายุเท่ากันแต่สูงกว่ากินนีสีม่วง อย่างไรก็ตามเปอร์เซนต์ของใบจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อพืชมีอายุมากขึ้นในทุกพันธุ์เช่นเดียวกับระดับโปรตีนซึ่งลดลงจาก 15.5-18.2 %เมื่ออายุ 3 สัปดาห์เหลือเพียง 2.7-7.9 %ในส่วนของการย่อยได้ พบว่า หญ้ากินนีธรรมดาและหญ้ากินนีพันธุ์มาคูนีมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งในส่วนใบและลำต้น และมีค่าลดลงเมื่อพืชมีอายุสูงขึ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงสัดส่วนของใบและระดับโปรตีนของหญ้ากินนี 3 พันธุ์

ชนิดพืช	%ใบ	%โปรตีน	%การย่อยได้	
			ใบ	ต้น
หญ้ากินนีธรรมดา				
3 สัปดาห์	85.7	15.5	71	68
6 สัปดาห์	72.3	11.5	68	64
12 สัปดาห์	50.0	7.9	ไม่ได้วัด	ไม่ได้วัด
หญ้ากินนีพันธุ์มาคูนี				
3 สัปดาห์	89.1	16.4	71	67
6 สัปดาห์	75.6	10.7	65	60
12 สัปดาห์	49.0	7.6	ไม่ได้วัด	ไม่ได้วัด
หญ้ากินนีสีม่วง				
3 สัปดาห์	74.3	18.2	ไม่ได้วัด	ไม่ได้วัด
6 สัปดาห์	51.6	12.4	ไม่ได้วัด	ไม่ได้วัด
12 สัปดาห์	42.0	2.7	ไม่ได้วัด	ไม่ได้วัด

ที่มา : สายัณห์ (2540)

4. **ความคงทนในสภาพการตัดและการแทะเล็ม** หญ้ากินนีทุกสายพันธุ์ที่ใช้ในปัจจุบันทนทานต่อสภาพการตัดและการแทะเล็มได้ดีกว่าหญ้าขนและหญ้ารูซี่ เช่น จากการศึกษาของสุวนารถและคณะ (2537) พบว่า การตัดหญ้าชิดดินทุกๆ 3 สัปดาห์ระหว่างเดือนมิถุนายน – มกราคม หญ้ากินนีพันธุ์สีม่วงมีหน่อ 184 หน่อต่อตารางเมตร ใกล้เคียงกับหญ้าขน แต่ให้ผลผลิตมากกว่าหญ้าขนเกือบ 3 เท่า ในส่วนของหญ้ากินนีธรรมดาพบว่า สามารถขึ้นข่มหญ้ารูซี่ได้ภายใต้สภาพการแทะเล็มทั้งๆ ที่ในระยะแรกของการทดลองมีหญ้ารูซี่มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีหญ้ากินนีธรรมดาเพิ่มขึ้นมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หญ้ากินนีสีม่วง (Panicum maximum cv. TD58) (**กองปศุสัตว์**,2533)

หญ้าในสกุลกินนี (Panicum maximum Jacq.) เป็นหญ้าที่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์มาก เพราะมีคุณสมบัติที่โดดเด่น คือ ทนแล้ง ผลผลิตสูง สัตว์ชอบกิน แต่ข้อเสีย คือ เมล็ดพันธุ์มีขนาดเล็ก อัตราการงอกต่ำ และเมล็ดร่วงหล่นง่าย หญ้าสกุลกินนีมีหลายสายพันธุ์ (cultivar) ที่นิยมในประเทศไทยคือ กินนีธรรมดา (common guinea) เฮมิล (Hamil) และกรีนพานิค (green panic) หญ้ากินนีสีม่วงมีแหล่งกำเนิดในประเทศแทนซาเนีย ทวีปอัฟริกาใต้ นำเข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2530 (ศศิธรและคณะ, 2534ก) สำหรับหญ้ากินนีสีม่วงนั้นเป็นสายพันธุ์ใหม่ที่นำเข้ามาจากประเทศไอเวอรีโคสท์ทวีอัฟริกา โดยนานกีร์โรแบร์ ที่ปรึกษา กรป.กลาง ในราวปี พ.ศ. 2518 โดยใช้ชื่อพันธุ์ K 187B ปัจจุบันใช้ชื่อพันธุ์ TD 58

ลักษณะการเจริญเติบโต

หญ้ากินนีสีม่วงเป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี ลำต้นตั้งตรง สูง 0.5-4.5 เมตร (Bogdan, 1977) จัดเป็นพวกหญ้ากอตั้ง ที่ลำต้นมีไหลและแง่งอยู่ใต้ดินตื้น สามารถแตกหน่อออกทำให้มีลักษณะเป็นก่อหรือพุ่ม ลำต้นที่ตั้งตรงประกอบไปด้วยข้อ 3-15 ข้อ ใบเรียวยาวตรง 12-40 เซนติเมตร กว้าง 35 มิลลิเมตร (เฉลิมพล, 2530) หญ้ากินนีสีม่วงจะมีขนาดของใบและลำต้นใหญ่กว่ากินนีธรรมดา แต่จะเตี้ยกว่าพันธุ์เฮมิล ใบจะมีลักษณะอ่อนนุ่มกว่ากินนีธรรมดาและเฮมิล ชอบร่มเงา กลุ่มดอก (spikelets) จะมีสีม่วงซึ่งแตกต่างจากพันธุ์อื่นที่ส่วนใหญ่จะมีสีเขียวอย่างเด่นชัด ขนาดของเมล็ดจะใหญ่กว่ากินนีธรรมดา มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ยระหว่าง 0.8610-1.1140 กรัมเท่านั้น หญ้ากินนีสีม่วงมีลักษณะเด่น คือ ส่วนของข้อ ปล้อง และเมล็ดมีสีม่วงอมเขียว ใบค่อนข้างใหญ่และดก สัดส่วนใบมากกว่าลำต้น มีการแตกกอดี และฟื้นตัวหลังการเก็บเกี่ยวเร็วกว่ากินนีสายพันธุ์ธรรมดา ช่อดอกเป็นแบบ open panicles มีสีเขียวหรือสีม่วง มีช่วงของการเจริญเติบโตก่อนออกดอกอยู่ระหว่าง 90-110 วัน หญ้ากินนีสีม่วงจะออกดอกช้ากว่าหญ้ากินนีพันธุ์อื่น ๆ จะเริ่มออกดอกระหว่างเดือนกันยายนและช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มออกดอก (pre-bloom) จนถึงระยะที่ช่อดอกโผล่ (mid-bloom) ค่อนข้างยาวประมาณ 23 วัน (ศศิธรและคณะ, 2534ข) ช่อดอกมีการแตกกิ่งก้านมาก การบานของดอกภายในกอเดียวกันของแต่ละหน่อไม่พร้อมกัน ทำให้เมล็ดสุกแก่ไม่พร้อมกัน ใน 1 กิโลกรัมมีเมล็ด 1,200,000-2,400,000 เมล็ดแล้วแต่พันธุ์เมล็ดมีความงอกต่ำต้องการระยะฟักตัวอย่างน้อย 6 เดือน จัดเป็นวัชพืชสั้น จากการศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้ากินนีสีม่วงที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่าหญ้ากินนีเจริญเติบโตให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด 2 ช่วง คือ ช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมโดยมีการเจริญเติบโตในช่วงแรกต่ำกว่าในช่วงที่ 2 หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตจะลดต่ำลงหลังเดือนตุลาคม ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตของหญ้ากินนี มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน เช่นเดียวกับรายงานของชุมพล (2507) ซึ่งได้ศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้ากินนีที่มหาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขนพบว่าการเจริญเติบโตของหญ้ากินนีจะผันแปรตามฤดูฝน โดยในช่วงกันยายน หญ้ากินนีจะมีอัตราการเจริญเติบโตให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนมาก หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตจะลดลงในฤดูแห้งแล้งและจะมีการเจริญเติบโตให้ผลผลิตสูงอีกครั้งเมื่อฤดูฝน

การเลือกพื้นที่ปลูก (กองปศุสัตว์,2533)

การปลูกหญ้ากินนีสีม่วงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์นั้นเกษตรกรควรปลูกในพื้นที่รายละไม่เกิน 2 ไร่ เนื่องจากเกษตรกรสามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง และใช้แรงงานในครอบครัวที่มีอยู่ได้เพียงพอ พื้นที่ปลูกควรเลือกที่ดอนมีความอุดมสมบูรณ์ดีพอควร น้ำไม่ขัง ถ้ามีต้นไม้ใหญ่ช่วยบังลมได้ก็จะช่วยลดปัญหาการร่วงของเมล็ด เนื่องจากลมพัดในช่วงเก็บเกี่ยว และควรหลีกเลี่ยงดินที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

- ดินเค็มเพราะพืชจะเจริญเติบโตไม่ดี
- ดินที่ไม่อุ้มน้ำหรือดินแห้งเร็วเกินไปหลังจากหมดฝน ซึ่งจะทำให้ได้เมล็ดลีบ

การเตรียมพื้นที่ปลูก

เกษตรกรต้องทำการไถ 1 ครั้ง พรวน 1 ครั้ง และคราดเกลี่ยดินให้เรียบสม่ำเสมออีก 1 ครั้ง

การปลูก

สามารถปลูกได้ทั้งเมล็ดและหน่อพันธุ์ แต่เนื่องจากว่าเมล็ดพันธุ์มีขนาดเล็กมาก จึงควรทำการเพาะกล้าก่อนในแปลงเพาะ ขนาด 3 ม. X 9 ม. ใช้เมล็ด 150 กรัม รดน้ำเช้าเย็น จะได้ต้นกล้าเพียงพอสำหรับปลูกในพื้นที่ 1 ไร่ หลังจากต้นกล้างอกแล้วประมาณ 1 เดือน จึงย้ายออกปลูกในแปลงใหญ่ โดยปลูกเป็นหลุมให้มีระยะห่างระหว่างหลุมและแถวไม่น้อยกว่า 70x70 ซม. เนื่องจากว่าหญ้าชนิดนี้จะแตกหน่อกอใหญ่ ถ้าปลูกชิดเกินไปจะทำให้เก็บเมล็ดพันธุ์ยาก (กองปศุสัตว์,2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใส่ปุ๋ย

ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ เช่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ควรใส่ปุ๋ยรองพื้นโดยใช้ปุ๋ยทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-45-0) ในอัตรา 20-25 กิโลกรัม/ไร่ โดยใส่พร้อมกับการเตรียมดินครั้งสุดท้าย

ปุ๋ยไนโตรเจนจะมีความสัมพันธุ์กับผลผลิตของเมล็ดหญ้าซึ่งปริมาณที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 40-80 กิโลกรัมของธาตุไนโตรเจน/ไร่ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ในรูปของยูเรีย) จะแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกจะใส่หลังจากการกำจัดวัชพืช และครั้งที่ 2 จะใส่หลังจากการเก็บเมล็ดครั้งแรกแล้ว แต่อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีขอแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนน้อยลง เพราะว่า

1. ถ้ามีฝนชุกเกินไป การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่มาก จะทำให้ต้นหญ้ามีการเจริญเติบโตทางใบมากเกินไปซึ่งจะทำให้ต้นหญ้าล้มได้

2. ในปีที่แห้งแล้ง หญ้าที่เจริญงอกงามดีขึ้น เนื่องมาจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมาก จะทำให้เกิดการคายน้ำจากใบมาก และจะทำให้น้ำในต้นสูญเสียไปเร็วกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้หญ้าขาดน้ำเร็วขึ้น มีผลทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง (เมล็ดพันธุ์ลีบ)

การกำจัดวัชพืช

หลังจากย้ายต้นกล้าปลูกไปแล้วประมาณ 1 เดือน ต้องมีการกำจัดวัชพืชออกให้หมด และควรกระทำอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากว่าถ้าปล่อยให้วัชพืชเหล่านี้ (เช่น สาบเสือ กระเพราป่า) ออกดอกติดเมล็ด จะทำให้เมล็ดปนไปกับเมล็ดพันธุ์หญ้าได้ในช่วงเก็บเกี่ยว

การออกดอกและติดเมล็ด

ลักษณะทั่วไปของพืชอาหารสัตว์เขตร้อน โดยเฉพาะพืชตระกูลหญ้านั้นจะออกดอกไม่พร้อมกันทำให้การสุกแก่ของเมล็ดไม่พร้อมกัน แม้แต่ในช่อดอกเดียวกันก็ตาม หากสภาพของดินฟ้าอากาศเอื้ออำนวย และได้รับฝน ตั้งแต่ต้นฤดูแล้วหญ้านี้จะเริ่มออกดอกราวเดือนกรกฎาคมเป็นต้นไป ดังนั้นจึงสามารถที่จะทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ครั้งแรกประมาณเดือนสิงหาคม และครั้งที่ 2 ประมาณปลายเดือนตุลาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บเกี่ยว

เนื่องจากสาเหตุของการออกดอก และการสุกแก่ของเมล็ดที่ไม่พร้อมกันดังกล่าว จึงเป็นปัญหาอย่างมากที่จะกำหนดระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องได้ หลักเกณฑ์ที่น่าจะดี และถือปฏิบัติก็คือ ช่อดอกที่ออกก่อนจะให้ผลผลิตที่ดีกว่า อีกทั้งคุณภาพของเมล็ด และขนาดของเมล็ดย่อมดีกว่าช่อดอกที่ออกทีหลัง ประมาณ 60-70% ของช่อดอกในแปลงที่โผล่พ้นจากกาบใบแล้ว ผู้ปฏิบัติควรจะต้องหมั่นตรวจดูถึงความแข็ง และการสุกแก่ของเมล็ดโดยการเขย่าช่อดอกเบาๆ ถ้าสังเกตเห็นว่ามีเมล็ดร่วงแสดงว่าเมล็ดเริ่มแก่แล้ว ให้รีบทำการเก็บเกี่ยวทันที ก่อนที่เมล็ดจะร่วงหล่นหมด โดยทั่วไปการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ (โดยใช้แรงคน) นั้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. การเก็บเกี่ยวโดยการเคาะช่อดอก

เป็นวิธีการเก็บเมล็ดพันธุ์ที่จะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพค่อนข้างดี เนื่องจากว่าจะมีเมล็ดที่แก่จัดเท่านั้นที่จะร่วงลงสู่ภาชนะได้ เมล็ดวัชพืชหรือสิ่งเจือปนก็มีน้อย วิธีการปฏิบัติคือ เมื่อสังเกตเห็นว่ามีการแทงช่อดอกแล้ว ให้มัดช่อดอกรวมกันประมาณ 6-10 ช่อ และพยายามให้อยู่ในกอเดียวกันเพื่อสะดวกในการเคาะ เมื่อเห็นว่าเมล็ดเริ่มแก่แล้ว ก็จะเคาะเมล็ดไปจนกว่าเมล็ดจะหลุดออกจากช่อจนหมด แต่ว่าวิธีการเก็บเกี่ยวแบบนี้ค่อนข้างจะยุ่งยาก เนื่องจากลำต้นสูง ถ้าหากว่าเกษตรกรไม่ระมัดระวังในขณะทำการเขย่าช่อดอกแล้ว อาจจะทำให้ช่อดอกหักเสียหายได้ อีกทั้งต้องใช้แรงงานและเสียเวลามาก

2. การเก็บเกี่ยวโดยการเกี่ยวช่อดอก

เป็นการเก็บเกี่ยวที่สะดวกในทางปฏิบัติ เพราะประหยัดทั้งเวลา และแรงงาน แต่ว่าคุณภาพของเมล็ดจะไม่ดีเท่าที่ควร ถึงแม้ว่าจะได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างจะมากกว่าวิธีการเก็บเกี่ยวโดยการเคาะช่อดอกก็ตาม วิธีการปฏิบัติก็คือ เมื่อสังเกตว่าเมล็ดเริ่มแก่แล้ว ก็จะเก็บเกี่ยวเอาช่อดอกมามัดรวมกันโดยวางให้ช่อดอกหันช้อนเข้าหากันในที่ร่ม (ไม่ควรจะให้สูงเกิน 1 เมตร) ประมาณ 1-2 วัน ซึ่งข้อดีของการบ่มนี้ก็คือ จะทำให้เมล็ดที่ยังไม่แก่เต็มที่ มีโอกาสที่จะแก่ได้อีกในกองบ่ม หลังจากนั้นก็จะทำการเคาะช่อดอก เพื่อให้เมล็ดหลุดออกจากช่อ และควรจะมีการกลับกองทุกวัน และรวบรวมเมล็ดหลังจากการเคาะทุกครั้ง (กองปศุสัตว์,2533)

100721

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรคำนึงในการเก็บเมล็ดพันธุ์

เมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว ควรเริ่มทำโดยทันที เนื่องจากเมล็ดหญ้าพวกนี้ร่วงหล่นได้โดยง่าย ลม ฝน หรือ นก อาจทำให้เมล็ดร่วงหล่น และเสียหายได้ ดังนั้นในช่วงที่ไม่มีฝนตก จึงควรทำการเกี่ยว ให้ได้เมล็ดมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าคาดว่าจะมีพายุ หรือ ฝนมาในเร็ววัน ควรเก็บเกี่ยวเมล็ดทั้งที่ยังไม่แก่จัดทันทีดีกว่าจะเสี่ยง หรือรอให้เมล็ดแก่เต็มที่เสียก่อน (กองปศุสัตว์,2533)

การทำความสะอาด การตากเมล็ด และการเก็บรักษา

เมล็ดพันธุ์หญ้าที่เก็บจาก 2 วิธี ดังกล่าว จะต้องผึ่งในที่ร่ม 2 คืน แล้วค่อยเอาออกไปตากแดดอีก 2 แดด จากนั้นทำความสะอาดโดยการฝัดในกระด้ง เพื่อให้เมล็ดลีบ หรือกากหลุดออกไป

การตากเมล็ดและการเก็บรักษาที่ถูกต้องเป็นปัจจัยสำคัญที่จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หญ้า ก่อนการเก็บเมล็ดในถุงพลาสติก ควรตากเมล็ดให้มีความชื้นประมาณ 6-9% ถ้าต้องการจะเก็บเมล็ดให้ได้นานหลายปี จะต้องเก็บเมล็ดไว้ในสภาพที่แห้งในห้องเย็นที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นได้ (กองปศุสัตว์,2533)

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์

จากการทดสอบหาผลผลิตเมล็ดพันธุ์ตามศูนย์ฯ/สถานีอาหารสัตว์ต่างๆ พบว่าผลผลิตค่อนข้างจะแตกต่างกันมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับ สภาพพื้นที่ สภาพของภูมิอากาศ และการจัดการ โดยเฉลี่ยจะมีผลผลิตอยู่ในระหว่าง 6-35 กก./ไร่ แต่เกษตรกรจังหวัดสกลนครสามารถผลิตถึง 50 กก./ไร่ (กองปศุสัตว์,2533)

การย่อยอาหาร (Digestion) หมายถึงกระบวนการที่อาหารถูกเปลี่ยนแปลงในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ จากขนาดอณูใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้เหมาะสมกับการดูดซึม (absorption) ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่

1. **กลวิธี** (mechanical digestion) คือ การบดอาหารให้แตกเป็นชิ้นเล็กลง เพื่อให้น้ำย่อยแทรกซึมได้ทั่วถึง ได้แก่ การเคี้ยวอาหาร (chew or mastication) การขยอกอาหาร (requrgitation) การเคลื่อนไหวทางเดินอาหาร หรือการหด การบีบตัวของกล้ามเนื้อทางเดินอาหาร (muscular contractions)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **วิธีทางเคมี** (chemicaldigestion) เป็นการย่อยที่ต้องอาศัยเอนไซม์ และสารอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เอนไซม์ เช่น กรดเกลือ (HCl) หรือพวกน้ำดี (bile)

3. **การย่อยโดยจุลินทรีย์** (microbial digestion) มีความสำคัญต่อการย่อยอาหารพวกเยื่อใยในกระเพาะรูเมน (ศรีสกุลและรณชัย, 2539)

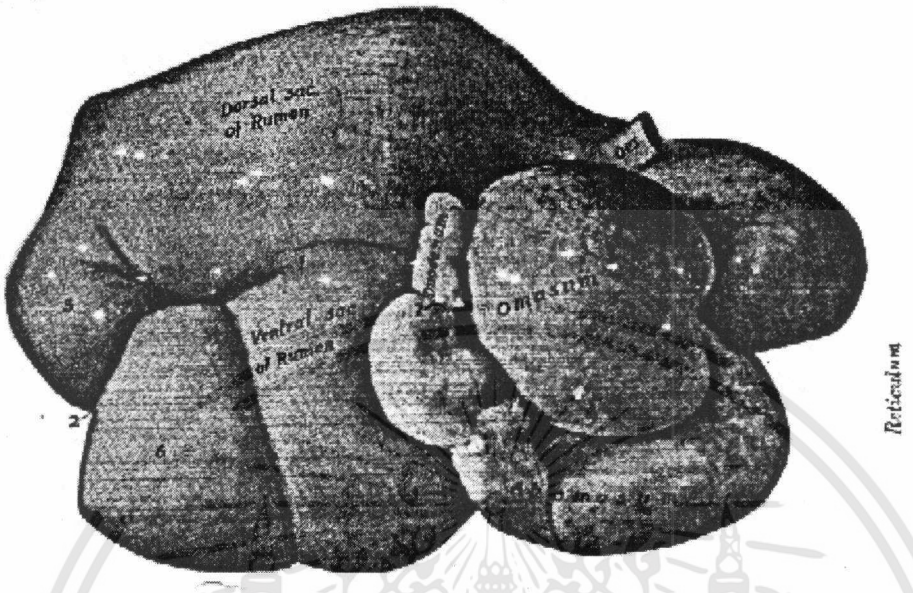
อาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินมีธรรมชาติที่ต่างจากสัตว์กระเพาะเดี่ยว คอประกอบด้วยต้นและใบของพืชเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีเยื่อใยสูงและมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นน้ำตาลหลายโมเลกุล (polysaccharides) จับกันด้วยพันธะแบบ β เช่นในกรณีของเซลลูโลส (cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เป็นต้นซึ่งเอนไซม์จากสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่สามารถย่อยได้ แต่ถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ ดังนั้นทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงมีลักษณะที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทางเดินอาหารส่วนที่ต่างจากสัตว์กระเพาะเดี่ยวมากที่สุดคือกระเพาะ

สำหรับการย่อยอาหารส่วนอื่น ๆ คล้ายคลึงกับในสัตว์กระเพาะเดี่ยว แต่อาจมีเอนไซม์ ต่างกันไปบ้าง เช่น ไม่มีเอนไซม์ salivary amylase และ sucrase ส่วน enzyme maltase และ pancreatic amylase พบว่ามีน้อย (บุญล้อม, 2541)

สัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant) มีความสามารถพิเศษในหารใช้อาหารหยาบ (roughage) กระเพาะของสัตว์เหล่านี้มีลักษณะพิเศษสามารถจุได้ 20 - 40 แกลลอน ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของสัตว์เอง (เมธา, 2529)

กระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีขนาดใหญ่มาก กินเนื้อที่ 75% ของช่องท้อง โดยอยู่ชิดผนังลำตัวด้านซ้าย อาจเริ่มจากซี่โครงซี่ 7 - 8 จนถึงกระดูกเชิงกราน (pelvis) แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ กระเพาะรังผึ้ง(reticulum หรือ honey comb หรือ blind pouch), กระเพาะผ้าขี้ริ้ว (rumen), กระเพาะสามสิบกลีบ (omasum หรือ many plies) และกระเพาะแท้ (abomasum) ดังแสดงในภาพที่ 2 (บุญล้อม, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 กระเพาะส่วนต่างๆ ของโค (Bath *et al.*,1978)

กระเพาะหมักหรือผ้าขี้ริ้ว (Rumen)

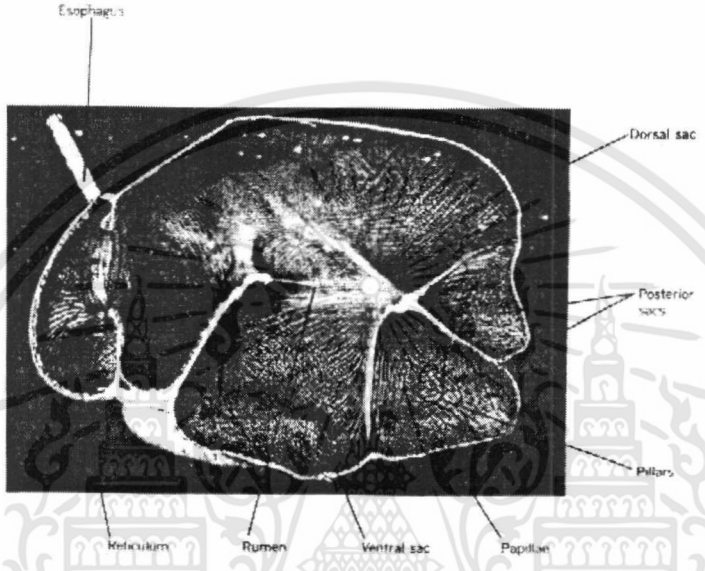
กระเพาะส่วนนี้มีปริมาตรความจุถึง 80% ของกระเพาะทั้งหมด อยู่ติดกับผนังด้านซ้ายของช่องท้อง ถัดไปทางด้านขวาของรูเมนจะเป็นส่วนของส่วนของ omasum, abomasum และอวัยวะอื่น ๆ ผิวด้านนอกรูเมนถูกแบ่งโดยร่องลึก (deep groove) ออกเป็นส่วนที่มองเห็นได้ชัด คือ ส่วนบน (dorsal region) และส่วนล่าง (ventral region) นอกจากนี้ยังมีร่องที่แบ่งผนังออกเป็นส่วนหน้า (anterior) ส่วนกลาง (middle) และส่วนหลัง (posterior) แต่จะไม่เห็นเด่นชัดนัก ร่องลึกเหล่านี้มีชื่อเรียกดังนี้ anterior right and left longitudinal coronary grooves, dorsal and ventral posterior coronary grooves

ลักษณะภายในของกระเพาะรูเมนบุเนื้อเยื่อ และมีส่วนที่เรียกว่า แพบฟิลลี่ (papillae) ยื่นออกมา อวัยวะส่วนนี้จะกระจายอยู่ทั่วไปภายในกระเพาะรูเมน มีหน้าที่ช่วยในการคลุกเคล้าอาหาร การเคลื่อนบีบตัวของกระเพาะรูเมน และการดูดซึมผ่านของกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids, VFA) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ การแบ่งของ pillars จะตรงกับร่องลึกที่แบ่งลักษณะภายนอกจากกัน anterior pillar ทั้งด้านขวาและซ้าย ซึ่งอยู่ตามแนวนอน (right and left

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18545

longitudinal) และ posterior pillar จะแบ่งรูเมนออกเป็นถุงบนและถุงล่าง (dorsal และ ventral sac) ทางด้านหลังของถุงนี้จะมีการแบ่งต่อไปอีกโดย posterior pillar และ coronary pillar ทั้งด้านบนและด้านล่างออกเป็น anterior dorsal sac, posterior dorsal sac, anterior ventral sac และ posterior ventral sac (Church, 1975)



ภาพที่ 3 สภาพภายในกระเพาะ 2 ส่วนแรก (reticulo-rumen) (Bath *et al.*,1978)

สภาพในกระเพาะ 2 ส่วนแรก (reticulo-rumen) เป็นถังหมักขนาดใหญ่ (fementation vat) แสดงในภาพที่ 5 มีจุลินทรีย์อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนล่างเป็นของเหลว (liquid phase) และมีอาหารละเอียดแขวนลอยอยู่ ส่วนบนมีอาหารชิ้นหยาบลอยอยู่เต็ม เหนือขึ้นไปเป็นที่ว่างสำหรับบรรจุแก๊สที่เกิดขึ้นจากการหมักย่อยอาหาร ปกติแก๊สจะต้องถูกระบายออกโดยการเรอ (eructaion หรือ belching) มิฉะนั้นจะทำให้สัตว์เกิดอาการท้องอืดตายได้

อาหารในรูเมนจะถูกคลุกเคล้าให้เข้ากันโดยการบีบตัวของผนัง ทำให้อาหารที่อยู่ในกระเพาะด้านหน้าถูกขยอกออกมายังปากเพื่อเคี้ยวใหม่ ของเหลวจะถูกกลืนกลับเข้าไป ส่วนอาหารชิ้นหยาบ ๆ จะถูกเคี้ยวให้ละเอียดจะตกลงด้านล่าง อาหารที่ยังเป็นชิ้นหยาบอยู่จะลอยอยู่ด้านบน ซึ่งถูกออกมาเคี้ยวใหม่อีกวนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป เมื่ออาหารละเอียดแล้วจะเคลื่อนที่ไปยังกระเพาะส่วนถัดไป (เมธา, 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

หน้าที่ที่สำคัญของกระเพาะผ้าขี้ริ้ว

1. เป็นที่พัก และช่วยให้อาหารอ่อนตัวลง
2. ช่วยบดอาการชิ้นใหญ่ให้เล็กลง โดยการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ และโดยการหยอกอาหาร
3. เป็นที่หมักอาหารเยื่อใย (Fermentation) ของจุลินทรีย์ปกติระยะเวลาที่อาหารพักอยู่ในกระเพาะผ้าขี้ริ้วนานถึง 12 ชั่วโมง ก่อนที่จะส่งอาหารไปที่อื่น ฉะนั้น จึงเกิดการหมักได้มาก รวมทั้งระดับความเป็นกรด – ด่าง อุณหภูมิและความชื้นยังมีความเหมาะสมในอาหารหมักอีกด้วยสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถย่อยอาหารเยื่อใยได้ถึง 60 - 70 %ในขณะที่ม้าสามารถย่อยเยื่อใยได้เพียง 30% (ศรีสกุลและรณชัย, 2539)

การหมักย่อยในกระเพาะส่วนหน้า

อาหารและน้ำลายที่กลืนเข้าไปจะไปรวมกับของเหลวในรูเมน reticulum ในโคโตเต็มที่ reticulo-rumen จะมีขนาดใหญ่มากมีความจุประมาณ 150 ลิตร ภายในมีสภาพที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อาหารที่เข้าไปในรูเมนส่วนใหญ่จะถูกหมักย่อยโยจุลินทรีย์ให้ได้เป็นกรดไขมันระเหยได้ แก๊สมีเธน คาร์บอนไดออกไซด์ และเซลล์จุลินทรีย์ แก๊สจะถูกระบายออกโดยการเรอกรดไขมันระเหยได้ส่วนใหญ่จะถูกดูดย่อยสลายในกระเพาะรูเมน ไปยังกระเพาะแท้และลำไส้เล็กเพื่อย่อยโดยเอนไซม์จากสัตว์ และถูกดูดซึมเช่นเดียวกับสัตว์กระเพาะเดี่ยว อาหารที่เหลือจะถูกย่อยที่ลำไส้ใหญ่โดยโดยเอนไซม์ขนองจุลินทรีย์อีกครั้ง ได้เป็นกรดไขมันระเหยได้ ซึ่งจะถูกซึมเข้าสู่ร่างกายสัตว์ แต่จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในส่วนนี้ไม่สามารถถูกย่อยได้ จะถูกขับออกในมูลพร้อมกับอาหารที่ไม่ถูกย่อย

กระบวนการย่อยอาหารในส่วนของกระเพาะรูเมน (บุญล้อม, 2541)

1. **การย่อยคาร์โบไฮเดรตในรูเมน**

คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. พวกที่เป็นโครงสร้างของพืช (structural carbohydrate) หรือที่เรียกว่าประเภทเยื่อใย (fiber carbohydrate) ได้แก่ cellulose และ hemicellulose เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พวกที่อยู่อยู่ภายในเซลล์ (non-structural หรือ non fiber หรือ readily available carbohydrate หรือ soluble carbohydrate มักเรียกย่อ ๆ ว่า NSC หรือ NFC หรือ RAC) พวกนี้ได้แก่แป้งและน้ำตาล ซึ่งสามารถย่อยได้ง่ายด้วยเอนไซม์จากตัวสัตว์

เนื่องจากอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องส่วนใหญ่เป็นอาหารหยาบ จึงมีลิกนิน (ซึ่งไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต) ตลอดจนเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสอยู่สูงนอกเหนือจากแป้งและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ ยิ่งพืชแก่ขึ้นสัดส่วนของเยื่อใยเหล่านี้จะยิ่งมีมากขึ้น ลิกนินไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์จากสิ่งมีชีวิต ส่วนเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสจะไม่ย่อยโดยเอนไซม์ของตัวสัตว์ แต่สามารถถูกย่อยได้โดยเอนไซม์จากจุลินทรีย์ได้บ้าง นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังสามารถย่อยแป้งและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ด้วย ซึ่งปกติจะย่อยได้หมดในรูเมน

2. **การย่อยโปรตีนในรูเมน**

โปรตีนจะถูก hydrolysed ได้เป็นเพปไทด์และกรดอะมิโน โดยจุลินทรีย์ในรูเมนแต่กรดอะมิโนบางชนิดจะถูกย่อยต่อไปโดยกระบวนการ deamination ได้เป็นกรดอินทรีย์ แอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ จุลินทรีย์ จะอับแอมโมเนีย เพปไทด์สายสั้น ๆ และกรดอะมิโนอิสระไปสร้างเป็นโปรตีนของตัวมันเอง ซึ่งอัตราการสร้างจะมากเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับอาหารที่สัตว์ได้รับว่ามีโปรตีนที่ย่อยสลายได้ง่าย (ruminal degradable protein, RDP หรือ หรือที่เรียกว่า degradable intake protein (DIP) และคาร์โบไฮเดรตที่สลายตัวได้ง่าย (readily available carbohydrate, RAC) เท่าใด ถ้ามีมากจะเกิดการเพิ่มประชากรของจุลินทรีย์มาก แต่ถ้ามีน้อยหรือมีสัดส่วนของ RDP และ RAC ไม่เหมาะสมก็จะเกิด microbial protein น้อย

โดยทั่วไปพบว่า ถ้าความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูเมนมีต่ำหว่า 50 มก./ลิตร จะทำให้การเจริญเติบโตและการทำงานของจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพลดลง อาหารถูกย่อยได้น้อยและสัตว์กินอาหารได้น้อยลง กรณีดังกล่าวมักเกิดเนื่องจากอาหารมีไนโตรเจนต่ำไปหรือมีโปรตีนที่ทนต่อการย่อยสลาย (ruminal undegradable protein, RUP) สูงเกินไป

ข้อดีของการสลายโปรตีนในรูเมน คือจุลินทรีย์สามารถสร้างกรดอะมิโนทั้งชนิดที่จำเป็นและไม่จำเป็น จึงทำให้โปรตีนของจุลินทรีย์มีคุณภาพดี มี biological value (BV) ประมาณ 66 – 87 % ซึ่งใกล้เคียงกับโปรตีนของสัตว์ และดีกว่าโปรตีนของพืชส่วนใหญ่ จึงทำให้ตัวสัตว์เคี้ยวเอื้องไม่ต้องพึ่งพาอาศัยโปรตีนคุณภาพดีจากอาหารมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ว่าโปรตีนของจุลินทรีย์มีคุณภาพค่อนข้างดี เพราะเมื่อพิจารณาจากปริมาณและสัดส่วนของกรดอะมิโนที่จำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งไลซีนและเมไธโอนีนแล้ว พบว่าใกล้เคียงกับผลิตผลที่สัตว์สร้างขึ้นคือเนื้อและนมมาก ขณะที่โปรตีนจากวัตถุดิบอื่น ๆ มักมีปริมาณและสัดส่วนของกรดอะมิโนดังกล่าวด้อยกว่า ยกเว้นปลาป่น

โปรตีนที่ย่อยสลายและไม่ย่อยสลายในรูเมน

โปรตีนที่ไปถึงลำไส้เล็ก จะประกอบด้วย

1. โปรตีนจากจุลินทรีย์ซึ่งมีคุณภาพค่อนข้างคงที่

2. โปรตีนในอาหารที่เล็ดลอดการสลายตัวในรูเมนไปได้ (ruminal undegradable protein) หรือที่เรียกว่าโปรตีนไหลผ่าน (by pass protein)

โปรตีนทั้ง 2 ส่วนนี้จำเป็นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยปกติเราต้องการให้โปรตีนคุณภาพในอาหารถูกย่อยในรูเมนมาก และให้โปรตีนคุณภาพดีไปถูกย่อยที่กระเพาะแท้และลำไส้เล็กได้เป็นกรดอะมิโน ซึ่งจะถูกดูดซึมนำไปให้เป็นประโยชน์ต่อตัวสัตว์โดยตรง ในสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงยิ่งต้องการโปรตีนส่วนหลังนี้มาก

สภาพที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์

เนื่องจากจุลินทรีย์มีบทบาทสำคัญต่อการย่อยอาหารในรูเมน ดังนั้นจึงต้องพยายามรักษาสภาพแวดล้อมของกระเพาะรูเมนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์คือ

1. pH **ที่เหมาะสม** ความจริงแล้วกรดที่เกิดขึ้นในรูเมนมีปริมาณมากพอที่จะทำให้ pH ลดลงเหลือ 2.5 –3.0 ได้ แต่เนื่องจาก phosphate และ bicarbonate ในน้ำลายที่ทำหน้าที่เป็น buffer คอยช่วยต้านทานเป็นกรดนี้ไว้ ขณะเดียวกันกรดที่เกิดขึ้นนี้ก็ถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนออกไปอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ pH ในกระเพาะไม่ลดลงมากนัก โดยทั่วไปถ้าโคได้รับอาหารข้นและอาหารหยาบในสัดส่วนที่เหมาะสม pH จะอยู่ประมาณ 5.8-6.5

2. **สภาพไร้ออกซิเจน** (anaerobic) เนื่องจากจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนส่วนใหญ่เป็นประเภทที่ไม่ใช้ออกซิเจน (obligate anaerobes) ถ้าถูกออกซิเจนมันจะตาย ดังนั้นออกซิเจนที่เข้ามายังกระเพาะรูเมนเมื่อสัตว์กินอาหารจึงต้องถูกใช้ไปอย่างรวดเร็วเพื่อรักษาสภาพนี้ไว้และในสภาพที่ไร้ออกซิเจนนี้ hydrogen ion ที่เกิดขึ้นจากการหมักจะถูกจับไว้โดยคาร์บอนไดออกไซด์เกิดเป็นมีเธน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **อุณหภูมิที่เหมาะสม** คือประมาณ 38-42 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของตัวสัตว์โดยทั่วไปกระเพาะส่วนหน้าของสัตว์จะมีสภาพตามข้อ 2 และ 3 นี้ โดยอัตโนมัติอยู่แล้ว

ถ้าต้องการนำจุลินทรีย์ในรูเมนไปเพาะเลี้ยงนอกร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อศึกษาการย่อยได้ (in vitro digestibility) ก็จำเป็นต้องจัดสภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับการทำงานและการเจริญเติบโตของมัน ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วนี้เช่นกัน (บุญล้อม, 2541)

จุลินทรีย์ในรูเมน

จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นพวกที่ไม่ต้องการออกซิเจน (obliggate anaerobes) แต่อาจมีพวกที่สามารถใช้ออกซิเจนได้ด้วยอยู่บ้างบางชนิด พวกนี้จัดเป็น facultative anaerobes มีหน้าที่ช่วยใช้ออกซิเจนที่ติดเข้ามากับอาหารหรือเข้ามาขณะที่สัตว์เคี้ยวและกลืนอาหาร

จุลินทรีย์เข้ามาอยู่ในตัวสัตว์ตั้งแต่อายุประมาณ 6 สัปดาห์ โดยติดมากับน้ำ อาหารหรือการสัมผัสกับสัตว์ใหญ่ จุลินทรีย์มี 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบคทีเรีย (flora), โปรโตซัว (fauna) เชื้อรา (fungi) ชนิดและสัดส่วนของจุลินทรีย์แต่ละประเภทที่เกิดการหมักย่อยได้ (fermentable substrate) (บุญล้อม, 2541)

การประเมินคุณค่าทางอาหารโดยหาการย่อยได้และพลังงาน อาจทำได้ โดยการทดลองในตัวสัตว์ (*in vivo*) หรือทดลองโดยใช้ถุงไนลอน (*in sacco*) หรือทดลองในหลอดแก้ว (*in vitro*) ซึ่งมีหลายวิธีการ เช่น วิธีใช้ของเหลวจากกระเพาะรูเมน วิธีใช้เอนไซม์ pepsin – cellulase และวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (gas production technique, GPT)

การวิเคราะห์หาการย่อยได้ในหลอดทดลอง (*in vitro* technique)

เนื่องจากการหาการย่อยได้โดยทดลองกับตัวสัตว์จริง (*in vivo* digestibility) เป็นงานที่สิ้นแรงงานและค่าใช้จ่ายมาก จึงได้มีการพยายามวัดการย่อมได้ของอาหารในหลอดทดลอง โดยเลียนแบบปฏิบัติที่เกิดขึ้นในทางเดินอาหารของสัตว์ วิธีการแบบนี้เรียกว่า *in vitro* technique ซึ่งในกรณีของสัตว์กระเพาะเดี่ยวมักหาการย่อยได้แต่เฉพาะส่วนของโปรตีนใช้เอนไซม์เพปซิน (pepsin) และกรดเกลือมาย่อยเท่านั้น ผลที่ได้อาจแตกต่างจากการย่อยได้ในสัตว์จริงบ้าง เพราะการย่อยได้ในสัตว์เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ย่อยโปรตีน (protease) หลายชนิดร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของสัตว์เคี้ยวเอื้อง การหาการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการทำได้หลายวิธีและค่อนข้างจะเป็นที่นิยม เนื่องจากช่วยประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายได้ดีกว่าการทดลองกับตัวสัตว์ เพราะสามารถทำพร้อม ๆ กันได้ทีละหลายตัวอย่างในเวลาอันรวดเร็วมักคำนวณจากปริมาณวัตถุแห้งที่หายไป (*in vitro* day matter disappearance, IVDMD) ซึ่งวัดโดยการบ่มตัวอย่างอาหารด้วยของเหลวจากกระเพาะรูเมนและสารละลาย buffer (บุญล้อม, 2541)

หลักสำคัญในหาวิเคราะห์โดยระบบ *in vitro* คือ การเลียนแบบสภาวะภายในทั้งหมดให้เหมือนกับในระบบการย่อยได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้องจริง ๆ การวิเคราะห์แบบ *in vitro* สามารถจัดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. การทดลองเพื่อวัด end-products หรือ metabolites ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่สลับซับซ้อน

2. การวิเคราะห์หาการย่อยได้ของตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ ซึ่งส่วนนี้จะไม่ยุ่งยากหรือสลับซับซ้อนมากนัก (เมธา, 2529)

ปัจจัยที่สำคัญในการวิเคราะห์การย่อยได้โดยระบบ *in vitro*

1. กิจกรรมของจุลินทรีย์ในสารละลาย ของเหลวที่สุ่มมาจากกระเพาะสัตว์นั้นโดยวิธีผ่านทางกระบอกเจาะ (fistula/cannula) จะต้องประกอบด้วยน้ำย่อยที่เหมาะสมทั้งนี้จะต้องมีการปรับสัตว์ให้ได้รับอาหารมาตราฐาน ประมาณ 1-2 สัปดาห์ก่อนสุ่มเอาของเหลวจากรูเมนไปใช้

2. ขนาดของตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ ควรใช้ตัวอย่างที่มีขนาดบดที่ผ่านตะแกรง 1 มม. หรือประมาณ 30 ม. ความสามารถของบัฟเฟอร์ (buffer) ที่ใช้ จะต้องเตรียม buffer ให้ใหม่และมีส่วนประกอบที่ถูกต้องตามที่แนะนำ

4. อุณหภูมิของสารละลายในช่วง incubate จะต้องควบคุมอุณหภูมิของสารละลายและเครื่องแก้วที่ใช้ให้มีอุณหภูมิประมาณ 39 องศาเซลเซียส

4. ระยะเวลาของการ incubate ระยะเวลาแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือระยะที่ 1 ใช้เวลา 48 ชม. และระยะที่ 2 ใช้เวลาอีก 48 ชม.

5. การเขย่าตัวของหลอดวิเคราะห์ ควรมีการเขย่า (swirl) หลอดทดลองวันละ 3 ครั้ง คือ เช้า เที่ยง และบ่าย ทั้งนี้เพื่อให้สารละลายและอาหารได้สัมผัสกันและเป็นการเลียนแบบระบบจริงด้วย ถ้าหากมี automatic shaker ก็จะสะดวกยิ่งขึ้น (เมธา, 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาการย่อยได้ในระบบ *in vitro* นี้ จะช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้วิเคราะห์ไม่ว่าจะเป็นด้านเวลา การลงทุน และความรวดเร็ว และการศึกษาโดยวิธี *in vitro* นี้ ควรใช้สัตว์ที่ได้เจาะกระเพาะไว้แล้ว (fistulated animal) เพื่อสะดวกในการเก็บของเหลว หรือตัวอย่างกระเพาะรูเมน วิธีการเหล่านี้ ได้แก่ (เมธา, 2529 ; บุญล้อม, 2541)

1. วิธีของ Tilley and Terry (rumen liquor-pepsin) เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับเป็นอย่างมาก ซึ่งถือว่าเป็นวิธีเริ่มต้น โดยอาศัยของเหลวจากรูเมนเป็นแหล่งของน้ำย่อยธรรมชาติ

2. วิธีของ McLeod and Minson (Pepsin - cellulase) ซึ่งเป็นวิธีที่วิเคราะห์โดยใช้สารเคมีทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อลดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นในด้านความเข้มข้นของน้ำย่อยในรูเมน ความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นจากอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ที่ให้ขนองเหลวจากรูเมน เป็นต้น จึงนำเอาน้ำย่อยสังเคราะห์เซลลูเลสมาใช้โดยใช้ onozuka 3S

3. วิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (gas production method) วิธีนี้พัฒนาขึ้นในประเทศเยอรมันโดย อาศัยหลักการที่ว่าการหมักอาหารของจุลินทรีย์ในกระเพาะส่วนหน้าจะทำให้เกิดแกสขึ้น ซึ่งมีจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับอัตราการย่อยได้ของอาหารนั้นปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจะสามารถนำมาทำนายค่าการย่อยได้และปริมาณพลังงานในอาหารได้

ความจริงวิธีนี้มีหลักการคล้ายกับวิธี 2 ขั้นตอนของ Tilley and Terry เพียงแต่แทนที่จะวัดปริมาณวัตถุแห้งหรืออินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายไป กลับวัดปริมาณแก๊สที่เกิดจากการหมักแทนซึ่งมีข้อดีเหนือกว่าวิธีกว่าวิธีแรกหลายประการ เพราะทำได้สะดวกและรวดเร็วกว่า อีกทั้งยังได้ข้อมูลมากกว่า

การหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี rumen liquor-pepsin

ซึ่งทำโดยหมักตัวอย่างร่วมอาหารกับของเหลวจากกระเพาะรูเมน (rumen fluid หรือ rumen liquor) และเอนไซม์เพปซิน ในขั้นแรกเอาอาหารที่บดแล้วประมาณ 0.5 กรัม ใส่ในหลอดทดลองเติมของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ได้กรองเอาอาหารชิ้นหยาบออกและผสมกับสารละลายแร่ธาตุและบัฟเฟอร์ (buffer) ไว้แล้วเพื่อรักษา pH ให้อยู่ในสภาพใกล้เคียงกับรูเมนจริง ใส่สารละลายดังกล่าว 50 มล. แล้ว incubate ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ภายใต้สภาพใต้สภาพไร้ออกซิเจน (anaerobic) ขั้นที่ 2 ทำหารฆ่าแบคทีเรียโดยใช้กรดเกลือแล้วย่อยต่อด้วยเอนไซม์เพปซิน เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ส่วนที่ไม่ถูกย่อยจะถูกกรองล้างและอบให้แห้ง เพื่อคำนวณหาค่าวัตถุแห้ง จากนั้นนำไปเผาจะทราบค่าอินทรีย์วัตถุแห้ง จากนั้นนำไปเผาจะทราบค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทรีย์วัตถุ (organic matter) นำค่าที่ได้นี้ไปหักออกจากส่วนที่มีในอาหารตั้งแต่เริ่มต้น จะทราบค่าวัตถุแห้งที่ย่อยได้ (digestible dry matter, DDM) และอินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ (digestible dry matter) แล้วคำนวณหาเปอร์เซนต์การย่อยได้ของภาชนะทั้งสองต่อไป (dry matter digestibility, DMD และ organic matter digestibility, OMD)

ในการวิเคราะห์ควรทำแบลงค์ (blank) คือหลอดที่ไม่ใส่ตัวอย่างอาหารด้วย แต่ดำเนินการทุกขั้นตอนตามปกติ นำกากที่ได้กากหลอด blank มาหักลบกับกากที่เหลือในหลอดตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรทำการวิเคราะห์ตัวอย่างมาตรฐาน (standard sample) ซึ่งทราบค่าแล้วเพื่อเป็นเครื่องตรวจสอบถึงความปกติในการศึกษาแต่ละครั้งด้วย กล่าวคือถ้าค่าที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างมาตรฐานผิดจากค่าที่ควรจะเป็นมาก แสดงว่าเกิดความผิดปกติในระหว่างการทำ เช่น สภาพการหมักไม่ได้ไร้ออกซิเจนจริง หรือสัตว์ที่เจาะกระเพาะได้รับอาหารไม่ถูกต้อง ทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ผิดปกติไป หรือสัตว์ที่เจาะกระเพาะได้รับอาหารไม่ถูกต้อง ทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ผิดปกติไป หรืออุณหภูมิไม่เป็นไปตามที่กำหนด ในประเทศไทยมักพบบ่อย ๆ ว่ามีไฟฟ้าดับตอนกลางคืนซึ่งผู้ทดลองอาจไม่ทราบ ดังนั้นจึงควรติดตั้งนาฬิกาประเภทที่ใช้ไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบความผิดปกตินี้ด้วย

การหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี Gas test

เทคนิคการหาหารย่อยได้ระบบ *in vitro* โดยวิธี Gas test โดยหลักการเป็นการศึกษาปริมาณแก๊ส (คาร์บอนไดออกไซด์และมีเทน) ที่ผลิตขึ้นจากการบ่มตัวอย่างอาหารกับของเหลวจากกระเพาะรูเมนเป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีสหสัมพันธ์กับการย่อยได้ในตัวสัตว์ และปริมาณแก๊สที่ผลิตขึ้นนี้สามารถใช้คำนวณการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุและพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) ได้ (บุญล้อม, 2540)

วิธีการทำโดย incubate ตัวอย่างอาหารกับของเหลวจากกระเพาะรูเมนที่ได้ผสมกับสารละลายบัฟเฟอร์และแร่ธาตุ (rumen fluid-buffer media) และได้ปรับให้มีสภาพต่าง ๆ เหมาะสมแล้วคือไร้ออกซิเจนและอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส ใส่ตัวอย่างอาหารประมาณ 0.2 กรัมวัตถุแห้ง และ media ดังกล่าวจำนวน 30 มล. ลงในหลอดไซริงค์ (syringe) ชนิดพิเศษ ซึ่งมีลักษณะคล้ายเข็มฉีดยาขนาดใหญ่ปลายหลอดตัวอย่างในอ่างหรือตู้อบที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 และ 24 ชั่วโมง ดดยสอดหลอดไว้ในแป้นหมุนเพื่อช่วยเขย่าตัวอย่างและของเหลวในหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เข้ากัน เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด อ่านปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น แล้วนำค่าที่ได้มาแทนที่ในสมการ (ซึ่งไม่ขอกล่าวถึงในที่นี้) จะทราบค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (organic matter digestibility, OMD) และพลังงานเมแทบอไลซ์ (ME,MJ/kg DM) วิธีนี้มีหลักการคล้ายับวิธี rumen liquor-pepsin เพียงแต่แทนที่จะวัดปริมาณวัตถุแห้ง หรืออินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายไป กลับวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นจากการหมักแทน ซึ่งวิธี gas test มีข้อดีกว่าประการ เพราะทำได้สะดวกและรวดเร็วกว่า อีกทั้งยังได้ข้อมูลมากกว่า (บุญล้อม, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. **อุปกรณ์การหาการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* โดยใช้ของเหลวในกระเพาะรูเมน**

1. หลอดพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร พร้อมกับฝาที่มี gas release value อยู่ด้วย
2. ที่วางหลอดทดลอง (rack)
3. ตู้อบแห้ง (oven) และเตาเผา
4. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 1 ลิตร
5. ขวด repipette
6. magnetic bar
7. magnetic stirrer with hot plate
8. water bath
9. filter glass crucible
10. erlenmeyer flask 2000 มิลลิลิตร
11. dispenser
12. สารเคมีที่ใช้ในการย่อยได้โดยวิธี in vitro

(1) สารละลายสูตร McDogall ประกอบด้วย

- บัฟเฟอร์ 1 โดยการชั่งน้ำหนัก
  - Na_2HPO_4 46.4 กรัม
  - $NaHCO_3$ 98.0 กรัม
  - ยูเรีย 4.0 กรัม

นำสารทั้งหมดผสมในน้ำกลั่นแล้วปรับให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

- บัฟเฟอร์ 2 โดยการชั่งน้ำหนัก
  - NaCl 47.0 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- KCl 57.0 กรัม
- Cacl2 4.0 กรัม
- MgCl2 6.0 กรัม

นำสารทั้งหมดผสมกับน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

- กลูโคส 50 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก / ปริมาตร) ใช้กลูโคส 500 กรัม ผสมกับน้ำอุ่น และใช้ magnetic stirrer คนจนเข้ากันดี ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร แล้วเก็บไว้ในตู้เย็น

(2) สารละลาย acid - pepsin

ชั่ง pepsin (1:10000) 2 กรัม ผสมกับกรดเกลือ (HCl) ที่มีความเข้มข้น 0.1 N ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร เตรียมเฉพาะก่อนใช้เท่านั้น

13. วัตถุดิบอาหารหยาบ ได้แก่

หญ้ากินนีสีม่วง อายุ 60-95 วันจำนวน 48 ตัวอย่าง จากแปลงหญ้าของ อสค. อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี ในปี พ.ศ. 2542 และ 2543 โดยตัดทุก 45 วัน ได้จำนวน 13 ตัวอย่าง และตัดทุก 75 วัน อีก 3 ตัวอย่าง นำตัวอย่างกินนีสีม่วงมาแยกเป็น 3 กลุ่มคือส่วนใบ(Leaf), ส่วนลำต้น (Stem) และส่วนทั้งต้น (Whole)

ก่อนนำมาทำการทดลองนำกินนีสีม่วงไปอบ 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 80 อาศาเซลเซียส ก่อนนำไปบดผ่านตะแกรงลวดขนาด 4, 2 และ 1 ตามลำดับเก็บใส่ถุงโดยปิดปากถุงไว้ 1 คืน เพื่อให้สมดุลความชื้นแล้วค่อยเปิดปากถุง ในการวิเคราะห์ ใช้เฉพาะวัตถุดิบขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อใช้วิเคราะห์หาวัตถุแห้ง โปรตีน NDF, ADF และค่าการย่อยได้

2. อุปกรณ์การหาการย่อยได้โดยวิธี gas test (Gas production method)

1. ตู้อบ (oven) ที่สามารถปรับปรับอุณหภูมิให้คงที่ 39 $\pm$ 0.5 อาศาเซลเซียส และใหญ่พอที่ติดตั้งเครื่องหมุน (rotator) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ที่ได้รูไว้สำหรับหลอดใส่ตัวอย่าง

2. จานหมุนหรือล้อหมุน (rotator) ประกอบด้วยจานกลมหรือล้อทำด้วยแผ่นพลาสติก แข็ง 2 จาน เส้นผ่าศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร เป็นช่องว่างสำหรับเสียบหลอดตัวอย่าง (piston-pipettes) ที่ฐานหรือแกนจานมีสายพานติดมอเตอร์ ไฟฟ้าทำให้จานได้ด้วยความเร็ว 1 - 2 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลอดตัวอย่างอาหาร (piston-pipettes หรือ glass syringe) มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 36 มิลลิเมตร (ลักษณะคล้ายหลอดฉีดยาขนาดใหญ่) ปลายหลอดติดกับสายยาง (Silicone tube) เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 5 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 40 มิลลิเมตร และมีคลิบหนีบพลาสติกปิดเปิดให้แก๊สออกได้

4. ปิเปตอัตโนมัติ

5. ขวดขนาดจุ 2 - 3 ลิตร

5. เครื่องกวนสารละลายระบบแม่เหล็ก (magnetic stiner)

6. อ่างน้ำอุ่น (water bath) ปรับอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

7. ถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3. อุปกรณ์ในการเก็บของเหลวจากกระเพาะหมัก (Rumen fluid)

1. กระติกน้ำร้อน

2. ผ้ากรองกรองผ้าขาวบาง 4 - 5 ผืน

3. ถุงมือยาว

4. erlenmeyer flask ขนาด 500 มิลลิลิตร

5. กรวยพลาสติก

การเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมน

อุ่นกระติกน้ำร้อนเพื่อใส่ของเหลวจากกระเพาะรูเมน โดยใส่น้ำอุ่นประมาณ 60 องศาเซลเซียสไว้ในกระติก แล้วนำไปที่ฟาร์ม การเก็บของเหลวจากกระเพาะหมัก กระทำได้โดยการเปิดฝากระเพาะหมักของโคก่อนการให้อาหารเช้า ใช้มือสุ่ม digesta นำออกมาบีบเอาเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำผ่านผ้ากรองประมาณ 4 ชั้น เพื่อให้มีสิ่งตกค้างน้อยที่สุดอย่างรวดเร็วลงใน erlenmeyer flask แล้วถ่ายลงในกระติกน้ำร้อน แล้วรีบนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการ

การทดลองหาค่าการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* แบบ rumen liquor - pepsin

1.การเตรียมตัวอย่างอาหารที่วิเคราะห์ประกอบด้วยตัวอย่างมาตรฐาน (standard sample) และตัวอย่างที่วิเคราะห์ โดยชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 0.3 กรัม ใส่ลงในหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกที่สะอาดและแห้ง ตัวอย่างละ 2 หลอด ตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้ คือ ฟางข้าว และตัวอย่างอาหารที่จะวิเคราะห์ ประกอบด้วยอาหารหยาบ 46 ตัวอย่าง และเตรียมหลอดทดลอง อีกจำนวน 2 หลอด สำหรับ Blank แล้วนำไปบ่มที่ water bath ที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

2. เตรียมสารละลายสูตร McDougall เพื่อใช้ผสมกับของเหลวในกระเพาะหมักโดยผสมบัฟเฟอร์ 1 ปริมาตร 100 บัฟเฟอร์ 2 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร กลูโคส 50% ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร หลังจากนั้นเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 5 นาที สารละลายบัฟเฟอร์จะใส และมี pH ประมาณ 7 จากนั้นใช้พาราฟิล์มปิดปากขวดและนำไปเก็บไว้ใน water bath ที่มีอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

3. ผสมบัฟเฟอร์สูตร McDougall เพื่อใช้ผสมกับของเหลวในกระเพาะหมักในอัตราส่วนของเหลวจากกระเพาะหมักต่อสารละลายสูตร McDougall คือ 1 ต่อ 4 ผสมให้เข้ากันและคนให้เป็นเนื้อเดียวกันตลอดเวลาด้วย magnetic stirer และเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดเวลา

4. ปิเปต ruman fluid / buffer ทีละ 30 มิลลิลิตรลงในหลอดอาหาร แล้วนำมาแทนที่อากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการปิเปตระหว่างตัวอย่างอาหารฟุ้ง แล้วปิดหลอดทดลองด้วยฝาปิดหลอดทดลองที่มีช่องให้ก๊าซผ่านออกได้ (gas release) พร้อมทั้งเขย่าให้ตัวอย่างอาหารผสมในสารละลาย โดยระวังไม่ให้ตัวอย่างอาหารติดข้างหลอด นำหลอดทดลองเหล่านี้บ่มใน water bath ที่มีอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียสนาน 48 ชั่วโมง เขย่าหลอดทดลอง 3 เวลา (เช้า เที่ยง และเย็น)

5. เมื่อครบ 48 ชั่วโมงแล้ว นำหลอดทดลองออกจาก water bath เปิดฝาหลอดใช้น้ำกลั่นจำนวนจำกัดล้างส่วนของอาหารที่ติดฝาออก แล้วนำไปปั่นแยกตะกอนด้วยเครื่องปั่นหนีศูนย์กลาง ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 นาที แล้วแยกส่วนของเหลวออกจากตะกอนโดยใช้ pasteurize pipett ดูดช้า ๆ เพื่อไม่ได้ตะกอนถูกดูดออกไปด้วย แล้วปิเปตสารละลาย acid pepsin ที่เตรียมไว้แล้ว ปริมาตร 30 มิลลิลิตร เขย่าให้ผสมเข้ากัน ปิดฝาแล้วนำไปบ่มไว้ใน water bath ที่มีอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เขย่าหลอดทดลอง 3 เวลา (เช้า เที่ยง และเย็น)

6. เมื่อครบ 48 ชั่งโมง นำกรองใน filter grass crucible ที่เตรียมไว้แล้ว โดยใช้เครื่องดูดสูญญากาศช่วยและล้างตะกอนให้ทั่วด้วยน้ำกลั่น แล้วนำเข้าอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ตลอดคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำ crucible ออกจากตู้อบ ทิ้งให้เป็นใน dessicator และชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำ crucible เข้าเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง แล้วนำออกมาทิ้งให้เย็นใน dessicator และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

การทดลองหาค่าการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* แบบ gas test

1. ทดลองหลอดแก้ว (glass syinge) และแกนตัน (piston) แต่ละคู่ให้ใส่ได้พอดี ระวังอย่าให้คับ หรือหลวมมากเกินไป เพราะจะมีปัญหาเรื่องหลอดฝืดก๊าซดันไม่ออก หรือหลอดหลวมทำให้ไหลออกทำให้ค่าผิด

2. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 230 มิลลิกรัม (air dry) ซึ่งคิดเป็นวัตถุแห้งประมาณ 200 มิลลิกรัม ใส่ลงในหลอดแก้ว glass syringe ใช้วาสลีนทาแกนตัน (piston) แล้วสอดเข้าในหลอดแก้วในกรณีที่ตัวอย่างมีการย่อยได้ต่ำ อาจเพิ่มปริมาณตัวอย่างขึ้นเป็น 300 - 500 มิลลิกรัมวัตถุแห้ง ทั้งนี้ให้สังเกตจากปริมาณก๊าซที่ผลิตขึ้นในแต่ละหยอดไม่ควรเกิน 90 มิลลิลิตร แล้วอุ่นหลอดที่ใส่ตัวอย่างไว้แล้วในตู้อบที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

3. เตรียมสารละลาย McDougall เพื่อใช้ผสมกับของเหลวในกระเพาะหมักที่เตรียมได้ โดยการผสมสารละลายบัฟเฟอร์ 1 ปริมาตร 200 มิลลิลิตร บัฟเฟอร์ 2 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 1760 มิลลิลิตร โดยใช้ magnetic bar ในขวดรูปชมพู่ แล้วหลังจากนั้นเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 5 นาที สารละลายบัฟเฟอร์จะใส และมี pH ประมาณ 7 หลังจากนั้นใช้พาราฟิล์มปิดปากขวด แล้วนำไปอุ่นไว้ใน water bath ที่มีอุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

4. ผสมบัฟเฟอร์สูตร McDougall กับของเหลสวในกระเพาะหมักในอัตราส่วนของเหลวจากกระเพาะหมักต่อสารละลายบัฟเฟอร์ 1:4 ส่วน ผสมกัน โดยใช้ magnetic bar โดยใช้กระอกตวงขนาด 1 ลิตร ตวงของเหลวจากกระเพาะหมัก 250 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายบัฟเฟอร์ที่เตรียมไว้แล้ว 1000 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยนำมาใส่ขวด repipette และคนให้เป็นเนื้อเดียวกันตลอดเวลาด้วย magnetic bar ขณะเดียวกันผ่านคาร์บอนไดออกไซด์ลงในสารละลายโดยจุ่มสานนางลงในขวด

5. ใช้ปิเปตอัตโนมัติปั่นสารละลาย rumen liquor buffer mixture ผ่านเข้าไปในหลอดตัวอย่าง จับหลอดตัวอย่างชูด้านปลายขึ้นให้อยู่ในแนวระดับสายตา ไล่ฟองก๊าซที่มีในหลอดให้หมด ปิดท่อยางหลอดด้วยคลิบหนีบ อ่านปริมาตรของส่วนผสมทั้งหมดในหลอดตัวอย่างด้วยทศนิยม 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง (ได้ค่าประมาณ 30 มิลลิลิตร) บันทึกไว้ (VO) ถ้าตัวอย่างจับกันเป็นก้อนเขย่าให้แตกออก นำหลดไปสอดเข้าในจานหมุนที่อยู่ในตู้อบ

6. การบันทึกผลให้ควรบันทึกทุก ๆ ชั่วโมงที่ 4, 8, 12, 16, 24, 28, 36 และ 48 หลังจาก incubate ถ้าแกนหลอดถูก ดันออกเกิน 40 มิลลิลิตร ให้บันทึกค่าไว้แล้วเปิดคลิบหนีบปลายหลอดออก ไล่อากาศโดยดันแกนหลอดกลับไปที่ตำแหน่ง 30 มิลลิลิตร

การบันทึกข้อมูล

1. การบันทึกข้อมูลในการทดลองหาค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบ โดยวิธี in vitro แบบ rumen liquor – pepsin

1. บันทึกน้ำหนักอาหารที่ใช้ในหลอดทดลองแต่ละหลอด
2. บันทึกหนัก filtered glass crucible หลังการเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส
3. บันทึกน้ำหนักแห้งของอาหารที่เหลือ และ crucible หลังการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
4. บันทึกน้ำหนักเถ้า และ crucible หลังการเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส

2. การบันทึกข้อมูลในการทดลองหาค่าการย่อยได้ของอาหารหยาบ โดยวิธี gas test

1. บันทึกน้ำหนักอาหารที่ใช้ในหลอดทดลองแต่ละหลอด
2. บันทึกปริมาตรแก๊สเริ่มต้น (30 มิลลิลิตร)
3. บันทึกปริมาตรแก๊สทุกชั่วโมงที่ 4, 8, 12, 16, 24, 28, 36 และ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลการทดลองการหาค่าการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* นำผลที่ได้ไปหาค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (IVDMD) ซึ่งคำนวณได้ตามสูตรต่อไปนี้

$$\% \text{ IVDMD} = 100 \times \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \% \text{ DM}) - (\text{น้ำหนักสิ่งตกค้าง} - \text{น้ำหนักสิ่งตกค้างของBlank})}{(\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \% \text{DM})}$$

$$\% \text{ IVDOMD} = 100 \times \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \% \text{ OM}) - (\text{น้ำหนักสิ่งตกค้าง} - \text{น้ำหนักสิ่งตกค้างของBlank})}{(\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times \% \text{ DM})}$$

% DM (dry matter) คือ เปอร์เซนต์สิ่งแห้งของตัวอย่างที่วิเคราะห์

% OM (organic matter) คือ เปอร์เซนต์อินทรีย์วัตถุของตัวอย่างที่วิเคราะห์

จากข้อมูลของการทดลองหาค่าการย่อยได้โดยวิธี gas test นำผลที่ได้ไปศึกษาการหายย่อยได้

$$\text{ปริมาตรแก๊ส / 200 มก. (ไม่ปรับ blank)} = \frac{\text{ปริมาณแก๊สที่วัดได้} \times 200}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$\text{ปริมาตรแก๊ส/ 200 มก. (ปรับ blank)} = \frac{\text{ปริมาตรแก๊สที่วัดได้} - \text{blank} \times 200}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

นำค่าที่ได้จากการคำนวณ มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยคอมพิวเตอร์ โดยใช้ Statistic Analysis System (SAS) ในการวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (IVDMD) และค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (IVDOMD) ที่ได้จากวิธี in vitro แบบ rumen liquor – pepsin กับปริมาตรแก๊สจากวิธี gas test

สถานที่ทำการทดลอง

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี และการหาค่าการย่อยวิธี *in vitro* ใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง

หญ้ากินนีสีม่วงที่ใช้ในการทดลอง มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยแบ่งหญ้ากินนีสีม่วงออกเป็น 3 กลุ่ม นั้นพบว่าในกลุ่มแรกหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole)ซึ่งมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 5.65-19.49% ปริมาณ NDF อยู่ระหว่าง 62.73-73.49% ปริมาณ ADF อยู่ระหว่าง 35.28-47.07% และมีวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 20.12-31.90% หญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของจินดา(2507) คือมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 5.95-8.60% % ปริมาณ NDF อยู่ระหว่าง 57.69-65.68% และปริมาณ ADF อยู่ระหว่าง 42.48-65.68% กลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ(Leaf) ซึ่งมีปริมาณโปรตีนมากกว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น คืออยู่ระหว่าง 8.12-22.75% ปริมาณ NDF อยู่ระหว่าง 62.45-74.71% และปริมาณ ADF อยู่ระหว่าง 31.77-45.33% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของสายัณห์(2540) หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 2.7-18.2% หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบซึ่งมีปริมาณโปรตีนมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสายัณห์(2540) โดยส่วนใบมีระดับโปรตีนสูงกว่าลำต้น และเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นระดับโปรตีนในส่วนใบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนใบจะลดลง และในกลุ่ม3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น(Stem) มีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 4.29-13.28% ปริมาณ NDF อยู่ระหว่าง 61.05-76.32% และปริมาณ ADF ของหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้นมีค่ามากที่สุดคืออยู่ระหว่าง 37.89-52.02% จากรายงานของชุมพล(2507) หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้นมีปริมาณโปรตีนคือ 4.17%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงโภชนะของหญ้ากินนีสีม่วงสระบุรี

	%DM	%PROTIEN			%NDF			%ADF		
กินนีสีม่วงสระบุรี	Whole (W)	Whole (W)	Stem(S)	Leaf(L)	Whole (W)	Stem(S)	Leaf(L)	Whole (W)	Stem(S)	Leaf(L)
1	24.43	11.45	7.91	14.24	70.45	73.71	71.28	46.89	51.39	43.26
2	25.21	11.34	8.38	14.29	70.22	73.08	71.77	46.99	52.02	43.46
3	26.44	10.26	10.21	11.14	69.22	72.71	70.72	39.43	43.22	38.08
26/7/42	26.02	11.05	7.78	12.41	73.49	73.04	74.71	45.87	42.59	43.37
29/7/42	23.16	13.00	8.06	15.26	72.07	70.83	71.32	45.28	50.17	42.02
6/8/42	21.92	13.54	11.23	18.75	69.84	68.79	70.28	45.17	45.66	41.77
14/8/42	20.63	18.04	10.52	19.09	69.88	72.36	70.16	40.67	47.58	43.26
15/8/42	21.34	14.53	11.68	16.90	71.41	70.06	71.67	45.75	48.31	45.08
1/9/42	24.90	11.09	10.81	19.56	72.69	66.25	66.04	46.65	46.35	38.76
16/3/43	27.20	7.44	5.67	8.55	70.43	65.17	65.43	41.31	38.36	34.15
23/3/43	29.30	7.18	4.29	7.21	68.50	-	70.52	47.07	48.74	44.63
11/4/43	20.12	19.49	11.64	21.96	67.49	61.05	67.45	44.61	40.39	42.86
15/4/43	22.21	15.10	9.74	15.56	62.73	-	69.16	35.28	39.29	39.35
18/4/43	21.16	19.15	13.22	22.75	68.82	-	62.45	35.04	37.89	31.73
25/4/43	21.92	17.55	12.66	19.02	66.77	-	66.60	35.48	42.77	34.93
31/4/43	31.90	5.65	4.60	8.12	73.34	76.32	74.44	45.35	48.17	45.33
ค่าเฉลี่ย	26.74	12.86	9.27	15.30	69.83	70.28	69.62	42.80	45.18	40.75

หมายเหตุ : - คือตัวอย่างไม่พอ

ค่าการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงโดยวิธี *in vitro* แบบ rumen liquor-pepsin

ค่าการย่อยได้ในรูปของวัตถุแห้ง (IVDMD) ของหญ้ากินนีสีม่วง

การย่อยได้ของวัตถุแห้งโดยวิธี *in vitro* (IVDMD) ของหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่มกลุ่มแรก หญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole) กลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ (Leaf) และ กลุ่ม 3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น ดังแสดงในตารางที่ 6 พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น มีค่าการย่อยได้ในรูปของวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 38.03-59.90 % หรือเฉลี่ย 46.26%ในกลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ นี้มีค่าการย่อยได้ในรูปของวัตถุแห้งประมาณ 48.39% หรืออยู่ในช่วง 36.27-63.61% ซึ่งมีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น เนื่องจากปริมาณโปรตีนในส่วนใบมากกว่าลำต้น จึงทำให้ส่วนใบมีการย่อยได้สูงกว่าส่วนลำต้น(สายัณห์,2540) ส่วนในกลุ่ม 3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น มีค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้งต่ำสุดอยู่ระหว่าง 21.00-47.45 % หรือเฉลี่ย 39.10%

จากการทดลองค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โดยวิธี *in vitro* (IVDMD) ของหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ มีค่าการย่อยของวัตถุแห้งสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น เนื่องจากส่วนใบมีโปรตีนมากกว่าส่วนอื่นๆ (ตารางที่ 6)

ค่าการย่อยได้ในรูปของอินทรีย์วัตถุ (IVDOMD) ของหญ้ากินนีสีม่วง

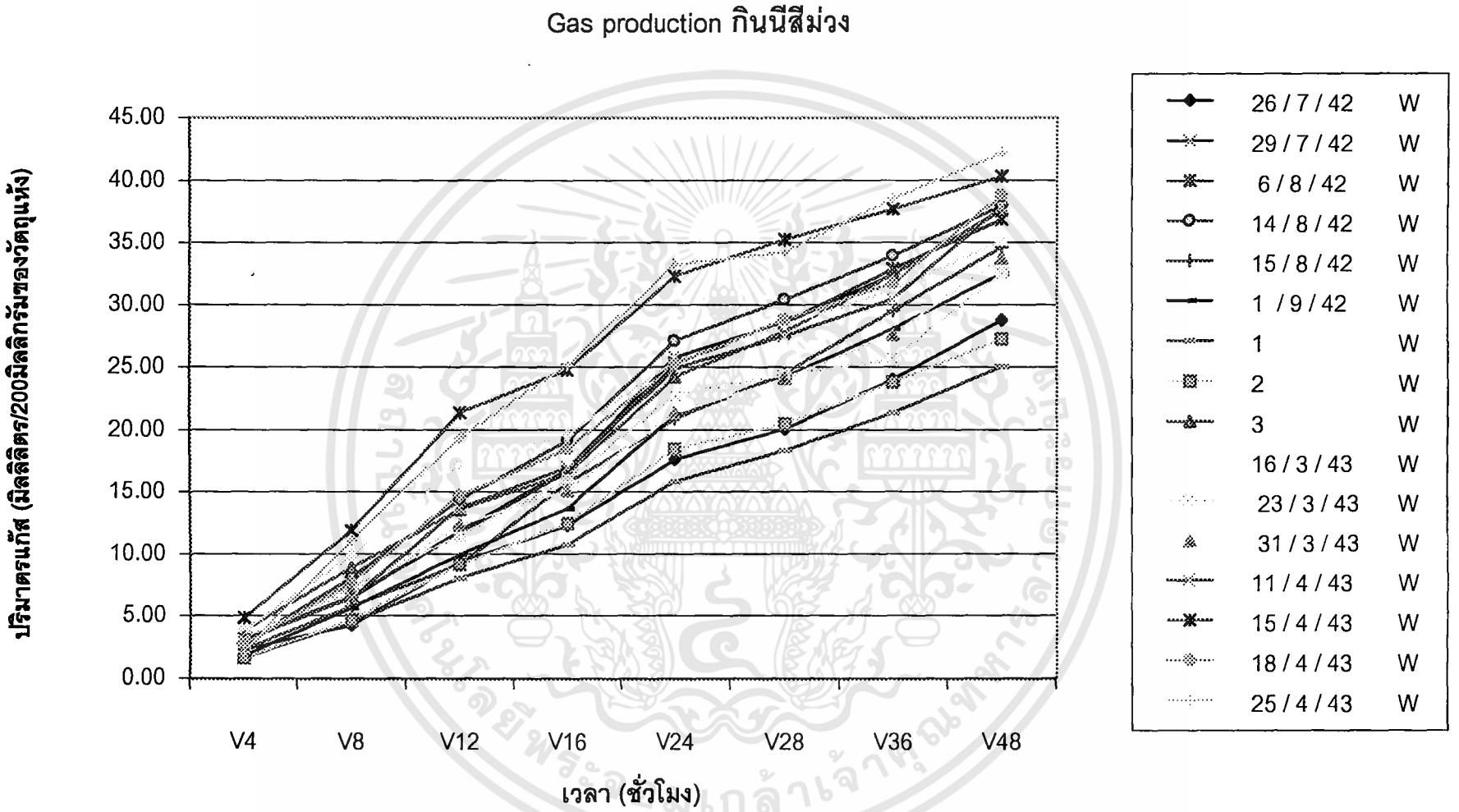
การย่อยได้ในรูปของอินทรีย์วัตถุโดยวิธี *in vitro* (IVDOMD) ของหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 6 กลุ่มแรกหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น มีค่าการย่อยได้ในรูปของอินทรีย์วัตถุต่ำสุดคืออยู่ในช่วงระหว่าง 85.25-89.89% หรือเฉลี่ย 87.76% กลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ มีค่าการย่อยได้ในรูปของอินทรีย์วัตถุคืออยู่ในช่วงระหว่าง 86.76-91.29% หรือเฉลี่ย 88.96% และ กลุ่ม 3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น มีค่าการย่อยได้ในรูปของอินทรีย์วัตถุสูงสุดคืออยู่ในช่วงระหว่าง 86.91-91.32% หรือเฉลี่ย 88.31%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

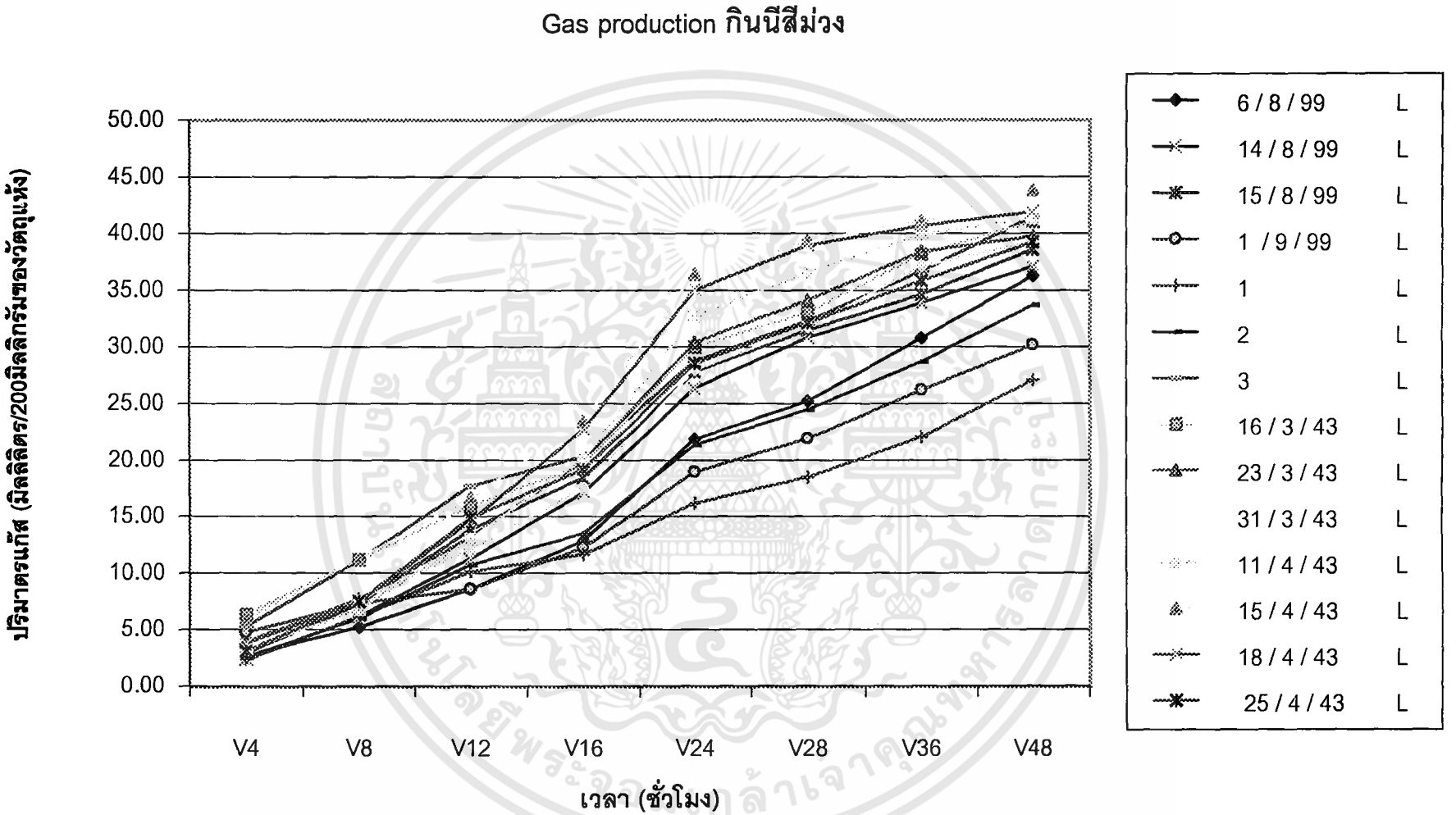
ค่าการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงโดยวิธี *in vitro* แบบ gas test

จากการทดลองแบบ gas test โดยการวัดจากปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในชั่วโมงต่างๆ ของหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น กลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ และกลุ่ม 3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น ดังแสดงในภาพที่ 4, 5 ,6 โดยในแต่ละกลุ่มปริมาตรแก๊สเฉลี่ยที่วัดได้ที่ชั่งโมงที่ 4, 8,12,16, 24, 28, 36 และ 48 ในกลุ่มแรกหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น ดังแสดงในภาพที่ 4 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้นนี้จะมีการเพิ่มของปริมาตรแก๊สเฉลี่ยสูงเฉลี่ยสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีการย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น จึงทำให้มีการเพิ่มของปริมาตรแก๊สสูงขึ้น ส่วนในหญ้ากินนีสีม่วงที่ตัดทุก 75 วัน จะมีการเพิ่มปริมาตรแก๊สต่ำกว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนอื่น เนื่องจากการตัดหญ้ากินนีสีม่วงทุก 75 วัน ซึ่งหญ้ามีอายุค่อนข้างแก่ จึงทำให้การย่อยได้ต่ำ ดังรายงานของจินดา (2507) ที่กล่าวว่าหญ้ากินนีช่วงตัดที่ 45 วันขึ้นไป เปอร์เซนต์การย่อยได้ต่ำ กลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ ดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่าปริมาตรแก๊สเฉลี่ยที่เกิดขึ้นมีค่าสูงที่สุด และสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น คือชั่วโมงที่ 48 มีค่าอยู่ระหว่าง 27.11-43.80 มล.อาจจะเนื่องจากปริมาณโปรตีนในส่วนใบมากกว่าลำต้น แม้ว่าลำต้นจะมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าใบ แต่ก็มีระดับโปรตีนต่ำกว่าใบจึงทำให้หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบมีการย่อยได้สูง(ชุมพล,2512) และกลุ่ม 3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น ปริมาตรแก๊สเฉลี่ยที่เกิดขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 29.59-42.27 มล.ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น เนื่องจากหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนส่วนทั้งต้น จากรายงานของอรวรรณ(2543) ซึ่งศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิธีการหาการย่อยได้ในอาหารหยาบกล่าวไว้ว่า ตันอ้อยมีปริมาตรของแก๊สสูงแสดงว่ามีการย่อยได้สูง และกระถินมีปริมาตรของแก๊สที่วัดได้ต่ำอาจเนื่องมาจากองค์ประกอบทางเคมีของกระถินเทพามีลิกนินสูงจึงทำการย่อยได้ต่ำ

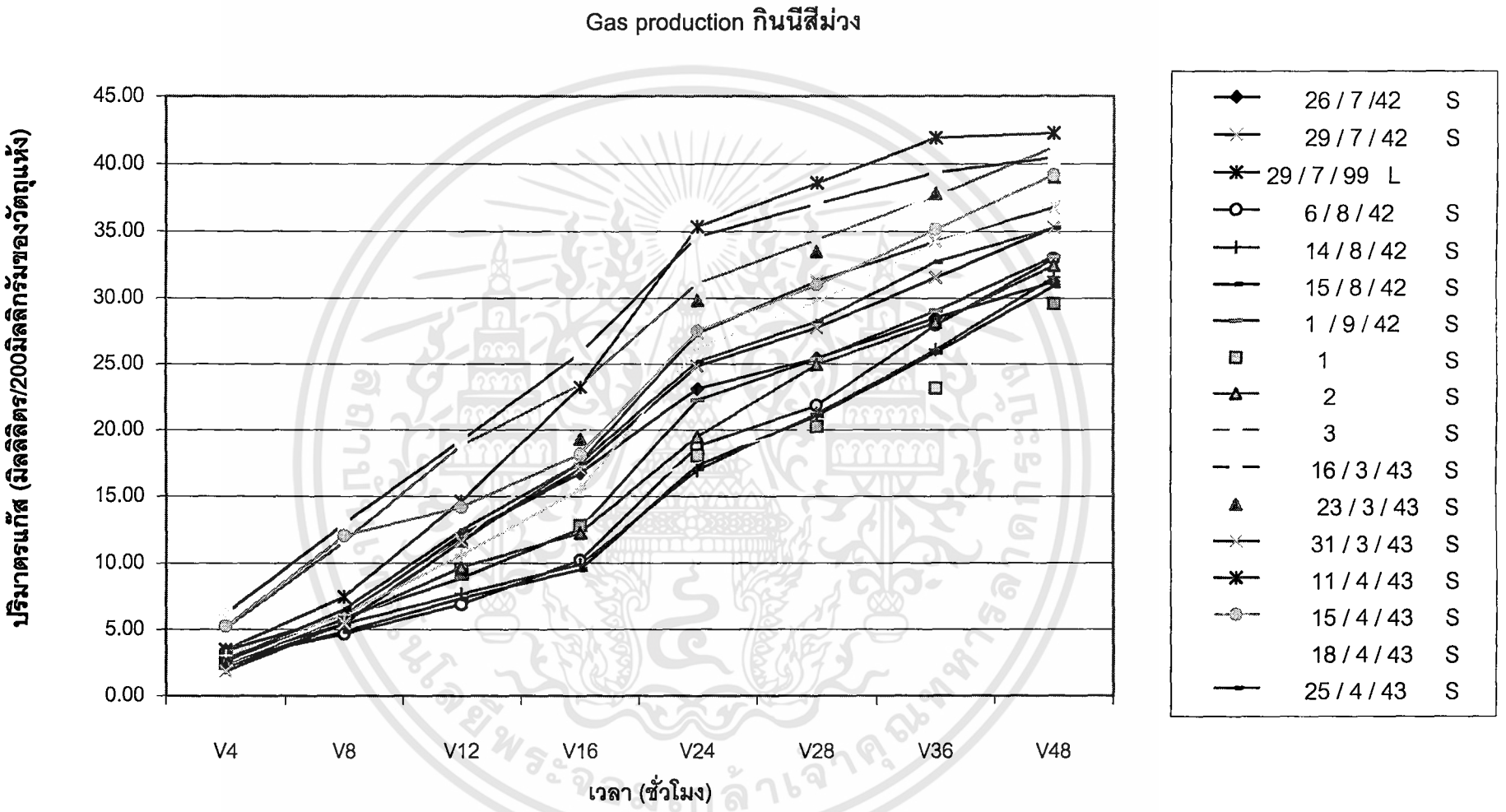
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงปริมาตรแก๊สของกินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole)



ภาพที่ 5 แสดงปริมาตรแก๊สของกินนีสีม่วงส่วนใบ (Leaf)



ภาพที่ 6 แสดงปริมาตรแก๊สของกินนีสีม่วงส่วนลำต้น (Stem)

ตารางที่ 6 แสดงค่าการย่อยได้ IVDMD, IVDOMD และปริมาณแก๊ส ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole), ส่วนใบ (Leaf), ส่วนลำต้น (Stem)

หญ้ากินนีสีม่วงส่วน	ทั้งต้น(Stem)	ใบ(Leaf)	ลำต้น(Stem)
IVDMD (%)			
ค่าเฉลี่ย	46.26	48.39	39.09
ค่า SD	6.54	7.02	10.97
ค่า Min	38.03	36.27	21.00
ค่า Max	56.90	63.61	54.70
IVDOMD (%)			
ค่าเฉลี่ย	87.76	86.46	88.31
ค่า SD	1.49	10.12	21.43
ค่า Min	85.25	48.85	43.69
ค่า Max	89.89	91.29	91.32
ชั่วโมงที่ 24 (มล.)			
ค่าเฉลี่ย	24.15	26.67	24.53
ค่า SD	4.89	5.93	6 3.15
ค่า Min	15.88	16.16	16.96
ค่า Max	33.25	36.45	35.33
ชั่วโมงที่ 48 (มล.)			
ค่าเฉลี่ย	35.08	37.59	35.63
ค่า SD	4.88	4.62	4.43
ค่า Min	25.06	27.11	29.59
ค่า Max	42.19	43.80	42.27

*SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*Min หมายถึง ค่าสูงสุด

*Max หมายถึง ค่าสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* แบบ rumen liquor-pepsin และแบบ gas test

จากการหาค่าสหสัมพันธ์ของหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น กลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ และกลุ่ม 3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น ซึ่งหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่ม แบ่งออกเป็น 48 ตัวอย่าง หญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น ทั้ง 16 ตัวอย่าง พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง IVDMD กับปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.7455 และ 0.7828 ตามลำดับ แต่พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง IVDOMD กับปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าต่ำมากคือ 0.0984 และ 0.0628 ตามลำดับ กลุ่ม 2 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบทั้ง 16 ตัวอย่าง พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง IVDMD กับปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าค่อนข้างต่ำคือ 0.4265 และ 0.3503 ตามลำดับ และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบทั้ง 16 ตัวอย่างพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง IVDOMD กับปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าต่ำคือ 0.0030และ 0.0344 ตามลำดับ และกลุ่ม 3 หญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้นทั้ง 16 ตัวอย่าง พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง IVDMD กับปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 เนื่องจากมีต่ำและมีค่าความสัมพันธ์ในทางลบคือ มีค่า - 0.1694 และ -0.2612 ตามลำดับ และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้นทั้ง 16 ตัวอย่างพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง IVDOMD กับปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าปานกลางและมีค่าความสัมพันธ์ในทางลบคือ -0.4235 และ- 0.5664 ตามลำดับ

จะเห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิธี IVDOMD กับปริมาตรแก๊สที่ชั่วโมงที่ 24 และ 48 มีค่าต่ำในส่วนหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบและหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น ส่วนในหญ้ากินนีสีม่วงของลำต้นจะมีค่าสหสัมพันธ์ปานกลางและสัมพันธ์ในทางลบ ซึ่งอาจจะเกิดจากการผันแปรขององค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณเยื่อใย ซึ่งเมื่อมีค่าเยื่อใยสูง จะมีผลทำให้ค่า IVDOMD ต่ำแต่ก่อให้เกิดปริมาตรแก๊สค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบและหญ้ากินนีสีม่วงลำต้น ส่วนค่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างวิธี IVDMD และวิธี gas test ในหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้นมีค่าเป็นบวกและมีค่าสูงสุด ส่วนในหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบมีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกและมีค่าปานกลาง แต่ในหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้นมีค่าสหสัมพันธ์เป็นลบ และมีค่าต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงค่าสหสัมพันธ์ของหญ้ากินนีสีม่วงระหว่างการย่อยได้โดยวิธี *in vitro* แบบ rumen liquor-pepsin กับแบบ gas test

	V24			V48		
กินนีสีม่วง	Whole	Stem	Leaf	Whole	Stem	Leaf
IVDMD	0.74553	-0.1694	0.42652	0.78283	-0.26122	0.35037
IVDOMD	0.09848	-0.42353	0.00302	0.06285	-0.56649	0.03441

*IVDMD หมายถึง *in vitro* dry matter digestibility

*IVDOMD หมายถึง *in vitro* digestible organic matter digestibility

*V24 หมายถึง ปริมาณแก๊สชั่วโมงที่ 24

*V48 หมายถึง ปริมาณแก๊สชั่วโมงที่ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาการย่อยได้โดยวิธี in vitro ทั้งในแบบ rumen liquor-pepsin และแบบ gas test พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบมีค่า IVDMD และ IVDOMD และปริมาตรแก๊สชั่วโมงที่ 24 และ 48 สูงที่สุด แสดงว่ามีการย่อยได้สูง เนื่องจากผลผลิตโปรตีนในส่วนของใบมากกว่าลำต้น แม้ว่าลำต้นจะมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าใบ และปริมาณเยื่อใยในส่วนใบต่ำกว่าส่วนลำต้น

ค่าสหสัมพันธ์การย่อยได้ของหญ้ากินนีสีม่วงทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้นมีค่าสหสัมพันธ์สูงระหว่างปริมาตรแก๊สชั่วโมงที่ 24 และ 48 กับค่า IVDMD และหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้นมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรแก๊สชั่วโมงที่ 24 และ 48 กับค่า IVDOMD และมีค่าต่ำ ส่วนหญ้ากินนีสีม่วงส่วนใบ มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกและมีค่าปานกลาง ส่วนหญ้ากินนีสีม่วงส่วนลำต้น มีค่าสหสัมพันธ์ปานกลางและติดลบ จะเห็นได้ว่าการประเมินค่าการย่อยได้ในรูป IVDMD ของหญ้ากินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น และเราสามารถกระทำได้โดยการวัดปริมาตรแก๊สชั่วโมงที่ 24 หรือ 48 เนื่องจากมีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกและมีค่าสูงพอควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองปศุสัตว์. 2533. คู่มือความรู้เกี่ยวกับอาหารสัตว์สำหรับเจ้าหน้าที่ส่งเสริม. กรมปศุสัตว์, กรุงเทพมหานคร. 20 น.

จินดา สุขสุโขค, นิตยา ศิริกีรตยานนท์, สำเริง วุฒิปัญญากุล, เพชร กตัญญกุล, ชาญชัย มณีดุลย์. 2507. การย่อยได้ของหญ้ากินนีที่ตัดเมื่ออายุต่างๆ กัน,น. 56-61. อ้างโดยในรายงานประจำปี 2507-2519. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

เฉลิมพล แซมเพชร. 2530. หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เมืองร้อน. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 165 น.

ชุมพล คนศิลป์. 2507. การศึกษาผลผลิตอาหารของหญ้าประเภทสูงบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2540. การหาการย่อยได้แบบ *in vitro* โดยวิธี gas test.ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 7 น.

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์สัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 170 น.

ประพันธ์ บุณกลิ่นขจร และสุทร ดุริยพันธ์. 2519. ผลผลิตของหญ้าสามชนิดที่ปลูกในสวนมะพร้าว.วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 9 . น. 385-400

เมธา วรรณพัฒน์.2529. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 387 น.

เมธา วรรณพัฒน์ และฉลอง วชิรภากร. 2533. เทคนิคการให้อาหารโคเนื้อและโคนม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 142 น.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2540. อาหารและการจัดการโคนมฟาร์มโคนมขนาดใหญ่. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 375น.

ศศิธร ถิ่นนคร, เจริญรัตน์ น้อยสุวรรณ และศรัญยา วิทยานุภาพยืนยง. 2534ก. อิทธิพลของการตัดต่อที่มีลักษณะประจำพันธุ์และผลผลิตของหญ้ากินนี 4 สายพันธุ์ ,น. 193-206. ในรายงานประจำปี 2528-2533. ศูนย์วิจัยพืชอาหารสัตว์ปากช่อง, นครราชสีมา.

ศศิธร ถิ่นนคร, พวงเพชร พิมพ์พันธุ์ และศรัญยา วิทยานุภาพยืนยง. 2534ข. ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าพืชอาหารสัตว์ 8 ชนิด ใน 4 ปี, น. 373-395. ในรายงานประจำปี 2534. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศรีสกุล วรจันทรา และรณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539. โภชนศาสตร์สัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 210 น.

สายัณห์ ทัดศรี. 2522 . พืชอาหารสัตว์และหลักการทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 445 น.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540 . พืชอาหารสัตว์เขตร้อนและการจัดการ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 376 น.

สุวนารถ สุขขะเกตุ, สายัณห์ ทัดศรี และอภิพรรณ พุกภักดี. 2537. อิทธิพลของการตัดชิดดินต่อผลผลิตของหญ้าเลี้ยงสัตว์เขตร้อน 4 ชนิด.รายงานประชุมวิชาการ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างวันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2537. ครั้งที่ 32. สาขาสัตว์. กรุงเทพมหานคร.

อรวรรณ พัฒนาเจริญชัย. 2543. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างการย่อยได้ในอาหารหยาบ. ปัญหาพิเศษ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 47 น.

Anderson, E.R. (1970). Effect of flooding on tropical pastures. pp.591-594. Proc. 11th Int. Grassl. Congr., Surfers Paradise, Australia.

Bath, D.L., F.N. Dickinson, H.A. Tucker and R.D. Apploeman. 1978. Daily Cattle : Principle, practices, Problem, 2nd Ed. Lea & Febiger, Philadelphia. 473 pp.

Bogdan, A.V. (1977). Tropical pastures and Fooder Plants. Longman, London. 475 pp.

Church, D.C. (1975). Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol I . USA : Metropolitan Printing Co., Portland, Oregon. 564 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงปริมาตรแก๊สที่เกิดขึ้นจากการย่อยได้ของกินนีสีม่วงโดยวิธี *in vitro* แบบ gas test

อาหาร	V4	V8	V12	V16	V24	V28	V36	V48
(lot1) 26 / 7 / 99 W	2.34	4.27	9.32	12.33	17.62	20.06	24.02	28.78
(lot1) 26 / 7 / 99 L	3.06	5.22	10.00	13.30	19.52	22.40	27.27	32.27
(lot1) 26 / 7 / 99 S	3.43	6.05	12.10	16.73	23.10	25.43	28.49	31.24
(lot1) 29 / 7 / 99 W	3.36	6.44	11.84	16.84	25.80	28.55	32.45	37.61
(lot1) 29 / 7 / 99 L	2.68	5.27	11.17	15.70	24.58	27.75	32.67	38.03
(lot1) 29 / 7 / 99 S	2.79	5.42	11.84	17.05	24.82	27.75	31.57	35.31
(lot1) 6 / 8 / 99 W	3.07	6.56	11.70	16.67	25.36	28.57	32.90	36.88
(lot1) 6 / 8 / 99 L	2.75	5.27	8.59	12.85	21.87	25.24	30.80	36.31
(lot1) 6 / 8 / 99 S	2.80	4.67	6.90	10.24	18.74	21.83	27.94	32.98
(lot) 14 / 8 / 99 W	2.75	8.09	14.38	19.14	27.13	30.41	33.96	37.96
(lot1) 14 / 8 / 99 L	2.33	6.17	11.31	17.09	26.40	30.86	33.93	37.15
(lot1) 14 / 8 / 99 S	2.13	5.42	7.68	9.90	16.96	21.23	26.07	31.59
(lot1) 15 / 8 / 99 W	2.31	5.78	9.14	15.72	20.89	24.54	29.53	34.62
(lot1) 15 / 8 / 99 L	2.95	7.30	13.84	18.46	27.83	31.51	34.68	38.63
(lot1) 15 / 8 / 99 S	2.58	4.85	7.35	9.53	17.29	21.07	25.87	30.90
(lot1) 1 / 9 / 99 W	1.79	5.67	9.96	13.68	21.25	24.21	28.10	32.50
(lot1) 1 / 9 / 99 L	4.80	7.34	8.58	12.27	18.95	21.94	26.19	30.20
(lot1) 1 / 9 / 99 S	2.37	5.88	8.87	12.60	22.23	25.37	29.03	33.15
(lot1) 1 W	1.65	4.50	8.07	10.75	15.88	18.34	21.39	25.06
(lot1) 1 L	2.42	6.19	10.11	11.67	16.16	18.49	22.09	27.11
(lot1) 1 S	3.04	5.66	9.55	12.82	18.07	20.25	23.15	29.59
(lot1) 2 W	1.64	4.69	9.14	12.47	18.48	20.51	23.81	27.23
(lot1) 2 L	2.58	6.04	10.73	13.54	21.36	24.49	28.74	33.74
(lot1) 2 S	2.89	5.76	9.68	12.28	19.46	24.94	28.14	32.47
(lot1) 3 W	3.85	8.89	13.57	16.55	24.25	27.84	32.42	37.57
(lot1) 3 L	5.30	11.14	17.70	20.37	28.76	32.36	36.70	41.49
(lot1) 3 S	5.11	11.61	18.79	23.44	31.11	34.40	37.61	41.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

อาหาร	V4	V8	V12	V16	V24	V28	V36	V48
(Lot 2) 16 / 3 / 43 W	3.85	9.89	17.25	19.66	25.48	28.42	31.18	35.17
(Lot 2) 16 / 3 / 43 L	6.38	11.20	15.96	19.57	30.02	33.07	38.18	41.06
(Lot 2) 16 / 3 / 43 S	6.22	12.94	19.18	25.83	34.60	37.03	39.37	40.48
(Lot 2) 23 / 3 / 43 W	2.90	7.30	11.50	16.00	22.86	24.37	25.64	32.52
(Lot 2) 23 / 3 / 43 L	3.95	7.70	13.19	19.95	30.44	34.14	38.43	39.78
(Lot 2) 23 / 3 / 43 S	2.44	6.00	11.69	19.31	29.81	33.47	37.79	39.01
(Lot 2) 31 / 3 / 43 W	3.33	6.92	12.36	15.13	21.35	24.13	27.62	33.75
(Lot 2) 31 / 3 / 43 L	3.17	7.63	12.20	17.46	27.99	31.79	37.12	39.30
(Lot 2) 31 / 3 / 43 S	1.86	5.48	11.63	17.55	27.30	31.31	34.26	36.76
(Lot 2) 11 / 4 / 43 W	3.03	6.47	13.69	17.00	24.92	27.51	30.48	37.89
(Lot 2) 11 / 4 / 43 L	3.25	6.85	13.01	20.14	32.76	36.59	39.93	41.42
(Lot 2) 11 / 4 / 43 S	3.48	7.48	14.63	23.25	35.33	38.58	41.94	42.27
(Lot 2) 15 / 4 / 43 W	4.86	11.91	21.36	24.81	32.29	35.27	37.71	40.30
(Lot 2) 15 / 4 / 43 L	5.93	11.27	16.62	23.46	36.45	39.37	41.10	43.80
(Lot 2) 15 / 4 / 43 S	5.23	12.06	14.18	18.18	27.49	30.98	35.15	39.18
(Lot 2) 18 / 4 / 43 W	2.76	7.67	14.71	18.47	25.26	28.82	31.77	38.78
(Lot 2) 18 / 4 / 43 L	3.82	7.47	14.57	22.74	35.06	39.01	40.69	41.91
(Lot 2) 18 / 4 / 43 S	3.05	6.13	10.62	15.52	26.14	29.76	34.19	37.07
(Lot 2) 25 / 4 / 43 W	2.10	11.15	19.46	25.19	33.25	34.25	38.56	42.19
(Lot 2) 25 / 4 / 43 L	3.11	7.51	14.89	19.17	28.59	32.14	35.85	39.27
(Lot 2) 25 / 4 / 43 S	2.69	6.52	12.46	17.50	25.17	28.21	32.74	35.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงค่าการย่อยได้ IVDMD, IVDOMD และ gas test ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของกินนีสีม่วงส่วนทั้งต้น (Whole)

กินนีสีม่วง		IVDMD	IVDOMD	V24	V48
(lot1)	26/7/42	39.42	89.30	17.62	28.78
(lot1)	29/7/42	47.59	87.66	25.80	37.61
(lot1)	6/8/42	47.32	85.33	25.36	36.88
(lot1)	14/8/42	48.63	85.67	27.13	37.96
(lot1)	15/8/42	46.53	87.37	20.89	34.62
(lot1)	1	39.54	87.80	15.88	25.06
(lot)	2	43.10	88.34	18.48	27.23
(lot1)	3	48.78	88.79	24.25	37.57
(lot2)	16/3/43	38.47	88.97	25.48	35.17
(lot2)	23/3/43	38.03	85.25	22.86	32.52
(lot2)	31/3/43	39.64	87.47	21.35	33.75
(lot2)	11/4/43	47.78	86.68	24.92	37.89
(lot2)	15/4/43	55.64	88.46	32.29	40.30
(lot2)	18/4/43	56.61	89.46	25.26	38.78
(lot2)	25/4/43	56.90	89.89	33.25	42.19
ค่าเฉลี่ย		46.26533	87.76267	24.15267	35.08867
ค่า SD		6.54506	1.49133	4.89751	4.88355
ค่า Min		38.03	85.25	15.88	25.06
ค่า Max		56.90	89.89	33.25	42.19

*V24 หมายถึง ชั่วโมงที่ 24

*V48 หมายถึง ชั่วโมงที่ 48

*SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*Min หมายถึง ค่าสูงสุด

*Max หมายถึง ค่าต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงค่าการย่อยได้ IVDMD, IVDOMD และ gas test ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของกินนีสีม่วง ส่วนใบ(Leaf)

กินนีสีม่วง		IVDMD	IVDOMD	V24	V48
(lot1)	26/7/42	44.54	90.17	19.52	32.27
(lot1)	29/7/42	44.54	88.95	26.15	38.03
(lot1)	6/8/42	48.79	89.78	20.38	36.32
(lot1)	14/8/42	47.29	88.85	26.40	37.15
(lot1)	15/8/42	53.42	89.59	27.83	38.63
(lot1)	15/8/42	47.70	88.09	18.95	30.20
(lot1)	1	43.92	87.36	16.16	27.11
(lot)	2	44.89	90.48	23.06	33.74
(lot1)	3	49.53	90.49	28.76	41.49
(lot2)	16/3/43	41.44	88.02	30.03	41.06
(lot2)	23/3/43	36.27	86.76	30.44	39.78
(lot2)	31/3/43	39.93	87.22	27.99	39.31
(lot2)	11/4/43	55.52	91.29	32.76	41.42
(lot2)	15/4/43	54.20	87.7	36.45	43.80
(lot2)	18/4/43	63.61	88.40	35.06	41.91
(lot2)	25/4/43	58.71	90.32	28.59	39.27
ค่าเฉลี่ย		48.39375	88.9668	26.67688	37.59313
ค่า SD		7.21034	10.1252	5.9389	4.62149
ค่า Min		36.27	48.85	16.16	27.11
ค่า Max		63.61	91.29	36.45	43.80

*V24 หมายถึง ชั่วโมงที่ 24

*V48 หมายถึง ชั่วโมงที่ 48

*SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*Min หมายถึง ค่าสูงสุด

*Max หมายถึง ค่าต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงค่าการย่อยได้ IVDMD, IVDOMD และ gas test ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ของกินนีสีม่วง ส่วนลำต้น (Stem)

กินนีสีม่วง		IVDMD	IVDOMD	V24	V48
(lot1)	29/7/42	45.67	87.73	24.58	38.03
(lot1)	14/8/42	47.45	88.10	26.40	37.15
(lot1)	15/8/42	52.37	86.94	27.83	38.63
(lot1)	1	35.06	90.9	16.16	27.11
(lot)	2	35.66	91.32	21.36	33.74
(lot2)	31/3/43	39.85	89.48	27.99	39.30
(lot2)	11/4/43	54.70	86.91	32.76	41.42
(lot2)	15/4/43	26.94	88.01	36.45	43.8
(lot2)	18/4/43	32.17	87.37	35.06	41.91
ค่าเฉลี่ย		39.097	88.31	24.533	35.639
ค่า SD		10.97351	21.42515	6.31526	4.43334
ค่า Min		21.00	43.69	16.96	29.59
ค่า Max		54.70	91.32	35.33	42.27

*V24 หมายถึง ชั่วโมงที่ 24

*V48 หมายถึง ชั่วโมงที่ 48

*SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

*Min หมายถึง ค่าสูงสุด

*Max หมายถึง ค่าต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้