

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยา  
ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

THE RELATIONSHIP BETWEEN NITROGEN USE EFFICIENCY  
WITH PHYSIOLOGICAL TRAITS; YIELD AND QUALITY OF  
FOUR PASTURE GRASSES

ปาริฉัตร บัวมุล

PARICHAT BUAMOOOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AG-M-065-299

ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยา  
ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

**THE RELATIONSHIP BETWEEN NITROGEN USE EFFICIENCY  
WITH PHYSIOLOGICAL TRAITS, YIELD AND QUALITY OF  
FOUR PASTURE GRASSES**

ปาริฉัตร บัวมุล  
**PARICHAT BUAMOOL**

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์  
คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2562

**KMITL-2019-AG-M-065-299**

**THE RELATIONSHIP BETWEEN NITROGEN USE EFFICIENCY  
WITH PHYSIOLOGICAL TRAITS, YIELD AND QUALITY OF  
FOUR PASTURE GRASSES**

**PARICHAT BUAMOOL**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN AGRICULTURE  
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2019**

**KMITL-2019-AG-M-065-299**

**COPYRIGHT 2019**

**FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด
นักศึกษา	นางสาวปรีณิตร บัวมูล
รหัสประจำตัว	59604014
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.นิตยา ผกามาศ

### บทคัดย่อ

การจัดการปุ๋ยในโตรเจนที่ถูกต้องและเหมาะสม (อัตรา ชนิด และวิธีการ) จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชอาหารสัตว์ พืชอาหารสัตว์อาจตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของพืชอาหารสัตว์แต่ละชนิด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ 1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปปุ๋ยในโตรเจน ต่อลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด เมื่อได้รับรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนที่แตกต่างกัน และ 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูดใช้ไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ จัดตั้งทดลองแบบ 4 x 3 Factorial ทำการทดลองที่แปลงทดลองภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 ถึง พฤษภาคม 2561 โดยมีปัจจัยที่ A คือ ชนิดหญ้าอาหารสัตว์ ได้แก่ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซา หญ้ารูซี และหญ้ามูลาโด 2 ปัจจัย B คือ รูปของปุ๋ยในโตรเจน ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (กรรมวิธีควบคุม) 2) ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อัตรา 10 กก./ไร่ (6.25 ไร่ = 1 เฮกตาร์) และ 3) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อัตรา 10 กก./ไร่ ทุกครั้งหลังตัด เก็บบันทึกข้อมูลจำนวน 4 ครั้ง โดยตัดทุก ๆ 40 วัน ประกอบด้วย ค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ความสูงต้น จำนวนหน่อต่อกอ ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) และผลผลิตน้ำหนักสด จำนวน 4 ครั้ง ทุก ๆ 40 วัน จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่ออบเสร็จนำไปชั่งน้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งรวมทั้งหมด และคำนวณหาพื้นที่ใบเฉพาะ (specific leaf area; SLA) และค่าอัตราการเจริญเติบโตช่วงหลังตัดถึงเก็บเกี่ยว (crop growth rate; CGR) หลังจาก

นั้นนำตัวอย่างต้นและใบมาผสมกันและนำมาบดให้ละเอียดโดยผ่านตะแกรงที่มีความถี่ 2 มม. แล้วลุ่มนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในต้นพืช โปรตีนหยาบ (crude protein; CP), neutral-detergent fiber (NDF), acid-detergent fiber (ADF), lignin, cellulose และ hemicellulose และคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen use efficiency; NUE) และการดูดใช้ในโตรเจน (N-uptake) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

การศึกษาส่วนที่ 1 อิทธิพลของรูปปุ๋ยไนโตรเจนต่อ ลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพ ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ผลการทดลองพบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยหญ้างินนิสีม่วงและมูลาโต้ 2 มีค่าเฉลี่ย SCMR สูง เท่ากับ 42.2 และ 41.7 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์กินนิสีม่วงและกินนิมอมบาชามีค่า LAI (1.78 และ 1.78) CGR (19.3 และ 19.5  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ) ผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้งหมด (1,313 และ 1,255 กก./ไร่) เยื่อใย NDF (74.5 และ 74.1 %) และ เยื่อใย ADF (45.2 และ 44.5 %) สูงกว่าหญ้ารูซี่และหญ้ามูลาโต้ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับความเข้มข้นของโปรตีนหยาบพบว่าหญ้ามูลาโต้ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด 10.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของรูปแบบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบของยูเรียมีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าเฉลี่ย SLA (427.8  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) CGR (20.7  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ) ผลผลิตน้ำหนักสดทั้งหมด (6,500 กก./ไร่) ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (1,356 กก./ไร่) โปรตีนหยาบ (9.3 %) และ lignin (7.64 %) สูงกว่าการใส่ปุ๋ยรูปแบบแอมโมเนียมซัลเฟตและกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) ผลการศึกษา ยังพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดหญ้างับชนิดปุ๋ยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา

การศึกษาส่วนที่ 2 ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ในโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ในการตอบสนองต่อรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ในโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยหญ้างินนิสีม่วงและหญ้างินนิมอมบาชามีค่าเฉลี่ย NUE เท่ากับ 32.8 และ 31.3 กก. ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าหญ้ารูซี่และมูลาโต้ 2 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของ N-uptake พบว่าหญ้ามูลาโต้ 2 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 4.70 กก.N/ไร่/ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของรูปแบบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบของยูเรียมีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าเฉลี่ย NUE และ N-uptake สูงกว่าการใส่ปุ๋ยรูปแบบแอมโมเนียมซัลเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) ผลการศึกษาไม่พบว่ามามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ในโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด

การศึกษาส่วนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูดใช้ในโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด โดยการนำข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพ จากการศึกษาส่วนที่ 1 ข้อมูล NUE และ N-uptake

จากการศึกษาส่วนที่ 2 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ (simple correlation) และการวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่าย (simple linear regression) ผลการศึกษาพบว่า NUE กับ CGR ช่วงหลังตัดถึงเก็บเกี่ยว (regrowth) มีค่า  $r$  อยู่ระหว่าง  $0.66^{**}$  -  $0.99^{**}$  ในการตัดแต่ละครั้งหาก NUE เพิ่มขึ้น 1 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง จะทำให้ค่า CGR เพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง  $0.47$ – $0.65$  และ  $0.45$ – $0.62$   $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  ใต้อุณหภูมิเย็น และใต้อุณหภูมิอบอุ่นตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า NUE มีความสัมพันธ์เชิงบวกทางสถิติกับผลผลิตน้ำหนักรวม มีค่า  $r$  อยู่ระหว่าง  $0.92^{**}$ – $1.00^{**}$  โดยการตัดแต่ละครั้งหาก NUE เพิ่มขึ้น 1 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง จะทำให้ค่าผลผลิตน้ำหนักรวมเพิ่มขึ้นประมาณ 10 กก./ไร่/ครั้ง ไม่ว่าจะใต้อุณหภูมิของอุณหภูมิต่ำหรืออุณหภูมิอบอุ่น ส่วนค่า N-uptake มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโปรตีนหยาบ มีค่า  $r$  อยู่ระหว่าง  $0.70^{**}$ – $0.97^{**}$  โดยการตัดแต่ละครั้งหากพืชมีค่า N-uptake เพิ่มขึ้น 1 กก.N/ไร่/ครั้ง จะทำให้มีความเข้มข้นของโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นประมาณ  $0.77$ – $1.52$  และ  $1.05$ – $1.57$  % ใต้อุณหภูมิเย็น และใต้อุณหภูมิอบอุ่นตามลำดับ ในทำนองเดียวกันพบว่า CGR ช่วงหลังตัดถึงเก็บเกี่ยว มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำหนักรวม มีค่า  $r$  อยู่ระหว่าง  $0.70^{**}$ – $0.99^{**}$  โดยการตัดแต่ละครั้งหากพืชมี CGR เพิ่มขึ้น  $1 \text{ g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น  $13.74$ – $15.61$  และ  $10.62$ – $16.28$  กก./ไร่/ครั้ง ใต้อุณหภูมิเย็น และใต้อุณหภูมิอบอุ่นตามลำดับ ดังนั้นลักษณะ CGR อาจจะสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์พืชอาหารสัตว์ร่วมกับผลผลิตได้ ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์พืชอาหารสัตว์

คำสำคัญ: หญ้าอาหารสัตว์ โปรตีนหยาบ (CP) การดูดใช้ในโตรเจน (N-uptake) ประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจน (NUE)

<b>Thesis</b>	The Relationship between Nitrogen Use Efficiency with Physiological Traits, Yield and Quality of Four Pasture Grasses
<b>Student</b>	Miss Parichat Buamool
<b>Student ID</b>	59604014
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Program</b>	Agriculture
<b>Year</b>	2019
<b>Thesis Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Nittaya Phakamas

## ABSTRACT

Appropriate and correct management of nitrogen fertilizer (rate, type and method) effects growth and yield of pasture crops. Pasture crops may respond differently to nitrogen fertilizer, depending on nitrogen use efficiency (NUE) of each type. The objectives of this study were 1) to determine the effects of nitrogen fertilizer form on physiological traits, yield and quality of four pasture grasses, 2) to evaluate nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of four pasture grasses receiving different forms of nitrogen fertilizer and 3) to investigate the relationships between nitrogen use efficiency and physiological traits, yield and quality of four pasture grasses. A 4x3 factorial experiment with a randomized complete block arrangement of the treatments and four replications was carried out at the Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, during October, 2017 to May, 2018. Factor A had four pasture types (species) consisting of Purple guinea, Mombasa guinea, Ruzi and Mulato II. Factor B had three forms of nitrogen fertilizer including 1) unfertilized control, 2) urea (46-0-0) at the rate of 10 kg N/Rai (6.25 Rai =1 ha) and 3) ammonium sulphate at the rate of 10 kg N/Rai applied to the crops at every time after cutting. Data were recorded for SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), plant height, tiller number per plant, leaf area index (LAI) and fresh weight for four times at 40-day intervals. The samples of leaves and stems were oven-dried at 80 °C for 48 hours, and stem dry weight, leaf dry weight and total dry weight were measured after drying. The data were later calculated for specific leaf area and crop growth rate during regrowth (CGR). Leaf samples and stem samples were mixed together, milled into powder and sieved through 2 mm mesh. The powder samples were taken for determination of nitrogen

content, crude protein (CP), neutral-detergent fiber (NDF), acid-detergent fiber (ADF), lignin, cellulose and hemicelluloses. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake were calculated. The data were divided into three parts and the data for each part were analyzed statistically.

Part 1 Effect of nitrogen fertilizer forms on physiological traits, yield and quality of four pasture grasses: The results showed that pasture grasses were significantly different ( $P \leq 0.01$ ) for physiological traits, yield and quality parameters. Purple guinea and Mulato II had the highest SCMR values of 42.2 and 41.7, respectively, whereas purple guinea and Mombasa guinea had significantly higher LAI (1.78 and 1.78), CGR (19.3 and 19.5 g m<sup>2</sup> d<sup>-1</sup>), total dry matter yield (1,313 and 1,255 kg/Rai), NDF (74.5 and 74.1%) and ADF (45.2 and 44.5%) than Ruzi and Mulato II, and Mulato II also had the highest crude protein concentration of 10.6 %. When nitrogen forms were compared, application of urea had significantly higher ( $P \leq 0.01$ ) SLA (427.8 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), CGR (20.7 g m<sup>2</sup> d<sup>-1</sup>), total fresh yield (6,500 kg/Rai), total dry matter yield (1,356 kg/rai), crude protein (9.3 %) and lignin (7.64 %) than ammonium sulphate and unfertilized control. The interactions between grass species and nitrogen form were not significant for all parameters under study.

Part 2 Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of four pasture grasses in responses to different forms of nitrogen fertilizer: The result found that pasture grasses were significantly different ( $P \leq 0.01$ ) for nitrogen use efficiency and nitrogen uptake. Purple guinea and Mombasa had NUE values of 32.8 and 31.3 kg yield/kg N, respectively, which were significantly higher than Ruzi and Mulato II, whereas Mulato II had the highest N-uptake of 4.75 kg N/Rai. Nitrogen forms were also significantly different for nitrogen uptake and nitrogen use efficiency. Application of nitrogen fertilizer in the form of urea was significantly higher than application of nitrogen fertilizer in the form of ammonium sulphate, and the interactions between grass species and nitrogen form were not significant for nitrogen use efficiency and nitrogen uptake.

Part 3 The relationships between nitrogen use efficiency and physiological traits, yield and quality of four pasture grasses: The data for physiological traits, yield and quality in the first part and the data for nitrogen use efficiency and nitrogen uptake from the second part were used to determine the relationships among characters by using simple correlation and simple linear regression. Nitrogen use efficiency was significantly correlated with CGR during regrowth with  $r$  values ranging from 0.66<sup>\*\*</sup> to 0.99<sup>\*\*</sup>. In each cutting time, if nitrogen use efficiency increased at the rate of 1 kg yield/kg N applied/time, CGR increased at the rates ranging from 0.47 to 0.65 and 0.45 to 0.62 g m<sup>2</sup> d<sup>-1</sup> for urea and ammonium sulphate, respectively. Nitrogen use efficiency was significantly and positively correlated with dry matter yield with values ranging from 0.92<sup>\*\*</sup> to

1.00<sup>\*\*</sup>. If nitrogen use efficiency increased at the rate of 1 kg yield/kg N applied/time, dry matter yield increased at the rates of 10 kg/Rai/time for both urea and ammonium sulphate. The correlation between nitrogen uptake and crude protein was also positive and significant, and the correlation coefficients ranged between 0.70<sup>\*\*</sup> and 0.97<sup>\*\*</sup>. In each cutting time, if nitrogen uptake increased at the rate of 1 kg N/Rai/time, crude protein increased at the rate ranging from 0.77 to 1.52 % and 1.05 to 1.57 % for urea and ammonium sulphate, respectively. Similar to crude protein, CGR during growth had significant and positive correlation with dry matter yield with r values ranging from 0.70<sup>\*\*</sup> to 0.99<sup>\*\*</sup>. If CGR increased at the rate of 1 g m<sup>2</sup> d<sup>-1</sup>, dry matter yield increased at the rates ranging from 13.74 to 15.61 and 10.62 to 16.28 kg/Rai/time for urea and ammonium sulphate, respectively. Therefore, CGR may be used as a criterion for selection of pasture crop species and varieties with high yield potential. The information in this study will be useful for pasture crop breeders.

**Keywords:** Pasture grass, Crude protein (CP), Nitrogen uptake (N-uptake), Nitrogen use efficiency (NUE)

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาโท และมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้นักศึกษาได้ฝึกฝนใช้สติปัญญา การเรียนรู้ และรู้จักแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น สามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ประโยชน์ในอนาคตต่อไปได้

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยเงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รหัสโครงการ 2561-01-04-014 สำหรับงบประมาณในการทำวิจัย

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ศศ.ดร. นิตยา ผกามาศ ที่เป็นบุคคลผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ เพราะได้ให้คำแนะนำ ถ่ายทอดความรู้ อบรมสั่งสอนให้มีความกระตือรือร้น และมีความรับผิดชอบต่อน้ำที่การงาน ตลอดทั้งแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องของรายงานการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ และลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ ดร. ครุณี พวงบุตร ศศ.ดร. นุภูต ถวิลถิง และศศ.ดร. สินีนาฏ พลโยราช ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนชี้แนะแนวทางการแก้ไขเนื้อหาส่วนต่างๆ จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ คุณแพรวพรรณ ชูช่วย นักวิชาการจากศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมาสำหรับความช่วยเหลือและอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์คุณภาพของอาหารสัตว์

ขอขอบคุณ ดร.สุกัญญา แยมประชา และนักศึกษาปริญญาโทประจำห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา สำหรับความช่วยเหลือและอนุเคราะห์อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในต้นพืช

ขอขอบคุณกลุ่มน้องๆ นักศึกษาปริญญาตรี เกษตรเจ้าคุณทหารรุ่นที่ 43 และ 44 ที่คอยช่วยเหลือในด้านต่างๆ อีกทั้งช่วยเหลือในด้านกำลังกาย แรงใจในการปฏิบัติงานมาโดยตลอด

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยส่งเสริม และสนับสนุนค่าเล่าเรียน และกำลังใจ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ปาริฉัตร บัวมุล

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	IV
กิตติกรรมประกาศ.....	VII
สารบัญ.....	VIII
สารบัญตาราง.....	XII
สารบัญภาพ.....	XIV
สารบัญตารางผนวก.....	XV
สารบัญภาพผนวก.....	XVI
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>4</b>
2.1 สถานการณ์การเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง.....	4
2.2 พืชอาหารสัตว์.....	4
2.2.1 หญ้ากินนีสีม่วง (Purple guinea).....	5
2.2.2 หญ้ากินนีอมบาศา (Mombasa guinea).....	5
2.2.3 หญ้ารูซี (Ruzi).....	5
2.2.4 หญ้ามูลาโต้ 2 (Mulato II).....	6
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์.....	6
2.4 รูปของไนโตรเจนในดิน (forms of soil nitrogen).....	8
2.5 อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์.....	9
2.6 ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในหญ้าอาหารสัตว์.....	10
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>12</b>
3.1 สถานที่ทำการทดลอง.....	12

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ระยะเวลาทำการทดลอง.....	12
3.3 สภาพภูมิอากาศ.....	12
3.4 การวางแผนการทดลอง.....	12
3.5 การเตรียมดิน.....	13
3.6 การปลูก และการดูแลรักษา.....	13
3.7 การเก็บตัวอย่างดินหลังตัดทุก 40 วัน.....	14
3.8 การบันทึกข้อมูล ประกอบไปกับการศึกษา 3 ส่วน.....	14
3.8.1 การบันทึกข้อมูลของการศึกษาส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ย ไนโตรเจนต่อลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้า อาหารสัตว์ 4 ชนิด.....	14
3.8.2 การบันทึกข้อมูลของการศึกษาส่วนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ ไนโตรเจน การดูคใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหาร 4 ชนิด ที่ได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนในรูปแบบที่แตกต่างกัน.....	18
3.8.3 การบันทึกข้อมูลของการศึกษาส่วนที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และ คุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด.....	19
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง.....</b>	<b>21</b>
4.1 สภาพภูมิอากาศ.....	21
4.2 สมบัติของดินก่อนปลูกและหลังตัดแต่ละครั้ง.....	22
4.2.1 ปริมาณไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) ในดินหลังตัดหญ้าแต่ละครั้ง.....	24
4.2.2 ปริมาณแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) ในดินหลังตัดหญ้าแต่ละครั้ง.....	26
4.3 การศึกษาส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ต่อลักษณะทาง สรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด.....	28
4.3.1 ค่า SPAD Chlorophyll meter reading (SCMR).....	28
4.3.2 ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI).....	30
4.3.3 พื้นที่ใบเฉพาะ (specific leaf area; SLA).....	32
4.3.4 อัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate; CGR).....	34

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.5 ผลผลิตน้ำหนัสด (fresh yield).....	35
4.3.6 ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (dry matter yield).....	35
4.3.7 ปริมาณไนโตรเจนในต้นพืช (nitrogen in plant).....	40
4.3.8 ความเข้มข้นของโปรตีนหยาบ (crude protein; CP).....	42
4.3.9 เยื่อใย neutral-detergent fiber (NDF).....	44
4.3.10 เยื่อใย acid-detergent fiber (ADF).....	46
4.3.11 เยื่อใย lignin .....	48
4.3.12 เยื่อใย cellulose.....	48
4.3.13 เยื่อใย hemicellulose.....	49
4.4 การศึกษาส่วนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูคใช้ ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบที่ แตกต่างกัน.....	53
4.4.1 การดูคใช้ในไนโตรเจน (N-uptake).....	53
4.4.2 ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen use efficiency; NUE).....	55
4.4.3 ประสิทธิภาพการผลิตพืช (agronomic efficiency of applied N; $AE_N$ ).....	55
4.4.4 ประสิทธิภาพเชิงสรีระ (physiological efficiency of applied N; $PE_N$ ).....	59
4.4.5 ประสิทธิภาพการฟื้นตัว (crop recovery efficiency of applied N; $RE_N$ ).....	59
4.5 การศึกษาส่วนที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ ไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด.....	63
4.5.1 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และ การดูคใช้ในไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของ หญ้าอาหารสัตว์.....	63
4.5.2 การวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่ายระหว่างประสิทธิภาพการใช้ ไนโตรเจน การดูคใช้ในไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และ คุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์.....	67
บทที่ 5 วิจัยผลการทดลอง.....	73
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	77

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.1 สรุปผลการทดลอง.....	77
6.1.1 การศึกษาส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ต่อลักษณะทาง สรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด.....	77
6.1.2 การศึกษาส่วนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูคใช้ ไนโตรเจนของหญ้าอาหาร 4 ชนิด ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบที่ แตกต่างกัน.....	77
6.1.3 การศึกษาส่วนที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ ไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้า อาหารสัตว์ 4 ชนิด.....	78
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	78
เอกสารอ้างอิง.....	79
ภาคผนวก.....	84
ประวัติผู้เขียน.....	98

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ปริมาณไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) และแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) ในดินก่อนปลูก.....	23
4.2 ปริมาณไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) ในดินหลังตัดหญ้าแต่ละครั้ง.....	25
4.3 ปริมาณแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) ในดินหลังตัดหญ้าแต่ละครั้ง.....	27
4.4 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อค่า SPAD Chlorophyll meter reading (SCMR).....	29
4.5 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อดัชนีพื้นที่ใบ.....	31
4.6 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อพื้นที่ใบเฉพาะ.....	33
4.7 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่ออัตราการเจริญเติบโต.....	35
4.8 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อผลผลิตน้ำหนักสด.....	38
4.9 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อผลผลิตน้ำหนักแห้ง.....	39
4.10 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนในต้น พืช.....	41
4.11 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อโปรตีนหยาบ.....	43
4.12 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อเยื่อใย NDF.....	45
4.13 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อเยื่อใย ADF.....	47
4.14 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อเยื่อใย lignin.....	50
4.15 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อเยื่อใย cellulose.....	51
4.16 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อเยื่อใย hemicellulose.....	52
4.17 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อการดูดใช้ในโตรเจน (N-uptake).....	54
4.18 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อประสิทธิภาพการใช้ ไนโตรเจน (NUE).....	57
4.19 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อประสิทธิภาพการผลิตพืช ( $\text{AE}_N$ ).....	58
4.20 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อประสิทธิภาพเชิงสรีระ ( $\text{PE}_N$ ).....	61

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.21 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อประสิทธิภาพการฟื้นตัว (RE <sub>N</sub> ).....	62
4.22 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูใช้ในโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ ในการตัดครั้งที่ 1.....	64
4.23 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูใช้ในโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ ในการตัดครั้งที่ 2.....	64
4.24 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูใช้ในโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ ในการตัดครั้งที่ 3.....	65
4.25 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูใช้ในโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ ในการตัดครั้งที่ 4.....	66

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 แสดงปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่วันที่ปลูก (วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2560) จนถึงวันตัดครั้งที่ 4 (วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2561)...	22
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจน เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย (a) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (b) ในการตัดครั้งที่ 1 (1.1) ครั้งที่ 2 (1.2) ครั้งที่ 3 (1.3) และครั้งที่ 4 (1.4).....	68
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตน้ำหนักรากและประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจน เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย (a) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (b) ในการตัดครั้งที่ 1 (1.1) ครั้งที่ 2 (1.2) ครั้งที่ 3 (1.3) และครั้งที่ 4 (1.4).....	69
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโปรตีนหยาบและการดูดใช้ในโตรเจน เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย (a) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (b) ในการตัดครั้งที่ 1 (1.1) ครั้งที่ 2 (1.2) ครั้งที่ 3 (1.3) และครั้งที่ 4 (1.4).....	71
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตน้ำหนักราก เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย (a) ใส่ปุ๋ยยูเรีย (b) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ในการตัดครั้งที่ 1 (1.1) ครั้งที่ 2 (1.2) ครั้งที่ 3 (1.3) และครั้งที่ 4 (1.4).....	72

## สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบป้อนในโตรเจนต่อความสูงต้น.....	85
2 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบป้อนในโตรเจนต่อจำนวนหน่อ.....	86
3 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบป้อนในโตรเจนต่อน้ำหนักแห้งต้น.....	87
4 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบป้อนในโตรเจนต่อน้ำหนักแห้งใบ.....	88
5 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจน และการดูดใช้ในโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ในการ ตัดครั้งที่ 1.....	89
6 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจน และการดูดใช้ในโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ในการ ตัดครั้งที่ 2.....	90
7 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจน และการดูดใช้ในโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ในการ ตัดครั้งที่ 3.....	91
8 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจน และการดูดใช้ในโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ในการ ตัดครั้งที่ 4.....	92

## สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1 การนำดินมาใส่ในบ่อซีเมนต์ที่มีขนาด 1×1 เมตร.....	93
2 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ของดินก่อนปลูก.....	93
3 การปลูกหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด.....	94
4 การตัดหญ้าและชั่งน้ำหนักทั้งหมด 4 กอ.....	95
5 การสุ่มหญ้า 1 กิโลกรัม และนำไปเข้าสู่อบ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส.....	95
6 การนำต้นและใบมาชั่งน้ำหนักแห้ง.....	96
7 การนำต้นและใบมาบดให้ละเอียดเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์.....	96
8 นำตัวอย่างที่บดละเอียดไปวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์.....	97

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันรัฐบาลได้มีการกำหนดนโยบายและให้ความสำคัญกับภาคการเกษตรและปศุสัตว์ จะเห็นได้จากการส่งเสริมให้เกษตรกรในบางพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาภัยแล้งซ้ำซาก ปลูกพืชและทำนาไม่ได้ผล ขาดทุน และมีรายได้น้อยให้เปลี่ยนแนวความคิดไปปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ที่ใช้น้ำน้อยหรือหันไปทำปศุสัตว์ทดแทน เช่น การส่งเสริมให้เกษตรกรในเขตจังหวัดสระแก้วเปลี่ยนจากการทำนา มาเลี้ยงโคเนื้อ และเปลี่ยนพื้นที่ทำนามาเป็นแปลงปลูกหญ้าสำหรับเลี้ยงโคเนื้อ (สยามรัฐ, 2560) ซึ่งหากโครงการส่งเสริมของรัฐบาลสำเร็จเป็นรูปธรรม จะสามารถยกระดับความเป็นอยู่ของเกษตรกรให้ดีขึ้นได้ เนื่องจากปัจจุบันโคเนื้อและหญ้าอาหารสัตว์มีราคาดี การทำปศุสัตว์ โดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ โคนม กระบือ แพะ ม้า เกษตรกรมักมีการปลูกพืชอาหารสัตว์เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารหยাবร่วมกับการให้อาหารขั้นที่ปกคิมิราคาค่อนข้างแพง นอกจากนี้ยังสามารถเก็บเป็นเสบียงไว้ให้สัตว์กินในฤดูแล้งหรือช่วงที่ขาดแคลนอาหาร แต่เกษตรกรมักประสบกับปัญหาความแปรปรวนในเรื่องปริมาณและคุณภาพของผลผลิต เพราะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของหญ้าอาหารสัตว์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น พันธุกรรมของพืช การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพภูมิอากาศ และการจัดการแปลงปลูก เป็นต้น (สายัณห์ ทัดศรี, 2547)

แนวทางหนึ่งที่จะช่วยยกระดับปริมาณและคุณภาพผลผลิต คือการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารให้ตรงตามความต้องการของพืช และปุ๋ยไนโตรเจนนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของหญ้าอาหารสัตว์เขตร้อน เนื่องจากเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการสร้างโปรตีนในต้นพืช ซึ่งเป็นโภชนะที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ ดังนั้นการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่ถูกต้องและเหมาะสมจะเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ ในปัจจุบันหญ้าอาหารสัตว์เขตร้อนที่เกษตรกรนิยมปลูกมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดก็จะมี การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen use efficiency; NUE) แตกต่างกัน โดยสายัณห์ ทัดศรี และ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์ (2531) รายงานว่า ในช่วงฤดูฝนหญ้าขน (*Brachiria mutica*) และหญ้าแพน โกล้ายักษ์ (*Digitaria spp.*) จะมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยยูเรียสูงกว่าหญ้าโรดส์ (*Chloris gayana*) และหญ้าบัฟเฟด (*Cenchrus ciliaris*) ในขณะที่สมพร คนยงค์ และ วิโรจ อัมพิทักษ์ (2528) ชี้ให้เห็นว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของหญ้าขนนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนแล้วยังขึ้นอยู่กับชนิดดินอีกด้วย

Lemus *et al.* (2008) รายงานว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจนของหญ้า Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) ซึ่งเป็นหญ้าพื้นเมืองของอเมริกาจะขึ้นอยู่กับสถานที่ปลูกและยังมีความแปรปรวนระหว่างปีที่ปลูกอีกด้วย นอกจากนี้มีรายงานว่าชนิดของปุ๋ยและอัตราการใช้ปุ๋ยในโตรเจนก็นับว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์เช่นกัน โดยประเสริฐ บุญพิทักษ์กิจ และ วิโรจ อิมพิทักษ์ (2535) พบว่าหญ้างินนิ (*Panicum maximum* Jacq.) ที่ปลูกในชุดก้ำแพงแสมมีประสิทธิภาพการใช้น้ำแอมโมเนียมคลอไรด์สูงกว่าการใช้น้ำแอมโมเนียมซัลเฟตและปุ๋ยยูเรียตามลำดับ วนิตา ทองวินชศิลป์ (2538) พบว่าหญ้างินนิสีม่วง (*Panicum maximum* TD58) ที่ปลูกในดินชุดก้ำแพงแสมมีประสิทธิภาพการใช้น้ำแอมโมเนียมซัลเฟตสูงกว่าการใช้น้ำยูเรีย ซึ่งความรู้ดังกล่าวมีประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าอาหารสัตว์ในการตัดสินใจเลือกชนิดของปุ๋ยในโตรเจนที่จะใช้ในแปลงปลูกได้ สำหรับการเพิ่มศักยภาพและประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจนของพืชนั้นสามารถทำได้แต่ต้องใส่ใจให้อัตรา ถูกเวลา และถูกตำแหน่งหรือจุดที่ใส่ปุ๋ย (Roberts, 2008) อย่างไรก็ตามข้อมูลด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจนในหญ้าอาหารสัตว์พันธุ์ใหม่ ๆ ที่นิยมปลูกกันในปัจจุบันยังมีค่อนข้างน้อย เช่น หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้ารูซี่ หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ามูลาโต้ 2 เป็นต้น อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลการเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจนมีความสัมพันธ์อย่างไรกับสรีรวิทยาการเจริญเติบโตที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาที่สำคัญในหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในประเด็นดังกล่าวนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อแนวทางการจัดการปุ๋ยในโตรเจนในระบบการปลูกหญ้าอาหารสัตว์มากไปกว่านั้นจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์หญ้าอาหารสัตว์ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นเกณฑ์การคัดเลือกพันธุ์พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดีต่อไป

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 5.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อ ลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพ ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด
- 5.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจน และการดูดน้ำในโตรเจน ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด เมื่อได้รับปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบที่แตกต่างกัน
- 5.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจน การดูดน้ำในโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

### 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์

### 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การดำเนินการวิจัยได้เลือกใช้พันธุ์หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ได้แก่ กิณนิสีม่วง กิณนิมอมบาชารูชี และมูลาโต้ 2 ทั้งนี้เพราะเป็นหญ้าพันธุ์ใหม่ๆ ที่มีข้อมูลด้านประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนค่อนข้างน้อย และสามารถปลูกโดยใช้เมล็ดได้เหมือนกัน โดยในการศึกษานี้จะทำการปลูกในบ่อซีเมนต์ ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่อผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด เหตุผลที่เลือกใช้ปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต เนื่องจากเป็นปุ๋ยที่สามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาด และมีราคาไม่แพงมาก โดยการใส่ปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต จะใส่หลังตัดทุกครั้ง ในอัตรา 10 กก. N/ไร่ หรือคิดเป็น 22 กก. ยูเรีย/ไร่ และ 48 กก. แอมโมเนียมซัลเฟต/ไร่ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต การศึกษาจำเป็นต้องทำในบ่อซีเมนต์เพื่อควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อปัจจัยที่ทำการศึกษาให้มากที่สุด

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 สถานการณ์การเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ปัจจุบันสถิติการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศไทยในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยในปี 2561 ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตโคเนื้อ 4.92 ล้านตัว เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.54 จากปี 2560 ซึ่งมีการผลิต 4.89 ล้านตัว ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงปี 2560-2561 โคเนื้อมีราคาค่อนข้างดี จึงจูงใจให้เกษตรกรบางส่วนหันมาสนใจเลี้ยงเพิ่มขึ้น ในขณะที่จำนวนโคนมและผลผลิตน้ำนมดิบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยในปี 2561 มีจำนวน 6.23 ล้านตัว เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.16 จากปี 2560 ที่มีการเลี้ยงจำนวน 5.84 ล้านตัว (กรมปศุสัตว์, 2561) ซึ่งปัจจุบันภาครัฐได้มีกำหนดนโยบายและให้ความสำคัญกับภาคการเกษตรและปศุสัตว์ โดยเฉพาะนโยบายการยกระดับนมโรงเรียนให้ได้มาตรฐานสากล จึงมีการวางยุทธศาสตร์เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้กับองค์กรเกษตรกร โคนมและผลิตภัณฑ์นม เพื่อผลิตให้ได้ตามมาตรฐานสากลสามารถแข่งขันกับนานาชาติ มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและการใช้ประโยชน์ ตลอดจนการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้การเลี้ยงโคนมให้กับเกษตรกร (ประชาชาติธุรกิจ, 2560) นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมให้เกษตรกรในบางพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาภัยแล้งซ้ำซาก ปลูกพืชและทำนาไม่ได้ผล ประสบกับปัญหาการขาดทุน และมีรายได้น้อยให้เปลี่ยนแนวความคิดไปปลูกพืชชนิดอื่น ๆ ที่ใช้น้ำน้อยหรือหันไปทำปศุสัตว์ทดแทน เช่น โครงการ “เมืองโคบาลบูรพา” โดยการส่งเสริมให้เกษตรกรในเขตจังหวัดสระแก้วเปลี่ยนจากการทำนาเลี้ยงโคเนื้อ และเปลี่ยนพื้นที่ทำนาเป็นแปลงปลูกหญ้าสำหรับเลี้ยงโคเนื้อในฟาร์มของตนเอง (สยามรัฐ, 2560) ซึ่งการที่ภาครัฐได้มีการส่งเสริมอย่างจริงจัง ประกอบกับตลาดภายในและภายนอกประเทศมีความต้องการค่อนข้างสูง จึงทำให้ผลผลิตจากโคเนื้อและโคนม รวมถึงผลิตภัณฑ์มีราคาดี จึงจูงใจให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จะเป็นค่าอาหารชั้น และหากเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์มีพื้นที่เพื่อการปลูกสร้างแปลงพืชอาหารสัตว์ ซึ่งพืชอาหารสัตว์เป็นแหล่งอาหารหยาบที่ดี ราคาถูก โดยสามารถใช้ประโยชน์ในรูปของอาหารสด การปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็มในแปลงปลูก หรือจะทำเป็นหญ้าแห้งและหญ้าหมักเพื่อเป็นเสบียงไว้ให้สัตว์กินในฤดูแล้งหรือช่วงที่ขาดแคลนอาหาร โดยการเลือกใช้พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตสูงและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงจะเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ลงได้

### 2.2 หญ้าอาหารสัตว์

พืชอาหารสัตว์ (Forage crops) หมายถึง พืชชนิดใดก็ได้ที่สัตว์สามารถใช้เป็นอาหารได้โดยไม่ก่อให้เกิดพิษต่อสัตว์ โดยส่วนใหญ่มักเป็นพืชในวงศ์หญ้าและวงศ์ถั่ว (สายพันธ์ ทัดศรี, 2547) ซึ่งใน

ปัจจุบันพืชอาหารสัตว์พันธุ์ดีที่เกษตรกรนิยมปลูกอยู่ในประเทศไทยมีอยู่หลายชนิด เช่น ถั่วฮามาต้า ถั่วควาแคด หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าแพนโกล่า หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซา หญ้ารูซี และหญ้าอะตราตัม เป็นต้น แต่ในการศึกษานี้จะใช้หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 2.2.1 หญ้ากินนีสีม่วง (Purple guinea)

หญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum* TD 58) เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี ลักษณะลำต้นแบบกอตั้ง มีหน่อและการแตกแขนงเป็นกอกคล้ายตะไคร้ มีความสูง 2-3 เมตร มีใบขนาดใหญ่ ดอกและอ่อนนุ่ม ส่วนของข้อปล้อง ช่อดอก และเมล็ดมีสีม่วงอมเขียว แตกต่างจากหญ้ากินนีพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งมีสีเขียวอย่างชัดเจน หญ้ากินนีสีม่วงมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูง อีกทั้งสัตว์ยังชอบกิน สามารถเจริญได้ดีในดินหลายชนิด โดยเฉพาะดินที่มีการระบายน้ำที่ดี ทนต่อความแห้งแล้ง ทนต่อการเหยียบย่ำ เป็นหญ้าที่มีตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนได้อย่างดีสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้มาก จึงเป็นหญ้าที่มีการปลูกใช้เป็นพืชอาหารสัตว์อย่างแพร่หลายในประเทศไทย การเริ่มตัดใช้ประโยชน์ครั้งแรกเมื่อหญ้ามีการตั้งตัวได้ดีและมีอายุ 60 วัน หลังจากนั้นสามารถตัดใช้ประโยชน์ได้ทุก ๆ 30 - 40 วัน โดยมีรายงานว่าคุณค่าอาหารของหญ้ากินนีสีม่วงที่ตัดทุก ๆ 45 วัน มีปริมาณโปรตีนหยาบ (crude protein ; CP) 8 % มีเยื่อใย acid-detergent fiber (ADF) 38 % เยื่อใย neutral-detergent fiber (NDF) 67 % และมีโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) 59 % หญ้ากินนีสีม่วงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งรูปแบบการตัดสด การปล่อยสัตว์แทะเล็ม การทำหญ้าแห้ง และการทำหญ้าหมัก (กรมปศุสัตว์, 2545ก)

### 2.2.2 หญ้ากินนีมอมบาซา (Mombasa guinea)

หญ้ากินนีมอมบาซา (*Panicum maximum* cv. Mombasa) เป็นพันธุ์หญ้ากินนีพันธุ์ใหม่จากแถบอเมริกาใต้ ที่เพิ่งนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยได้ไม่นาน โดยมีลักษณะคล้ายกับหญ้ากินนีสีม่วง แต่มีลักษณะแตกต่างกันที่ขนาดของลำต้นและใบ คือ แตกกอเร็ว ทรงพุ่มใหญ่ ลำต้นและใบมีสีเขียวทึบ นอกจากนี้ยังสามารถทนต่อโรคใบจุดได้ดีกว่าหญ้ากินนีสีม่วง (บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์ และคณะ, 2555) มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วง โดยเฉลี่ยมีน้ำหนักแห้งระหว่าง 3.2 - 6.0 ตัน/ไร่/ปี ให้ผลผลิตสดในระยะเวลาสั้น หรืออายุการตัดเกี่ยวหญ้าสดที่ค่อนข้างเร็วสามารถตัดได้หลายรอบในแต่ละปี มีคุณภาพโปรตีนเฉลี่ย 8-12 % เจริญเติบโตดีในสภาพดินหลายชนิดที่มีการระบายน้ำดีและขึ้นได้ดีในหลายสภาพพื้นที่ของประเทศไทย หญ้ากินนีมอมบาซาสามารถนิยมใช้ประโยชน์รูปของหญ้าสดและเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์ (กรมปศุสัตว์, 2545ข)

### 2.2.3 หญ้ารูซี (Ruzi)

หญ้ารูซี (*Brachiaria ruziziensis*) เป็นหญ้าอายุหลายปี มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบกิ่งเลื้อยกิ่งตั้ง ต้นสูงปานกลาง ชอบอากาศในเขตร้อนที่มีปริมาณฝนมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร ต้องการดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างดี ขึ้นได้ดีในพื้นที่ดอนที่มีการระบายน้ำดี ทนแล้งพอสมควร แต่ไม่ทนน้ำท่วมขัง สามารถปลูกขยายพันธุ์ได้ด้วยเมล็ดและหน่อพันธุ์ ลักษณะเด่น คือ สามารถผลิต

เมล็ดได้มาก และเมล็ดมีความงอกสูง ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2.0 – 2.5 ตันต่อไร่ต่อปี มีปริมาณโปรตีนหยาบประมาณ 7-10 เปอร์เซ็นต์ สามารถตัดใช้ประโยชน์ครั้งแรกเมื่ออายุ 60-70 วันหลังปลูก หลังจากนั้นตัดครั้งต่อไปทุก ๆ 30-45 วัน หญ้ารุ่นที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ทั้งในรูปแบบของการตัดสด การปล่อยสัตว์เข้าแทะเล็ม การทำหญ้าแห้ง และหญ้าหมัก (กรมปศุสัตว์, 2545ค)

#### 2.2.4 หญ้ามูลาโต 2 (Mulato II)

หญ้ามูลาโต 2 (*Brachiaria hybrid cv. Mulato II*) เป็นหญ้าพันธุ์ลูกผสมระหว่างหญ้ารัฐ (*Brachiaria ruziziensis*) หญ้าซิกแนลนอน (*Brachiaria decumbens*) และหญ้าซิกแนลตั้ง (*Brachiaria brizantha*) ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นโดย CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) เป็นหญ้าอาหารสัตว์เขตร้อนพันธุ์ใหม่มีคุณภาพดีมากให้ผลผลิตสูง ลักษณะของหญ้ามูลาโต 2 คือ ใบมีขนที่อ่อนนุ่ม ลำต้นเป็นทรงพุ่ม และมีลักษณะเป็นปล้อง ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งระหว่าง 2.5 – 3.0 ตัน/ไร่/ปี มีคุณภาพโปรตีนหยาบสูงเฉลี่ยถึง 12-14% สามารถปลูกในพื้นที่ดินร่วนปนทราย และจัดเป็นหญ้าที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมแห้งแล้งได้ดี ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดพันธุ์หรือหน่อพันธุ์ (กองอาหารสัตว์, 2551) สามารถตัดใช้ประโยชน์ครั้งแรกเมื่ออายุ 60 วัน หลังจากนั้นตัดใช้งานได้ทุก ๆ 30-45 วัน ที่สำคัญทนต่อการเหยียบย่ำและปล่อยสัตว์แทะเล็มได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำเป็นหญ้าแห้งและหญ้าหมัก (กานดา นาคมณี และคณะ, 2549)

### 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์

การเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตหญ้าอาหารสัตว์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ Tudsri *et al.* (2002) พบว่าหากปลูกหญ้ากินนีสีม่วงในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำจะได้รับผลกระทบค่อนข้างมาก เนื่องจากจะทำให้ความสูง การแตกกอ จำนวนใบ และพื้นที่ใบลดลง Hare *et al.* (2013) พบว่าการเพิ่มระยะเวลาการตัดจะทำให้หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ากินนิมอมบาซามีน้ำหนักแห้งรวมเพิ่มขึ้นแต่จะทำให้ปริมาณโปรตีนในใบและลำต้นลดลงทั้ง 2 ปีที่ทำการศึกษา Hare *et al.* (2014) รายงานว่าอัตราเมล็ดที่ใช้ปลูกมีผลต่อการแตกกอของหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนิมอมบาซา โดยการปลูกในฤดูฝนด้วยอัตราเมล็ดพันธุ์ที่ต่ำจะทำให้หญ้าทั้งสองชนิดมีการแตกกอดีกว่าการปลูกโดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ที่สูงขึ้น แต่พบว่าหญ้ากินนิมอมบาซาจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วง 23 % สำหรับในฤดูแล้งพบว่าหญ้าทั้งสองชนิดให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่หญ้ากินนิมอมบาซามีการแตกกอมากกว่าหญ้ากินนีสีม่วง ชิต ยุทธวรวิทย์ และคณะ (2538) รายงานว่าหญ้ากินนีสีม่วงมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 64 กก. N/ไร่ โดยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเท่ากับ 3.4 ตัน/ไร่/ปี เมื่อปลูกในดินชุดหุบกระพง จังหวัดเพชรบุรี ในสภาพชลประทาน และยังพบว่าในการตัดทุก ๆ 8 สัปดาห์จะทำให้หญ้ากินนีสีม่วงมีน้ำหนักแห้งสูงกว่าการตัดทุก ๆ 4 สัปดาห์ แต่จะมีปริมาณโปรตีน และ ADF ลดลง ในขณะที่อรอนงค์ พิมพ์คำไหล (2541) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงขึ้นจะช่วยเพิ่มผลผลิต โปรตีนหยาบ และ NDF ของหญ้า

กินนีสีม่วงซึ่งสูงกว่าหญ้าชิกแนล และหญ้าจาร์รา นอกจากปัจจัยที่กล่าวมาแล้ว วนิดา ทองวินิช ศิลป (2538) ซึ่งให้เห็นว่าชนิดของปุ๋ยโตรเจนก็นับว่ามีความสำคัญ โดยพบว่าหญ่ากินนีสีม่วงที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในทุกอัตราที่ใช้ศึกษา ให้ผลผลิตน้ำหนักรวม ผลผลิตไนโตรเจนรวม ผลผลิตโปรตีนรวม ผลผลิตฟอสฟอรัสรวม และผลผลิตโพแทสเซียมรวมสูงกว่าหญ่ากินนีสีม่วงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยยูเรีย อากาศร เพื่อถึ และคณะ (2559) เปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยคอกมูลวัว โดยใส่ในอัตราตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2549) และใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินด้วยชุดตรวจสอบดินภาคสนาม (ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ ประทีป วีรพัฒน์นิรันดร์, 2554) พบว่าวิธีการที่ทำให้หญ่ากินนีมอมบาชามีแนวโน้มการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูง คือ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตตามค่าวิเคราะห์ดิน แต่งานวิจัยดังกล่าวทำในระยะเวลาสั้นเพียง 3 เดือน ต่อมาพงษ์พิพัฒน์ อธิศัยตระกูล และคณะ (2560) จึงได้ทำการศึกษาต่อและยืนยันผลการทดลองว่าหญ่ากินนีมอมบาชามีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยคอกมูลวัว และต้องใส่ในปริมาณที่พืชต้องการ ในขณะที่ ทยานี แน่นอน และคณะ (2560) รายงานว่าปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตทั้งที่ใส่ตามคำแนะนำและค่าวิเคราะห์ดิน มีผลทำให้หญ่ากินนีมอมบาชามีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ค่าความคงเขียวของใบ (SPAD chlorophyll meter reading; SCMR) และผลผลิต สูงกว่าวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยคอกมูลวัว ซึ่งการศึกษานี้พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์มีความสัมพันธ์กับการสะสมน้ำหนักรวมและน้ำหนักรวมของหญ่ากินนีมอมบาช

Tadesse *et al.* (2004) เปรียบเทียบผลผลิตและคุณภาพของหญ่ารัฐซีและหญ่าเนเปียร์แคะที่ปลูกในประเทศไทย โดยมีการตัดในระดับที่แตกต่างกัน คือ ระดับ 5 และ 20 เซนติเมตรที่ปลูกในฤดูแล้งและติดตามผลกระทบท่อนเนื่องในฤดูฝน พบว่าหญ่าเนเปียร์แคะให้ผลผลิตสูงกว่าหญ่ารัฐซีและการตัดที่ระดับ 20 เซนติเมตรทำให้หญ่าทั้ง 2 ชนิดมีผลผลิต ปริมาณโปรตีน NDF และ ADF สูงกว่าการตัดที่ระดับ 5 เซนติเมตรในทั้ง 2 ฤดูปลูก ศศิธร ถิ่นนคร (2531) หญ่ารัฐซีให้ผลผลิตใกล้เคียงกับหญ่าขน หญ่าไคโร แต่น้อยกว่าหญ่ากินนี หญ่าชิกแนล หญ่าเฮมิล และหญ่าเนเปียร์ ตลอดฤดูฝนที่ตัดทุก 40-50 วัน สมชาย ศรีพูล (2535) ศึกษาอิทธิพลของการตัดค้ำที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของหญ่าพืชอาหารสัตว์ 8 ชนิดทั้งในสภาพเรือนทดลองและแปลงปลูก พบว่า การตัดที่ระดับความสูง 1 นิ้วจากพื้นดิน หญ่าชิกแนลให้ผลผลิตสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหญ่าชนิดอื่น ๆ และพบว่าในสภาพเรือนทดลองหญ่ารัฐซีมีความสามารถในการแตกกอดีและให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากหญ่าชิกแนลและหญ่าแกมบ้า สำหรับในสภาพแปลงทดลองพบว่าหญ่าชิกแนลยังคงให้ผลผลิตสูงกว่าหญ่าชนิดอื่น ๆ รองลงมาคือหญ่าแกมบ้า และหญ่าซาบิ ตามลำดับ ประพนธ์ บุญเจริญ และคณะ (2546) รายงานว่าปกติแปลงปลูกหญ่ารัฐซีที่ผ่านการใช้ประโยชน์มาหลายปีจะมีปริมาณผลผลิตและคุณภาพลดลง แต่สามารถปรับปรุงให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นได้โดยการจัดการไถพรวนร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอก ซึ่งจะทำให้หญ่ามีผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการจัดการแบบการไถพรวนร่วมกับการปลูกถั่ว 1 2 และ 3

ชนิดนอกจากนี้ Louw-Gaume *et al.* (2010) ศึกษาการตอบสนองของหญ้ารัฐและหญ้าซิกแนลนอนที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคภายใต้สภาพการใส่ฟอสฟอรัสในปริมาณที่ต่ำและสูง พบว่าหญ้ารัฐมีมวลชีวภาพสูงกว่าหญ้าซิกแนลทั้งสองระดับการใช้ฟอสฟอรัส

Hare *et al.* (2009) พบว่าผลผลิตเฉลี่ย 3 ปี ของหญ้ามูลาโต 2 ให้ผลผลิตสูงที่สุดใกล้เคียงกับหญ่ากินนีสีม่วง ในขณะที่หญ่ารัฐให้ผลผลิตต่ำสุด คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12,613 11,468 และ 9,560 กก./เฮกตาร์ ในขณะที่จักรพงษ์ ชายคง และคณะ (2556) รายงานว่าหญ่ากินนีสีม่วงและหญ้ามูลาโต 2 ในช่วงอายุการตัดทุกๆ 10 วัน ตั้งแต่ 20-60 วัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 732 และ 474 กรัม/ตารางเมตร จุฑามาศ สิทธิวงศ์ และคณะ (2553) ศึกษาผลผลิตเมล็ดของหญ้ามูลาโต 2 และหญ่ารัฐแห้ง พบว่าหญ้ามูลาโต 2 ให้ผลผลิตเมล็ดมีน้ำหนักมากกว่าผลผลิตเมล็ดหญ่ารัฐเกือบ 2 เท่า โดย 1,000 เมล็ด มีน้ำหนักสูงถึง 8.7 กรัม คุณดาว คนยัง และคณะ (2561) รายงานว่าเชื้อใย NDF และ ADF ของหญ่าในกลุ่มกินนีสีม่วงและกินนีมอมบาช่าซึ่งเป็นหญ่าในกลุ่ม Panicum มีค่าสูงกว่าหญ่ารัฐและมูลาโตซึ่งเป็นหญ่าในกลุ่ม Brachiaria โดยมีค่า 66.17-67.72 % เทียบกับ 56.39-56.77 % ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันของหญ่า 2 กลุ่ม ผลดังกล่าวสอดคล้องกับ Ortega-Gómez *et al.* (2011) รายงานว่าหญ่าในกลุ่ม Panicum มีค่าเฉลี่ยของเชื้อใย ADF สูงกว่าหญ่าในกลุ่ม Brachiaria

## 2.4 รูปของไนโตรเจนในดิน (forms of soil nitrogen)

ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก พบในรูปของก๊าซ  $N_2$  เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะอยู่ในชั้นบรรยากาศประมาณ 78 % ส่วนในดินมีปริมาณของ  $N_2$  น้อยมาก เมื่อเทียบกับส่วนอื่น ๆ แต่สำหรับในพืชมีประโยชน์โดยตรงมากถึง 90 % ของไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในรูปของอินทรีย์ไนโตรเจน (organic nitrogen) และอยู่ในรูปของอนินทรีย์ไนโตรเจน (inorganic nitrogen) โดยทั่วไปพืชส่วนใหญ่จะดูดใช้ในไนโตรเจนในรูปของ  $NO_3^-$  มากกว่า  $NH_4^+$

อินทรีย์ไนโตรเจนในดิน (soil organic nitrogen) อินทรีย์ไนโตรเจนในดินมีมากกว่า 90 % ของไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยมีส่วนประกอบคือ โปรตีนประมาณ 20-40 % และสารประกอบโมเลกุลเชิงซ้อนชนิดอื่นๆ อีกอยู่หลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ amine group ( $-NH_2$ ) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ amino acid และ amino sugars สารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในอินทรีย์วัตถุของดิน ซึ่งไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุถึงแม้จะไม่เป็นประโยชน์สำหรับพืชในขณะนั้น แต่เมื่อถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายจะค่อยๆ แปรสภาพเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนแล้วเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียมไอออน ( $NH_4^+$ ) และไนเตรทไอออน ( $NO_3^-$ ) นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของ hexosamines (5-10 %), purine และ pyrimidine derivative (~1 %) และสารประกอบเชิงซ้อนต่าง ๆ

อนินทรีย์ไนโตรเจนในดิน (soil inorganic nitrogen) ) อนินทรีย์ไนโตรเจนในดินมีเพียง 2 % ของ ไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ได้มาจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ เมื่อสลายตัวอนินทรีย์ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) และไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) โดยทั่วไปมักจะพบสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินที่มีปริมาณน้อย โดยในรูปของ  $\text{NH}_4^+$  พืชจะดูดไปใช้น้อยกว่าในรูปของ  $\text{NO}_3^-$  เพราะมีความเข้มข้นสูงเมื่อพืชได้รับ  $\text{NH}_4^+$  ในปริมาณที่มากอาจจะเป็นพิษต่อพืชได้ อย่างไรก็ตามพืชควรได้รับไนโตรเจนในรูปของ  $\text{NO}_3^-$  และ  $\text{NH}_4^+$  ในปริมาณที่เหมาะสม แต่สารประกอบทั้งสองมักจะมีปริมาณจำกัดในดิน และมักจะสูญเสียได้ง่ายโดยกระบวนการต่างๆ เช่น การชะล้าง (leaching) และกระบวนการอื่น ๆ เช่น biological reduction of  $\text{NO}_3^-$  (denitrification) ในขณะที่พืชต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากสำหรับการเจริญเติบโต ดังนั้นเราจึงมักกล่าวว่าไนโตรเจนเป็นธาตุที่มักจะจำกัดการเจริญเติบโตของพืช (ยงยุทธ โอสดสภา, 2558)

## 2.5 อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์

การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนให้ถูกต้องเหมาะสมจะช่วยส่งเสริมให้หญ้าอาหารสัตว์มีการเจริญเติบโตดี ปริมาณ โปรตีนและผลผลิตสูง สายพันธ์ ทัดศรี และ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์ (2531) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจะทำให้ผลผลิตของหญ้าขน หญ้าไรต์ส หญ้าบัพเฟล และหญ้าแพนโกล่ายักษ์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในทำนองเดียวกัน สายพันธ์ ทัดศรี และคณะ (2542ก) รายงานว่า ผลผลิตและระดับโปรตีนของหญ้าซีพีแพนโกล่าจะเพิ่มขึ้นตามระดับปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของผลผลิตมาจากส่วนของลำต้นและใบเป็นหลักและอยู่ในระดับสูงกว่าใบตายในทุกอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ นอกจากนี้ สายพันธ์ ทัดศรี และคณะ (2542ข) ยังรายงานว่าการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่หญ้าซีพีแพนโกล่า จะทำให้มีผลผลิตและปริมาณโปรตีนสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเพียงครั้งเดียว โดยเฉพาะการใส่เมื่อหญ้ามีอายุ 30 วัน ระดับโปรตีนจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนและจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุพืชเพิ่มขึ้น นพมาศ นามแดง (2545) ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอูบลพาสพาลัม ในสภาพดินทรายปนร่วน ที่มีสภาพเป็นกรด และความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 10 และ 20 กก. N/ไร่/ครั้ง หลังการตัด มีผลทำให้หญ้าอูบลพาสพาลัม เจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้รับปุ๋ยและมีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนสูงกว่า แต่พบว่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในต้นหญ้าอูบลพาสพาลัมลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในขณะที่ฟงศ์พิพัฒน์ อธิชัยตระกูล และคณะ (2560) รายงานว่าหญ้างินนิมอมบาชามีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยคอกมูลวัว และต้องใส่ในปริมาณที่พืชต้องการ นอกจากนี้ไนโตรเจนจะมีผลต่อการให้ผลผลิตและโปรตีนในหญ้าอาหารสัตว์ ยังมีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยยูเรียและแอมโมเนียมซัลเฟตมีผลทำให้หญ้างินนิมอมบาชามีปริมาณคลอโรฟิลล์ ค่าคงความเขียวของใบ (SPAD chlorophyll

meter reading ; SCMR) และผลผลิตสูงกว่าวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยคอกมูลวัว ซึ่งการศึกษาดังกล่าวนี้พบด้วยปริมาณคลอโรฟิลล์ มีความสัมพันธ์กับสะสมน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งของหญ้างินนิมอมบาซา (ชยานี แน่นอน และคณะ, 2560)

## 2.6 ประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในหญ้าอาหารสัตว์

ในโตรเจนทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน ช่วยให้พืชมีสีเขียว เร่งการเจริญเติบโตทางใบ การสร้างคลอโรฟิลล์ของใบ พืชที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนจะมีลักษณะใบสีเขียวขึ้นจนถึงเขียวเข้ม พืชจะใช้มากในระยะต้นอ่อน หากขาดธาตุนี้ก็จะแสดงอาการใบเหลือง ใบมีขนาดเล็กลง ลำต้นแคระแกร็นและให้ผลผลิตต่ำ (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน, 2559) ในโตรเจนเป็น องค์ประกอบของพืชประมาณร้อยละ 18 และปริมาณไนโตรเจนกว่าร้อยละ 80 - 85 ของไนโตรเจนทั้งหมดที่พบในพืชจะเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ร้อยละ 10 เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก และร้อยละ 5 เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่ละลายได้ โดยทั่วไป ธาตุไนโตรเจนในดินมักขาดแคลนมากกว่าธาตุอื่น โดยพืชนำไนโตรเจนที่มาใช้ผ่านการดูดซึมจากรากในดินในรูปของไนเตรท ( $\text{NO}_3^-$ ) และแอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ ) (สายัณห์ ทศศรี, 2548) ธาตุไนโตรเจนในดินมักสูญเสียได้ง่ายจากการชะล้างในรูปของไนเตรท หรือเกิดการระเหยของแอมโมเนีย ดังนั้นหากต้องการให้พืชได้รับไนโตรเจนเพียงพอต่อการเจริญเติบโต จึงต้องใส่ธาตุไนโตรเจนลงไปดินในรูปของปุ๋ย นอกจากนี้พืชยังได้รับไนโตรเจนจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ และการแปรสภาพของสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ในดิน รวมถึงการได้รับจากพืชบางชนิด เช่น พืชตระกูลถั่วที่มีไรโซเบียมช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ความต้องการธาตุไนโตรเจนของพืชขึ้นกับหลายปัจจัย อาทิเช่น ชนิดของพืช อายุของพืช และฤดูกาล โดยธาตุไนโตรเจนมีความสำคัญต่อพืช โดยเฉพาะในระยะแรกของการเจริญเติบโต คือช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตดีและตั้งตัวได้เร็ว ส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ ให้มีสีเขียวเข้ม ช่วยสร้างโปรตีนให้แก่พืช เป็นต้น

การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่ถูกต้องและเหมาะสมจะเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ ในปัจจุบันหญ้าอาหารสัตว์เขตร้อนที่เกษตรกรนิยมปลูกมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดก็จะมี การตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen use efficiency; NUE) แตกต่างกัน โดยสายัณห์ ทศศรี และ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์ (2531) รายงานว่าในช่วงฤดูฝนหญ้างิน (*Brachiria mutica*) และหญ้างินโกล่ายักษ์ (*Digitaria spp.*) จะมีประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยยูเรียสูงกว่าหญ้าโรดส์ (*Chloris gayana*) และหญ้างินบัพเฟล (*Cenchrus ciliaris*) ในขณะที่สมพร คนยงค์ และ วิโรจ อัมพิทักษ์ (2528) ชี้ให้เห็นว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของหญ้างินนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนแล้วยังขึ้นอยู่กับชนิดดินอีกด้วย Lemus *et al.* (2008) รายงานว่าประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนของหญ้างิน

Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) ซึ่งเป็นหญ้าพื้นเมืองของอเมริกาจะขึ้นอยู่กับสถานที่ปลูกและยังมีความแปรปรวนระหว่างปีที่ปลูก นอกจากนี้มีรายงานว่าชนิดของปุ๋ยและอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนก็นับว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์เช่นกัน โดยประเสริฐ บุญพิทักษ์กิจ และ วิโรจ อิ่มพิทักษ์ (2535) พบว่าหญ้างินนิ (*Panicum maximum* Jacq.) ที่ปลูกในชุดค่าแพงแสมมีประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและปุ๋ยยูเรียตามลำดับ ซึ่งความรู้ดังกล่าวมีประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าอาหารสัตว์ในการตัดสินใจเลือกชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่จะใช้ในแปลงปลูกได้ สำหรับการเพิ่มศักยภาพและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของพืชนั้นสามารถทำได้แต่ต้องใส่ให้ถูกอัตรา ถูกเวลา และถูกตำแหน่งหรือจุดที่ใส่ปุ๋ย (Roberts, 2008)

การสะสมไนโตรเจน (nitrogen accumulation) ในดินพืชก็นับว่ามีความสำคัญมากเช่นกัน เนื่องจากมีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งระหว่างการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบของพืช การสร้างโปรตีน และลักษณะทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับผลผลิต วนิดา ทองวินชิตพล (2538) ใช้เทคนิค  $^{15}\text{N}$  ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและสมดุลของไนโตรเจนในระบบการปลูกหญ้างินนิสีม่วงในดินชุดค่าแพงแสม พบว่ามีหญ้าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเฉลี่ย 26 % ในขณะที่หากได้รับปุ๋ยยูเรียจะมีประสิทธิภาพเพียง 18 % แต่ค่าวิเคราะห์จะสูงขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยในอัตราที่สูงขึ้น และมีสมดุลของไนโตรเจนเฉลี่ยทุกชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ย ในส่วนของต้น และ ราก เท่ากับ 23 และ 4 % ตามลำดับ เหลือตกค้างอยู่ในดินเท่ากับ 31 % และสูญเสียไปในอากาศเท่ากับ 42 % ซึ่งเทคนิคดังกล่าวทำให้สามารถติดตามการเคลื่อนย้ายไนโตรเจนในดินพืชได้ แต่มีข้อจำกัดคือต้องเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ต้องอาศัยความชำนาญ และเครื่องมือตรวจวัดที่เฉพาะ อย่างไรก็ตามข้อมูลด้านประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในหญ้าอาหารสัตว์พันธุ์ใหม่ ๆ ที่นิยมปลูกกันในปัจจุบันยังมีค่อนข้างน้อย เช่น หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้ารุจี หญ้ากินนิมอมบาช่า และหญ้ามูลาได้ 2 เป็นต้น อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลการเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้านประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์อย่างไรกับสรีรวิทยาการเจริญเติบโตที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาที่สำคัญในหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในประเด็นดังกล่าวนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อแนวทางการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนในระบบการปลูกหญ้าอาหารสัตว์มากไปกว่านั้นจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์หญ้าอาหารสัตว์เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นเกณฑ์การคัดเลือกพันธุ์พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดีต่อไป

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 สถานที่ทำการทดลอง

3.1.1 แปลงทดลองภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.1.2 ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.1.3 ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### 3.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

ทำการทดลองระหว่างเดือนสิงหาคม 2560 – เดือนพฤษภาคม 2561 โดยปลูกตั้งแต่วันที่ 4 ตุลาคม 2560 ตัดปรับแต่งต่อ วันที่ 4 ธันวาคม 2560 หลังจากนั้นเริ่มทำการตัดครั้งที่ 1 (16 มกราคม 2561) ตัดครั้งที่ 2 (27 กุมภาพันธ์ 2561) ตัดครั้งที่ 3 (9 เมษายน 2561) และตัดครั้งที่ 4 (17 พฤษภาคม 2561)

#### 3.3 สภาพภูมิอากาศ

ทำการเก็บบันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศตลอดระยะเวลาการทำงานทดลองตั้งแต่วันที่ปลูก (วันที่ 4 ตุลาคม 2560) จนไปถึงการตัดครั้งที่ 4 (วันที่ 17 พฤษภาคม 2561) โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากสถานีอากาศตรวจอากาศเกษตรบางนา (Bangna Agrometeorological Station) สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของกรมอุตุนิยมวิทยา (<http://www.aws-observation.tmd.go.th/web/climate/climate.past.asp>) ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ใกล้แปลงปลูกมากที่สุด

#### 3.4 การวางแผนการทดลอง

การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยระหว่างบล็อกมีความแตกต่างด้านความสม่ำเสมอของดินที่นำมาใช้ในการปลูกเนื่องจากการนำดินมาจาก อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี จำนวน 2 ครั้ง ต่างระยะเวลากัน โดยจัดสิ่งทดลองแบบ 3 x 4 Factorial ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ A คือ การใส่ปุ๋ย

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (Control)
2. ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
3. ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0)

ปัจจัยที่ B คือ ชนิดหญ้าอาหารสัตว์

1. หญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum* cv. TD 58)
2. หญ้ากินนีมอมบาซา (*Panicum maximum* cv. Mombasa)
3. หญ้ารูซี (*Brachiaria ruziziensis*)
4. หญ้ามูลาโต 2 (*Brachiaria hybrid* cv. Mulato II)

### 3.5 การเตรียมดิน

นำดินที่ได้มาจาก อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี ซึ่งเป็นชุดดินฉะเชิงเทรา (Chachoengsao Series; Cc) โดยมีลักษณะเนื้อเป็นดินเหนียว สีเทาดำ นำมาตากแดดอย่างน้อย 1 สัปดาห์ จากนั้นย่อยดินให้ละเอียด นำมาใส่ในบ่อซีเมนต์รูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 1 x 1 เมตร สูงประมาณ 40 เซนติเมตร จำนวน 48 บ่อ ปริมาณ 500 กก./บ่อ โดยแต่ละบ่อให้ผิวดินห่างจากปากบ่อซีเมนต์ประมาณ 5 เซนติเมตร โดยก่อนการปลูกพืชจะทำการสูมเก็บตัวอย่างดิน เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนปลูก พบว่าดินมีความเป็นกรดจัดมีค่า pH ประมาณ 4.9 จึงได้ใส่ปุ๋ยขาวในอัตรา 100 กก./ไร่ (สายัณห์ ทัดศรี, 2547) เพื่อปรับสภาพดิน

### 3.6 การปลูก และการดูแลรักษา

ทำการเพาะเมล็ดพันธุ์หญ้าแต่ละชนิดในถาดเพาะ เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 30 - 40 วัน จึงทำการย้ายลงปลูกในบ่อซีเมนต์ที่เตรียมไว้ โดยแต่ละบ่อจะปลูก 4 ต้น ใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร โดยก่อนปลูกทุกบ่อซีเมนต์ (ทุกกรรมวิธี) จะมีการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น มีการดูแลกำจัดวัชพืชหลังย้ายปลูกหญ้าไปแล้วประมาณ 2-3 สัปดาห์ หรือกำจัดเมื่อพบว่าวัชพืชขึ้นหนาแน่น ส่วนเรื่องการให้น้ำสำหรับช่วงแรกควรระมัดระวัง โดยควรมีการรดน้ำทุกวันจะช่วยให้หญ้าตั้งตัวได้เร็วขึ้น แต่ต้องระวังไม่ให้เกิดน้ำขังในบ่อซีเมนต์เพราะจะทำให้ต้นหญ้าเน่าและตายได้ ซึ่งภายหลังการปลูกจะมีการให้น้ำด้วยระบบแบบพ่นฝอยทุก ๆ 2 วัน เป็นเวลา 40 นาที หรือจนกว่าดินจะชุ่ม แต่สำหรับช่วงแรกควรมีการรดน้ำทุกวันเพื่อช่วยให้หญ้าตั้งตัวได้เร็ว และจะทำเก็บบันทึกข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพทุก ๆ 40 วัน หญ้าจะตัดให้เหนือระดับความสูง 0-5 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหญ้า และใส่ปุ๋ยบำรุงต่อหลังการตัดตามกรรมวิธีทุกครั้ง โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปยูเรีย (46-0-0) และรูปแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ตามคำแนะนำกรมปศุสัตว์ สำหรับหญ้ากินนีสีม่วง (กรมปศุสัตว์, 2545ก) หญ้ากินนีมอมบาซา (กรมปศุสัตว์, 2545ข) และ

หญ้ารูซี่ (กรมปศุสัตว์, 2545ค) โดยมีคำแนะนำให้ใส่ในอัตรา 10 กก. N/ไร่/ครั้ง เพื่อบำรุงตอทุกครั้ง หลังตัด

### 3.7 การเก็บตัวอย่างดินหลังตัดทุก 40 วัน

การเก็บบันทึกข้อมูลด้าน การเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ จะดำเนินการเก็บข้อมูลทุก ๆ 40 วัน โดยภายหลังการตัด จะมีการสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละบ่อ ซีเมนต์ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในดิน โดยการวิเคราะห์ไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) และแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) นำดินที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างไปตากในที่ร่มแล้วไปทำให้ละเอียดโดยผ่านตะแกรงที่มีความถี่ 2 ซม. และนำไปชั่งน้ำหนักดิน 6 กรัมของแต่ละทริตเมนต์เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  ด้วยวิธี Cu-Cd Reduction Method (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) และ  $\text{NH}_4^+$  ด้วยวิธี Indophenol Blue Method (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) จากนั้นภายหลังจากการตัดทุก 40 วัน และมีการสุ่มตัวอย่างเพื่อไปวิเคราะห์คุณสมบัติของดินแล้ว จะมีการใส่ปุ๋ยบำรุงตอตามแต่ละกรรมวิธีลงบ่อซีเมนต์

### 3.8 การบันทึกข้อมูล ประกอบไปด้วยการศึกษา 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

#### 3.8.1 การบันทึกข้อมูลของการศึกษาส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

โดยการเก็บบันทึกข้อมูลด้าน ลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด จะดำเนินการเก็บข้อมูลทุก ๆ 40 วัน ก่อนตัดจะทำการวัดค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ใบที่ 3 นับจากยอดลงมา ในช่วงเวลา 10.00-11.00 น. โดยเครื่องวัด SPAD ยี่ห้อ Minolta รุ่น 502 วัดความสูงต้น นับจำนวนหน่อตอกอ จากนั้นนำมาแยกส่วนของใบ และต้นเพื่อนำไปชั่งน้ำหนักสด และคำนวณหาดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) พื้นที่ใบเฉพาะ (specific leaf area; SLA) จากนั้นส่วนต่าง ๆ ของพืชไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งจะคงที่ เมื่ออบเสร็จนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง และนำมาคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตช่วงหลังตัดถึงเก็บเกี่ยว (crop growth rate ; CGR) หลังจากนั้นนำตัวอย่างต้นและใบมาผสมกันและนำมาบดให้ละเอียดโดยผ่านตะแกรงที่มีความถี่ 2 มม. แล้วสุมนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชด้วยเครื่อง CNS analyzer (LECO Corporation, 2016) องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีนหยาบ (crude protein; CP), neutral-detergent fiber (NDF), acid-detergent fiber (ADF), lignin, cellulose และ hemicellulose โดยวิธีการหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

### 3.8.1.1 การคำนวณหาลักษณะทางสรีรวิทยา ประกอบไปด้วย

3.8.1.1.1 การคำนวณหาดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) คือ ค่าที่บ่งบอกปริมาณใบพืชต่อหน่วยพื้นที่ดิน คำนวณได้จากสูตร

$$\text{Leaf area index} = \frac{\text{LA}}{\text{GA}}$$

โดย LA = พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)

GA = พื้นที่ดิน (ตร.ซม.)

3.8.1.1.2 การคำนวณหาพื้นที่ใบเฉพาะ (specific leaf area; SLA) คือ ค่าที่บ่งบอกลักษณะการเรียงตัวหรือความหนาแน่นของใบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่น้ำหนักของใบ หรือเป็นค่าที่บ่งบอกความหนาบางของใบ คำนวณได้จากสูตร

$$\text{Specific leaf area} = \frac{\text{LA}}{\text{LW}}$$

โดย LA = พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)

LW = น้ำหนักแห้งใบ (กรัม)

3.8.1.1.3 การคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate; CGR) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งของพืชต่อหน่วยพื้นที่ดินต่อหน่วยเวลา คำนวณได้จากสูตร

$$\text{Crop growth rate} = \frac{1}{\text{GA}} \times \left[ \frac{\text{W}_2 - \text{W}_1}{\text{T}_2 - \text{T}_1} \right]$$

โดย GA = พื้นที่ดิน (ตร.ม)

W<sub>1</sub> = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T<sub>1</sub> (กรัม)

W<sub>2</sub> = น้ำหนักแห้งทั้งหมดที่ระยะเวลา T<sub>2</sub> (กรัม)

T<sub>1</sub> = ระยะเวลาการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมดครั้งที่ 1 (วัน)

T<sub>2</sub> = ระยะเวลาการวัดน้ำหนักแห้งทั้งหมดครั้งที่ 2 (วัน)

### 3.8.1.2 การวิเคราะห์หาลักษณะทางคุณภาพ ประกอบไปด้วย

#### 3.8.1.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในต้นพืช

สุ่มตัวอย่างพืชที่ได้จากการบดละเอียด 0.1xxx กรัม นำไปทำการวัดปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ในพืชทั้งต้น ด้วยเครื่อง CNS analyzer (LECO Corporation, 2016) เพื่อนำมาคำนวณหา % ความเข้มข้นของโปรตีนหยาบ (crude protein; CP)

#### 3.8.1.2.2 การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของโปรตีนหยาบ (crude protein; CP)

จากสูตร

$$\% \text{ โปรตีนหยาบ} = \frac{\text{ความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นพืช (\%)} \times \text{ค่าแฟกเตอร์}}{6.25}$$

รายการ	ค่าแฟกเตอร์
ข้าวสาลี	5.70
นมและผลิตภัณฑ์นม	6.38
พืชอาหารสัตว์และอาหารสัตว์	6.25

ที่มา : คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา (ไม่ระบุ พ.ศ.)

#### 3.8.1.2.3 การวิเคราะห์หา neutral-detergent fiber (NDF)

นำตัวอย่างพืชจากการบดละเอียดโดยนำซ้ำที่ 1 มารวมกับ ซ้ำที่ 2 และนำซ้ำที่ 3 มารวมกับ 4 จากนั้นสุ่มตัวอย่างน้ำหนัก 100 กรัม ไปวิเคราะห์ จึงทำให้จำนวนซ้ำของตัวอย่างในการศึกษาส่วนนี้ลดลง เหลือเพียง 2 ซ้ำ หรือมีเพียง 24 ตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์หา neutral-detergent fiber (NDF) เป็นการต้มตัวอย่างในสารฟอกที่เป็นกลาง ซึ่งส่วนประกอบภายในเซลล์จะถูกละลายออกมา อยู่ในสารละลาย ขณะที่ส่วนที่เป็นเยื่อใย (cell wall) จะไม่ถูกย่อยละลายได้ ซึ่งเรียกส่วนนี้ว่า NDF ซึ่งประกอบด้วย cellulose, hemicelluloses และ lignin

การคำนวณหา NDF (คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา, ไม่ระบุพ.ศ.)

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

$$W1 = \text{น้ำหนัก crucible} + \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

$$W2 = \text{น้ำหนัก crucible}$$

$$W3 = \text{น้ำหนักตัวอย่าง}$$

% ash NDF คือ % ash ที่ได้มาจากขั้นตอนการเผาในการวิเคราะห์หา NDF

#### 3.8.1.2.4 การวิเคราะห์หา acid-detergent fiber (ADF)

เป็นการย่อย NDF ออกโดย hemicelluloses จะละลายอยู่ในสารฟอกที่เป็นกรด ส่วนที่เหลือที่ไม่ละลายได้แก่ โปรตีน cellulose lignin และ bound nitrogen

การคำนวณหาเชื้อใย ADF (คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา, ไม่ระบุพ.ศ.)

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

W1 = น้ำหนัก crucible + น้ำหนักตัวอย่าง

W2 = น้ำหนัก crucible

W3 = น้ำหนักตัวอย่าง

% Acid insoluble ash คือ % ash ที่ได้มาจากขั้นตอนการเผาในการวิเคราะห์หา ADF

3.8.1.2.5 การคำนวณหาเชื้อใย lignin (คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา, ไม่ระบุพ.ศ.)

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

W1 = น้ำหนัก crucible + น้ำหนักเชื้อใยหลังการอบ

W2 = น้ำหนัก crucible + น้ำหนักเชื้อใยหลังการเผา

W3 = น้ำหนักตัวอย่าง

3.8.1.2.6 การคำนวณหาเชื้อใย hemicellulose (คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา, ไม่ระบุพ.ศ.)

$$\% \text{ Hemicellulose} = \% \text{ ADF} - \% \text{ NDF}$$

3.8.1.2.7 การคำนวณหาเยื่อ cellulose (คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัย และพัฒนาอาหารสัตว์วันครราชสีมา, ไม่ระบุพ.ศ.)

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

W1 = น้ำหนัก crucible + น้ำหนักตัวอย่าง ADF

W2 = น้ำหนัก crucible + น้ำหนักหลังการอบ

W3 = น้ำหนักตัวอย่าง

### 3.8.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพที่เก็บบันทึกมาวิเคราะห์ ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองที่วางไว้และเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธี โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MSTAT-C (Bricker, 1989)

## 3.8.2 การบันทึกข้อมูลของการศึกษาส่วนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูคใช้ในโตรเจนของหญ้าอาหาร 4 ชนิด ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบที่ต่างกัน

### 3.8.2.1 การเก็บบันทึกข้อมูล

นำผลผลิตและปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชมาคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ประกอบด้วย

3.8.2.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen use efficiency; NUE)

การดูคใช้ในโตรเจน (N-uptake) คำนวณได้จากสูตร

$$N\text{-uptake} = (\text{ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กก./ไร่)} \times \text{ปริมาณไนโตรเจนในต้นพืช (\%)/100}$$

ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen use efficiency; NUE) คำนวณได้จากสูตร (Dobermann, 2005)

$$NUE = \text{ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (กก./ไร่) / ปริมาณ N ที่ใส่}$$

ประสิทธิภาพการผลิตพืช (agronomic efficiency of applied N;  $AE_N$ ) คำนวณได้จากสูตร (Dobermann, 2005)

$$AE_N = (\text{ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งที่ได้จากแปลงที่ใส่ปุ๋ย} - \text{ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งที่ได้จากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย}) / \text{ปริมาณ N ที่ใส่}$$

ประสิทธิภาพเชิงสรีร (physiological efficiency of applied N;  $PE_N$ ) คำนวณได้จากสูตร (Dobermann, 2005)

$$PE_N = (\text{ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งที่ได้จากแปลงที่ใส่ปุ๋ย} - \text{ผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งที่ได้จากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย}) / (\text{ไนโตรเจนในผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งที่ได้จากแปลงที่ใส่ปุ๋ย} (\text{กก./ไร่}) \times \text{ไนโตรเจนในผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งที่ได้จากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย} (\text{กก./ไร่}))$$

ประสิทธิภาพการฟื้นตัว (crop recovery efficiency of applied N;  $RE_N$ ) คำนวณได้จากสูตร (Dobermann, 2005)

$$RE_N = (\text{ไนโตรเจนในผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งที่ได้จากแปลงที่ใส่ปุ๋ย} (\text{กก./ไร่}) - \text{ไนโตรเจนในผลผลิตน้ำหนักรวมแห้งที่ได้จากแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย} (\text{กก./ไร่})) / \text{ปริมาณ N ที่ใส่}$$

### 3.8.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ในไนโตรเจนของหญ้าอาหาร 4 ชนิด ที่เก็บบันทึกมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองที่วางไว้และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกรรมวิธี โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MSTAT-C (Bricker, 1989)

## 3.8.3 การบันทึกข้อมูลของการศึกษาส่วนที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

### 3.8.3.1 การบันทึกข้อมูล

การศึกษานี้โดยการนำข้อมูลด้านลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด จากการศึกษาส่วนที่ 1 และข้อมูลประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูดใช้ในไนโตรเจน จากผลการศึกษานี้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพ กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพ ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

### 3.8.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (simple correlation;  $r$ ) และการวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่าย (simple linear regression) ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูการใช้ไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MSTAT-C (Bricker, 1989)

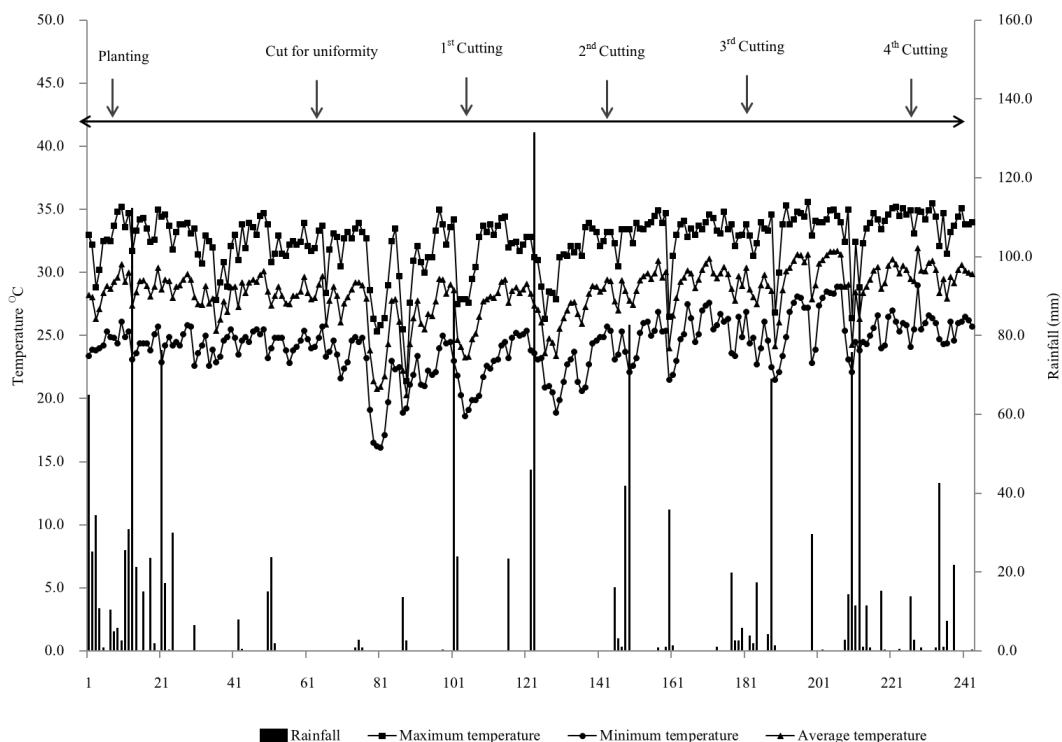
## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 สภาพภูมิอากาศ

ภาพที่ 4.1 แสดงสภาพอากาศตลอดระยะเวลาทำงานทดลองตั้งแต่วันที่ปลูกคือวันที่ 4 ตุลาคม 2560 จนถึงวันตัดครั้งที่ 4 คือวันที่ 17 พฤษภาคม 2561 พบว่าในช่วงหลังปลูกมีฝนตกหนักและตกเกือบทุกวัน โดยในเดือนตุลาคม 2560 มีปริมาณฝนรวมทั้งเท่ากับ 521.4 มิลลิเมตร แต่ในช่วงสองเดือนหลังจากนั้นมีปริมาณฝนลดลงมาก โดยในเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม 2560 มีปริมาณฝนรวมตลอดทั้งเพียง 50 และ 20.8 มิลลิเมตร เท่านั้น ซึ่งเป็นช่วงที่มีการปล่อยให้หญ้ามีการเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนจะมีการตัดเพื่อปรับแต่งตอ เมื่อเริ่มทำตัดและการเก็บบันทึกข้อมูลพบว่าเป็นในช่วงการตัดครั้งที่ 1 ถึงก่อนการตัดทั้งครั้งที่ 3 มีฝนตกหนักเป็นบางช่วง โดยปริมาณฝนรวมในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม 2561 เท่ากับ 316.4 145.5 และ 74.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ และหลังการตัดครั้งที่ 3 ไปจนถึงก่อนตัดครั้งที่ 4 พบว่ามีฝนตกบ่อยขึ้นและแต่ละครั้งมีปริมาณค่อนข้างมาก โดยในช่วงก่อนตัดครั้งที่ 4 มีปริมาณฝนรวมทั้งหมด 442.6 มิลลิเมตร ในช่วงตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกลางเดือนพฤษภาคม 2561

สำหรับอุณหภูมิในช่วงระยะเวลาทำงานทดลองพบว่ามีช่วงอุณหภูมิต่ำเป็นบางช่วง โดยพบว่าการก่อนการตัดครั้งที่ 1 มีช่วงอุณหภูมิลดลงกระทัน ระหว่างวันที่ 17-22 มกราคม 2561 โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่าง 25.6-29.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุด 16.1-19.7 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิปรับขึ้นมาอยู่ในสภาพปกติและลดลงกระทันหันอีกครั้งในช่วงวันที่ 12-14 กุมภาพันธ์ 2561 โดยมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ระหว่าง 27.6-29.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุด 18.6-19.9 องศาเซลเซียส ส่วนในช่วงการตัดครั้งอื่น ๆ พบว่าอุณหภูมิความแปรปรวนค่อนข้างน้อย โดยตลอดระยะเวลาทำงานทดลองมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 32.5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 24.1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 แสดงปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ตั้งแต่วันที่ปลูก (วันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2560) จนถึงวันตัดครั้งที่ 4 (วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2561)

#### 4.2 สมบัติของดินก่อนปลูกและหลังตัดแต่ละครั้ง

ดินที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นชุดดินชะเชิงเทรา (Chachoengsao Series; Cc) ที่นำมาจาก อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีเทาดำ และดินมีความเป็นกรดมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.5-5.5 (กรดจัด) จึงทำการใส่ปูนขาวในอัตรา 100 กก./ไร่ (สายพันธ์ หัดศรี, 2547) เพื่อปรับความเป็นกรดของดิน เมื่อนำมาวิเคราะห์ไนโตรเจนในรูปไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) และแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) ที่เป็นประโยชน์ พบว่าดินก่อนปลูกในแต่ละทริตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยดินที่อยู่ในรูปไนเตรทไอออน มีค่าอยู่ระหว่าง 3.03-4.24 mg N/kg และแอมโมเนียมไอออน มีค่าอยู่ระหว่าง 7.07-8.87 mg N/kg (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) และแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) ในดินก่อนปลูก

Factors	$\text{NO}_3^-$ (mg N/kg)	$\text{NH}_4^+$ (mg N/kg)
<b>Variety (V)</b>		
Purple guinea	3.14	8.51
Mombasa guinea	3.32	7.55
Ruzi	3.74	8.57
Mulato II	3.53	8.44
<b>Fertilizer (F)</b>		
Non-fertilizer	3.57	8.36
Urea (46-0-0)	3.61	7.91
Ammonium sulphate (21-0-0)	3.22	8.22
<b>Variety × Fertilizer</b>		
Purple guinea × Non-fertilizer	3.03	8.77
Purple guinea × Urea	3.34	7.90
Purple guinea × Ammonium sulphate	3.07	8.87
Mombasa guinea × Non-fertilizer	3.55	7.44
Mombasa guinea × Urea	3.30	7.07
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	3.11	8.15
Ruzi × Non-fertilizer	3.75	8.87
Ruzi × Urea	4.24	8.64
Ruzi × Ammonium sulphate	3.24	8.20
Mulato II × Non-fertilizer	3.55	8.40
Mulato II × Urea	3.56	8.07
Mulato II × Ammonium sulphate	3.49	8.85
<b>F-Test</b>		
Variety	ns	ns
Fertilizer	ns	ns
Variety × Fertilizer	ns	ns
<b>C.V. (%)</b>	<b>15.89</b>	<b>13.31</b>

ns = non significant

$\text{NO}_3^-$  (Analysed by Cu-Cd Reduction Method)

$\text{NH}_4^+$  (Analysed by Indophenol Blue Method)

#### 4.2.1 ปริมาณไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) ในดินหลังตัดหญ้าแต่ละครั้ง

ตารางที่ 4.2 แสดงถึงผลการศึกษاثิพลของวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่างๆ ต่อปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  หลังตัดหญ้าทั้ง 4 ครั้ง พบว่าดินในแต่ละบ่อซีเมนต์ที่ปลูกหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 มีปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  ในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่าดินในบ่อหญ้ามูลาไต้ 2 มีไนโตรเจนในรูปไนเตรทไอออนสูงที่สุดมีค่าประมาณ 2.87-4.88 mg N/kg ซึ่งมากกว่าดินในบ่อหญ้านิดอื่น และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  ในดินหลังตัดหญ้าทั้ง 4 ครั้ง พบว่าดินในบ่อหญ้ามูลาไต้ 2 มีปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  สูงกว่าหญ้านิสีม่วง หญ้ากีนนิมอมบาช่า และหญ้ารูซี่ ตามลำดับ

สำหรับอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 และ 2 ปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  ในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าดินที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  สูงที่สุด รองลงมาคือ ดินที่ไม่รับปุ๋ย และดินที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ตามลำดับ ในขณะที่การตัดครั้งที่ 3 และ 4 พบว่าดินที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  สูงที่สุดเท่ากับ 3.78 และ 4.63 mg N/kg ตามลำดับ รองลงมาคือ ดินที่ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าเท่ากับ 3.67 และ 4.28 mg N/kg ตามลำดับ และดินที่ไม่ได้รับปุ๋ยมีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 3.05 และ 4.02 mg N/kg ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  พบว่าดินที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  สูงกว่าดินที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และดินที่ไม่ได้รับปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

ผลการวิเคราะห์พบว่าไม่พบว่ามีปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับรูปแบบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณ  $\text{NO}_3^-$  ในแต่ละบ่อซีเมนต์ที่ทำการปลูกหญ้าอาหารสัตว์ แต่มีแนวโน้มว่าในบ่อที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) จะทำให้มีค่า  $\text{NO}_3^-$  สูงกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ปริมาณไนเตรทไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) ในดินหลังตัดหญ้าแต่ละครั้ง

Factors	$\text{NO}_3^-$ (mg N/kg)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	3.89	2.83	3.67	4.41	3.70
Mombasa guinea	3.71	2.18	3.73	4.36	3.50
Ruzi	3.46	2.54	3.51	4.39	3.30
Mulato II	3.94	2.87	3.71	4.88	4.00
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	4.02	2.38	3.05 <sup>b</sup>	4.02 <sup>c</sup>	3.49 <sup>b</sup>
Urea (46-0-0)	4.05	2.73	3.78 <sup>a</sup>	4.63 <sup>a</sup>	3.80 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	3.99	2.42	3.67 <sup>ab</sup>	4.28 <sup>b</sup>	3.59 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	2.95	2.61	3.66	3.50	3.18
Purple guinea × Urea	2.80	3.20	3.74	4.00	3.44
Purple guinea × Ammonium sulphate	2.92	2.77	3.62	3.87	3.29
Mombasa guinea × Non-fertilizer	3.47	2.06	3.62	4.14	3.32
Mombasa guinea × Urea	3.99	2.53	3.94	4.54	3.76
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	3.67	1.95	3.63	4.40	3.41
Ruzi × Non-fertilizer	4.79	2.53	3.37	4.27	3.68
Ruzi × Urea	4.93	2.39	3.94	4.70	3.88
Ruzi × Ammonium sulphate	3.66	2.69	3.68	4.20	3.56
Mulato II × Non-fertilizer	4.89	2.31	3.45	4.42	3.77
Mulato II × Urea	4.49	2.79	3.94	5.11	4.11
Mulato II × Ammonium sulphate	5.74	2.30	3.74	4.66	4.11
<b>F-Test</b>					
Variety	ns	ns	ns	ns	ns
Fertilizer	ns	ns	*	**	*
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
<b>C.V. (%)</b>	24.61	23.72	16.55	10.63	8.95

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT.

$\text{NO}_3^-$  (Analysed by Cu-Cd Reduction Method)

#### 4.2.2 ปริมาณแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) ในดินหลังตัดหญ้าแต่ละครั้ง

ตารางที่ 4.3 แสดงถึงผลการศึกษاثิทธิพลของวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนชนิดต่างๆ ต่อปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  ในบ่อซีเมนต์ที่ปลูกหญ้าชนิดต่างๆ พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 และ 2 ไม่มีผลทำให้ปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  ในดินแตกต่างกันทางสถิติ แต่สำหรับการตัดครั้งที่ 2-4 พบว่าดินในบ่อที่ปลูกหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดครั้งที่ 3 พบว่าดินในบ่อที่ปลูกหญ้านิสีม่วงและหญ้ารูซี่มีปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  สูงที่สุด เท่ากับ 61.01 mg N/kg รองลงมาคือ ดินในบ่อที่ปลูกหญ้ามูลาโต 2 หญ้ากีนนิมอมบาชา และหญ้านิสีม่วง เท่ากับ 58.09 54.72 และ 44.72 mg N/kg ตามลำดับ ส่วนในการตัดครั้งที่ 4 พบว่าดินในบ่อที่ปลูกหญ้ารูซี่ และหญ้ามูลาโต 2 มีปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 32.22 และ 32.25 mg N/kg ตามลำดับ รองลงมาคือ หญ้ากีนนิมอมบาชา และหญ้านิสีม่วง เท่ากับ 54.72 และ 44.72 mg N/kg ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  ในดินหลังตัดหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ครั้ง พบว่าดินในบ่อที่ปลูกหญ้ารูซี่มีปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  สูงกว่าหญ้านิสีม่วง หญ้ากีนนิมอมบาชา และหญ้ามูลาโต 2 ตามลำดับ

สำหรับอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบต่างๆ พบว่าจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง ปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  ในดินแต่ละบ่อซีเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยดินที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  สูงที่สุดมีค่าประมาณ 8.87-62.10 mg N/kg รองลงมาคือ ดินที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และดินที่ไม่ได้รับปุ๋ย ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  พบว่าดินที่ได้รับปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 37.75 mg N/kg ซึ่งสูงกว่าดินที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และดินที่ไม่ได้รับปุ๋ย มีค่าเท่ากับ 26.16 และ 26.11 mg N/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 4. 3)

เมื่อวิเคราะห์ดินในบ่อที่ปลูกหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิดร่วมกับวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนชนิดต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง แต่มีแนวโน้มว่าดินในบ่อที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีปริมาณ  $\text{NH}_4^+$  สูงกว่าดินในบ่อที่มีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) ในดินหลังตัดหญ้าแต่ละครั้ง

Factors	$\text{NH}_4^+$ (mg N/kg)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	7.62	19.05	44.72 <sup>c</sup>	25.65 <sup>c</sup>	24.25 <sup>c</sup>
Mombasa guinea	8.03	16.38	54.72 <sup>bc</sup>	30.02 <sup>b</sup>	26.92 <sup>b</sup>
Ruzi	6.50	18.11	67.01 <sup>a</sup>	32.22 <sup>a</sup>	30.49 <sup>a</sup>
Mulato II	8.34	17.44	58.09 <sup>b</sup>	32.25 <sup>a</sup>	29.04 <sup>ab</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	7.06 <sup>b</sup>	16.29 <sup>b</sup>	51.74 <sup>b</sup>	28.30 <sup>b</sup>	26.11 <sup>b</sup>
Urea (46-0-0)	8.87 <sup>a</sup>	20.14 <sup>a</sup>	62.10 <sup>a</sup>	30.88 <sup>a</sup>	30.75 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	6.94 <sup>b</sup>	16.82 <sup>b</sup>	52.38 <sup>b</sup>	27.54 <sup>b</sup>	26.16 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	8.25	16.96	38.50	24.63	22.12
Purple guinea × Urea	7.66	22.57	58.60	30.25	29.75
Purple guinea × Ammonium sulphate	6.95	17.64	36.92	22.07	20.90
Mombasa guinea × Non-fertilizer	6.97	15.27	42.27	34.11	24.67
Mombasa guinea × Urea	10.01	18.33	55.78	33.22	29.37
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	7.12	15.55	57.12	27.21	26.72
Ruzi × Non-fertilizer	5.86	15.84	72.36	29.40	30.90
Ruzi × Urea	7.14	20.63	71.10	29.57	32.12
Ruzi × Ammonium sulphate	6.48	17.87	57.78	31.71	28.45
Mulato II × Non-fertilizer	7.13	17.08	53.80	29.08	26.77
Mulato II × Urea	10.68	19.02	62.86	34.49	31.77
Mulato II × Ammonium sulphate	7.22	16.22	57.62	33.17	28.57
<b>F-Test</b>					
Variety	ns	ns	**	*	*
Fertilizer	*	**	*	*	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
<b>C.V. (%)</b>	27.72	15.86	28.32	19.88	16.45

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT.

$\text{NH}_4^+$  (Analysed by Indophenol Blue Method)

### 4.3 การศึกษาส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ต่อลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

#### 4.3.1 ค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR)

ผลการวิเคราะห์ค่า SCMR ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ในการตัดครั้งที่ 1 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีค่า SCMR ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สำหรับการตัดครั้งที่ 2-4 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีค่า SCMR แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยการตัดครั้งที่ 2 หญ้ามูลาโต 2 มีค่า SCMR สูงที่สุด เท่ากับ 45.2 รองลงคือ หญ้ารูซี่ หญ้ากินนิมอมบาช่า และหญ้ากินนิสีม่วงที่มีค่า SCMR เท่ากับ 42.6 40.0 และ 37.4 ตามลำดับ ส่วนในการตัดครั้งที่ 3 พบว่าหญ้ากินนิสีม่วง และหญ้ากินนิมอมบาช่ามีค่า SCMR สูงที่สุด เท่ากับ 43.3 และ 41.4 ตามลำดับ สำหรับในการตัดครั้งที่ 4 พบว่าหญ้าหญ้ากินนิสีม่วง หญ้ามูลาโต 2 และหญ้ากินนิมอมบาช่ามีค่า SCMR สูงที่สุดเท่ากับ 49.2 47.8 และ 43.7 ตามลำดับ และหญ้ารูซี่มีค่า SCMR ต่ำที่สุดเท่ากับ 40.6 เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยค่า SCMR จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้ากินนิสีม่วง หญ้ามูลาโต 2 และหญ้ากินนิมอมบาช่ามีค่า SCMR สูงที่สุดเท่ากับ 42.2 40.2 และ 41.7 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรูปชนิดต่าง ๆ พบว่ามีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่า SCMR สูงมากที่สุดเท่ากับ 43.2 47.6 44.2 และ 54.4 ตามลำดับ รองลงมากคือ วิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าเท่ากับ 36.5 41.3 39.3 และ 46.7 ตามลำดับ และวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยมีค่า SCMR น้อยที่สุดโดย มีค่าเท่ากับ 33.3 35.0 33.4 และ 34.8 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย SCMR จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ให้ค่า SCMR เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 47.4 ซึ่งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย มีค่าเท่ากับ 40.9 และ 34.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิดร่วมกับวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ร่วมกับวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ให้ค่า SCMR สูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยในโตรเจนต่อค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR)

Factors	SCMR value				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	38.7	37.4 <sup>b</sup>	43.3 <sup>a</sup>	49.2 <sup>a</sup>	42.2 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	35.7	40.0 <sup>ab</sup>	41.4 <sup>ab</sup>	43.7 <sup>ab</sup>	40.2 <sup>ab</sup>
Ruzi	38.0	42.6 <sup>ab</sup>	35.6 <sup>b</sup>	40.6 <sup>b</sup>	39.2 <sup>b</sup>
Mulato II	38.3	45.2 <sup>a</sup>	35.4 <sup>b</sup>	47.8 <sup>a</sup>	41.7 <sup>a</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	33.3 <sup>b</sup>	35.0 <sup>b</sup>	33.4 <sup>b</sup>	34.8 <sup>c</sup>	34.1 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	43.2 <sup>a</sup>	47.6 <sup>a</sup>	44.2 <sup>a</sup>	54.4 <sup>a</sup>	47.4 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	36.5 <sup>ab</sup>	41.3 <sup>ab</sup>	39.3 <sup>a</sup>	46.7 <sup>b</sup>	40.9 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	32.5	26.6	35.7	39.3	33.6
Purple guinea × Urea	43.9	48.0	49.4	60.3	50.4
Purple guinea × Ammonium sulphate	39.6	37.7	44.9	48.0	42.6
Mombasa guinea × Non-fertilizer	30.6	36.4	35.1	31.4	33.4
Mombasa guinea × Urea	41.2	44.9	45.5	51.7	45.8
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	35.3	38.7	43.7	47.9	41.4
Ruzi × Non-fertilizer	37.5	35.9	32.1	31.4	34.2
Ruzi × Urea	42.2	48.2	38.3	50.1	44.7
Ruzi × Ammonium sulphate	34.5	43.7	36.2	40.2	38.6
Mulato II × Non-fertilizer	32.8	41.2	30.5	36.9	35.3
Mulato II × Urea	45.7	49.2	43.4	55.7	48.5
Mulato II × Ammonium sulphate	36.5	45.3	32.3	50.7	41.2
<b>F-Test</b>					
Variety	ns	**	**	**	*
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	19.59	11.97	14.61	13.31	6.25

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.3.2 ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI)

ผลของการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยใน ไตรเจนที่มีผลต่อดัชนีพื้นที่ใบของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 2 และ 4 มีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีค่าดัชนีพื้นที่ใบที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยพบว่าหญ้าหญากินนีสีม่วง และหญากินนิมอมบาชามีค่าดัชนีพื้นที่ใบมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.32 1.48 และ 1.57 ตามลำดับ และ 2.33 1.57 และ 1.45 ตามลำดับ รองลงมาคือ หญ้ารัฐ มีค่าเท่ากับ 1.69 1.27 และ 1.25 ตามลำดับ และหญ้ามูลาโต้ 2 มีค่าดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 1.40 1.20 และ 1.16 ตามลำดับ ในขณะที่การตัดครั้งที่ 3 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้ามูลาโต้ 2 มีค่าดัชนีพื้นที่ใบ เท่ากับ 1.85 ซึ่งสูงกว่าหญากินนีสีม่วง หญากินนิมอมบาช และหญ้ารูซี่ มีค่าเท่ากับ 1.82 1.78 และ 1.67 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีผลทำให้มีค่าดัชนีพื้นที่ใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยหญากินนีสีม่วง และหญากินนิมอมบาชามีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงที่สุด เท่ากับ 1.78 (ตารางที่ 4.5)

ในขณะที่วิธีการใส่ปุ๋ยใน ไตรเจนรูปแบบต่าง ๆ พบว่าในการตัดครั้งที่ 1-3 วิธีการใส่ปุ๋ยใน ไตรเจนไม่มีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีผลทำให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย แต่สำหรับในการตัดครั้งที่ 4 พบว่าวิธีการใส่ปุ๋ยใน ไตรเจนชนิดต่างๆ มีผลทำให้หญ้ามีค่าดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้มีค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงที่สุด เท่ากับ 1.47 รองลงมาคือ วิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย เท่ากับ 1.39 และ 1.21 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยดัชนีพื้นที่ใบจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีค่าเฉลี่ยดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.73 แต่ไม่มีความแตกต่างจากการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าเท่ากับ 1.65 (ตารางที่ 4.5)

ผลการวิเคราะห์พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการตอบสนองต่อชนิดของปุ๋ยใน ไตรเจนที่ใส่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) สูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อดัชนีพื้นที่ใบ

Factors	Leaf area index (LAI)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	2.32 <sup>a</sup>	1.48 <sup>ab</sup>	1.82	1.57 <sup>a</sup>	1.78 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	2.33 <sup>a</sup>	1.57 <sup>a</sup>	1.78	1.45 <sup>ab</sup>	1.78 <sup>a</sup>
Ruzi	1.69 <sup>b</sup>	1.27 <sup>b</sup>	1.67	1.25 <sup>bc</sup>	1.46 <sup>b</sup>
Mulato II	1.40 <sup>b</sup>	1.20 <sup>b</sup>	1.85	1.16 <sup>b</sup>	1.40 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	1.86	1.27	1.61	1.21 <sup>b</sup>	1.43 <sup>b</sup>
Urea (46-0-0)	2.12 <sup>1</sup>	1.48	1.92	1.47 <sup>a</sup>	1.73 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	2.02	1.40	1.81	1.39 <sup>ab</sup>	1.65 <sup>a</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	2.12	1.42	1.65	1.52	1.65
Purple guinea × Urea	2.50	1.57	1.95	1.67	1.90
Purple guinea × Ammonium sulphate	2.35	1.45	1.87	1.52	1.80
Mombasa guinea × Non-fertilizer	1.82	1.40	1.67	1.22	1.52
Mombasa guinea × Urea	2.52	1.70	1.92	1.60	1.92
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	2.65	1.62	1.75	1.52	1.90
Ruzi × Non-fertilizer	1.60	1.12	1.65	1.15	1.40
Ruzi × Urea	1.77	1.40	1.75	1.32	1.55
Ruzi × Ammonium sulphate	1.70	1.30	1.62	1.30	1.45
Mulato II × Non-fertilizer	1.12	1.15	1.47	0.97	1.17
Mulato II × Urea	1.70	1.25	2.07	1.30	1.57
Mulato II × Ammonium sulphate	1.40	1.22	2.02	1.22	1.45
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	ns	**	**
Fertilizer	ns	ns	ns	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	22.09	17.48	23.01	15.26	11.51

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

### 4.3.3 พื้นที่ใบเฉพาะ (specific leaf area; SLA)

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการศึกษาศึกษาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบต่างๆ ต่อพื้นที่ใบเฉพาะของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 และ 4 หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีค่าพื้นที่ใบเฉพาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยพบว่าในการตัดครั้งที่ 1 หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ารูซี่มีผลทำให้มีค่าพื้นที่ใบเฉพาะมากที่สุด เท่ากับ 509.0 461.4 และ 473.4  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ รองลงมาคือ หญ้ามูลาโด 2 มีค่าพื้นที่ใบเฉพาะ เท่ากับ 307.2  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  สำหรับการตัดครั้งที่ 4 พบว่าหญ้ารูซี่มีผลทำให้มีค่าพื้นที่ใบเฉพาะสูงที่สุด เท่ากับ 414.8  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  รองลงมาคือ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ามูลาโด 2 มีค่าพื้นที่ใบเฉพาะเท่ากับ 346.8 294.5 และ 331.0  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ ส่วนในการตัดครั้งที่ 2 และ 3 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิดมีค่าพื้นที่ใบเฉพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้ารูซี่ มีค่าพื้นที่ใบเฉพาะ เท่ากับ 373.9 และ 389.6  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบเฉพาะ จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้ารูซี่ หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ากินนีมอมบาสามีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบเฉพาะสูงที่สุด เท่ากับ 413.9 392.9 และ 367.6  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ

สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนรูปชนิดต่าง ๆ มีผลต่อค่าพื้นที่ใบเฉพาะ พบว่ามีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้มีค่าพื้นที่ใบเฉพาะมากที่สุดเท่ากับ 514.1 388.8 410.9 และ 397.0  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ รองลงมาคือ วิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าเท่ากับ 440.7 367.2 393.3 และ 342.5  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ และวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าพื้นที่ใบเฉพาะน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 358.4 311.2 311.9 และ 303.7  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบเฉพาะจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ให้ค่าพื้นที่ใบเฉพาะเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 427.8  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย มีค่าเท่ากับ 385.0 และ 321.3  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

ผลการวิเคราะห์พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการตอบสนองต่อชนิดของปุ๋ยในโตรเจนที่ใส่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง แต่มีแนวโน้มพบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ดีที่สุดทำให้มีพื้นที่ใบเฉพาะมากที่สุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อพื้นที่ใบเฉพาะ

Factors	Specific leaf area (SLA) cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	509.0 <sup>a</sup>	360.3	355.5	346.8 <sup>b</sup>	392.9 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	461.4 <sup>a</sup>	344.7	369.7	294.5 <sup>b</sup>	367.6 <sup>ab</sup>
Ruzi	473.4 <sup>a</sup>	373.9	389.6	418.8 <sup>a</sup>	413.9 <sup>a</sup>
Mulato II	307.2 <sup>b</sup>	344.1	373.3	331.0 <sup>b</sup>	338.9 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	358.4 <sup>b</sup>	311.2 <sup>b</sup>	311.9 <sup>b</sup>	303.7 <sup>b</sup>	321.3 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	514.1 <sup>a</sup>	388.8 <sup>a</sup>	410.9 <sup>a</sup>	397.0 <sup>a</sup>	427.8 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	440.7 <sup>ab</sup>	367.2 <sup>ab</sup>	393.3 <sup>a</sup>	342.5 <sup>ab</sup>	385.0 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	443.9	312.6	282.5	293.8	335.5
Purple guinea × Urea	564.3	398.8	399.1	405.8	442.0
Purple guinea × Ammonium sulphate	518.7	369.4	385.8	341.0	403.5
Mombasa guinea × Non-fertilizer	343.7	295.8	343.6	231.3	303.6
Mombasa guinea × Urea	544.2	377.6	413.7	342.8	420.2
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	496.3	360.8	351.8	309.5	379.6
Ruzi × Non-fertilizer	411.6	362.4	288.8	402.7	366.4
Ruzi × Urea	565.0	408.1	437.3	455.5	466.5
Ruzi × Ammonium sulphate	443.6	351.1	443.0	398.1	409.0
Mulato II × Non-fertilizer	234.5	274.9	332.9	287.2	282.0
Mulato II × Urea	383.0	370.8	393.4	384.1	382.8
Mulato II × Ammonium sulphate	304.2	387.5	393.8	321.6	351.8
<b>F-Test</b>					
Variety	**	ns	ns	**	**
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	24.64	17.60	16.83	18.24	11.08

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.3.4 อัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate; CGR)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการศึกษาค่าผลของการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบต่างๆ ต่ออัตราการเจริญเติบโตระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยว (regrowth) ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าจากการตัดครั้งที่ 1 2 และ 4 หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยพบว่าหญ้าหญ้านิสีม่วง และหญ้านิมอมบาชามีอัตราการเจริญเติบโตระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยวมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 18.9 19.2 และ 18.8 และ 20.2 19.7 และ 19.2  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  ตามลำดับ รองลงมาคือ หญ้ารูซี่ มีค่าอยู่ระหว่าง 15.9-17.6  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  แต่สำหรับในการตัดครั้งที่ 3 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้านิสีม่วง มีอัตราการเจริญเติบโตระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยวมากที่สุด เท่ากับ 20.6  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  สูงกว่าหญ้านิมอมบาชา หญ้ารูซี่ และหญ้ามูลาโด 2 มีค่าเท่ากับ 19.2 16.3 และ 16.4  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้านิสีม่วง และหญ้านิมอมบาชามีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยวมากที่สุด เท่ากับ 19.3 และ 19.5  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบต่างๆ จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีอัตราการเจริญเติบโตระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยวมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 20.4 19.5 23.1 และ 19.8  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  ตามลำดับ รองลงมาคือ วิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าเท่ากับ 19.1 17.6 19.4 และ 18.0  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโต จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าอัตราการเจริญเติบโตระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยวเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 20.7  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

เมื่อพิจารณาผลการตอบสนองหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิดร่วมกับใส่ปุ๋ยในโตรเจน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการตัดทั้ง 4 แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ร่วมกับการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ส่งผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีอัตราการเจริญเติบโตระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยวมากกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่ออัตราการเจริญเติบโต  
ระยะหลังตัดถึงเก็บเกี่ยว

Factors	Crop growth rate during regrowth ( $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$ )				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	18.9 <sup>ab</sup>	19.2 <sup>a</sup>	20.6	18.8 <sup>a</sup>	19.3 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	20.2 <sup>a</sup>	19.7 <sup>a</sup>	18.8	19.2 <sup>a</sup>	19.5 <sup>a</sup>
Ruzi	17.6 <sup>b</sup>	15.9 <sup>b</sup>	19.3	16.3 <sup>b</sup>	17.3 <sup>b</sup>
Mulato II	17.6 <sup>b</sup>	16.0 <sup>b</sup>	18.5	16.4 <sup>b</sup>	17.1 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	16.2 <sup>b</sup>	16.0 <sup>b</sup>	15.4 <sup>c</sup>	15.2 <sup>c</sup>	15.7 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	20.4 <sup>a</sup>	19.5 <sup>a</sup>	23.1 <sup>a</sup>	19.8 <sup>a</sup>	20.7 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	19.1 <sup>a</sup>	17.6 <sup>b</sup>	19.4 <sup>b</sup>	18.0 <sup>b</sup>	18.5 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	15.5	17.6	18.4	16.1	16.9
Purple guinea × Urea	21.4	20.8	22.6	20.1	21.2
Purple guinea × Ammonium sulphate	19.9	19.1	20.8	20.2	20.0
Mombasa guinea × Non-fertilizer	17.0	17.8	14.1	16.7	16.4
Mombasa guinea × Urea	22.6	21.9	23.0	21.9	22.3
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	21.0	19.5	19.2	19.1	19.7
Ruzi × Non-fertilizer	16.4	14.8	13.5	14.2	14.7
Ruzi × Urea	18.6	17.1	24.5	18.5	19.7
Ruzi × Ammonium sulphate	17.7	15.8	19.8	16.2	17.4
Mulato II × Non-fertilizer	15.8	13.8	15.4	13.6	14.7
Mulato II × Urea	19.2	18.5	22.1	18.9	19.7
Mulato II × Ammonium sulphate	17.8	15.8	18.0	16.6	17.0
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	ns	**	**
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.21	9.29	15.20	9.26	5.26

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$  respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.3.5 ผลผลิตน้ำหนัสด (fresh yield)

ผลการวิเคราะห์ผลผลิตน้ำหนัสดของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ในการตัดครั้งที่ 1 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีผลผลิตน้ำหนัสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สำหรับการตัดครั้งที่ 2 และ 3 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ให้ผลผลิตน้ำหนัสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดครั้งที่ 2 หญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตน้ำหนัสดสูงที่สุด เท่ากับ 1,653 กก./ไร่/ครั้ง ส่วนในการตัดครั้งที่ 3 พบว่า หญ้ามูลาโต 2 และหญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตน้ำหนัสดสูงที่สุด เท่ากับ 1,500 และ 1,462 กก./ไร่/ครั้ง ตามลำดับ สำหรับในการตัดครั้งที่ 4 พบว่าหญ้าทั้ง 4 ชนิด ให้ผลผลิตน้ำหนัสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตน้ำหนัสดสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 1,508 กก./ไร่/ครั้ง และเมื่อวิเคราะห์ผลผลิตน้ำหนัสดรวมทั้ง 4 ครั้ง จะเห็นได้ว่าหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีสีม่วงมีผลผลิตน้ำหนัสดรวมมากที่สุด เท่ากับ 6,150 และ 6,108 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบต่าง ๆ พบว่าในการตัดทั้ง 4 ครั้ง หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีผลผลิตน้ำหนัสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีผลผลิตน้ำหนัสดสูงที่สุดอยู่ระหว่าง 1,537-1,722 กก./ไร่/ครั้ง รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อยู่ระหว่าง 1,427-1,562 กก./ไร่/ครั้ง และวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย อยู่ระหว่าง 1,294-1,458 กก./ไร่/ครั้ง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลผลิตน้ำหนัสดรวมจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยในรูปแบบต่าง ๆ มีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีผลผลิตน้ำหนัสด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) และควรใส่ปุ๋ยยูเรียทำให้หญ้ามีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 4.8)

ด้านการตอบสนองของหญ้าอาหารสัตว์ต่อรูปแบบการใส่ปุ๋ยในโตรเจน พบว่า ในการตัดครั้งที่ 1 มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรียสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ส่วนในการตัดครั้งที่ 2 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

#### 4.3.6 ผลผลิตน้ำหนักแห้ง (dry matter yield)

ผลการวิเคราะห์ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 และ 2 หญ้าทั้ง 4 ชนิด มีผลผลิตน้ำหนักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยการตัดครั้งที่ 1 หญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีสีม่วงมีผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 303 และ 325 กก./ไร่/ครั้ง ตามลำดับ ในการตัดครั้งที่ 2 พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีสีม่วงมีผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงที่สุด เท่ากับ 309 และ 317 กก./ไร่/ครั้ง ตามลำดับ ในขณะที่การตัดครั้งที่ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้ากินนีสีม่วงให้ผลผลิตน้ำหนักแห้ง

มากที่สุด คือ 341 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนในการตัดครั้งที่ 4 หญ้าอาหารสัตว์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยหญ้ากินนีสีม่วงมีผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด เท่ากับ 358 กก./ไร่/ครั้ง และเมื่อวิเคราะห์ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีมอมบาชามีผลผลิตน้ำหนักแห้งมากที่สุด เท่ากับ 1,313 และ 1,255 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

เมื่อเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบต่าง ๆ พบว่ามีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง มีผลผลิตน้ำหนักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) อยู่ระหว่าง 315-377 กก./ไร่/ครั้ง ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) อยู่ระหว่าง 293-320 กก./ไร่/ครั้ง และ วิธีการไม่ใส่ปุ๋ย อยู่ระหว่าง 259-264 กก./ไร่/ครั้ง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีค่าสูงสุด คือ 1,356 กก./ไร่ รองลงมา คือการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย มีเท่ากับ 1,202 และ 1,048 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ด้านการตอบสนองของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ต่อรูปแบบการใส่ปุ๋ยในโตรเจน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการตัดทุกครั้ง แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.8 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตน้ำหนัสด

Factors	Fresh yield (kg/Rai/time)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Total
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	1,596	1,583 <sup>ab</sup>	1,462 <sup>ab</sup>	1,508	6,150 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	1,616	1,653 <sup>a</sup>	1,389 <sup>b</sup>	1,448	6,108 <sup>a</sup>
Ruzi	1,540	1,478 <sup>bc</sup>	1,373 <sup>b</sup>	1,375	5,768 <sup>b</sup>
Mulato II	1,568	1,409 <sup>c</sup>	1,500 <sup>a</sup>	1,422	5,899 <sup>ab</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	1,458 <sup>c</sup>	1,386 <sup>c</sup>	1,329 <sup>b</sup>	1,294 <sup>b</sup>	5,466 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	1,722 <sup>a</sup>	1,678 <sup>a</sup>	1,537 <sup>a</sup>	1,563 <sup>a</sup>	6,500 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	1,562 <sup>b</sup>	1,530 <sup>b</sup>	1,427 <sup>b</sup>	1,458 <sup>a</sup>	5,977 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	1,530 <sup>dc</sup>	1,364	1,385	1,422	5,703
Purple guinea × Urea	1,693 <sup>bc</sup>	1,760	1,526	1,603	6,582
Purple guinea × Ammonium sulphate	1,566 <sup>dc</sup>	1,624	1,474	1,498	6,164
Mombasa guinea × Non-fertilizer	1,382 <sup>g</sup>	1,483	1,284	1,300	5,451
Mombasa guinea × Urea	1,873 <sup>a</sup>	1,861	1,515	1,573	6,823
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	1,595 <sup>d</sup>	1,614	1,369	1,470	6,049
Ruzi × Non-fertilizer	1,485 <sup>ef</sup>	1,359	1,263	1,234	5,342
Ruzi × Urea	1,607 <sup>cd</sup>	1,602	1,481	1,494	6,185
Ruzi × Ammonium sulphate	1,530 <sup>dc</sup>	1,474	1,374	1,397	5,776
Mulato II × Non-fertilizer	1,433 <sup>fg</sup>	1,335	1,381	1,220	5,370
Mulato II × Urea	1,717 <sup>b</sup>	1,487	1,625	1,579	6,409
Mulato II × Ammonium sulphate	1,555 <sup>dc</sup>	1,404	1,492	1,466	5,918
<b>F-Test</b>					
Variety	ns	**	*	ns	**
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	6.66	9.16	7.67	10.01	3.84

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางที่ 4.9 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตน้ำหนักรวมแห้ง

Factors	Dry matter yield (kg/Rai/time)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Total
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	303 <sup>ab</sup>	309 <sup>a</sup>	341	358 <sup>a</sup>	1,313 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	325 <sup>a</sup>	317 <sup>a</sup>	304	307 <sup>b</sup>	1,255 <sup>a</sup>
Ruzi	281 <sup>b</sup>	256 <sup>b</sup>	334	261 <sup>c</sup>	1,134 <sup>b</sup>
Mulato II	282 <sup>b</sup>	260 <sup>b</sup>	301	261 <sup>c</sup>	1,106 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	264 <sup>b</sup>	259 <sup>b</sup>	263 <sup>c</sup>	261 <sup>c</sup>	1,048 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	326 <sup>a</sup>	315 <sup>a</sup>	377 <sup>a</sup>	337 <sup>a</sup>	1,356 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	304 <sup>b</sup>	283 <sup>b</sup>	320 <sup>b</sup>	293 <sup>b</sup>	1,202 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	249	281	288	330	1,150
Purple guinea × Urea	342	340	392	401	1,476
Purple guinea × Ammonium sulphate	318	305	344	343	1,311
Mombasa guinea × Non-fertilizer	280	289	230	268	1,084
Mombasa guinea × Urea	350	344	369	348	1,404
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	337	318	312	307	1,276
Ruzi × Non-fertilizer	257	237	284	227	1,007
Ruzi × Urea	311	276	393	296	1,278
Ruzi × Ammonium sulphate	275	254	325	259	1,115
Mulato II × Non-fertilizer	253	229	249	218	950
Mulato II × Urea	307	299	354	303	1,265
Mulato II × Ammonium sulphate	285	253	301	263	1,103
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	ns	**	**
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.77	9.90	13.29	7.55	5.04

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.3.7 ปริมาณไนโตรเจนในต้นพืช (nitrogen in plant)

ตารางที่ 4.10 แสดงผลวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ในการตัดครั้งที่ 1-4 พบว่า หญ้าทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยพบว่าหญ้ามูลาไต้ 2 มีปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชสูงที่สุด เท่ากับ 1.73, 1.85, 1.69 และ 1.56 % ตามลำดับ รองลงมาคือ หญ้ารูซี่ มีค่าเท่ากับ 1.42 1.43 1.38 และ 1.50 % ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้ามูลาไต้ 2 มีปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.70 % รองลงมา คือหญ้ารูซี่ หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ากินนีสีม่วง มีค่าเท่ากับ 1.42 1.15 และ 1.15 % ตามลำดับ

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรูปแบบต่าง ๆ พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 3 และ 4 วิธีการใส่ปุ๋ยทำให้หญ้ามีปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ให้ค่าไนโตรเจนในต้นพืชสูงที่สุด เท่ากับ 1.53 1.41 และ 1.56 % ตามลำดับ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าเท่ากับ 1.36 1.25 และ 1.38 % ตามลำดับ และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย มีค่าโปรตีนต่ำที่สุดเท่ากับ 1.21 1.13 และ 1.08 % ตามลำดับ ในขณะที่การตัดครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีปริมาณไนโตรเจนในต้นพืชสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10)

ผลการวิเคราะห์ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์หญ้าอาหารสัตว์และชนิดปุ๋ย พบว่า ในการตัดครั้งที่ 1 3 และ 4 มีการตอบสนองต่อชนิดปุ๋ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มากกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย แต่สำหรับในการตัดครั้งที่ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยหญ้ามูลาไต้ 2 ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรียมากที่สุด เท่ากับ 1.97 % (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนในต้นพืช

Factors	Nitrogen in plant (%)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	1.17 <sup>c</sup>	1.24 <sup>bc</sup>	1.06 <sup>c</sup>	1.14 <sup>b</sup>	1.15 <sup>c</sup>
Mombasa guinea	1.16 <sup>c</sup>	1.15 <sup>c</sup>	1.03 <sup>c</sup>	1.30 <sup>b</sup>	1.15 <sup>c</sup>
Ruzi	1.42 <sup>b</sup>	1.43 <sup>b</sup>	1.38 <sup>b</sup>	1.50 <sup>a</sup>	1.42 <sup>b</sup>
Mulato II	1.73 <sup>a</sup>	1.85 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	1.56 <sup>a</sup>	1.70 <sup>a</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	1.21 <sup>b</sup>	1.37	1.13 <sup>b</sup>	1.08 <sup>c</sup>	1.20 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	1.53 <sup>a</sup>	1.44	1.41 <sup>a</sup>	1.56 <sup>a</sup>	1.51 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	1.36 <sup>b</sup>	1.44	1.25 <sup>ab</sup>	1.38 <sup>b</sup>	1.35 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	1.02	1.25	0.94 <sup>c</sup>	0.95	1.02
Purple guinea × Urea	1.30	1.32	1.20 <sup>d</sup>	1.27	1.27
Purple guinea × Ammonium sulphate	1.18	1.15	1.02 <sup>c</sup>	1.15	1.12
Mombasa guinea × Non-fertilizer	1.06	1.13	1.13 <sup>de</sup>	1.09	1.10
Mombasa guinea × Urea	1.29	1.20	0.97 <sup>c</sup>	1.47	1.25
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	1.13	1.17	1.00 <sup>c</sup>	1.28	1.15
Ruzi × Non-fertilizer	1.26	1.32	1.08 <sup>c</sup>	1.28	1.20
Ruzi × Urea	1.60	1.50	1.46 <sup>bc</sup>	1.71	1.62
Ruzi × Ammonium sulphate	1.40	1.44	1.35 <sup>bc</sup>	1.48	1.43
Mulato II × Non-fertilizer	1.55	1.80	1.44 <sup>c</sup>	1.05	1.47
Mulato II × Urea	1.93	1.76	1.97 <sup>a</sup>	1.90	1.92
Mulato II × Ammonium sulphate	1.72	2.03	1.55 <sup>b</sup>	1.62	1.72
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	**	**	**
Fertilizer	**	ns	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	11.17	15.65	17.14	16.35	8.63

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.3.8 ความเข้มข้นของโปรตีนหยาบ (crude protein; CP)

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของโปรตีนหยาบในต้นพืชของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ในการตัดครั้งที่ 1-4 พบว่า หญ้าทั้ง 4 ชนิด มีความเข้มข้นของโปรตีนหยาบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยพบว่าหญ้ามูลาไต้ 2 มีความเข้มข้นของโปรตีนหยาบสูงที่สุดเท่ากับ 10.8 11.6 10.5 และ 9.4 % ตามลำดับ รองลงมาคือ หญ้ารัฐ มีค่าเท่ากับ 8.8 8.9 8.6 และ 9.2 % ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของโปรตีนหยาบจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้ามูลาไต้ 2 มีความเข้มข้นของโปรตีนหยาบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 10.6 % รองลงมา คือ หญ้ารัฐ หญ้ากินนีมอมบาช่า และหญ้ากินนีสีม่วง มีค่าเท่ากับ 8.9 7.1 และ 7.1 % ตามลำดับ

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรูปแบบต่าง ๆ พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 3 และ 4 วิธีการใส่ปุ๋ยทำให้หญ้ามี่ความเข้มข้นของโปรตีนหยาบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ให้ค่าโปรตีนสูงที่สุดประมาณ 9.5 9.1 และ 9.9 % ตามลำดับ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าเท่ากับ 8.4 7.9 และ 8.6 % ตามลำดับ และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย มีค่าโปรตีนต่ำที่สุดเท่ากับ 7.6 7.1 และ 6.7 % ตามลำดับ ในขณะที่การตัดครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าความเข้มข้นของโปรตีนหยาบสูงกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.11)

ผลการวิเคราะห์ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์หญ้าอาหารสัตว์และชนิดปุ๋ย พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 3 และ 4 มีการตอบสนองต่อชนิดปุ๋ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มากกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย แต่สำหรับในการตัดครั้งที่ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยหญ้ามูลาไต้ 2 ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรียมากที่สุด เท่ากับ 12.5 % (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อโปรตีนหยาบ

Factors	Crude protein (%)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	7.3 <sup>c</sup>	7.7 <sup>bc</sup>	6.5 <sup>c</sup>	7.0 <sup>b</sup>	7.1 <sup>c</sup>
Mombasa guinea	7.2 <sup>c</sup>	7.2 <sup>c</sup>	6.4 <sup>c</sup>	7.0 <sup>ab</sup>	7.1 <sup>c</sup>
Ruzi	8.8 <sup>b</sup>	8.9 <sup>b</sup>	8.6 <sup>b</sup>	9.2 <sup>a</sup>	8.9 <sup>b</sup>
Mulato II	10.8 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	10.5 <sup>a</sup>	9.4 <sup>a</sup>	10.6 <sup>a</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	7.6 <sup>b</sup>	8.6	7.1 <sup>b</sup>	6.7 <sup>b</sup>	7.5 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	9.5 <sup>a</sup>	9.0	9.1 <sup>a</sup>	9.9 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	8.4 <sup>b</sup>	9.0	7.9 <sup>ab</sup>	8.6 <sup>a</sup>	8.5 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	6.3	7.9	5.8 <sup>c</sup>	6.0	6.5
Purple guinea × Urea	8.2	8.2	7.6 <sup>d</sup>	7.9	7.9
Purple guinea × Ammonium sulphate	7.4	7.1	6.2 <sup>c</sup>	7.3	7.0
Mombasa guinea × Non-fertilizer	6.6	7.1	7.0 <sup>dc</sup>	6.7	6.8
Mombasa guinea × Urea	8.0	7.4	6.0 <sup>c</sup>	9.1	7.6
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	7.0	7.3	6.1 <sup>c</sup>	8.1	7.0
Ruzi × Non-fertilizer	7.9	8.2	6.6 <sup>dc</sup>	7.8	7.7
Ruzi × Urea	10.0	9.3	10.2 <sup>b</sup>	10.7	10.0
Ruzi × Ammonium sulphate	8.7	9.0	9.1 <sup>bc</sup>	9.2	9.0
Mulato II × Non-fertilizer	9.6	11.3	8.9 <sup>c</sup>	6.2	9.1
Mulato II × Urea	12.0	11.0	12.5 <sup>a</sup>	11.8	11.8
Mulato II × Ammonium sulphate	10.7	12.5	10.1 <sup>b</sup>	10.5	10.8
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	**	**	**
Fertilizer	**	ns	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	11.21	16.18	16.61	16.21	10.91

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.1.9 เยื่อใย neutral-detergent fiber (NDF)

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการวิเคราะห์เยื่อใย NDF ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด จากการตัดครั้งที่ 1-4 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดครั้งที่ 1 หญ้ากินนีสีม่วง มีค่า NDF มากที่สุด เท่ากับ 70.5 % สำหรับการตัดครั้งที่ 2-4 พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีมอมบาชามีค่า NDF มากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 73.1 - 77.3 และ 74.5 - 77.4 % ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย NDF จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีมอมบาชามีค่าเฉลี่ย NDF มากที่สุด เท่ากับ 74.5 และ 74.1 % ตามลำดับ รองลงมา คือหญ้ารูซี่ และหญ้ามูลาโด 2 มีค่าเท่ากับ 70.6 และ 69.3 % ตามลำดับ

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ในการตัดครั้งที่ 1-4 พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่า NDF มากกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12)

ผลการวิเคราะห์ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างหญ้าอาหารสัตว์ต่อรูปแบบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่าจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง ของหญ้าอาหารสัตว์มีการตอบสนองต่อรูปแบบการใส่ปุ๋ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มากกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อเชื้อใย NDF

Factors	NDF (%)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	70.5 <sup>a</sup>	77.0 <sup>a</sup>	73.1 <sup>ab</sup>	77.3 <sup>a</sup>	74.5 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	69.1 <sup>ab</sup>	75.6 <sup>a</sup>	74.5 <sup>a</sup>	77.4 <sup>a</sup>	74.1 <sup>a</sup>
Ruzi	67.7 <sup>ab</sup>	71.7 <sup>b</sup>	70.1 <sup>b</sup>	73.0 <sup>b</sup>	70.6 <sup>b</sup>
Mulato II	68.5 <sup>b</sup>	71.4 <sup>b</sup>	71.1 <sup>b</sup>	71.2 <sup>c</sup>	69.3 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	66.8	74.4	70.9	74.7	71.8
Urea (46-0-0)	69.0	73.6	72.9	74.8	72.5
Ammonium sulphate (21-0-0)	69.1	73.8	72.7	74.6	71.6
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	70.3	79.1	75.2	77.9	75.6
Purple guinea × Urea	72.1	75.9	68.9	76.5	73.4
Purple guinea × Ammonium sulphate	69.1	76.1	75.2	77.4	74.5
Mombasa guinea × Non-fertilizer	66.5	76.3	75.9	76.4	74.0
Mombasa guinea × Urea	70.8	75.0	73.2	78.6	74.6
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	69.9	75.5	74.3	77.2	74.6
Ruzi × Non-fertilizer	66.3	70.5	69.5	73.3	67.7
Ruzi × Urea	65.3	72.3	69.7	72.3	70.2
Ruzi × Ammonium sulphate	71.3	72.3	70.8	73.4	71.9
Mulato II × Non-fertilizer	64.1	71.9	70.9	71.5	69.6
Mulato II × Urea	67.2	71.3	71.9	71.3	70.4
Mulato II × Ammonium sulphate	66.1	71.2	70.5	70.6	69.4
<b>F-Test</b>					
Variety	*	**	*	**	**
Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.19	1.73	3.36	1.27	1.43

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.3.10 เยื่อใย acid-detergent fiber (ADF)

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการวิเคราะห์เยื่อใย ADF ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ในการตัดครั้งที่ 1-4 พบว่าหญ้าทั้ง 4 ชนิด มีผลทำให้ค่า ADF แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดครั้งที่ 1 พบว่าหญ้านิสีม่วง และหญ้านิสีมอมบาชามีค่า ADF มากที่สุด เท่ากับ 41.9 และ 40.6 % ตามลำดับ ส่วนในการตัดครั้งที่ 2 พบว่าหญ้านิสีม่วง มีค่า ADF มากที่สุด เท่ากับ 49.3 % แต่ก็ไม่ได้แตกต่างจากหญ้านิสีมอมบาช และหญ้ารูซี่ ที่มีค่าเท่ากับ 45.5 และ 43.5 % ตามลำดับ สำหรับการตัดครั้งที่ 3 และ 4 พบว่า หญ้านิสีม่วงและหญ้านิสีมอมบาชามีค่า ADF มากที่สุด มีค่าอยู่ระหว่าง 42.8 - 46.8 และ 42.9 - 48.8 % ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ADF จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง จะเห็นได้ว่าหญ้านิสีม่วงและหญ้านิสีมอมบาชามีค่า ADF มากที่สุด เท่ากับ 45.2 และ 44.5 % ตามลำดับ รองลงมา คือหญ้ารูซี่ และหญ้ามูลาโด 2 มีค่าเท่ากับ 41.0 และ 37.9 % ตามลำดับ

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ในการตัดครั้งที่ 1-4 พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่าปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่า ADF ใกล้เคียงการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13)

เมื่อพิจารณาผลด้านการตอบสนองของหญ้าอาหารสัตว์ต่อรูปแบบการใส่ปุ๋ยในโตรเจน พบว่า ในการตัดครั้งที่ 1-4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มากกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.12) แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับครั้งของการตัด (ตารางที่ 4.13)

ตารางที่ 4.13 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อเชื้อใย ADF

Factors	ADF (%)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	41.9 <sup>a</sup>	49.3 <sup>a</sup>	42.8 <sup>a</sup>	46.8 <sup>a</sup>	45.2 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	40.6 <sup>a</sup>	45.5 <sup>ab</sup>	42.9 <sup>a</sup>	48.8 <sup>a</sup>	44.5 <sup>a</sup>
Ruzi	39.8 <sup>ab</sup>	43.5 <sup>ab</sup>	38.1 <sup>b</sup>	42.8 <sup>b</sup>	41.0 <sup>b</sup>
Mulato II	37.7 <sup>b</sup>	38.4 <sup>b</sup>	38.1 <sup>b</sup>	37.3 <sup>c</sup>	37.9 <sup>c</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	39.0	45.0	40.7	43.3	42.0
Urea (46-0-0)	41.1	43.9	40.2	43.8	42.2
Ammonium sulphate (21-0-0)	40.9	43.9	40.6	44.6	42.2
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	40.7	51.8	44.7	44.5	45.2
Purple guinea × Urea	43.5	48.1	40.5	46.8	44.5
Purple guinea × Ammonium sulphate	41.5	48.1	43.2	49.2	45.5
Mombasa guinea × Non-fertilizer	39.4	46.1	42.6	47.8	44.3
Mombasa guinea × Urea	42.2	44.8	42.7	49.7	44.4
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	40.3	45.6	43.5	48.9	44.7
Ruzi × Non-fertilizer	38.6	43.8	37.5	43.2	40.5
Ruzi × Urea	40.4	42.3	38.2	42.0	41.0
Ruzi × Ammonium sulphate	40.4	44.5	38.4	43.1	41.6
Mulato II × Non-fertilizer	37.3	38.3	38.1	37.6	37.8
Mulato II × Urea	38.2	39.7	39.3	36.6	38.5
Mulato II × Ammonium sulphate	37.8	37.2	37.4	37.4	37.5
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	*	**	**
Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.84	8.89	8.03	5.14	3.44

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.3.11 เยื่อใย lignin

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการวิเคราะห์เยื่อใย lignin ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 และ 2 หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ไม่มีผลทำให้ค่า lignin แตกต่างกันทางสถิติ แต่สำหรับในการตัดครั้งที่ 3 และ 4 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีเยื่อใย lignin แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยการตัดครั้งที่ 3 พบว่าหญ้ารูซี่มีค่า lignin มากที่สุด เท่ากับ 10.63 % รองลงมาคือ หญ้ามูลาโด 2 หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ากินนีสีม่วงมีค่า lignin เท่ากับ 9.47 6.28 และ 6.22 % ตามลำดับ ส่วนในการตัดครั้งที่ 4 พบว่าหญ้ารูซี่ และหญ้ากินนีมอมบาชามีค่า lignin มากที่สุด เท่ากับ 7.18 และ 7.02 % เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง จะเห็นได้ว่าหญ้ารูซี่มีค่าเฉลี่ย lignin มากที่สุด เท่ากับ 7.78 % รองลงมา หญ้ามูลาโด 2 หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ากินนีสีม่วงมีค่าเท่ากับ 7.13 และ 6.52 และ 6.32 % ตามลำดับ

ในขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าปุ๋ยแต่ละชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีเยื่อใย lignin สูงกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.14) เมื่อวิเคราะห์เยื่อใย lignin เฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ มีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่า lignin มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ให้ค่า lignin มากที่สุด เท่ากับ 7.64 % (ตารางที่ 4.14)

ด้านการตอบสนองของหญ้าอาหารสัตว์กับรูปแบบการใส่ปุ๋ย พบว่าไม่มีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่า lignin แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการตอบสนองต่อปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มากกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.14)

#### 4.3.12 เยื่อใย cellulose

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการวิเคราะห์เยื่อใย cellulose ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีเยื่อใย cellulose ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในการตัดครั้งที่ 2 - 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) พบว่าในการตัดครั้งที่ 2 หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ารูซี่ มีค่า cellulose มากที่สุด เท่ากับ 43.1 39.5 และ 37.8 % ส่วนในการตัดครั้งที่ 3 และ 4 พบว่าหญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ากินนีมอมบาชามีค่า cellulose มากที่สุด เท่ากับ 36.6 40.6 % และ 37.3 42.1 % ตามลำดับ

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยรูปแบบต่าง ๆ ในการตัดครั้งที่ 1-4 พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่า cellulose มากที่สุด โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 31.4-38.5 % รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าอยู่

ระหว่าง 32.1-38.3 % และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าอยู่ระหว่าง 31.6-37.3 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15)

เมื่อพิจารณาผลตอบสนองของหญ้าอาหารสัตว์กับรูปแบบการใส่ปุ๋ยรูปชนิดต่าง ๆ พบว่าจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการตอบสนองต่อปุ๋ยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มากกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.15)

#### 4.3.13 เยื่อใย hemicellulose

ตารางที่ 4.16 แสดงผลการวิเคราะห์เยื่อใย hemicellulose ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าในการตัดครั้งที่ 1-3 หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีค่า hemicellulose ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีค่า hemicellulose ที่ใกล้เคียงกัน ในการตัดครั้งที่ 1 2 และ 3 มีค่า hemicellulose อยู่ระหว่าง 27.5-29.6 28.1-33.0 และ 30.3-32.9 % แต่สำหรับในการตัดครั้งที่ 4 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีค่า hemicellulose แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยพบว่าหญ้ามูลาโด้ 2 และหญ้างินนิสีม่วง มีค่า hemicellulose สูงที่สุดเท่า 33.5 และ 30.4 % ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับหญ้ารูซี่และหญ้างินนิมอมบาช่า มีค่าเท่ากับ 30.0 และ 28.2 % ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบต่างๆ พบว่าจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง วิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนไม่มีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่า hemicellulose แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) จะทำให้ค่า hemicellulose สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.16)

ด้านการตอบสนองของหญ้าอาหารสัตว์กับรูปแบบการใส่ปุ๋ย พบว่าไม่มีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่า hemicellulose แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการตอบสนองต่อปุ๋ยปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มากกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.14 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อเชื้อใย lignin

Factors	Lignin (%)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	6.61	6.18	6.22 <sup>b</sup>	6.24 <sup>ab</sup>	6.32 <sup>b</sup>
Mombasa guinea	6.94	5.85	6.28 <sup>b</sup>	7.02 <sup>a</sup>	6.52 <sup>b</sup>
Ruzi	7.88	5.55	10.63 <sup>a</sup>	7.18 <sup>a</sup>	7.78 <sup>a</sup>
Mulato II	7.56	6.84	9.47 <sup>ab</sup>	4.64 <sup>b</sup>	7.13 <sup>ab</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	6.44	5.66	7.35	5.53	6.25 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	7.73	6.59	9.38	6.86	7.64 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	7.56	6.05	7.72	6.42	6.94 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	5.56	5.49	5.69	4.90	5.41
Purple guinea × Urea	7.33	6.85	6.88	7.67	7.19
Purple guinea × Ammonium sulphate	6.93	6.21	6.10	6.16	6.35
Mombasa guinea × Non-fertilizer	6.79	5.53	5.83	6.20	6.09
Mombasa guinea × Urea	7.00	5.90	6.60	7.73	6.81
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	7.04	6.11	6.42	7.13	6.68
Ruzi × Non-fertilizer	6.68	5.29	8.86	6.51	6.84
Ruzi × Urea	8.53	5.58	13.09	7.59	8.70
Ruzi × Ammonium sulphate	8.44	5.78	9.95	7.45	7.91
Mulato II × Non-fertilizer	6.73	6.34	9.05	4.54	6.67
Mulato II × Urea	8.09	8.06	10.95	4.46	6.89
Mulato II × Ammonium sulphate	7.84	6.12	8.42	4.93	6.83
<b>F-Test</b>					
Variety	ns	ns	**	**	**
Fertilizer	ns	ns	ns	ns	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	19.42	12.80	26.31	17.42	6.34

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางที่ 4.15 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อเชื้อใย cellulose

Factors	Cellulose (%)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	33.1	43.1 <sup>a</sup>	36.6 <sup>a</sup>	40.6 <sup>a</sup>	38.4 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	31.8	39.5 <sup>a</sup>	37.3 <sup>a</sup>	42.1 <sup>a</sup>	37.7 <sup>a</sup>
Ruzi	31.4	37.8 <sup>a</sup>	29.8 <sup>b</sup>	36.1 <sup>b</sup>	33.8 <sup>b</sup>
Mulato II	30.4	31.2 <sup>b</sup>	29.4 <sup>b</sup>	32.6 <sup>c</sup>	30.9 <sup>c</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	31.6	37.3	32.2	37.0	34.5
Urea (46-0-0)	31.4	38.5	34.2	38.2	35.6
Ammonium sulphate (21-0-0)	32.1	38.0	33.4	38.3	35.4
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	33.1	41.2	37.9	39.6	38.2
Purple guinea × Urea	34.4	45.6	34.7	40.2	38.7
Purple guinea × Ammonium sulphate	30.8	42.6	37.1	41.9	38.1
Mombasa guinea × Non-fertilizer	25.5	38.9	36.8	41.6	35.7
Mombasa guinea × Urea	36.9	40.1	38.3	42.6	39.5
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	33.2	39.5	36.9	42.2	37.9
Ruzi × Non-fertilizer	31.4	38.0	28.7	34.4	33.1
Ruzi × Urea	35.3	36.7	32.3	37.1	32.9
Ruzi × Ammonium sulphate	37.3	38.7	28.5	36.7	35.3
Mulato II × Non-fertilizer	35.4	30.9	25.6	32.6	31.1
Mulato II × Urea	38.9	31.6	31.5	32.8	31.2
Mulato II × Ammonium sulphate	36.9	31.1	31.0	32.5	30.4
<b>F-Test</b>					
Variety	ns	**	**	**	**
Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.34	9.46	7.43	4.06	4.32

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางที่ 4.16 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อเชื้อใย hemicellulose

Factors	Hemicellulose (%)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	29.6	28.2	30.3	30.4 <sup>ab</sup>	29.6
Mombasa guinea	29.0	30.2	31.5	28.2 <sup>b</sup>	29.7
Ruzi	28.6	28.1	32.7	30.0 <sup>ab</sup>	29.9
Mulato II	27.5	33.0	32.9	33.5 <sup>a</sup>	31.7
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	28.1	28.7	31.1	30.4	29.6
Urea (46-0-0)	29.3	31.0	32.5	31.2	31.0
Ammonium sulphate (21-0-0)	28.6	29.9	32.0	30.0	30.2
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	29.2	27.3	29.6	32.5	29.7
Purple guinea × Urea	30.9	29.3	29.3	30.6	30.0
Purple guinea × Ammonium sulphate	28.8	28.0	31.9	28.2	29.3
Mombasa guinea × Non-fertilizer	27.8	30.1	31.5	27.2	29.1
Mombasa guinea × Urea	29.6	30.5	32.2	28.6	30.2
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	29.6	29.9	30.8	28.8	29.8
Ruzi × Non-fertilizer	28.5	26.6	32.0	28.9	29.0
Ruzi × Urea	28.8	30.0	33.8	31.1	30.9
Ruzi × Ammonium sulphate	28.4	27.8	32.4	30.0	29.7
Mulato II × Non-fertilizer	27.0	30.8	31.2	33.0	30.55
Mulato II × Urea	28.0	34.4	34.6	34.5	32.8
Mulato II × Ammonium sulphate	27.3	33.9	33.0	33.2	31.9
<b>F-Test</b>					
Variety	ns	ns	ns	**	ns
Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	5.43	11.58	7.25	6.59	5.0

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.4 การศึกษาส่วนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูดใช้ในโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบที่แตกต่างกัน

##### 4.4.1 การดูดใช้ในโตรเจน (N-uptake)

ตารางที่ 4.17 แสดงผลการวิเคราะห์การดูดใช้ในโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าในการตัดครั้งที่ 1-3 หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการดูดใช้ในโตรเจนได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยพบว่าปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่แต่ละครั้งหลังตัดในอัตรา 10 กก./ไร่ หญ้ามูลาโต้ 2 มีความสามารถในการดูดไปใช้ได้สูงที่สุดเท่ากับ 4.87 4.81 และ 5.08 กก./ไร่ รองลงมาคือ หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ารูซี่ที่มีการดูดใช้ในโตรเจนประมาณ 3.54-3.83 และ 3.66-4.60 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนหญ้ากินนีมอมบาชามีการดูดใช้ได้น้อยที่สุดเท่ากับ 3.79 3.64 และ 3.13 กก./ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่การตัดครั้งที่ 4 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการดูดใช้ในโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้ามูลาโต้ 2 มีการดูดใช้ในโตรเจนสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาช และหญ้ารูซี่ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง จะเห็นได้ว่าหญ้ามูลาโต้ 2 มีการดูดใช้ในโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 4.70 กก./ไร่ รองลงมาคือ หญ้ารูซี่ หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ากินนีมอมบาช มีค่าเท่ากับ 4.04 3.77 และ 3.63 กก./ไร่

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรูปแบบต่าง ๆ จากการตัดครั้งที่ทั้ง 4 ครั้ง พบว่าวิธีการใส่ปุ๋ยทำให้หญ้ามีการดูดใช้ในโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีการดูดใช้ในโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 4.98 4.53 5.31 และ 5.25 กก./ไร่ ตามลำดับ รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าเท่ากับ 4.13 4.07 4.00 และ 4.04 กก./ไร่ ตามลำดับ และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 3.14 3.54 2.97 และ 2.81 กก./ไร่ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการดูดใช้ในโตรเจน จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์ดูดใช้ในโตรเจนเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 5.01 กก./ไร่ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 4.06 และ 3.11 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17)

ผลการวิเคราะห์ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์หญ้าอาหารสัตว์และชนิดปุ๋ย พบว่า ในการตัดครั้งที่ 1, 2 และ 4 มีการตอบสนองต่อชนิดปุ๋ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มากกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย แต่สำหรับในการตัดครั้งที่ 3 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) โดยหญ้ามูลาโต้ 2 ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรียมากที่สุด เท่ากับ 6.97 กก./ไร่ (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.17 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อการดูดใช้ในโตรเจน

Factors	N uptake (kg N/Rai/time)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	3.54 <sup>b</sup>	3.83 <sup>b</sup>	3.61 <sup>c</sup>	4.08	3.77 <sup>b</sup>
Mombasa guinea	3.79 <sup>b</sup>	3.64 <sup>b</sup>	3.13 <sup>c</sup>	3.99	3.63 <sup>b</sup>
Ruzi	4.02 <sup>b</sup>	3.66 <sup>b</sup>	4.60 <sup>b</sup>	3.91	4.04 <sup>b</sup>
Mulato II	4.87 <sup>a</sup>	4.81 <sup>a</sup>	5.08 <sup>a</sup>	4.07	4.70 <sup>a</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	3.14 <sup>c</sup>	3.54 <sup>b</sup>	2.97 <sup>b</sup>	2.81 <sup>c</sup>	3.11 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	4.98 <sup>a</sup>	4.53 <sup>a</sup>	5.31 <sup>a</sup>	5.25 <sup>a</sup>	5.01 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	4.13 <sup>b</sup>	4.07 <sup>ab</sup>	4.00 <sup>ab</sup>	4.04 <sup>c</sup>	4.06 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	2.53	3.51	2.70 <sup>ef</sup>	3.13	2.93
Purple guinea × Urea	4.45	4.48	4.78 <sup>c</sup>	5.09	4.70
Purple guinea × Ammonium sulphate	3.75	3.50	3.44 <sup>de</sup>	3.94	3.67
Mombasa guinea × Non-fertilizer	2.96	3.26	2.59 <sup>f</sup>	2.92	2.98
Mombasa guinea × Urea	4.55	4.12	3.61 <sup>d</sup>	5.11	4.38
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	3.80	3.72	3.12 <sup>def</sup>	3.99	3.66
Ruzi × Non-fertilizer	3.23	3.12	3.06 <sup>def</sup>	2.90	3.02
Ruzi × Urea	4.97	4.14	5.73 <sup>b</sup>	5.06	5.11
Ruzi × Ammonium sulphate	3.85	3.65	4.38 <sup>c</sup>	3.83	3.98
Mulato II × Non-fertilizer	3.92	4.12	3.58 <sup>d</sup>	2.28	3.49
Mulato II × Urea	5.92	5.26	6.97 <sup>a</sup>	5.75	6.07
Mulato II × Ammonium sulphate	4.90	5.13	4.71 <sup>c</sup>	4.26	4.74
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	**	ns	**
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	14.70	20.64	16.30	16.68	9.83

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.4.2 ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen use efficiency; NUE)

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน ของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ในการตัดครั้งที่ 1-4 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหญ่ากินนีสีม่วงมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมากที่สุด โดยพบว่ามีไนโตรเจน 1 กก. หญ่ากินนีสีม่วงสามารถนำไปใช้ในการสร้างผลผลิตน้ำหนักแห้งได้เท่ากับ 33.0 32.2 37.0 และ 37.2 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ รองลงมาคือ หญ่ากินนีสีมอมบาซา หญ่ารูซี่ และหญ่ามูลาโต้ 2 ตามลำดับไว้ และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ่ากินนีสีม่วงและหญ่ากินนีสีมอมบาซามีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมากที่สุด เท่ากับ 34.9 และ 33.7 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ รองลงมาคือ หญ่ารูซี่ และหญ่ามูลาโต้ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.0 และ 29.7 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18)

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ่ามีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมากที่สุด เท่ากับ 32.2 31.5 38.4 และ 33.7 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าประมาณ 28.3-30.4 และ 25.9-26.2 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยในรูปแบบต่าง ๆ มีผลทำให้หญ่าอาหารสัตว์มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) และวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรียทำให้หญ่ามีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงที่สุด (ตารางที่ 4.18)

ผลการวิเคราะห์ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์หญ่าอาหารสัตว์และชนิดปุ๋ย พบว่าหญ่าอาหารสัตว์มีการตอบสนองต่อชนิดปุ๋ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าหญ่าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มากกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 4.18)

#### 4.4.3 ประสิทธิภาพการผลิตพืช (agronomic efficiency of applied N; $AE_N$ )

ตารางที่ 4.19 แสดงผลการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบต่างๆ ต่อประสิทธิภาพการผลิตพืช พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 2 และ 4 หญ่าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการผลิตพืช ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดครั้งที่ 1 และ 2 หญ่ากินนีสีม่วง หญ่ากินนีสีมอมบาซา และหญ่ามูลาโต้ 2 มีประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงที่สุดประมาณ 5.09-7.15 5.45-7.83 และ 5.37-7.44 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ ส่วนในการตัดครั้งที่ 4 พบว่าหญ่ามูลาโต้ 2 มีประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงที่สุด เท่ากับ 7.53 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง รองลงมาคือ หญ่ากินนีสีมอมบาซา หญ่ารูซี่ และหญ่ากินนีสีม่วง เท่ากับ 6.61 5.62 และ 5.62 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ ในขณะที่การตัดครั้งที่ 3 พบว่าหญ่าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

โดยมีแนวโน้มว่าหญ้ามูลาไต้ 2 มีประสิทธิภาพการผลิตพืชสูงที่สุดเท่ากับ 8.22 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการผลิตพืชจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้างินนิสีม่วง หญ้างินนิมอมบาซา และหญ้ามูลาไต้ 2 มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการผลิตพืชมากที่สุด เท่ากับ 6.23 7.10 และ 7.15 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยชนิดต่างๆ จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการผลิตพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีประสิทธิภาพการผลิตพืชมากที่สุดเท่ากับ 8.00 6.08 9.40 และ 7.56 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ และวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 5.93 3.74 6.04 และ 5.13 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าประสิทธิภาพการผลิตพืชเฉลี่ยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) เท่ากับ 7.75 และ 5.21 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 4.19)

เมื่อพิจารณาผลการตอบสนองหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิดร่วมกับใส่ปุ๋ยในโตรเจน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการตัดทั้ง 4 แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ร่วมกับการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ส่งผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีประสิทธิภาพการผลิตพืชมากกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) (ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.18 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (NUE)

Factors	NUE (kg yield/kg N applied/time)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	33.0 <sup>ab</sup>	32.2 <sup>a</sup>	37.0	37.2 <sup>a</sup>	34.9 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	34.7 <sup>a</sup>	33.1 <sup>a</sup>	34.1	32.7 <sup>a</sup>	33.7 <sup>a</sup>
Ruzi	29.3 <sup>b</sup>	26.5 <sup>b</sup>	36.5	27.8 <sup>b</sup>	30.0 <sup>b</sup>
Mulato II	29.6 <sup>b</sup>	27.6 <sup>b</sup>	33.2	28.3 <sup>n</sup>	29.7 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Urea (46-0-0)	32.2 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	38.4 <sup>a</sup>	33.7 <sup>a</sup>	34.1 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	30.4 <sup>b</sup>	28.3 <sup>b</sup>	32.0 <sup>b</sup>	29.3 <sup>b</sup>	30.0 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Purple guinea × Urea	34.2	34.0	39.7	40.1	37.0
Purple guinea × Ammonium sulphate	31.8	30.5	34.4	34.3	32.7
Mombasa guinea × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Mombasa guinea × Urea	35.8	34.4	36.9	34.8	35.5
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	33.7	31.8	31.2	30.7	31.9
Ruzi × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Ruzi × Urea	31.1	27.6	40.5	29.6	32.2
Ruzi × Ammonium sulphate	27.5	25.4	32.5	25.9	27.8
Mulato II × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Mulato II × Urea	30.7	29.9	36.4	30.3	31.8
Mulato II × Ammonium sulphate	28.5	25.3	30.1	26.3	27.5
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	ns	**	**
Fertilizer	*	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	9.09	9.62	12.02	6.56	4.54

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางที่ 4.19 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพการผลิตพืช  
( $AE_N$ )

Factors	$AE_N$ (kg yield/kg N applied/time)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	7.15 <sup>a</sup>	5.09 <sup>ab</sup>	7.08	5.62 <sup>b</sup>	6.23 <sup>ab</sup>
Mombasa guinea	7.83 <sup>a</sup>	5.45 <sup>a</sup>	8.51	6.61 <sup>ab</sup>	7.10 <sup>a</sup>
Ruzi	5.45 <sup>b</sup>	3.73 <sup>b</sup>	7.06	5.62 <sup>b</sup>	5.46 <sup>b</sup>
Mulato II	7.44 <sup>a</sup>	5.37 <sup>a</sup>	8.22	7.53 <sup>a</sup>	7.15 <sup>a</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Urea (46-0-0)	8.00 <sup>a</sup>	6.08 <sup>a</sup>	9.40 <sup>a</sup>	7.56 <sup>a</sup>	7.75 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	5.93 <sup>b</sup>	3.74 <sup>b</sup>	6.04 <sup>b</sup>	5.13 <sup>b</sup>	5.21 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Purple guinea × Urea	7.90	6.52	8.40	7.10	7.47
Purple guinea × Ammonium sulphate	6.40	3.66	5.77	4.15	5.00
Mombasa guinea × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Mombasa guinea × Urea	8.82	6.05	10.10	8.00	8.22
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	6.85	4.85	6.93	5.22	5.97
Ruzi × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Ruzi × Urea	6.35	4.80	8.57	6.60	6.57
Ruzi × Ammonium sulphate	4.55	2.69	5.55	4.65	4.35
Mulato II × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Mulato II × Urea	8.92	7.00	10.53	8.55	8.75
Mulato II × Ammonium sulphate	5.95	3.75	5.92	6.25	5.55
<b>F-Test</b>					
Variety	*	**	ns	*	**
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	23.14	19.85	17.54	22.07	14.03

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.4.4 ประสิทธิภาพเชิงสรีระ (physiological efficiency of applied N; PE<sub>N</sub>)

ตารางที่ 4.20 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงสรีระของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าในการตัดครั้งที่ 1-3 หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการดูดใช้ในโตรเจนได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการตัดครั้งที่ 1 และ 3 หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ากินนีมอมบาชามีประสิทธิภาพเชิงสรีระสูงที่สุดเท่ากับ 56.3 57.1 และ 61.4 68.4 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ ส่วนการตัดครั้งที่ 2 พบว่าหญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ารูซี่มีประสิทธิภาพเชิงสรีระสูงที่สุดเท่ากับ 71.4 และ 68.0 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ ในขณะที่การตัดครั้งที่ 4 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีการดูดใช้ในโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้ากินนีสีม่วงมีประสิทธิภาพเชิงสรีระสูงกว่าหญ้ากินนีมอมบาชหญ้ารูซี่ และหญ้ามูลาโด เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง จะเห็นได้ว่าหญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ากินนีมอมบาชามีประสิทธิภาพเชิงสรีระสูงที่สุดเท่ากับ 59.7 และ 57.3 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนรูปแบบต่าง ๆ จากการตัดครั้งที่ทั้ง 4 ครั้ง พบว่าวิธีการใส่ปุ๋ยทำให้หญ้ามีประสิทธิภาพเชิงสรีระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มีประสิทธิภาพเชิงสรีระสูงที่สุดประมาณ 53.9-64.5 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง และการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีค่าน้อยที่สุดประมาณ 45.4-53.4 กก.ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเชิงสรีระสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) (ตารางที่ 4.20)

ผลการวิเคราะห์ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์หญ้าอาหารสัตว์และชนิดปุ๋ย ในการตัดครั้งที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยหญ้ากินนีสีม่วง และกินนีมอมบาชามีปฏิกริยาสัมพันธ์กับการใส่ปุ๋ยยูเรียมากที่สุด เท่ากับ 75.9 และ 61.8 กก.ผลผลิต/กก.N ตามลำดับ และในการตัดครั้งที่ 2-4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มากกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) (ตารางที่ 4.20)

#### 4.4.5 ประสิทธิภาพการฟื้นตัว (crop recovery efficiency of applied N; RE<sub>N</sub>)

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการฟื้นตัวของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ในการตัดครั้งที่ 1 และ 3 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการฟื้นตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สำหรับการตัดครั้งที่ 2 และ 4 พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการฟื้นตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าหญ้ามูลาโด 2 มีประสิทธิภาพการฟื้นตัวสูงที่สุดเท่ากับ 0.11 และ 0.27 กก. N-uptake/กก. N ที่ใส่/ครั้ง ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่าหญ้ามูลาโด 2 มีประสิทธิภาพการฟื้นตัวสูงที่สุดเท่ากับ 0.15 กก. N-uptake/กก. N ที่ใส่/

ครั้ง รองลงมาคือ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้ากินนีมอมบาซา และหญ้ารูซี่ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10-0.12 กก. ผลผลิต/กก.N ที่ใส่/ครั้ง

สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนรูปแบบต่าง ๆ พบว่าจากการตัดครั้งทั้ง 4 ครั้ง หญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการฟื้นตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีความสามารถในการฟื้นตัวสูงกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และเมื่อวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจากการตัดทั้ง 4 ครั้ง จะพบว่าวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปแบบต่างๆ มีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีประสิทธิภาพการฟื้นตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรียทำให้หญ้ามมีประสิทธิภาพการฟื้นตัวสูงที่สุด (ตารางที่ 4.21)

เมื่อพิจารณาผลการตอบสนองหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ต่อรูปแบบการใส่ปุ๋ยในโตรเจน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการตัดทุกครั้ง แต่มีแนวโน้มว่าหญ้าสัตว์ทั้ง 4 ชนิดตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) มากกว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) (ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.20 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพเชิงสีเขียว  
(PE<sub>N</sub>)

Factors	PE <sub>N</sub> (kg yield/kg N applied/time)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	56.3 <sup>ab</sup>	71.4 <sup>a</sup>	57.1 <sup>ab</sup>	52.3	59.7 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	61.4 <sup>a</sup>	48.7 <sup>b</sup>	68.4 <sup>a</sup>	50.8	57.3 <sup>ab</sup>
Ruzi	44.5 <sup>bc</sup>	68.0 <sup>a</sup>	47.1 <sup>b</sup>	50.9	52.6 <sup>bc</sup>
Mulato II	38.7 <sup>c</sup>	47.7 <sup>b</sup>	52.9 <sup>b</sup>	48.4	46.9 <sup>c</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Urea (46-0-0)	53.9 <sup>a</sup>	64.5 <sup>a</sup>	63.9 <sup>a</sup>	55.8 <sup>a</sup>	57.7 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	46.6 <sup>b</sup>	53.4 <sup>b</sup>	48.9 <sup>b</sup>	45.4 <sup>b</sup>	50.4 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Purple guinea × Urea	61.8 <sup>ab</sup>	75.9	66.3	56.7	62.4
Purple guinea × Ammonium sulphate	50.7 <sup>bc</sup>	66.9	47.9	47.8	56.1
Mombasa guinea × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Mombasa guinea × Urea	75.9 <sup>a</sup>	56.2	73.4	53.4	57.5
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	47.0 <sup>bc</sup>	41.2	63.5	48.1	57.2
Ruzi × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Ruzi × Urea	48.8 <sup>bc</sup>	76.9	55.6	56.2	59.4
Ruzi × Ammonium sulphate	40.2 <sup>c</sup>	59.0	38.7	45.7	45.9
Mulato II × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Mulato II × Urea	39.8 <sup>c</sup>	49.1	60.2	56.9	51.5
Mulato II × Ammonium sulphate	37.7 <sup>c</sup>	46.3	45.5	40.0	42.4
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	*	ns	**
Fertilizer	*	*	**	**	**
Variety × Fertilizer	**	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	19.79	19.40	24.86	20.33	9.58

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางที่ 4.21 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพการฟื้นตัว (RE<sub>N</sub>)

Factors	RE <sub>N</sub> (kg N-uptake/kg N applied/time)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	0.12	0.07 <sup>b</sup>	0.09	0.13 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>
Mombasa guinea	0.13	0.08 <sup>b</sup>	0.10	0.16 <sup>b</sup>	0.12 <sup>ab</sup>
Ruzi	0.10	0.08 <sup>b</sup>	0.10	0.16 <sup>b</sup>	0.11 <sup>b</sup>
Mulato II	0.12	0.11 <sup>a</sup>	0.10	0.27 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Urea (46-0-0)	0.15 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.24 <sup>a</sup>	0.15 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	0.09 <sup>b</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.09 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Purple guinea × Urea	0.14	0.08	0.11	0.19	0.15
Purple guinea × Ammonium sulphate	0.10	0.07	0.07	0.08	0.08
Mombasa guinea × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Mombasa guinea × Urea	0.16	0.10	0.11	0.21	0.15
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	0.10	0.06	0.09	0.10	0.09
Ruzi × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Ruzi × Urea	0.14	0.09	0.12	0.22	0.14
Ruzi × Ammonium sulphate	0.07	0.07	0.07	0.10	0.08
Mulato II × Non-fertilizer	-	-	-	-	-
Mulato II × Urea	0.15	0.12	0.10	0.34	0.18
Mulato II × Ammonium sulphate	0.09	0.10	0.10	0.19	0.12
<b>F-Test</b>					
Variety	ns	*	ns	**	**
Fertilizer	*	*	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	27.57	24.61	21.04	26.01	13.74

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

#### 4.5 การศึกษาส่วนที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

##### 4.5.1 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูใช้ในไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์

ค่าสหสัมพันธ์เป็นสิ่งที่บ่งชี้ความเกี่ยวข้องกันระหว่างปัจจัยหรือลักษณะที่ต้องการศึกษา จากตารางที่ 4.22 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูใช้ในไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตจากการตัดครั้งที่ 1 พบว่าวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย การดูใช้ในไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราการเจริญเติบโตและโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.54\*\* และ 0.84\*\* ตามลำดับ สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) พบว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักร้าง โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.94\*\* และ 1.00\*\* ตามลำดับ แต่กลับพบว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์ทางลบกับค่า SCMR โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ -0.57\*\* สำหรับการดูใช้ในไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.90\*\* ในทำนองเดียวกัน วิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) พบว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักร้าง โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.96\*\* และ 1.00\*\* ตามลำดับ และการดูใช้ในไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.81\*\* ตามลำดับ

ในการตัดครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย การดูใช้ในไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.70\*\* ในขณะที่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) พบว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักร้าง โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.96\*\* และ 1.00\*\* ตามลำดับ ดัชนีพื้นที่ใบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.67\*\* และยังพบอีกว่าการดูใช้ในไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.74\*\* สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักร้าง โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.99\*\* และ 1.00\*\* ตามลำดับ และการดูใช้ในไนโตรเจน พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.78\*\* ตามลำดับ และพบว่าดัชนีพื้นที่ใบมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.66\*\* ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

ตารางที่ 4.22 ค่าสัมพัทธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ในไนโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ ในการตัดครั้งที่ 1

	N-uptake	SCMR	LAI	SLA	CGR	DM	CP
<b>Non-fertilizer</b>							
NUE	-	-	-	-	-	-	-
N-uptake		0.25	-0.25	-0.41	0.54*	0.45	0.84**
<b>Urea (46-0-0)</b>							
NUE	0.10	-0.57*	0.22	-0.17	0.94**	1.00**	0.25
N-uptake		0.17	-0.49	-0.49	0.09	0.10	0.90**
<b>Ammonium sulphate (21-0-0)</b>							
NUE	-0.20	0.23	0.37	-0.00	0.96**	1.00**	0.12
N-uptake		-0.07	-0.33	-0.45	-0.2	-0.2	0.81**

\* and \*\* = significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

df (n-2) = 14

DM = Dry matter yield

ตารางที่ 4.23 ค่าสัมพัทธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ในไนโตรเจนกับ ลักษณะทางสรีรวิทยาผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ ในการตัดครั้งที่ 2

	N-uptake	SCMR	LAI	SLA	CGR	DM	CP
<b>Non-fertilizer</b>							
NUE	-	-	-	-	-	-	-
N-uptake		0.22	0.18	-0.13	0.21	0.29	0.70**
<b>Urea (46-0-0)</b>							
NUE	0.36	-0.14	0.67**	0.23	0.96**	1.00**	-0.42
N-uptake		0.24	0.02	0.31	0.23	0.63	0.74**
<b>Ammonium sulphate (21-0-0)</b>							
NUE	0.09	-0.17	0.66**	-0.17	0.99**	1.00**	-0.10
N-uptake		0.41	-0.15	0.48	0.07	0.09	0.78**

\*\* = significantly different at  $P \leq 0.01$

df (n-2) = 14

DM = Dry matter yield

จากตารางที่ 4.24 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจน และการดูดใช้น้ำในโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิต จากการตัดครั้งที่ 3 ในกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย การดูดใช้น้ำในโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.63\*\* สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง มีค่า  $r$  เท่ากับ 0.66\*\* และ 0.92\*\* ตามลำดับ และการดูดใช้น้ำในโตรเจนกับโปรตีนหยาบ พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกโดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.80\*\* ในขณะที่เดียวกันใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจน พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า SCMR อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง มีค่า  $r$  เท่ากับ 0.69\*\* 0.93\*\* และ 1.00\*\* ตามลำดับ และการดูดใช้น้ำในโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.89\*\*

ตารางที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจน และการดูดใช้น้ำในโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ ในการตัดครั้งที่ 3

	N-uptake	SCMR	LAI	SLA	CGR	DM	CP
<b>Non-fertilizer</b>							
NUE	-	-	-	-	-	-	-
N-uptake	0.17	0.04	0.03	0.02	0.42	0.63**	0.17
<b>Urea (46-0-0)</b>							
NUE	0.20	0.25	0.03	-0.08	0.66**	0.92**	0.68
N-uptake		-0.10	0.10	-0.02	0.16	0.14	0.80**
<b>Ammonium sulphate (21-0-0)</b>							
NUE	0.33	0.69**	0.00	0.30	0.93**	1.00**	0.53
N-uptake		-0.26	0.12	0.44	0.25	0.33	0.89**

\*\* = significantly different at  $P \leq 0.01$

df (n-2) = 14

DM = Dry matter yield

จากตารางที่ 4.25 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจน และการดูดใช้น้ำในโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยากับผลผลิต และคุณภาพ ในการตัดครั้งที่ 4 พบว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย การดูดใช้น้ำในโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ 0.92\*\* ส่วนกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ประสิทธิภาพการใช้น้ำในโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง และ

โปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ  $0.64^{**}$   $1.00^{**}$  และ  $0.67^{**}$  ตามลำดับ และยังพบอีกว่าการดูดใช้ในโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ  $0.96^{**}$  สำหรับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) พบว่าประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง และโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ  $0.81^{**}$   $1.00^{**}$  และ  $0.89^{**}$  ตามลำดับ และการดูดใช้ในโตรเจนมีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโปรตีนหยาบ โดยมีค่า  $r$  เท่ากับ  $0.97^{**}$

ตารางที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ในโตรเจน และการดูดใช้ในโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ ในการตัดครั้งที่ 4

	N-uptake	SCMR	LAI	SLA	CGR	DM	CP
<b>Non-fertilizer</b>							
NUE	-	-	-	-	-	-	-
N-uptake	-0.27	0.16	-0.19	0.51	0.44	0.92 <sup>**</sup>	-0.27
<b>Urea (46-0-0)</b>							
NUE	-0.20	0.33	0.64 <sup>**</sup>	-0.14	0.29	1.00 <sup>**</sup>	0.67 <sup>*</sup>
N-uptake		-0.04	-0.21	-0.35	0.06	-0.20	0.96 <sup>**</sup>
<b>Ammonium sulphate (21-0-0)</b>							
NUE	-0.15	0.30	0.46	-0.14	0.81 <sup>**</sup>	1.00 <sup>**</sup>	0.89 <sup>**</sup>
N-uptake		0.17	0.03	0.12	0.21	-0.15	0.97 <sup>**</sup>

\* and \*\* = significantly different at  $P \leq 0.01$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

df (n-2) = 14

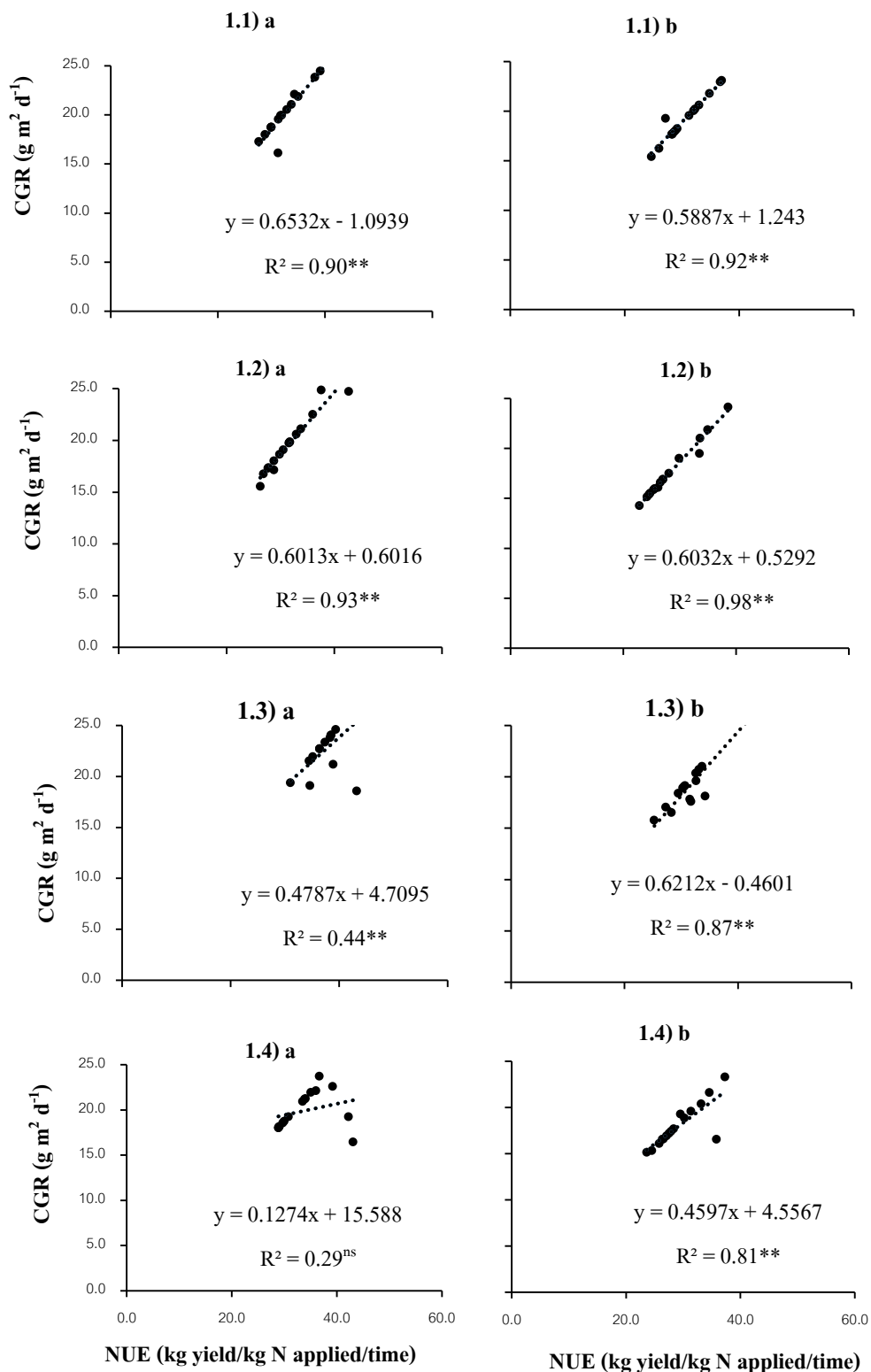
DM = Dry matter yield

#### 4.5.2 การวิเคราะห์สมการถดถอยอย่างง่ายระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูด ใช้ไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์

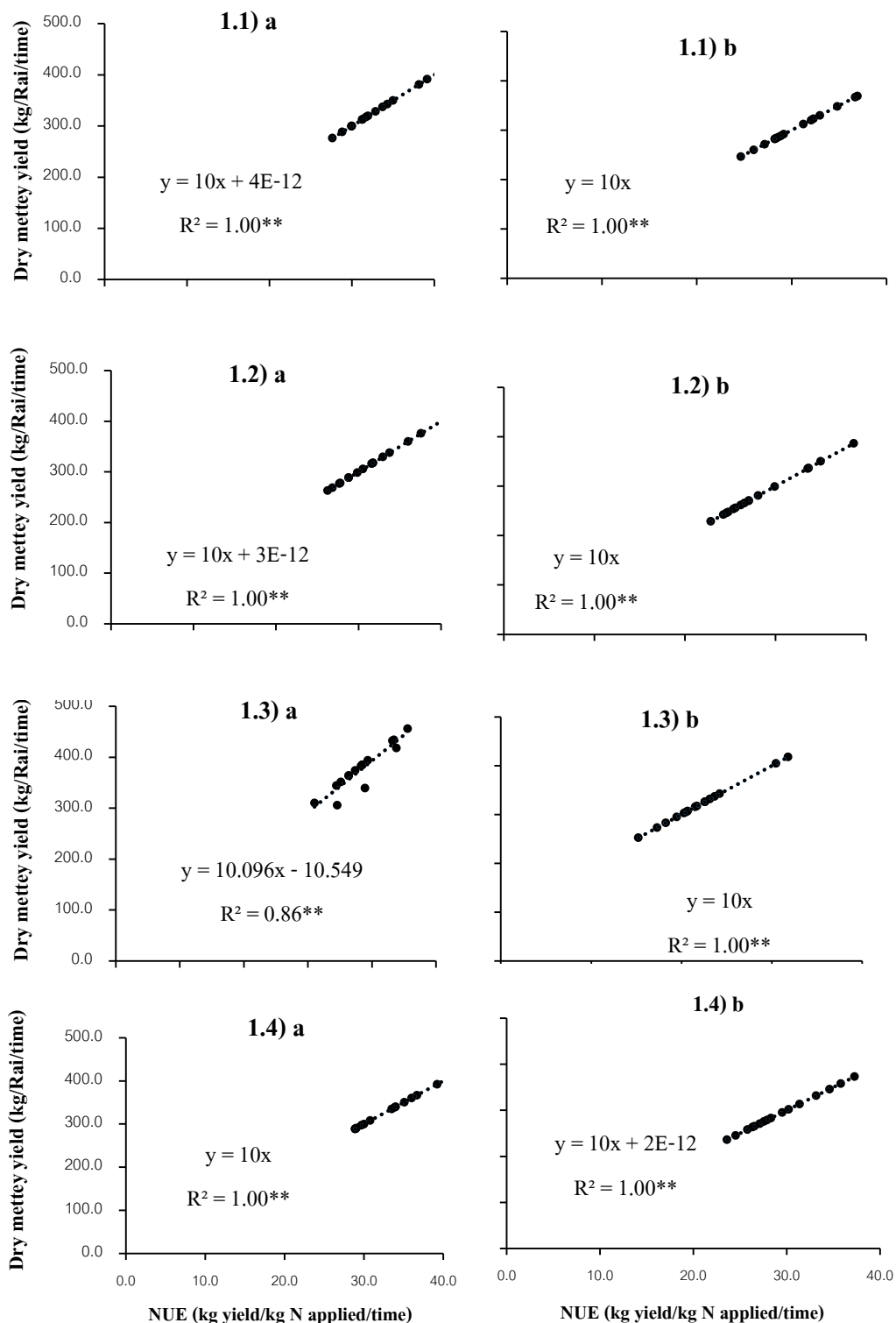
การวิเคราะห์สมการถดถอยจะสามารถบ่งชี้ถึงความสำคัญระหว่างปัจจัย หรือลักษณะที่  
ต้องการศึกษา โดยปัจจัยตัวหนึ่งจะส่งผล หรือเป็นเหตุให้เกิดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปัจจัยอีกตัว  
หนึ่ง

ภาพที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตกับ  
ประสิทธิภาพการใช้ ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนรูปแบบ  
ต่างๆ ในการตัดครั้งที่ 1 2 และ 3 มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์มี  
ความสัมพันธ์กันทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) กับอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์ แต่ในขณะที่  
การตัดครั้งที่ 4 กรรมวิธีใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์ไม่มี  
ความสัมพันธ์กันทางสถิติกับประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ โดยพบว่าใน  
กรรมวิธี ใส่ปุ๋ยยูเรียหาก NUE เพิ่มขึ้น 1 กก.ผลผลิต/กก.Nที่ใส่/ครั้ง จะทำให้ค่า CGR เพิ่มขึ้นอยู่  
ระหว่าง  $0.47-0.65 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  ( $R^2 = 0.44^{**} - 0.93^{**}$ ) และกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ค่า CGR  
จะเพิ่มขึ้นประมาณ  $0.45-0.62 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  ( $R^2 = 0.81^{**} - 0.98^{**}$ )

ภาพที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตน้ำหนักแห้งกับ  
ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง พบว่ารูปแบบปุ๋ย  
ไนโตรเจนแต่ละชนิด มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์มีความสัมพันธ์กันทาง  
สถิติ ( $P < 0.01$ ) กับผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าอาหารสัตว์ โดยพบว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-  
0-0) และใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) NUE เพิ่มขึ้น 1 กก.ผลผลิต/กก.Nที่ใส่/ครั้ง จะทำให้ค่า  
ผลผลิตน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นประมาณ 10 กก./ไร่/ครั้ง ( $R^2 = 0.86^{**} - 1.00^{**}$ ) จากการตัดทั้ง 4 ครั้ง



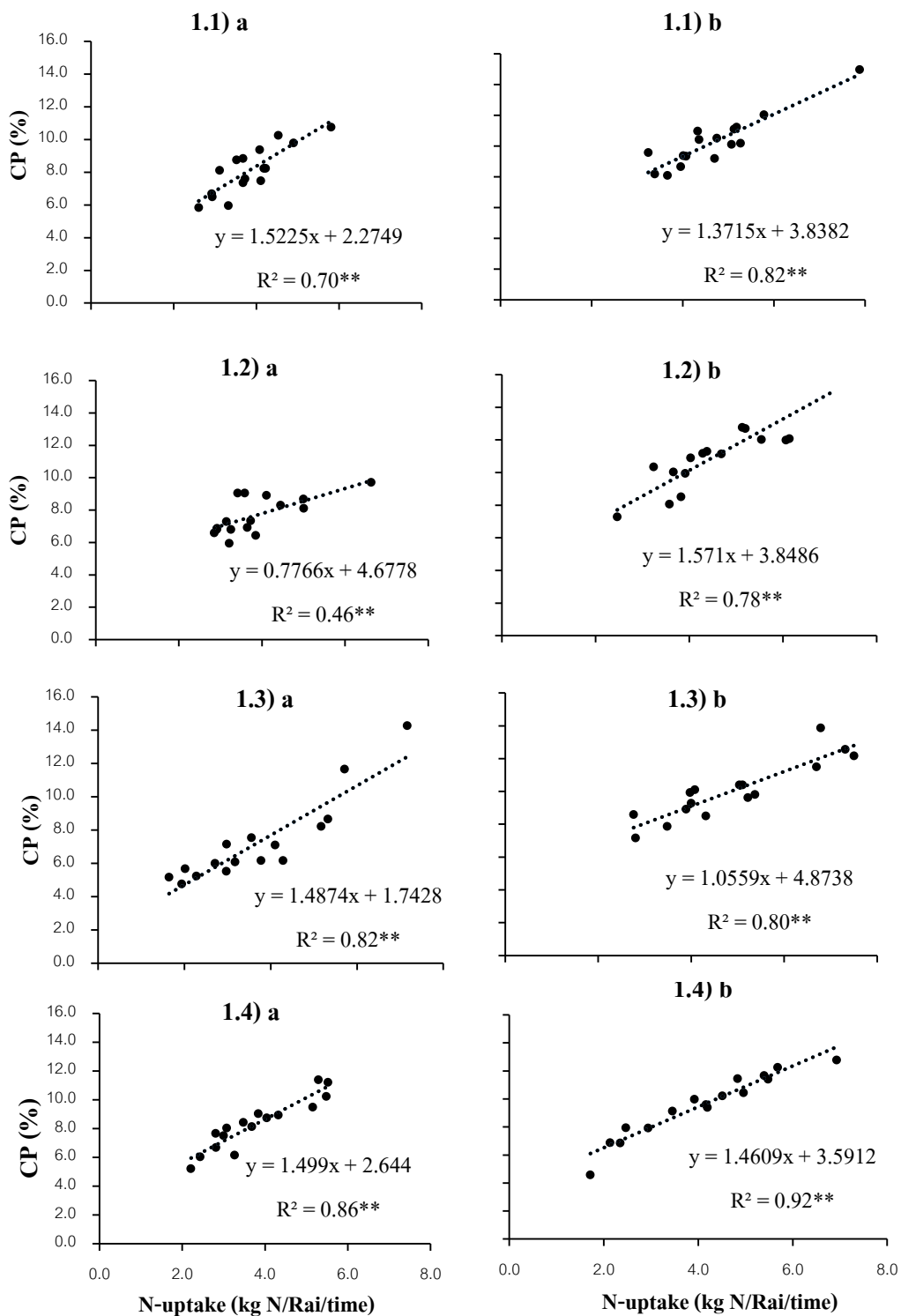
ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย (a) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (b) ในการตัดครั้งที่ 1 (1.1) ครั้งที่ 2 (1.2) ครั้งที่ 3 (1.3) และครั้งที่ 4 (1.4)



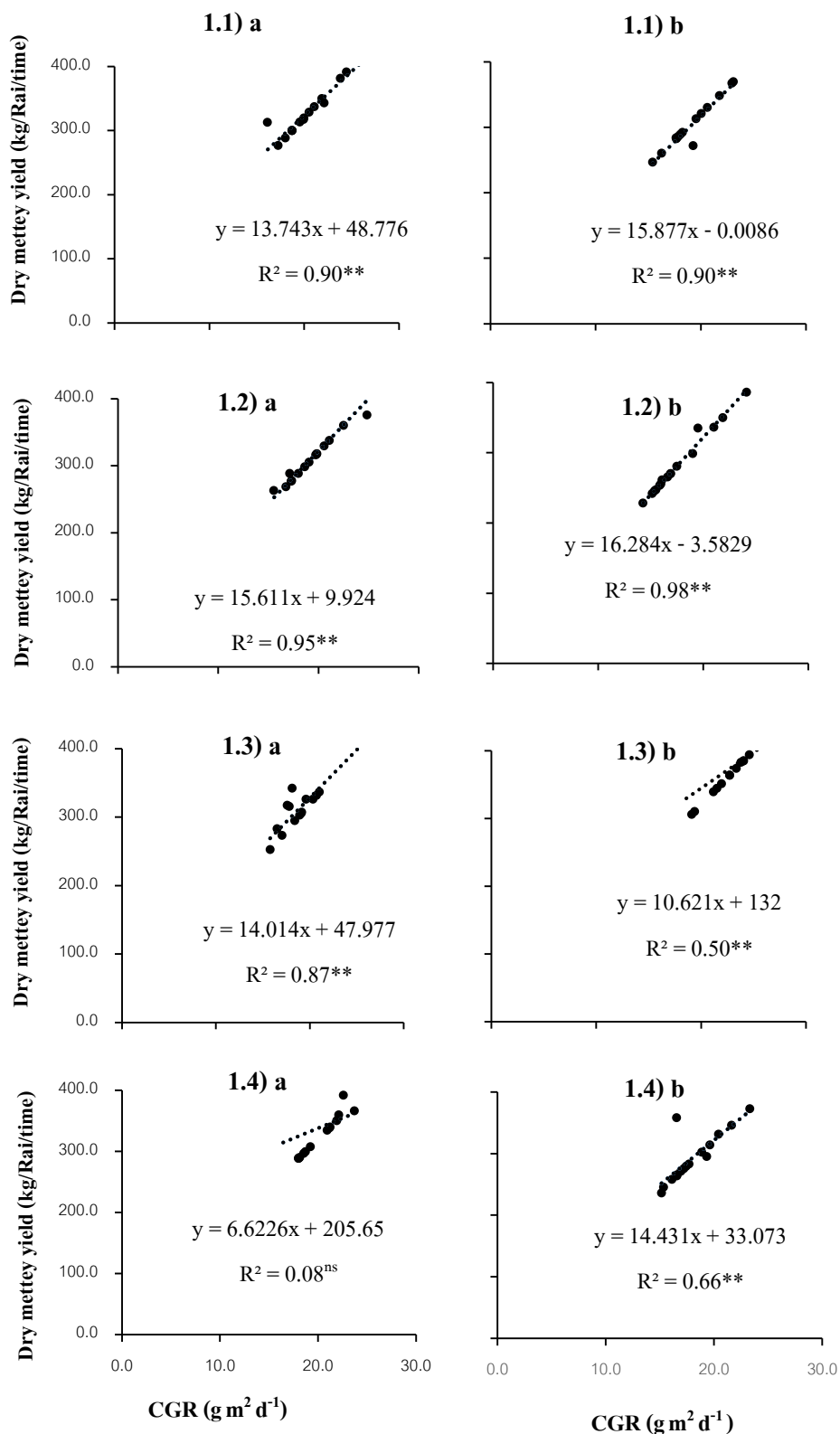
ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตน้ำหนักแห้งและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน เมื่อใส่ปุ๋ย ยูเรีย(a) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (b) ในการตัดครั้งที่ 1 (1.1) ครั้งที่ 2 (1.2) ครั้งที่ 3 (1.3) และครั้งที่ 4 (1.4)

ภาพที่ 4.4 จากแสดงผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโปรตีนหยาบและการดูดซับไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด จากการตัดครั้งทั้ง 4 ครั้ง พบว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยแต่ละชนิด มีผลทำให้ความเข้มข้นของโปรตีนหยาบมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการดูดซับไนโตรเจน โดยพบว่าหญ้าอาหารสัตว์มีการดูดซับไนโตรเจนมากขึ้นก็จะส่งผลทำให้หญ้ามีคุณภาพผลผลิตดีโดยมีความเข้มข้นของโปรตีนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย พบว่า ค่า N-uptake เพิ่มขึ้น 1 กก./ไร่/ครั้ง จะทำให้มีความเข้มข้นของโปรตีนหยาบเพิ่มอยู่ระหว่าง 0.77-1.52 % ( $R^2=0.46^{**}-0.86^{**}$ ) และกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตจะมีความเข้มข้นของโปรตีนหยาบเพิ่มอยู่ระหว่าง 1.05-1.57 % ( $R^2=0.78^{**}-0.92^{**}$ )

ภาพที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตกับผลผลิตน้ำหนักรวมของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด พบว่าวิธีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนรูปแบบต่างๆ ในการตัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 ผลผลิตน้ำหนักรวมของหญ้าอาหารสัตว์มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) กับอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์ แต่ในขณะที่การตัดครั้งที่ 4 กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติกับผลผลิตน้ำหนักรวมของหญ้าอาหารสัตว์ โดยพบว่าในกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยยูเรีย พีชมี CGR เพิ่มขึ้น  $1 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 13.74-15.61 กก./ไร่/ครั้ง ( $R^2=0.87^{**}-0.95^{**}$ ) และกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต พีชมี CGR เพิ่มขึ้น  $1 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 10.62-16.28 กก./ไร่/ครั้ง ( $R^2=0.50^{**}-0.98^{**}$ )



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโปรตีนหยาบและการดูดใช้ในโตรเจน เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย (a) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (b) ในการตัดครั้งที่ 1 (1.1) ครั้งที่ 2 (1.2) ครั้งที่ 3 (1.3) และครั้งที่ 4 (1.4)



ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตน้ำหนักรากแห้ง เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย (a) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (b) ในการตัดครั้งที่ 1 (1.1) ครั้งที่ 2 (1.2) ครั้งที่ 3 (1.3) และครั้งที่ 4 (1.4)

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผลการทดลอง

สภาพอากาศนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญตัวหนึ่ง ที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอาหารสัตว์ ในช่วงระยะเวลาทำการทดลอง โดยเฉพาะก่อนการตัดหญ้าครั้งที่ 1 พบว่ามีอุณหภูมิลดลงกะทันหัน 2 ช่วง คือ ระหว่างวันที่ 17-22 มกราคม 2561 และวันที่ 12-14 กุมภาพันธ์ 2561 ซึ่งน่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าอาหารสัตว์ Tudsri *et al.* (2002) รายงานว่าหญ้ากินนีสีม่วงที่ปลูกภายใต้ อุณหภูมิกลางวันและกลางคืนค่า 25/15 องศาเซลเซียส จะทำให้หญ้ามีความสามารถในการแตกกอ ลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 หญ้ากินนีสีม่วงมีจำนวนหน่อต่อตาราง เมตร เท่ากับ 152.0 หน่อ/ตร.ม ในขณะที่ในการตัดครั้งที่ 2-4 หญ้ามีการแตกกอเพิ่มมากขึ้น โดยมีจำนวนหน่ออยู่ระหว่าง 237.6-337.0 หน่อ/ตร.ม. (ตารางภาคผนวกที่ 2) ซึ่งโดยทั่วไปจำนวนหน่อ มักมีความสัมพันธ์กับปริมาณการให้ผลผลิต แต่ในการศึกษานี้พบว่าปริมาณผลผลิตน้ำหนักสด และผลผลิตน้ำหนักแห้งของการตัดครั้งที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกับการตัดครั้งอื่น ๆ ทั้งๆ ที่มีจำนวนหน่อต่อ ตารางเมตรน้อยกว่าถึงประมาณ 45.10- 63.9 % ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแม้หญ้าจะมีความสามารถในการแตกกอลดลง แต่อาจไม่กระทบต่อการสร้างผลผลิต เนื่องจากอาจถูกชดเชย โดยพื้นที่ใบต่อ หน่วยพื้นที่ดินหรือเป็นเพราะหญ้ามีค่า LAI สูง ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในการตัดครั้งที่ 1 หญ้าทุกชนิดมี LAI สูงกว่าการตัดครั้งอื่นๆ โดยค่า LAI เป็นตัวบ่งบอกความสามารถในการรับและสังเคราะห์แสงของพืช โดยการรับแสงของพืชจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่า LAI สอดคล้องกับ การศึกษาของ Brougham (1956) ที่ได้ทำการศึกษากับหญ้า ryegrass และถั่ว clover พบว่าเมื่อค่า LAI เพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโต (CGR) สูงขึ้นด้วย ในขณะที่ อากาศ เพื่อถึ และคณะ (2559) พบว่าเมื่อหญ้ากินนีมอมบาชามีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี ก็จะทำให้ผลผลิตสูง เช่นกัน

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าหญ้าแต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตแตกต่างกัน โดยหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีมอมบาช่าที่อยู่ในตระกูล Panicum มีอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าหญ้ารูซี่และหญ้ามูลาใต้ 2 ซึ่งในอยู่ตระกูล Brachiaria ซึ่งผลการศึกษาที่ขัดแย้งกับ จุฑดาว คนยัง และคณะ (2561) ที่รายงานว่าผลผลิตของหญ้าทั้ง 4 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทาง สถิติ แต่มีแนวโน้มว่าหญ้ามูลาใต้ และหญ้ากินนีมอมบาช่า ให้ผลผลิตสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ารูซี่ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวมีการใส่ปุ๋ยคอกมูลโค ในอัตรา 1 ตัน/ไร่ หลังตัดครั้งแรก เท่านั้นเพื่อเป็นปัจจัยในการผลิต ซึ่งปกติปุ๋ยคอกมักมีการปลดปล่อยธาตุอาหารได้ช้ากว่าปุ๋ยเคมีจึง อาจทำให้พืชสามารถดูดใช้ในโตรเจนได้น้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี แต่ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการเปรียบเทียบผลของการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และแอมโมเนียม ซัลเฟต (21-0-0) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใส่ในรูปของปุ๋ยยูเรียมีแนวโน้มทำให้หญ้าอาหารสัตว์

มีผลผลิตน้ำหนักรากและน้ำหนักแห้งสูงกว่าการใส่ในรูปของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหญ้าอาหารสัตว์มีการดูดไนโตรเจนในรูปยูเรียได้ดีกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต โดยพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรียมีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีผลผลิตน้ำหนักรากทั้งหมดจากการตัดรวมกันทั้ง 4 ครั้ง เท่ากับ 6,500 กก./ไร่ และผลผลิตน้ำหนักรากแห้งทั้งหมด เท่ากับ 1,356 กก./ไร่ ซึ่งมากกว่าผลผลิตที่มีการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทั้งนี้เพราะปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) เป็นปุ๋ยไนโตรเจนที่พืชสามารถดูดมาใช้งานได้ง่าย โดยพืชจะดูดไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์คือ ไนเตรตไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) และแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) เมื่อยูเรียแปรสภาพในดินกลายเป็นแอมโมเนียมไอออนแล้ว ไอออนนี้จะเปลี่ยนเป็นรูปที่พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย (สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, 2537) อีกทั้งปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตหากใส่ในดินติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จะทำให้ดินมีความเป็นกรดมากขึ้นกว่าการใส่ปุ๋ยยูเรีย (สายันท์ ทัดศรี, 2547) ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน และข้อสังเกตที่ได้จากงานทดลองนี้พบว่าในบ่อซีเมนต์ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ย หรือกรรมวิธีควบคุมตั้งแต่การตัดครั้งที่ 1 ถึง 4 มีปริมาณไนเตรตไอออน ( $\text{NO}_3^-$ ) และแอมโมเนียมไอออน ( $\text{NH}_4^+$ ) เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเป็นช่วงที่มีฝนตกบ่อยโดยเฉพาะหลังการตัดครั้งที่ 3 และมีการเกิดปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ซึ่งสันนิษฐานว่าอาจทำให้เกิดการตรึงไนโตรเจนที่เกิดจากฟ้าผ่า ฟ้าแลบ โดยการเปลี่ยนไนโตรเจนในบรรยากาศ ( $\text{N}_2$ ) ให้เป็นไนโตรเจนออกไซด์ โดยแต่ละครั้งกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดไอน้ำและออกซิเจนจะเกิดการแตกตัว เข้าไปทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนอย่างรวดเร็ว ทำให้ได้เป็นกรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) ซึ่งจะถูกละลายในน้ำฝนและตกลงสู่พื้นดินกลายเป็นปุ๋ยไนเตรต ซึ่งอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ และเป็นประโยชน์ต่อพืช (อากาศ หล่องทองกลาง, 2553)

โดยทั่วไปธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่พืชอาหารสัตว์ต้องการใช้ในปริมาณมาก เนื่องจากไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโนและโปรตีน ซึ่งเป็นโภชนะที่สำคัญสำหรับสัตว์ ยุงยุทธ โอสดสภา (2558) อธิบายว่าหากมีการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เท่ากัน พืชแต่ละพันธุ์ก็อาจจะมีประสิทธิภาพในการใช้ธาตุอาหารได้แตกต่างกัน โดยทั่วไปพืชจะดูดธาตุไนโตรเจนจากรูปของปุ๋ยแล้วมีการนำไปสะสมไว้ในเนื้อเยื่อ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ซึ่งโดยปกติพืชจะดูดไนโตรเจนทางราก แล้วลำเลียงในรูปอนินทรีย์ทางท่อไซเล็มแล้วเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโนที่ใบ ซึ่งกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ในอัตรา 10 กก. N/ไร่ เท่ากันหรือคิดเป็น 22 กก.ยูเรีย และ 48 กก. แอมโมเนียมซัลเฟต ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนและการดูดไนโตรเจนจากรูปของยูเรีย (46-0-0) ได้สูงกว่าการใส่ปุ๋ยในรูปของแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าหญ้านิสิ่ม่วงและหญ้านิสิ่มอบบาชามีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนได้ดีกว่าหญ้ารูซี่ และหญ้ามูลาโต 2 จึงส่งผลให้หญ้านิสิ่ม่วงและหญ้านิสิ่มอบบาชามีผลผลิตสูงกว่าหญ้ารูซี่ และหญ้ามูลาโต 2 อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพ

ใส่ปุ๋ยในโตรเจนยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ชนิดของพืช อัตราการใส่ปุ๋ยในโตรเจน และชนิดของดิน เป็นต้น (Zemenchik and Albrecht, 2002) โดยสายพันธ์ ทัตศรี และ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์ (2531) รายงานว่าในช่วงฤดูฝนหญ้าขน (*Brachiria mutica*) และหญ้าแพนโกลายักษ์ (*Digitaria spp.*) จะมีประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยยูเรียสูงกว่าหญ้าโรดส์ (*Chloris gayana*) และหญ้าบัพเฟล (*Cenchrus ciliaris*) ในขณะที่สมพร คนยงค์ และ วิโรจ อัมพิทักษ์ (2528) ซึ่งให้เห็นว่าประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยในโตรเจนของหญ้านอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยในโตรเจนแล้วยังขึ้นอยู่กับชนิดดินอีกด้วย Lemus *et al.* (2008) รายงานว่าประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยในโตรเจนของหญ้า Switchgrass (*Panicum virgatum* L.) ซึ่งเป็นหญ้าพื้นเมืองของอเมริกาจะขึ้นอยู่กับสถานที่ปลูกและยังมีความแปรปรวนระหว่างปีที่ปลูก

ในด้านคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ พบว่าหญ้ามูลาโต้ 2 เป็นพันธุ์หญ้าที่มีความเข้มข้นของโปรตีนสูงที่สุด โดยปกติเมื่อเปรียบเทียบกับหญ้านชนิดอื่นๆ โดยมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยจากการตัด 4 ครั้ง เท่ากับ 10.6 % จะเห็นได้ว่าจากปุ๋ยในโตรเจนที่ใส่ลงไป เมื่อพืชได้รับอย่างเพียงพอก็ถูกนำไปใช้สังเคราะห์โปรตีนทำให้โปรตีนรวมของพืชสูงขึ้น (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2544) ในการศึกษาหญ้ามูลาโต้ 2 สามารถดูดไนโตรเจนไปใช้ได้มากกว่าหญ้านชนิดอื่น ๆ ซึ่งปุ๋ยในโตรเจนที่ใส่ลงไปทั้งหมดจำนวน 10 กก./ไร่/ครั้ง หญ้ามูลาโต้ 2 สามารถดูดไปใช้ได้สูงถึงประมาณ 4.70 กก./ไร่/ครั้ง จึงส่งผลให้มีความเข้มข้นของโปรตีนสูงประมาณ 10.6 % เมื่อเทียบกับหญ้านินีสีม่วง หญ้ากีนนิมอมบาชา และหญ้ารูซี่ ที่มีค่าเท่ากับ 7.1 7.1 และ 8.9 % ตามลำดับ Swadiphanich (1992) อธิบายว่า ธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนและโปรตีนที่เข้าไปส่งเสริมให้พืชอาหารสัตว์มีโภชนะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์เคี้ยวเอื้อง สมศักดิ์ เกาทอง และคณะ (2546) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่อัตรา 49 และ 60 กก./ไร่ ทำให้หญ้ามูลาโต้ 2 มีค่าโปรตีน 7.19 และ 7.40 % ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยในโตรเจน ที่มีค่าเท่ากับ 6.89 % ในหญ้ารูซี่ดาเรีย และปริมาณเยื่อใย ADF และ NDF ในกลุ่มหญ้า Panicum คือหญ้านินีสีม่วงและกีนนิมอมบาชามีปริมาณเยื่อใยสูงกว่ากลุ่มหญ้า Brachiaria คือหญ้ารูซี่และหญ้ามูลาโต้ 2 จากการศึกษาของ คุณดาวคนยัง และคณะ (2561) รายงานว่าปริมาณเยื่อใย ADF และ NDF ของหญ้ารูซี่และหญ้ามูลาโต้ 2 มีค่าต่ำกว่าหญ้านินีสีม่วงและกีนนิมอมบาชา สอดคล้องกับ Ortega-Gómez *et al.* (2011) รายงานว่าหญ้าในกลุ่ม Panicum มีค่าเฉลี่ยของเยื่อใย ADF สูงกว่าหญ้าในกลุ่ม Brachiaria ดังนั้นสัตว์เคี้ยวเอื้องควรได้รับปริมาณเยื่อใย ADF และ NDF ในสัดส่วนที่เหมาะสม หญ้าอาหารสัตว์ เช่น อัลฟาฟ่า ที่มีคุณภาพดี ควรมีเยื่อใย ADF ไม่มากกว่า 30–40 % และ NDF ไม่มากกว่า 55–70 % (Weiss, 1999) แต่สำหรับในการศึกษานี้พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีค่า ADF และ NDF เฉลี่ยประมาณ 37.9-45.2 และ 69.3-74.5 % ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการศึกษานี้ไม่ได้แยกตามชิ้นส่วนของพืชไปทำการวิเคราะห์ เช่น ใบ และลำต้น แต่นำมาวิเคราะห์รวมกันจึงทำให้มีค่าค่อนข้างสูง มีรายงานว่าหญ้านินีสีม่วง หญ้ารูซี่ และหญ้ามูลาโต้ จะมีค่า ADF เฉลี่ย 3 ปี ของไนโบ เท่ากับ 38.1 29.7 และ 31.3

% ในต้นเท่ากับ 42.6 35.3 และ 36.8 % ตามลำดับ ในขณะที่ค่า NDF เฉลี่ย 3 ปี ในใบประมาณ 65.5 56.4 และ 59.0 % ส่วนในต้นใบจะมีค่าประมาณ 69.7 65.9 และ 65.2 % ตามลำดับ (Hare *et al.* 2009) ซึ่งในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้มีการอบตัวอย่างพืชในอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงเกินไปสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพในหญ้าอาหารสัตว์ เพราะโดยปกติแล้วอุณหภูมิที่เหมาะสมไม่ควรจะเกิน 55-65 องศาเซลเซียส ดังนั้นการอบตัวอย่างที่มีอุณหภูมิสูงจึงอาจส่งผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในค่าข้อมูลดังกล่าว สำหรับเชื้อใย ADF เป็นส่วนที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด ได้แก่ ลิกนิน และเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักแต่มีเฮมิเซลลูโลสเล็กน้อย ค่าที่ได้จะใช้คำนวณการย่อยได้ของสัตว์ ส่วนเชื้อใย NDF เป็นส่วนของผนังเซลล์ทั้งหมดที่ไม่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง ซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และซิลิกา ค่า NDF นี้ใช้เป็นตัวชี้วัดประโยชน์ต่อการกินได้ของสัตว์ (Linn and Kuehn, 1997) เมื่อสัตว์ได้รับปริมาณเชื้อใยที่เหมาะสมก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการเจริญเติบโต ด้านการให้พลังงาน ด้านการให้ผลผลิต และด้านสุขภาพของสัตว์ หรือหากได้รับเชื้อใยในปริมาณที่ต่ำหรือสูงเกินไป อาจทำให้เกิดสภาวะในระบบนิเวศในกระเพาะรูเมนของสัตว์เสียสมดุล มีผลทำให้ผลผลิตของสัตว์ลดลง และจะทำให้การกินได้ของสัตว์ลดลง (ปิ่น จันจุฬา และ เมธา วรรณพัฒน์, 2546)

สำหรับวัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน กับลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การให้ผลผลิตของหญ้าอาหารสัตว์จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการใช้น้ำไนโตรเจนและพบว่าหญ้าอาหารสัตว์จะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำไนโตรเจนในรูปของยูเรีย (46-0-0) ได้สูงกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) โดยหญ้าที่มีผลผลิตสูงจะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำไนโตรเจนและการเจริญเติบโตที่ดี ในศึกษานี้พบว่าอัตราการเจริญเติบโต (CGR) มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการใช้น้ำไนโตรเจน และลักษณะ CGR มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับผลผลิตน้ำหนักแห้ง ส่วนคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์พบว่าปริมาณ โปรตีนสูงจะมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดน้ำไนโตรเจน และปริมาณ โปรตีนมีแนวโน้มความสัมพันธ์ทางลบกับปริมาณผลผลิต ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโดยปกติพืชอาหารสัตว์จะมีโปรตีนสูง ในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตจะลดลงตามอายุของพืช อีกทั้งปริมาณ โปรตีนยังขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนของพืชอีกด้วย เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แยกตามชนิดหญ้างัดตารางภาคผนวกที่ 5-8 ผลการวิเคราะห์พบว่าหญ้าอาหารสัตว์ทุกชนิด ลักษณะ CGR มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการใช้น้ำไนโตรเจน และการดูดน้ำไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของโปรตีนหยาบ ในทุกครั้งของการตัด ดังนั้นจากผลการศึกษานี้จึงชี้ให้เห็นว่าลักษณะ CGR น่าจะสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์พืชอาหารสัตว์ร่วมกับผลผลิตได้ เนื่องจากมีความแปรปรวนน้อย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์พืชอาหารสัตว์ต่อไป

## บทที่ 6

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

### 6.1 สรุปผลการทดลอง

#### 6.1.1 การศึกษาส่วนที่ 1 การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ต่อลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

สรุปได้ว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพแตกต่างกันอย่างมี โดยหญ้ากินนีสีม่วงและกินนีมอมบาชามีค่าเฉลี่ยลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต น้ำหนักสดทั้งหมด (6,150 และ 6,108 กก./ไร่) ผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้งหมด (1,313 และ 1,255 กก./ไร่) เยื่อใย NDF และ เยื่อใย ADF สูงกว่าหญ้ารัฐซี่และหญ้ามูลาโต้ 2 สำหรับความเข้มข้นของโปรตีน หยาบพบว่าหญ้ามูลาโต้ 2 มีค่าสูงที่สุดเฉลี่ยประมาณ 10.6 % เมื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของรูปแบบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบของยูเรียมีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าเฉลี่ยลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพ สูงกว่าการใส่ปุ๋ยรูปแบบแอมโมเนียมซัลเฟตและกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย ผลการศึกษาพบว่าหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดมีการตอบสนองต่อรูปแบบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

#### 6.1.2 การศึกษาส่วนที่ 2 การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน การดูดใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหาร 4 ชนิด ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบที่แตกต่างกัน

สรุปได้ว่าหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.01$ ) โดยหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ากินนีมอมบาชามีค่าเฉลี่ย NUE สูงกว่าหญ้ารัฐซี่และมูลาโต้ 2 ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของ N-uptake พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยหญ้ามูลาโต้ 2 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 4.75 กก.N/ไร่/ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบของยูเรียมีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีค่าเฉลี่ย NUE และ N-uptake สูงกว่าการใส่ปุ๋ยรูปแบบแอมโมเนียมซัลเฟตและกรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย ผลการศึกษาไม่พบว่ามีปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ไนโตรเจนของหญ้าอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด

### 6.1.3 การศึกษาส่วนที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน กับ ลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต และคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด

สรุปได้ว่ารูปแบบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อค่าความสัมพันธ์ระหว่าง NUE กับ CGR ช่วงหลังตัดถึงเก็บเกี่ยว (regrowth) ในการตัดแต่ละครั้งหาก NUE เพิ่มขึ้น 1 กก.ผลผลิต/กก.Nที่ใส่/ครั้ง จะทำให้ค่า CGR เพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 0.47–0.65 และ 0.45–0.62  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย และใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ตามลำดับ และพบว่า NUE มีความสัมพันธ์เชิงบวกทางสถิติกับผลผลิต น้ำหนักแห้ง โดยการตัดแต่ละครั้งหาก NUE เพิ่มขึ้น 1 กก.ผลผลิต/กก.Nที่ใส่/ครั้ง จะทำให้ค่าผลผลิตน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นประมาณ 10 กก./ไร่/ครั้ง ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยรูปแบบใดก็ตาม ส่วนค่า N-uptake มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับโปรตีนหยาบ โดยการตัดแต่ละครั้งหากพืชมีค่า N-uptake เพิ่มขึ้น 1 กก.N/ไร่/ครั้ง จะทำให้มีความเข้มข้นของโปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 0.77–1.52 และ 1.37–1.57 % ในทำนองเดียวกันพบว่า CGR ช่วงหลังตัดถึงเก็บเกี่ยว มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลผลิตน้ำหนักแห้ง โดยมีค่า  $r$  อยู่ระหว่าง 0.50\*\* - 0.98\*\* โดยการตัดแต่ละครั้งหากพืชมี CGR เพิ่มขึ้น 1  $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$  จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย และแอมโมเนียมซัลเฟต ตามลำดับ

ดังนั้นในภาพรวมของการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าหญ้าอาหารสัตว์แต่ละชนิดมีลักษณะทางสรีรวิทยา ผลผลิต คุณภาพ NUE และ N-uptake แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบของยูเรียจะมีผลทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีลักษณะทางสรีรวิทยา คุณภาพ ผลผลิต NUE และ N-uptake สูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแบบของแอมโมเนียมซัลเฟต แต่ก็ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับรูปปุ๋ยไนโตรเจนในทุกลักษณะที่ศึกษา ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าลักษณะ CGR มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับ NUE และ ความเข้มข้นของโปรตีน มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับ N-uptake และลักษณะ CGR มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับผลผลิต น้ำหนักแห้ง ดังนั้นลักษณะ CGR อาจจะสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์พืชอาหารสัตว์ร่วมกับผลผลิตได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักปรับปรุงพันธุ์พืชอาหารสัตว์ต่อไป

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากช่วงระยะปลูกถึงก่อนการตัดครั้งที่ 1 เป็นช่วงฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิที่ต่ำ และอุณหภูมิลดลงกระทันทำให้หญ้าอาหารสัตว์มีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าปกติ และในช่วงหลังการตัดครั้งที่ 3 ไปจนถึงการตัดครั้งที่ 4 พบว่าเป็นช่วงที่ฝนตกหนักตลอดทั้งเดือน มีน้ำขังทำให้หญ้าอาหารสัตว์เกิดโรคเน่าคอดิน โดยในการศึกษานี้ใช้ดินปลูกที่มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวซึ่งยากต่อการระบายน้ำ และน้ำท่วมขังได้ง่าย ทำให้หญ้าเกิดโรคต่าง ๆ ดังนั้นควรมีการจัดการแปลงปลูกในดินที่ระบายน้ำดี หรือปลูกในดินชนิดอื่น ๆ

## เอกสารอ้างอิง

- กานดา นาคมณี ฉายแสง ไผ่แก้ว และ แพรวพรรณ เครือมังกร. 2549. “ผลของการใส่ปุ๋ยในโตรเจน อัตราต่างกันที่มีต่อผลผลิตพืชอาหารสัตว์และคุณภาพของหญ้ามูลาไต้ 2”. หน้า 271-284 ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2549. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. **คู่มือวิเคราะห์ดินและพืชอาหารสัตว์**. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการ เกษตร.
- กรมปศุสัตว์. 2545ก. **เอกสารคำแนะนำหญ้ากินนีสีม่วง**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2545ข. **เอกสารคำแนะนำหญ้ารูซี่**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2545ค. **เอกสารคำแนะนำหญ้าอะตราดัม**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2549. **พืชอาหารสัตว์และอาหารโคเนื้อ**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2561. **ยุทธศาสตร์กรมปศุสัตว์**. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองอาหารสัตว์. 2551. **หญ้ามูลาไต้ 2 เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ**. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.
- คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา. (ไม่ระบุพ.ศ.). งานวิเคราะห์อาหารสัตว์. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา. สำนักงานพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- จุฑามาศ สิทธิวงศ์ ทาชิโร นิชิตะ วรณา อ่างทอง และ โอซูกะ มาโกโตะ. 2553. “คุณค่าทางโภชนาของหญ้า Mulato II แห่ง และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ในโคพื้นเมืองไทย”. **การเกษตรราชภัฏ**. 9(2) : 21-33.
- จักรพงษ์ ชายคง ณีฐนันท์ แสนทวีสุข วิชัย อาระหัง ขนิษฐา สารชัย ประวีณา ศรีตาแสง และพัชรีมูลชัย. 2556. “ช่วงห่างการตัดต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของ พืชอาหารสัตว์บางชนิดเพื่อเป็นอาหารสัตว์กระเพาะเดียวในฤดูหนาว”. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฉบับพิเศษ)**. มหาวิทยาลัย มหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 9: 641-648.
- ชิต ยุทธวรวิทย์ จุริรัตน์ สัจจิพานนท์ เกียรติศักดิ์ กล้าแอม และพูนศรี ศุภระรุจิ. 2538. “ความถี่ของการตัดและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วง”. หน้า 83-89. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2538. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- คุณดาว คนยัง สุกรี อยู่สุข พิชิตร วรรณคำ มรกต วงศ์หน่อ และฐาปกรณ์ วิชาณา. 2561. “ผลผลิตและคุณค่าทางโภชนะของหญ้า 4 สายพันธุ์ที่อายุการตัด 40 และ 50 วัน”. *แก่นเกษตร*. 46 (ฉบับพิเศษ 1): 515-519.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และประทีป วีรพัฒนนิรันดร์. 2554. *คู่มือสำหรับการเกษตรยุคใหม่ ธรรมชาติของดินและปุ๋ย*. โรงพิมพ์ หจก. กร ศรีเอชัน, กรุงเทพฯ.
- ชยานี แน่นอน จูศิริรัตน์ เฟื่องสม และนิตยา ผกามาศ. 2560. “อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และผลผลิตของหญ้างินนิมอมบาซา”. *แก่นเกษตร*. 45 (ฉบับพิเศษ 1): 1009-1015.
- นพมาศ นามแดง. 2545. “อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอุบลพาสพาล์ม” *ปริญญาวิทยาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)*. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์ สุภวันจักรี ดอนไสว และอภิรักษ์ จินดาภิรตกุล. 2555. “ผลของการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์หญ้างินนิมอมบาซา”. หน้า 44-54 ใน *รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2555*. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ประชาชาติธุรกิจ. 2560. หัวข้อข่าว “ยุทธศาสตร์โคนมจ่อเข้ามิลด์บอร์ด ระบุมาตรฐานสูงทำเกษตรลอยจืดทวนทุก 3 ปี.” วันจันทร์ 24 – พุธ 26 เมษายน 2560. ปีที่ 39 ฉบับที่ 4934 หน้า 7 (บน).
- ประพนธ์ บุญเจริญ นรินทร บุญพรหมณ์ และวันชัย อินทิแสง. 2546. “เทคนิคการปรับปรุงผลผลิตทุ่งหญ้าธัญพืชอาหารสัตว์ที่ใช้ประโยชน์ผ่านมาแล้ว 3 ถึง 4 ปี”. *วารสารวิชาการ ม.อบ.* 5(2) : 19-36.
- ประเสริฐ บุญพิทักษ์กิจ และ วิโรจ อิมพิทักษ์. 2535. “อิทธิพลของชนิดและอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตของหญ้างินนิที่ปลูกบนดินชุดกำแพงแสนในสภาพไร่เนา.” *ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)*. 26 : 158-163.
- ปิ่น จันจุฬา และ เมธา วรรณพัฒน์. 2546. บทบาทของอาหารเชื้อใยต่อกระบวนการหมักในรูเมนปริมาณการกินได้ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนม. *วารสารโคนม*. 20 : 8-22.
- พงศ์พิพัฒน์ อธิชัยตระกูล พชร อัสววิภาส และนิตยา ผกามาศ. 2560. “ผลของการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่แตกต่างกันต่อผลผลิตของหญ้างินนิมอมบาซา”. *แก่นเกษตร*. 45 (ฉบับพิเศษ 1) : 1003-1008.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 343 หน้า

- ขงยุทธ โอสดสภา. 2558. **ธาตุอาหารพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 548 หน้า.
- วนิดา ทองวินิจศิลป์. 2538. “อิทธิพลของชนิดและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงที่ปลูกบนชุดดินกำแพงแสนโดยใช้เทคนิค  $^{15}\text{N}$ ”. *ปริญาญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)*. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิธร ถิ่นนคร. 2531. “การศึกษาผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้าพืชอาหารสัตว์ 8 ชนิดที่ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง.” *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต*. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สยามรัฐ. 2560. หัวข้อข่าว “สัปดาห์พิเศษ :เกษตรฯ พลิกวิกฤติเป็นโอกาส ดันสระแก้ว เมืองโคบาลบูรพา โมเดลแก้แล้งยั่งยืน” วันศุกร์ 21 เมษายน 2560. ปีที่ 67 ฉบับที่ 23370 หน้า 12 (ล่างซ้าย).
- สายัณห์ ทัดศรี. 2547. **พืชอาหารสัตว์เขตร้อน**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายัณห์ ทัดศรี. 2548. **หญ้าอาหารสัตว์และหญ้าพื้นเมืองในประเทศไทย**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สายัณห์ ทัดศรี และ เพ็ญศรี ศรีประสิทธิ์. 2531. “การตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนของหญ้าเลี้ยงสัตว์เขตร้อน 4 ชนิด”. *ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)*. 22 : 37-44.
- สายัณห์ ทัดศรี นิพนธ์ ภาชนะวรรณ นีรันตร์ บำรุง และ หยาง เจิ้งไฉ่. 2542ก. “การศึกษาผลผลิตและคุณภาพของหญ้าซีพีแพนโกล่า ภายใต้สภาพการจัดการแตกต่างกัน 2.ผลกระทบของการใช้ปุ๋ยในโตรเจนและความถี่ของการตัด”. *ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)*. 33 : 21-32.
- สายัณห์ ทัดศรี นีรันตร์ บำรุง และ หยาง เจิ้งไฉ่. 2542ข. “ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าซีพีแพนโกล่าภายใต้สภาพการจัดการแตกต่างกัน 3.ผลกระทบของการแบ่งใส่ปุ๋ยในโตรเจน”. *ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)*. 33 : 303-309.
- สมชาย ศรีพูล. 2535. “อิทธิพลของการตัดค้ำที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของหญ้าพืชอาหารสัตว์ 8 ชนิด”. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต*. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมพร คนยงค์ และ วิโรจ อิ่มพิทักษ์. 2528. “อิทธิพลของชนิดและอัตราปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อหญ้าขนที่ปลูกในภาคกลางของประเทศไทย”. *ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)*. 19 : 32-41.
- สมศักดิ์ เกาทอง วีระศักดิ์ จิโนแสง และ อานูภาพ เสี่ยงสาย. 2546. “อิทธิพลของปุ๋ยคอกและปุ๋ยในโตรเจนต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของหญ้ากินนีสีม่วงในชุดดินหุบกะพง”. หน้า 83-101 ใน *รายงานผลงานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2546*. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. (2537). “ดินและปุ๋ย”. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนโดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. กรุงเทพฯ : โครงการสารานุกรมไทยฯ. 18 : 198-199.
- สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. 2559. **ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช**. [Online]. Available Source : [http://oss101.ldd.go.th/web\\_soils\\_for\\_youth/s\\_prop\\_nutri02.htm](http://oss101.ldd.go.th/web_soils_for_youth/s_prop_nutri02.htm). สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2559.
- อากาศร หล่องทองหลาง. 2553. “ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของ *Azospirillum largimobile* และ *Azotobacter vinelandii* ในการปลูกข้าวระบบประณีต.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- อากาศร เฟื่องถิ่ สรายุทธ์ ธาวิณัย และนิศยา ผกามาศ. 2559. “การประยุกต์ใช้ชุดตรวจสอบดินภาคสนามเพื่อประเมินความต้องการปุ๋ยในโตรเจนของหญ้ากินนีมอมบาซา”. **แก่นเกษตร**. 44 (ฉบับพิเศษ 1) : 1092-1097.
- อรอนงค์ พิมพ์คำไหล. 2541. “ผลผลิตและคุณภาพของหญ้าพืชอาหารสัตว์ 3 ชนิด และผลกระทบของไนโตรเจนต่อผลผลิตของหญ้ากินนีสีม่วง .” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Bricker, A.A. 1989. *MSTAT-C User’s Guide*. Michigan State University, East Lansing, MI.w
- Brougham, R.W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Aust J Agric Res** 7 : 20-38.
- Dobermann, A.R. 2005. Nitrogen use efficiency: State of the art. *Agronomy & Horticulture—Faculty Publications*. Agronomy and Horticulture Dep., Univ. of Nebraska, Lincoln. Available: <http://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/316>. Accessed Dec. 18, 2018.
- Hare, M.D., P. Tatsapong and S. Phengphet. 2009. Herbage yield and quality of *Brachiaria* cultivars, *Paspalum atratum* and *Panicum maximum* in north-east Thailand. **Tropical grassland**. 43 : 65-72.
- Hare, M.D., S. Phengphet, T. Songsiri, N. Sutin and E. Stern. 2013. Effect of cutting interval on yield and quality of two *Panicum maximum* cultivars in Thailand. **Tropical Grasslands-Forrajes tropicales**. 1 : 87-89.
- Hare, M.D., S. Phengphet, T. Songsiri and N. Sutin. 2014. Botanical and agronomic growth of two *Panicum maximum* cultivars, Mombasa and Tanzania, at varying sowing rates. **Tropical Grasslands**. 2 : 246-253.
- LECO Corporation. 2016. Operation. P.1-56. In : *TruMac CNS/NS carbon/nitrogen/sulfur determinators Instruction Manual*, U.S. LECO Europe B.V.

- Lemus, R., E. Charles Brummer, C. Lee Burras, Kenneth J. Moore, Michael F. Barker and E Neil. Molstad. 2008. Effect of nitrogen fertilizer on biomass yield and quality in large fields of established Switchgrass in Southern Iowa, USA. **Biomass and Bioenergy**. 32 : 1187-1194.
- Linn, J. and C. Kuehn. 1997. The Effects of forage quality on performance and cost of feeding lactating dairy cows. University of Minnesota, Department of Animal Science.
- Louw-Gaume A.E., I.M. Rao, A.J. Gaume and E. Frossard. 2010. A comparative study on plant growth and root plasticity responses of two *Brachiaria* forage grasses grown in nutrient solution at low and high phosphorus supply. **Plant Soil**. 328 : 155-164.
- Ortega-Gómez, R., E. Castillo-Gallegos, J. Jarillo-Rodríguez, R. Escobar-Hernández, E. Ocanazavaleta and B.V. de la Mora. 2011. Nutritive quality of ten grasses during the rainy season in a hot-humid climate and ultisol soil. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**. 13 : 481-491.
- Roberts, T.L. 2008. Improving nutrient use efficiency. **Turk. J. Agric. For.** 32 : 177-182.
- Swadiphanich, S. 1992. Environmental influences on forage yields of shrub legumes. Ph.D. Thesis. Department of Agricultural. University of Queensland. Australia.
- Tadesse, T., S. Tudsri, S. Juntakool and S. Prasanpanich. Effect of dry season cutting management on subsequent forage yield and quality of ruzi (*Brachiaria ruziziensis*) and dwarf napier (*Pennisetum purpureum* L.) in Thailand. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)**. 38 : 457-467.
- Tudsri, S., H. Matsuoka and K. Kobashi. 2002. Effect of temperature on seeding growth characteristics of *Panicum maximum*. **Tropical Grasslands**. 36 : 165-171.
- Weiss, W.P., M.L. Eastridge and J.F. Underwood. 1999. Forages for dairy cattle. Ohio State University Extension.
- Zemenchik, R.A. and K.A. Albrecht. 2002. Nitrogen use efficiency and apparent nitrogen recovery of Kentucky Bluegrass, Smooth Bromegrass, and Orchardgrass. **Agron. J.** 94:421-428.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อความสูงต้น

Factors	Plant height (cm)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	142.6 <sup>a</sup>	156.0 <sup>a</sup>	155.5 <sup>a</sup>	183.7 <sup>a</sup>	159.5 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	140.0 <sup>a</sup>	159.9 <sup>a</sup>	145.3 <sup>a</sup>	184.0 <sup>a</sup>	157.3 <sup>a</sup>
Ruzi	96.4 <sup>b</sup>	84.9 <sup>b</sup>	84.2 <sup>b</sup>	99.0 <sup>b</sup>	91.2 <sup>b</sup>
Mulato II	80.5 <sup>c</sup>	79.0 <sup>b</sup>	78.4 <sup>b</sup>	96.3 <sup>b</sup>	83.6 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	107.2 <sup>b</sup>	109.0 <sup>b</sup>	106.0 <sup>b</sup>	129.5 <sup>b</sup>	112.9 <sup>b</sup>
Urea (46-0-0)	123.5 <sup>a</sup>	130.0 <sup>a</sup>	122.8 <sup>a</sup>	148.7 <sup>a</sup>	131.3 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	114.0 <sup>b</sup>	120.6 <sup>ab</sup>	118.7 <sup>a</sup>	144.1 <sup>a</sup>	124.4 <sup>a</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	137.5	141.5	143.2	170.2	148.1
Purple guinea × Urea	149.2	168.7	162.0	189.7	167.4
Purple guinea × Ammonium sulphate	141.2	157.7	161.5	191.2	162.9
Mombasa guinea × Non-fertilizer	133.2	140.0	131.0	168.2	143.1
Mombasa guinea × Urea	144.2	174.5	155.0	192.5	166.5
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	142.7	165.2	150.0	191.2	162.3
Ruzi × Non-fertilizer	87.5	80.0	77.5	84.7	82.4
Ruzi × Urea	109.2	92.5	92.5	112.7	101.7
Ruzi × Ammonium sulphate	92.5	82.2	82.7	99.7	89.3
Mulato II × Non-fertilizer	70.7	74.5	72.5	94.7	78.1
Mulato II × Urea	91.2	85.2	82.0	100.0	89.6
Mulato II × Ammonium sulphate	79.5	77.5	80.7	94.2	83.0
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	**	**	**
Fertilizer	**	**	*	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.78	13.29	13.47	8.38	7.29

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 2 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อจำนวนหน่อ

Factors	Tiller numbers/m <sup>2</sup>				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	152.0 <sup>b</sup>	237.6 <sup>b</sup>	309.9 <sup>ab</sup>	337.0 <sup>ab</sup>	259.1 <sup>b</sup>
Mombasa guinea	170.0 <sup>b</sup>	233.5 <sup>b</sup>	252.3 <sup>b</sup>	361.0 <sup>ab</sup>	254.2 <sup>b</sup>
Ruzi	214.0 <sup>a</sup>	344.8 <sup>a</sup>	336.9 <sup>a</sup>	391.4 <sup>a</sup>	328.5 <sup>a</sup>
Mulato II	184.7 <sup>b</sup>	257.9 <sup>b</sup>	296.0 <sup>ab</sup>	300.5 <sup>b</sup>	259.8 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	163.0 <sup>b</sup>	202.3 <sup>b</sup>	231.5 <sup>c</sup>	285.1 <sup>b</sup>	220.5 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	209.2 <sup>a</sup>	321.6 <sup>a</sup>	361.1 <sup>a</sup>	412.1 <sup>a</sup>	326.1 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	188.5 <sup>ab</sup>	281.4 <sup>a</sup>	303.6 <sup>b</sup>	345.1 <sup>ab</sup>	279.7 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	136.5	179.0	237.2	273.0	206.4
Purple guinea × Urea	165.2	317.5	382.0	407.0	317.9
Purple guinea × Ammonium sulphate	154.2	216.5	310.5	331.2	253.1
Mombasa guinea × Non-fertilizer	152.5	189.2	188.5	307.0	209.3
Mombasa guinea × Urea	197.2	271.7	343.0	412.0	306.0
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	160.2	239.7	225.5	364.0	247.4
Ruzi × Non-fertilizer	212.0	275.7	292.2	312.5	273.1
Ruzi × Urea	274.5	373.0	368.2	483.2	374.8
Ruzi × Ammonium sulphate	236.5	385.7	350.2	378.5	337.7
Mulato II × Non-fertilizer	151.0	165.5	208.2	248.0	193.1
Mulato II × Urea	200.0	324.5	351.5	346.5	305.6
Mulato II × Ammonium sulphate	203.0	283.7	328.2	307.0	280.6
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	**	*	**
Fertilizer	*	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	26.57	25.43	17.68	21.12	12.22

ns, \* and \*\* = non significant, significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 3 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อน้ำหนักแห้งต้น

Factors	Stem dry weight (kg/Rai/time)				
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	Mean
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	134.5 <sup>a</sup>	123.3 <sup>ab</sup>	137.4 <sup>a</sup>	137.3 <sup>a</sup>	133.1 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	136.4 <sup>a</sup>	130.4 <sup>a</sup>	127.8 <sup>a</sup>	125.6 <sup>ab</sup>	130.1 <sup>a</sup>
Ruzi	126.2 <sup>b</sup>	111.9 <sup>b</sup>	128.2 <sup>a</sup>	112.4 <sup>bc</sup>	119.7 <sup>b</sup>
Mulato II	104.9 <sup>b</sup>	88.3 <sup>c</sup>	107.7 <sup>b</sup>	101.8 <sup>c</sup>	121.6 <sup>c</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	109.6 <sup>b</sup>	100.9 <sup>b</sup>	105.7 <sup>c</sup>	100.9 <sup>c</sup>	104.3 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	139.1 <sup>a</sup>	125.7 <sup>a</sup>	143.4 <sup>a</sup>	139.3 <sup>a</sup>	136.8 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	127.8 <sup>a</sup>	114.3 <sup>a</sup>	126.8 <sup>b</sup>	117.6 <sup>b</sup>	121.6 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	124.4	106.2	125.1	121.3	119.2
Purple guinea × Urea	137.9	135.8	152.4	164.7	147.7
Purple guinea × Ammonium sulphate	141.2	128.1	134.9	126.0	132.5
Mombasa guinea × Non-fertilizer	124.8	109.7	108.1	99.4	110.5
Mombasa guinea × Urea	150.3	155.1	149.9	146.2	150.4
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	134.1	126.6	125.6	131.2	129.4
Ruzi × Non-fertilizer	99.0	106.5	97.6	99.2	100.6
Ruzi × Urea	146.9	115.4	153.4	127.0	135.7
Ruzi × Ammonium sulphate	132.7	114.0	133.6	111.1	122.8
Mulato II × Non-fertilizer	90.4	81.4	92.1	83.8	86.9
Mulato II × Urea	121.3	95.1	118.2	119.3	113.4
Mulato II × Ammonium sulphate	103.1	88.4	112.9	102.3	101.7
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	**	**	**
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	10.93	11.05	8.50	11.79	5.70

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 4 อิทธิพลชนิดหญ้าอาหารสัตว์และรูปแบบปุ๋ยไนโตรเจนต่อน้ำหนักแห้งใบ

Factors	Leaf dry weight (kg/Rai/time)				Mean
	1 <sup>st</sup> cutting	2 <sup>nd</sup> cutting	3 <sup>rd</sup> cutting	4 <sup>th</sup> cutting	
<b>Variety (V)</b>					
Purple guinea	168.5 <sup>b</sup>	185.7 <sup>a</sup>	203.6	220.7 <sup>a</sup>	195.2 <sup>a</sup>
Mombasa guinea	188.6 <sup>a</sup>	186.6 <sup>a</sup>	176.2	181.4 <sup>b</sup>	183.7 <sup>a</sup>
Ruzi	154.8 <sup>c</sup>	144.1 <sup>c</sup>	205.8	148.6 <sup>c</sup>	163.8 <sup>b</sup>
Mulato II	177.1 <sup>b</sup>	171.7 <sup>b</sup>	193.3	159.2 <sup>c</sup>	154.9 <sup>b</sup>
<b>Fertilizer (F)</b>					
Non-fertilizer	154.4 <sup>c</sup>	158.1 <sup>b</sup>	157.3 <sup>c</sup>	160.1 <sup>b</sup>	157.7 <sup>c</sup>
Urea (46-0-0)	186.9 <sup>a</sup>	189.3 <sup>a</sup>	233.6 <sup>a</sup>	197.7 <sup>a</sup>	202.2 <sup>a</sup>
Ammonium sulphate (21-0-0)	176.2 <sup>b</sup>	168.7 <sup>b</sup>	193.2 <sup>b</sup>	175.4 <sup>b</sup>	178.9 <sup>b</sup>
<b>Variety × Fertilizer</b>					
Purple guinea × Non-fertilizer	124.6	174.8	162.9	208.7	168.3
Purple guinea × Urea	204.1	204.2	239.6	236.3	221.3
Purple guinea × Ammonium sulphate	176.8	176.9	209.1	217.0	195.3
Mombasa guinea × Non-fertilizer	155.2	179.3	121.9	168.6	160.5
Mombasa guinea × Urea	199.7	188.9	219.1	201.8	200.6
Mombasa guinea × Ammonium sulphate	202.9	191.4	186.4	175.8	189.6
Ruzi × Non-fertilizer	158.0	130.5	186.4	127.8	151.2
Ruzi × Urea	164.1	160.6	239.6	169.0	183.8
Ruzi × Ammonium sulphate	142.3	140.0	191.4	247.9	156.0
Mulato II × Non-fertilizer	162.6	147.6	156.9	134.2	150.6
Mulato II × Urea	185.7	203.9	235.8	183.7	202.9
Mulato II × Ammonium sulphate	181.9	164.6	188.1	160.7	174.1
<b>F-Test</b>					
Variety	**	**	ns	**	**
Fertilizer	**	**	**	**	**
Variety × Fertilizer	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	12.93	12.31	17.77	11.82	8.13

ns and \*\* = non significant and significantly different at  $P \leq 0.01$ , respectively

For pasture grass and fertilizer form, means in the same column followed by the same letter are not significantly different by DMRT

ตารางภาคผนวกที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารแต่ละชนิด ในการตัดครั้งที่ 1

	N-uptake	SCMR	LAI	SLA	CGR	DM	CP
<b>Purple guinea</b>							
NUE	0.85**	0.24	-0.20	-0.31	1.00**	1.00**	0.32
N-uptake		0.22	0.05	-0.50	0.52	0.82**	0.79**
<b>Mombasa guinea</b>							
NUE	0.81**	0.33	0.57	0.67	0.97**	1.00**	0.44
N-uptake		0.49	0.33	0.63	0.63	0.84**	0.87**
<b>Ruzi</b>							
NUE	0.83**	-0.08	0.17	0.35	0.73**	0.99**	0.50
N-uptake		0.16	0.31	0.53	0.65	0.83**	0.89**
<b>Mulato II</b>							
NUE	0.82**	0.49	0.50	0.22	0.99**	1.00**	0.52
N-uptake		0.68	0.38	0.22	0.52	0.82**	0.91**

\*\* = significantly different at  $P \leq 0.01$

df (n-2) = 14

DM = Dry matter yield

ตารางภาคผนวกที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ในไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารแต่ละชนิด ในการตัดครั้งที่ 2

	N-uptake	SCMR	LAI	SLA	CGR	DM	CP
<b>Purple guinea</b>							
NUE	0.82**	0.50	0.50	-0.00	0.99**	1.00**	0.07
N-uptake		0.56	0.54	0.35	0.46	0.82**	0.61*
<b>Mombasa guinea</b>							
NUE	0.61*	0.03	0.48	-0.01	0.95**	1.00**	-0.11
N-uptake		0.19	0.51	0.11	0.52	0.65*	0.66*
<b>Ruzi</b>							
NUE	0.60*	0.46	0.59	0.28	0.98**	0.99**	0.13
N-uptake		0.52	0.44	0.59	0.51	0.60*	0.86**
<b>Mulato II</b>							
NUE	0.70*	0.55	0.27	0.44	0.97**	1.00**	0.22
N-uptake		0.31	0.02	0.45	0.39	0.70*	0.85**

\* and \*\* = significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

df (n-2) = 14

DM = Dry matter yield

ตารางภาคผนวกที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารแต่ละชนิด ในการตัดครั้งที่ 3

	N-uptake	SCMR	LAI	SLA	CGR	DM	CP
<b>Purple guinea</b>							
NUE	0.85**	0.43	0.29	0.45	0.77**	0.99**	0.41
N-uptake		0.11	0.31	0.53	0.55	0.83**	0.81**
<b>Mombasa guinea</b>							
NUE	0.62*	0.03	0.48	-0.01	0.95**	1.00**	-0.11
N-uptake		0.19	0.51	0.11	0.52	0.65*	0.66*
<b>Ruzi</b>							
NUE	0.94**	0.32	-0.02	0.06	0.69*	0.97**	0.76**
N-uptake		0.55	-0.08	0.44	0.13	0.92**	0.90**
<b>Mulato II</b>							
NUE	0.95**	0.24	0.54	0.11	0.97**	0.97**	0.74**
N-uptake		0.21	0.49	0.26	0.21	0.91**	0.89**

\* and \*\* = significantly different at  $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ , respectively

df (n-2) = 14

DM = Dry matter yield

ตารางภาคผนวกที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และการดูดใช้ไนโตรเจนกับลักษณะทางสรีรวิทยาและผลผลิตและคุณภาพของหญ้าอาหารแต่ละชนิด ในการตัดครั้งที่ 4

	N-uptake	SCMR	LAI	SLA	CGR	DM	CP
<b>Purple guinea</b>							
NUE	0.29	0.60	0.17	0.57	0.02	1.00	-0.24
N-uptake		0.33	-0.13	0.18	0.55	0.29	0.85**
<b>Mombasa guinea</b>							
NUE	0.28	0.51	0.42	0.51	0.99**	1.00**	0.51
N-uptake		0.28	0.42	0.60	0.39	0.76**	0.94**
<b>Ruzi</b>							
NUE	0.05	0.61	0.30	0.13	1.00**	1.00**	0.75**
N-uptake		0.44	0.38	0.07	0.06	0.90**	0.95**
<b>Mulato II</b>							
NUE	0.36	0.48	0.50	0.21	0.99**	1.00**	0.82**
N-uptake		0.17	0.16	0.40	0.39	0.93**	0.96**

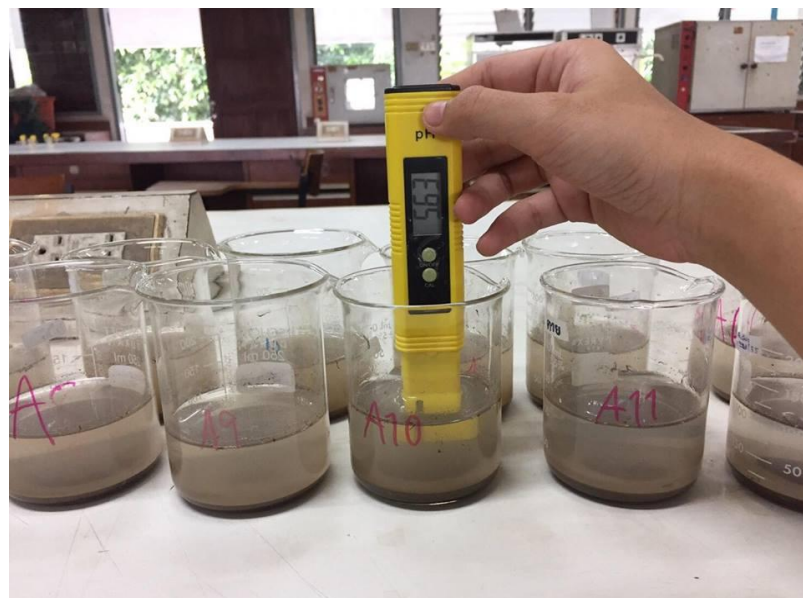
\*\* = significantly different at  $P \leq 0.01$

df (n-2) = 14

DM = Dry matter yield



ภาพผนวกที่ 1 การนำดินมาใส่ในบ่อซีเมนต์ที่มีขนาด 1×1 เมตร



ภาพผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ของดินก่อนปลูก



ภาพผนวกที่ 3 การปลูกหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด



ภาพผนวกที่ 4 การตัดหญ้าและชั่งน้ำหนักทั้งหมด 4 กอ



ภาพผนวกที่ 5 การสุ่มหญ้า 1 กิโลกรัม และนำไปเข้าตู้อบ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส



ภาพผนวกที่ 6 การนำต้นและใบมาชั่งน้ำหนักแห้ง



ภาพผนวกที่ 7 การนำต้นและใบมาบดให้ละเอียด เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์



ภาพผนวกที่ 8 นำตัวอย่างที่บดละเอียดไปวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์

## ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ-นามสกุล : นางสาวปรีฉัตร บัวมูล
- วันเดือนปีเกิด : 3 มกราคม 2537
- ภูมิลำเนา : 77 ม.4 ตำบลตำผามอก อำเภอคลอง จังหวัดแพร่ 54150
- การศึกษา : พ.ศ. 2549-2554 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา  
โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่
- : พ.ศ. 2555-2558 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต  
(เกษตรศาสตร์) สาขาพืชไร่  
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
- : พ.ศ. 2559-2561 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์ มหบัณฑิต  
(เกษตรศาสตร์) สาขาพืชไร่  
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
- งานตีพิมพ์ Buamool, P. and N. Phakamas. 2008. Effects of different forms nitrogen fertilizer on growth and yield of four tropical pasture grasses. **International Journal of Agricultural Technology**. 14(7) : 1065-1076.
- ปรีฉัตร บัวมูล และ นิตยา ผกามาศ. 2562. ความสัมพันธ์ระหว่างการดูแลใช้ไนโตรเจน ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนกับผลผลิตและความเข้มข้นของโปรตีนของหญ้าอาหารสัตว์ 4 ชนิด. **แก่นเกษตร**. 47 (ฉบับพิเศษ 1): 7-14.