รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

----

1. แผนงานวิจัย : -

2. โครงการวิจัย : ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

กิจกรรม : การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การใช้เชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Using rhizobium to increase soybean yield in areas affected by climate change in the Pai River basin

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาวจิตรา เกาะแก้ว กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผู้ร่วมงาน : นายมนต์ชัย มนัสสิลา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นางสาวอมรรัตน์ ใจยะเสน กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

นายสุริยนต์ ดีดเหล็ก ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน

กรมวิชาการเกษตร

5. บทคัดย่อ

การใช้เชื้อไรโซเบียมที่แยกจากพื้นที่ลุ่มน้ำปายเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย ทำการทดลอง 2 ปี ที่แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว 3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม 5) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 6) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม ผลการทดลองพบว่าจำนวนปมของถั่วเหลืองตาแดงที่ปลูกในช่วงฤดูฝนทั้งสองปีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ น้ำหนักสดปมในปีที่ 1 มีความแตกต่างทางสถิติโดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0

กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม ในขณะที่ปีที่ 2 น้ำหนักสดปมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ น้ำหนักแห้งปม น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น และค่าการตรึงไนโตรเจน ทั้ง 2 ปี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความสูงของต้นระยะเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยว และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ของการทดลองทั้ง 2 ปี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จำนวนเมล็ดต่อต้นในปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่จำนวนเมล็ดต่อต้นในปีที่ 2 พบว่าจำนวนเมล็ดต่อต้นของกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีจำนวนเมล็ดต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 124 เมล็ดต่อต้น
คำหลัก : ไรโซเบียม ถั่วเหลืองตาแดง ลุ่มน้ำปาย

Abstract The use of rhizobium isolated from Pai River Basin to increase soybean yield in areas affected by climate change in the Pai River basin was performed in order to develop it as a biofertilizer product. The experiment was conducted within 2 years at Mae Hong Son Agricultural Research and Development Center, Muang District, Mae Hong Son Province. A randomized complete block design (RCBD) with three replications of 6 treatments was applied. The treatments included 1) no fertilizer, 2) applied with rhizobium biofertilizer, 3) 3-3-0 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai, 4) 3-3-0 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai + rhizobium, 5) 0-3-0 kilograms of N-P_2O_5-K2O per rai and 6) 0-3-0 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai + rhizobium. The result showed that number of nodule of soybean planted during the two consecutive rainy seasons was not statistically different. In 1st year, wet weight of nodule in treatment 6 (0-3-0 kg. N-P_2O_5-K_2O per rai + rhizobium) was highest and had a statistically significant difference when compared with control methods, treatment 3 (3-3-0 kg. N-P_2O_5-K_2O per rai) and treatment 4 (3-3-0 kg N-P_2O_5-K_2O per rai + rhizobium). While in the 2nd year, wet weight of nodule has no statistically significant difference. Dry weight of nodule, fresh weight of root, fresh weight and dry weight of stem, and the nitrogen fixation rate in 2 years experiments had no statistical difference. Height at harvesting date, number of pods per plant, weight of 100 seeds, yield weight in harvesting area and yield weight per rai of 2 years experiments had no statistical difference. The number of seeds per plant in 1st year was not statistically different while in 2nd year, the treatment applied with 3-3-0 kg. N-P_2O_5-K_2O per rai and the treatment applied with 3-3-0 kg. N-P_2O_5-K_2O per rai + rhizobium had statistically significant difference. The application of 3-3-0 kilograms of N-P_2O_5-K_2O per rai + rhizobium had the highest seed number of 124 seeds per plant.

Keyword: rhizobium, soybean, Pai River basin

กรมวิชาการเกษตร

6. คำนำ

แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ดินที่พบมากสุด มีหน้าที่ย่อยซากพืช ซากสัตว์ ผลิตฮิวมัส เปลี่ยนแปลงแร่ธาตุในดินให้เป็นประโยชน์ บางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มีประโยชน์ต่อพืชได้ เช่น ไรโซเบียม เป็นแบคทีเรียที่อยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัยกัน (หนึ่ง, 2554) ไรโซเบียมสามารถสร้างเอนไซม์ไนโตรจิเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาชีวเคมี เปลี่ยนแก๊สไนโตรเจน (N2) จากอากาศ เป็นแอมโมเนีย (NH3) กระบวนการนี้ช่วยจัดหาไนโตรเจนให้แก่สิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดการดึงแก๊สไนโตรเจนจากอากาศมาเป็นประโยชน์ต่อพืชและสัตว์ต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าบทบาทของแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ อย่างมากโดยเฉพาะในระบบนิเวศที่ยังไม่ถูกทำลาย และยังเป็นการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีลงอีกด้วย ดังนั้นกระบวนการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรียจึงมีบทบาทสำคัญที่ควรให้ความสนใจอย่างยิ่ง เมื่อสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปโลกมีการพัฒนาขึ้น ความต้องการบริโภคอาหารมากขึ้น ส่งผลให้พื้นที่ป่าถูกบุกรุกทำลายเพื่อนำพื้นที่มาทำการผลิตพืชและอาหารอย่างต่อเนื่องแบคทีเรียเหล่านี้ได้รับผลกระทบด้วยเช่นกัน ความเปลี่ยนแปลงทางระบบนิเวศ เช่น ระบบปลูกพืชแบบต่าง ๆ การใช้พื้นที่ทางการเกษตรอย่างไม่ถูกวิธี ตลอดจนสภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละฤดู มีผลกระทบต่อประชากรไรโซเบียมในดินที่มีความสำคัญต่อปริมาณการเกิดปมของต้นถั่วหลายชนิด รวมทั้งถั่วที่เป็นพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ และไม้ยืนต้น เนื่องจากไรโซเบียมเป็นจุลินทรีย์ที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจงกับพืชตระกูลถั่ว ซึ่งไรโซเบียมจะถูกจำแนกตามลักษณะความสามารถในการเข้าสร้างปมกับชนิดของพืชตระกูลถั่วที่อาศัยอยู่ เช่น *Bradyrhizobium japonicum* จะสร้างปมรากและตรึงไนโตรเจนเฉพาะกับถั่วเหลืองเท่านั้น ในสภาพแวดล้อมต่างกันก็มีอิทธิพลต่อการเป็นอยู่ของไรโซเบียมต่างกัน (Boonkerd and Weaver, 1982: Weaver *et al*., 1987) Boonkerd and Promsiri (1993) พบว่าอิทธิพลของระบบการปลูกพืชมีส่วนเกี่ยวข้องกับประชากร และความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม ในการผลิตพืชตระกูลถั่วการปลูกเชื้อไรโซเบียมให้กับรากถั่วสามารถเพิ่มผลผลิตได้ จากรายงานของ Duzan *et al*. (2004) พบว่าเมื่อมีการปลูกเชื้อ *B. japonicum* ให้กับถั่วเหลืองที่ปริมาณเซลล์ตั้งแต่ 10^3 ถึง 10^6 เซลล์ต่อเมล็ด ทำให้มีจำนวนปม น้ำหนักปม และน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้น ตามปริมาณเซลล์ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกเชื้อ *B. japonicum* สามารถเพิ่มจำนวนฝัก จำนวนเมล็ด น้ำหนักต่อ 100 เมล็ด ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลือง (Zhang *et al*., 2002) ในการปลูกพืชตระกูลถั่ว ไรโซเบียมจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งไรโซเบียมสามารถผลิตปุ๋ยไนโตรเจนให้กับพืชตระกูลถั่วได้อย่างเพียงพอ ความต้องการไนโตรเจนของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น การผลิตถั่วเหลือง 3 ตันต้องใช้ไนโตรเจน 300 กิโลกรัมในพื้นที่ 6.25 ไร่ ในขณะที่ผลผลิตข้าว 5 ตันต่อไร่ต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 100 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการทดลองที่มีอย่างต่อเนื่องชี้ให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์จากแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนจะช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรในการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนได้มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ย

กรมวิชาการเกษตร

ชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ในการนำไปใช้เพิ่มศักยภาพการผลิตพืชตระกูลถั่วในระบบนิเวศที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

7. วิธีดำเนินการ

แผนการทดลอง

- การทดลองในแปลงทดลองวางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี

อุปกรณ์

1. ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมจากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย
2. เมล็ดถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน
3. อุปกรณ์วัดการเจริญเติบโต (ตลับเมตร)
4. เครื่อง Gas chromatography
5. ปุ๋ยเคมีได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย ทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์
6. สารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในดิน

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1. การทดลองในสภาพไร่ที่แปลงเกษตรกร จ.แม่ฮ่องสอน โดยเตรียมแปลงทดลอง เพื่อปลูกถั่วเหลือง ขนาดแปลงทดลอง 4x6 เมตร ระยะปลูก 50 x 25 เซนติเมตร 2 ต้นต่อหลุม แปลงละ 6 แถว คลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมท้องถิ่นที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ก่อนปลูกถั่วใส่ปุ๋ยรองพื้น สำหรับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยใส่ปุ๋ย 6.25 กิโลกรัมต่อไร่ (ชั่งจากปุ๋ยยูเรีย 46-0-0) เช่นเดียวกับฟอสฟอรัส ใส่ปุ๋ย 6.25 กิโลกรัมต่อไร่ (ชั่งจากปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต 0-46-0) ตามที่กำหนดในวิธีการทดลอง บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น ความสูง น้ำหนักรวม เป็นต้น หลังเก็บเกี่ยวบันทึกข้อมูล น้ำหนักฝักรวม คัดเกรด น้ำหนักต้นแห้ง จำนวนปม และน้ำหนักปมทั้งสดและแห้ง บันทึกข้อมูลการวิเคราะห์การสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในต้น และใบ หาการสะสมธาตุอาหารในต้นและผลผลิต บันทึกข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตต่าง ๆ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี การใช้ปุ๋ย 6 รูปแบบคือ

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีควบคุม)
2. ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว
3. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่
4. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม
5. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่
6. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม

กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ทำโดยการชั่งปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) จำนวน 6.25 กิโลกรัมต่อไร่ และการชั่งปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) จำนวน 6.25 กิโลกรัมต่อไร่

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่ ทำโดยการชั่งปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) จำนวน 6.25 กิโลกรัมต่อไร่

2. ทำการปลูกถั่วโดยคลุกเมล็ดด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่กำหนดในกรรมวิธีการทดลอง และเมื่อต้นถั่วเริ่มออกดอกที่อายุ 35 วัน เก็บตัวอย่างรากมาวัดประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนด้วยวิธี Acetylene Reduction Assay โดยทำการเก็บตัวอย่างรากถั่วจำนวน 4 ต้น โดยตัดส่วนของลำต้นออกตั้งแต่ข้อแรก ล้างทำความสะอาดดินที่ติดมากับรากถั่ว ระวังไม่ให้ปมหลุดจากราก จากนั้นนำตัวอย่างรากถั่วทั้งหมดวางลงในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ที่ทราบปริมาตรแน่นอนปิด ด้วยจุกยางให้แน่นสนิท จากนั้นเติมแก๊สอะเซติลีนลงในขวดเพื่อใช้เป็น substrate ของเอนไซม์ไนโตรจีเนส โดยใช้เข็มฉีดยาดูดอากาศออกจากขวดแก้ว 10 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตรขวด แล้วฉีดแก๊สอะเซติลีนลงไปแทนที่อากาศ และบ่มไว้เป็นเวลา 30 นาทีจากนั้นใช้เข็มฉีดยาดูดแก๊สออกจากขวดที่บ่มไว้เพื่อนำไปฉีดและวิเคราะห์หาปริมาณเอธิลีนด้วยเครื่อง gas chromatograph (GC)

3. การหาจำนวนปมราก และน้ำหนักแห้งของปมราก เมื่อถั่วเหลืองมีอายุ 35 วันหลังปลูก ทำการวัดปริมาณการตรึงไนโตรเจนแล้ว นำมานับจำนวนปมรากต่อต้นของถั่วเหลือง จากนั้นแยกปมรากไปอบที่ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งปมรากเป็นรายต้น

4. การหาน้ำหนักแห้งของต้น และน้ำหนักแห้งของราก โดยหลังจากแยกปมรากออกจากต้นแล้ว นำส่วนของต้น และรากถั่วเหลืองไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อชั่งน้ำหนักแห้งของต้น และราก

5. บันทึกข้อมูล จำนวนปม น้ำหนักสดของปม น้ำหนักแห้งของปม และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT

การบันทึกข้อมูล

1. ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (ARA)
2. ความสูงของต้น
3. จำนวนปม
4. น้ำหนักสดปม น้ำหนักแห้งปม น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งราก
5. ผลผลิตต่อไร่

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

ระยะเวลาการทดลอง

ระยะเวลาในการทดลองใช้เวลา 2 ปี เริ่ม ตุลาคม 2561 - กันยายน 2563

กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนเดือนมิถุนายน-ตุลาคม ปี 2562-2563 (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา)

เดือน	อุณหภูมิสูงสุด (°C)		อุณหภูมิต่ำสุด (°C)		อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)		ปริมาณน้ำฝนรวม (mm)		ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (%)	
	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563	2562	2563
1-7 มิ.ย.	30.55	38.72	24.35	24.76	27.05	29.51	5.4	2.97	82	69.86
8-14 มิ.ย.	35.28	36.74	24.81	24.87	28.52	29.07	1.86	1.86	76.86	72.71
15-21 มิ.ย.	33.24	33.17	24.76	24.23	27.28	27.16	5.48	11.48	83.43	81.43
22-28 มิ.ย.	35.67	35.16	25.34	24.7	29.47	28.23	0.2	0.23	72	76.28
29-30 มิ.ย. - 5 ก.ค.	32.01	34.43	23.96	25.23	26.74	28.74	2.03	0.03	81.57	71.86
6-12 ก.ค.	32.3	35.06	23.58	24.14	26.33	28.64	6.23	5.77	84.71	74.71
13-19 ก.ค.	35.1	34.27	24.4	24.66	28.27	28.28	1.28	1.43	75.71	76.71
20-26 ก.ค.	32.31	35.24	24.18	24.3	26.77	29.17	11.28	0.94	82.71	72.86
27-31 ก.ค.- 2 ส.ค.	32.46	33.86	23.73	24.56	26.57	28.04	7.97	15.34	83.43	79.43
3-9 ส.ค.	30.31	32.33	23.76	24.58	26.07	27.04	19.08	6.48	87.86	85.28
10-16 ส.ค.	31.6	32.3	24.17	23.86	26.43	26.71	13.63	4.94	88.57	83.43
17-23 ส.ค.	32.97	30.28	23.87	23.2	26.74	25.57	10.4	20.48	85.14	88.86
24-30 ส.ค.	33.98	32.58	24.27	22.93	27.44	26.58	11.46	17.14	82.57	84.85
31 ส.ค.-6 ก.ย.	32.78	34.27	23.71	23.67	26.64	27.36	8.06	1.37	84.57	81
7-13 ก.ย.	31.88	33.83	23.63	24.23	26.14	27.64	8.83	3.26	86.71	81
14-20 ก.ย.	33.86	33.31	22.76	24.6	27.21	27.78	3.97	6.2	81.43	81.14
21-27 ก.ย.	33.18	32.71	22.08	24.16	26.84	27.21	5.84	2.91	78.4	83
28-30 ก.ย. – 4 ต.ค.	-	32.78	-	24.27	-	27.04	-	4.26	-	85.28
5-11 ต.ค.	-	32.94	-	22.88	-	26.96	-	1.4	-	81.14
12-18 ต.ค.	-	33.1	-	22.05	-	26.5	-	0.15	-	80.25
19-25 ต.ค.	-	31.28	-	22.38	-	26.1	-	0	-	80
26-31 ต.ค.	-	31.43	-	22.05	-	25.87	-	0.77	-	80

กรมวิชาการเกษตร

สภาพภูมิอากาศรายสัปดาห์เดือนมิถุนายน-ตุลาคม ปี 2562 พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30.31-35.67 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 22.08-25.34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.07-29.47 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.2-19.08 มิลลิเมตร และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 72-88.57 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปี 2563 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30.28-38.72 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 22.05-25.23 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 25.57-29.51 องศา

เซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0-20.48 มิลลิเมตร และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 69.86-88.86 เปอร์เซ็นต์

ปีที่ 1

ดำเนินการปลูกถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน เมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2562 โดยใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมซึ่งผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปายทำการทดลองเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย 6 รูปแบบ ก่อนปลูกถั่วเหลืองตาแดง ได้เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและนับปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินโดยวิธี Most Probable Number (MPN) ก่อนปลูกถั่ว ผลการนับปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินพบว่าแปลงทดลองที่ อ. เมือง จ.แม่ฮ่องสอนมีปริมาณเชื้อไรโซเบียมเท่ากับ 52 เซลล์ต่อดิน 1 กรัม ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินพบว่า ดินที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าอินทรียวัตถุ 2.29 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 84.225 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 205.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม(ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนปลูกถั่วในแปลงทดลอง อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

ความลึก (ซม.)	pH ดิน	อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
0-20	6.59	2.29	84.225	205.60

เมื่อต้นถั่วออกดอกได้ 80 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 48 วัน ดำเนินการวัดประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนเมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2562 ผลการทดลองพบว่าจำนวนปมในทุก ๆ กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยงกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีจำนวนปมมากที่สุดเท่ากับ 264 ปมต่อต้น ในขณะที่น้ำหนักสดปมของกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีน้ำหนักสดปมมากที่สุด 2.74 กรัมต่อต้น และกรรมวิธีดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เพียงอย่างเดียวและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ส่วนน้ำหนักแห้งปม น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักแห้งต้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี และค่าการตรึงไนโตรเจนของทุก ๆ กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีค่าการตรึงไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 90.37 ไมโครโมล C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง (ตารางที่ 2)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 จำนวนปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ปมราก และลำต้น และค่าการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของต้นถั่วเหลืองในระยะออกดอก อายุ 48 วันหลังปลูก แปลงทดลอง อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี	จำนวนปม/ต้น	น้ำหนักสดปม (กรัม)/ต้น	น้ำหนักแห้งปม (กรัม) / ต้น	น้ำหนักสดราก (กรัม) / ต้น	น้ำหนักแห้งราก (กรัม/ต้น)	น้ำหนักสดต้น (กรัม) / ต้น	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	ค่าการตรึงไนโตรเจน (μmol C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง
กรรมวิธีควบคุม	147	1.56 bc	0.32	22.32	4.80	264 b	48.82	57.04
ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม	200	2.50 ab	0.48	23.84	5.12	268 ab	45.72	77.66
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่	134	1.28 c	0.25	23.61	4.65	267 b	43.17	49.37
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	135	1.08 c	0.26	22.27	4.60	247 b	42.66	40.20
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่	264	1.96 abc	0.38	23.54	5.08	268 ab	45.67	66.16
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	194	2.74 a	0.53	26.93	6.00	332 a	57.32	90.37
CV (%)	44.90	50.26	48.48	17.4	18.29	19.87	20.15	48.77

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 5% โดย DMRT

ความสูงของต้นถั่วในระยะเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่มีความสูงมากที่สุดได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีความสูงเท่ากับ 63.9 เซนติเมตร จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่มีจำนวนฝักและจำนวนเมล็ดต่อต้นมากที่สุดได้แก่ กรรมวิธีที่ 4 เท่ากับ 94 ฝักต่อต้น และ 183 เมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวมีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 15.28 กรัม น้ำหนักผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2 x 4 เมตร และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่มีน้ำหนักผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวมากที่สุดได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 เท่ากับ 1,700 กรัม และมีน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ 340 กิโลกรัม (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ข้อมูลความสูงต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ของถั่วเหลืองตาแดง ณ วันเก็บเกี่ยว อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี	ความสูงต้นระยะเก็บเกี่ยว (ซม.)	จำนวนฝัก/ต้น	จำนวนเมล็ด / ต้น	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	น้ำหนักผลผลิต /พื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม)	น้ำหนักผลผลิต/ไร่ (กก.)
กรรมวิธีควบคุม	57.7	85	161	14.65	1,700	340
ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม	55.9	86	162	15.28	1,660	332
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่	58.5	90	179	14.14	1,523	305
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	55.6	94	183	14.10	1,447	289
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่	63.9	78	140	14.19	1,490	298
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+ ไรโซเบียม	63.8	93	168	14.58	1,560	312
CV (%)	13.01	19.04	19.54	7.38	12.67	12.67

ปีที่ 2

ดำเนินการปลูกถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2563 โดยใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมซึ่งผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปายทำการทดลองเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย 6 รูปแบบ ก่อนปลูกถั่วเหลืองตาแดง ได้เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-20 เพื่อนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและนับปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินโดยวิธี Most Probable Number (MPN) ก่อนปลูกถั่ว ผลการนับปริมาณเชื้อไรโซเบียมในดินพบว่าแปลงทดลองที่ อ. เมือง จ.แม่ฮ่องสอนมีปริมาณเชื้อไรโซเบียมเท่ากับ 840 เซลล์ต่อดิน 1 กรัม ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินพบว่า ดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. มีค่าอินทรียวัตถุ 2.40 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 83.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 210.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินก่อนปลูกถั่วในแปลงทดลอง อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

ความลึก (ซม.)	pH ดิน	อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
0-20	6.72	2.40	83.5	210.05

เมื่อต้นถั่วออกดอกได้ 80 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 43 วัน ดำเนินการวัดประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนเมื่อวันที่ 6 สิงหาคม 2562 ผลการทดลองพบว่าจำนวนปมในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวมีจำนวนปมมากที่สุดเท่ากับ 191 ปมต่อต้น รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี

กรมวิชาการเกษตร

อัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีจำนวนปมเท่ากับ 165 ปมต่อต้น น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งปมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.27 กรัม และ 0.24 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งรากไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี ซึ่งพบว่ากรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักสดรากมากที่สุดเท่ากับ 19.97 กรัมต่อต้น ในขณะที่น้ำหนักแห้งรากพบว่ากรรมวิธีที่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักแห้งรากมากที่สุดเท่ากับ 3.84 กรัมต่อต้น เช่นเดียวกับน้ำหนักต้นสดและน้ำหนักต้นแห้งพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 187 กรัมต่อต้นและ น้ำหนักแห้งต้นเท่ากับ 31.56 กรัมต่อต้น ค่าการตรึงไนโตรเจนของกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว มีค่าการตรึงไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 52.33 ไมโครโมล C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีค่าการตรึงไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 49.99 ไมโครโมล C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง อย่างไรก็ตามพบว่าค่าการตรึงไนโตรเจนในทุก ๆ กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 จำนวนปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ปมราก และลำต้น และค่าการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของต้นถั่วเหลืองในระยะออกดอก อายุ 48 วันหลังปลูก แปลงทดลอง อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี	จำนวนปม/ต้น	น้ำหนักสดปม (กรัม)/ต้น	น้ำหนักแห้งปม (กรัม) / ต้น	น้ำหนักสดราก (กรัม) / ต้น	น้ำหนักแห้งราก (กรัม/ต้น)	น้ำหนักสดต้น (กรัม) / ต้น	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	ค่าการตรึงไนโตรเจน (μmol C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง
กรรมวิธีควบคุม	144	1.12	0.23	19.97	3.39	172	30.54	44.84
ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม	191	0.86	0.22	13.84	3.84	187	31.56	52.33
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่	142	1.26	0.24	13.58	3.08	152	25.32	31.15
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	141	1.01	0.24	12.74	3.33	163	26.74	41.51
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่	163	1.22	0.24	11.13	2.85	133	20.88	35.89
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+ ไรโซเบียม	165	1.04	0.2	12.86	3.49	179	29.85	49.99
CV (%)	34.67	41.24	44.80	25.20	27.39	35.59	33.28	35.22

ความสูงของต้นถั่วในระยะเก็บเกี่ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่มีความสูงมากที่สุดได้แก่ กรรมวิธีควบคุมมีความสูงเท่ากับ 50.9 ซม. จำนวนฝักต่อต้นไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีจำนวนฝักต่อต้น

กรมวิชาการเกษตร

มากที่สุดเท่ากับ 72.2 ฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้นของกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีจำนวนเมล็ดต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 124 เมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงที่สุดอยู่ที่ 14.1 – 14.4 กรัม น้ำหนักผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวขนาด 2 x 4 เมตร และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี กรรมวิธีที่มีน้ำหนักผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวและน้ำหนักผลผลิตต่อไร่มากที่สุดได้แก่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีน้ำหนักผลผลิตเท่ากับ 1,280 กิโลกรัม และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ 256 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ข้อมูลความสูงต้นที่ระยะเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ของถั่วแหลืองตาแดง ณ วันเก็บเกี่ยว อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี	ความสูงต้นระยะเก็บเกี่ยว (ซม.)	จำนวนฝัก/ต้น	จำนวนเมล็ด/ต้น	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	น้ำหนักผลผลิต/พื้นที่เก็บเกี่ยว (กรัม)	น้ำหนักผลผลิต/ไร่ (กก.)
ไม่ใส่ปุ๋ย(ควบคุม)	50.9	63.6	114 ab	13.8	1,213.0	242.6
ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม	48.5	67.2	110 ab	14.4	1,144.0	228.8
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่	49.9	59.4	97 b	14.1	1,148.3	229.7
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	48.2	72.2	124 a	14.1	1,162.3	232.5
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่	46.9	64.8	112 ab	13.8	1,280.0	256.0
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่+ ไรโซเบียม	50.1	70.1	123 ab	14.1	1,199.3	239.9
CV	10.53	14.2	12.51	3.26	13.5	13.54

หมายเหตุ: ค่าที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับ 5% โดย DMRT

ผลการทดลองใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน ในระยะเวลา 2 ปี พบว่าจำนวนปมของถั่วเหลืองตาแดงที่ปลูกทั้ง 2 ปี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในปีแรกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีจำนวนปมมากที่สุดเท่ากับ 264 ปมต่อต้น รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวมีจำนวนปม 200 ปมต่อต้น น้ำหนักสดปมของปีที่ 1 พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ไรโซเบียม มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 2.74 กรัมต่อต้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม และทุก ๆ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0

กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ในขณะที่ปีที่ 2 น้ำหนักสดปมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ น้ำหนักแห้งปม น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักสดต้น และน้ำหนักแห้งต้น ทั้งสองปีไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี ค่าการตรึงไนโตรเจนของทั้ง 2 ปี เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี โดยพบว่าในปีที่ 1 กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีค่าการตรึงไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 90.37 ไมโครโมล C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวมีค่าการตรึงไนโตรเจนเท่ากับ 77.66 ไมโครโมล C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง ในปีที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวมีค่าการตรึงไนโตรเจนมากที่สุดเท่ากับ 52.33 ไมโครโมล C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีค่าการตรึงไนโตรเจนเท่ากับ 49.99 ไมโครโมล C_2H_4 ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง ข้อมูลความสูงของต้นระยะเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด น้ำหนักผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยว และน้ำหนักผลผลิตต่อไร่ ของการทดลองทั้ง 2 ปี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จำนวนเมล็ดต่อต้นในปีที่ 1 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่จำนวนเมล็ดต่อต้นในปีที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับไรโซเบียม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีจำนวนเมล็ดต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 124 เมล็ดต่อต้น

เมื่อทำการเปรียบเทียบกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกจากพื้นที่ลุ่มน้ำปายกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมของกรมวิชาการเกษตรในระดับกระถางทดลองผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนและผลผลิตถั่วเหลืองตาแดงในระดับกระถางไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในการทดลองระดับแปลงทดลองจึงได้นำเชื้อไรโซเบียม 3 สายพันธุ์ซึ่งเป็น *Bradyrhizobium elkanii* ที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปายมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อใช้ในการทดลองระดับแปลงทดลองเมื่อนำมาทำการทดลองเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ย 6 รูปแบบ พบว่าผลการทดลองในระยะเวลา 2 ปี ผลผลิตถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยเฉพาะกรรมวิธีควบคุมซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ แต่กับให้ผลผลิตเทียบเท่ากรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในดินที่ใช้ปลูกถั่วมีจำนวนเชื้อไรโซเบียมในดินอยู่ค่อนข้างมากและจากผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพบว่าดินในแปลงปลูกถั่วเป็นดินที่มีค่าอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณที่สูงซึ่งถ้าจะนำมาปลูกถั่วเหลืองให้ได้ผลผลิตดีจะต้องใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามอัตราแนะนำสำหรับการปลูกพืชตระกูลถั่ว ซึ่งสามารถคำนวนอัตราการใช้ปุ๋ยในการทดลองครั้งนี้ได้ดังนี้ ปุ๋ยยูเรีย(46-0-0) ในอัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) ในอัตรา 6.25 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ในอัตรา 0 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2551) เป็นที่ทราบดีว่าอิทธิพลของธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินมีผลต่อการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมดินที่มีระดับไนโตรเจนสูงประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนจะลดลง (สำเนา, 2539) เช่นเดียวกับการทดลองของ พรพิมลและคณะ (2540) ที่พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้จำนวนปมที่เกิดลดลง ทั้งกรรมวิธีที่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียมและกรรมวิธีที่ไม่มีการคลุกเชื้อไรโซเบียม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้เชื้อไรโซเบียมในการปลูกถั่วเหลืองจะไม่ได้ผลมากนัก หากมีการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน เพราะไนเตรทจากการใช้ปุ๋ยทำให้การสร้างปมรากถั่ว ช้าลง และมีปริมาณน้อยลง (จิระศักดิ์, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่ชี้ให้เห็นว่าในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย

กรมวิชาการเกษตร

ในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่จะมีจำนวนปมที่น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยยูเรีย ในส่วนของธาตุฟอสฟอรัส พบว่าธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์กับพืชถือเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม ในดินที่มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่เพียงพอจะจำกัดจำนวนของไรโซเบียม และจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผลผลิตของถั่วเหลือง (สำเนา, 2539) การผลิตถั่วเหลืองโดยอาศัยการตรึงไนโตรเจนจากเชื้อไรโซเบียม นับว่ามีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นการผลิตที่มีต้นทุนต่ำ การใช้เชื้อไรโซเบียมคลุกเมล็ดถั่วเหลืองในพื้นที่ซึ่งไม่เคยปลูกถั่วมาก่อน สามารถเพิ่มผลผลิตเมล็ดได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (Boonkerd and Weaver, 1982) สำหรับพื้นที่ซึ่งปลูกถั่วเหลืองมานานจะไม่ให้ผลตอบสนองต่อการคลุกเชื้อไรโซเบียมอย่างเด่นชัด (Ellis *et al*., 1984) เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีเชื้อไรโซเบียมในดินโดยธรรมชาติปริมาณมาก หากเชื้อไรโซเบียมที่ใช้คลุกเมล็ดถั่วเหลืองไม่สามารถแข่งขันกับเชื้อที่มีอยู่ในดินได้ ผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกโดยการคลุกเชื้อไรโซเบียมจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่คลุกเชื้อ ไรโซเบียม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองและทดแทนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญอันดับแรกคือ เชื้อไรโซเบียมในปุ๋ยชีวภาพต้องมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของการปลูกถั่วเหลืองได้ดี ได้แก่ สร้างปม และการตรึงไนโตรเจนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับไรโซเบียมดั้งเดิมที่อยู่ในธรรมชาติ (ศิริลักษณ์และศพิษา, 2553)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ : ผลการทดลองใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกจากพื้นที่ลุ่มน้ำปายในการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน ในพื้นที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน จากผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดินที่ใช้ปลูกถั่วพบว่าดินมีค่าอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ค่อนข้างสูงเมื่อพิจารณาจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยในการผลิตถั่วเหลืองของกรมวิชาการเกษตร การปลูกถั่วครั้งนี้ควรใส่ปุ๋ยเคมีในอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าจำนวนปมรากของถั่วเหลืองตาแดงในกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยยูเรียจะมีจำนวนปมรากมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ค่าการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองตาแดงเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียวและกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-3-0 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมมีค่าการตรึงไนโตรเจนสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ การทดลองครั้งนี้พบว่าผลผลิตของถั่วเหลืองทั้งสองปีไม่มีความแตกต่างทางสถิติในทุก ๆ กรรมวิธี โดยเฉพาะในกรรมวิธีควบคุมซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ แต่กลับให้ผลผลิตที่ค่อนข้างสูงเทียบเท่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยชีวภาพ ชี้ให้เห็นว่าสภาพดินที่ใช้ปลูกถั่วในครั้งนี้มีปริมาณธาตุอาหารที่เพียงพอต่อการผลิตถั่วเหลืองแม้ไม่มีการใส่ปุ๋ยใด ๆ ผลผลิตก็ยังสูง สาเหตุอีกประการคือดินในพื้นที่ปลูกถั่วนี้มีปริมาณเชื้อไรโซเบียมอยู่ในดินค่อนข้างมากและอาจเป็นไรโซเบียมที่สามารถเข้าแข่งขันกับเชื้อไรโซเบียมที่อยู่ในปุ๋ยชีวภาพที่ใช้คลุกเมล็ดปลูกในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : จากผลการคัดเลือกและผลการทดลองในระดับกระถางทดลองของสายพันธุ์ไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย ได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการนำไปทดสอบกับการปลูกถั่วเหลือง

กรมวิชาการเกษตร

ตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอนในระดับแปลงทดลองของพื้นที่ลุ่มน้ำปาย โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปเผยแพร่และนำสายพันธุ์ไรโซเบียมที่ผ่านการคัดเลือกกับถั่วสายพันธุ์ดังกล่าวมาผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพื่อให้เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปายได้นำไปใช้ในการปลูกถั่วเพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อไป

11. คำขอบคุณ -

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2551. คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 45 หน้า.

จิระศักดิ์ อรุณศรี. 2545. ชีววิทยาและการใช้ประโยชน์ของเชื้อ ไรโซเบียม. น. 23-62. *ใน*: เอกสารวิชาการ ปุ๋ยชีวภาพ. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการ เกษตร ปี พ.ศ. 2545.

พรพิมล ชัยวรรณคุปต์, จันทนา ศิริไพบูลย์, นันทกร บุญเกิด และเธียรชัย อารยางกูร. 2540. การเพิ่มผลผลิตและการตรึงไนโตรเจนของถั่วเหลืองในประเทศไทย. วาสารวิชาการเกษตร. 15(1): 4-23.

หนึ่ง เตียอำรุง. 2554. แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 251 หน้า.

ศิริลักษณ์ จิตรอักษร และ ศพิษา สังข์วิเศษ. 2553. การวิจัยพัฒนาปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมถั่วเหลืองเพื่อให้มีศักยภาพในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน. น. 97-104. *ใน*: ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร.

สำเนา เพชรฉวี. 2539. ข้อจำกัดการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพของพืชตระกูลถั่ว. วาสารดินและปุ๋ย. 12: 87-8.

Boonkerd, N. and R.W. Weaver. 1982. Survival of cowpea rhizobia in soil as effect by soil temperature and moisture. Appl. Environ. Microbial. 43 : 585-589.

Boonkerd, N. and S. Promsiri. 1993. Effectiveness in N2 fixation of Sesbania speciosa and Sesbania rostrata rhizobia isolated from different locations. Kasetsart J. 27 : 292-302.

Duzan, H.M., X. Zhou, A. Souleimanov, and D.L. Smith. 2004. Perception of *Bradyrhizobium japonicum* Nod factor by soybean [Glycine max (L.) Merr.]root hairs under abiotic stress conditions. Journal of Experimental Botany 55(408) : 2641-2646.

กรมวิชาการเกษตร

Ellis, W.R., G.E. Ham and E.L. Schmidt. 1984. Persistence and Recovery of Rhizobium japonicum Inoculum in a Field Soil. Agronomy Journal. 76(4): 573-576.

Weaver, R.W.,D.R. Morris, N.Boonkerd and J. Sij. 1987. Populations of *Bradyrhizobium japonicum* in field cropped with soybean-rice rotation. Soil. Sci. Soc. Am. J. 51: 90-91.

Zhang, H., T.C. Charles, B. Driscoll, T. Prithiviraj, and D.L. Smith. 2002. Low temperature-tolerant *Bradyrhizobium japonicum* strains allowing improved soybean yield in short-season. Agron. J. 94: 870-875.

กรมวิชาการเกษตร