

สรุปและวิจารณ์ผล

หญ้ารูซี่ (Ruzigrass) ที่ใช้ในการศึกษาและวิจัยถูกเก็บเกี่ยวผลผลิต 2 ครั้งก่อนที่จะมีการออกดอก และเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังมีการออกดอกอีก 3 ครั้ง ตลอดช่วงฤดูการเจริญเติบโต (พฤษภาคม 2537 ถึงมีนาคม 2538) การให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งตลอดช่วงการเจริญเติบโตจะขึ้นอยู่กับจัดการเกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน หญ้ารูซี่มีการเจริญเติบโตในช่วงฤดูฝนที่ดีกว่าในช่วงฤดูแล้ง ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน 2537 ให้ผลผลิตที่สูงกว่าในช่วงเดือนตุลาคม 2537 ถึงมีนาคม 2538 (ตารางผนวกที่ 5)

การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนจาก 0 เป็น 80 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้งหมดของหญ้ารูซี่เพิ่มขึ้นมีลักษณะที่เป็น quadratic ($P < 0.05$) และมีการเพิ่มขึ้นในลักษณะที่เป็นเส้นตรงที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับสูงกว่า 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ไม่ทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการใส่ปุ๋ยสูงสุดอาจเกิดขึ้นที่ระดับปุ๋ยไนโตรเจนระหว่างอัตรา 24 ถึง 32 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ซึ่งผลการทดลองนี้เป็นไปในทำนองเดียวกับงานทดลองของ Hall และคณะ (1982); Stout และคณะ (1988); Staley และคณะ (1991) และ Tradit และ Leroux (1992)

ผลผลิตน้ำหนักแห้งรวมของการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 และ 2 จะให้ผลผลิตสูงกว่าการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 3, 4 และ 5 นั้น เนื่องมาจากในการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 1 และ 2 อยู่ในช่วงฤดูการเจริญเติบโต แต่ในการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 3, 4 และ 5 เป็นช่วงอายุหลังการออกดอกและเข้าสู่ฤดูแล้ง ทำให้การเจริญเติบโตของหญ้ารูซี่ช้าลง และให้ผลผลิตต่ำ (ภาพผนวกที่ 1) ซึ่งตรงกับคำแนะนำของ กอบแก้ว (2535)

Henzell และ Stirk (1963) และ Whitney และ Green (1969) ได้ให้คำแนะนำว่า อิทธิพลของความเครียดที่เกิดจากความชื้นจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้า

พืชอาหารสัตว์เป็นอย่างมาก แต่จะสามารถบรรเทาได้โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้กับหญ้า พืชอาหารสัตว์ดังกล่าว จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในครั้งที่ 4 พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติมให้กับงานทดลอง สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของหญ้าพืชอาหารสัตว์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นจากอิทธิพลแบบ linear ของปุ๋ย การเจริญเติบโตหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 4 เกิดขึ้นน้อยมาก แต่ยังพบการตอบสนองของหญ้าพืชอาหารสัตว์ต่ออัตราปุ๋ยไนโตรเจนในลักษณะที่เป็น quadratic ช่วงนี้เป็นช่วงที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้า แต่ยังพบการเติบโตของพืชเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน ซึ่ง Whitney และ Green (1969) ได้ให้ความเห็นว่า การเจริญเติบโตที่ต่ำของหญ้าพืชอาหารสัตว์นั้นมีผลสืบเนื่องมาจากสภาวะอุณหภูมิที่ต่ำ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของหญ้าพืชอาหารสัตว์ได้ในช่วงนี้ แต่ผลที่ได้จากการทดลองนี้พบว่า ถึงแม้จะมีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนผลผลิตน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นไม่มาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะลักษณะทางพันธุกรรมของหญ้าชนิดนี้

การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหญ้าพืชเปลี่ยนแปลงไป จำนวนแขนงต่อต้นกอ และพื้นที่ใบทั้งหมด เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ แต่การเพิ่มขึ้นของจำนวนใบต่อแขนงและพื้นที่ใบต่อแขนงไม่เปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกับงานทดลองของ Wilman และ Mohamed (1980) และ Pearse และ Wilman (1984) ได้รายงานไว้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการแตกแขนงมากกว่าการขยายพื้นที่ใบ และพื้นที่ใบต่อต้นกอที่เพิ่มขึ้นเป็นเพราะมีแขนงต่อต้นกอเพิ่มขึ้นเท่านั้น

เป็นที่คาดหวังว่าในสภาพแปลงปลูกผลผลิตของหญ้าพืชที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน เป็นเพราะการเพิ่มความหนาแน่นของแขนงและน้ำหนักต่อแขนงของต้นหญ้า ลักษณะการเจริญเติบโตของหญ้าพืชในแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกัน ในต้นฤดูฝนการเจริญเติบโตของลำต้นมากกว่าของใบ ซึ่งสะท้อนให้เห็นจากสัดส่วนระหว่างใบและลำต้น สัดส่วนนี้มีค่าต่ำในต้นฤดูฝน และค่าสูงในช่วงปลายฤดูฝนและฤดูหนาว ปุ๋ยไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนนี้ ในต้นฤดูฝนปุ๋ยไนโตรเจนทำให้สัดส่วนของใบเพิ่มขึ้น ในขณะที่ฤดูหนาว ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ลดสัดส่วนของใบ (ตารางที่ 4-7) ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษานี้แตกต่าง

จาก Wilman และ Wright (1983) ซึ่งพบว่าในฤดูกาลเจริญเติบโตของหญ้า
บู่ในโตรเจนส่งเสริมการเติบโตของลำต้นมากกว่าใบ

การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่
มีผลทำให้จำนวนของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็ก และเส้นผ่าศูนย์กลางของกลุ่มเนื้อเยื่อ
ลำเลียงขนาดเล็กและขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อจำนวนกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่
จากการทำการตัดขวางพื้นที่ใบเพื่อศึกษาโครงสร้างภายในใบ พบว่าการใส่ปุ๋ยในโตรเจน
ในอัตราที่สูงกว่า 16 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ ในเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่ติดสี
Safranin 1% เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (ภาพผนวกที่ 3-14) เนื้อเยื่อที่ติดสีนี้เป็นส่วนของ
ไซเลม(Xylem) แสดงให้เห็นว่ามีการสังเคราะห์ลิกนินเพิ่มขึ้นในบริเวณผนังเซลล์ของ
ไซเลม ซึ่งสนับสนุนโดยการพบปริมาณลิกนินเพิ่มขึ้นในส่วนของใบ เมื่อเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ย
ในโตรเจน การเพิ่มอัตราปุ๋ยในโตรเจนทำให้เพิ่มปริมาณลิกนิน อาจเป็นเพราะว่าเป็นการ
เพิ่มธาตุในโตรเจนซึ่งจำเป็นสำหรับการสังเคราะห์ phenyl alanine สารนี้เป็นสาร
ตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์ลิกนิน (Goodwin และ Mercer, 1983) การเพิ่มลิกนินนี้
อาจมีผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนาการของหญ้านี้ได้

ในด้านองค์ประกอบทางเคมีที่ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหญ้ารูซี่ พบว่า
ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งลำต้นและใบของหญ้ารูซี่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อ
ทำการใส่ปุ๋ยในโตรเจนจากระดับ 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ จากผลการ
ทดลองพบว่า ในส่วนของผลผลิตแห้งของใบจะมีความเข้มข้นขององค์ประกอบเปอร์เซ็นต์
ความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งและโปรตีนเหยาบ ที่สูงกว่าผลผลิตแห้งของลำต้น
แม้มีความเข้มข้นขององค์ประกอบเยื่อใยของ NDF, ADF, ลิกนิน และเซลลูโลส ที่ต่ำกว่า
เช่นเดียวกับงานทดลองของ de Ruiter และคณะ (1992)

จากการศึกษานี้พบว่า ค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งในต้นฤดูฝนสูง
กว่าในช่วงปลายฤดูฝนหรือฤดูหนาว ซึ่งค่าสังเกตที่ได้นี้ไม่สามารถบอกได้ว่าคุณค่าทาง
โภชนาการของผลผลิตแห้งในฤดูฝนดีกว่าฤดูอื่น ๆ เพราะตัวอย่างที่ได้จากการตัดแต่ละครั้งใช้
วิเคราะห์ในสัตว์ต่างกลุ่มกัน และวิเคราะห์ในเวลาต่างกัน อย่างไรก็ตามค่าความสามารถใน
การย่อยได้นี้ สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ระหว่างตัวอย่างที่ได้จากการตัดแต่ละครั้ง
ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหญ้ารูซี่ พบว่าความสามารถในการย่อยได้และโปรตีน

หยาบของใบสูงกว่าของลำต้น เมื่อทำการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราระหว่าง 0 ถึง 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ ทำให้ปริมาณโปรตีนหยาบเพิ่มสูงขึ้นทั้งในใบและลำต้น แต่ไม่ทำให้ค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งเหล่านี้เปลี่ยนแปลง ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าปุ๋ยในโตรเจนทำให้ปริมาณลิกนินเพิ่มขึ้นทั้งในใบและลำต้น ซึ่งลิกนินอาจมีผลต่อความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้ง เนื่องจาก Van Soest (1965) พบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณลิกนินและค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งมีค่าเป็นลบ การศึกษาชี้แนะให้เห็นว่า นอกเหนือจากค่าความสามารถในการย่อยได้แล้ว การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์จากค่าองค์ประกอบทางเคมีเพียงค่าเดียว อาจทำให้เกิดผิดพลาดได้ ควรค่าอื่นประกอบด้วย

จากการศึกษาทดลองครั้งนี้พบว่า เปอร์เซ็นต์โปรตีนหยาบเพิ่มสูงขึ้นเมื่อทำการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ แต่ค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งไม่เปลี่ยนแปลง การเพิ่มขึ้นของลิกนินในส่วนของลำต้นและใบของหญ้าขี้เ็น น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าความสามารถในการย่อยได้ของวัตถุแห้งไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งผลการทดลองครั้งนี้ตรงข้ามกับงานศึกษาทดลองของ Waite (1970) และ Reid และคณะ (1967)

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยในโตรเจนที่มีต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาและโครงสร้างภายในใบ ผลผลิตน้ำหนักรวม และคุณค่าทางโภชนาการของหญ้าขี้เ็น พันธุ์ชุกโคราช ในสภาพเรือนทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สรุปได้ดังนี้

1. ผลผลิตน้ำหนักรวมทั้งหมดของหญ้าขี้เ็นเพิ่มขึ้นในลักษณะที่เป็น quadratic ($P < 0.05$) เมื่อทำการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 80 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ การเพิ่มขึ้นในลักษณะที่เป็นเส้นตรงจะเกิดขึ้นที่ระดับปุ๋ย 0 ถึง 32 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ ซึ่งน้ำหนักรวมทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นจาก 46.9 เป็น 77.0 กรัมต่อต้น การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงกว่า 32 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ ไม่ทำให้ผลผลิตน้ำหนักรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลผลิตน้ำหนักรวมของหัวรากในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1, 2 และ 3 เพิ่มขึ้นจาก 24.3 เป็น 47.0, 9.9 เป็น 18.1 และ 5.0 เป็น 8.6 กรัมต่อต้นตามลำดับ เมื่อทำการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่เพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยในโตรเจนเพิ่มให้กับหัวรากในช่วงอายุหลังออกดอก (หลังการเก็บเกี่ยว ผลผลิตครั้งที่ 3) พบว่าทำให้ผลผลิตน้ำหนักรวมในการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 4 และ 5 เพิ่มขึ้นจาก 5.6 เป็น 13.5 และ 2.2 เป็น 6.5 กรัมต่อต้นตามลำดับ เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยในโตรเจนจาก 0 เป็น 80 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่

3. การใส่ปุ๋ยในโตรเจนมีอิทธิพลทำให้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของหัวรากเปลี่ยนแปลง และมีช่วงระยะการเจริญเติบโตของหัวรากซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาคงกล่าวด้วย จำนวนแขนง จำนวนใบต่อแขนง พื้นที่ใบต่อแขนง และพื้นที่ใบทั้งหมด เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยในโตรเจนสูงขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ การเพิ่มขึ้นของจำนวนแขนงและพื้นที่ใบทั้งหมด จะตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนอย่างเด่นชัด การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ ไม่ทำให้จำนวนใบและพื้นที่ใบต่อแขนงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้ง 5 ครั้ง

4. การใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ทำให้ลักษณะโครงสร้างภายในใบเปลี่ยนแปลงไป จำนวนและเส้นผ่าศูนย์กลางกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กและขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของจำนวนและเส้นผ่าศูนย์กลางกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็ก และเส้นผ่าศูนย์กลางกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัด เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่าศูนย์กลางกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กมีลักษณะที่เป็น quadratic ($P < 0.05$) และการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่าศูนย์กลางกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นมีลักษณะที่เป็นเส้นตรง ($P < 0.05$) เมื่อทำการใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ การเพิ่มอัตราปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้น ทำให้ความหนาของใบเพิ่มขึ้นมีลักษณะที่เป็นแบบเส้นตรง ($P < 0.05$) เมื่อใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่อัตราสูงกว่า 16 กิโลกรัมในโตรเจนต่อไร่ ทำให้มีการสร้างสารลิกนินก่อตัวจากที่กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่ปริมาณมาก เมื่อย้อมด้วยสี safranin

1% พบว่าสารลิกนินจะคั่งสีกแดงเข้มอย่างเด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจาก 0 ถึง 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่

5. ในด้านคุณค่าทางโภชนาะของหญ้าที่ พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทำให้เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบ NDF และ เอมีเซลลูโลสของผลผลิตแห้งลำต้นและใบของหญ้าที่มีแนวโน้มลดลง ขณะที่ปริมาณสารลิกนินของผลผลิตแห้งลำต้นและใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์องค์ประกอบเออีเอ ADF เซลลูโลส และ IVDMD ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามระดับปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเห็นได้ชัด โปรตีนหยาบเพิ่มขึ้นในลักษณะที่เป็นเส้นตรงสำหรับผลผลิตแห้งของลำต้น และเพิ่มขึ้นในลักษณะที่เป็น quadratic ($P < 0.05$) สำหรับผลผลิตแห้งของใบหญ้าที่ เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจาก 0 เป็น 40 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาในด้านความเป็นประโยชน์ของโปรตีน (digestible protein) เพื่อศึกษาความเข้มข้นของโปรตีนหยาบในผลผลิตแห้งของหญ้าที่ใช้อาหารสัตว์
2. น่าจะมีการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเตรต เพื่อประกอบการศึกษาวิจัยทางด้านโภชนาะของหญ้าที่ใช้อาหารสัตว์ในครั้งต่อไป
3. ควรมีการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อปริมาณของคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ได้อยู่ในรูปโครงสร้าง (non-structural carbohydrate) ที่เป็นประโยชน์ทางด้านคุณค่าทางโภชนาะหญ้าที่ใช้อาหารสัตว์
4. ควรทำการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต น้ำหนักแห้ง และคุณค่าทางโภชนาะของหญ้าที่อยู่ในสภาพแปลงทดลอง เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาทดลองไปใช้ในการจัดการทุ่งหญ้าที่ใช้อาหารสัตว์แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ