



ปัญหาพิเศษ

การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพหญ้าหมักของหญ้าสกุล *Urochloa*
และ *Megathyrsus* ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน

Growth, biomass yield and silage quality of *Urochloa* spp. and
Megathyrsus spp. grown in Kamphaeng Saen soil series

นางสาวจิตปภัสตร์ สุขแป

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์เกษตร

..... พืชไร่

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพหญ้าหมักของสกุลหญ้า *Urochloa* และ *Megathyrsus* ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน

Growth, biomass yield and silage quality of *Urochloa* spp. and *Megathyrsus* spp. grow in Kamphaeng Saen soil series

นามผู้วิจัย นางสาวจิตปภัสตร์ สุขแป

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก.....

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทรงยศ โชติชุติมา, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม.....

(..... อาจารย์เจตษฎา อุดรพันธ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา.....

(..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชาดิ พรหมโชติ, Ph.D.)

วันที่ 5 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2567

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพหญ้าหมักของสกุลหญ้า *Urochloa* และ *Megathyrsus*
ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน

Growth, biomass yield and silage quality of *Urochloa* spp. and *Megathyrsus* spp. grown in
Kamphaeng Saen soil series

โดย

นางสาวจิตปภัสตร์ สุขแป

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

จิตปภัสสร สุขแป 2567: การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพหญ้าหมักของสกุลหญ้า *Urochloa* และ *Megathyrsus* ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน สาขาวิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่ฯ อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทรงยศ โชติชุดิมา, ประ.ด. 65 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพันธุ์หญ้าในสกุล *Urochloa* และ *Megathyrsus* ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหญ้าหมัก โดยประเมินการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าหมักปี 2566 บนชุดดินกำแพงแสน โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 7 ทรีตเมนต์ ได้แก่ หญ้ารัฐ 2 2 เคย์แมน คามลโล่ (สกุล *Urochloa*) และหญ้างินนิมอมบาช่า มูนิเวอร์ (สกุล *Megathyrsus*) เก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตที่อายุ 45 วัน หมักเป็นเวลา 21 วัน ตรวจสอบลักษณะทางกายภาพ เช่น pH กลิ่น เนื้อสัมผัส และสี รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ NDF, ADF, ADL และเอ็น

ผลการทดลองพบว่า ในฤดูแล้ง หญ้าคามลโล่มีความสูงใกล้เคียงกับหญ้ารูซี่และหญ้างินนิมอมบาช่า ในฤดูฝน หญ้าคามลโล่มีความสูงต่ำกว่าหญ้างินนิมอมบาช่าอย่างมีนัยสำคัญ หญ้าสกุล *Megathyrsus* มีการแตกกอต่ำกว่าหญ้ารูซี่และมูนิเวอร์ 2 ทั้งสองฤดู ขณะที่ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูแล้ง ในด้านคุณภาพของหญ้าหมัก พบว่าค่า pH อยู่ระหว่าง 4-5 มี NDF อยู่ในช่วง 55-70% และลิกนินต่ำ หญ้างินนิมอมบาช่ามีผลผลิตน้ำหนักรากสดและแห้งสูงทั้งสองฤดู โดยมีค่า NDF สูงและเอ็นต่ำ หญ้ามูนิเวอร์ 2 มีโปรตีนสูงที่สุดในฤดูแล้ง ขณะที่หญ้างินนิมอมบาช่าและหญ้างินนิมูนิเวอร์มีโปรตีนต่ำที่สุดในฤดูแล้ง แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในฤดูฝน ยกเว้นหญ้ามูนิเวอร์ 2 ซึ่งโปรตีนลดลงแต่ยังคงสูงกว่าหญ้าพันธุ์อื่น ๆ นอกจากนี้ หญ้าหมักทั้ง 7 พันธุ์ยังแสดงลักษณะทางกายภาพที่คล้ายคลึงกัน

จิตปภัสสร

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

04 / 11 / 67

ABSTRACT

Jitpraphat Sukpae 2024: Growth, biomass yield and silage quality of *Urochloa* spp. and *Megathyrsus* spp. grown in Kamphaeng Saen soil series fields: Agricultural Science, Department of Agronomy Special problem advisor: Songyos Chotchutima, Ph.D. 65 pages.

This study aimed to select suitable *Urochloa* and *Megathyrsus* grass species for silage production by evaluating their growth, yield, and silage quality. The experiment was conducted in 2023 on Kamphaeng Saen soil series, using a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications and 7 treatments: Ruzi grass, Mulato II, Cayman, Camello (*Urochloa*), Purple Guinea grass, Mombasa, and Moon River (*Megathyrsus*). Growth and yield data were collected at 45 days of age, and the grasses were then ensiled for 21 days to analyze physical characteristics, including pH, odor, texture, and color, as well as nutritional values such as NDF, ADF, ADL, and ash.

The results showed that during the dry season, Camello grass had a height comparable to Ruzi and Mombasa Guinea grass. However, in the rainy season, Camello grass had a significantly lower height than Mombasa. *Megathyrsus* species exhibited fewer tillers than Ruzi and Mulato II in all seasons, while dry matter yield in the rainy season was higher than in the dry season. In terms of silage quality, pH ranged from 4 to 5, NDF ranged from 55-70%, and lignin content was low. Mombasa Guinea grass produced high fresh and dry weights in both seasons, with high NDF and low ash content. Mulato II had the highest protein content in the dry season, whereas Mombasa and Moon River Guinea grasses had the lowest protein content in the dry season but showed an increasing trend in the rainy season. In contrast, Mulato II's protein content decreased in the rainy season but remained higher than that of other grass species. All seven grass silages exhibited similar physical characteristics.



Student's signature



Special Problem Advisor's signature

04 / 11 / 67

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบพระขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการ Improving smallholder goat fattening systems based on tropical grass and forage tree legume diets in the countries of R 12 route (Thailand, Lao PDR, and Vietnam) ภายใต้กองทุนพิเศษแม่โขงล้านช้าง ประจำปี 2565

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงยศ โชติชูติมา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ ดร.เจษฎา อุดรพันธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ แก่ข้าพเจ้า รวมไปถึงแก้ไขข้อบกพร่องระหว่างการทำปัญหาพิเศษจนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณพี่ ๆ ปริญญาโทได้แก่ นางสาวปรางค์ บัวทอง ,นางสาวชนกานต์ มณี, นางสาวศิรินาฏ โบราณประสิทธิ์, นายไทรทศ เจียมเจือจันทร์ และเพื่อนปริญญาตรี คือ นายกิตติศักดิ์ ไกรนรา ที่คอยช่วยเหลือในการปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ คอยตอบข้อสงสัย อธิบายในสิ่งที่ข้าพเจ้าไม่เข้าใจ และที่สำคัญคอยอยู่ข้างกายและให้กำลังใจเสมอมา จนการทำปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่และภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดลอง และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ หรือบุคคลที่เคยช่วยเหลือข้าพเจ้าในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

จิตปภัสตร์ สุขแป

ตุลาคม 2567

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	25
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	34
ผลและวิจารณ์	35
สรุป	45
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	46
ภาคผนวก	49
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	56

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การประเมินคุณภาพพืชหมักด้วยลักษณะทางกายภาพ	16
2 ปริมาณสัดส่วนที่ดีของกรด	21
3 แสดงคุณสมบัติของดินในแปลงทดลอง	35
4 การเจริญเติบโตด้านความสูงของรอบการตัดที่ 4 และ 7	37
5 การเจริญเติบโตด้านการแตกกอ (หน่อ/กอ) ของรอบการตัดที่ 4 และ 7	39
6 ผลผลิตน้ำหนักรากสดและแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของรอบการตัดที่ 4 และ 7	40
7 คะแนนคุณภาพการหมักทางกายภาพของรอบการตัดที่ 4 และ 7	42
8 คุณค่าทางโภชนาการพืชหมักของรอบการตัดที่ 4 และ 7	44

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างของพืชตระกูลหญ้า	4
2 ระบบรากฝอย	4
3 ไหล (stolon)	5
4 เหง้า (rhizome)	6
5 ส่วนประกอบของใบ	6
6 โครงสร้างช่อดอก	7
7 กลุ่มของช่อดอก	7
8 โครงสร้างของเมล็ดหญ้า	8
9 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ปี พ.ศ. 2566	36
ภาคผนวกที่	
1 หญ้าสกุล <i>Megathyrsus</i>	48
2 หญ้าสกุล <i>Urochloa</i>	49
3 การเก็บข้อมูล	50
4 การจัดการแปลง	51
5 การทำหญ้าหมัก	52
6 การประเมินคุณภาพพืชหมักทางกายภาพ	53
7 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนา	54

การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพหญ้าหมักของหญ้าสกุล *Urochloa* และ
Megathyrsus ที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน

Growth, biomass yield and silage quality of *Urochloa* spp. and *Megathyrsus* spp.
 grown in Kamphaeng Saen soil series

คำนำ

พืชอาหารสัตว์เป็นแหล่งอาหารหายากที่สำคัญในการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง การได้พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดีสามารถช่วยลดต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกรทำให้มีกำไรมากขึ้น รวมทั้งทำให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดี หญ้าอาหารสัตว์ที่นิยมนำมาปลูกในประเทศไทยมีหลายชนิดเช่น หญ้าเนเปียร์ หญ้าแพงโกลา หญ้ารูจี หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้างินนิมอมบาซา เป็นต้น อย่างไรก็ตามการปลูกพืชอาหารสัตว์ให้ได้ผลผลิตสูง มีลักษณะการเป็นพืชอาหารสัตว์ที่ดี และมีคุณค่าทางโภชนาที่เหมาะสมนั้นจะแตกต่างกันไปตามการจัดการในแต่ละพื้นที่ เช่น พันธุ์การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ สภาพภูมิอากาศ คุณภาพดินที่ปลูกและอายุการตัด เป็นต้น (Ball et al., 2001)

ดังนั้นเพื่อลดผลกระทบจากการขาดแคลนอาหารสัตว์ในช่วงฤดูแล้ง การทำพืชหมักให้ได้คุณภาพดีนั้น มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ของพืชสดเมื่อทำเป็นพืชหมัก ดังนั้นต้องคำนึงถึง ชนิดพืชที่เหมาะสมในการทำหญ้าหมัก อายุการเจริญเติบโตของพืช ความยาวของท่อนพืช และระดับความชื้น (กรมปศุสัตว์, 2547)

วัตถุประสงค์

เพื่อคัดเลือกหญ้าอาหารสัตว์เขตร้อนสกุล *Urochloa* และ *Megathyrsus* ที่เหมาะสมต่อการผลิตหญ้าหมัก

การตรวจเอกสาร

พืชอาหารสัตว์ หมายถึง พืชใด ๆ ที่สัตว์กินแล้วก่อให้เกิดประโยชน์ในการเจริญเติบโตและไม่เป็นพิษเป็นภัยต่อร่างกายสัตว์ จากคำจำกัดความจะเห็นว่า มีพืชหลายชนิดที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ (สายัณห์ ทัดศรี, 2547)

1. ประเภทของพืชอาหารสัตว์

พืชอาหารสัตว์ที่ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วยพืช 2 ตระกูล คือ

1. พืชตระกูลหญ้า (Graminae family) เช่น ฐิ่ กินนิ ฯลฯ
2. พืชตระกูลถั่ว (Leguminosae family) เช่น สะโตโล ฮามาต้า ฯลฯ

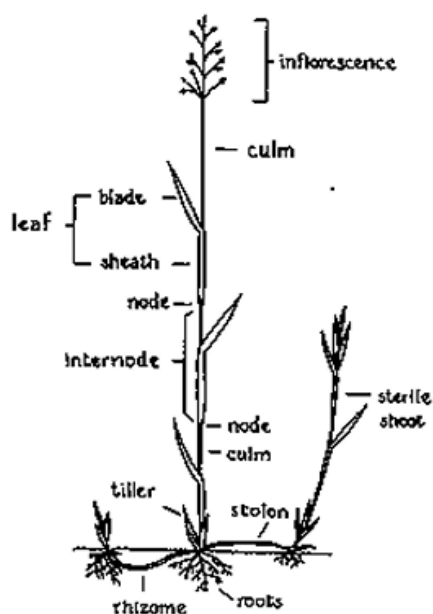
ชนิดของหญ้าและถั่วมีจำนวนมาก แต่ละชนิดมีมากกว่า 1 สายพันธุ์ (อารีรัตน์, 2560)

2. พืชตระกูลหญ้า (Graminae family)

พืชที่จัดอยู่ในตระกูลหญ้ามียู่ประมาณ 10,000 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ฝั และหญ้า เป็นต้น ซึ่งแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งด้านรูปร่าง ขนาด และรูปแบบการเจริญเติบโต ดังนั้นการศึกษาข้อมูลทั้งด้านรูปพรรณสัณฐาน การเจริญเติบโต และการพัฒนาการของหญ้าตั้งแต่งอกจนถึงเจริญเติบโตเต็มที่ จะช่วยให้สามารถจำแนกพันธุ์หญ้า ลักษณะการเจริญเติบโต การปลูก และการใช้ประโยชน์จากหญ้า (อารีรัตน์, 2560)

3. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหญ้า

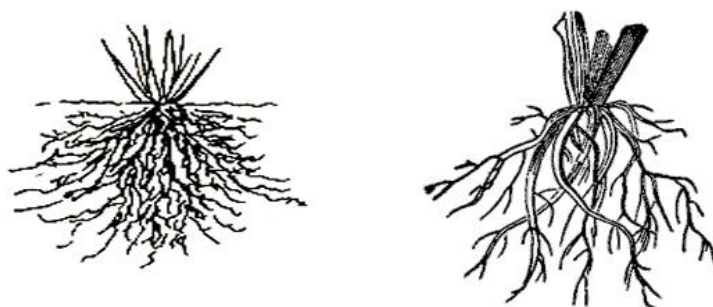
ต้นหญ้าเป็นการสะสมของหน่อ (tillers หรือ shoots) ที่เจริญเติบโตมาจากตา (buds) ที่ฐานของต้นหญ้า ซึ่งแต่ละหน่อจะประกอบไปด้วย ใบ (leaf) ข้อ (node) ปล้อง (internode) และตา (bud) แต่ละใบก็จะติดกับลำต้นบริเวณข้อ (node) ด้วยกาบใบ (leaf sheath) ที่หุ้มตาเอาไว้ ส่วนของหน่อส่วนมากจะประกอบไปด้วยใบ แต่หน่อที่ใช้ขยายพันธุ์จะผลิตลำต้น ช่อดอก ราก และใบ บริเวณฐานที่เกิดรากขึ้นเรียกว่าเรื่อนยอด (crown) (อารีรัตน์, 2560)



ภาพที่ 1 โครงสร้างของพืชตระกูลหญ้า (อารีรัตน์, 2560)

3.1 ราก (root)

พืชตระกูลหญ้าเป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) คือประกอบด้วยรากขนาดเล็กเรียงกันเป็นจำนวนมากแผ่กระจายไปตามผิวดินต้นประสานกันเป็นร่างแห เมื่อเมล็ดเริ่มงอกจะมีรากอันแรกเจริญจากส่วนรากแรกเกิด (radicle) ของคั่นอ่อนของเมล็ดเรียกว่า primary root ส่วนรากแขนง (seminal roots) เกิดบริเวณข้อที่ใบเลี้ยงติดอยู่ประมาณ 6-7 ราก รากชุดนี้เป็นรากชั่วคราวซึ่งใช้สำหรับการตั้งตัวของพืชในระยะแรก ส่วนรากถาวรชุดแรกเกิดที่ข้อถัดขึ้นไปที่มีกาบหุ้มยอดอ่อน (coleoptile) ติดอยู่ซึ่งเรียกข้อนี้ว่า coleoptilar รากถาวรชุดอื่น ๆ จะเกิดที่ข้อที่อยู่ใกล้ผิวดิน รวมทั้งบริเวณข้อของลำต้นที่เลื้อยไปตามผิวดินและใต้ดินเรียกรากเหล่านี้ว่ารากพิเศษ (อารีรัตน์, 2560)



ภาพที่ 2 ระบบรากฝอย (fibrous root system)

3.2 ลำต้น (shoot)

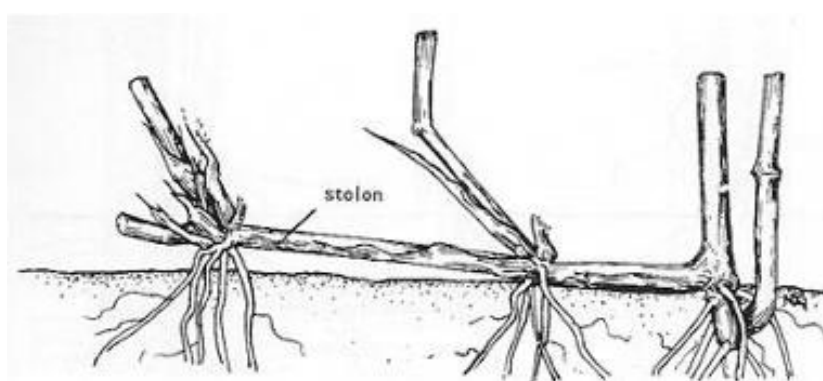
ลำต้นของหญ้ามีลักษณะเป็นกออาจเกิดจากคัพภะ (embryo) โดยตรงซึ่งเรียกว่า primary shoot และจะมีลำต้นแตกออกมาอีกเรียกว่า หน่อข้าง (lateral shoot) ซึ่งการแตกกอหรือการแตกหน่อ (tillering) จะทำให้หญ้าเป็นกอขึ้นมาในระยะที่กำลังเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบ (vegetative stage) กอหญ้าหนึ่งกอจะประกอบไปด้วยกลุ่มของหน่อและแขนงที่มีอายุแตกต่างกัน ลำต้นหญ้ามีลักษณะกลมหรือค่อนข้างแบนแบ่งเป็นข้อและปล้อง (node and internode) ให้เห็นชัดเจน ส่วนของปล้องมักมีลักษณะเป็นรูกลวงภายในและต้นในส่วนข้อปล้องบริเวณโคนต้นจะสั้น ส่วนยอดจะยืด ยาวออก โดยเฉพาะเมื่อหญ้าจะออกดอก ที่ข้อทุกข้อมีตาราก ตายอดและตาใบอยู่ ซึ่งทั้งตารากและตายอดนี้พร้อมที่จะเจริญได้ทันทีเมื่อมีสภาพที่เหมาะสม จึงทำให้หญ้าขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ได้ดี

- ลำต้น (stem) ของหญ้าสามารถแบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโตได้เป็น 3 รูปแบบคือ

(1) Culm คือลำต้นของหญ้าที่ตั้งตรงขึ้นไป ซึ่งผลิดอกและเมล็ด

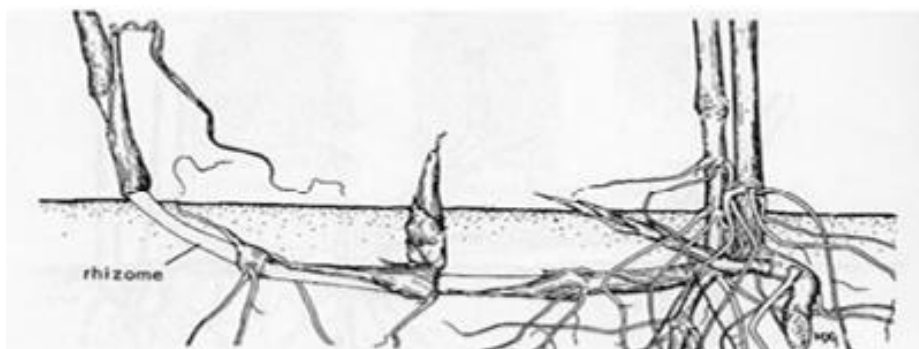
ส่วนใหญ่จะเกิด จากคัพภะจึงอาจเรียกได้ว่า primary shoot และที่ฐานของ culm อาจจะให้หน่อใหม่เจริญตั้งตรงขึ้นไป เรียกว่า erect lateral shoot

(2) Stolon (ไหล) คือลำต้นของหญ้าที่เจริญไปทางด้านข้างขนานไปกับบนพื้นดิน ซึ่งจะมีข้อและปล้อง ข้อเมื่อสัมผัสกับผิวดินจะมีรากเกิดขึ้น และที่ข้ออาจจะแตกเป็นลำต้นหรือหน่อใหม่ได้ และส่วนของไหลนี้จะเกิดจากหน่อข้างที่เกิดจากลำต้นหรือหน่อเดิมที่มีอยู่แล้ว (อารีรัตน์, 2560)



ภาพที่ 3 ไหล (stolon) (อารีรัตน์, 2560)

(3) Rhizome (เหง้าหรือแง่ง) คือลำต้นของหญ้าที่เจริญชอนไชไปตามใต้ดินขนานไป กับพื้นดิน ซึ่งจะมีข้อและปล้องเช่นเดียวกัน ที่ข้ออาจจะมีรากทุก ๆ ข้อเป็นระยะ ๆ ไป ที่ข้อนี้อาจจะแตก เป็นลำต้นเหนือดินได้ และส่วนของเหง้านี้จะเกิดจากหน่อข้างที่เกิดจากลำต้นหรือหน่อเดิมที่มีอยู่แล้ว เหมือนกันกับไหล (อารีรัตน์, 2560)

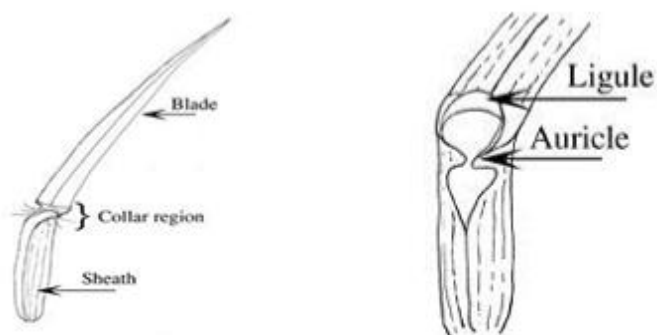


ภาพที่ 4 เหง้า (rhizome) (อารีรัตน์, 2560)

3.3 ใบ (leaf)

ใบหญ้าเกิดที่ข้อของลำต้น ในขณะที่ยังอ่อนอยู่จะม้วนห่อหุ้มลำต้นและยอดอ่อนไว้อย่างเหนียวแน่น ใบหญ้าประกอบด้วย

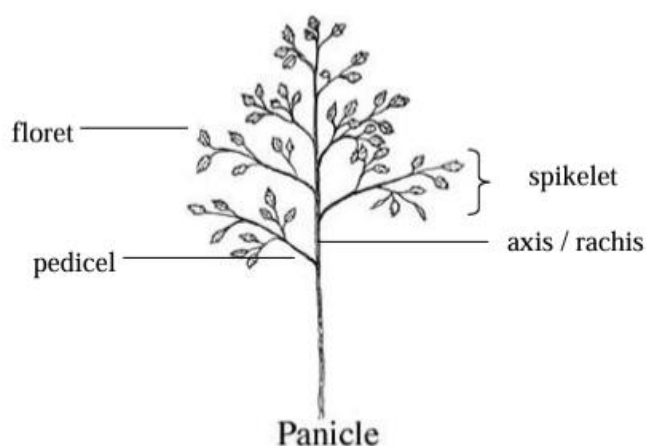
- (1) กาบใบ (leaf sheath) เป็นส่วนกาบที่ห่อหุ้มลำต้นและอยู่ติดกับลำต้นที่ส่วนของข้อ
- (2) ตัวใบหรือแผ่นใบ (leaf blade หรือ lamina) เป็นแผ่นใบ มีรูปร่างคล้ายหอกยาว เรียวปลายแหลม มีเส้นกลางใบอยู่ตรงกลาง และเส้นใบ (veins) ขนานไปตามความยาวของตัวใบ
- (3) Leaf collar คือบริเวณส่วนต่อของตัวใบและกาบใบ
- (4) ลิ้นใบ (ligule) เป็นเยื่อที่อยู่ตรงส่วนต่อของกาบใบและตัวใบ ด้านในมักมีสีขาว หรือสีน้ำตาล มีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช จึงใช้ในการจำแนกชนิดและพันธุ์หญ้าได้
- (5) หูใบหรือเขี้ยวใบ (auricle) เป็นส่วนของเยื่อหรือขนที่ยื่นออกมาทางด้านข้างตรง ส่วนต่อของกาบใบและตัวใบ ซึ่งจะพบบางชนิดเท่านั้น (อารีรัตน์, 2560)



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบของใบ (อารีรัตน์, 2560)

3.4 ช่อดอก (inflorescences)

ดอกหญ้ามีลักษณะเป็นช่อ ประกอบด้วยกลุ่มดอกย่อยที่เรียกว่า spikelet ติดอยู่บนแกนกลาง (axis หรือ rachis) ซึ่งในแต่ละกลุ่มดอกย่อยจะมีดอกย่อย (floret) เดี่ยวหรือหลายดอกย่อย ก้านของกลุ่มดอกย่อย เรียกว่า pedicel



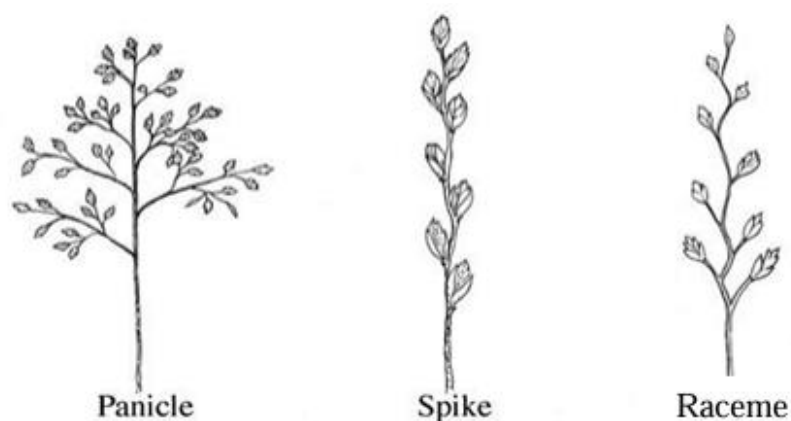
ภาพที่ 6 โครงสร้างของช่อดอก (อารีรัตน์, 2560)

ช่อดอกของหญ้า แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

(1) raceme เป็นช่อดอกที่มีกลุ่มดอกย่อยอยู่บนแกนก้านช่อดอก โดยมีก้านของกลุ่มดอกย่อย ยาวเท่า ๆ กันเชื่อมติดอยู่ เช่น ช่อดอกของหญ้ารูชี และหญ้านน

(2) spike เป็นช่อดอกลักษณะคล้ายกับ raceme แต่กลุ่มดอกย่อยไม่มีก้าน เช่น ช่อดอกของหญ้าเนเปียร์ และหญ้าซีดาเรีย

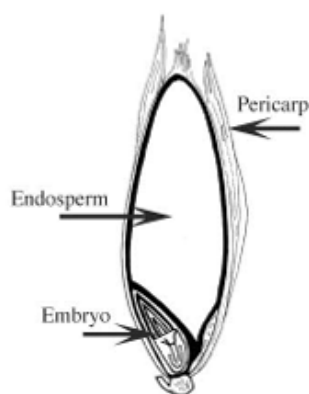
(3) panicle เป็นช่อดอกที่ประกอบด้วยช่อดอกย่อยหลายช่อรวมกัน จึงทำให้ช่อดอกมีก้านสาขามากมาย และมีลักษณะแตกต่างกันมากมาย เช่น ช่อดอกของหญ้ากีนี (อารีรัตน์, 2560)



ภาพที่ 7 กลุ่มของช่อดอก (อารีรัตน์, 2560)

3.5 ผลและเมล็ด (Fruit and seed)

ผลกับเมล็ดหุ้มเป็นส่วนที่มีเปลือก (pericarp and seed coat) เชื่อมติดกันตลอดเรียกว่า caryopsis มีลักษณะเป็น one-seed fruit เมล็ดหุ้มเจริญมาจากไข่อ่อนทั้งที่ได้รับการผสมและไม่ได้ รับการผสมจากละอองเกสร และเจริญขึ้นมาในรังไข่ เมล็ดหุ้มมัก อยู่ใน lemma กับ palea ลักษณะ ของ เมล็ดหุ้มที่เจริญขึ้นมา โดยไม่มีการผสมเกสรนี้เรียกว่า apomixis และมีหุ้มหลายชนิดที่มี เมล็ดเกิดขึ้น ในลักษณะนี้ ได้แก่ หุ้มโรดส์ ชิกเนล กินี เนเปียร์ เป็นต้น เมล็ดหุ้มมีใบเลี้ยงเดี่ยว เรียกว่า scutellum มีต้นอ่อนที่ฐานของเมล็ด และมีอาหารสะสมอยู่ในรูปของ endosperm (อารีรัตน์, 2560)



ภาพที่ 8 โครงสร้างของเมล็ด (อารีรัตน์, 2560)

3.6 การเจริญเติบโตและการพัฒนาของหุ้ม

ระยะแรกในการพัฒนาของหน่อ ความยาวระหว่างข้อ (ปล้อง) บนลำต้นจะสั้นมากและลำ ต้น จะยังคงอัดแน่นรวมกันอยู่ตรงฐานของต้นพืช ด้านบนสุดของลำต้นเรียกว่าจุดเจริญปฐมภูมิ

(primary growing point หรือ apical meristem) ซึ่งเป็นบริเวณที่เกิดลำต้นและใบใหม่โดยการแบ่งเซลล์ (mitosis) และจุดเจริญนี้ก็จะคงอยู่และสามารถผลิตใบใหม่ได้เรื่อย ๆ ระยะเวลาในการพัฒนาของหน่อ จุดเจริญนี้มีการเปลี่ยนแปลง มันจะหยุดผลิตใบและเริ่มผลิต ช่อดอก หน่อจะถูกเปลี่ยนจากส่วนของพืชไปเป็นส่วนที่ขยายพันธุ์ได้ นี่เป็นการควบคุมของ สิ่งแวดล้อมและฮอร์โมนของพืช หลังจากนั้นจุดเจริญบนหน่ออื่นก็จะไม่ผลิตใบใหม่อีก บางปล้อง อาจจะยาวขึ้น (elongate) และแทงช่อดอก (inflorescence) ขึ้นด้านบนสุดของหน่อ

การพัฒนาของหญ้าแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วง

- การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative growth)
- การขยายขนาด (elongation)
- การเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth)

ทั้งสามช่วงนี้อยู่ภายใต้การควบคุมของจุดเจริญที่เป็นกำหนดหรือส่งสัญญาณภายในตัวของพืชเอง (อารีรัน, 2560)

3.7 การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative growth)

ส่วนของลำต้นกับจุดเจริญ (apical meristem) ยังคงอัดแน่นและอยู่ชิดติดกับพื้นดิน มันจะมีการสร้างใบ (ผลิตใบอ่อน) และสร้างส่วนของข้อ (node) และปล้อง (internode) ใกล้ชิดติดกันมาก ตรงบริเวณฐาน หรือ crown ของต้นพืชที่อยู่ระดับพื้นดิน ตรงบริเวณข้อมี intercalary meristem ซึ่งผลิตส่วนของกาบใบ (leaf sheath) เซลล์ตรงฐานของกาบใบเริ่มยาวขึ้นแล้วเกิดเป็นกาบใบ ตรงส่วนปลายของ กาบใบเป็น intercalary meristem อีกอันหนึ่งซึ่งเริ่มผลิตส่วนของแผ่นใบ (leaf blade) คือเซลล์เริ่มยาวขึ้นจนกลายเป็นแผ่นใบแทงออกจากส่วนของเนื้อเยื่อกาบใบ เมื่อตัวใบขยายเต็มขนาดของมันแล้วเกิดการสร้างส่วนของลิ้นใบ (ligule) แทนที่จุดเจริญตรงฐานของตัวใบ ถ้าใบนี้ถูกกัดกินไปมันจะไม่มีการสร้างใบใหม่โดยกาบใบอันเดิม ในขณะที่เดียวกันภายในข้อจะมีการสร้างกาบใบและยาวขึ้นเพื่อผลิตแผ่นใบอื่น ๆ คือประมาณ 3-6 กาบใบหุ้มล้อมรอบส่วนของเนื้อเยื่อจุดเจริญเอาไว้

-จุดสำคัญของจำนวนใบคือจะสร้างอยู่บนหน่อ ใบที่แก่โดยทั่วไปจะตายพร้อม ๆ กับการสร้างใบใหม่ขึ้นมาแทนเพื่อรักษาจำนวนของใบให้สม่ำเสมอขึ้นในแต่ละหน่อ

-จุดเจริญ มีการป้องกันเป็นอย่างดีและอยู่ชิดผิวดิน (แตกต่างกันแล้วแต่ชนิด) การทะลุและ การเหยียบย่ำที่บ่อยสามารถทำลายมันได้ การทะลุอย่างหนักหรือการตัดที่ต่ำอาจทำลายส่วนของจุดเจริญได้ หลังจากนั้นหน่อจะแตกกิ่งใหม่จากตาอื่น หรือบางทีจะผลิตหน่ออื่นขึ้นจากส่วนของ crown แล้วใบก็จะเกิดขึ้นกลายเป็นหน่อที่สมบูรณ์ โดยทั่วไปใบแรกจะตายภายใน 3-4 เดือน ในช่วงอายุของใบการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง เรื่อย ๆ เมื่อมันไม่สามารถให้ผลผลิตจาก

การสังเคราะห์แสงได้เพียงพอต่อความต้องการของมันเอง มันก็จะตาย ซึ่งใบจะมีความสามารถในการสังเคราะห์แสงได้เต็มที่เมื่อมันมีขนาดของใบโตเต็มที่ (อารีรัตน์, 2560)

4. ประเภทของหญ้าอาหารสัตว์ที่แบ่งตามลักษณะการเจริญเติบโต

สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) หญ้าที่มีการเจริญเติบโตแบบหมอบราบ

- เป็นหญ้าต้นเตี้ย เติบโตช้า แผ่ขยายด้วยลำต้นที่เลื้อย (ไผล และ เหง้า) ซึ่งรากจะเติบโตและกลายเป็นต้นใหม่ เช่น หญ้าชิกแนลเลื้อย (humidicola grass) หญ้าแพรกหรือหญ้าเบอร์มิวดา (bermuda grass) หญ้ามาเลเซีย (broadleaf carpet grass) และหญ้าจาร์ราดิท (digit grass) หญ้าเหล่านี้จึงเหมาะสำหรับใช้เพื่อการเพาะเล็ม

2) หญ้าที่มีการเจริญเติบโตแบบกิ่งตั้งตรง

- เป็นหญ้าที่สูงปานกลาง หรือกิ่งตั้งตรงกิ่งเลื้อย เมื่อข้อของหญ้าพวกนี้สัมผัสดินสามารถเกิด หน่อใหม่ขึ้นได้ เช่น หญ้าชิกแนลนอน (signal grass) หญ้ามูลาโต้ (mulato grass) หญ้าขน (para grass) และหญ้ารูซี่ (ruzi grass) หญ้าเหล่านี้จึงเหมาะทั้งปล่อยเพาะเล็มและการตัดให้กิน

3) หญ้าที่มีการเจริญเติบโตแบบกอตั้งตรง

- เป็นหญ้าที่เป็นกอสูง หรือเป็นกอตั้งตรง เช่น หญ้าเนเปียร์ (napier grass) หญ้าแฮมิลกินนี (hamil guinea) หญ้ากินนีสีม่วง (purple guinea) และหญ้าพาสพาลัมอุบล (ubon paspalum) หญ้าเหล่านี้ จึงเหมาะสำหรับการตัดให้กิน (อารีรัตน์, 2560)

5. หญ้าอาหารสัตว์

5.1 หญ้ารูซี่ (*U. ruziziensis* (R. Germ & C. M. Evrard) Crins)

การเจริญเติบโต

เป็นหญ้าเขตร้อน ประเภทค้ำปีมีลักษณะการเจริญเติบโต แบบกิ่งตั้งกิ่งเลื้อย สูง 60-100 เซนติเมตร ลำต้นกลม แข็งเรียวยาว ไม่มีขน มีรากซึ่งแตกแขนงบริเวณโคนต้น ใบสีเขียวอ่อน อ่อนนุ่ม มีขนละเอียดคลุมทั้งด้านหน้าและหลังใบ ใบยาว 13-15 เซนติเมตร กว้าง 0.8-2.5 เซนติเมตร เจริญเติบโตได้ดี ในบริเวณที่ดอนที่มีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร และในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ แต่ก็สามารถขึ้นได้ในดินอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยเฉพาะในดินร่วนปนทราย หรือดินเหนียวที่มีการระบายน้ำดี ทนแล้งพอสมควร ไม่ทนต่อสภาพชื้นแฉะ และทนต่อการเหยียบย่ำของสัตว์ มีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูง สัตว์ชอบกิน ลักษณะเด่นของหญ้ารูซี่คือ สามารถผลิตเมล็ดได้มาก และ

เมล็ดมีความงอกสูงทำให้สะดวกต่อการขยายพันธุ์ เป็นผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ปลูกหญ้ารูซี่อย่างแพร่หลายทั่วประเทศ (กรมปศุสัตว์, 2545)

ผลผลิต

การตัดหญ้าทุก ๆ 40-50 วัน จะให้ผลผลิต 2.94 ตัน/ไร่ นอกจากนี้จากการตัดทุก ๆ 41-50 วัน หญ้ารูซี่มีโปรตีน 12.08 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) 51.39-65.33 เปอร์เซ็นต์ และลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) 23.43-41.58 เปอร์เซ็นต์ (สายัณห์ ทัดศรี, 2548)

5.2 หญ้าเคย์แมน (*U. ruziziensis* x *U. decumbens* (Stapf) R. D. Webster x *U. brizantha* cultivar 'Cayman')

การเจริญเติบโต

เป็นหญ้าลูกผสมของสายพันธุ์ *Urochloa* ซึ่งเป็นหญ้าที่ให้ผลผลิตสูง ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี เนื่องจากมีระบบรากที่ลึก นอกจากนี้ยังสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพน้ำท่วมขัง เนื่องจากสามารถสร้างรากอากาศที่บริเวณตาข้างได้ (CIAT, 2019)

ผลผลิต

จากการรายงานของ Hare *et al.* (2013) ที่ได้ทำการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบว่า การตัดหญ้าmula ได้ 2 หญ้าเคย์แมน และหญ้าคอบรา ที่อายุ 30 วัน ให้โปรตีนหยาบสูงกว่าการตัดที่อายุ 45 และ 60 วัน ถึง 3-4 % ในขณะที่ผลผลิตน้ำหนักแห้งจะต่ำกว่าประมาณ 20 %

5.3 หญ้าmula ได้ 2 (*U. ruziziensis* x *U. decumbens* x *U. brizantha* cultivar 'Mulato II')

การเจริญเติบโต

หญ้าmula ได้ 2 เป็นหญ้าที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นโดยศูนย์เกษตรเขตร้อนหรือ CIAT (The International Center for Tropical Agriculture International) เป็นหญ้าอายุหลายปี มีลักษณะเป็นกอตั้งเลื้อยถึงตั้งสูงถึง 1 เมตร คล้ายหญ้ารูซี่แต่ใบกว้างกว่าหญ้ารูซี่ มีความทนแล้งในเวลายาวนานได้ดี ปลูกขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดและหน่อพันธุ์ สามารถทนแล้งได้ดี ให้ผลผลิตประมาณ 2-4 ตัน/ไร่/ปี หญ้าที่ตัดอายุ 40-45 วัน จะมีโปรตีน 10-12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะทั้งปลูกให้สัตว์ทะเลเลี้ยงและตัดให้สัตว์กิน (Vendramini *et al.*, 2012) ลักษณะเด่นของพันธุ์นี้ คือ ผลผลิตเมล็ดและทนแล้งได้ดีกว่าหญ้าmula ได้ I เป็นสายพันธุ์หนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตทางด้านพืชอาหารสัตว์ (กานดา และคณะ, 2550) ทนต่อการเหยียบย่ำของสัตว์ได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถใช้ทำเป็นหญ้าแห้งและหญ้าหมักได้ดี (อารีรัตน์, 2560)

ผลผลิต

หญ้าmula ได้ 2 ที่ปลูกในอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาที่ตัดในช่วงหน้าแล้งพบว่าให้ผลผลิตเฉลี่ย 2 ปี 581 กิโลกรัม/ไร่/ปี หรือคิดเป็นผลผลิต 290.5 กิโลกรัม/ไร่/ครั้ง ในส่วน

องค์ประกอบทางเคมีนั้นหญ้ามูลาโตที่ตัดครั้งแรกที่อายุ 60 วันมีโปรตีน 12.8% NDF 59.9% และ ADF 32.3% และเมื่อตัดครั้งต่อไปที่อายุ 45 วันมีโปรตีน 10.8% NDF 62.1% และ ADF 33.9% (กานดา และคณะ, 2550)

5.4 หญ้าคาเมลโล่ (*U. ruziziensis* x *U. decumbens* x *U. brizantha* (camello))

การเจริญเติบโต

สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง เนื่องจากมีระบบรากที่ลึก สามารถดูดซึมน้ำในดินได้ดี หลังการตัดสามารถงอกได้อีกครั้งเมื่อได้รับน้ำ มีความสูงประมาณ 90-110 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวสดเป็นเส้นตรงไม่มีขน ลำต้นมีขนาดเล็กปล้องสั้น ในส่วน (CIAT, 2019)

ผลผลิต

เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วหลังตัด ผลผลิตสูงและคุณค่าทางโภชนาามีโปรตีนสูงถึง 18 เปอร์เซ็นต์ ทนต่อการเหยียบย่ำ ใบอ่อนนุ่ม เหมาะสำหรับการเลี้ยงสัตว์ (CIAT, 2019)

5.5 หญ้ากินนีสีม่วง (*Megathyrsus maximum* TD58)

การเจริญเติบโต

เป็นหญ้าอายุหลายปีเจริญเติบโตแบบกอตั้ง ลำต้นแตกแขนงเป็นกอล้ายกอจะตะไคร้ มีความสูง 2-3 เมตร มีใบขนาดใหญ่ ดอก อ่อนนุ่ม ส่วนของข้อปล้อง ช่อดอก และเมล็ดมีสีม่วงอมเขียว ต่างจากหญ้ากินนีพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่มีสีเขียวอย่างเด่นชัด ขนาดของเมล็ดใหญ่กว่ากินนีธรรมดา หญ้ากินนีสีม่วงมีลักษณะเด่นคือ ทนต่อความแห้งแล้ง ให้ผลผลิตสูง และสัตว์ชอบกิน ทนต่อการเหยียบย่ำ ทนต่อการเผาไหม้ ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยในโตรเจนได้ดี เหมาะสำหรับนำมาทำหญ้าแห้งหรือหญ้าหมัก หญ้ากินนีสีม่วงสามารถปลูกได้เกือบทุกสภาพพื้นที่ ซึ่งเป็นที่ดอนตั้งแต่ดินเหนียว จนถึงดินทรายที่มีการระบายน้ำดี ทนทานต่อสภาพดินค่อนข้างเค็มได้ดี ทนร่มเงา และการเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณน้ำฝนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร/ปี (กรมปศุสัตว์, 2545)

ผลผลิต

จากการศึกษาของ (กฤษฎา, 2563) เรื่องการศึกษาอิทธิพลของระยะปลูก และอายุการตัดต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงภายใต้สภาพพื้นที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ใช้แผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ 1) ระยะปลูก มี 3 ระดับ คือ 45x45 , 35x35 และ 25x25 เซนติเมตร 2) อายุการตัด มี 3 ระดับ คือ การตัดที่ระยะเวลา 30 , 45 และ 60 วัน มี 4 ซ้ำ ตัด 3 ครั้ง พบว่าผลผลิตน้ำหนัสด และแห้งของหญ้ากินนีสีม่วงที่ระยะเวลาตัดแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 วัน ผลผลิตน้ำหนัก

สด ที่ระยะเวลาตัด 60 วัน ในการตัดครั้ง 1 และ 3 ให้ผลผลิตสูงกว่า 30 และ 45 วัน ส่วนการตัดครั้งที่ 2 ให้ผลผลิตน้ำหนักรากเฉลี่ยเท่ากับ 26.14 26.94 และ 27.49 กิโลกรัม/4 ตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง พบว่า ที่ระยะเวลาตัด 60 วัน ในการตัดครั้งที่ 2 และ 3 ให้ผลผลิตสูงกว่า 30 และ 45 วัน ส่วนการตัดครั้งที่ 1 มีผลผลิตน้ำหนักรากแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 3,822.1 3,982.3 และ 2,367.7 กรัม/4 ตารางเมตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผลผลิตน้ำหนักราก และน้ำหนักรากแห้งของหญ้าที่มีระยะเวลาดัดนานขึ้นจะให้ผลผลิตมากกว่าระยะเวลาดัดที่สั้นกว่าโดยผลผลิตน้ำหนักรากเฉลี่ยรวมของระยะตัด 60 วัน สูงกว่า 45 และ 30 วัน

5.6 หญ้ากินนีมอมบาซา (*Megathyrsus maximum* cv. Mombaca)

การเจริญเติบโต

เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี ลักษณะเป็นกอตั้งตรง แตกกอดี มีใบดก เจริญเติบโตเร็ว ระบบรากเป็นระบบรากฝอย แต่แตกต่างกับหญ้างินนีสีม่วงคือจะมีใบใหญ่กว่า คุณภาพดีกว่า มีน้ำหนักรากน้ำหนักรากแห้งมากกว่ากินนีสีม่วง และต้านทานโรคใบไหม้จุด มีลำต้นสูง 2.5-3.0 เซนติเมตร ลำต้นมีสีเขียวปนม่วง แผ่นใบเกลี้ยงจนถึงมีขนสั้น ๆ ทนต่อสภาพร่มเงาได้ดี เจริญเติบโตได้เกือบทุกสภาพพื้นที่ ทนต่อสภาพอากาศแห้งแล้ง เหมาะแก่การตัดหรือปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มได้ มีโปรตีนหายาสูงเฉลี่ย 8-10 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลผลิตน้ำหนักราก 4-5 ตัน/ไร่/ปี (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2561)

ผลผลิต

จากการศึกษาของ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ร้อย, 2562) พบว่าการตัดหญ้างินนีมอมบาซาที่อายุ 40 วัน ได้ผลผลิต น้ำหนักรากสูงที่สุด คือ 6,262.2 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนน้ำหนักรากแห้งเป็นไปในแนวเดียวกับน้ำหนักราก คือ การตัดที่อายุ 40 วัน ได้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งรวมสูงที่สุด คือ ได้เท่ากับ 1,693.3 กิโลกรัมต่อไร่ เฉลี่ย 423.3 กิโลกรัมต่อไร่ต่อการตัด

5.7 หญ้ากินนีมุนริเวอร์ (*Megathyrsus maximus* cv. Mun River)

การเจริญเติบโต

เป็นหญ้าสายพันธุ์กินนีชนิดยืนต้น มีลำต้นสูงใหญ่ ใบดก คล้ายหญ้างินนีมอมบาซาแต่มีใบขนาดใหญ่และนุ่มกว่าแล้วปริมาณมากถึง 80-85% นับเป็นหญ้าที่มีผลผลิตสูง เพราะแม้ว่าจะปลูกในสภาพพื้นที่ไม่ดินนัก ก็ให้ผลผลิตน้ำหนักรากได้ถึง 3-4 ตัน/ไร่/ปี อย่างไรก็ตามหญ้างินนีมุนริเวอร์ไม่เหมาะกับสภาวะน้ำขังหรือแล้งเป็นเวลายาวนาน หรือสภาพพื้นที่ดินทราย (นิรนาม, 2567)

ผลผลิต

Hare, M.D. (2020) มีการทดลองปลูกหญ้าสกุล *Megathyrsus* ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยระหว่างปี 2015-2018 รายงานว่า ผลผลิตน้ำหนักรากหญ้างินนีมุนริเวอร์สะสมในช่วง 3 ปี คือ 35,600 กิโลกรัม/เฮกตาร์

6. พืชหมัก (Silage)

พืชหมักหรือหญ้าหมัก หมายถึง พืชอาหารสัตว์ต่าง ๆ ที่เก็บเกี่ยวในขณะที่มีความชื้นพอเหมาะ นำมาหมักเก็บไว้ในสภาพไม่มี (ปราศจาก) อากาศ (Anaerobic condition) เก็บไว้ในสภาพหมักดอง และ เมื่อเปลี่ยนสภาพเป็นพืชหมักแล้วสามารถเก็บได้เป็นเวลานานโดยคุณค่าทางโภชนาการไม่เปลี่ยนแปลง

โดยทั่วไปหญ้าหมักสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทตามวิธีการทำ คือ หญ้าหมักสด (silage) เป็นหญ้าหมักที่ได้จากการใช้พืชสดและมีความชื้นสูงแล้วนำมาหมัก และหญ้าหมักแห้ง (haylage) เป็น หญ้าหมักที่ได้จากการใช้พืชสดนำมาผึ่งแดดระยะสั้นเพื่อไล่ความชื้นออกให้เหลือความชื้นประมาณ 25-55% แล้วจึงนำมาหมัก

กระบวนการหมัก (Fermentation process)

การหมัก เป็นวิธีการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์โดยการทำงานของแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria, LAB) ในสภาพธรรมชาติที่ปราศจากอากาศ ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะหมักคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Water soluble carbohydrate, WSC) ที่มีอยู่ในพืชได้ผลผลิตเป็นกรดแลคติก (Lactic acid) และกรดอะซิติก (Acetic acid) ทำให้พืชหมักมีค่า pH ลดลงถึงระดับประมาณ 4.2 มีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ประเภทที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ แบคทีเรียพวก Clostridium ที่เกิดขึ้นในช่วงการหมัก ในขบวนการหมักนั้นหลังจากนำพืชสดเข้าไปในหลุมหมักแล้ว อัดให้แน่นและปิดหลุม จะมีอากาศบางส่วนที่ยังมีอยู่ในหลุมในปริมาณที่จำกัดและเคลื่อนไหวได้น้อย ซึ่งเซลล์ของพืชที่ยังมีชีวิตอยู่ เอนไซม์ต่าง ๆ ก็ยังทำงานตามปกติจะเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแอลกอฮอล์ และสิ่งเน่าเปื่อยเหม็น และแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) ภายในนั้นจะใช้ในขบวนการหายใจขณะเดียวกันพวกยีสต์ และเชื้อราจะมีการเพิ่มจำนวนขึ้น แต่เมื่ออากาศหรือออกซิเจนถูกใช้หมดไปก็จะไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้และตายลง พวกเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) หรือ เอทานอล (Ethanol) ก็จะถูกเปลี่ยนต่อไปเป็นกรดอะซิติก และขบวนการหมักที่ไม่มีออกซิเจนก็จะเริ่มเกิดขึ้น โดยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic bacteria) ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการทำพืชหมัก และผลผลิตที่ได้คือ กรดแลคติก ซึ่งเป็นกรดที่มีความสำคัญ และทำให้พืชหมักมีค่า pH ประมาณ 4.2 หรือต่ำกว่า การทำงานของแบคทีเรียพวกนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาล ถ้ามีมากและอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนจะทำให้เกิดกรดแลคติกเร็วขึ้น ช่วยชะงักการเจริญของพวกจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดความเสียหาย และทำให้พืชหมักยังคงสภาพที่สดนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีต่อไป และหญ้าจะถูกดองด้วยกรดแลคติกกลายเป็นหญ้าหมักที่สมบูรณ์ ถ้าไม่มีอากาศเข้าไปในหญ้าหมักสามารถเก็บรักษาไว้ได้หลายปี (วารุณี, ม.ป.ป.)

7. ลักษณะกายภาพของหญ้าหมักที่ดี (Quality of silage)

มาตรฐานทางกายภาพของพืชหมัก

1. กลิ่นพืชหมักควรมีกลิ่นหอมเปรี้ยวอ่อน ๆ คล้ายผลไม้ดอง ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า หรือกลิ่นคูนของแอมโมเนีย
2. เนื้อของพืชหมัก ต้องไม่เป็นเมือก ไม่เละ เอามือคู้เนื้อไม่ทอดก ไม่มีราหรือส่วนที่บูดเน่า ถ้ามีสีขาว เป็นเส้นกระจายบนพื้นหน้า แสดงว่าเกิดรา คุณภาพพืชหมักจะด้อยลง
3. สีพืชหมักควรมีสีเหลืองอมเขียว ถ้าปรากฏเป็นสีน้ำตาลไหม้หรือดำแสดงว่าเกิดความร้อนมากในขณะหมัก ทำให้สารอินทรีย์สลายตัว นับเป็นการสูญเสียโภชนะ หรือธาตุอาหาร ซึ่งถ้าพืชหนักเป็นสีดำไม่ควรนำไปทำให้สัตว์กิน
4. ค่าความเป็นกรดของพืชหมัก ควรมีค่า pH เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส อยู่ในช่วง 3.5-4.2 (กรมปศุสัตว์, 2547)

ตารางที่ 1 การประเมินคุณภาพพืชหมักด้วยลักษณะทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพ		คะแนน
1. กลิ่น	หอมคล้ายกลิ่นผลไม้ดอกหรือน้ำสมสายชู	9-12
	ไม่หอม มีกลิ่นจุนเล็กน้อย	5-8
	มีกลิ่นจุนมาก และเหม็นเล็กน้อย	1-4
	เหม็นเน่า หรือมีกลิ่นรา	0
2. เนื้อพืชหมัก	แน่น มีส่วนใบและลำต้น	3-4
	แน่น มีส่วนใบและลำต้น	2
	แน่น มีส่วนใบและลำต้น	1
	ละเป็นเมือก และสกปรกมาก	0
3. สี	เหลืองอมเขียว	3
	น้ำตาลทอง	1
	น้ำตาลเข้ม หรือดำ	0
4. pH	3.5 - 4.2	6
	4.4 - 4.7	4
	4.7 - 5.1	2
	> 5.1	0

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2547)

หมายเหตุ:	คะแนนรวม	ลักษณะทางกายภาพ
	25 – 20	ดีมาก
	19 – 15	ดี
	14 – 6	ปานกลาง
	5 - 0	ต่ำ

8. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของหญ้าหมัก

ในการทำหญ้าหมักมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยข้องและมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของ หญ้าหมัก ดังนั้นเพื่อให้ได้หญ้าหมักที่มีคุณภาพดีจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้

8.1 ชนิดของพืช

พืชที่นำมาหมักควรเป็นพืชที่มีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (WSC) สูงพอสมควรคือประมาณ 6% ซึ่งปริมาณน้ำตาลเหล่านี้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดและอายุการตัดของพืช WSC จัดเป็นแหล่งอาหารของพวกแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกทำให้เจริญโดยเร็วเป็นการป้องกันไม่ให้แบคทีเรียกลุ่ม

อื่นที่ทำให้รสและกลิ่นของพืชหมักด้วยคุณภาพเจริญเติบโตได้ทัน และลักษณะของต้นพืชควรมีลำต้นแน่นเพื่อลดช่องอากาศภายในให้น้อยที่สุด (กรมปศุสัตว์, 2547)

8.2 อายุการตัดพืช

อายุของพืชที่เหมาะสมคือ ไม่แก่และไม่อ่อนจนเกินไปโดยตัดในช่วงที่พืชให้ผลผลิตสูง และมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี หญ้าควรตัดในระยะเริ่มออกดอก อายุของหญ้าที่จะตัดทำหญ้าหมักไม่แน่นอน แต่ควรสังเกตจากเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งก็ต้องไม่ต่ำกว่า 25% และไม่สูงเกิน 40% ถ้าใช้หญ้าอ่อนมากมันอาจจะมีน้ำตาลไม่เพียงพอและไม่สามารถผลิตกรดแลคติกได้เพียงพอสำหรับการหมักจะทำให้เกิดกรดบิวทิริก (Butyric acid) และแอมโมเนียแทน เป็นผลทำให้ได้หญ้าหมักคุณภาพต่ำและมีกลิ่นไม่ดี ถ้าหญ้ามีไนโตรเจนสูงก็จะทำให้ได้หญ้าหมักคุณภาพต่ำเช่นกันเพราะจะทำให้เกิดกรดบิวทิริกจำนวนมาก ดังนั้นช่วงเวลาของการตัดเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการทำหญ้าหมัก (กรมปศุสัตว์, 2547)

8.3 ความยาวหรือขนาดของชิ้นพืช

เนื่องจากพืชหมักต้องอยู่ในสภาพไม่มีอากาศ ดังนั้น การตัดหรือสับพืชให้เป็นชิ้นจะมีผลต่อการอัดแน่น เพื่อไล่อากาศออก และชิ้นพืชขนาดเล็กลงจะทำให้มีน้ำตาลถูกปล่อยมาเร็วซึ่งจะช่วยทำให้เกิดกรดแลคติกเร็วขึ้น ซึ่งความยาวของชิ้นพืชจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช หญ้าหรือพืชที่มีความชื้นน้อย ควรจะหั่นให้สั้นกว่าหญ้าหรือพืชที่มีความชื้นสูงเพื่อช่วยในการอัดแน่น (กรมปศุสัตว์, 2547)

8.4 ระดับความชื้นในพืช

ความชื้นในพืชที่เหมาะสมสำหรับการทำพืชหมักควรอยู่ระหว่าง 65-70% เพราะถ้าพืชแห้งหรือมีความชื้นต่ำเกินไปจะอัดแน่นได้ยากทำให้มีอากาศเหลืออยู่มาก เป็นผลให้เกิดเชื้อราได้ง่าย และทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลคติกลดลงด้วย ทำให้ได้พืชหมักคุณภาพที่ต่ำลง แต่ถ้าพืชที่นำมาหมักมีความชื้นสูงเกินไป จะต้องใช้ระยะเวลาในการผลิตกรดแลคติกนานกว่าที่จะถึงระดับที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เกิดการสูญเสียโภชนาการที่เป็นประโยชน์สำหรับสัตว์ ซึ่งปนออกมากับของเหลว (Seepage) จากหลุมหมักหรือรอยรั่วของถุงหมัก เพราะของเหลวที่ไหลออกมาจากพืชขณะหมักจะทำให้สูญเสียกรด และโภชนาการที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์นอกจากนี้ยังมีการหมักหญ้าในถุงพลาสติก แต่ก็มีข้อเสียคือสามารถใช้ได้เพียงครั้งเดียว ถูกทำลายด้วยพวกหนู และแมลง หรือจากการที่มดของต้นพืชที่นำมาหมัก (กรมปศุสัตว์, 2547)

9. กระบวนการหมัก

กระบวนการหมัก (Fermentation Process) จากหลักการของการทำพืชอาหารสัตว์หมัก คือ การเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ไว้ในสภาพที่เป็นกรดและไร้อากาศ โดยให้มีคุณค่าทางอาหารสัตว์

เท่ากับหรือใกล้เคียงกับในพีชก่อนการหมักมากที่สุดนั้น กระบวนการหมักจะเกิดขึ้นเร็วและสมบูรณ์มากขึ้นเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก

1. ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble Carbohydrates, WSC) ในพีช WSC เป็นแหล่งอาหารของเชื้อ LAB ประกอบด้วย กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส ระดับของ WSC ที่เหมาะสมควรจะอยู่ในช่วง 6 - 12 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ ถ้าปริมาณ WSC ในพีชมีเพียงพอจะทำให้เชื้อ LAB สามารถเจริญได้รวดเร็ว มีผลให้ pH ลดลงได้เร็วและกระบวนการหมักเกิดอย่างสมบูรณ์ และได้พีชหมักที่มีคุณภาพดี (วารุณี, ม.ป.ป.)

2. Buffering capacity (Bc) ของพีช คือความสามารถของพีชในการต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณ โปรตีน กรดอินทรีย์ เกลือซัลเฟต ฟอสเฟต และไนเตรทที่มีในพีช Buffering capacity จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อกระบวนการหมัก พีชแต่ละชนิดจะมีค่า Bc แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) โดยข้าวโพดจะมีค่า Bc ต่ำ ส่วนพีชตระกูลถั่วจะมีค่า Bc สูงกว่าข้าวโพดและพีชตระกูลหญ้า นอกจากนี้พีชที่มีอายุต่างกัน ก็จะมีค่า Bc ต่างกันด้วย การนำพีชที่มี Buffering capacity สูงมาทำการหมัก โดยให้ได้พีชหมักที่มีคุณภาพดีนั้นทำได้ยาก เพราะ pH ของพีชหมักลดลงถึงระดับที่ต้องการ คือ 4.2 ได้ช้า จุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่เชื้อ LAB จึงยังสามารถเจริญเติบโต และใช้โภชนะต่าง ๆ ในพีชได้ ในกรณีเช่นนี้ จึงควรเพิ่มปริมาณ WSC ให้มากขึ้นเป็น 2 เท่าของพีชที่มี Bc ต่ำ (วารุณี, ม.ป.ป.)

3. ปริมาณความชื้นของพีช ระดับที่เหมาะสมควรจะอยู่ในช่วง 65 - 70 เปอร์เซ็นต์ หรือ มีวัตถุแห้ง 30 - 35 เปอร์เซ็นต์ ถ้าพีชมีวัตถุแห้งต่ำ เมื่อนำมาทำพีชหมักถึงแม้ว่า pH จะอยู่ที่ระดับ 4.2 แล้วก็ตาม แต่แบคทีเรียพวก Clostridium ยังสามารถเจริญได้ ทำให้ไม่สามารถเก็บพีชหมักไว้ได้นาน นอกจากนี้ยังมี Effluent เกิดขึ้น ทำให้มีการสูญเสียโภชนะไปกับ Effluent ด้วย แต่ถ้าพีชมีวัตถุแห้งสูงการอัดแน่นในภาชนะสำหรับทำพีชหมักจะทำให้ยาก ทำให้มีออกซิเจนเหลืออยู่มาก พีชหมักจะมีการสูญเสียโภชนะเช่นกัน เพราะระยะ Respiratory phase ของกระบวนการหมักจะใช้เวลานาน

การทดสอบว่าพีชที่จะนำมาหมักมีความชื้นสูงหรือไม่ สามารถทดสอบได้โดยวิธีง่าย ๆ ที่เรียกว่า Squeeze test โดยการนำต้นพีชมาประมาณ 1 กำมือ และกำไว้ด้วยมือทั้ง 2 ข้างแล้วบิด ถ้ามีน้ำหรือความชื้นที่มือ แสดงว่าพีชมีความชื้นสูงกว่าระดับที่เหมาะสม (วารุณี, ม.ป.ป.)

4. ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria, LAB) ซึ่งติดมากับต้นพีช (Epiphyte) ปริมาณของเชื้อ LAB ที่จะทำให้กระบวนการหมักเกิดได้เร็ว ควรมี 10^5 - 10^6 cfu ต่อพีชสด 1 กรัม แต่ที่พบโดยทั่วไปจะมีเพียง 10^2 cfu/กรัมพีชสด (วารุณี, ม.ป.ป.)

กระบวนการหมัก แบ่งได้เป็น 5 ระยะ ดังนี้

Phase I (Respiratory phase)

เมื่อพืชถูกสับให้มีขนาดสั้น ๆ และใส่ลงในภาชนะสำหรับทำอาหารหมักแล้วปิดฝาให้สนิท หลังจากไล่อากาศออกหมดแล้ว ในขณะนั้นพืชจะยังคงมีการหายใจอยู่ ในขณะเดียวกันแบคทีเรียที่อยู่ด้านล่างและใบของพืชและเป็นพวกที่ใช้ออกซิเจนก็จะเจริญได้ ขบวนการทั้ง 2 ประเภทนี้ จะมีการใช้ WSC ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และความร้อน จึงมีการสูญเสียวัตถุแห้ง ดังนั้นถ้ามีก๊าซออกซิเจนเหลืออยู่ในภาชนะสำหรับการหมักมาก จะทำให้มีการใช้ WSC มากด้วย WSC ส่วนที่เชื้อ LAB จะใช้เพื่อผลิตกรดแลคติกจึงมีเหลือน้อย นอกจากนี้เอนไซม์ในพืชเองก็จะย่อยสลายโปรตีนในพืช (Proteolysis) ทำให้เกิดกรดอะมิโน สารเอมีน (Amines) แอมโมเนีย และเกิดความร้อนสูง ถ้าความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ทำให้อุณหภูมิของพืชหมักสูงถึง 40 องศาเซลเซียส จะเกิดปฏิกิริยาระหว่าง WSC และโปรตีนในพืช (Browning reaction หรือ Millard reaction) เกิดสารประกอบที่สัทว้ใช้ประโยชน์ไม่ได้ รวมทั้งมีฮีสต์และเชื้อราเจริญด้วย กระบวนการหมักระยะที่ 1 นี้ โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 3-5 ชั่วโมง ก๊าซออกซิเจนจึงจะถูกใช้หมดไป แต่ถ้ามีการจัดการที่ไม่ดี ระยะนี้อาจใช้เวลาเป็นสัปดาห์ได้

Phase II

เป็นระยะที่ก๊าซออกซิเจนถูกใช้หมดไปแล้ว แบคทีเรียพวก LAB และพวกที่ผลิตกรดอะซิติก (Acetic acid producing bacteria) ซึ่งเป็นพวกที่ไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนในการเจริญ จะทำการใช้ soluble carbohydrates และสร้างกรดแลคติกและกรดอะซิติก pH จะลดลงต่ำกว่า 5 ซึ่งที่ pH ระดับนี้แบคทีเรียพวกที่ผลิตกรดอะซิติกไม่สามารถเจริญต่อไปได้ ระยะนี้จะใช้เวลาประมาณ 24-72 ชั่วโมง ในระยะนี้ถ้า pH ลดลงช้า จุลินทรีย์พวกที่ทำให้พืชหมักเสีย เช่น Enterobacteria และ Clostridia จะเจริญได้

Phase III

เป็นระยะที่ก๊าซออกซิเจนถูกใช้หมดไปแล้ว แบคทีเรียพวก LAB และพวกที่ผลิตกรดอะซิติก (Acetic acid producing bacteria) ซึ่งเป็นพวกที่ไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนในการเจริญ จะทำการใช้ soluble carbohydrates และสร้างกรดแลคติกและกรดอะซิติก pH จะลดลงต่ำกว่า 5 ซึ่งที่ pH ระดับนี้แบคทีเรียพวกที่ผลิตกรดอะซิติกไม่สามารถเจริญต่อไปได้ ระยะนี้จะใช้เวลาประมาณ 24-72 ชั่วโมง ในระยะนี้ถ้า pH ลดลงช้า จุลินทรีย์พวกที่ทำให้พืชหมักเสีย เช่น Enterobacteria และ Clostridia จะเจริญได้

Phase III

เป็นระยะของขบวนการหมัก โดยเชื้อ LAB เชื้อ LAB จะมีการเจริญมากขึ้นและสร้างกรดแลกติกเพิ่มมากขึ้น

Phase IV

ระยะนี้มีความต่อเนื่องมาจาก Phase III และใช้เวลานานกว่า Phase อื่นๆ ในกระบวนการ โดยจะมีการสร้างกรดแลกติกเพิ่มมากขึ้น กรดแลกติกจะทำหน้าที่ถนอมพืชที่นำมาหมักไว้ โดยจะใช้เวลาจนถึงเมื่อ pH ของพืชหมักต่ำมากพอที่จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิดได้และควรมีปริมาณของกรดแลกติกมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของกรดอินทรีย์ทั้งหมดในพืชหมัก

Phase V

เป็นระยะที่ pH ของพืชหมักคงที่ โดย pH สุดท้ายจะต่างกันตามคุณสมบัติของพืชและปริมาณวัตถุแห้ง เช่น ต้นข้าวโพดหมักที่มีวัตถุแห้ง 25 เปอร์เซ็นต์ จะมี pH 3.5-4.0 แต่ถ้าต้นข้าวโพดหมักมีวัตถุแห้ง 30 เปอร์เซ็นต์ ระดับ pH จะอยู่ที่ 3.8-4.3 เป็นต้น

ระยะเวลาของขบวนการหมักตั้งแต่เริ่มระยะที่ 1 จนถึงระยะที่ 5 จะใช้เวลาประมาณ 21 วัน การนำพืชหมักมาใช้เลี้ยงสัตว์ ควรจะเป็นระยะหลังจากที่กระบวนการหมักเกิดสมบูรณ์แล้ว ซึ่งโดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ หลังการบรรจุพืชในภาชนะสำหรับหมักและทำการไล่อากาศออก แล้วปิดภาชนะสนิท โดยอากาศไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปได้แล้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พืชตระกูลหญ้าและพืชตระกูลถั่วจะใช้เวลาสำหรับขบวนการหมักนานกว่าต้นข้าวโพดและต้นข้าวฟ่าง โดยจะใช้เวลาอย่างน้อยที่สุดประมาณ 3 สัปดาห์ (วารุณี, ม.ป.ป.)

10. คุณภาพพืชหมัก

พืชที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาล (water soluble carbohydrate, WSC) สูงมากกว่า 6 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่เกิดในระหว่างกระบวนการหมัก (วารุณี, ม.ป.ป.) การนำข้าวโพดและข้าวฟ่างมาทำพืชหมักมีข้อควรระวัง คือ รัญพืช 2 ชนิดนี้มี WSC สูง เมื่อกระบวนการหมักคงที่แล้ว จะยังมีน้ำตาลเหลืออยู่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับสัตว์เลี้ยงที่จะใช้เป็นแหล่งพลังงาน แต่การเปิดภาชนะบรรจุพืชหมักเพื่อนำพืชหมักมาเลี้ยงสัตว์ทำให้อากาศเข้าไปได้ จุลินทรีย์ต่าง ๆ จึงสามารถเจริญได้ ทำให้รัญพืชหมักเสียได้ง่ายกว่าพืชหมักที่ทำจากพืชตระกูลหญ้าหรือตระกูลถั่ว

ค่าความเป็นกรด ควรมีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.5-4.2 ปริมาณกรดอินทรีย์ โดยมีกรดแลกติกอยู่มาก มีกรดอะซิดิกเป็นส่วนน้อย และไม่ควรมีกรดบิวทริก หรือมีน้อยที่สุด พืชหมักที่ดีไม่ควรเปรี้ยวเกินไป และไม่ควรมีส่วนส่วนของกรดต่าง ๆ ดังนี้

ตารางที่ 2 ปริมาณสัดส่วนที่ดีของกรด

กรดแลกติก	มากกว่า 60 %
กรดอะซิดิก	ต่ำกว่า 25 %
กรดบิวทริก	น้อยกว่า 5 %

ที่มา: ดัดแปลงจาก Bjorge, M. (1996)

ค่าของกรดแลกติกบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพพืชหมัก กรดแลกติก เป็นกรดที่ผลิต โดย lactic acid bacteria ที่ใช้คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ที่มีในพืชพืชซึ่งเป็นตัวหลักที่จะทำให้ความ เป็น กรด - ต่างของพืชลดต่ำลงและเป็นตัวถนอมให้พืชหมักคงคุณค่าไว้ได้นานและยังช่วยให้หญ้าหมักมีกลิ่นหอมน่ากิน การเกิดกรดแลกติกนี้เกิดขึ้นในกระบวนการหมักช่วงที่ไม่มีออกซิเจนโดยการทำงานของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน กรดแลกติกในพืชหมักที่ดีควรมีค่าสูงประมาณ 3 -13 เปอร์เซ็นต์ (Catchpoole and Henzell, 1971)

11. ชูดินกำแพงแสน

ชูดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen : Ks) ตามระบบการจำแนกดินของประเทศไทย (National Classification System) จัดอยู่ในกลุ่มดินหลัก (Great soil group) Non Calcic Brown Soils และตามระบบการจัดจำแนกดินแบบใหม่ของ USDA (1975) ได้จัดชูดินกำแพงแสนอยู่ในพวก Typic, Haplustalfs มีเนื้อที่ประมาณ 246,326 ไร่ หรือคิดเป็น 18.09 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดของ จังหวัดนครปฐม ชูดินนี้พบแพร่กระจายมากในบริเวณอำเภอกำแพงแสน เป็นชูดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำใหม่ สภาพพื้นที่มีลักษณะค่อนข้างราบเรียบจนถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีการระบายน้ำดี มีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง ดินบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนเหนียว มีสีพื้นเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้ม ปฏิกริยาของดินเป็นกรดปานกลาง ค่าของความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0-6.5 ดินล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง มีความอึดตัวด้วยเบสปานกลาง มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ค่อนข้างสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมปาน

กลาง ปัจจุบันใช้เป็นปลูกบ้านเรือน ปลูกผลไม้หรือทำสวนผัก ชุดดินกำแพงแสนนี้จัดเป็นดินที่มีความเหมาะสมสำหรับทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ที่ไม่มีข้อจำกัดใด ๆ ในการใช้ประโยชน์ของที่ดิน (โรจน์, 2505 ; คำรณ, 2526)

12. ความเขียวใบ (SPAD Unit)

การประเมินใบพืชมีส่วนสำคัญต่อการจัดการธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์และความเขียวของใบ โดยธาตุไนโตรเจนมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และการแบ่งเซลล์เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก กรออะมิโน โปรตีน เอนไซม์และคลอโรฟิลล์ในพืชและถ้าขาดไนโตรเจนหรือได้รับไม่เพียงพอจะแสดงอาการเริ่มจากใบล่างมีสีเหลืองซีดทั้งแผ่นใบต่อมากลายเป็นสีน้ำตาลแล้วร่วงหล่น (Marschner, 1995; Dietz and Harris, 1997)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชทดสอบและอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1.1 หญ้าพันธุ์ *Urochloa*

1.1.1 หญ้าลูซี่

1.1.2 หญ้าคาเมลโล่

1.1.3 หญ้าเคย์แมน

1.1.4 หญ้ามูลาโต้ 2

1.2 หญ้าพันธุ์ *Megathyrsus*

1.2.1 หญ้ากินนีสีม่วง

1.2.2 หญ้ากินนีอมบาช่า

1.2.3 หญ้ากินนีมุนริเวอร์

1.3 ปุ๋ยเคมี

1.3.1 ปุ๋ยรองพื้น (สูตร 15-15-15)

1.3.2 ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0)

1.4 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ TOME รุ่น TM-EXC3002

1.5 เครื่องชั่งสปริง (จานแบน) ตราสิงห์มั่งกุญ ขนาด 60 กิโลกรัม

1.6 ไม้มมาตรวัดความสูง ยี่ห้อ BOSCH รุ่น GR500

1.7 เกียว

1.8 กรรไกรตัดกิ่ง

1.9 เครื่องวัดค่าความเขียวใบ (SPAD 502 Plus Chlorophyll Meter)

1.11 เครื่องสับหญ้า

1.12 ถุงตาข่าย สำหรับเก็บผลผลิตในแปลงทดลอง

1.13 ถุงกระดาษ สำหรับเก็บผลผลิตแห้ง

1.14 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูก ได้แก่ ไม้ปักแปลง ถุงพลาสติก ปูนขาวและตลับเมตร

2. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

2.1 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ TOME รุ่น TM-EXC30021

2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น GR-200

2.3 เครื่องวัดกรดด่าง

2.4 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

2.5 เครื่องบดตัวอย่างพืชอบแห้ง

2.6 เครื่องวิเคราะห์เชื้อใย Ankom200

2.7 เครื่อง Elemental analyzer (CHN) LECO TruSpec Micro

2.8 เครื่อง HPLC (High Performance Liquid Chromatography)

2.9 เตาเผาความร้อนสูง (Furnace)

2.10 โถดูดความชื้น (Desiccators)

2.11 ถ้วย (Gooch crucible)

2.12 ขวดก้นกลม (Ground bottom flask)

2.13 ขวดชมฟู (Flask)

2.14 กระบอกตวง

2.15 แท่งแก้ว

2.16 ปีกเกอร์

2.17 ถาดน้ำเย็น

2.18 คีมคีบสำหรับจับจานอะลูมิเนียม

3. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำพืชหมัก

3.1 เครื่องสับหญ้า

3.2 ถุงที่ใช้สำหรับการซีลสุญญากาศ สำหรับใส่หญ้าที่สับหยาบแล้ว

3.5 เครื่องซีลสุญญากาศขนาดเล็ก (Vacuum Food Sealer) ยี่ห้อ Freh World รุ่นFW-3150

สำหรับดูดอากาศออกจากถุงหมัก

4. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพพืชหมัก

4.1 เครื่องวัด pH

4.2 Particle size

4.3 น้ำเปล่า RO (Reverse Osmosis)

4.4 คัดเตอร์

4.5 แก้วน้ำ

4.6 ถูงด้า

4.7 ถูงกระดาย

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีการทดลอง ประกอบด้วย หญ้า 7 สายพันธุ์ คือ หญ้ารูซี่ หญ้ามูลาโต้ 2 หญ้าเคย์แมน หญ้าคาเมลโล่ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซ่า หญ้ากินนีมูนิเวอร์

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเก็บตัวอย่างดินและวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน สุ่มตัวอย่างดินให้ทั่วแปลงประมาณ 15 จุด การเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุดใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมประมาณ 15 เซนติเมตร หลังจากนั้นเก็บดินโดยใช้พลั่วแฉะดินข้างหลุม (ด้านเรียบ) ให้ได้ดินเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม ดินที่ได้เก็บรวบรวมใส่ถุงพลาสติกคลุมผสมดินให้เข้ากัน จากนั้นตากดินให้แห้ง เมื่อดินแห้งแล้วนำมาร่อนเศษต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องออก เช่น หิน เป็นต้น เก็บตัวอย่างดินให้ได้ดินหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม เพื่อส่งวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน โดยวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH), Organic matter, Available P, Exchangeable K, Ca และ Mg และวิเคราะห์เนื้อดิน (soil texture)

2.2 การเตรียมดิน เตรียมแปลงทดลอง ทำการไถตะ และไถแปร

2.3 การเตรียมต้นกล้า เตรียมต้นกล้าหญ้าทั้ง 7 พันธุ์ ที่ได้จากการเพาะเมล็ด และนำลงแปลงปลูกเมื่อต้นกล้ามีอายุ 60 วัน

2.4 การปลูก ปลูกหญ้าเมื่อวันที่ 28 มกราคม 2566 โดยนำต้นกล้าที่เพาะไปปลูกบนพื้นที่ของภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยปลูกเป็นแถวมีระยะห่างระหว่างต้นและระยะห่างระหว่างแถว 0.50 x 0.75 เมตร จำนวน 7 แถว แถวละ 8 ต้น ซึ่งใช้ต้นกล้าหญ้าในแต่ละพันธุ์ 224 ต้น รวมทั้ง 7 พันธุ์ จำนวน 1,568 ต้นต่อแปลงทดลอง

2.5 การจัดการธาตุอาหาร ใส่ปุ๋ยรองพื้น (15-15-15) อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ และใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ในอัตรา 70 กิโลกรัม/ไร่ โดยแบ่งใส่ปริมาณ 115 กรัม/แปลงย่อยหลังการตัดหญ้าทุกครั้ง

2.6 การจัดการน้ำ การทดลองในช่วงฤดูแล้งจะให้น้ำ โดยใช้ระบบน้ำพ่วงในแปลงทุก ๆ 10 วัน ส่วนการทดลองในฤดูฝนจะอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก

2.7 การกำจัดวัชพืช กำจัดวัชพืชโดยใช้แรงงานคน

2.8 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น โดยนำข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม

3. การเก็บข้อมูล

สุ่มเก็บข้อมูล โดยเก็บข้อมูลแถวละ 12 ต้น จำนวน 3 แถวกลาง แถวละ 4 ต้น ของแต่ละแปลงย่อย

3.1 ความสูง (เซนติเมตร) วัดความสูงลำต้นจากระดับพื้นดินถึงข้อใบสุดท้าย

3.2 จำนวนหน่อ/กอ นับจำนวนหน่อที่มีสีเขียวตอก

3.3 ความเขียวใบ (SPAD unit) วัดความเขียวใบในแต่ละแปลงย่อย ด้วยเครื่องมือวัดความเขียวใบ (Konica Minolta SPAD รุ่น 502) สุ่มวัด 3 ใบ วัดบริเวณปลายใบ กลางใบ และ โคนใบ โดยการวัดความเขียวใบนิยมใช้เพื่อประเมินความสมบูรณ์ของใบพืช และเป็นการประเมินความเข้มข้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ โดยที่เป็นวิธีที่ไม่ทำลายตัวอย่างพืช

3.4 การเก็บเกี่ยวผลผลิตและการทำหญ้าหมัก ตัดหญ้าที่อายุ 45 วัน ชั่งน้ำหนักสดและนำหญ้าเข้าเครื่องสับหญ้า สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าที่สับแล้วน้ำหนัก 1 กิโลกรัม บรรจุลงถุงซีลเข้าเครื่องซีลสุญญากาศ เพื่อนำอากาศออกและหมักเป็นเวลา 21 วัน เมื่อครบกำหนดทำการเปิดถุงหมัก ชั่งหญ้าหมัก 250 กรัม เพื่อเขย่า Particle size และชั่งหญ้าหมัก 250 กรัม นำเข้าสู่ตู้อบ (hot air oven) นำไปอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักหลังการอบ

3.5 คุณค่าทางโภชนาการ นำตัวอย่างหญ้าหมักที่อบแห้งแล้วมาบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างให้ละเอียด นำไปวิเคราะห์หาค่าโปรตีน, เถ้า, NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber) ADI. (Acid Detergent Lignin)

3.5.1. วิเคราะห์โปรตีนหยาบ (crude protein) ตามวิธีของ AOAC (1990) วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง C HN S analyzer (รุ่น TruSpec CHN & TruSpec S) นำตัวอย่างพืชอบแห้งที่บดแล้วน้ำหนัก 0.25 กรัม เเผาในเตาเผาแบบขดลวดด้านทานในอุณหภูมิสูงภายใต้บรรยากาศออกซิเจน ตัวอย่างจะถูกออกซิไดซ์ และวัดก๊าซเป็นก๊าซผสมของ N₂, CO₂, H₂O และ 502 จากนั้นใช้ปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนให้เป็นก๊าซบริสุทธิ์ และวัดปริมาณด้วยตัวตรวจวัดชนิด Thermal Conductivity Detector ประมวลผลและควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจนซัลเฟอร์ในคราวเดียวกัน ผลวิเคราะห์จะออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของแต่ละธาตุ

3.5.2 วิเคราะห์เถ้า (ash) คือ ส่วนของสารอนินทรีย์ (inorganic) ในอาหารสัตว์ ได้แก่ แร่ธาตุต่าง ๆ เมื่อนำตัวอย่างไปเผาที่อุณหภูมิ 550 -600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์จะถูกเผาไหม้หมดไป เหลือในส่วนของสารอนินทรีย์ ค่าของเถ้าที่หาได้สามารถบอกถึงคุณภาพของอาหารสัตว์ ถ้าค่าของเถ้าสูงมากกว่าปกติอาจมีการปลอมปนของทราย เป็นต้น

1) วิธีการ

(1) นำด้วยเปล้าอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เอาออกใส่ใน

โถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักถ้วย

- (2) ชั่งตัวอย่างใส่ลงในถ้วยที่ทราบน้ำหนักแล้วประมาณ 2 กรัม
- (3) นำถ้วยที่ใส่ตัวอย่างไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง
- (4) นำถ้วยออกมาใส่ใน โถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก

2) วิธีคำนวณ

$$\% \text{ Ash} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วย} + \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} - \text{น้ำหนักถ้วยก่อนเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์}}$$

3.5.3 วิเคราะห์หาเยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (Neutral-detergent fiber, NDF)

ตามวิธีของ Van Soest et al., (1991) Ankom²⁰⁰

เป็นการต้มตัวอย่างในสารฟอกที่เป็นกลาง ซึ่งส่วนประกอบภายในเซลล์จะถูกละลายออกมาอยู่ในสารละลาย ขณะที่ส่วนที่เป็น (Cell wall) จะไม่ถูกย่อยละลายได้ ซึ่งเรียกส่วนนี้ว่า NDF ซึ่งประกอบด้วย cellulose, hemicellulose และ lignin

1) เครื่องมือและอุปกรณ์

- (1) เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
- (2) ตู้อบ อุณหภูมิ 102 ± 2 องศาเซลเซียส
- (3) เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย (Ankom²⁰⁰)
- (4) Filter bags
- (5) เครื่องซีด Filter bags
- (6) ตู้ดูดความชื้น
- (7) ปากกาเคมีไว้สำหรับเขียนถุง filter bags

2) สารเคมี

- (1) Sodium dodecyl sulfate 60 กรัม
- (2) Ethylenediaminetetraacetic disodium salt 37.22 กรัม
- (3) Sodium borate 13.62 กรัม
- (4) Sodium phosphate dibasic 9.12 กรัม
- (5) Triethylene glycol ปริมาตร 20.00 มิลลิลิตร

นำสารที่เตรียมไว้ทั้งหมดใส่ลงในบีกเกอร์ผสมกับน้ำ DI ปริมาตร 800 มิลลิลิตร ตั้งบนแผ่นให้ความร้อนเพื่อละลายสาร กวนสารละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตรในขวดปรับปริมาตร

3) วิธีการ

- (1) นำปากกาเคมีเขียนชื่อตัวอย่างที่วิเคราะห์ลงบน filter bag จากนั้นนำ filter bag ไปชั่งน้ำหนัก บันทึกค่าเป็น W1 จากนั้นกด Tare และ set zero
- (2) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 0.45 - 0.55 กรัม ลงใน filter bag ที่เตรียมไว้ บันทึกน้ำหนักเป็น W2
- (3) นำ filter bag ที่ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแล้วไปชั่งด้วยเครื่องชั่งที่บริเวณขอบด้านบนของ filter bag
- (4) ชั่งน้ำหนัก filter bag เปล่าจำนวน 1 ใบแล้วนำไปวิเคราะห์พร้อมกับตัวอย่างเพื่อใช้หาค่า blank bag correction factor (C1)
- (5) นำถุงตัวอย่างใส่ลงในภาชนะตัวอย่างซึ่งสามารถบรรจุตัวอย่างได้ชั้นละ 3 ตัวอย่าง ใส่ได้ทั้งหมด 8 ชั้น
- (6) เทสารละลายที่เตรียมไว้ปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร หรือจนท่วมตัวอย่างลงในเครื่อง (Filter analyzer vessel) จากนั้นเติมสาร Sodium sulfate anhydrous น้ำหนัก 20.0 กรัม และเติมเอนไซม์ Alpha amylase ปริมาตร 4 มิลลิลิตร
- (7) กดสวิตช์เปิดให้เครื่องเริ่มเขย่าและทำความร้อน จากนั้นปิดฝาตัวเครื่อง จับเวลาให้เครื่องทำงานนาน 75 นาที
- (8) เมื่อครบ 75 นาที ให้กดปิดสวิตช์ทั้งสอง จากนั้นค่อยๆเปิดวาล์วบริเวณด้านซ้ายมือของตัวเครื่องเพื่อถ่ายสารละลายที่อยู่ในเครื่องออกไป
- (9) เมื่อสารละลายถูกปล่อยออกจากตัวเครื่องจนหมดให้เปิดฝารองแล้วเติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 - 90 องศาเซลเซียส และเติมเอนไซม์ Alpha amylase ปริมาตร 4 มิลลิลิตร (ให้เติมเอนไซม์ในน้ำล้างตัวอย่างครั้งที่ 1 และ 2 เท่านั้น) ลงไปเพื่อล้างสารละลายออกจากตัวอย่าง
- (10) เปิดสวิตช์ให้เขย่าเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเปิดสวิตช์แล้วเปิดวาล์วด้านข้างตัวเครื่องเพื่อถ่ายน้ำออกแล้วเติมน้ำเข้าไปใหม่ ทำซ้ำเช่นเดิมจนครบ 3 ครั้ง หรือจนกระทั่งสารละลายมีค่า pH เป็นกลาง
- (11) นำถุงตัวอย่างออกจากภาชนะตัวอย่าง นำไปแช่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มี acetone อยู่โดยแช่ทิ้งไว้ให้ acetone ท่วมตัวอย่างนานประมาณ 3-5 นาที
- (12) นำถุงตัวอย่างออกจากบีกเกอร์ แล้ววางไว้บนตะแกรงเพื่อระเหย acetone ออกไป จากนั้นนำไปประเหยต่อในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 102 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 - 4 ชั่วโมง
- (13) นำถุงตัวอย่างออกจากตู้อบ แล้วย้ายไปใส่ไว้ในถุงดูดความชื้น หรือตู้ดูดความ

ชั้นทันที ตั้งทิ้งไว้ให้ตัวอย่างลดอุณหภูมิลงจนถึงอุณหภูมิต่ำ แล้วนำถุงตัวอย่างไป ชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง บันทึกเป็น W3

4) วิธีคำนวณ

$$\% \text{ NDF} = \frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2}$$

เมื่อ W1 = น้ำหนัก filter bag

W2 = น้ำหนักตัวอย่าง

W3 = น้ำหนักแห้งของ filter bag + ตัวอย่างหลังการสกัด

C1 = น้ำหนัก fiber bag เปล่าก่อนการสกัดสารด้วยน้ำหนัก filter bag เปล่าหลังสกัด

3.5.4 วิเคราะห์หาเยื่อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (Acid detergent Fiber in Feeds, ADF) ตามวิธีของ Van Soest et al (1991) โดยใช้เครื่อง Ankom²⁰⁰

1) เครื่องมือและอุปกรณ์

(1) เครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียด 0.1 มก.

(2) ตู้อบอุณหภูมิ 102 ± 2 องศาเซลเซียส

(3) เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย (Ankom²⁰⁰)

(4) Filter bags

(5) เครื่องซีด Filter bags

(6) ตู้ดูดความชื้น

(7) ปากกาเคมีไว้สำหรับเขียนถุง Filter bags

2) สารเคมี

(1) สารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 1 N เตรียมโดยตวงกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 98% W/W ปริมาตร 27.2 มิลลิลิตร ค่อยๆ เติมกรกลงในน้ำ DI ปริมาตร 250 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรสารละลายเป็น 1,000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

(2) Acid detergent solution เตรียม โดยชั่งสาร trimethylammonium bromine bromine (CTAB) นึก 20 กรัม เติมลงในสารละลายกรดซัลฟิวริก (H₂SO₄) เข้มข้น 1.00 N ปริมาตร 1 ลิตร กวนสารละลายและให้ความร้อนเพื่อให้สารละลายละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

3) วิธีการ

(1) นำตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ NDF ใส่ลงในภาชนะตัวอย่างซึ่งสามารถบรรจุตัวอย่างได้ชั้นละ 3 ตัวอย่าง ใส่ได้ทั้งหมด & ชั้น รวมสูงสุดเป็น 24 ตัวอย่าง โดยวางให้ภาชนะแต่ละชั้นบิดไปเป็นมุม 120 องศา จากนั้นนำภาชนะตัวอย่างใส่ลงในเครื่องแล้วนำเหล็กถ่วงวางทับลงบนภาชนะตัวอย่างเพื่อให้ตัวอย่างทั้งหมดจมอยู่ในสารละลาย

(2) เทสารละลายที่เตรียมไว้ปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร หรือจนท่วมตัวอย่างลงในเครื่อง (Filter analyzer vessel)

(3) กดสวิตช์เปิดให้เครื่องเริ่มเขาและ ทำความร้อน จากนั้นปิดฝาตัวเครื่อง จับเวลาให้เครื่องทำงานนาน 60 นาที

(4) เมื่อครบ 60 นาที ให้กดปิดสวิตช์ทั้งสอง จากนั้นค่อยๆเปิดวาล์วบริเวณด้านซ้ายมือของตัวเครื่องเพื่อถ่ายสารละลายที่อยู่ในเครื่องออกไป

(5) เมื่อสารละลายถูกปล่อยออกจากตัวเครื่องจนหมดให้ปิดวาล์วพร้อมเส้าน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 - 90 องศาเซลเซียส ลงไปเพื่อล้างสารละลายออกจากตัวอย่าง

(6) กดเปิดสวิตช์ให้เขย่าเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเปิดสวิตช์แล้วเปิดวาล์วด้านข้างตัวเครื่องเพื่อถ่ายน้ำออกแล้วเติมน้ำเข้าไปใหม่ ทำซ้ำเช่นเดิมจนครบ 3 ครั้ง หรือจนกระทั่งสารละลายมีค่า pH เป็นกลาง

(7) นำถุงตัวอย่างออกจากภาชนะใส่ตัวอย่าง นำไปแช่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มี acetone อยู่โดยแช่ทิ้งไว้ให้ acetone ท่วมตัวอย่างนานประมาณ 3-5 นาที

(8) นำถุงตัวอย่างออกจากบีกเกอร์ แล้ววางไว้บนตะแกรงเพื่อระเหย acetone ออกไป จากนั้นนำไปประเหตต่อในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 102 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 - 4 ชั่วโมง

(9) นำถุงตัวอย่างออกจากตู้อบแล้วนำไปใส่ไว้ในถุงดูดความชื้นหรือตู้ดูดความชื้นทันที ตั้งทิ้งไว้ให้ตัวอย่างลดอุณหภูมิลงจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วนำถุงตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่งบันทึกเป็น W3

4) วิธีคำนวณ

$$\% \text{ ADF} = \frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2}$$

W2

เมื่อ W1 = น้ำหนัก Filter bag

W2 = น้ำหนักตัวอย่าง

W3 = น้ำหนักแห้งของ filter bag + ตัวอย่างหลังการสกัด

C1 = น้ำหนัก filter bag เปล่าก่อนการสกัดสารด้วยน้ำน้ำหนัก Fiter bag
เปล่าหลังสกัด

3.5.5 วิเคราะห์หาเชื้อใยที่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรดจัด (Acid Detergent Lignin, ADL)

วิธีของ Van Soest et al., (1991) โดยใช้เครื่อง Ankom²⁰⁰

1) เครื่องมือและอุปกรณ์

- (1) เตาเผาที่ทำอุณหภูมิได้สูงมากกว่า 700 องศาเซลเซียส
- (2) ตู้อบ อุณหภูมิ 102 + 2 องศาเซลเซียส
- (3) ถุงดูดความ/5น (Moisture Stop Weich Pouch, ANKOM Filter bags)
- (4) เครื่องซีล Filter bags
- (5) บีกเกอร์ขนาด 2 และ 3 ลิตร
- (6) ปากกาเคมีไว้สำหรับเขียนถุง Filter bags

2) สารเคมี

- (1) สารละลายกรดซัลฟิวริก เข้มข้น 72 % โดยน้ำหนัก เตรียมโดยชั่งกรดซัลฟิวริก Ragent grade 1,200 กรัม ค่อย ๆ เติมลงใน Volumetric fask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 350 มิลลิลิตร โดยวางขวดในอ่างน้ำเย็น เขย่าขวดให้เข้ากัน ปรับค่า specific gravity ของสารละลาย ให้ได้ 1.634 กรัม/ลิตร โดยการเติมน้ำกลั่น หรือ กรดเพื่อให้ได้ตามที่ต้องการ

3) วิธีการ

- (1) นำถุงตัวอย่างจากการวิเคราะห์ ADF ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 3 ลิตร (ระวังอย่าให้ถุงตัวอย่างมีความชื้น แม้กระทั่งความชื้นจากอากาศ เพราะมีผลต่อค่าที่วิเคราะห์)
- (2) เทกรดซัลฟิวริก 72 % ที่เตรียมไว้ ปริมาณ 250 มิลลิลิตรใส่ในบีกเกอร์ให้ท่วมถุงตัวอย่าง
- (3) วางบีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 3 ลิตร เพื่อกดให้ถุงตัวอย่างจม แล้วยกบีกเกอร์ขนาด 2 ลิตร ขึ้น - ลง เพื่อเป็นการเขย่าให้กรดกับตัวอย่างได้คลุกเคล้ากัน 30 รอบ แล้วทิ้งไว้ 30 นาที แล้วมาเขย่าอีก 30 รอบ จนครบ 3 ชั่วโมง (ทั้งหมด 6 รอบ)
- (4) เทกรดออก แล้วล้างด้วยน้ำเปล่า ทดสอบจนแน่ใจว่า ไม่มีสภาพเป็นกรดแล้ว (ถ้ามีกรดเหลือ ผลวิเคราะห์จะผิดพลาด) โดยนำกระดาษวัดค่า pH มาแตะที่ถุง ตรวจสอบและล้างจนกระทั่งมีสภาพเป็นกลาง
- (5) นำไปแช่ใน Acetone 250 มิลลิลิตร 3 นาที (ให้ทำในตู้ดูดควัน)
- (6) เมื่อครบกำหนด นำถุงตัวอย่างออกมาวางบนตะแกรง ปล่อยให้แห้ง ก่อนนำเข้าตู้อบที่ 105 องศาเซลเซียส 2 - 4 ชั่วโมง

(7) นำถุงตัวอย่างออกจากตู้อบ แล้วย้ายไปใส่ไว้ในถุงความชื้นทันที ความชื้นให้เบนเพื่อไล่อากาศ ปิดปากถุง ตั้งทิ้งไว้ให้ตัวอย่างลดอุณหภูมิลงจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วนำถุงตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง บันทึกค่าเป็น W3

4) วิธีคำนวณ

$$\% \text{ ADL} = \frac{(W3 - (W1 \times C1)) \times 100}{W2}$$

W2

เมื่อ W1 = น้ำหนัก filter bag

W2 = น้ำหนักตัวอย่าง

W3 = น้ำหนักแห้งของ filter bag + ตัวอย่างหลังการสกัด

C1 = น้ำหนัก filter bag เปรียบเทียบก่อนการสกัดสารด้วยน้ำหนัก filter bag เปรียบเทียบหลังสกัด

4. การเก็บข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพ

4.1 การสุ่มตัวอย่างประเมินทางกายภาพและการให้คะแนนคุณภาพพืชหมัก

สุ่มตัวอย่างหญ้าหมักด้านบน กลาง และก้นถุงหมัก 100 กรัม เพื่อประเมินลักษณะทางกายภาพของพืชหมักตามวิธีของกรมปศุสัตว์ (2547) ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ

ด้านกลิ่น ถ้าหญ้าหมักมีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นผลไม้ดองหรือน้ำส้มสายชู (12 คะแนน) ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย (8 คะแนน) มีกลิ่นฉุนมาก และเหม็นเล็กน้อย (4 คะแนน) และเหม็นเน่าหรือมีกลิ่นรา (0 คะแนน)

ด้านเนื้อพืชหมัก ถ้าหญ้าหมักมีเนื้อพืชหมักแน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน (4 คะแนน) แน่น มีส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยเล็กน้อย สั้นเป็นเมือก (2 คะแนน) แน่น มีส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยมาก มีสิ่งเจือปน (1 คะแนน) และละเอียดเป็นเมือก และสกปรกมาก (0 คะแนน)

ด้านสี สีเหลืองอมเขียว หรือกาบิ (3 คะแนน) สีเขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม (2 คะแนน) น้ำตาลทอง (1 คะแนน) และสีน้ำตาลดำเข้ม หรือดำ (0 คะแนน)

ด้าน pH ถ้า 3.5 - 4.2 (6 คะแนน) 4.4 - 4.7 (4 คะแนน) 4.7 - 5.1 (2 คะแนน) > 5.1 (0 คะแนน)

เมื่อคะแนนรวม 20-25 = ดีมาก, 15-19 = ดี, 6-14 = ปานกลาง และ 0-5 = ต่ำ (กรมปศุสัตว์, 2547)

4.2 สุ่มตัวอย่างประเมินค่า pH

สุ่มตัวอย่างหญ้าหมัก 70 กรัม ผสมน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร เขย่าหรือบีบให้เข้ากัน แล้วเทน้ำออกจากถุง นำชิ้นส่วนหญ้าออก วัดค่าความเป็นกรด – ด่าง โดยใช้น้ำที่ทำการบีบในการวัดค่าด้วยเครื่อง pH meter (ดัดแปลงมาจาก Bal et al., 1997)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เพื่อหาค่า F-test วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้โปรแกรม R version 4.2.1 copyright (C) 2022

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

1. สถานที่การทำวิจัย

1. แปลงปลูกทดลองของภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
2. ห้องปฏิบัติการ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะเวลาการทำวิจัย

เริ่มต้นเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 และสิ้นสุดเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2567

ผลและวิจารณ์

1. คุณสมบัติของดิน

ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของดินในแปลงทดลอง

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.60
เนื้อดิน	ดินเหนียว
อินทรีย์วัตถุ (%)	49.2 (สูงมาก)
ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	1,010 (สูงมาก)
โพแทสเซียม (มก./กก.)	3,043 (สูงมาก)
แคลเซียม (มก./กก.)	5,282 (สูงมาก)
แมกนีเซียม (มก./กก.)	732 (สูง)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติเคมีของดิน พบว่า เนื้อดินเป็นดินร่วนปนเหนียว มีความเป็นด่างเล็กน้อย (pH 7.60) อินทรีย์วัตถุสูงมาก (49.2%) ธาตุอาหารหลักของชุดดินจังหวัดนครปฐมมีค่าสูงมาก เช่น ฟอสฟอรัส (P) มีปริมาณ 1,010 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โพแทสเซียม (K) มีปริมาณ 3,043 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคลเซียม (Ca) มีปริมาณ 5,282 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และแมกนีเซียม (Mg) มีปริมาณ 732 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ชุดดินกำแพงแสนจัดเป็นดินที่มีความเหมาะสมสำหรับทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ที่ไม่มีข้อจำกัด ๆ ในการใช้ประโยชน์ของดิน ไรจน์ คำธณ

ดินที่มีความเหมาะสมสำหรับปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น ได้แก่กลุ่มชุดดินที่ 8 33 และ 36 มีเนื้อที่ประมาณ 469,607 ไร่ หรือร้อยละ 34.66 ของพื้นที่จังหวัดนครปฐม ซึ่งชุดดินที่ 33 มีความใกล้เคียงกับชุดดินในแปลงทดลอง กล่าวคือเป็นกลุ่มชุดดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดเป็นพวกตะกอนลำน้ำ พบบนต้นริมน้ำเก่า เป็นตะกอนรูปพัด หรือที่ราบตะกอนน้ำพา บริเวณที่ดอน ที่มีพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย เป็นกลุ่มดินลึกมากที่มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทรายแข็งถึงดินร่วนเหนียวปนทรายแข็ง สีดินเป็นสีน้ำตาล หรือสีเข้มของสีน้ำตาลปนเหลือง บางแห่งในดินล่างลึก ๆ มีจุดประสีเทาและสีน้ำตาล อาจมีแร่ไมกาหรือก้อนปูนปะปนอยู่ด้วย มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ดินชั้นบนมักมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-6.5 ส่วนดินล่าง ถ้ามีก้อนปูนปะปน มีปฏิกิริยาเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.0-8.5 ดินกลุ่มนี้ไม่มีปัญหาในการใช้

ประโยชน์ ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ต่าง ๆ เช่น ข้าวโพด อ้อย ถั่วต่าง ๆ และสับปะรด บางแห่งใช้ปลูกไม้ผลหรือเป็นที่อยู่อาศัย มีเนื้อที่ประมาณ 297,678 ไร่ หรือร้อยละ 21.97 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552)

2. ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครปฐม รายงานปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2566 พบว่าตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนมีปริมาณน้ำฝนรวมตลอด 4 เดือนรวมกันอยู่ที่ 2 มิลลิเมตร ดังนั้นในช่วงนี้จึงจำเป็นต้องให้น้ำชลประทานแก่หญ้า เพื่อให้ได้ผลผลิตสม่ำเสมอ เมื่อเข้าสู่เดือนพฤษภาคมมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นเป็น 101.5 มิลลิเมตร ต่อมาปริมาณน้ำฝนลดลงจนถึงรอบการตัดที่ 4 มีปริมาณน้ำฝนที่ 17.7 มิลลิเมตร หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนขึ้นต่อเนื่อง กระทั่งเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมที่ปีนรอบการตัดที่ 7 มีปริมาณน้ำฝนลดลง



ภาพที่ 9 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ปี พ.ศ. 2566

3. ความสูงของหญ้า (เซนติเมตร)

จากตารางที่ 5 แสดงความสูง (เซนติเมตร) ของหญ้า 7 พันธุ์ ที่อายุการตัด 45 วัน พบว่าในรอบตัดที่ 4 หญ้าคาเมลโล่มีความสูงมากกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นหญ้าหญากินนิมอมบาชา และหญ้ารูซี่ หญ้าคาเมลโล่มีการปรับปรุงพันธุ์มาจากหญ้ารูซี่ จึงทำให้มีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วหลังตัด ทนแล้งยอดเยี่ยม(CIAT, 2019) ซึ่งในรอบการตัดที่ 4 มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่ารอบการตัดอื่น ๆ ในฤดูเดียวกันจึงมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงที่โดดเด่นกว่าพันธุ์อื่น ๆ ส่วนรอบการตัดที่ 7 พบว่าหญากินนิมอมบาชา หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ากินนีมูนิริเวอร์ มีความสูงมากกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งลักษณะจะคล้ายคลึงกับหญ้ากินนีสีม่วงมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้ากินนิมอมบาชา กับหญ้ากินนีสีม่วงพบว่าหญ้ากินนิมอมบาชาจะตั้งต้นและแข็งแรงกว่าหญ้ากินนีสีม่วง ดังนั้นความสูงของหญ้ากินนิมอมบาชาจะมากกว่าหญ้ากินนีสีม่วงเล็กน้อย (พิมพ์พร พลเสนและคณะ, 2556) ซึ่งสอดคล้องกัน

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตด้านความสูงของรอบการตัดที่ 4 และ 7

พันธุ์	การเจริญเติบโต	
	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7
	ความสูง (cm.)	ความสูง (cm.)
หญ้ากินนีสีม่วง	27.75 b ^{1/}	29.88 a
หญ้ากินนิมอมบาชา	30.68 ab	30.38 a
หญ้ากินนีมูนิริเวอร์	29.94 b	27.63 a
หญ้าคาเมลโล่	34.65 a	17.73 bc
หญ้ามูลาโต้2	20.37 c	14.85 c
หญ้ารูซี่	30.52 ab	16.08 bc
หญ้าเคย์แมน	27.75 b	20.63 b
F-test	**	**
CV (%)	9.90	16.25

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 99%

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 95% โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

4. การแตกกอ (หน่อ/กอ)

จากตารางที่ 4 แสดงการแตกกอ (หน่อ/กอ) ของหญ้า 7 พันธุ์ ที่อายุการตัด 45 วัน พบว่าในรอบการตัดที่ 4 หญ้ามูลาไต้ 2 หญ้ารูชี และหญ้าเคย์แมน มีการแตกกอมากที่สุด (96.25, 93.52 และ 85.17 หน่อ/กอ ตามลำดับ) แตกต่างจากทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนรอบการตัดที่ 7 พบว่าหญ้ามูลาไต้ 2 และหญ้ารูชี มีการแตกกอมากที่สุด (101.58 และ 115.33 หน่อ/กอ ตามลำดับ) แตกต่างจากทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดลองพบว่าหญ้าในสกุล *Urochloa* มีจำนวนกอมากกว่าหญ้าสกุล *Megathysus* เนื่องจากลักษณะลำต้นเป็นแบบกิ่งตั้งกิ่งเลื้อย แตกกอดี มีใบดก (กรมปศุสัตว์, 2545) ซึ่งหญ้าที่มีลักษณะนี้จะมีจำนวนหน่อสูงกว่าหญ้าที่มีลักษณะต้นตั้ง (สายัณห์ และคณะ, 2539) แต่จากการทดลองนี้ หญ้ามูลาไต้ 2 และหญ้ารูชีของรอบการตัดที่ 4 และ 7 มีการแตกกอมากที่สุด และปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักแห้งเพิ่มตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตน้ำหนักแห้งของสกุล *Megathysus* มากกว่าเนื่องจากขนาดลำต้นและใบที่ใหญ่กว่า สอดคล้องกับรายงานของ วิทยาและพรชัย (2556) พบว่าการปลูกหญ้ากินนี สีม่วงที่ระยะปลูก 50x30 เซนติเมตร มีจำนวนหน่อ/กอ เฉลี่ยทั้งปีน้อยกว่าที่ระยะปลูก 50x40 , 50x50 และ 50x60 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 59.43 , 73.57 , 86.78 และ 103.76 หน่อ/กอ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าจำนวนหน่อของหญ้ากินนีสีม่วงที่ปลูกในระยะห่างมากจะให้จำนวนหน่อมากกว่าระยะห่างน้อยอาจเนื่องมาจากการปลูกหญ้าในระยะห่างเพิ่มขึ้นทำให้ใบมีพื้นที่รับแสงได้มากกว่าระยะปลูกที่แคบ ส่งผลให้พืชใช้แสงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง เกิดการสร้างใบหรือหน่อขึ้นมาใหม่เพิ่มมากขึ้น (กฤษฎา, 2563)

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตด้านการแตกกอ (หน่อ/กอ) ของรอบการตัดที่ 4 และ 7

พันธุ์	การเจริญเติบโต	
	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7
	การแตกกอ (หน่อ/กอ)	การแตกกอ(หน่อ/กอ)
หญ้ากินนีสีม่วง	53.04 bc ^{1/}	54.33 c
หญ้ากินนีมอมบาซา	40.84 c	54.08 c
หญ้ากินนีมูนิเวอร์	43.54 c	45.38 c
หญ้าคาเมลโล่	64.29 b	55.13 c
หญ้ามูลาไต้2	96.25 a	101.58 a
หญ้ารูซี่	93.52 a	115.33 a
หญ้าเคย์แมน	85.17 a	79.73 b
F-test	**	**
CV (%)	12.63	14.89

หมายเหตุ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 99%

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 95% โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

5. ผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่)

จากตารางที่ 5 แสดงผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของหญ้า 7 พันธุ์ที่อายุการตัด 45 วัน ในรอบการตัดที่ 4 พบว่าหญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ากินนีมูนิเวอร์ มีผลผลิตน้ำหนักรากมากที่สุด (2,133.33, 2,080.00, และ 1,973.33 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ) หญ้ากินนีมอมบาซา มีผลผลิตน้ำหนักแห้งมากกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นหญ้ากินนีมูนิเวอร์ และหญ้ากินนีสีม่วง

ส่วนรอบการตัดที่ 7 พบว่า หญ้ากินนีมอมบาซา หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ากินนีมูนิเวอร์ มีผลผลิตน้ำหนักรากมากที่สุด (2,231.11, 1,964.45 และ 1,964.45 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ) หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ากินนีสีม่วง มีผลผลิตน้ำหนักแห้งมากกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นหญ้ากินนีมูนิเวอร์ จากการทดลองพบว่าในรอบการตัดที่ 4 และ 7 หญ้าในสกุล *Megathysus* มีผลผลิต

มากที่สุด โดยที่น้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นจากรอบการตัดที่ 4 อาจเป็นผลมาจากหญ้าได้รับปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามจากรายงานของ (กรมปศุสัตว์, 2561) หญ้ากินนีมอมบาชามีใบใหญ่คุณภาพดี มีน้ำหนักแห้งมากกว่ากินนีสีม่วง และลักษณะของสายพันธุ์กินี ลักษณะเป็นกอตั้ง แรกออกดี มีใบดก ดังนั้นจึงทำให้ผลผลิตทั้งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากตามไปด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ ผลผลิตน้ำหนักสดหญ้ากินนีมอมบาช่าที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสนของรอบการตัดที่ 4 และ 7 มีปริมาณผลผลิตสูงกว่า การศึกษาของ Hare *et al.*, (2013) ที่พบว่าการตัดหญ้ากินนีมอมบาช่า อายุ 45 วัน ในปีแรกให้ผลผลิตน้ำหนักสด 1,738 กิโลกรัม/ไร่

ตารางที่ 6 ผลผลิตน้ำหนักสดและแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ของรอบการเก็บเกี่ยวในรอบการตัดที่ 4 และ 7

พันธุ์	น้ำหนักผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)			
	รอบตัดที่ 4		รอบตัดที่ 7	
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
หญ้ากินนีสีม่วง	2,133.33 a ^{1/}	351.09 ab	1,964.45 a	547.97 a
หญ้ากินนีมอมบาช่า	2,080.00 a	386.34 a	2,231.11 a	653.88 a
หญ้ากินนีมูนิริเวอร์	1,973.33 a	361.35 ab	1,964.45 a	530.59 ab
หญ้าคามลโล่	1,120.00 c	190.50 c	1,083.16 b	341.24 bc
หญ้ามูลาไต้ 2	1,564.45 b	264.14 bc	1,200.00 b	335.03 bc
หญ้ารูซี่	1,528.89 b	279.91 bc	1,093.33 b	318.98 c
หญ้าเคย์แมน	1,440.00 bc	222.09 c	1,305.19 b	482.34 abc
F-test	**	**	**	*
CV (%)	15.80	23.80	26.42	30.09

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 99%

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 95% โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

6. คุณภาพพืชหมักทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของพืชหมักมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1. กลิ่นพืชหมักควรมีกลิ่นหอมเปรี้ยวอ่อน ๆ คล้ายผลไม้ต้อง ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า หรือกลิ่นฉุนของแอมโมเนีย
2. เนื้อของพืชหมัก ต้องไม่เป็นเมือก ไม่ละ เอมือคือน้ำไม่ทอออกไม่มีราหรือส่วนที่บูดเน่า ถ้ามีสีขาว เป็นเส้นกระจายบนฟิรหนัก แสดงว่าเกิดรา คุณภาพพืชหมักจะด้อยลง
3. สีพืชหมักควรมีสีเหลืองอมเขียว ถ้าปรากฏเป็นสีน้ำตาลไหม้หรือดำแสดงว่าเกิดความร้อนมากในขณะหมัก ทำให้สารอินทรีย์สลายตัว นับเป็นการสูญเสียโภชนะ หรือธาตุอาหาร ซึ่งถ้าฟิรหนักเป็นสีดำไม่ควรนำไปทำให้สัตว์กิน
4. ค่าความเป็นกรดของพืชหมัก ควรมีค่า pH เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส อยู่ในช่วง 3.5-4.2

เกณฑ์การให้คะแนนตามตารางที่ 1 เมื่อคะแนนรวม 20-25 = ดีมาก, 15-19 = ดี, 6-14 = ปานกลาง และ 0-5 = ต่ำ (กรมปศุสัตว์, 2547)

ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของพืชหมักรอบการตัดที่ 4 อยู่ที่ 5- 21 คะแนน ส่วนพืชหมักรอบการตัดที่ 7 อยู่ที่ 0-25 คะแนน คือ ต่ำ-ดีมาก ซึ่งการทำพืชหมักให้มีคุณภาพดีนั้น มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ของพืชสดเมื่อนำมาหมัก ชนิดพืชที่เหมาะสมในการทำหญ้าหมัก อายุการเจริญเติบโตของพืช ความยาวของท่อนพืช และระดับความชื้น

ตารางที่ 7 คะแนนคุณภาพการหมักทางกายภาพในรอบการตัดที่ 4 และ 7

พันธุ์	คะแนนคุณภาพพืชหมัก							
	pH		กลิ่น		เนื้อสัมผัส		สี	
	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7
หญ้างินนิสีม่วง	4.12	5.01	5.25	5.75	1.75	3	2.5	2.25
หญ้างินนิมอมบาช	4.16	4.90	7.25	7.00	2	3.25	2.5	2.25
หญ้างินนิมูริเวอร์	4.01	4.02	7.75	7.25	2	3.75	3	3
หญ้าคามลโล่	4.11	4.14	9.5	9.75	1.75	3.75	2	3
หญ้ามูลาโต้2	4.19	4.35	6.25	7.75	1.75	4	0.25	3
หญ้ารูซี่	4.12	4.27	8.75	8.25	2	2.75	2	3
หญ้าเคย์แมน	4.29	4.22	8	8.50	1.75	3	2.25	3
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	5.59	21.72	36.56	51.34	20.91	39.89	50.80	29.57

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. คุณค่าทางโภชนาของหญ้าหมัก

จากตารางที่ แสดงคุณค่าทางโภชนาในรอบการตัดที่ 4 พบว่า

โปรตีนหยาบของหญ้ามูลาไต้ 2 (9.25%) สูงกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติยกเว้น หญ้ารัฐซี่ (7.64%) ส่วนปริมาณเชื้อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber; NDF) พบว่าหญ้างินนิมอมบาชา (70.20%) สูงกว่าหญ้ามูลาไต้ 2 (60.40%) และหญ้ารูซี่ (59.20%) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเนื่องจาก Buxton (1996) รายงานว่าปริมาณ NDF สูงเกิน 75% ของวัตถุแห้งในหญ้าจะทำให้การกินได้ของสัตว์ลดลง

ปริมาณเชื้อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (Acid detergent fiber; ADF) พบว่าหญ้างินนิมอมบาชา (39.67%) และหญ้างินนิมูรีเวอร์ (39.15%) สูงกว่าหญ้าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ยกเว้น หญ้ากีนีสีม่วง (37.75%) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์อาหารหยาบปานกลาง เนื่องจาก Weiss et al., (1999) รายงานว่าปริมาณ ADL ที่สูงเกินแสดงว่าพืชอาหารสัตว์นั้นมีค่าการย่อยได้ต่ำ

ปริมาณลิกนิน (Acid detergent lignin; ADL) อยู่ระหว่าง 9.00-11.56% ส่วนหญ้าคาเมลโล่ (11.53%) มีปริมาณเกินกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติยกเว้น หญ้ากีนนิมอมบาชา หญ้ากีนนิมูรีเวอร์ และหญ้ากีนีสีม่วง (11.93%, 12.48% และ 12.54% ตามลำดับ)

เนื่องจากปริมาณ ADL เป็นส่วนที่สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ (Nakamane et al., 1996) โดยปริมาณ ADF ไม่มากกว่า 35% (ไพฑูย์, ม.ป.ป.)

ในรอบการตัดที่ 7 พบว่า

โปรตีนหยาบของหญ้าสกุล *Urochloa* และหญ้ากีนีสีม่วง สูงกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปริมาณ NDF ของหญ้ากีนนิมอมบาชา หญ้ากีนนิมูรีเวอร์ และหญ้ากีนีสีม่วง (65.42%, 63.73%, 63.54% ตามลำดับ) สูงกว่าหญ้าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ปริมาณ ADF พบว่าหญ้ากีนนิมอมบาชา หญ้ากีนีสีม่วง และหญ้ากีนนิมูรีเวอร์ (39.87%, 39.42% และ 38.43%)

ปริมาณ ADL อยู่ระหว่าง 8.30-10.87% และปริมาณเถ้าพบว่า หญ้าคาเมลโล่ (11.54%) มีปริมาณเถ้า น้อยกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นหญ้าเคย์แมน (12.73%)

ตารางที่ 8 คุณค่าทางโภชนาการของรอบการตัดที่ 4 และ 7

พันธุ์	คุณค่าทางโภชนาการของรอบการตัดที่ 4 และ 7									
	CP (%)		NDF (%)		ADF (%)		ADL (%)		Ash (%)	
	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7	รอบตัดที่ 4	รอบตัดที่ 7
หญ้ากินนีสีม่วง	5.42 cd ^{1/}	7.36 a	66.44 abc	63.54 a	37.75 ab	39.42 a	10.28	10.57	12.54 bc	14.02 ab
หญ้ากินนีมอมบาช	4.76 d	5.61 b	70.20 a	65.42 a	39.67 a	39.87 a	11.23	10.07	11.93 bc	14.29 ab
หญ้ากินนีมูริเวอร์	4.76 d	5.39 b	68.37 ab	63.73 a	39.15 a	38.43 a	9.01	8.51	12.48 bc	13.65 ab
หญ้ายาเมลโล่	7.32 b	7.37 a	65.27 bc	58.65 b	35.41 bc	32.18 b	9.00	9.58	11.53 c	11.54 c
หญ้ามูลาไต้ 2	9.25 a	7.85 a	60.40 d	57.26 bc	34.11 cd	30.94 bc	11.53	8.47	16.43 a	14.22 ab
หญ้ารูซี่	7.64 ab	8.22 a	59.20 d	54.37 c	32.16 d	29.58 c	9.72	8.30	13.41 b	14.67 a
หญ้าเคย์แมน	6.94 bc	7.17 a	61.99 cd	58.80 b	34.97 bcd	32.21 b	11.56	10.86	15.80 a	12.73 bc
F-test	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	*
CV (%)	17.39	11.09	4.68	3.41	3.24	4.56	20.53	31.92	8.23	8.29

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 99%

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น เท่ากับ 95% โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test

สรุปผลการทดลอง

จากการประเมินการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพหญ้าหมักของหญ้าสกุล *Urochloa* และ *Megathyrsus* ปลูกบนชุดดินกำแพงแสน พบว่า หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ากินนีมูนิริเวอร์ (สกุล *Megathyrsus*) มีผลผลิตน้ำหนัสดและน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม/ไร่) ที่สูง เหมาะสำหรับการปลูกเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ มีปริมาณโปรตีนจัดอยู่ในเกณฑ์อาหารหายาคุณภาพดี คุณค่าทางโภชนาของหญ้าหมักพบว่า ปริมาณเชื้อใย (NDF, ADF, ADL และเถ้า) อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วนลักษณะทางกายภาพมีความคล้ายคลึงกัน

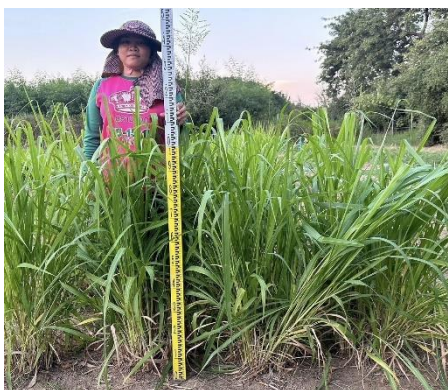
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. **หญ้ารัฐ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมปศุสัตว์สัมพันธ์ กรมปศุสัตว์. กรุงเทพฯ.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. **หญ้ากินนีสีม่วง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมปศุสัตว์สัมพันธ์ กรมปศุสัตว์. กรุงเทพฯ.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2561. **หญ้ากินนีมอมบาซา**. แหล่งที่มา <https://nutrition.dld.go.th/nutrition/index.php/using-joomla/290-mombaza/1116-mombaza>, 16 ตุลาคม 2567.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หลัก**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมปศุสัตว์สัมพันธ์ กรมปศุสัตว์. กรุงเทพฯ.
- กานดา นาคมนิ, ฉายแสง ไผ่แก้ว, ศศิธร ถิ่นนคร และแพรวพรรณ เครือมังกร. 2550. **ผลทดสอบการปรับตัวของหญ้า Brachiaria ลูกผสม 1. ผลผลิต และคุณภาพพืชอาหารสัตว์ ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดของหญ้ามูลาได้ 1 มูลได้ 2 และหญ้ารัฐ ปลูกร่วมกับ ปากช่อง จ.นครราชสีมา**. แหล่งที่มา <https://nutrition.dld.go.th/nutrition/images/research/research2550/R5016.pdf>, 17 ตุลาคม 2567.
- กฤษฎา นูธรรมย์. 2563. **อิทธิพลของระยะปลูก และอายุการตัดต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงภายใต้สภาพพื้นที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี**. แหล่งที่มา http://kjna.ubru.ac.th/j_files/document/J1604389618.pdf, 30 ตุลาคม 2567
- คำรณ ไทรพิภ. 2526. **การจำแนกดินในประเทศไทย ฉบับแก้ไขใหม่**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ฉายแสง ไผ่แก้ว, สมจิตร อินทมนิ, พิมพ์พร เทวานุติ, วัชรินทร์ บุญศักดิ์, วรพงษ์ สุริยจันทร์ทอง, อุดร เสนากัสป์, กานดา นาคมนิ และ ไพบุลย์ พลบุญ. 2528. **ผลของระยะเวลามีต่อผลผลิตเมล็ดหญ้ารัฐ**. แหล่งที่มา <http://lib.dld.go.th/multim/file/2-2807.pdf>, 31 ตุลาคม 2567
- นิรนาม. 2567. แหล่งที่มา <https://ubonforageseeds.com/th/seeds/munriver/>, 17 ตุลาคม 2567.
- พิมพ์พร พลเสน สุกัญญา คาพะแย และวิรัช สุขสราน. 2556. **ผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซาและหญ้ากินนีโคโลเนียล ในพื้นที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ขอนแก่น**. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2556 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 120-130.
- ไพบุลย์ ใจเด็ด. ม.ป.ป. **คุณภาพของพืชอาหารสัตว์**. แหล่งที่มา <http://surl.li/fmwntf>, 21 ตุลาคม 2567.

- โรจน์ เทพพลผล. 2525. รายงานการสำรวจดินจังหวัดนครปฐม. รายงานการสำรวจดิน ฉบับที่ 331. กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- วารุณี พานิชผล. ม.ป.ป. เทคนิคการทำพืชอาหารสัตว์. แหล่งที่มา https://nutrition.dld.go.th/nutrition/images/silage/silage_tech.pdf, 20 ตุลาคม 2567.
- วิทยา สุมาลย์ และพรชัย ลือวิชัย. 2556. อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาของหญ้ากินนีสีม่วงภายใต้การให้น้ำชลประทาน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 33(1), 35-45.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2548. หญ้าอาหารสัตว์และหญ้าพื้นเมืองในประเทศไทย. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุคาพิมพ์ แพ่งจันทร์ศรี สมบัติ แสนศรี ปารวีกรณ์ พันดอนเค็ง และวัฒนาวรรณ ศรีสมพร. 2562. การผลิตหญังกินนีมอมบาชาในช่วงฤดูแล้งจากแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด. แหล่งที่มา <https://nutrition.dld.go.th/nutrition/images/pdf/techno62/6.roiet62.pdf>, 30 ตุลาคม 2567.
- อารีรัตน์ ลุนผา. 2560. เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 1203346: พืชอาหารสัตว์ (Forage Crops). อุบลราชธานี. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 18 ตุลาคม 2567.
- Bal, M.A., J.R. Coor and R.D. Shaver. 1997. **Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cow on intake, digestion and milk production.** J. Dairy Sci. 80: 2497-2503
- Ball, D.M, M. Collins, G.D. Lacefield, N.P.Martin, D.A. Mertens, K.E. Olson, D.H. Putnam, D.J.Undersander, and M.W Wolf. 2001. **Understanding Forage Quality.** American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL. Available Source <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2017/04/FQ.pdf> ,October 16, 2024.
- Bjorge, M. 1996. **Evaluation Silage Quality.** Alberta Agricultural Food and Rural Development. <http://www.agric.gov.ab.ca./crops/forage/silage/silage3.html>. 4. 14/2/03.
- CIAT. 2019. **Camello.** Tropical Seed. Florida.
- CIAT. 2019. **Cayman.** Tropical Seed. Florida.
- Catchpoole, V.R. and E.F Henzell. 1971. **Silage and silage-making from tropical herbage species.** Herbage Abstracts 41:213-221

- Hare, M. D. 2020. **Herbage yield and quality of Megathyrsus cultivars in Northeast Thailand.**
Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, 8(3), 187-194
- Hare, M.D., Phengphet, S., Songsiri, T., Sutin, N., and Stem, E. (2013). **Effect of cutting interval on yield and quality of two Panicum maximum cultivars in Thailand.**
Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales (1): 87-89.
- Nakamane, G., C. Khemsawat, T. Punyavirocha and W. Punpipat. 1996. **Effect of Cutting Height and Cutting Interval on Yield and Chemical Composition of Napier Grass (Pennisetum purpureum), Dwarf Elephant Grass (P. purpureum cv. Mott) and King Grass (P. purpureum x P. americanum) under Irrigation**, pp.121-127. In Annual Report 1996. Animal Nutrition Division, Department of Livestock Development, Bangkok. (in Thai).
- Weiss, W.P., M.L. Eastridge, and J.F. Underwood. 1999. **Forages for Dairy Cattle.** Ohio State University Extension.
- Dietz, K.J. and G.C. Harris. 1997. **Photosynthesis under nutrient deficiency.** pp. 951-957. In Passarakli M. (ed.) Handbook of Photosynthesis. Marcel Dekker, Inc., New York. 1027 p.
- Marschner, H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants.** 2nd ed. Academic Press, New York. 889 p.

ภาคผนวก

หญ้าสกุล *Megathyrsus*



หญ้างินนิมูรีเวอร์

หญ้างินนิมอมบาชา



หญ้างินนิสีม่วง

ภาคผนวกที่ 1 พันธุ์หญ้าสกุล *Megathyrsus*

หญ้าสกุล *Urochloa*



หญ้ามูลาใต้ 2



หญ้าคาเมลโล่



หญ้าเคย์แมน



หญ้ารูซี่

ภาคผนวกที่ 2 หญ้าสกุล *Urochloa*

การเก็บข้อมูล



เก็บข้อมูลการแตกกอ



เก็บข้อมูลความสูง



เก็บข้อมูลความเขียวใบ



เก็บเกี่ยวผลผลิต

ภาคผนวกที่ 3 การเก็บข้อมูล

การจัดการแปลง



ชั่งน้ำหนักผลผลิต



กำจัดวัชพืช



ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช



ใส่ปุ๋ยยูเรียหลังตัด

การหมักหญ้า



นำหญ้าเข้าเครื่องสับ



บรรจุลงถุงซีด



เข้าเครื่องซีดสูญญากาศ



หมักเป็นเวลา 21 วัน

ภาคผนวกที่ 5 การหมักหญ้า



เมื่อครบ 21 วัน ทำการเปิดถุงหมักเพื่อให้คะแนนลักษณะทางกายภาพของฟีดหมัก



ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง



วัดค่า pH



อบตัวอย่างด้วยเครื่องอบลมร้อน
ภาคผนวกที่ 6 การประเมินคุณภาพฟีดหมักทางกายภาพ



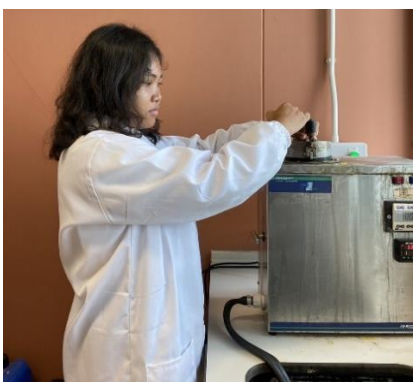
บดตัวอย่าง



ชั่งน้ำหนักตัวอย่างและสาร



วิเคราะห์เถา



วิเคราะห์ NDF ADF และADL



อบตัวอย่าง



ย่อยสลายตัวอย่าง



วิเคราะห์ไนโตรเจน

ภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนา

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	จิตปภัสสร์ สุขแป
วัน เดือน ปี เกิด	31 พฤษภาคม พ.ศ.2546
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษา โรงเรียนวัดทรงธรรม
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-